

D<sup>ro</sup> L. HERMANN'A

3899

RYS

945

# FIZYOLOGII

CZŁOWIEKA

PRZEŁOŻYŁ

**SZYMON PORTNER**

Lekarz prakt. w Warszawie.

Z DODANIEM

PRZEDMOWY I WIELU OBJAŚNIENÍ

PRZEZ

**Dra. H. HOYERA.**

PROFESSORA ZWYCZAJNEGO W SZKOLE GŁÓWNEJ WARSZAWSKIEJ.

*Dubl*  
*23928*

WARSZAWA.

NAKŁADEM KSIĘGARNI J. BŁASZKÓWSKIEGO.

1865.



612

SZ

Wolno drukować, z warunkiem złożenia w Komitecie Cenzury po wydrukowaniu prawem przepisanej liczby exemplarzy.

Warszawa dnia 24 Listopada (6 Grudnia) 1864 roku.

Cenzor, STANISŁAWSKI.



3899

74w



MP. 16488.

S.

A

Druk. K. Kowalewskiego.

Wydanie  
tęże

## PRZEDMOWA.

We wszystkich prawie gałęziach medycyny daje nam się uczuć brak w języku polskim dzieł, któreby mogły służyć do użytku podręcznego dla młodzieży uczęszczającej na kursa lekarskie. Każdy wykładający w Szkole Głównej Warszawskiej uważać to sobie powinien za obowiązek, aby potrzebie tej o ile możliwości zaradzić, bądź to przez napisanie dzieła oryginalnego, bądź przez przyswojenie naszej literaturze dzieł odpowiednich z obcych języków. Co się tyczy Fیزیologii, to posiadamy wprawdzie w języku naszym kilka dzieł oryginalnych, traktujących ważną tę naukę z nowszego stanowiska, lecz żadne z nich nie obejmuje całego zakresu nauki, a nawet razem zestawione nie dają nam kompletnego dzieła Fیزیologii. Na mnie, jako wykładającego Fیزیologię i Histologię w tutejszej Szkole Głównej, ciąży więc obowiązek podania słuchaczom moim dziełka, któreby służyło im jako przewodnik przy wykładzie. Sumienne opracowanie takiej książki wymagałoby jednak kilka lat pracy, a przez ten czas musielibyśmy jak dotąd obejść się bez tyle pożądanego dzieła. Uważałem więc za stosowniejsze wystarać się o to, aby odpowiednie

działo zostało przełożone na język polski. Tym sposobem uczyniłbym zadość mojemu obowiązkowi, a czas przeto zyskany mógłbym poświęcić własnym badaniom i przygotowaniu szczegółowych prac oryginalnych. Okoliczności sprzyjały też moim zamiarom, gdyż właśnie w nowszych czasach ukazało się odpowiednie dziełko napisane przez DRA L. HERMANN'A (Grundriss der Physiologie des Menschen, Berlin 1863), które odpowiada wszelkim słusznym wymaganiom i zupełnie wystarcza potrzebom studenta. — Gdy wszystkie inne tego rodzaju dzieła, za granicą używane, są albo zbyt obszerne, albo zbyt mało przystępne z powodu trudnego stylu, albo zbyt urywkowo podają nagie fakta, nawet nie bardzo stosownie zebrane, albo też zbyt popularnie, a zatem powierzchownie tylko przedmiot traktują, niniejsze dzieło odznacza się tén, że łączy w sobie jasność wykładu ze ścisłością naukową, że pomimo więzłości stylu i bardzo umiarkowanych rozmiarów, mieści w sobie wszystkie dla naukowego lekarza potrzebne fakta, a przedewszystkiem że fakta te nie są zestawione obok siebie bez wyboru i właściwego związku, lecz owszem Autor biorąc za punkt wyjścia ogólne zasady powszechnie już przyjęte w Chemii i Fizyce, opiera na nich plan całego dzieła, rozdziela objawy żywotne na pewne ogólne grupy, wykazuje wzajemną zależność wszystkich spraw, a przystępując do rozbioru najdrobniejszych czynności żywotnych, nie traci nigdy z oka głównego celu, ogólnej zasady, z której fakt pojedynczy wypływa jako skutek z ogólnej przyczyny. Ponieważ jednak w nauce naszej niestety pozostaje zbyt wiele jeszcze kwestyj wątpliwych lub wcale niewyjaśnionych, niepodobna więc było uniknąć wszelkiej krytyki, w przeciwnym bowiem razie fakta niedostatecznie je-

druł

sze stwierdzone trzebaby było zbyt twierdząco przedstawie albo nawet zupełnie pominać, co jednak nie byłoby bez ujmy dla użyteczności tego dzieła. Ta właśnie trudność, która stanowi przeszkodę dla większej części takich dzieł, została jak najszczęśliwiej zwyciężoną przez Autora, który ograniczył się na tén tylko, co jest koniecznie potrzebnem. Z tego to powodu dzieło zachowało objętość mierną i bardzo stosowną, a wykład zyskał niesłychanie na jasności i dokładności, przez co staje się nadzwyczaj przystępnym.

Cel jaki Autor przy skreśleniu niniejszego dzieła sam sobie postawił, według własnych jego słów w przedmowie do oryginału jest następujący: „Na zasadzie nowszych poglądów obecnie powszechnie już przyjętych w naukach przyrodzonych, zamierzył on nadać nauce Fizyologii systematycznie zaokrągloną formę, wytykając jednak starannie fakta dowiedzione i twierdzenia hypotetyczne. Taki tylko sposób traktowania nauki może początkującemu podać ogólny pogląd na kierunek i cele badań fizyologicznych i zachęcić do samodzielnej na tén polu pracy“. — Podług mego przekonania cel ten w niniejszem dziełku lepiej został osiągnięty, aniżeli we wszystkich innych dziełach tego rodzaju w nowszym czasie za granicą wydanych. Lecz tak jak wszystko, co siłą ludzką kiedykolwiek zostało utworzone, nigdy nie jest bez wady, tak też i dzieło niniejsze ma pewne strony ujemne, nad którymi bliżej się jeszcze zastanowiemy. W porównaniu jednak z zaletami, wady te są tak mało znaczące, że możemy je Autorowi wybaczyć.

Przekonawszy się więc o wielkiej użyteczności niniejszego dzieła jako najlepiej odpowiadającego wyż wzmiankowanemu celowi, postanowiłem jego przekład na język pol-

ski przyprowadzić do skutku. Znając Pana Sz. Portnera jako człowieka, który swoją pracę chętnie poświęca dla ogólnemu, wiedząc także dobrze, że posiada wszelkie dla przetłumaczenia takiego dzieła potrzebne przymioty, jak to: gorące zamiłowanie w nauce, dokładną znajomość języków i samego przedmiotu, niezmordowaną pracowitość i sumienność w doprowadzeniu do celu dobrowolnie przyjętego na siebie obowiązku, a nareszcie doświadczenie w wydawnictwie dzieł naukowych (Pan Portner udzielił mi łaskawie swą pomoc przed trzema laty przy wydawaniu *Histologii*), udałem się do niego z prośbą, aby w interesie nauki ojczystej podjął się przekładu dzieła Hermann'a. Chętnie przyjął na siebie ten tak trudny i tyle poświęceń wymagający obowiązek, i w krótkim bardzo czasie pracę tę ukończył. Przeczytaliśmy razem od kartki do kartki cały rękopism, i wspólnie obradując postaraliśmy się o to, aby przekład jak najwierniej oddawał słowa i myśli Autora i zarazem dla czytelnika stał się jak najprzystępniejszym. Mogę więc osobiście zaręczyć za sumienne opracowanie niniejszego dzieła i zalecić je każdemu, który będzie chciał się obeznać z nowszem stanowiskiem nauki.

Ujemne strony, które niniejszemu dziełku zarzucićby można było, jak już wyżej wspomniałem, są w ogóle mało znaczące. Pochodzą one z różnych przyczyn, a pomiędzy innemi zamiłowanie Autora do pewnych kwestyj, które starał się (kiedyś) sam rozwiązać własnymi poszukiwaniami, stało się przyczyną zbyt rozwlekłego wykładu pewnych ustępów, które ze względu na ich wartość w porównaniu z innemi ważniejszymi ustępami, mogłyby być pobieżnie traktowane. Należą tu np. ustępy o ruchach oka i o horoptercie, zajmujące w oryginale 10 stronnic druku, a które

pomimo tej rozwlekłości nie odznaczają się jednak wcale jasnością wykładu. Główne zaś źródło niedostateczności dzieła szukać należy w nadzwyczajnej zwięzłości stylu i wielkiej treściwości całego dzieła. Aby rozmiary tego o ile możności ograniczyć bez opuszczenia żadnego ważniejszego faktu, aby na bardzo miernej liczbie arkuszy nie tylko zestawić wszystkie pewniki nauki, lecz również rozwinąć teorię, a nawet zastosować krytykę, trzeba było w kilku słowach streścić wiele bardzo ważnych zdań, obejmujących zasady całej nauki. Z tych więc powodów chcący korzystać z tego dzieła powinien takowe czytać z wielką uwagą i nie pominąć żadnego zdania bez szczegółowego rozbioru, a zgłębiwszy raz duch wykładu z łatwością o znajomi się z całą nauką, gdyż większa część kwestyj rzeczywiście z całą dokładnością i ścisłością jest przedstawiona. Lecz obok takich świetnych ustępów napotykamy pewne miejsca, których zgłębienie dla mniej obeznanego z wyższą fizyką przedstawia pewne trudności. Dla zaradzenia temu uważałem za stosowne dodać pod tekstem przypiski, które ułatwią może czytelnikowi zrozumienie zdania Autora. — Aby o ile możności uniknąć krytyki często wielką rozwlekłość wymagającej, Autor w wielu miejscach staje zbyt stanowczo po stronie nowszych badaczy, przedstawiając ich zdania w taki sposób, jak gdyby należały do rzędu faktów ostatecznie stwierdzonych. Takie miejsca opatrzyłem również przypiskami, mianowicie wtedy, gdy przez nowsze prace takowe zostały już sprostowane.

Wszystkie te przypiski, dla odróżnienia od przypisków Autora, oznaczone zostały literą *H*.

Spodziewamy się, że tym sposobem dzieło stanie się dla naszych czytelników przystępniejszym, a tem samem i użyteczniejszym.

Inną właściwość niniejszego dziełka, której przyczynę również szukać należy w wielkiej zwięzłości wykładu, ograniczającego się na tem tylko, co koniecznie jest potrzebnem, może nie jeden z czytelników uważać będzie za wadę, w przekonaniu, że dawniejszy sposób traktowania nauki był stosowniejszy. Chcę tu mówić o zupełnym braku w niniejszem dziele wszelkich szczegółów dotyczących się Anatomii, wszelkiego szczegółowego opisu doświadczeń, aparatów, szrubeł, kruczków i t. p.; nie napotykamy tu bowiem żadnych rysunków przyrządów ciała, tkanek, narzędzi lub aparatów ozdabiających wszystkie prawie dzieła dawniejsze i przeznaczonych głównie do wzbudzenia ciekawości czytelnika oceniającego książkę podług liczby drzeworytów tam umieszczonych. Bardzo mierna liczba prostych rysunków w niniejszem dziele obejmuje tylko to, co koniecznie potrzebnem jest do objaśnienia samej rzeczy. Ja z mojej strony uważam właściwość tę raczej za zaletę, aniżeli za wadę, dobre bowiem dzieło powinno wzbudzać ciekawość czytelnika samą treścią, a mianowicie dzieło przeznaczone do użytku podręcznego bardzo słusznie ogranicza się na jasnym i treściwym wykładzie; zaś opis aparatów, doświadczeń, anatomicznej i drobnowidzowej budowy organów i t. d. może ono pozostawić ustnemu wykładowi, gdzie student dostateczną miewa sposobność obeznania się z drogą praktyczną, na której nauka stara się zgłębić czynności żywotne. Zresztą student powinien znać anatomie opisową i drobnowidzową z oddzielnego wykładu, który również bywa połączony z praktycznymi ćwiczeniami.

Dla tego też Autor przy rozbiorze histologicznej budowy organów bardzo słusznie ograniczył się na przypomnieniu tego tylko, co jest potrzebnem do zrozumienia spraw żywotnych odbywających się w każdym organie. Obok tych to wiadomości, które każdy student poznać powinien w pierwszych już latach swego pobytu w Uniwersytecie, potrzeba również pewnych wiadomości szczegółowych z dziedziny Chemii i Fizyki, bez których żaden naukowy lekarz obejść się nie może. Lecz dla zrozumienia niniejszego dzieła, a mianowicie dla zrozumienia ogólnych zasad, na których cały systematyczny plan tego dzieła opiera się, potrzeba oprócz tego jeszcze pewnych ogólnych wiadomości z Fizyki, które dopiero w ostatnich latach zostały zastosowane do Fizjologii i obecnie są już w zupełności przyjęte przez najznakomitszych Fizjologów. Ponieważ zasady te w Uniwersytetach zagranicznych przy wykładzie Fizyki należycie bywają rozwinięte i oceniane, Autor więc ograniczył się na krótkim tylko przypomnieniu ich czytelnikom we wstępie. Naszym studentom również dana jest sposobność powtórnego usłyszenia ich w całej rozciągłości i w całym swym znaczeniu przy wykładzie Fizjologii, do której zasady te szczegółowo są zastosowane, spodziewać się więc należy, że studjowanie niniejszego dzieła nie przedstawi im żadnych trudności. Ponieważ jednak zadaniem naszym jest uczynić to dzieło przystępnem nie tylko dla studentów, lecz i dla lekarzy praktycznych, którzyby życzyli sobie poznać nowsze stanowisko Fizjologii, uważałem więc za stosowne dodać do niniejszej przedmowy drugą część, w której starałem się jasno i treściwie rozwinąć zasadnicze wiadomości z Fizyki, które we wstępie samego dzieła dla naszych czytelników zbyt krótko są zestawione.

Objasnienie to poprzedza krótkie usprawiedliwienie zasad, będących podstawą całego dzieła. Nareszcie zalecamy czytelnikowi, który po raz pierwszy przystępuje do studjowania Fizjologii, aby prócz drugiej połowy niniejszej przedmowy zechciał z uwagą przeczytać przedewszystkiem wstęp do dzieła, gdzie podany jest pogląd na cały zakres nauki i na systematyczny związek pojedynczych jej części,—a następnie początek II części, obejmujący główne owoce nowszych postępów nauki.

Tak zwane „prawo utrzymywania się sił“, które w niniejszem dziele przyjęte jest za podstawę do systematycznego wykładu całej nauki o sprawach żywotnych, już od zeszłego wieku było znane w naukowej mechanice, (niepodobieństwo urządzenia „perpetuum mobile“ polega właśnie na tem prawie), później używano go także do wytłómaczenia związku pomiędzy ciepłem wolnym i utajonem, lecz dopiero przed 20 blisko laty wykazano ogólne jego znaczenie i zastosowano je z najlepszem powodzeniem do wszystkich sił materji. Prawo to wyraża, że żadna siła ani innéj siły bez miary wytwarzać, ani też bez śladu zginąć nie może, lecz albo się udziela innemu ciału, albo zamienia się na inną siłę, a wielkość nowo powstałej siły jest w prostym stosunku proporcjonalnym do siły pierwotnej. Rozumiemy tu przez siłę same tylko skutki oddziaływania jednych ciał na drugie, dające się wykazać doświadczeniem i określić liczbami; o istocie tego oddziaływania t. j. o wewnętrznych przyczynach wzajemnego przyciągania się ciał, powinowactwa chemicznego, ciepła, elektryczności, magnetyzmu i t. d. nie mamy najmniejszego pojęcia.

Ponieważ organizmy żyjące składają się z tych samych pierwiastków chemicznych, co i ciała martwe i nieorganiczne, a prawa i własności pierwiastków są stałe i niezienne, ponieważ w organizmach żyjących odbywają się podobne sprawy fizyczne, jak i w ciałach nieorganicznych, więc bardzo słusznie zadano sobie pytanie, czy powyższe prawo nie daje się także zastosować do sił czynnych w organizmach roślin i zwierząt, mianowicie czy objawy żywotne mają to samo źródło, co i objawy w ciałach nieorganicznych? Już przy powierzchownym rozbiore objawów, jakie występują u istot żyjących, odpowiedź na to pytanie nie mogła być inną, jak tylko potwierdzającą, gdyż nie-

wątpliwem jest, że znaczna część tych objawów polega po prostu na działaniu sił fizycznych. Niektóre objawy jednak zdawały się uchylać z pod zastosowania zwykłych praw materji, zdawały się albo wcale nie ulegać żadnemu prawu, albo chyba być rządzone przez prawa zupełnie odrębne. Przyczynę tych objawów szukano dla tego w jakich szczególnych, urojonych siłach, które samym tylko żyjącym i uorganizowanym ciałom miały być właściwemi np. w sile żywotnej, organicznej, nerwowej i t. p. Popelniono przez to podwójny błąd, gdyż z jednej strony najróżnorodniejsze i najbardziej złożone sprawy tłómaczono jako skutki pojedynczej siły, (podług zasad fizyki skutki działania pojedynczych sił mogą tylko być prostemi, a tym czasem siła żywotna miała jednocześnie kierować najzawilszemi sprawami, jak np. wzrostem, odnową ciała, sprawami rozmnażania, czynnościami nerwowemi i t. d.); z drugiej strony przypuszczano, że ten sam pierwiastek materji wewnątrz ciała ulega innym prawom jak zewnątrz. Gdyby rzeczywiście tak było, wtenczas pierwiastek wchodząc do ciała żyjącego przyjąłby inne własności, zamieniłby się więc na innego rodzaju pierwiastek, co podług najgłówniejszych zasad Fizyki jest niepodobieństwem. Staraniem najznakomitszych badaczy, którzy nie tylko w Fizyologii, lecz również i w dziedzinie Fizyki i Chemii dokładnemi swemi doświadczeniami jak największe położyli zasługi, Fizyologia w ostatnich czasach została obdarzoną wydoskonalonemi i jak najszczęśliwiej przeprowadzonemi metodami i przyrządami do głębszego zbadania owych delikatnych i zawiłych spraw, które dla doświadczeń fizycznych zdawały się być niedostępnemi. Sprawy te okazały się teraz również posłusznemi prawom fizycznym, czynność skombinowanych sił w niektórych tkankach organizmu można już po części tak samo określić liczbami, jak skutki prostych sił materji, chociaż nie jesteśmy jeszcze w stanie, działania tych niezmiernie złożonych sił rozłożyć na pojedyncze momenta ich czynności, czyli naocznie wykazać cały szereg wewnętrznych przyczyn i skutków, z których pojedynczy i w swój całości dokładniej określony objaw powstaje. Osiągnięte rezultata jednak wystarczają w zupełności do wykazania, że prawo utrzymywania się sił jak najdokładniej

daje się zastosować i do sił, które w różnych bardzo zawiłych sprawach ustroju są czynnemi, i zezwalają nam wnosić, że inne także sprawy żywotne, które dotychczas jeszcze nie są dokładniej zbadane, ulegają również temu samemu prawu, jak np. rozmnażanie, wzrost, odnowa i t. p., zwłaszcza że one są ściśle połączone z przemianą materji. — Tym sposobem zyskaliśmy podstawę do ścisłego badania objawów życia, opierając się na prawach mających równe znaczenie dla wszystkich bez wyjątku ciał, i przy tłómaczeniu objawów żywotnych nie potrzebujemy się uciekać do tajemnych i niezem nie dowiedzionych sił, które dla naszych badań, a nawet dla naszych zmysłów nie mogą być przystępnemi, gdyż tak działanie wszystkich naszych środków badania (narzędzi fizycznych), jako też i czynność samych zmysłów ulega zwyczajnym prawom materji, którym owe siły nie mają być posłusznemi. Aby jednak nie być źle zrozumianym, wspomnieć musimy, że ustrój żyjący nie uważamy za prosty zbiór drobnych fizycznych ślepo działających, lecz uważamy go za uorganizowane indywiduum, w którym wszystkie (również uorganizowane) części są ze sobą związane pewnym wspólnym węzłem, a siły fizyczne działają w nich zgodnie w pewnym kierunku jakby kierowane jedną wspólną myślą, której zbadać nie jesteśmy w stanie.

Taki złożony ustrój albo nawet najprostszy uorganizowany pierwiastek, jak np. komórka, nie może powstać skutkiem przypadkowego złączenia się pewnych drobnych fizycznych, lecz warunki utworzenia nowego ustroju znajdują się tylko w już istniejących ustrojach żyjących. Zresztą ani w sprawach rozmnażania, ani w innych objawach żywotnych nie szukamy żadnych nadzwyczajnych sił, znajdujących się po za obrębem materji, a wszystkie siły mające być przedmiotem naukowych poszukiwań, podprowadzamy pod ogólne prawo utrzymywania się sił.

Nareszcie wypada nadmienić, że wszystkie podobne tłómaczenia zasadniczych objawów w przyrodzie są tylko hipotezami, lecz lepiej uzasadnionemi, jak dawniejsze twierdzenia, gdyż tak



samo jak powszechnie przyjęte zasadnicze hipotezy Fizyki, np. teoria atomów, eteru, wibracji światła i t. p., są wywodem faktów stwierdzonych obiektywnymi doświadczeniami i tak samo dają nam podstawę do dalszych badań. Osiągnięte już przez to rezultata są dla nas rękojmią, że hipotezy te staną się dla medycyny tak samo płodnymi, jak stały się dla Fizyki.

Ogólne prawa materii dotąd zwykle tłumaczono na zasadzie tak zwaną teorią atomistyczną czyli nauki o najmniejszych drobinach (atomach), z których wszystkie ciała na świecie mają być złożone. Nauka ta, jako rezultat teoretycznych rozumowań, nie dających się dowieść z matematyczną ścisłością, należy jeszcze do rzędu hipotez, a ponieważ niektóre z jej twierdzeń, mianowicie co do niepodzielności drobin, nie dają się w zupełności usprawiedliwić, dla tego też nie zyskała powszechnego uznania. Lecz z drugiej znów strony twierdzenia jej są w istocie tylko prostym uogólnieniem szczegółowych własności i praw materii i, o ile to się dało przeprowadzić, jak najdokładniej zostały zastosowane do znanych dotąd praw fizycznych. Można ją dla tego nie tylko bez ujmy dla samej rzeczy, ale nawet z wielką korzyścią użyć do tłumaczenia objawów, które wszystkim ciałom są wspólne i które co do szczegółów dokładnie są zbadane.

Podług tej teorii każda drobina materii reprezentuje pewną całość, która nie daje się więcej rozdzielić, dla innych ciał nie jest przenikliwą i opatrzona jest niezmiennymi i cechującymi własnościami. Mocą tych własności jedna drobina oddziaływała na drugą, a wychodzący na jaw i dający się obliczyć skutek tego oddziaływania oznacza się wyrazem „siła“.

Siły drobin dają się zredukować na dwie główne i przeciwne sobie siły, to jest siłę przyciągania i siłę odpychania. Pod wpływem tych sił drobin dążą do układania się w takiej względem siebie odległości, \*) że siła przyciągania równoważy siłę

\*) Dla wytlómaczenia ścisłości ciał, objawów dyfuzji i t. p. przypuszczają, że forma i wielkość samych drobin jest niezmienna, pojedyncze zaś drobin nie stykają się bezpośrednio ze sobą, lecz znajdują się w pewnym względem siebie oddaleniu; drobinowa ta przestrzeń ma być wypełnioną hipotetycznym eterem.

odpychania. Dopóki drobin nie ulegną jakiemu wpływowi od zewnątrz działającemu \*), ułożone w równowadze nie zmieniają one nigdy swego względem siebie położenia; aby wywołać w tak spoczywającej materii jakikolwiek objaw, trzeba innego zewnętrznego wpływu np. działania innego zbioru drobin (prostego zbliżenia się, uderzenia i t. p.). Skutek tego działania nie może się objawić inaczej, jak tylko przez ruch, który się odbywa albo w obrębie przestrzeni, która pojedyncze drobin od siebie oddziela, albo też po za tym obrębem. W pierwszym wypadku drobin zbliżą się do siebie albo oddalą, lecz drobinowy ten ruch nie da się dostrzedz zmysłami wzroku lub dotyku (np. różne formy drgań), w drugim razie cały zbiór drobin wykonywa ruch i zmienia swe położenie względem innego ciała (zbliża się na przykład do ziemi lub oddala się i t. d.). Wielkość każdej takiej zmiany położenia czyli powstałego ruchu jest w pewnym li czebnie dającym się określić stosunku do siły poruszającej.

Jeżeli w pewnym zbiorze drobin równowaga sił jakimkolwiek sposobem zostanie naruszona, to powstaje natychmiast dążność do powrotu do położenia pierwotnego, i stosownie do tego, czy drobin zostały do siebie zbliżone lub oddalone względnie do pierwotnej odległości, przeważać będzie w pierwszym razie czynność siły odpychania, w drugim czynność siły przyciągania. Jeżeli cząstki wrócą natychmiast do położenia pierwotnego, wtedy powstanie r u c h, którego kierunek będzie przeciwny kierunkowi siły zbaczającej, a wielkość ruchu zrównoważy czynność owej siły. Jeżeli jednak siła zbaczająca nie przestanie wpływać na drobin, lecz utrzyma je w tem położeniu zmienionem, w takim razie siła ta zrównoważy wpływ siły przyciągania lub odpychania w drobinach. Ostatnia ta siła nie przestaje jednak działać, lecz ponieważ nie widzimy ruchu, zdaje nam się więc, jak gdyby siła spoczywała; istnieje jednak ciągle dążność wrócenia

\*) W rzeczywistości jednak żadna drobina nie daje się usunąć z pod wpływających drobin gdyż w wszystkie istniejące w przestrzeni świata drobin wzajemnie na siebie oddziaływają, chociażby jak najbardziej były od siebie oddalone. Jako przykład takiego wpływu można przytoczyć światło gwiazd pobudzające siatkówkę naszego oka, pomimo tego że ciało, z którego promienie te wychodzą, znajduje się w niezmierniej odległości.

się do położenia pierwotnego, której przeszkadza tylko przeciwdziałająca siła zewnętrzna; dążność tę oznaczają wyrazem siły napiętej. Skoro jednak siła zewnętrzna przestanie działać, wtedy siła poprzednio utajona czyli pozornie nie czynna zostaje uwolnioną i staje się rzeczywiście czynną, spowoduje zbliżenie się (lub oddalenie się) drobin, powstanie więc ruch, co do wielkości odpowiedni owej sile napiętej, a ruch ten oznaczają nazwą siły żywej. Kilka szczegółowych przykładów lepij nam tę rzecz objaśni.

Przypuśćmy, że mamy pod ręką kulkę kauczukową, która łatwo daje się spłaszczyć uciskiem palca. Dopóki ją przyciskać będziemy, kulka zachowa formę krążkową, skoro jednak ucisk ustanie, natychmiast wróci do formy kulistej. Jeżeli ją następnie zamiast ścisnąć jakimkolwiek sposobem rozciągniemy, wtedy powstająca forma wydłużona utrzyma się tylko dopóty, dopóki trwać będzie wpływ rozciągający; wraz z ustaniem tego wpływu kulka wróci do formy pierwotnej. Jeżeli powietrze zamknięte w cylindrze ściśniemy za pomocą tłoku na połowę pierwotnej objętości, to po ustaniu ucisku zajmie tę samą przestrzeń, co poprzednio. Tak samo sprężyna przyciśnięta lub zwinięta wydłuży się lub rozwinie, skoro wszelką przeszkadzającą temu siłę usuniemy. Widzimy więc z tego, że w kauczuku, powietrzu, sprężynie powstaje ruch nie inaczej, jak tylko pod wpływem siły od zewnątrz działającej, mianowicie przez ucisk ręką; ruch ten objawia się jako chwilowa zmiana formy lub objętości, przy czem drobiny ciała zmieniają swe względne położenie, a zmiana ta potrwa dopóty, dopóki działa ów wpływ zewnętrzny. Podczas trwania tej zmiany ciała owe zdają się zupełnie spoczywać, nie widać w nich żadnego szczególnego objawu, wtedy bowiem siły przeciwdziałające uciskowi są napięte. Skoro jednak wpływ zewnętrzny usuniemy, wtedy ciała wykonywają natychmiast ruch (mocą t. z. sprężystości), wydłużają, rozszerzają się, wracają do pierwotnej formy i t. d., (gdyż drobiny tych ciał, wyprowadzone poprzednio z równowagi, usiłują zająć pierwotne położenie), napięcie sił zamienia się tu znowu na siłę żywą,

która może się dalej udzielić innemu ciału np. w formie uderzenia.

Jeżeli rzucimy kamień w górę, to ruch ręki zamieni się na ruch kamienia. Kamień podniesie się jednak tylko do pewnej wysokości, bieg jego staje się coraz wolniejszym, aż nareszcie zupełnie się zatrzyma. Zdaje się na pozór, jak gdyby siła poruszająca coraz bardziej słabła i nakoniec zupełnie znikła, tak że kamień dalej już nie jest w stanie podnieść się i skutkiem ciężaru zaczyna wracać do ziemi. Lecz jak przy wspomnianych objawach sprężystości, tak i w tym wypadku ruch podnoszącego się ciała zamienia się na siłę napiętą, a to skutkiem przyciągania ziemi, które zrównoważa siłę żywą udzieloną kamieniowi przez rękę. W chwili zatrzymania się kamienia w górze cała siła żywa przemieniła się w siłę napiętą, lecz następnie przy opadaniu odbywa się zmiana sił w odwrotnym kierunku, gdyż ciało wykonywa znowu ruch. Podczas drogi przebieżonej siła poruszająca składa się więc równocześnie z siły napiętej i siły żywej, które razem wzięte równoważą siłę rzutu; można więc jedną z nich użyć do mierzenia drugiej. Podobna przemiana siły żywej (ruchu) na siłę napiętą i odwrotnie odbywa się bezustannie w chwiejącem się wahadle, w drgającej strunie i t. p.

Przy tej sposobności wspomnieć nam wypada o stosunku siły żywej do siły napiętej w płynach, poruszających się w rurach, mianowicie sprężystych. Siła skurczu sercowego, udzielająca się krwi wchodzącej do tętnic, nie od razu zamienia się na siłę żywą (szybkość strumienia), lecz z przyczyny oporów, jakie strumień napotyka przechodząc przez rury (naczynia krwionośne), tylko pewna część siły poruszającej objawia się w formie ruchu, reszta przemienia się w siłę napiętą (ciśnienie krwi), stanowiącą rodzaj siły zapasowej potrzebnej do przezwyciężenia oporów.

Zgęszczając powietrze nie tylko wywołujemy ruch jego drobin, ale równocześnie wywiązuje się ciepło, czyli że tak zwane ciepło utajone zamienia się na ciepło wolne. (Jak wiadomo przez szybkie i silne zgęszczenie powietrza można tyle ciepła uwolnić, ile potrzeba do zapalenia kawałka hubki). Przy następnem rozrzedzeniu się powietrze tyle ciepła znowu wiąże, ile

poprzednio wyswobodziło. Wiadomo także, że przy topieniu się lodu, przy ulatnianiu się wody i t. d. ginie dużo ciepła wolnego, które przy zgrzeszeniu (złodowaceniu, zmianie pary na wodę) znowu się uwalnia. Tu więc tak samo, jak w powyżej przytoczonych przykładach, siła żywa (ciepło wolne, które uważane jest za pewien rodzaj ruchu drobinkowego), zamienia się na siłę utajoną czyli napiętą. Przy nabieraniu ciepła (zmianie siły żywej na napiętą) ciała wydłużają się, przy utracie w ogóle kurczą się; więc w pierwszym wypadku drobiny oddalają się od siebie, w drugim razie zbliżają się; ciepło zamienia się tu zatem na ruch, który może być przeniesionym na inne ciało. Odwrotnie ruch ciał może wywołać ciepło np. przez tarcie.

Przy różnych processach chemicznych, np. przy utlenianiu się węgla, powstaje ruch, który się objawia w formie ciepła, (mówią także, że ciepło utajone przy tem się uwalnia). Ciepło udzielając się wodzie zamienia ją na parę, która będąc zamkniętą w kotle maszyny parowej reprezentuje tylko siłę napiętą; skoro jednak zaczyna działać na tłok w cylindrze, siła napięta zamienia się na ruch. Oprócz ciepła powstaje przy processach chemicznych także elektryczność (np. galwanizm), która również stanowi rodzaj ruchu drobinkowego i udziela się albo wprost innym ciałom, albo sprawia ruch (elektromagnetyzm), albo ciepło (galwanokaustyka), albo rozkład chemiczny i t. d. Magnetyzm ze swojej strony może znowu spowodować ruch, albo pobudzić prądy elektryczne (t. z. prądy przez indukcją); tak samo i ciepło może się zamienić na elektryczność (termoelektryczność). Nareszcie przez ciepło powstaje także światło, tak samo przez elektryczność i odwrotnie.

Widzimy więc z tego, że istnieje pewna wzajemna zależność wszystkich tak zwanych „sił“ materji, że wszystkie objawy powstają albo przez proste udzielanie się siły żywej, albo przez zmianę siły żywej na napiętą i odwrotnie; nigdzie siła żywa czyli ruch sam przez się ani powstać ani zginąć nie może. Gdzie siła żywa pozornie ginie, tam istnieje nie spostrzeżone udzielanie się sił, (np. przy utracie siły ruchu przez tarcie powstaje ciepło, które udziela się

otaczającym ciałom i powietrzu), albo siła żywa zamienia się na napiętą. To właśnie zasadnicze prawo fizyki oznaczone zostało nazwą prawa utrzymywania się sił.

Przy przemianie jednej siły na drugą (siły żywej na napiętą i odwrotnie) musi więc koniecznie mieć miejsce stosunek dający się ściśle określić liczbami, t. j. że nowo-powstałe siły (jedna lub kilka sił razem) zupełnie są równe sile pierwotnej; jeżeli więc zechcemy siłę pierwotną przywrócić ze sił nowo powstałych, to otrzymamy jej ściśle tyle, ile jej poprzednio zużyliśmy.

Przy spaleniu danej ilości wodoru powstaje pewna ilość ciepła, która jest w stanie, pewną stałą jedność np. 1 gram wody ogrzać do pewnego stopnia ciepłoty. Ciepło to, udzielając się ciału mogącemu się przedłużyć, np. żelazu, może wykonać pewną pracę, może podnieść ciężar do pewnej wysokości. Tu siła napięta wodoru zamienia się naprzód na jeden rodzaj ruchu pewnej wielkości t. j. na ciepło, a to zamienia się dalej na pracę mechaniczną. Praca ta może znowu utworzyć ciepło np. przez tarcie, które ilościowo równe będzie ciepłu poprzednio użytemu. Ciepło to może dalej służyć do odtlenienia wody powstałej przy spaleniu wodoru (np. przepuszczając ją przez rozżarzoną rurę żelazną). Przy tem otrzymamy również tyle wodoru, ile poprzednio się spaliło. (W praktycznym zastosowaniu jednak otrzymujemy nierównie mniej substancji odtlenionej, gdyż przy przemianie jednej siły na drugą nie jesteśmy w stanie zapobiedz ubocznemu udzielaniu się sił lub powstawaniu pewnych zmian sił, które nie mogą przez nas być użytowanymi, np. tracimy ciepło przez udzielanie się otaczającemu powietrzu, użytym przy doświadczeniu narzędziom i t. d., lub też przy powstaniu ruchów mechanicznych tworzy się zawsze skutkiem tarcia pewna ilość ciepła, która nie daje się zebrać lub użytkować).

Podobnym sposobem można otrzymać ciepło i ruch z węgla i t. p. ciał, które wraz z wolnym tlenem powietrzem reprezentują pewną ilość siły napiętej (ciepła utajonego); siła ta, zamieniając się na ciepło, może raz jako takie spowodować inne sprawy chemiczne (odtlenić inne ciała, dać początek innym utlenieniom), albo wywołać inny ruch, który wykonać może mechaniczną pra-

cę i t. d. Ilość siły żywej czyli ciepła, uwalniającego się przy utlenieniu pewnej ilości palnego ciała, zawsze będzie jednakowa bez względu na to, czy sprawa utlenienia prędko się odbywa, czy wolno (tak, że ledwie dostrzedz się daje). Sprawa utleniania nie koniecznie tworzy tylko ciepło, ale obok tego mogą się uwolnić inne także siły, których ilość również w pewnym stoi stosunku do siły napiętej.

Ponieważ wszystkie siły dają się ostatecznie zredukować na ciepło i ze wszystkich sił ciepło najłatwiej ilościowo daje się oznaczyć, dla tego więc w Fizyce przyjęto pewną stałą jedność ciepła za miarę sił, bądź to sił żywych, bądź napiętych, t. j. sił mogących dopiero powstać przy spalaniu. Jedność tę oznacza ciepło, które ogrzewa 1 gram wody od 0° na 1° C. Ilość ta ciepła może wykonać pewną robotę czyli stanowi równoważnik mechaniczny wynoszący 430 grammetrów, t. j. przy przemianie na ruch wykonywa ono taką robotę, jak siła, która podnosi 430 gramów do wysokości 1 metra. Na taką samą robotę, jako najodpowiedniejszą miarę wielkości ruchu, (ponieważ przyciąganie ziemi, będące przyczyną ciężaru ciała, jest dla nas jedynie stałym i niezmiennym, gdy tymczasem wielkość innych sił ciągle się zmienia, stosownie do okoliczności, w jakich się znajdują), redukuje się praca wykonana przez wszelkie inne ruchy np. praca sprężystości, elektromagnetyzmu, strumienia cieczy i t. d. Przy wielkich robotach mówi się o kilogrammetrach t. j. o robocie, która podnosi 1 kilogram na wysokość 1 metra.

Łatwo teraz pojąć, że zasady te dają się również jak najdokładniej zastosować do Fizjologii. W naszym ustroju tworzy się, jak każdemu wiadomo, dość znaczna ilość ciepła, która utrzymuje w nim pewną stałą ciepłotę. Ciepło to zużywa się po części wewnątrz ciała, gdzie służy do podtrzymywania spraw chemicznych, lecz po większej części ginie udzielając się otaczającym nas przedmiotom (ubiorowi, powietrzu i t. p.). Ponieważ jednak jednostajna ciepłota koniecznie jest potrzebną dla podtrzymywania rozmaitych spraw żywotnych, więc utraty ciepła, poniesione głównie na zewnętrznej powierzchni ciała, muszą być

zastąpione przez ciągle wytwarzanie się ciepła wewnątrz ustroju. Dalej ustrój również wykonywa ciągle pracę mechaniczną t. j. sam się dźwiga przy chodzie, podnosi i porusza ręce, głowę, klatkę piersiową przy oddychaniu, utrzymuje krew w ciągłym ruchu i t. d. Wielka ta praca, wynosząca wiele tysięcy kilogrammetrów na dobę, tak samo jak utracone ciepło nie może powstać z niczego, lecz musi również jak inne siły powstać albo z innych sił żywych albo z sił napiętych.

Doświadczenie uczy też, że w ustroju odbywa się ciągle sprawa utleniania, że należy ciągle wprowadzać do ustroju substancje mało tlenu zawierające (białko, cukier, tłuszcz i t. p.) i tlen, że nieustannie wydzielają się wyższe stopnie utlenienia (kwas węglany, woda, mocznik i t. d.), i że życie ustaje prawie natychmiast, skoro dowóz tlenu się przerwie, a po dłuższym czasie, jeżeli dowóz pokarmu ustanie. Nie więc prościej, jak przyjąć, że ciepło i robota mechaniczna powstają przez uwolnienie się siły napiętej z substancyj pokarmowych wprowadzonych do ciała i łączących się z tlenem nabieranym przy oddychaniu \*).

W tem samem źródle szukać należy powstawanie bardzo złożonych różnorodnych sił dających formę ustrojowi, sił w mięśniach, w nerwach i t. d. Siły te na pozór zupełnie są odmienne od zwyczajnych sił fizycznych, gdyż skutki ich czynności (skutki pobudzenia) zdają się nierównie być większemi od siły wprawiającej je w czynność czyli od bodźca; skutek zdaje się być większym od przyczyny. Lecz w istocie bodziec nie jest główną przyczyną ich stanu czynnego, lecz przyczyną uboczną, a cała tajemna sprawa pobudzenia przedstawi nam się natychmiast w jaśniejszem świetle, jeżeli zastosujemy do niej (jako hipotezę) naukę o sile napiętej i sile żywej. W nerwie i mięśniu wytwarza się bezustannie, skutkiem sprawy utleniania i odżywiania, zapas siły napiętej. Siła ta nie może jednak samo-

\*) Nie wszystkie substancje organiczne do ciała wprowadzone natychmiast się utleniają, owszem niektóre służą do zastąpienia owych części składowych ciała, które ulegają rozkładowi lub utlenieniu, a inna część mało się zmieniając wchodzi w skład tkanek ustroju i może nawet innym zwierzętom służyć za pokarm (np. białko, tłuszcz).

dzielnie zamienić się na siłę żywą czyli na właściwą czynność, ponieważ stoi temu na przeszkodzie jakiś opór, który jednak z łatwością daje się usunąć przez wpływ innej słabej siły (bodźca). Ten stosunek pomiędzy siłą napiętą i siłą, która usuwając opór uwalnia ją (siła wyzwalająca), autor niniejszego dzieła we wstępie bardzo trafnie porównywa z działaniem słabej siły wahadła, która w zegarze powoli wyzwala zapas siły napiętej powstałej skutkiem nakręcenia ciężaru lub sprężyny; albo z iskrą, która wyzwala siłę utajoną w wielkiej ilości prochu. Również trafną hipotezą tłumaczy szczególną czynność włókna nerwowego, jako skutek szeregu drobinkowych ogniw obdarzonych zapasem siły napiętej, gdzie przez pobudzenie siła ta wyzwala się w pierwszym ogniwie, wyzwala takąż w sąsiednim, ta w następującem i t. d., aż stan ten dojdzie do organów znajdujących się przy końcach włókna. Utrwaliwszy tym sposobem w jednej z najzawilszych i najciemniejszych spraw ustroju tłumaczenie czysto fizyczne, Fizyologia ma prawo żądać, aby przy tłumaczeniu objawów żywotnych w ogólności badacze opierali się na zasadach fizycznych.

Ponieważ pokarm zwierząt obfitujący w siłę napiętą pochodzi ostatecznie z królestwa roślinnego, a rośliny odżywiają się głównie substancjami zupełnie utlenionymi, a zatem prawie żadnej siły napiętej już nie zawierającymi, więc zachodzi pytanie, skąd bierze roślina ową siłę żywą, która z jednej strony służy do podtrzymywania spraw życia w roślinie, a z drugiej strony nadaje jej zdolność do odtlenienia materii w skład rośliny wchodzącej t. j. do przerobienia kwasu węglanego, wody, amoniaku i innych związków na takie materje, które na nowo służyć mogą do podtrzymywania czynności żywotnych w ustroju zwierząt, gdyż mało tlenu zawierają (jak np. krochmal, cukier, tłuszcz, białko i t. p.)? Ta siła żywa zawarta jest w małej części w świetlnych promieniach słońca, potrzebnych do rozbudzenia spraw chemicznych w roślinach, po większej części zaś dostarcza ją roślinie otaczające powietrze w formie ciepła, które tworzy się wprawdzie i na ziemi, lecz przeważnie pochodzi od słońca. (W zimie, gdzie skutkiem braku ciepła sprawy żywotne w roślinach

znajdują się niejako w zawieszeniu, można je sztucznie podtrzymywać, dostarczając im potrzebną ilość ogrzanego powietrza np. w cieplarniach). Widzimy więc z tego, że w przyrodzie odbywa się nieustanne krążenie sił, które nigdy nie giną, lecz tylko pod różnemi formami się objawiają; podobnie jak drobiny materii, nie dające się nigdy zniszczyć, wędrują od rośliny do zwierzęcia i od zwierzęcia do rośliny.

Ogólne zarysy powyżej wyłożonej nauki znajdujemy już podane w słynnej „teoryi jestestw organicznych“ JĘDRZEJA ŚNIADECKIEGO, którego przenikliwy geniusz przewidywał już dawno to, co dopiero w nowszych czasach na zasadzie dokładnych poszukiwań ściślej zostało określone. On już przyjmował w istocie naukę o utrzymywaniu się sił, gdyż twierdził, że „materia odżywcza“, przechodząca z rośliny do zwierzęcia i ulegająca sprawie utlenienia, wywołuje właściwe ruchy i odmiany stanowiące sprawy żywotne; przez utlenianie materia odżywiająca utracą swą „odżywność“ i musi być zastąpiona przez nową takąż materję. Materia wydzielona przechodzi następnie do ustroju roślinnego, ulega tam pod wpływem słońca odtlenieniu albo, jak się wyraża, „dekombustyi“, i odzyskuje tym sposobem swą zdolność odżywczą dla ustroju zwierzęcego. Piękne te myśli wyrażone są w formie odpowiedniej ówczesnym pojęciom o objawach fizycznych; przez przyłączenie zaś do nich niejasnych pojęć o działalności tajemniczej „siły organizującej“ stały się dla nas już nienżytecznemi.

H. Hoyer.

## Spis rzeczy.

	Str.
Wstęp . . . . .	1
<b>Część pierwsza. Zmiana materji ustroju.</b> . . . . .	11
<b>ROZDZIAŁ 1. Części składowe chemiczne ciała człowieka</b> . . . . .	16
Pierwiastki . . . . .	16
Związki nieorganiczne . . . . .	17
Związki organiczne . . . . .	19
Substancje azotowe . . . . .	20
Wodany węgla i ciała z nich pochodzące . . . . .	35
Kwasy tłuszczowe, tłuszcze i ciała do nich podobne . . . . .	37
Dodatek . . . . .	40
<b>ROZDZ. 2. Krew i jej ruchy</b> . . . . .	43
I. Krew . . . . .	43
II. Krążenie krwi . . . . .	54
Ruch serca . . . . .	56
Poruszanie się krwi w naczyniach . . . . .	64
<b>ROZDZ. 3. Przychód i rozchód gazów krwi; oddychanie</b> . . . . .	76
I. Właściwe przyrządy oddechowe . . . . .	77
II. Wymiana gazów . . . . .	86
Dodatek . . . . .	92
<b>ROZDZ. 4. Rozchody krwi, wydzielanie</b> . . . . .	94
I. Wydzielanie w ogólności . . . . .	95
II. Pojedyncze wydzieliny . . . . .	100
A. Płyny mięsiste . . . . .	100
B. Płyny w jamach zawarte . . . . .	101
C. Wydzieliny gruczołowe . . . . .	101
<b>ROZDZ. 5. Przychód substancji do krwi; wessanie</b> . . . . .	130
Przygotowanie pokarmów do wessania; trawienie . . . . .	130
I. Mechanizm przyrządu trawienia . . . . .	131
II. Sprawy chemiczne trawienia . . . . .	136
Wessanie. Dalszy ciąg . . . . .	140
<b>ROZDZ. 6. Zmiana materji we krwi</b> . . . . .	150
Wymiana ciałek krwi . . . . .	151

	Str.
Wymiana chemicznych części składowych . . . . .	155
Wytwarzanie cukru w mięszach . . . . .	158
Stała ilość krwi . . . . .	162
<b>Rozdz. 7. Zmiana materji w całym ustroju . . . . .</b>	<b>163</b>
I. Przychody . . . . .	163
II. Rozchody . . . . .	168
III. Stosunki ilościowe pomiędzy przychodem, rozchodem i pozostałością . . . . .	170
1. Rozchody ustroju niezbędne i zastąpienie ich przez pokarm . . . . .	172
2. Niedostateczne przyjmowanie pokarmów . . . . .	176
3. Nadmierne przyjmowanie pokarmów . . . . .	179
<b>Część druga. Praca ustroju . . . . .</b>	<b>183</b>
<b>Rozdz. 8. Wymiana sił ustroju w ogólności i stosunek jej do zmiany materji . . . . .</b>	<b>185</b>
I. Wprowadzenie do ustroju sił napiętych . . . . .	186
II. Powstawanie sił żywych w ciele . . . . .	187
III. Rozchód sił . . . . .	189
IV. Porównanie przychodu z rozchodem sił . . . . .	190
V. Wpływ wymiany sił na zmianę materji . . . . .	192
<b>Rozdz. 9. Wytwarzanie ciepła i stosunki ciepłoty ciała . . . . .</b>	<b>196</b>
I. Wytwarzanie ciepła . . . . .	196
II. Rozmaitość ciepłoty ciała . . . . .	197
<b>Rozdz. 10. Praca mechaniczna (ruchy) . . . . .</b>	<b>203</b>
I. Mięśnie . . . . .	204
A. Mięśnie poprzecznie prążkowane . . . . .	204
B. Mięśnie gładkie . . . . .	232
II. Kurczliwe komórki tkanek . . . . .	233
III. Komórki migawkowe . . . . .	234
IV. Komórki z ruchem drobinkowym . . . . .	235
Dodatek. Użycie mięśni . . . . .	236
Mechanizm szkieletu . . . . .	239
Warunki równowagi i czynna zmiana miejsca całego ciała . . . . .	245
Głos . . . . .	251
Mowa . . . . .	260
<b>Część trzecia. Przyrządy wyzwalające. Układ nerwowy. 267</b>	
<b>Rozdz. 11. Przyrządy przewodniczące, (nerwy) . . . . .</b>	<b>269</b>
A. Część ogólna . . . . .	269
B. Szczegółowa fizjologia nerwów . . . . .	287
<b>ROZDZ. 12. Obwodowe przyrządy końcowe nerwów; przyrządy zmysłowe . . . . .</b>	<b>294</b>
I. Przyrząd wzroku . . . . .	295
Widzenie . . . . .	312
Ruchy oka . . . . .	320
Widzenie dwoma oczami . . . . .	325
Przyrządy ochraniające oko . . . . .	336
II. Przyrząd słuchowy . . . . .	337

	Str.
Słyszenie . . . . .	345
Słyszenie obydwoma uszami . . . . .	356
Przyrządy ochraniające ucha . . . . .	357
III. Przyrząd powonienia . . . . .	358
IV. Przyrząd smaku . . . . .	360
V. Inne przyrządy zmysłowe . . . . .	362
<b>ROZDZ. 13. Ośrodkowe przyrządy końcowe nerwów (ośrodkowe) . . . . .</b>	<b>373</b>
A. Część ogólna . . . . .	373
B. Część szczegółowa . . . . .	380
1. Samodzielność . . . . .	380
2. Odruchy . . . . .	387
3. Czynność duszy . . . . .	394
4. Przewodnictwo w przyrządach ośrodkowych . . . . .	399
Dodatek. O nerwie sympatycznym . . . . .	406
<b>Część czwarta. Powstawanie, rozwój i koniec ustroju . . . . .</b>	<b>409</b>
<b>ROZDZ. 14 . . . . .</b>	<b>411</b>
A. Ogólny pogląd . . . . .	411
Rozradzanie płciowe . . . . .	416
Rozwój jajka zapłodnionego . . . . .	418
B. Płodzenie u człowieka . . . . .	421
C. Rozwój jajka u człowieka . . . . .	430
D. Sprawy rozwoju zewnątrz macicy . . . . .	451
E. Śmierć . . . . .	452
Spis alfabetyczny . . . . .	
Erata . . . . .	

## WSTĘP.

Fizjologia jest to nauka o czynnościach prawidłowych odbywających się w tak zwanych ciałach ożywionych czyli ustrojach, w roślinach i zwierzętach. Czynności właściwe ciałom ożywionym, a których zbiór stanowi życie, w ogóle uważać można jako prawidłowe przemiany 1) ich składu chemicznego, 2) sił w nich działających i 3) ich kształtu.—Przyczyny tych właściwości szukano dawniej w pewnych szczególnych zdolnościach ustroju, jemu tylko właściwych, niby odziedziczonych, a których zbiór oznaczano mianem „siły żywotnej.” Takie jednak niepewne pojęcie upadło od ezasu jak poznano, że czynności żywotne najdokładniej zbadane rządzone są temi samemi prawami, które i w świecie nieorganicznym występują, szczególnież zaś odtąd, gdy zastosowanie ważnej zasady nowszej nauki przyrody do świata organicznego, wyjaśniło związek istniejący pomiędzy przemianą materji a różnemi siłami ustroju. Opierając się na tych spostrzeżeniach przypuszczać można, że w ciałach ożywionych jedynie tylko te same siły działają i podług tych samych praw, co w ciałach nieożywionych, że kiedyś będziemy w możności, dotychczas jeszcze nie pojęte czynności kształtowania doprowadzić pod te prawa już poznane. To przypuszczenie, oprócz swego prawdopodobieństwa, posiada jeszcze tę ważną zasługę, że przyczyniło się do wprowadzenia dokładnych badań i spo-



strzeżeń w obręb świata organicznego. Chociaż nie ściśle jeszcze dowiedzione, będzie ono tu wszędzie służyć za podstawę przy opisie ustroju człowieka.

Ciało człowieka i każdego zwierzęcia jest ustrojem, w którym, skutkiem utlenienia jego własnych części składowych, uwolnione zostają siły, to jest, siły napięte przechodzą w siły żywe \*). Te ostatnie występują na jaw jako praca ciała.

Ustrój posiada siły napięte dla tego, że w nim znajdują się ciągle w zapasie substancje oddzielone od siebie, lecz posiadające skłonność łączenia się z sobą; a mianowicie: z jednej strony tlen służący do utlenienia, a z drugiej materiał ciała mogący być utlenionym. Jeżeli skutkiem powstawania połączeń, a zatem skutkiem sprawy utleniania, siły te napięte uwalniają się, natenczas powstają ruchy w rozmaitych ich formach, które występują jako praca mechaniczna (poruszenie masy), lub jako ciepło, elektryczność i t. d. (ruchy drobinkowe). Ruchy te nazywają się pracą ustroju. Jako praca w tym znaczeniu, a mianowicie jako praca mechaniczna, powinny również być uważane ciągle odbywające się prawidłowe przemiany form pierwiastków ukształtowanych, oznaczone jako wzrost, dzielenie się i t. d.

Uwalnianie się sił przy utlenieniu (którego najprostszym przykładem jest zwyczajne palenie) wyjaśnić się daje wedle pojęć obecnie istniejących, w sposób następujący: Dwie cząsteczki, posiadające skłonność do łączenia się z sobą (które mają na przykład powinowactwo chemiczne, jako to: cząsteczka węgla i cząsteczka tlenu), dopóki doznają przeszkody do połączenia się, przedstawiają pewną ilość siły napiętej. Ruch zaś cząsteczek, czyli siła żywa, dopiero wtedy może powstać, gdy przeszkoda ta usunięta będzie. Jeśli to nastąpiło, w takim razie powstaje natychmiast połączenie, to jest, że pierwszy ruch który występuje przy uwolnieniu się siły napiętej, jest zetknięcie się obydwóch cząsteczek. Podług prawa jednak utrzymania sił, żadna siła uwolniona nie może zniknąć bez śladu, lecz musi w jakiejkolwiek bądź formie dalej istnieć jako siła żywa, dopóki na nowo nie zamieni się w siłę napiętą, na przykład przez rozdzielenie się dwóch cząsteczek połączonych. Forma tego ruchu trwającego wedle naszego przypuszczenia, może być nadzwyczaj rozmaita. Zwykle wystawiamy sobie wszystkie trwające ruchy cząsteczkowe jako drgania

\*) Zobacz w przedmowie uwagi nad siłą żywą i siłą napiętą.

cząsteczek (i otaczających je cząsteczek eteru), a rozmaite formy tych ruchów uważane są przez domysł jako istota ciepła, światła, elektryczności i t. d. Jeśli ruch ten cząsteczkowy, połączony jest ze zmianą miejsca po za granicę przestąpienia cząsteczkowej \*), wtedy nazywamy to ruchem masy czyli pracą mechaniczną.

Natężenie sił uwalniających się w ciele czyli właściwie wielkość pracy ustroju, zależy jedynie tylko od obszerności sprawy utlenienia i od ilości sił napiętych, których przedstawicielem jest materiał mogący być utleniony. Jeżeli na przykład skutkiem spalania jednego grama cukru gronowego na kwas węglany i wodę, raz powstaje ciepło, drugi raz praca mechaniczna, to nasamprzód ilości ciepła i ilości pracy są względem siebie zupełnie równoważne, a powtórę wielkość ich oznaczona jest przez ilość siły napiętej, istniejącej w jednym gramie cukru gronowego z powodu jego możności utlenienia się (w niniejszym wypadku cała ilość siły napiętej wchodzi w rachubę, gdyż spalanie jest zupełne).

Formy zaś pracy podległe są warunkom których istota, tak jak w całej nauce przyrody, tak też i tutaj zupełnie jeszcze jest nieznaną. Wiemy tylko, że pewne formy pracy ściśle połączone są z pewnymi przyrządami ustroju, które tak przez materje w nich zawarte (ich skład chemiczny), jako też przez właściwe ich utkanie od siebie się odróżniają; dalej, że niektóre formy pracy, na przykład wytwarzanie ciepła, są ogólniejsze niż inne; nakoniec, że w jednym przyrządzie w różnych czasach występować mogą rozmaite formy pracy, i że ta wymiana po części spowodowaną jest przez przyrządy wyzwalające o których później wspomniemy.

Z tego co na początku powiedziano, wypada, że każda praca ciała połączoną być musi z utratą materiału mogącego się utlenić i tlenu zapasowego. Ponieważ zaś wyroby spraw utleniania (kwas węglany, woda i t. d.), nie odtleniają się znów w ciele, lecz ciągle z niego są wydalane, więc części utracone, zastąpione być mogą tylko z zewnątrz, a to przez przyjmowanie nowego tlenu i nowych materiałów mogących być zamienionymi na części skła-

\*) Zobacz w przedmowie uwagi nad ruchami drobinkowymi.

dowe ciała zdolne do utlenienia się. Tak się też w rzeczy samej dzieje; albowiem ustrój ciągle od zewnątrz przyjmuje: 1. tlen; 2. substancje z których mogą się utworzyć części składowe ciała zdolne do utlenienia się — pokarmy organiczne.

Ustrój zawiera oprócz części składowych zdolnych do utlenienia się, inne jeszcze części nie mogące się utlenić (nieorganiczne). Znaczenie tych jest tylko w części wyjaśnione, zdaje się ono być głównie mechaniczne; jedne z nich bowiem służą jako środki rozpuszczające dla części organicznych, inne przyczyniają się do wytworzenia stałych części ciała. Substancje te nieorganiczne są również ciągle na zewnątrz wydalone w pewnych oznaczonych ilościach, przyczem po części także służą jako środki rozpuszczające, dla wyrobów sprawy utlenienia do wydalenia przeznaczonych; muszą zatem również być ciągle zastępowane przez nowe części od zewnątrz przyjmowane. Te ostatnie stanowią pokarmy nieorganiczne.

Ustrój zatem w każdym czasie posiada następujące części: 1. pewną ilość wolnego tlenu, 2. części organiczne uległe sprawie utlenienia i będące na rozmaitym stopniu utlenienia, 3. części nieorganiczne. Z tego okazuje się, że skutkiem wydalania i przyjmowania, zawartość ta ustroju ulega ciągłej wymianie, którą zowiemy zmianą materji.

Oprócz zmiany materji odbywają się jeszcze we wszystkich częściach ciała pewne przemiany form pierwiastków ukształtowanych (wzrost, dzielenie się i t. d.), które wspólnie powodują powolne przemiany kształtu całego ciała. Czy pomiędzy niemi a zmianą materji zachodzą jakieś bliższe stosunki (wyjąwszy te o których na str. 2, wspomnieliśmy, to jest, że siły potrzebne do przemian kształtu, tak jak wszystkie inne siły, są wypadkiem zmiany materji), to zupełnie nam jest niewiadomem.

Zupełnie przeciwnie ustrojowi zwierzęcemu istota ustroju roślinnego polega przeważnie na odtlenianiu, a zatem na zmianie sił żywych na siły napięte. Roślina bowiem przyjmuje związki tlenu, mianowicie wyroby utlenienia zwierzęcego (kwas węglany, wodę, sole amoniakalne; te ostatnie pochodzą od niektórych substancyj zwierzęcych wydzielonych i gujących ciał zwierzęcych), odtlenia takowe, odkłada w sobie ich pierwiastki (węgiel, wodór, azot i t. d.), połączone wzajemnie z sobą i z tlenem jako tak zwane „związki orga-

niczne”, a większą część uwolnionego tlenu zwraca roślina powietrzu. Dla rozdzielenia cząsteczek raz już połączonych potrzebne są pewne ilości sił żywych, które równe są siłom napiętym istniejącym znowu po rozdzielaniu; można zatem powiedzieć, że przy odtlenianiu siły żywe zamienione zostają na siły napięte. Roślina potrzebne jej siły żywe otrzymuje, jak się zdaje głównie: przez ciepło do niej doprowadzone (przez przewodnictwo z otaczającego środka, — rośliny bowiem ochładzają, — przez promieniowanie słońca), dalej, przez światło pochłaniane przez nią (promienie chemiczne) i nakoniec, przez siły uwalniające się przy powstawaniu związków w roślinach. Siłę zaś napiętą na którą zamienione zostają te siły żywe, przedstawia tlen, znajdujący się w stanie wolnym, oraz związki organiczne odkładane w roślinie i zdolne do utlenienia się. (Wreszcie wspomnieć wypada, że czynności zupełnie przeciwne, a podobne do zwierzęcych, mogą również mieć miejsce i w roślinach; — niektóre bowiem części roślinne wytwarzają ciepło, a czynności ukształtowania w roślinach wymagają podobnie jak w zwierzętach sił żywych). — Z tego wypada wniosek nadzwyczaj ważny, że między roślinami i zwierzętami istnieje wzajemna zależność: Roślina zużywa siły żywe i zamienia je na siły napięte przez odtlenienie, — zwierzę zamienia siły napięte na siły żywe przez utlenienie. Roślina zużywa wyroby utlenienia zwierzęcego  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HO}$ , i t. d., — zwierzę zużywa wyroby odtlenienia roślinnego, z jednej strony tlen, a z drugiej związki organiczne w roślinie wytworzone, złożone z C, H, N, O i t. d. Te ostatnie stanowią, wyjąwszy substancje nieorganiczne, jedyny pokarm zwierzęcia, gdyż nawet zwierzę mięsożerne ostatecznie używa tylko pokarmów roślinnych znacznie zmienionych \*).

Sprawy utleniania, a zatem i praca ustroju pozostają po większej części, jeśli nie wszystkie, pod pewnym wpływem regulującym, który pochodzi od oddzielnego przyrządu, mianowicie od układu nerwowego. Wpływ ten rozciąga się tak na ilość i wysokość wyrobów utlenienia, jak również na wielkość sił uwalniających się, czyli na wielkość pracy, chociaż my przyzwyczajeni jesteśmy, stosownie do tego co uważamy za istotną czynność jakiego przyrządu, jeden lub drugi z tych dwóch wypadków przyjmować za główny. I tak, w mięśniu uważamy wpływ nerwu na ruchy, zatem pracę, za rzeczywisty, gdy tymczasem nie zwracamy wcale uwagi na jednoczesny wpływ na rodzaj i ilość wyrobów utleniania; przy gruczole zaś uważamy za właściwy wpływ nerwów na wyroby utleniania (mianowicie właściwe części składowe wydzieliny), a opuszczamy zwykle ich wpływ na wytwarzanie ciepła, czyli występowanie siły. — Mechanizm tego wpływu zupeł-

\*) Zwracamy uwagę Czytelnika na to, co powiedzieliśmy w przedmowie o stosunku teory ŚNIADECKIEGO do nowego sposobu zapatrywania się na zmianę materji w ustroju zwierzęcym roślinnym.

nie jeszcze jest niezbadany; mechanicznie uważany przedstawia się on jako tak zwana „siła wyzwalamąca,” to jest jako siła, która zamienia pewną ilość siły napiętej na siłę żywą. Jak wiadomo, nadzwyczaj mała siła wyzwalamąca, uwolnić może znaczne ilości sił napiętych, dla tego też prawdopodobnie siły wyzwalamące układu nerwowego, uważane jako siły, przedstawiają bardzo małą wartość, zatem i sprawy utleniania, które jak dla wszystkich innych sił w ustroju występujących, tak też prawdopodobnie i dla nich są źródłem powstawania, muszą być bardzo ograniczone. — Drugi wpływ układu nerwowego, powyżej wspomniany a również nieobjaśniony, odnosi się do formy ruchów, w jakiej występują siły wyzwolone; ten wpływ jakościowy zdaje się być w ścisłym związku z wpływem ilościowym.

W celu bliższego objaśnienia pojęcia o wyzwoleniu i o sile wyzwalamącej, posłużyć mogą następujące przykłady: Siła wyzwalamąca usuwa przeszkodę, która dotychczas nie dozwalała uwolnić się sile napiętej, gdziekolwiek nagromadzonej. Naprzykład, zegar nakręcony, którego chód jednak wstrzymany jest za pomocą haczyka, przedstawia pewną ilość siły napiętej, ciężar wagi lub elastyczność sprężyny wstrzymane są w swoim działaniu w formie ruchu. Skoro tylko haczyk oddalonym będzie, natenczas siły napięte zostają uwolnione, czyli stają się żywymi, waga opada, sprężyna zbliża się do prawidłowego kształtu, zegar idzie. Siła która odciąga haczyk, która zatem wyzwala zegar, uwalnia jego siły napięte, nazywa się „siłą wyzwalamąca.” Wielkość jej oczywiście nie jest wcale odpowiednią do wielkości siły wyzwolonej; ta sama bowiem siła, która odciąga haczyk zegaru wprawionego w ruch przez wagę jednołutową mogłaby również wyzwolić zegar wprawiony w ruch przez wagę stufuntową. Jako przykłady wyzwolenia siły służyć także mogą: iskra która zapala pewną ilość prochu i tym sposobem uwalnia znaczne ilości sił; podobnie, mały ruch łączący silną baterię elektryczną. Jednak istnieją i takie warunki wyzwolenia sił, przy których nie tak jak w powyższych wypadkach, siła wyzwalamąca w jednej chwili uwalnia cały zapas sił napiętych, lecz uwalnia tylko pewną część takowych i wielkości obydwóch tych rodzajów sił są do siebie w pewnym stosunku proporcjonalnym lub więcej złożonym. Gdy, naprzykład, pewna masa wody wstrzymaną jest w swoim biegu przez służę z wrotami prostokątnymi, wtedy ilość wody wypływającej, a zatem i siły żywe przedstawione przez jej spadek, są w stosunku do wysokości do której wrota służę podniesione zostają lub do sił w tym celu potrzebnych, które tu działają wyzwalamąca. Takiego to rodzaju są prawdopodobnie wszystkie stosunki wyzwolenia sił w ustroju.

Bliższe badanie układu nerwowego wykazuje, że jako wyzwolenia powinny być uważane nie tylko jego wpływy na przyrządy pracy ciała, ale również i wpływ wzajemny jego pojedyn-

czych części na siebie. (Dla odróżnienia od przyrządów nerwowych, oznaczamy nazwiskiem „przyrządy pracy ciała” te, w których znaczniejsze ilości sił uwolnione zostają i które wykonywają prace łatwo wykazać się dające, jako to wytwarzanie ciepła, praca mechaniczna i t. d. Tu zatem należą mięśnie, gruczoły i mięszkowe przyrządy). Część bowiem układu nerwowego, tak zwana „przewodnicząca” uważaną być może jako złożona z rzędów cząsteczek, z których każda posiada pewne siły napięte, a które tak z sobą są połączone, że siły uwolnione jednej cząsteczki, wyzwalamą siły napięte cząsteczki sąsiedniej; w ten sposób każda siła wyzwalamąca, która działa na pierwszą cząsteczkę takiego rzędu, powoduje szereg ogniów wyzwolniczych aż w końcu siły uwolnione ostatniej cząsteczki, wyzwalamą siły w innym jakim przyrządzie (naprzykład jak wyżej w przyrządzie pracy). Odróżniamy dwa rodzaje takich szeregów ogniów wyzwolniczych, posiadające różne początki i zakończenia; początkiem jednego są tak zwane „przyrządy zmysłowe,” to jest takie przyrządy w których wpływ zewnętrzny (ciśnienie, ciepło, głos, światło i t. d.), działa jako przyczyna wyzwalamąca, a zakończeniem są tak zwane „ośrodki nerwowe”; te szeregi zwane są dośrodkowemi. Punktem wyjścia drugiego rodzaju szeregów są ośrodki nerwowe, a zakończeniem „przyrządy pracy”; te zwane są ośrodkowemi.

Ośrodki nerwowe powinny zatem być uważane za punkt wyjścia i ukończenia się szeregów wyzwolniczych. Zupełnie jednak nieznanne nam są czynności działające w pierwszym przypadku jako pierwsza przyczyna wyzwolenia, oraz sprawy w drugim przypadku powstające jako następstwo wyzwolenia dośrodkowego; względem kwestyi tej istnieją tylko przypuszczenia, o których wspomniemy przy opisie ośrodków nerwowych. Tu nadmienić tylko należy, że w niektórych wypadkach kwestya ta rozstrzygnąć się daje w sposób nadzwyczaj prosty, mianowicie tam, gdzie szereg dośrodkowy wyzwala w ośrodkach nerwowych bezpośrednio szereg ośrodkowy, tak, że właściwie istnieje jeden tylko szereg, którego początkiem jest jakiś przyrząd zmysłowy, a który kończy się w przyrządzie pracy (czynność zwrotna). Dla uzupełnienia wspomnieć tu nakoniec wypada, że w jednym z ośrodków

ków nerwowych, pewne czynności materialne—pomiędzy innymi i takie, które działają jako przyczyny wyzwalające dla szeregów odśrodkowych i takie które występują jako następstwa czynności szeregów dośrodkowych,—w niezbadany sposób połączone są z pewnym zjawiskiem zupełnie się określić niedającym, które zwane jest w wyobrażeniu. (W obydwóch przykładach przytoczonych, wyobrażenia nazywają się „wola“ i „czucie“). Zbiór wszystkich istniejących i możebnych wyobrażeń ustroju oznacza się mianem: Dusza.

Zadaniem więc Fizjologii jest zbadanie czynności drobinkowych ustroju i odniesienie do nich pracy jego, w znaczeniu powyżej wskazanem. Zjawiska zaś duchowe nie mogą być opisane w sposób przyjęty w nauce przyrody, albowiem nie dają się podciągnąć pod żadne pojęcie tej nauki. Fizjologia więc ograniczyć się na teraz musi na badaniu przyrządów, z którymi zjawiska te ściśle są połączone. I to zadanie, którego rozwiązanie uważanem być może jako możebne, rzeczywiście w małej tylko części dotychczas jest spełnionem.

Ułożenie dotychczas zbadanych faktów w ścisły systemat logiczny jest nadzwyczaj trudnem. Ponieważ wiadomości nasze o związku istniejącym pomiędzy sprawami chemicznymi i pracą ustroju tak są małoznaczne, że przytoczone powyżej ogólne uwagi prawie zupełnie je wyczerpują, dla tego też dziś niemożliwym jest jeszcze opisanie ich w naturalnym związku, pomimo tak ścisłego z sobą połączenia, lecz stosowniej będzie zmianę materji i wymianę sił (tak nazywam przemianę sił napiętych na siły żywe) oddzielnie opisać. Ale i tu przedstawia się nowa trudność, a to skutkiem wzajemnego związku wszystkich spraw ustroju. Albowiem praca ustroju, zatem następstwa wymiany sił, mianowicie mechaniczne, zwykle zużywane są do kierowania materjami, tak, że znajomość ich niezbędną jest dla zrozumienia zmiany materji. Z tego też względu, już w pierwszej części traktującej o zmianie materji, często wspomniemy także o ruchach, a zatem o siłach uwolnionych, jednakże bez względu

na ich początek. Przeciwnie zaś wiadomości nasze o szczegółowej zmianie materji pojedynczych przyrządów pracy, tak są małoznaczne, że z wielu powodów stosowniejszem będzie wiadomości o nich podać dopiero w drugiej części, przy opisie przyrządów pracy (na przykład mięśni).—Trzecia część obejmuje Fizjologię przyrządów wyzwalających, to jest układu nerwowego.—Czwarta część opisuje powstawanie, rozwój, czasowe zmiany i śmierć ustroju.

na ich początku - Przeważnie zaś wielomolekularne gazy o szeregu-  
wej zmianie materji poszczególnych przyrostów. Tak są na-  
toczone: w zjawisku powolnego stopnienia gęstość wzdromo-  
ści o nich podobną do gęstości ciekłej - przy opisie przyro-  
stów przyrostów - (przyrosty) - Przeważnie zaś obciążone. Przy-  
rosty przyrostów - Wzrosty przyrostów - jest okładki - nie wyraża-  
jącej - w opisie opisanego powstania, rozwoju, czasowej zmiany  
kierunku przyrostu, w kierunku przyrostu -

Wzrosty przyrostów - Wzrosty przyrostów - jest okładki - nie wyraża-  
jącej - w opisie opisanego powstania, rozwoju, czasowej zmiany  
kierunku przyrostu, w kierunku przyrostu -

Wzrosty przyrostów - Wzrosty przyrostów - jest okładki - nie wyraża-  
jącej - w opisie opisanego powstania, rozwoju, czasowej zmiany  
kierunku przyrostu, w kierunku przyrostu -

## CZĘŚĆ PIERWSZA.

### Zmiana materji ustroju.

Wzrosty przyrostów - Wzrosty przyrostów - jest okładki - nie wyraża-  
jącej - w opisie opisanego powstania, rozwoju, czasowej zmiany  
kierunku przyrostu, w kierunku przyrostu -

Wzrosty przyrostów - Wzrosty przyrostów - jest okładki - nie wyraża-  
jącej - w opisie opisanego powstania, rozwoju, czasowej zmiany  
kierunku przyrostu, w kierunku przyrostu -

CZĘŚĆ PIERWSZA

Zmiana materji w ustroju.

11

Wymiana materji części składowej ciała ze światem zewnętrznym i we własnym obrębie odbywa się w małej bardzo części bezpośrednio, a po największej części za pośrednictwem płynu, który w ciągłym jest zetknięciu ze wszystkimi częściami ciała, jak również z przyrządami, które uważane być mogą niby jako wrota na zewnątrz.— Tym płynem jest krew, która przyjmuje wprost od zewnątrz tlen i pokarmy, a dopiero sama zaopatruje pojedyncze części ciała; podobnie mała tylko część tych ostatnich oddaje bezpośrednio na zewnątrz swoje wyroby wydzielnicze, gdy wszystkie prawie oddają je krwi, a ta w właściwych miejscach z ustroju je wydalą; наконец, krew

Opis więc zmiany materji wymaga koniecznie, aby krew uważana jako naturalna jej ogniska i jako punkt wyjścia dla naszego badania. Krew przedstawia bowiem najłatwiej rozpoznawalne pożywienie materjalow materji zmiany materji w jej własnej formie.

Ścisłe rzeczy biorąc, nauka o zmianie materji powinna by dokładnie śledzić wszystkie cząsteczki materji przyjęte do ustroju, przez całą drogę, którą w nim przebiegają, podawać zmiany, jakim w każdym miejscu ulegają, skutkiem rozkładu lub wzajemnego połączenia (mianowicie, przez utlenienie), nakoniec, badać również do jakich one pierwiastków ukształtowanych w każdym miejscu należą jako części ich składowe. Podobne jednak opisanie zmiany materji jest niemożliwym, nie tylko ze względu na brak wielu dokładnych wiadomości o sprawach zmiany materji, ale i dla tego, że droga tych cząsteczek materji nie jest jednociągłą.

Wymiana materji części składowych ciała ze światem zewnętrznym i we własnym obrębie odbywa się w małej bardzo części bezpośrednio, a po największej części za pośrednictwem płynu, który w ciągłym jest zetknięciu ze wszystkimi częściami ciała, jak również z przyrządami, które uważane być mogą niby jako wrota na zewnątrz.— Tym płynem jest krew, która przyjmuje wprost od zewnątrz tlen i pokarmy, a dopiero sama zaopatruje pojedyncze części ciała; podobnie mała tylko część tych ostatnich oddaje bezpośrednio na zewnątrz swoje wyroby wydzielnicze, gdy wszystkie prawie oddają je krwi, a ta w właściwych miejscach z ustroju je wydalą; наконец, krew

przyjmuje ciągle części składowe, które w jakimkolwiek bądź miejscu uległy pewnym przemianom i odkłada je w innych miejscach dla dalszego użytkowania. Każda więc cząsteczka do ustroju wprowadzona, musi kilkakrotnie a może i częściej stać się częścią składową płynu bardzo obfitego, w którym się łączy z niezliczonymi innymi cząsteczkami, tak, że dalsza jej droga zależną jest od przypadkowego miejsca w którym krew znowu ją uwalnia.

Opis więc zmiany materji wymaga koniecznie, aby krew uważać jako naturalne jej ognisko i jako punkt wyjścia dla naszego badania. Krew przedstawia również najlepszą sposobność poznawania materjałów zmiany materji w tej właśnie formie, w jakiej one bezpośrednio w tej sprawie biorą udział. Ponieważ wszystkie materje z zewnątrz do ustroju przyjęte wprost do krwi przechodzą, ponieważ wszystkie prawie, które mają być wydalonymi, bezpośrednio przedtem część składową krwi stanowią, muszą, ponieważ wreszcie materje prawie na każdym stopniu przemiany, jakiej ulegały w którejkolwiek bądź części ustroju, muszą znowu stać się częścią składową krwi, nim przejdą w nową przemianę w jakimkolwiek innym miejscu; a zatem krew zawsze posiadać musi zapas wszystkich materjałów zmiany materji, i to na każdym możliwym stopniu ich przemiany.

Stąd nauka o zmianie materji ustroju przedstawioną będzie nasamprzód jako nauka o zmianie materji krwi. Po krótkiej wzmiance o materjałach służących do zmiany materji, to jest o chemicznych częściach składowych ciała (rozdział I), opiszemy krew z jej częściami składowymi i jej ruchem (rozdział II). Potem nadmienimy o wymianie części składowych krwi, która odpowiednio do roli krwi pośredniczącej, musi być dwojakiego rodzaju, mianowicie: 1. wymiana zewnętrzna, przychód z zewnątrz i rozchód na zewnątrz, 2. wymiana wewnętrzna z częściami składowymi ciała. Pierwsza stanowi właściwie przychód i rozchód całego ustroju. — Przychód i rozchód gazów we krwi tak ściśle ze sobą są połączone, że w osobnym rozdziale (III) będą opisane, zupełnie oddzielnie od reszty rozchodu (rozdział IV) i przychodu (roz-

dział V). — Dalej nastąpi ogólny pogląd na zmianę materji we krwi (rozdział VI), a w końcu tej części (rozdział VII), krótki rys zmiany materji całego ustroju; przyczém zwróconą będzie uwaga tylko na stosunki jej ze światem zewnętrznym, bez względu na wewnętrzny obrót.

## ROZDZIAŁ PIERWSZY.

### Chemiczne części składowe ciała ludzkiego. \*)

Ciało ludzkie złożone jest z następujących pierwiastków: tlenu, wodoru, węgla, azotu, siarki, fosforu, chloru, fluoru, krzemionki; — potassu, sodu, wapienia, magnezynu, żelaza. Jako części składowe niezwykle i najprawdopodobniej niewłaściwe, znajdują się jeszcze miedź i ołów; prócz tego, jak wszędzie w naturze, tak również i tu towarzyszy żelazu mangan. Prawdopodobnie znajdują się w ciele ślady innych jeszcze metali, które w małych ilościach wszędzie są napotykanne; wykazano naprzykład obecność lityny (FOLWARCZNY).

#### I. PIERWIASTKI WOLNE.

Mała tylko ilość tych pierwiastków znajduje się w ustroju w stanie wolnym, mianowicie:

1. Tlen, wchodzi do ustroju w stanie wolnym i tam (zob. wstęp) zużywany zostaje do utlenienia (spalenia) części składo-

\*) Części składowe zawartości kiszek, nie uważają się za części składowe ciała, albowiem one są po większej części tylko przypadkowe i znajdują się właściwie na zewnątrz ustroju, czyli na powierzchni wewnętrznej ciała.

wych ciała. Z powodów, o których poniżej wspomniemy, przypuszczają, że on skutecznie to spalenie powstające zwolna i bez pomocy wysokiej ciepłoty, nie jako tlen ale w stanie zmienionym jako ozon. Tlen znajduje się we wszystkich płynach ciała, po części rozpuszczony, a po części w słabem połączeniu chemicznem.

2. Azot zostaje przyjętym w stanie gazowym z powietrza i znajduje się z tego powodu rozpuszczony w płynach ciała. Oprócz tego uwalnia się przy utlenianiu azotowych związków organicznych i w tym stanie wydalonym zostaje.

Wodór również znajduje się wolny, jako gaz w przewodzie kiszkowym, jest to wyrób rozkładowy nieznanego pochodzenia.

#### II. ZWIĄZKI CHEMICZNE.

Wszystkie inne części składowe ciała, stanowią związki kilku pierwiastków, są one w części „organiczne“, a w części „nieorganiczne.“ W ogólności tylko pierwsze zdolne są do dalszego utleniania się, są zatem właściwym źródłem sił ustroju (zob. wstęp), gdy tymczasem ostatnie, prawie wszystkie zawierają tlen w największej ilości, nie są więc zdolne do utleniania się i do wykonywania pracy. Oprócz wody, która jako ogólny środek rozpuszczający, stanowi ważną część składową wszystkich części ciała, mianowicie zaś płynów, prócz soli wapiennych, które jako ciała stałe, nierozpuszczalne, nadają twardość szkieletowi i nakoniec, wyrobów nieorganicznych sprawy utlenienia zwierzęcego (kwas węglany i t. d.) — rola innych związków nieorganicznych w ciele jest jeszcze niewyjaśnioną.

#### A. Związki nieorganiczne.

1. Woda, jak to już wyżej wspomnieliśmy, jest jako ogólny środek rozpuszczający, główną częścią składową wszystkich tkanek (około 70% całego ciała). Bywa ona w znacznych ilościach ciągle z pokarmami przyjmowaną i niezmienną wydaloną zostaje; mała jej ilość wytwarza się w ciele skutkiem utleniania się wodoru związków organicznych.

2. Kwas węglany znajduje się w stanie wolnym jako gaz rozpuszczony we wszystkich płynach ciała, a to jako wyrób



utlenienia węgla związków organicznych, i w znacznych ilościach wydalonym zostaje z ustroju. Z zewnątrz przyjmowanym bywa w stanie wolnym tylko w małej ilości.

3. Kwas solny znajduje się w stanie wolnym w soku żołądkowym, powstawanie jego nie jest znane.

4. Kwas krzemny stanowi część składową różnych tkanek, mianowicie zaś tkanek rogowych. Przyjmowany bywa z pokarmami w małych ilościach i na drodze po części tylko znaną wydaloną zostaje.

5. Sole. (Tak zwane „części składowe popiołu“ ciała, z powodu, że takowe po zupełnym spaleniu pozostają po większej części niezmiennione jako „popiół“). Tylko rozpuszczalne biorą udział w zmianie materji; w ciele zaś część ich osadza się w stanie nierozpuszczalnym, a część pozostaje rozpuszczoną. Wydzielone one zostają po większej części z kałem i moczem. Znaczenie ich fizyologiczne, jak to już wspomniano, wyjąwszy soli wapiennych służących za podstawę dla szkieletu, jest zupełnie nieznanem; przypuszczamy, że znaczna ich część przyczynia się do rozpuszczania niektórych ciał organicznych. Pewna część związków składających sole, mianowicie kwasu węglanego, szczawowego, siarczanego i fosfornego, powstaje dopiero w samym ustroju skutkiem utlenienia się związków organicznych. Sole najpospoliciej w ustroju znajdujące się są: chlorek sodu, chlorek potasu; — węglan sody, potażu, wapna, magnezyi; — siarczan sody, potażu, wapna; — fosforan sody, potażu, wapna, magnezyi; — fluorek wapienia.

Jako sole prawdopodobnie niezwykle w ustroju znajdujące się, albo przynajmniej w stanie prawidłowym w nadzwyczaj małych tylko ilościach obecne, uważane być mogą sole amonowe (chlorek amonu, węglan amonii, fosforan amonowo-sodowy, fosforan amonowo-magnezyowy). Powstawanie amoniaku z wyrobów utleniania substancji azotowych (mocznika i t. d.), prawdopodobnie odbywa się prawidłowo dopiero na zewnątrz ustroju i tylko przy chorobliwym zatrzymaniu się tych materji wydzielnicznych w ustroju, powstaje amoniak już w samym ciele. W ten sposób objaśnić się daje, dla czego sole amonowe wprowadzić często w ustroju się znajdują, lecz w ilościach nadzwyczaj małych, a czasem zupełnie ich brak. Być może, że siarkocyanek potasu w ślinie, jest również tylko nieprawidłowym wyrobem rozkładu.

Gazy powstające w kiszkaż z rozkładu związków organicznych, mianowicie siarkowodor i węgłowodorki \*) nie powinny być uważane za części składowe ciała, albowiem gazy te powstają tylko skutkiem rozkładu pokarmów, przed ich przyjęciem do zmiany materji i natychmiast wydzielone zostają; prawdopodobnie część tych rozkładów jest nieprawidłowa. — Co się tyczy wolnego amoniaku to odnosi się tu toż samo co i do soli amonowych.

## B. Związki organiczne.

Jak już poprzednio nadmieniliśmy, są to substancje na utlenianiu których polega praca ustroju. Utlenianie w ciele odbywa się daleko powolniej aniżeli utlenianie przy zwyczajnem, bezpośredniem paleniu, przy którym stopnie utleniania są nieliczne i nadzwyczaj szybko po sobie następują, tak, że każdy pierwiastek w jak najkrótszym czasie tyle części tlenu przyjmuje z iloma tylko jest w stanie się połączyć. — W ustroju powstają nadzwyczaj powoli liczne stopnie utlenienia, z których każdy następujący stopień zawiera nieco więcej tlenu niż poprzedni. Często powstają na niektórych stopniach utlenienia rozkłady, gdy pewne połączenia pierwiastków tworzą osobne grupy, które samoistnie dalszą drogę odbywają i dalej się utleniają. Czasem powstaje rozkład w ten sposób, że pewna grupa dochodzi do najwyższego stopnia utlenienia i zostaje z ustroju wydaloną, lub, że pewien pierwiastek oddzielony, nie będący w stanie utlenić się dalej, opuszcza ustrój. Do wydalenia z ciała przeznaczone są (z małemi wyjątkami) tylko ostateczne wyroby utlenienia, które już w ciele nie mogą być zużytkowane.

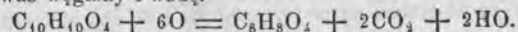
Jako przykłady stopniowego utlenienia się i rozkładu, służyć mogą następujące związki, dające się sztucznie przeprowadzić: Pojedyncze utlenienie się: Hypoxantyna, ( $C_{10}H_4N_4O_2$ ) utlenia się na Xantynę ( $C_{10}H_4N_4O_4$ ), na dalej na kwas moczowy ( $C_{10}H_4N_4O_6$ ), przyjmując ciągle po dwa równoważniki tlenu. — Rozkład na grupy zdolne do dalszego utlenienia się i na wyroby ostateczne nie mogące się dalej utlenić: Kwas moczowy, traktowany środkami utleniającemi, rozkłada się na

\*) Prócz węgłowodoru powstaje w kiszkaż przez rozkład pokarmów, dość znaczna ilość samego wodoru, a siarkowodor znajduje się tam zwykle w nieznacznej tylko ilości. H.

Alantoinę, mocznik, kwas szczawiowy i kwas węglany; daje się to przedstawić w następującej formie:



Dalej: Kwas waleryanowy ( $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$ ) utlenia się na kwas masłowy ( $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$ ) oddzielając kwas węglany i wodę:



Jako przykład oddzielenia się pierwiastku nie mogącego się dalej utlenić przytoczyć można, że przy utlenianiu się pewnych, niezbadanych jeszcze związków azotowych, zostaje azot oddzielony i w tym stanie wydalony.

Przy wyliczaniu organicznych części składowych ciała stosowniej jest trzymać się szeregów wyrobów utlenienia, aniżeli zwyczajnych grup przyjętych w chemii organicznej. Głównie istnieją trzy takie szeregi, które jednak, zwłaszcza na ich najniższych stopniach utlenienia, jeszcze niedokładnie są znane. Również i podział tych trzech szeregów o tyle jest dowolnym, że najprawdopodobniej substancje drugiego i trzeciego szeregu (wodany węgla i tłuszcze), mogą powstać z substancji pierwszego szeregu przez utlenienie i rozkład.

## I. Substancje azotowe (Ciała białkowe i z nich pochodne).

Azotowe związki organiczne znajdują się we wszystkich ukształtowanych i płynnych częściach składowych ciała. Skład ich jest, pomiędzy wszystkimi chemicznymi częściami składowymi ciała, najbardziej złożony, muszą bowiem przejść nadzwyczaj wiele przemian zanim z nich powstaną związki przeznaczone do wydalenia. Dla tego też prawdopodobnie związki te przebywają w ustroju najdłużej ze wszystkich ciał organicznych. Pomiedzy licznymi ich przemianami znajdują się i takie, w których stają się nierozpuszczalnymi dla środków rozpuszczających w cieple obecnych, skutkiem tego przyjmują formę stałą. W tym stanie stanowią one właściwe części składowe pierwiastków ciała ukształtowanych, (błony komórkowe, jądra komórkowe i t. d.) i z tego też powodu nazwane są także substancjami tkankotwórczymi; prawdopodobnie czas trwania tego stanu wynosi większą

część czasu pozostawania ich w ustroju. Ponieważ przyjmowano, że głównym przeznaczeniem azotowych związków w ciele, jest utworzenie stałych części składowych tkanek, — przypuszczenie w niczem nieuzasadnione, albowiem substancje azotowe i pod innymi względami nadzwyczaj są ważne, naprzykład jako fermenta, lub pod względem wymiany sił, — dla tego nazwano przemiany ich, ten stan poprzedzające, *postępowemi*, przemiany zaś dalsze prowadzące w końcu do formy wydzielniczej, *wstępnemi*. W obydwóch tych periodach, związki te znajdują się po większej części w formie *rozpuszczalnej*, lub *przynajmniej zdolnej do napełnienia*. Podczas pierwszego periodu, stanowią one tak zwane „ciała białkowe“, to jest właściwe części składowe prawie wszystkich płynów ciała, mianowicie krwi i płynów mięszszowych, z których pierwiastki ukształtowane bezpośrednio czerpią swój materiał odżywczy. Na tym stopniu nie posiadają one właściwej rozpuszczalności, ciała bowiem białkowe należą do substancji kolloidalnych (GRAHAM). W jaki sposób z ciał białkowych powstają substancje azotowe tkankotwórcze, tego zupełnie nie wiemy. Zwykle te ostatnie uważane są jako najbliższe stopnie utleniania pierwszych i oznaczone są nazwiskiem „albuminoidów.“ Ponieważ jednak tak pierwsze jak i drugie pod względem ich składu chemicznego dokładnie nie są znane, wątpliwem zatem jest, czy uważać należy albuminoidy za zwykle wyroby utlenienia, czy też za utlenione wyroby rozkładowe ciał białkowych. Dla niektórych to ostatnie bezwarunkowo przyjąć należy, albowiem brak im właściwej części składowej ciał białkowych, mianowicie siarki. Również fermenta i barwniki zaliczają się do albuminoidów.—Ciała azotowe „przemiany wstępnie“ są bezwątpienia wyrobami rozkładu poprzednich. Są one pod względem ich składu po większej części dokładnie znane, tworzą kilka szeregów wprawdzie po części tylko zbadanych, których ogniwa niekiedy sztucznie otrzymywane być mogą z poprzedzających lub też bezpośrednio z ciał białkowych i albuminoidów, a to za pomocą środków utleniających i rozkładających. Jednakże nie wiemy dokładnie, jakie związki organiczne powstają *obok* tych azotowych, przy rozkładzie szeregu ciał białko-

watych. Wiele przemawia za tem, że substancje azotowe oprócz oddzielania (wyrobów ostatecznych, jako to kwasu węglanego i wody) na pewnym stopniu ich przemian, rozkładają się na związek azotowy i na jeden lub kilka związków organicznych bezazotowych. Już przy sztucznem traktowaniu ciał białkowych środkami utleniającymi, otrzymujemy obok substancyj azotowych „przemiany wstecznej“, także i wyroby bezazotowe, mianowicie lotne kwasy tłuszczowe; dalej, otrzymujemy cukier gromowy przy gotowaniu chondryny (BOEDEKER i FISCHER) lub chityny (BERTHELOT) ciała również azotowego, z kwasami mineralnemi. Azotowe wyroby rozkładu ciał białkowych złożone podług wzoru amidów dają, przy traktowaniu środkami utleniającymi, kwasy bezazotowe, i tak: leucyna daje kwas leucynowy, glicyna kwas glicynowy, alanina (nie znajdująca się w ciele, lecz odpowiadająca sarkozynie, wyrobowi utlenienia kreatyny), daje kwas mleczny (STRECKER). — Lecz również wiele faktów fizyologicznych i patologicznych przemawia za tem, że z ciał białkowych powstają także kwasy tłuszczowe, tłuszcze i wodany węgla. Przytaczamy najważniejsze z tych faktów: 1) Obfitość tłuszczu w zwierzęciu nie jest w żadnym stosunku do ilości tłuszczu przyjętego, nawet gdy tłuszcz weale przyjmowanym nie będzie, może się ilość jego w zwierzęciu powiększyć; musi więc koniecznie w ciele mieć miejsce wytwarzanie się tłuszczu, przy którym biorą udział albo substancje azotowe, albo wodany węgla. Doświadczenia wszakże, o których w rozdziale VII wspomniemy, wskazują, że jedno i drugie ma miejsce. 2) Czasem niektóre przyrządy, nadzwyczaj wiele azotu zawierające, w stanie chorobliwym zamieniają się na masy tłuszczowe (przemiana tłuszczowa). 3) Podobnież i w ciele już nieżyjącem powstawać mogą z przyrządów azot zawierających, masy do tłuszczu podobne (wosk tłuszczowy, adipocera). 4) W mleku wystawionem na działanie powietrza, przy jednoczesnem przyjmowaniu tlenu i oddawaniu kwasu węglanego tworzy się nieco tłuszczu, najprawdopodobniej z sernika (F. HOPPE). 5) Tworzenie się wodań węgla z ciał białkowych koniecznie przyjąć należy przy wytwarzaniu się glikogenu

w wątrobie (rozd. VI), albowiem podobnie jak tworzenie się tłuszczu do przyjmowania tłuszczu, tak i wytwarzanie się glikogenu nie jest w żadnym stosunku do przyjmowania wodań węgla. 6) Przypuszczają, że w mięśniu przy jego czynności wytwarza się cukier z substancyj białkowych (J. RANKE). Podobnież, w mięśniu czynnym powstający kwas mleczny, zdaje się prawdopodobnie pochodzić z substancyj azotowych.

Te fakta po większej części stanowią słabe dowody dla przemian substancyj azotowych, albowiem wykazują tylko, że w pewnym miejscu w ustroju, które z resztą jego w ciągłym jest stosunku, zamiast jednego ciała występuje inne; to jednak bynajmniej przekonywać nie może, że to ostatnie ciało z pierwszego powstaje. Tak naprzykład, przez długi czas przytaczano pomiędzy dowodami tworzenia się tłuszczu z ciał białkowych, że soczewki nie posiadające tłuszczu i inne jeszcze ciała azotowe, po wprowadzeniu ich do jamy brzusznej żywych zwierząt ssących, po jakimś czasie zawierały wiele tłuszczu i utraciły azot. Lecz doświadczenia robione z ciałami dziurkowatemi zupełnie obojętnymi, jako to z drzewem, rdzeniem bzu wykazały, że i te w jamie brzusznej żywych zwierząt nasiąkały tłuszczem. Dla tego też najbardziej stanowczemi są tu doświadczenia z ogólnej zmiany materji, przy opisie której ta kwestya raz jeszcze podjęta zostanie (rozd. VII), jak również i fakt dotyczący się przemian mleka, jeżeli tylko wytlómaczenie jego potwierdzone zostanie dalszemi poszukiwaniami (rozd. IV). Podobnież, zjawisko dawniej przytaczane jako dowód powstawania wodań węgla z substancyj azotowych, mianowicie przemiana krochmalikowa (degeneratio amyloidea) przyrządów azot obfitych zawierających, nie może być tu zaliczonem, gdyż wykazano, że ta substancja krochmalikowa jest ciałem azotowem (C. SCHMIDT; FRIEDREICH i KEKULÉ).

Azotowe wyroby utlenienia lub rozkładu grupy białka, o ile wiadomo, wszystkie mogą krystalizować, a prawie wszystkie łatwo się rozpuszczają w wodzie. Dla tego też są one szczególnie odpowiednie do łączenia się z substancjami wydzielnymi, oddzielającemi się przez przesączenie i przesiąkanie (filtratio et diffusio) i w ten sposób wydalone zostają z ciała. Ostatnim ich wyrobem utlenienia, największą ilość azotu zawierającym jest mocznik; w rzeczy samej największa ilość azotu w tej formie z ustroju wydaloną zostaje. Czasem zdarza się jeszcze w ciele dalszy rozkład mocznika na sole amoniakalne. Przy niektórych substancjach azotowych oddzielenie się innych pierwiastków tak daleko postępuje, że sam tylko azot w formie gazu wydzielony zostaje.

Najważniejsze ciała azotowe ustroju są następujące:

### 1. Ciała białkowe (ciała protelnowe, albuminaty).

Cechy wspólne tych substancyj są następujące: Istnieją one w dwóch przemianach, raz jako rozpuszczalne w wodzie, czyli właściwiej mówiąc pęczniące, powtóre jako nierozpuszczalne (skrzepłe); przeprowadzone być mogą z pierwszego stanu w drugi przez pewne wpływy (zwłaszcza wysokie ciepło), inne zaś wpływy wydzielają je tylko z roztworów, bez zmiany jednak ich stanu. Ponieważ niemożliwym jest przeprowadzenie stanu nierozpuszczalnego w rozpuszczalny, ponieważ dalej przy skrzepnięciu oddziaływanie płynu rozpuszczającego zmienia się i ponieważ białko nierozpuszczalne mniej siarki ma zawierać niż białko rozpuszczalne, zatem zdaje się, że ze zmianą stanu połączona jest pewna zmiana chemiczna (utleniająca). Ciała białkowe zwierzęce nie krystalizują (o jednym krystalizującym cieple, t. j. hematokrystalinie nie wiadomo jeszcze z pewnością, czy do grupyj tej zaliczonym być może); ich rozpuszczanie się uważane być może jako pęcznienie, posiadają zatem wysoki bardzo równoważnik przesiąkania (zob. rozdz. IV) i należą do substancyj koloidalnych (GRAHAM). W stanie nierozpuszczalnym mogą napećnić przez kwasy rozcieńczone i alkalia; niektóre fermenta mogą zamienić ciała białkowe w ten sposób napećniałe, jak również i ciała białkowe rozpuszczalne, na roztwory posiadające niski równoważnik przesiąkania.—Z wielu solami metalicznymi tworzą ciała białkowe związki nierozpuszczalne, dla tego też bywają przez nie z roztworów swych osadzane.—Roztwory ciał białkowych, jak się zdaje wszystkie, zwracają płaszczyznę polaryzacyjną na lewo, jednakowoż w różnym stopniu.

Wszystkie ciała białkowe zawierają C, H, O, N i S, niektóre zawierają także i P. Nie posiadają jeszcze stałej formuły. W ogólności nie udało się dotąd oddzielić je dokładnie, zwłaszcza od przymieszanych części składowych popiołu, które być może są po części właściwymi ich częściami składowymi. Różnice pojedynczych ciał białkowych zdają się być bardzo nieznaczne. Cecha pojedynczych tych ciał polega głównie na stosunkach rozpuszczalności i osadzania się. Ponieważ przymieszki części mineralnych znaczny wpływ wywierają na ich rozpuszczalność, ustanowione więc różnice ich, przy uwzględ-

nianiu tego, nie okazały się właściwymi, tak, że nazwania pojedynczych ciał białkowych są bardzo zmienne. Nadzwyczaj ważną jest kwestya, czy niektóre ciała białkowe nie mogą być uważane jako wyroby utleniania innych. Mianowicie włóknik uważany jest przez niektórych jako stopień utlenienia białka; podobnie, przez działanie soku żołądkowego na ciała białkowe powstające «peptony» (rozdz. V), uważane były jako utlenienia z tego powodu, że ozon zamienia roztwory białka na ciała peptonowe (v. GORUP-BESANEZ). Jednak fakta tu odnoszące się za mało jeszcze są zbadane, a wiadomości o ich składzie chemicznym są za mierne, aby kwestya ta ostatecznie rozstrzygnięta być mogła.

Do rozpoznania ciał białkowych służą głównie następujące cechy: 1. z azotanem tlenku rtęci, zawierającym nieco kwasu podazotowego, ciała białkowe w ciepłocie 100° dają zabarwienie czerwone (odczynnik MIL-LON'A); 2. z jodem barwią się żółto-brunatno; 3. z kwasem azotowym stężonym żółto, zwłaszcza przy ogrzewaniu (odczynnik kwasu xantoproteinowego); 4. ogrzewane z kwasem solnym stężonym dają na powietrzu roztwór niebiesko-fioletowy; 5. z cukrem trzcinowym i kwasem siarczanym dają na zimno zabarwienie winno-czerwone lub fioletowe.

Jako ciała białkowe zwierzęce przytoczyć należy:

1. Białko, albumin, jest właściwą częścią składową wszystkich prawie płynów ciała. Cechą jego jest, że w roztworze obojętnym lub słabo kwaśnym przy 60° — 70° C. w zupełności przechodzi w stan nierozpuszczalny. W cieple znajduje się prawdopodobnie po większej części chemicznie połączone z alkaliami, jako białkan potażu lub sody, albo z chlorkami alkaliów.

Roztwory białka osadzone zostają na zimno przez kwasy mineralne, garbnik, wyskok i wiele soli metalicznych, głównie zaś przez chlornik rtęci i zasadowy octan ołowiu. Kwasy organiczne nie osadzają ich, lecz dopiero po dodaniu obojętnych soli alkalicznych.

2. Sernik, kazeina, jest częścią składową mleka. Cechą jego ma być, że nie zostaje osadzony przez wysoki stopień ciepła, lecz przez wszystkie kwasy i przez sok żołądkowy. To ostatnie nie daje się wytlómaczyć przez wpływ fermentu (pepsyny), gdyż sama pepsyna, ile możności dokładnie oddzielona, posiadająca zresztą wszystkie własności naturalnej, nie osadza sernika z roztworów. Wszystkie własności sernika są zupełnie podobne do białka nupotażu, tak, że obydwa te ciała uważane być muszą za jednakowe. Zarzut czyniony temu przypuszczeniu, że sernik czasem znajduje się w roztworze kwaśnym, mianowicie w mleku prawidłowo kwaśno oddziaływującym (F. HORPE), usunięty zostaje przez to, że mleko zarazem zawiera fosforan

\*alkaliczny, który również z białkanem potażu tworzyć może roztwory kwaśno oddziaływające (ROLLETT). Białkan potażu może być, podobnie jak mleko, osadzony przez podpuszczkę (abomasus) za dodaniem cukru mlecznego i tłuszczu (LEHMANN), dzieje się to zapewne wskutek utworzonego kwasu mlecznego.

3. Globulina, część składowa soczewki, ciałek krwi i prawdopodobnie wiele innych tkanek. Cechą jej ma być (BERZELIUS), że kwas węglany (i inne słabe kwasy) osadza ją, a następnie doprowadzony tlen znów ją rozpuszcza. Nowsze poszukiwania (A. SCHMIDT), przyczyniły się do nadania globulinie cechy ważniejszej, a mianowicie, ma ona posiadać możliwość osadzania substancji włóknik tworzącej (fibrinogen) z jej roztworów (zob. 5), czyli, że wywołuje skrzepienie włóknika (rozdział II).

4. Ciało białkowe tkanki łącznej (ROLLETT), jeszcze nie nazwane, w wodzie nierozpuszczalne, w wodzie wapiennej rozpuszczające się. (Skrzepnięte białko i włóknik również rozpuszczają się w wodzie wapiennej, roztwory ich jednak inaczej się zachowują niż roztwory tego ciała białkowego). Z powodu braku poszukiwań potwierdzających, nie dajemy tu bliższych uwag.

5. Substancja tworząca włóknik (fibrinogen), w stanie skrzepłym zwana włóknikiem, jest częścią składową krwi, limfy i wielu przesieków. Za cechę jej podano dotychczas samowolne krzepnięcie (przyczyna krzepnięcia krwi), wstrzymywane przez nieznaną jeszcze wpływ żywych ścian naczyń, ale natychmiast powstające, gdy substancja ta od wpływu naczyń uwolniona zostaje. Doświadczenia wykazały jednak (A. SCHMIDT), że krzepnięcie to nie powstaje „samowolnie,” lecz skutkiem wpływu innego ciała, to jest substancji „wywołującej skrzepienie włóknika,” (fibrinoplastische Substanz). Jako właściwą część składową wszystkich substancji wywołujących skrzepienie włóknika, prawdopodobnie uważać należy globulinę. — Substancja włóknik tworząca może także być osadzoną przez kwas węglany, a pod wpływem tlenu znowu się rozpuścić (rozdz. II).

6. Ciało białkowe zawartości włókien mięsnych, samowolnie krzepnące; krzepnięcie ich jest przyczyną stężenia pośmiertnego i stężenia powstającego przy wysokiej ciepłocie (BRÜCKE, KÖHNE). Skrzepnięcie samowolne zależnem jest od ciepłoty, i tem prędzej następuje im wyższą jest ciepłota, a przy pewnym jej stopniu, który różnym jest dla pojedynczych ciał tu należących, skrzepnięcie następuje w jednej chwili. Dla mięśni żaby granica ta wynosi 40° do 45°, dla mięśni zwierząt ssących 49°—50°, dla mięśni gołębia 53° C. (rozdz. X).

7. Syntonina, otrzymywana z substancji mięśniowej przez wyciąg za pomocą bardzo rozcieńczonego kwasu solnego. Skutkiem odkrycia substancji wymienionych pod N. 6, zdaje się być prawdopodobnem, że syntonina jest tylko zmienioną formą tamtych; jednakowoż nie jest jeszcze stosownem, nazwisko syntoniny, z którem połączone są pewne cechy, odnosić do tamtych.

8. Hematokrystalina, część składowa ciałek krwi, jest ciałem podwójnie krystalizującym, raz w układzie różnoosiowym, a powtóre w układzie jednoosiowym, ostatnia ta forma dotychczas znalezioną została tylko u wiewiórki (v. LANG w rozprawie ROLLETT'A). — Przez długi czas ciało to uważane było jako białkan dający się otrzymać w stanie bezbarwnym, krystalizujący, a przy 63°—65° C. krzepący, jednak trudny do oddzielenia od przylegającego doń barwnika krwi (LEHMANN). Zdaje się zaś, że oddzielenie go od barwnika ciałek krwi bez rozłożenia wcale nie może nastąpić, przynajmniej kryształy hematokrystaliiny otrzymywane sposobem najprostszym są zabarwione i przy tém wielobarwne (ROLLETT) i mogą być rozłożone (przez kwas węglany w obec nadmiaru wody) na barwnik pozostający w rozpuszczeniu i na substancję bezbarwną, osadzającą się w formie bezkształtnej, rozpuszczalną w rozcieńczonym roztworze sody (A. SCHMIDT). Substancja ta zdaje się być tem samym ciałem co globulina, albowiem podobnie jak hematokrystalina, wywołuje krzepnięcie włóknika. Hematokrystalina zatem nie zdaje się być prostem ciałem

białkowatym, lecz związkiem barwnika z globuliną, stanowiącym naturalny barwnik krwi.

## 2. Ciała pochodzące z ciał białkowych; albuminoidy.

Cechy tej grupy są daleko mniej ściśle niż grupy poprzedzającej i następnej. Odnoszą się tu wszystkie te ciała, które do obydwóch innych grup należyć nie mogą. Ciała tu zaliczone są mniej jeszcze poznane niż ciała białkowe. W ogólności odróżnić można w tej grupie trzy rodzaje ciał: części składowe tkanek, fermenta i barwniki.

1. Części składowe tkanek, jak to już powiedzieliśmy, są wszystkie nierozpuszczalne, lub posiadają bardzo wysoki równoważnik przesiąkania. Cechy wspólnej zupełnie tu brak. Wymienić wypada następujące:

a. Mucyna (materya śluzowa) nie zawiera siarki, jest częścią składową tak zwaną „tkanki śluzowej“ (galareta WHARTON'A, tkanka łączna zarodkowa, ciało szkliste, miazdra zębowa) i wydzielin gruczołów śluzowych, do których przechodzi prawdopodobnie tylko skutkiem rozpadu komórek gruczołowych (rozdział IV). Stanowi ciecz lepłą, ciągnącą się, pęczniejącą i jest prawdopodobnie zwykle połączona z alkaliarni. Kwas octowy i kwasy mineralne ją osadzają.

Bardzo podobną do mucyny jest pyina (substancja ropna), która jednak zawiera siarkę i ma być zupełnie odpowiednią ciału nazwanemu „proteintriksyd“, otrzymywanemu z białka przez działanie środków utleniających (MULDER).

b. Keratyna (substancja rogowa), zawierająca siarkę, jest to substancja ścian komórek nabłonkowych, a także i tkanek rogowych złożonych z samych tylko komórek nabłonkowych (naskórek, włosy, paznokcie, rogi, pióra i t. d.), jest nierozpuszczalną w wodzie, rozpuszcza się w alkaliach, w kwasie octowym pęcznieje i po części się rozpuszcza. Wydalana bywa bez dalszych przemian.

c. Elastyna, nie zawiera siarki, jest substancją włókienną i błon sprężystych, zupełnie nierozpuszczalną.

d. Glutyna, klej, zawiera siarkę, otrzymuje się przez gotowanie z wodą tak zwanych „tkanek klej dających“ (tkanki łącznej, kości, chrząstki włóknistej i t. d.); w stanie chorobnym krwi (Leukämia) wytwarzaną bywa już gotowa (SCHERER). Czy w tkankach wymienionych klej stanowi część składową stałą, czy płynną, to nam zupełnie nie jest wiadomem. Dawniejsze przypuszczenie, że przez gotowanie w wodzie cała prawie substancja tych tkanek rozpuszczoną być może, straciło swoją wartość przez wykrycie w tkance łącznej nowego ciała białkowego. Przypuszczenie to opierało się na jednakowym niby składzie kleju i tkanki łącznej niezmienną, (uwolnioną tylko z substancji rozpuszczalnych w wodzie, wysokim i eterze). Cechą dla kleju jest to, że roztwór przez gotowanie otrzymany, po oziębieniu zamienia się na galaretę, która znowu się rozpuszcza przez gotowanie w wodzie; możność tworzenia galarety ustaje po kilkakrotnem zagotowaniu. Roztwór osadzony zostaje przez garbnik, wodę chlorową, wysoki i niektóre sole metaliczne (chlornik rtęci, chlorek platyny).

e. Chondryna, klej chrząstkowy, zawiera siarkę, otrzymuje się przez gotowanie chrząstki szklistej lub rogówki. Tworzy również galaretę, a różni się od glutyny większą ilością środków osadzających ją z roztworów.

f. Cerebryna, część składowa substancji nerwowej, zawiera azot, dotychczas jeszcze niezbadana.

2. Ciała fermentowe. Oznaczamy je tą nazwą, z powodu braku lepszych znaków odróżniających, wszystkie prawie są zupełnie jeszcze nieznaną; przez swoje zetknięcie z innymi ciałami, wywołać w nich mogą zmiany, zwłaszcza utlenienie ich, przyczem same nie doznają żadnych zmian i nie są zużywane, tak, że mała ilość fermentu dostateczną jest dla zmienienia znacznej ilości substancji. Dawniej zaliczano wszystkie substancje fermentowe do ciał białkowych, dla tego, że niektóre z nich (na przykład ferment wątroby, BERNARD) ścinają się w wysokią ciepłotę. Jednakże te które dotychczas najdokładniej oddzielone zostały, nie są bynajmniej ciałami białkowatymi. Wpływ

fermentów jest zupełnie niezrozumiały; większa ich część dla wpływu swego wymaga ciepłoty 30° — 40°; działanie ich niwezy, oprócz zimna, obecność wielu substancyj, zwanych „truciznami“ (wyskok, arsenik, kwas szczawiowy, kwas pruski, wiele soli metalicznych i t. d.). — Fermenta w ciele znajdujące się, są następujące:

a. Wytwarzające cukier; zmieniają krochmal i ciała do krochmalu podobne (glikogen) na dextrynę i cukier. Znajdują się w ślinie, soku trzustkowym, soku kiszkiowym i w wątrobie.

b. Wytwarzające kwas mleczny; zamieniają cukier na kwas mleczny, przez fermentację kwasu mlecznego; znajdują się w soku żołądkowym, w mleku i t. d. (Fermentacja wyskokowa cukru ma również odbywać się w ciele, HUNSON FORD). — Kwas mleczny prawdopodobnie także powstawać może z substancyj azotowych przez działanie pewnych fermentów, ma bowiem tworzyć się przy kwaśnej fermentacji moczu z barwnika moczowego pod wpływem śluzu (SCHERER).

c. Rozpuszczające ciała białkowe; przeprowadzają ciała białkowe ze stanu nierozpuszczalnego w stan rozpuszczalny, który jednak różnym jest od zwyczajnych ciał białkowych rozpuszczalnych; te ostatnie równie przeprowadzone być mogą do takiego stanu. Fermenta te znajdują się w soku żołądkowym (pepsyna), trzustkowym i kiszkiowym. Tylko dwa pierwsze są bliżej znane. Odróżniają się tem, że pierwszy dla rozpuszczenia wymaga poprzedniego napęcznienia skrzepłego ciała białkowego za pomocą rozcieńczonych kwasów (BRÜCKE); drugi zaś najlepiej rozpuszcza gdy ciało to nie jest napęczniałe (DANILEWSKI). Pierwszy rozpuszcza od środka, drugi zaś od obwodu. Z rozpuszczeniem, zdaje się być połączona sprawa utleniania.

d. Rozdrabniające i rozkładające tłuszcze (zob. niżej grupę tłuszczów); znajdują się w żółci, soku kiszkiowym, szczególnie zaś w soku trzustkowym.

Obecnie spodziewać się należy bliższego zbadania fermentów, albowiem poznano sposób osadzania niektórych z ich roztworów (BRÜCKE). Sposób ten

polega na tém, że w płynie danym sprowadza się znaczny osad, który zabiera ze sobą ferment. Przez rozpuszczenie odcedzonego osadu w odpowiednich środkach rozpuszczających, otrzymać można sam tylko ferment. Najodpowiedniejsze w tym celu są wysokokowo eteryczne roztwory cholesteryny (BRÜCKE) lub collodium (DANILEWSKI), które domieszane do płynów wodnistych dają takiego rodzaju osady, a te następnie w eterze łatwo się rozpuszczają.

3. Substancje barwnikowe azot zawierające. Dotąd bardzo mało są znane; przypuszczamy, że wszystkie z jednego tylko pochodzą, mianowicie z barwnika krwi.

a. Hematyna, barwnik krwi, zawiera żelazo (formuła jej jeszcze nie ustanowiona). Różne barwniki krwi pod tem nazwiskiem opisywane, nadzwyczaj od siebie się odróżniają. Prawdopodobnie są one wszystkie wyrobem rozkładu związku barwnika z globuliną, istniejącego w ciałkach krwi, to jest hematokryształiny \*). Do najbardziej cechujących, które bezwątpienia są wyrobem rozkładu tego naturalnego barwnika krwi, należą: hemina (TEICHMANN) i hematoidyna (VIRCHOW), obydwie krystalizujące. Większa część tych barwników jest dwubarwna (zob. rozdz. II). Powstawanie barwnika krwi nie jest wyjaśnione.

b. Barwniki żółci. Z pomiędzy wielu otrzymywanych, dwa tylko zdają się być prawdziwymi częściami składowymi żółci, a mianowicie: żółto-czerwony cholepyrrhin, bilifein czyli bilifulvin, krystalizujący, zupełnie odpowiedni hematoidynie (VALENTINER) i zielony biliverdin, powstający z pierwszego przez utlenienie. Powstawanie barwników żółci z barwnika krwi jest i na drodze fizyologicznej prawie dowiedzione (zob. rozdz. IV.).

c. Barwniki moczowe. Różne barwniki otrzymywane z moczu, a głównie czerwone i niebieskie nie są znane ani

\*) Nowsze doświadczenia BOLLETTA rzeczywiście wykazały tożsamość wszystkich rodzajów hematyny, otrzymywanych przez LECASUE'GO, BERZELIUS'A, MULDER'A, WITTICHA, HOPPE-SEYLER'a przy poszukiwaniach za pomocą widma słonecznego (t. j. przy zastosowaniu t. z. Spektroskopu do rozbioru krwi), że hematyna w tej formie nie jest zawarta we krwi, lecz powstaje dopiero przy rozkładzie krwi przez działanie rozcieńczonych kwasów lub alkaliów, czyli właściwie przy rozkładzie hematokryształiny, którą on uważa za właściwy barwnik krwi i nazywa hemoglobuliną. Kryształki hematyny (hemina TEICHMANN'A) uważa za związek chemiczny kwasu chlorowodorowego właściwą hematyną, która w stanie czystym jest bezkształtna. H.

ze składu, ani wiadomo nawet które z nich są pierwotne. Najważniejsze są: barwnik czerwony (urohematyna, HELLER) podobny do hematyny, zawierający żelazo i indikan (bezbarwny), mogący przejść w indygo, który często znajduje się w moczu, a również i we krwi (CARTER). (Nie wiadomo zupełnie czy barwnik ten uważany być może za prawidłową część składową ciała, czy też za przypadkową, zależną od pewnych substancyj pokarmowych).

d. B a r w n i k i substancyj rogowych (włosów, sieci Malpighiego), naczyńiówki, płuc, mięśni i t. d., są zupełnie nieznanne. Jeden z nich mianowicie czarny, melanina, który obficie się znajduje, zawiera wiele żelaza, co przemawia za powstawaniem jego z barwnika krwi.

### 3. Wyższe stopnie utlenienia ciał białkowych. (Azotowe wyroby rozkładu).

Powiedzieliśmy już, że związki te są dokładniej zbadane, krystalizują wszystkie, po większej części są rozpuszczalne w wodzie i łatwo przesiąkają. Po części są złożone na sposób amidów, mogą jednak być inaczej uważane, naprzykład jako kwasy aminowe. Im wyżej ciała te są utlenione, tém skład ich jest prostszy, niektóre z nich, mianowicie najwyższy stopień ich utlenienia, to jest mocznik, mogą być sztucznie otrzymywane z materij nieorganicznych. W każdym jednak razie grupa tych wyrobów utlenienia nie jest jeszcze dokładnie poznana. Chociaż otrzymywane zostawały dotychczas sztucznie z ciał białkowych lub z nich pochodzących (z kléju i t. d.), za pomocą środków utleniających, jednakowoż mała tylko liczba ciał tej grupy, za pomocą środków utleniających bezpośrednio w najbliższe stopnie wyższego utlenienia przeprowadzoną być mogła. Również przyjąć musimy, że istnieje kilka takich szeregów, które nie zależną od siebie przechodzą w wyższe stopnie utlenienia, gdyż niektóre z ciał tu należących zawierają siarkę, inne zaś jej nie zawierają.

Za miarę postępu tej grupy służy stosunek C do N; przy utlenieniach bowiem coraz większa ilość C i H oddzieloną zostaje w formie CO<sub>2</sub> i HO lub innych związków, tak, że powstają wyroby coraz więcej N zawierające, a ostatnim z nich, w N najbogatszym, jest mocznik. Przy innym zaś szeregu utlenienia

dotychczas jeszcze nie zbadanym, jak już kilkakrotnie nadmienionem było, pozostaje w końcu czysty tylko azot.

1. L e u c y n a (C<sub>12</sub>H<sub>13</sub>N<sub>3</sub>O<sub>4</sub>; — N : C = 1 : 12; amid kwasu leucynowego C<sub>12</sub>H<sub>11</sub>O<sub>5</sub> . HO); część składowa mięszu wszystkich prawie gruczołów, a głównie trzuszczki. — Powstaje z ciał białkowych lub z ciał z nich pochodzących (kléju, mucyny i t. d.), za pośrednictwem środków rozkładających (gotowania z kwasami lub alkalicami), najłatwiej powstaje przy gnicciu; znajduje się zatem obficie w częściach ciała gnijących.

2. C y s t y n a (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>S<sub>2</sub>; — N : C = 1 : 6), z a w i e r a siarkę, należy zatem do innego szeregu; wykazaną została w mięszu nerek, a w niektórych wypadkach i w moczu.

3. K w a s i n o z y n o w y (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>10</sub> . HO; — N : C = 1 : 5); być może złożony z kwasu octowego, kwasu szczawiowego i mocznika po jednej części: — C<sub>4</sub>H<sub>5</sub>O<sub>3</sub> + C<sub>4</sub>O<sub>6</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = C<sub>10</sub>H<sub>7</sub>N<sub>2</sub>O<sub>11</sub> (LIEBIG); jest częścią składową soku mięśni.

4. T a u r y n a (C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>S<sub>2</sub>; — N : C = 1 : 4; otrzymaną być może z izetionianu amonii — STRECKER), z a w i e r a siarkę; należy może do tego samego szeregu co cystyna; jest częścią składową żółci, w której z kwasem cholalowym (C<sub>48</sub>H<sub>40</sub>O<sub>10</sub>) tworzy kwas taurocholowy (C<sub>52</sub>H<sub>45</sub>NO<sub>14</sub>S<sub>2</sub> + 2HO), znajduje się również w mięszu nerek.

5. G l y c y n a (Glycocol, cukier klejowy), (C<sub>4</sub>H<sub>5</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; — N : C = 1 : 4; amid kwasu glicynowego C<sub>4</sub>H<sub>3</sub>O<sub>5</sub> . HO); część składowa żółci, w której z kwasem cholalowym (C<sub>48</sub>H<sub>40</sub>O<sub>10</sub>) tworzy k w a s g l y k o c h o l o w y (C<sub>52</sub>H<sub>46</sub>N<sub>2</sub>O<sub>12</sub> + 2HO); jest również częścią składową krwi i moczu, gdzie z kwasem benzeosowym (C<sub>14</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>) tworzy kwas hippurowy (C<sub>18</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>6</sub> + 2HO). Podobną do kwasu hippurowego co do składu jest t y r o z y n a (C<sub>18</sub>H<sub>11</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>), która może również zawiera glicynę (połączoną z saligeniną [FRERICHS i STAEDLER], lub z olejkiem gorzkich migdałów [FRÖNDE]); znajduje się zwykle razem z leucyną i może być otrzymaną z ciał białkowych i t. p., przez utlenienie lub gnicie. W ten sposób może być glicyna otrzymaną także z kleju.



6. Kreatyna i kreatynina ( $C_8H_9N_3O_4$  i  $C_8H_7N_3O_2$ ;  $N : C = 1 : 2^{2/3}$ ); część składowa substancji mięsnej i nerwowej, krwi i moczu; pierwsza oddziaływa obojętnie, druga alkalicznie, łatwo jedna w drugą przechodzi.

7. Sarkyna czyli hypoxantyna ( $C_{10}H_4N_4O_2$ ; —  $N : C = 1 : 2^{1/2}$ ); część składowa soku mięśni i niektórych gruczołów (wątroby, śledziony, być może i nerek).

8. Xantyna ( $C_{10}H_4N_4O_4$ ; —  $N : C = 1 : 2^{1/2}$ ), wyrób utlenienia poprzedniej, znajduje się wszędzie wraz z tamtą, prócz tego i w moczu.

9. Kwas moczowy ( $C_{10}H_4N_4O_6$  lub  $C_{10}H_2N_4O_4 \cdot 2HO$ , kwas dwuzasadowy; —  $N : C = 1 : 2^{1/2}$ ); wyrób utlenienia poprzedniej; jest częścią składową mięśni, gruczołów, (krwi) i moczu; prawdopodobnie jest połączony zwykle ze sodą (jako kwaśny moczan sody). — Trzy ostatnie tu wymienione ciała, jak to formuły ich wskazują, tworzą prosty szereg utlenienia, każde z nich może być sztucznie otrzymane z poprzedniego za pomocą środków utleniających.

Kwas moczowy krystalizuje łatwo w najrozmaitszych formach, po części szczególnych (w kształcie oselek, to jest tablic rombów, których kąty rozwarte są zaokrąglone; inna forma podobna jest do paleczek na końcach opatrzonych gałkami); kryształy te trudno rozpuszczają się w wodzie, a w kwasach wcale nie. Cechą jego jest „próba murexydowa”: Ogrzewa się z kwasem azotnym do zupełnej suchości, następnie dodaje się nieco gazu amonii lub jej roztworu, wtedy pozostałość natychmiast przyjmuje barwę mocno czerwono purpurową, która za dodaniem ługu sodowego staje się purpurowo niebieską.

10. Alantoina ( $C_8H_6N_4O_6$ ; —  $N : C = 1 : 2$ ), wyrób utlenienia kwasu moczowego, z niego też otrzymywaną być może; w moczu ludzkim rzadko się znajduje. (Zwykle zaś znajduje się w moczu cieląt ssących i w płynie omocznym).

11. Mocznik ( $C_2H_4N_2O_2$ ; —  $N : C = 1 : 1$ ; amid kwasu węglanego); wyrób utlenienia kwasu moczowego. Część składowa większej części płynów zwierzęcych, zwłaszcza substancji wydzielinowych, jest ostatecznym wyrobem utlenienia białka. Zewnątrz ciała rozpada się na węglan amonowy, przyjmując wodę ( $C_2H_4N_2O_2 + 4HO = 2 [NH_4O \cdot CO_2]$ ).

Mocznik krystalizuje w pryzmy czworoboczne, łatwo się rozpuszcza w wodzie, wysokoku, trudno zaś w eterze, roztwór jego ma smak gorzki. Otrzymany być może sztucznie w rozmaity sposób, i tak: a. z cyanianu amonii posiadającego ten sam skład co i mocznik (WÖHLER); b. z gazu fosgenowego i amoniaku (NATANSON); c. z eteru kwasu węglanego i amoniaku (NATANSON \*). Wreszcie może być otrzymywany sztucznie przez utlenienie ciał powyżej w końcu przytoczonych.—Cechujące jego oddziaływania są: osadzanie się od azotanu rtęci i kwasu azotnego; z pierwszym tworzy podwójną sól nierozpuszczalną, z drugim, sól trudno rozpuszczalną.

## II. Wodany węgla i ciała z nich pochodzące.

Wodany węgla ustroju po części w tej formie z pokarmami bywają przyjmowane (cukier, bezpośrednio spożywany, lub wytworzony z krochmalu spożywanego), a po części powstają dopiero w ciele przez utlenienie, mianowicie najprawdopodobniej jako wyroby rozkładu ciał białkowatych i ciał z nich pochodzących, a być może i z tłuszczów. Z powodu ich łatwości utleniania się, równie szybko się zużywają jak powstają; dla tego też nie stanowią nigdy stałych części składowych tkanek. Wyroby ich utlenienia w ustroju bardzo mało są znane. Część ich jak się zdaje rozkłada się na  $CO_2$  i  $HO$  nadzwyczaj prędko, najwyżej po przejściu na kwas mleczny. Inna część przez utlenienie przechodzi zapewne na lotne kwasy tłuszczowe, przynajmniej cukier traktowany ozonem, rozkłada się na kwas węglany, wodę i kwas szczawiowy (v. GORUP-BESANEZ). Wedle pewnego przypuszczenia, wodany węgla przechodzą na stałe kwasy tłuszczowe i na glicerynę, a zatem na prawdziwe tłuszcze. Powody stwierdzające to, rozbierane będą niżej przy grupie tłuszczów. Nakoniec przytaczają także, że tworzenie się wysokoku z cukru może mieć miejsce w samym ustroju (HUTSON FORD).— Wodany węgla w ciele znajdujące się są:

1. G l y k o g e n ( $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot HO$ ); część składowa wątroby, mięśni, łożyska i t. d., przechodzi w dextrynę (?) i cukier pod te-

\*) a.  $NH_4O \cdot C_2NO = C_2H_4N_2O_2$ .

b.  $C_2O_2Cl_2 + 4NH_3 = 2NH_4Cl + C_2H_4N_2O_2$ .

c.  $2(C_2H_5O \cdot CO_2) + 2NH_3 = 2C_2H_5O_2 + C_2H_4N_2O_2$ .

mi samemi wpływami co krochmal, a zatem przez działanie kwasów i fermentów tworzących cukier. — Co się tyczy przypuszczeń względem jego pochodzenia zob. rozdz. VI.

Jest biały, bezkształtny, w wodzie pęcznieje, a przy ogrzewaniu tworzy roztwór opalizujący.

2. **Dextryna** ( $C_{12}H_{10}O_{10}$ ), znajduje się czasem we krwi, pochodzi prawdopodobnie z niezupełnej przemiany spożytego krochmalu lub glikogenu na cukier.

3. **Cukier**. Dwa rodzaje cukru znajdują się w ustroju, mianowicie cukier gronowy i mleczny.

a. **Cukier gronowy** ( $C_{12}H_{22}O_{12}$ ), (cukier wątroby, mocz, grudkowy, krochmalu); pochodzi w części z pokarmów, już to jako bezpośrednio przyjęty, już też wytworzony z krochmalu, już wreszcie jako powstały z innych rodzajów cukru (cukru trzcinowego, owocowego, mlecznego), które w kiszkaach przechodzą na cukier gronowy, — a po części pochodzi z glikogenu wytworzonego w ustroju. Małe ilości cukru gronowego wykazano w wielu częściach składowych ciała. Co do jego utlenienia się, to odnosi się tu wszystko, co w ogóle powiedzianem było o wodorach węgla. Mała bardzo część jego wydziela się z moczem nie utlenioną (BRÜCKE).

Cukier gronowy krystalizuje w małych tablicach rombów tworząc grudki, łatwo się rozpuszcza w wodzie, roztwór jego zwraca płaszczyznę polaryzacyjną na prawo, a w ciepłe odtlenia roztwory metaliczne. Na tem zasadzają się niektóre próby na cukier. (Zwyczajna próba, mianowicie Trommer'a jest następująca: do roztworu cukru dodaje się nieco ługu potażu, a następnie ostrożnie siarczan tlenika miedzi, natenczas nie tworzy się jak zwykle białe niebieski osad wodoru tlenika miedzi, lecz powstaje roztwór koloru ciemno-niebieskiego. Jeśli za wiele soli miedziowej dodano, tak, że osad się utworzył, wtedy należy płyn od osadu oddzielić. Roztwór czysty, niebieski daje po dłuższym czasie, a przy ogrzewaniu natychmiast, osad tlenku miedzi koloru żółto-czerwonego lub czerwonego). — Roztwór cukru gronowego po dodaniu komórek drożdżowych i ogrzaniu, przechodzi na wysoki kwas węglany (fermentacja wyskokowa); w obecności niektórych innych fermentów cukier gronowy daje kwas mleczny i kwas masłowy (fermentacja kwasu mlecznego i kwasu masłowego).

b. **Cukier mleczny** ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ); część składowa mleka, pochodzi prawdopodobnie z cukru gronowego.

Wyraźnie krystalizuje, rozpuszcza się w wodzie, zwraca płaszczyznę polaryzacyjną bardziej na prawo niż cukier gronowy; bezpośrednio niezdolny do

fermentacji wyskokowej, lecz dopiero po przejściu na inny rodzaj cukru, różny od cukru gronowego, który zwany jest „laktozą”; podobnie jak cukier gronowy zdolny on jest do fermentacji kwasu mlecznego.

4. **Inozyt, cukier mięśniowy** ( $C_{12}H_{22}O_{12}$ ), z powodu niezdolności do fermentacji wyskokowej, niezaliczony wcale do rodzajów cukru, jest częścią składową mięśni i wielu gruczołów. Przypuszczają, że inozyt również jest wyrobem rozkładu grupy ciał białkowych.

Krystalizuje, rozpuszcza się w wodzie, niezdolny do fermentacji wyskokowej, jednak podobnie jak poprzednie przechodzi na kwas mleczny; nie odtlenia wodoru tlenika miedzi, lecz utrzymuje go w roztworze; jest bez wpływu na światło polaryzowane.

5. **Kwas mleczny** ( $C_6H_5O_5.HO$ ), część składowa wszystkich prawie soków mięsnych, zwłaszcza czynnych włókien mięśniowych i wielu wydzielin. Pochodzenie jego jest prawdopodobnie dwojakie; powstaje z wodorów węgla (cukru), i przez rozkład z grupy ciał białkowych. Bliższych wiadomości co do tworzenia się jego w ustroju nie mamy.

### III. Kwasy tłuszczowe, tłuszcze i ciała do nich podobne.

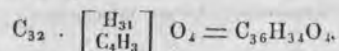
Gruppę kwasów tłuszczowych znajdujących się w ustroju (wspólna ich formuła  $C_{2n}H_{2n-1}O_2 + HO$  lub  $C_{2n}H_{2n}O_2$ ) stanowią:

Kwas butynowy	$C_4H_9O_2$
Kwas stearynowy	$C_{36}H_{73}O_2$
Kwas palmitynowy	$C_{32}H_{65}O_2$
Kwas myrystynowy	$C_{28}H_{57}O_2$
Kwas laurostearynowy	$C_{24}H_{49}O_2$
Kwas kaprynowy	$C_{20}H_{41}O_2$
Kwas kaprylowy	$C_{16}H_{33}O_2$
Kwas kapronowy	$C_{12}H_{25}O_2$
(Kwas waleryanowy	$C_{10}H_{21}O_2$ )
Kwas masłowy	$C_8H_{17}O_2$
(Kwas propionowy	$C_6H_{13}O_2$ )
Kwas octowy	$C_4H_9O_2$
(Kwas mrówkowy	$C_2H_5O_2$ )

Dalej znajduje się jeszcze jeden kwas bardzo do tych zbliżony:

Kwas oleinowy	$C_{18}H_{37}O_2$
---------------	-------------------

tlen uważany być może jako kwas palmitowy, w którym jeden równoważnik H zastąpiony jest przez acetyl:



Kwasy na początku wymienione i kwas oleinowy nie są lotne; lotność zaś pozostałych wzrasta, w miarę tego jak w powyższym szeregu niższe zajmują stanowisko, albowiem punkt wrzenia dla każdego ubywającego  $C_2H_4$  zniża się o  $19^\circ C$ . Tylko kwasy tłuszczowe formuły  $C_{4n}H_{4n}O_4$  zdają się istnieć w ustroju, inne zaś nie są z pewnością wykazane; przytaczany dawniej kwas margarynowy ( $C_{31}H_{61}O_4$ ) zdaje się być mieszaniną kwasu stearynowego i palmitynowego (HEINTZ). Wszystkie kwasy tej grupy, również i kwas oleinowy, zwłaszcza zaś kwasy nietłote tworzą związki z ciałem złożonym na sposób wysoku, to jest z wodaniem tlennika lipylu czyli gliceryną ( $C_3H_5O_3$ ), oddając przytem wodę, które to związki zwane są tłuszczami („tłuszcze obojętne”); otrzymują one nazwy: butyna, stearyna, oleina, palmityna, myrystyna, kaprylina, kaprylina, butyryna i t. d.—Te mogą znowu być rozłożone (po przyjęciu wody) na kwas tłuszczowy i glicerynę, za pomocą różnych środków, niektórych fermentów, a głównie przez alkalia. Związek w tym ostatnim razie utworzony z kwasu tłuszczowego i alkaliów, nazywa się mydłem, a sprawa cała z m y d l e n i e m.

Tłuszcze są części stałe, po części półpłynne, a niektóre płynne (oleje), zupełnie są nierozpuszczalne w wodzie, łatwo się rozpuszczają w gorącym wysoku i w eterze. W wodzie zawieszony być mogą w małych kropelkach za pomocą niektórych środków (emulsja).—Kwasy tłuszczowe w tym szeregu wyżej stojące, przechodzą za pomocą środków utleniających, po oddaniu  $CO_2$  i  $HO$ , na kwasy lotniejsze, niższe. Sprawa ta odbywa się w tłuszczach w części już w powietrzu, albowiem kwasy tłuszczowe oddzielają się od gliceryny i każdy oddzielnie się utlenia. Zapach lotnych kwasów, przytem powstający, jest cechującym dla tego utleniania, („jęłczenie.”)

1. T ł u s z c z e o b o j ę t n e (mianowicie stearyna i palmityna zmieszane z oleiną), znajdują się we wszystkich płynach i tkankach ciała, w wielu miejscach nagromadzone w znacznej ilości, już to zawieszony tylko w płynach (w emulsji), już to zawarte w komórkach. Część ich pochodzi z pokarmów, ale głównie są wyrobem utlenienia i rozkładu, prawdopodobnie grupy ciał białkowych i wodorów węgla. Dowody potwierdzające przypuszczenie pierwsze podane już zostały powyżej na str. 22; co się zaś tyczy powstawania ich z wodorów węgla, to za tem przemawiają następujące fakty: 1. Ciało zbliżone bardzo do tłuszczów, to jest wosk, wytwarzany jest przez pszczoły karmiące się wyłącznie cukrem, w wielkiej ilości. 2. Dodanie wodorów węgla do pokarmów białkowych powoduje nagromadzenie się tłuszczu w ciele (tuczenie). 3. W owocach oliwek, tworzyć się

ma tłuszcz z ciała pochodzącego z wodorów węgla, to jest z mannitu (DE LUCA).—Teoretycznie, tworzenie się tłuszczów z wodorów węgla, nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśnione. Wprawdzie może gliceryna powstawać z cukru (BERTHELOT), podobnie i lotne kwasy tłuszczowe, lecz tworzenie się kwasów tłuszczowych nietłotnych z wodorów węgla, ani wykazaniem nie jest, ani wyciągnięciem się nie daje, z tem bowiem połączoną być by musiała sprawa odtleniania. Doświadczenie wykazujące, że wodany węgla powodują tuczenie, daje się zresztą wytłomaczyć tem, że ciała te jako łatwo utleniające się, zabierają tlen mający działać na ciała białkowe i tym sposobem powodują przemianę tych ostatnich na tłuszcze (F. HOPPE). Okoliczności, przemawiające za tem ostatniem przypuszczeniem, podane będą w rozdz. VII.

Tłuszcze w małej tylko ilości bywają w tej formie wydzielane (mał skóra, mleko); po większej części dalej się w ustroju utleniają, a mianowicie oddzielnie obydwie ich części składowe, zwykle po poprzednim ich rozdzieleniu się. Najbliższymi wyrobami utlenienia kwasów są wyższe kwasy tłuszczowe lotne, ostatecznie zaś  $CO_2$  i  $HO$ , wyroby zaś utlenienia gliceryny nie są znane, być może cukier.

2. K w a s y t ł u s z c z o w e. Nietłote prawdopodobnie istnieją tylko w małych ilościach i zwykle w połączeniu z alkaliami, w formie mydła; to ostatnie znajduje się we krwi, w limfie, w żółci i t. d. — Kwasy tłuszczowe lotne znajdują się w wielu miejscach, zwłaszcza zaś w gruczołach i wydzielinach, są one po części wolne, a po części połączone z zasadami. Pochodzić mogą z utlenienia tłuszczów, wodorów węgla i nakoniec ciał białkowych. Bliższych wiadomości co do ich tworzenia się, nie mamy.—Prawdopodobnie ulegają one bardzo szybko wpływom utleniającym ustroju i zostają wydzielone jako kwas węglany i woda.

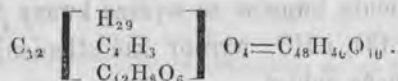
3. C h o l e s t e a r y n a ( $C_{52}H_{104}O_2$ ), ciało podobnie jak gliceryna złożone na sposób wysoku, krystalizujące, do wosku podobne, jest częścią składową żółci, krwi, mózgu, śledziony i t. d. Pochodzenie jej jest zupełnie nieznanne; ponieważ wykryto ją

także w królestwie roślinnem (BENEKE \*), przypuszczać więc można, że część jej z pokarmów pochodzi. Wyroby jej utlenienia również nie są znane; część wydziela się w stanie niezmienionym.

Cholestearyna zalicza się do grupy tłuszczów tylko przez domniemanie; lecz i to (polegające na związku jej z kwasem palmitowym, LEHMANN) dla braku ścisłych dowodów nie może być tu przytoczonem.

4. K w a s c h o l a l o w y (kwas cholowy) ( $C_{48}H_{40}O_{10}$ ), część składowa żółci, w której połączony z gliceryną i tauryną tworzy kwas glykocholowy i taurocholowy. Przypuszczają, że powstaje z tłuszczów (zob. rozdz. IV).— Wyroby jego przemian są: kwas choloidynowy ( $C_{48}H_{38}O_8$ ) i dyslizyna ( $C_{48}H_{36}O_6$ ), w tych formach część jego (z kałem) się wydziela. Prawdopodobnie jednak ta przemiana ma miejsce tylko w kiszka; jakie zaś wyroby utlenienia kwasu cholalowego we krwi powstają, wcale nie wiadomo.

Związek pomiędzy kwasem cholalowym i grupą kwasów tłuszczowych, jest według przypuszczenia (LEHMANN'A) następujący: Można go uważać jako kwas palmitowy, w którym 1 równoważnik H zastąpiony jest przez acetyl ( $C_2H_3$ ) [zob. wyżej kwas oleinowy], a 2 równoważniki H zastąpione są przez 2 równoważniki nieznanego rodnika  $C_6H_4O_3$ :



Zaliczano tu również niektóre inne substancje prawie nieznanne, lub takie których obecność w ustroju nie jest z pewnością wykazana, mianowicie: kwas oleofosforowy, kwas glicerynofosforowy, lecytynę, myelinę i t. p., to jest części składowe substancji mózgowej, żółtkait. d.

## D o d a t e k.

Oprócz przytoczonych tu prawidłowych części składowych ciała, znajdują się jeszcze w ustroju liczne inne, które dla odróżnienia od tamtych powinny być nazwane p r z y p a d k o w e m i. Czy właściwe składowe części ciała zastąpione być mogą przez

\*) Twierdzenia BENEKE'go przez nowsze poszukiwania BISCHOFF'A stały się bardzo wątpliwemi.

inne substancje, i o ile to może mieć miejsce, to rozstrzygnąć się od razu nie daje, albowiem nie znamy wszystkich własności, z powodu których tamte są dla ustroju użyteczne. Nie ulega jednak żadnej wątpliwości, że każda substancja, jak wszędzie tak i w ustroju zastąpioną być może przez inną, która co do swych własności zupełnie jest jej odpowiednią. Wątpliwem zaś jest, czy dla ważnych organicznych części składowych ciała, np. dla ciał białkowych, znajdują się inne ciała mogące je w zupełności zastąpić; przypuścić to można prędzej dla takich części składowych ciała, które właściwie mają znaczenie tylko mechaniczne, jako to dla soli wapiennych tworzących kości. Doświadczenia w tym celu przedsięwzięte (ROUSSIN), wykazały, że substancje j e d n o k s z t a ł t n e mogą się w ustroju zastępować.

Niewątpliwie jednak bywają ciągle z pokarmami przyjmowane i takie substancje, które nie mogą służyć do zastąpienia właściwych części składowych ciała a jednak biorą udział w zmianie materji; substancje te stanowią przypadkowe części składowe ciała. Prawidłem dla nich jest, że po krótkim bardzo pobycie w ustroju zostają wydzielone; podczas pobytu zaś ulegają po większej części utleniającym wpływom ciała, o ile są im przystępne, zatem mogą także być użyte do pracy ciała, mianowicie do wytwarzania ciepła. Te to właśnie przypadkowe części składowe ciała, z powodów dość jasnych, łatwiej mogą być badane na całej ich drodze którą przebywają w ustroju, oraz pod względem ich przemiany, aniżeli części składowe prawidłowe. Okoliczność ta korzystnie zastosowaną jest do wniosków o prawidłowych sprawach zmiany materji. Z pomiędzy substancji organicznych wydzielone zostają w stanie niezmienionym lub bardzo mało zmienione: większa część wolnych kwasów organicznych, wiele alkaloidów, substancje barwnikowe i wonne. Kwasy roślinne przyjęte do ustroju jako obojętne sole alkaliczne, zostają w zupełności spalane i jako węglany alkaliczne wydalone. Substancje wyskokowe i eteryczne również ulegają zupełnemu spalaniu. Kwas garbnikowy zamienia się na kwas gallusowy. Kwasy organiczne grupy kwasu benzoowego (wspólna formuła  $C_{2n}H_{2n-8}O_4$ ), nie utleniają się, łączą się jednak w wątrobie z glicyną i zostają wydalone jako

połączone kwasy; i tak: kwas benzeosowy ( $C_{14}H_6O_4$ ) jako kwas hippurowy ( $C_{18}H_9NO_6$ ), kwas toluylowy ( $C_{16}H_8O_4$ ) jako kwas tolurowy ( $C_{20}H_{11}NO_6$ ), również zbliżony do tej grupy kwas salicylowy ( $C_{14}H_6O_6$ ) jako kwas salicylurowy ( $C_{18}H_9NO_8$ ); podobnej przemiany doznają niektóre substancje zbliżone do tych kwasów z powodu posiadania jednakowych rodników, i tak: wodorodek benzoilu (olejek gorzkich migdałów), kwas cynamonowy i inne, przechodzą na kwas hippurowy, — wodorodek salicylu i salicyna na kwas salicylurowy. Również i kwas chinowy ( $C_{14}H_{12}O_{12}$ ), który łatwo utleniony być może na kwas benzeosowy, przechodzi w ustroju na kwas hippurowy (LAUTEMANN). Ponieważ w królestwie roślinnym wiele ze wspomnianych tu substancyj bardzo obficie się znajduje, zatem i kwas hippurowy jest prawidłową częścią składową ciała zwierząt roślinożernych (wyjąwszy czasu ssania) i ludzi, przy użyciu pokarmów roślinnych.

## ROZDZIAŁ DRUGI.

### Krew i jej ruchy.

#### I. KREW.

Czerwona krew człowieka składa się z płynu bezbarwnego, oddziaływającego alkalicznie (liquor s. plasma sanguinis — osocze), i małych ciałek drobnowidzowych, które w znacznej bardzo ilości (4—5,5 milionów w jednym milim. kub.; WELCKER) zawieszono są w tym płynie stykają się z sobą i prawie bezpośrednio. Ciałka te po większej części są czerwone, mała tylko ilość ich jest bezbarwna ( $\frac{1}{500}$  —  $\frac{1}{350}$ , WELCKER; — w żylny zaś krwi śledziony  $\frac{1}{70}$ , HIRT).

#### CIAŁKA KRWI CZERWONE.

Czerwone ciała krwi człowieka stanowią okrągłe, podwójnie wklęsłe krążki; wymiar ich największy wynosi przeciętnie  $\frac{1}{135mm}$ . — Są one jednakowo czerwono zabarwione. — Co do konsystencji są miękkie, łatwo ugiąć się dające i sprężyste; błony otaczającej zawartość nie posiadają \*) (ROLLETT), podobnie nie mają jąder, nie mogą zatem być uważane za komórki.

\*) Twierdzenie co do braku błony na powierzchni ciałek krwi, zbyt jest stanowcze. Wszystkie dowody dotychczas w tym względzie przytoczone (również doświadczenia ROLLETTA) nie są przekonujące.

Ciałka krwi zwierząt ssących zupełnie podobne są do ludzkich z wyjątkiem wielbłąda, gdzie są owalne; ciała krwi ptaków są owalne i podwójnie wypukłe; u gadów są one owalne, płaskie i bardzo wielkie (u *Proteusa* wymiar ich wynosi  $\frac{1}{12}$  mm); u ryb są po większej części owalno-okrągłe. Ciałka krwi ptaków, gadów i ryb posiadają jądra.—U zwierząt bezkręgowych znajdują się czerwone ciała krwi tylko w niektórych rodzajach. Wszystkie prawie zwierzęta bezkręgowce, a pomiędzy zwierzętami kręgowymi *Amphioxus lanceolatus*, mają krew bezbarwną albo żółtawą, której ciała są bezbarwne i rozmaitego kształtu.

Ciężar właściwy ciałek krwi jest nieco większy niż osocza, albowiem opadają powoli na dno naczynia, jeśli krew pozostawiona jest w spokoju, i jeśli nie doznają przeszkody (przez skrzepnienie, zob. niżej). We krwi pozostawionej w spoczynku łączą się ciała czerwone ze sobą, tworząc słupki podobne do rulonu pieniądzy. Przyczyna tego nie jest jasną. Przy rozcieńczeniu osocza przez dodanie wody, ciała krwi nabierają wody, pęcznieją, przyjmują kulisty kształt i w końcu stają się niewidzialne; przy zgęszczeniu zaś osocza przez dodanie soli kurczą się one, przyjmują kształt gwiazdowaty, oddając przytem wodę.

Części składowe chemiczne ciałek czerwonych krwi są następujące:

1. **Hematokryształina**, jest to ciało czerwone, podwójnie krystalizujące, dwubarwne (w świetle z góry padającym koloru czerwonego, w świetle przechodzącym zielonego koloru), zawierające żelazo. Rozłożyc się daje na barwnik krystaliczny, rozpuszczalny w wodzie, zawierający żelazo i na ciało białkowe, bezkształtne, w wodzie nierozpuszczalne, posiadające te same własności co globulina. Hematokryształina oddzielić się daje od innych części składowych ciałek czerwonych krwi za pośrednictwem rozmaitych środków, przyczem rozpuszcza się w osoczu. Głównie służą do tego następujące sposoby (ROLLETT): zamrożenie i następne roztażanie krwi, przepuszczenie elektryczności, zupełne oddalenie gazów krwi; dalej (v. WITTICH), dodanie do krwi eteru. Przy pierwszych dwóch sposobach rozpuszcza się w osoczu i reszta substancji ciałek krwi („stroma“ ROLLETT); jednakowoż jedno od drugiego wcale nie jest zależnem. Hematokryształina wpływa na skrzepnienie krwi (zob. niżej).

Wpływ tlenu znosi dwubarwność barwników krwi i dla tego też dwubarwność ta nie istnieje we krwi zawierającej wiele tlenu (tętnicznej) (BRÜCKE).

Opuszczamy tu opis sposobów dawniejszych i bardziej złożonych otrzymywania kryształów krwi, albowiem nie dostarczają prawdziwej hematokryształiny i są nieodpowiednie. Nim dokładnie poznano hematokryształinę, przyjmowano za bezpośrednie części składowe ciałek krwi inne substancje otrzymywane z tych ciałek, a które teraz uważane są razem jako wyrób rozkładu hematokryształiny. Najważniejsze z nich są: 1) ciało białkowe, bezkształtne (globulina), 2) ciało białkowe krystaliczne, niby bezbarwne (hematokryształina LEBMANN'A), 3) różne barwniki otrzymywane ze krwi, niektóre dwubarwne, po części rozpuszczalne w wodzie (hematyna v. WITTICH'A, bezkształtne), a po części nierozpuszczalne (hemina TEICHMANN'A, krystalizująca), 4) barwniki powstające przy zwyczajnym rozkładzie krwi (hematoidyna VIRCHOW'A, krystalizująca \*). Z ciał tu wymienionych tylko hemina ma wielką wartość praktyczną, kryształy jej bowiem cechujące i łatwo dające się otrzymać, służą do wykrycia krwi (np. w wypadkach sądowych). Otrzymywać je można przez gotowanie danego przedmiotu, np. podejrzaną plamę, w kwasie octowym bezwodnym i ostrożne odparowanie otrzymanego wyciągu; kryształy stanowią graniastosłupy równoboczne, mniej lub więcej ciemno brunatno zabarwione, nierozpuszczalne w wodzie, wysokoci i eterze, rozpuszczające się w alkaliach przy jednoczesnej zmianie barwy.

Dwubarwne roztwory barwników krwi przedstawiają zjawisko nieprawdziwego wewnętrznego rozpraszania światła, wnosić więc z tego należy, że zawierają w zawieszeniu małe cząsteczki inaczej światło załamujące. Z usunięciem dwubarwności za pomocą tlenu, połączone jest zapewne rozpuszczenie tych ciałek zawieszonych (BRÜCKE).

2. Małe ilości różnych tłuszczów, mydła i cholestearyny.

3. Sole, mianowicie związki potażowe i kwasu fosforowego.

4. Woda.

5. Gazy (zob. niżej).

#### CIAŁKA KRWI BEZBARWNE.

Ciała krwi bezbarwne, (ciała limfacyjne) stanowią komórki okrągłe, opatrzone jądrami, powierzchnia ich ziarnista podobna jest do morwy, są większe niż czerwone ciała (około  $\frac{1}{90}$  mm). Mają największe podobieństwo do komórek limfy, z których też rzeczywiście pochodzą (roz. VI).

\* Zobacz przypisek na str. 31.

Części ich składowe chemiczne, nie są jeszcze dokładnie znane, prawdopodobnie są prawie te same co ciałek czerwonych, z wyjątkiem barwnika. Z wielu względów (rozdz. VI) przyjąć należy, że z ciałek krwi bezbarwnych powstają ciałka czerwone; formy przechodnie znajdują się w niektórych miejscach (szczególniej we krwi żylniej śledziony).

Oprócz tego opisane są jeszcze inne części stałe krwi, których obecność jednak jest wątpliwa, mianowicie „bryłki włóknikowe“ i „włóknik drobinowy“ (ZIMMERMANN).—Wedle najnowszych poszukiwań (ALEX. SCHMIDT), ten ostatni zdaje się być osadem substancji wywołującej krzepnięcie włóknika (globuliny).

#### O S O C Z E.

O s o c z e zawiera w sobie substancję, która we krwi pozostawionej w spoczynku, bardzo prędko się wydziela niby samowolnie w kształcie włókien spłisnionych, zabierając przytem ciałka krwi, — substancją tą jest „w ł ó k n i k“. To wydzielenie, czyli k r z e p n i e n i e krwi, zamienia krew płynną na masę miękką, czerwoną; w kilka godzin jednak później ściąga się ona, wyciskając z siebie płyn żółtawy, to jest s u r o w i c ę krwi. Surowica zawiera wszystkie części składowe osocza, z wyjątkiem wydzielonego włóknika. Pozostała masa czerwona, gęsta, pływająca w surowicy, to jest s k r z e p k r w i (placenta sanguinis), składa się zatem z włóknika i ciałek krwi.—Jeśli ciałka krwi przed skrzepnięciem (np. gdy z jakiej przyczyny takowe zostaje opóźnione) mają dość czasu do opadania, natenczas warstwa powierzchniowa skrzepu nie zawiera już ciałek krwi, dla tego też jest białą, a po ściągnięciu się skrzepu, warstwa ta jest cieńszą, niż warstwa czerwona; nazywają ją błoną zapalną (crusta phlogistica), z powodu obecności jej we krwi upuszczonej przy chorobach zapalnych. — Przez klucenie świeżo upuszczonej krwi za pomocą pręcika, otrzymać można włóknik, (który przy skrzepnięciu osadza się na pręciku w kształcie drobnych włókienek), płyn zaś pozostały nie zdolny już do skrzepnięcia, składa się z surowicy i ciałek krwi.

„ S u b s t a n c y a w ł ó k n i k t w o r z ą c a “ (fibrinogene Substanz) (A. SCHMIDT), która wydzieloną zostaje jako

„włóknik“ jest co do natury swój bardzo zbliżoną do białka, rozpuszczoną jest w osoczu i w tym stanie posiada wszystkie własności białka, jednakowoż kwas węglany osadza ją z tego roztworu (lecz trudniej niż globulinę). Wydzielanie się jej następuje u niej dobrowolnie, jak to dawniej utrzymywano, lecz (A. SCHMIDT), przez wpływ pewnej części składowej ciałek krwi, to jest „s u b s t a n c y i w y w o ł u j ą c e j k r z e p n i e n i e w ł ó k n i k a“ („fibrinoplastische Substanz“ \*). Kilkakrotnie już wspominaliśmy, że jako substancję wywołującą krzepnięcie włóknika uważać należy hematokrystalinę, a z wyrobów jej rozkładu globulinę; lecz wiele innych jeszcze ciał (tkanka łączna, zawartość oka, ciałka krwi bezbarwne, ciałka limfatyczne i t. d.) wywołać mogą skrzepnięcie włóknika, a to zapewne skutkiem obecności w nich globuliny. Czy wpływ substancji wywołującej krzepnięcie włóknika uważać należy jako działanie fermentu, to jest, czy jedna i ta sama ilość jej ścinać może jakąkolwiek bądź ilość substancji włóknik tworzącej, lub też czy ona przy tej czynności sama zużyta zostaje, to nie jest jeszcze wyjaśnionem.

Wpływ substancji wywołującej krzepnięcie włóknika na substancję włóknik tworzącą, czyli właściwie skrzepnięcie krwi, może przez rozmaite okoliczności być wstrzymanem, opóźnionem lub przyspieszonym. W s t r z y m a n e m zostaje przez wpływ dotychczas jeszcze niewyjaśniony żywych ścian naczyń (BRÜCKE): krew nie może skrzepnąć, dopóki w naczyniach krąży, przyczem każda cząsteczka ciągle się styka z żywymi ścianami naczynia, lecz krzepnie ona dopiero po wydaleniu z naczynia, lub po śmierci, lub też w samym naczyniu żywym, gdy w jakimkolwiek miejscu ruch krwi ustanie, skutkiem czego warstwy środkowe krwi usunięte są od wpływu ścian. O p ó ź n i o n e m lub też wstrzymanem zostaje krzepnięcie krwi przez dodanie do niej alkaliów, soli alkalicznych, przez kwas węglany lub inne słabe kwasy, które osadzają globulinę z jej roztworów. P r z y s p i e s z o n e m

\*) Za dodaniem prózkowanej soli kuchennej do osocza strąca DENIS ciało białkawe, które następnie rozpuszczone w czystej wodzie po kilku minutach krzepnie, zamieniając się na masę galaretowatą. Ciało to nazywa DENIS p l a z m i n ą.

zostaje przez zetknięcie się z powietrzem (krew trzymana w naczyniu otwartem prędkiej krzepnie niż w zamkniętem), przez zetknięcie się z ciałem obcym, przez ciepło dochodzące do  $55^{\circ}$ .

Krew zawiera więcej substancji wywołującej skrzepienie włóknika, aniżeli potrzeba do skrzepienia całej ilości substancji tworzącej włóknik. Albowiem płyn wyciskany ze skrzepłej krwi (surowica z ciałkami krwi), może wywołać skrzepienie jeszcze w innych płynach, które zawierają substancję tworzącą włóknik, np. w przesiekach (rozd. IV). Może on również przyspieszyć skrzepienie takich płynów zawierających substancję włóknik tworzącą, które wprawdzie posiadają substancję wywołującą krzepienie włóknika, lecz w tak małej ilości lub tak słabo działającą, że samowolne krzepienie bardzo wolno następuje (np. mlecz i limfa).

Ilość substancji tworzącej włóknik, pomimo znacznej objętości jaką ona przybiera w stanie skrzepłym, jest bardzo mała, wynosi bowiem około  $0,2\%$ .

Inne części składowe osocza (zatem: części składowe surowicy) są:

1. Woda, około  $90\%$  (na 100 części surowicy).

2. Białko, znajduje się w znacznej ilości, około  $8-10\%$ ; prawdopodobnie połączone w części z alkaliami (jako białka sody). Niektórzy (PANUM) przyjmują w surowicy obecność innych jeszcze ciał białkowych, jak np. sernika, lecz ten „sernik surowicy“ uważany być powinien (A. SCHMIDT), za substancję wywołującą skrzepienie włóknika (globulina), rozpuszczoną w surowicy.

3. Różne stopnie utlenienia ciał białkowych, tak zwane: materje wyciągowe, mianowicie: glicyna (jako kwas hippurowy), kreatyna, kreatynina, sarkina i mocznik, czasem także i kwas moczowy, znajdują się w bardzo małej ilości.

4. Cukier gronowy, znajduje się w małej ilości i różnej, stosownie do miejsca (zob. rozdz. VI).

5. Tłuszcze, mydła, kwasy tłuszczowe i cholestearyna, również w małej ilości się znajdują ( $0,1-0,2\%$ ), tłuszcze są po części przez mydła rozpuszczone, a po części zawieszane.

6. Substancja wonna właściwa dla każdego rodzaju krwi. Barwnik żółty surowicy pochodzi zapewne z ciałek krwi.

7. Sole, przeważnie sole sodowe, związki chloru i kwasu węglanego, a zatem głównie sól kuchenna i węglan sody.

8. Gazy \*).

## G A Z Y K R W I.

Krew zawiera następujące gazy: tlen, kwas węglany i azot, które znajdują się w niej po części w stanie wolnym, po części w słabych związkach chemicznych.

Prawo rozpuszczania się gazów w płynach (prawo HENRY'GO, DALTO'NA i BUNSEN'A) jest następujące: Możliwość rozpuszczania się różną jest dla rozmaitych płynów i gazów; zmniejsza się przy podnoszeniu się ciepłoty, a w punkcie wrzenia płynu  $= 0$ . Objętość jakiego gazu rozpuszczającego się w pewnym płynie przy niezmienionej ciepłocie, nie jest zależną od ciśnienia pod jakim gaz ten znajduje się;—czyli innymi słowy (ze względu na prawo MARIOTT'A): ciężar gazu rozpuszczonego jest w stosunku proporcjonalnym do ciśnienia \*\*).—Z tąd wypada, że w przestrzeni pozbawionej powietrza (a zatem gdzie ciśnienie  $= 0$ ), żaden gaz rozpuszczony być nie mo-

\*) Autor nie wspomina wcale o poszukiwaniach mających na celu wykazanie ilościowego stosunku ciałek krwi do osocza, być może dla tego, że wszystkie dotychczas używane sposoby nie doprowadziły do ścisłego rezultatu. a najdokładniejsze z tych sposobów były tylko zastosowane do rozbioru krwi zwierząt — np. sposób HORPE'GO. Badacz ten znalazł u konia na 1000 części krwi. 326,2 części ciałek i 673,8 części osocza; w 100 częściach ciałek znajdowało się 43,5 części stałych i 56,5 części wody. SACHARJIN tym sposobem znalazł u konia przeciętnie 844 części ciałek na 1000 części krwi. Również na uwagę zasługuje sposób prof. PIOTROWSKIEGO w Krakowie (opisany w Przeglądzie lekarskim Krak. z r. 1863, w 10 i 11 numerze), który przez autora wprawdzie dotychczas zastosowany był tylko do rozbioru krwi cielęcia, lecz będzie można go zastosować także do rozbioru krwi człowieka. Należy tylko licznymi i porównawczymi doświadczeniami sposób ten bardziej rozwinąć. Pan PIOTROWSKI znalazł w przecięciu z trzech doświadczeń zrobionych ze krwi cielęcia 396,4 części ciałek na 1000 części krwi; ciałka te w 1000 częściach krwi zawierały podług jego obliczeń 95,7 części stałych.

H.

\*\*) Pewna objętość jakiego płynu, którego stopień ciepła pozostaje niezmienny, pochłania z każdego gazu pewną stałą objętość. Lecz w danej przestrzeni, mogą się zmieścić różne ilości tego samego gazu, a to odpowiednio do jego gęstości, czyli do ciśnienia pod jakim gaz ten znajduje się tam. Jeżeli np. pod ciśnieniem jednej atmosfery i przy ciepłocie  $= 0^{\circ}$  w balonie jednolitrowym zmieści się ilość pewnego gazu ważąca 1 gram, to przy tej samej ciepłocie i przy ciśnieniu 2 atmosfer zmieści się ilość ważąca 2 gramy, przy ciśnieniu 3 atmosfer 3 gramy i t. d. Zatem pewna ilość płynu, która przy ciśnieniu 1 atmosfery pochłonęła np. 1 litr gazu, to przy ciśnieniu 2 atmosfer i przy tej samej ciepłocie pochłonie wprawdzie taką samą objętość gazu, lecz gaz ten ważyć będzie 2 razy tyle co poprzednio, a zatem rzeczywista masa jego będzie podwójną i t. d. Jeżeli przestrzeń w której pewna ilość gazu się mieści, zostanie powiększona, to gaz tam zawarty całą tę przestrzeń wypełni, ale gęstość jego w tym samym stosunku zmniejszy się. Jeżeli przestrzeń powiększy się do nieskończoności (t. j. jeżeli gaz wypuszczony zostanie [na wolne powietrze], to gęstość gazu równać się będzie zeru.

H.



że, lecz owszem gaz rozpuszczony poprzednio musi zostać wydany. (Jeżeli przestrzeń pozbawiona powietrza jest zamknięta i gaz wydany w przestrzeni tej pozostaje, natenczas powstanie ciśnienie pod którym reszta gazu zostaje rozpuszczoną).—Dalej ponieważ rozmaite gazy nie wywierają na siebie żadnego ciśnienia, zatem plyn który rozpuścił już jakiś gaz, np. kwas węglany, wydaląc go będzie w przestrzeni wypełnionej innym gazem, np. wodorem, zupełnie tak samo jak w próżni; albowiem w przestrzeni zawierającej wodór ciśnienie dla kwasu węglanego = 0, w miejsce zaś wydalonego kwasu węglanego rozpuszczony zostanie wodór odpowiednio do jego ciśnienia. Można zatem gazy rozpuszczone wydalić z plynu: 1. przez podwyższoną ciepłotę, szczególnie przez wygotowanie, 2. przez próżnię (pompa powietrzna, próżnia TORRICELLI'EGO), 3. przez przeprowadzenie innego gazu lub przez klucenie z nim plynu.

Wszystkie te sposoby używane były do wydalenia gazów we krwi zawartych (MAGNUS, LOTHAR MEYER, SECZENOW).

1. Średnia ilość tlenu zawartego we krwi tętniczej (zob. niżej) wynosi 15,78% objętości (SECZENOW); we krwi żyłnej ilość zawartego tlenu nadzwyczaj jest różną (rozd. III); we krwi żyłnej mięśni nieczynnych, wypadło z pięciu obliczeń przecięciowo 5,96% objętości (SZCZELKOW). Zachowanie się krwi pozbawionej gazów w obec tlenu dowodzi, że tlen nie zostaje przez krew tylko rozpuszczony, lecz po większej części wchodzi w związki chemiczne. Albowiem przyjmowanie tlenu tylko w małej bardzo części zależnem jest od ciśnienia, nie ulega zatem prawu DALTON'A. Gdy ciałka krwi zostaną oddalone, zatem gdy sama tylko surowica wzięta będzie, natenczas tlen zostaje tylko rozpuszczonym, a mianowicie w takiej ilości, ile w ogóle krew przyjmuje tlenu (przez rozpuszczenie), wedle prawa DALTON'A (L. MEYER). Przyjąć zatem należy, że tlen wchodzi w związek chemiczny z pewną substancją zawartą w ciałkach krwi, w surowicy zaś zostaje tylko rozpuszczonym, (t. j. w wodzie w niej zawartej, albowiem surowica rozpuszcza tyle tylko tlenu, ile zwyczajna woda przepędzona \*). Przypuszczenie to zastosować należy do prawidłowej zawartości tlenu we krwi.—Związek chemiczny tlenu z ciałkami krwi tak jest słaby, że tlen w ten sposób połączony, może być wydany przez te same środki co tlen rozpuszczony (przez gotowanie, próżnię, przeprowadzenie

\*) Niektórzy podają (FERNET), że sama surowica również przyjmuje nieco tlenu niezależnie od ciśnienia, wypadek ten spowodowany być może przez zanieczyszczenie surowicy ciałkami krwi (LUDWIG).

innego gazu). Tlenek węgla nie tylko wydała całą ilość tlenu zawartego we krwi, ale nadto krew, która przy tem przyjmuje kolor jasno czerwony, staje się już niezdolną do tworzenia związku chemicznego z tlenem; musi on zatem również tworzyć w ciałkach krwi związek chemiczny, który jednak jest trwalszym niż związek z tlenem; ilość tego gazu połączonego równą jest ilości tlenu (HOPPE, BERNARD, L. MEYER). Za dodaniem do krwi niektórych substancyj (kwasu winnego), znaczna część tlenu tak ściśle zostaje połączona, że nie może już być wydaloną za pomocą wyżej wspomnianych sposobów (L. MEYER).

Liczne doświadczenia przemawiają za tem, że tlen połączony w ciałkach krwi, przynajmniej w części istnieje tu w swój przemianie jako tlen czynny, to jest jako ozon, podobnie jak to ma miejsce np. w solach tlenku żelaza i w gąbce platynowej: 1. Ciałka krwi, a zatem krew zwyczajna lub pozbawiona włókniaka, zdolne są do przenoszenia ozonu, to jest przy zetknięciu się z plynami zawierającymi ozon (olej terpentynowy), mogą go zabrać i przenosić na ciała łatwo utlenić się mogące (wymocz gwajakowy, jodek potassu, — przyczem wymocz gwajakowy barwi się niebiesko, a jodek potassu rozkłada się i uwolniony jod daje zroztworem krochmalu zabarwienie niebieskie) (SCHÖNBEIN, HIS).— 2. We krwi zwyczajnej może być ozon wykazany przez wpływ jego na odczynniki tu przytoczone (A. SCHMIDT). Że tylko ciałka czerwone krwi zawierają ozon, tego dowodem jest, że sama surowica żadnego wpływu na odczynniki nie wywiera. Z części składowych ciałek czerwonych prawdopodobnie tylko hematokrystalina zawiera tlen czyli właściwie ozon, a znowu z jej części składowych tylko hematyna, albowiem we krwi rozcieńczonej po strąceniu globuliny przez kwas węglany, krew nie utracą zdolności do przenoszenia ozonu, a sama globulina niezdolną jest do przenoszenia ozonu. — Z temi własnościami krwi najzupełniej się zgadza jej przeznaczenie, przenoszenia tlenu przyjętego z powietrza na części składowe ciała zdolne do utlenienia się.

2. Kwas węglany znajduje się we krwi tętniczej (SECZENOW) w ilości około 30% objętości, we krwi żyłnej mięśni nieczynnych (SZCZELKOW) 35% objętości. Podobnie i tu, jak to

doświadczenia wykazały, pewna część połączona jest chemicznie (nie stosuje się zatem do prawa DALTON'A), inna część, daleko mniejsza, jest tylko rozpuszczoną \*); ta ostatnia jest znacznie większą aniżeli odpowiednia część tlenu (albowiem jak wiadomo, kwas węglany rozpuszcza się w wodzie w daleko większej ilości niż tlen). Ponieważ jednak surowica zupełnie podobnie się zachowuje względem kwasu węglanego jak cała krew \*\*), zatem część kwasu węglanego chemicznie połączona nie znajduje się w ciałkach krwi, ale w surowicy, razem z tą częścią która tylko jest rozpuszczoną. Częścią składową surowicy, z którą większa część kwasu węglanego jest połączona (t. j. część kwasu węglanego słabo połączona), jest fosforan sody ( $2\text{NaO} \cdot \text{HO} \cdot \text{PO}_3$ ) (FERNET, SCHÖFFER).

Również i węglan sody surowicy może się łączyć z kwasem węglanym (na dwuwęglan); jednak krew prawidłowo nie zawiera dwuwęglanu sody.

3. A z o t, znajduje się we krwi w ilości 1 — 2% objętości. Być może, że mała część jego również jest chemicznie połączoną, mianowicie z ciałkami krwi (FERNET, SECZENOW).

#### RODZAJE KRWI.

Skład krwi nie jest jednakowym we wszystkich częściach ciała. Największą różnicę przedstawia krew tętnicza (w tętnicach ciała, w lewym sercu i żyłach płucnych) i żylna (w żyłach ciała, w prawym sercu i tętnicach płucnych), a mianowicie co do zawartości gazów i co do koloru. Krew tętnicza zawiera więcej tlenu (za to mniej kwasu węglanego) niż krew żylna i kolor ma jaśniejszy (jasno-czerwony); nie jest ona dwubarwną jak krew żylna. Różnica koloru jest w ścisłej zależności od zawar-

\*) Doświadczenia jednak SCHÖFFER'A i HOLMGREN'A, dowodzą, że z tej ilości kwasu węglanego, którą autor uważa za rozpuszczoną (dla tego, że w próżni przy lekkim ogrzewaniu, daje się zupełnie wydalić ze krwi), większa część musi być silniej połączona ze krwią, a mała tylko ilość (4—50%) jest zwyczajnie rozpuszczoną. Krew zawiera więc kwas węglany: 1) jako rozpuszczony, 2) jako słabo połączony (większa część) i 3) jako chemicznie połączony z alkaliarni osocza. Ta ilość kwasu węglanego większą jest we krwi żylniej niż we krwi tętniczej. H.

\*\*) Doświadczenia SCHÖFFER'A wykazały przeciwnie, że surowica zawiera więcej kwasu węglanego chemicznie połączonego i stosunkowo mniej rozpuszczonego, aniżeli krew cała (surowica wraz z krążkami) i wyprowadza stąd wniosek, że krążki wydają ze krwi kwas węglany. — Doświadczenia PREYER'A zdają się dowodzić, że tlen w krążkach zawarty oddziałuje w ten sposób na kwas węglany w osoczu, że go wydala nawet ze związków chemicznych. H.

tości tlenu; albowiem ciemna krew mieszana z tlenem (lub z powietrzem) staje się jasno czerwona, a krew jasno czerwona mieszana z innymi gazami (wyjąwszy tlenku węgla) staje się ciemną.

Oprócz tego krew tętnicza zawierać ma więcej wody, włókniaka, soli, cukru i substancyj wyciągowych, niż krew żylna, ale za to mniej ciałek krwi i mniej mocznika. Ciężota jej jest o 1° C. wyższą.—Przyczyna wpływu gazów na kolor krwi leży po większej części w zmianie kształtu ciałek krwi, które wskutek połączenia się z tlenem marszczą się i stają się bardziej wklęsłe, przez oddalenie zaś tlenu (przeprowadzenie kwasu węglanego i t. d.), mają się powiększać (HARLESS \*)); stosownie do tego, muszą one w pierwszym razie jako zwierciadła bardziej wklęsłe odbijać światło bardziej skupione, a w drugim razie bardziej rozpraszać. Przynajmniej dodanie soli nadaje krwi w ten sposób barwę jaśniejszą, dodanie zaś wody, ciemniejszą. Jednakowoż niezależnie od kształtu ciałek krwi, wpływają gazy w podobny sposób na sam tylko barwnik (np. po zniszczeniu ciałek krwi przez dodanie wody). Za bezpośrednim wpływem gazów na barwnik, przemawia także zniszczenie dwubarwności przez tlen.—Oprócz tego, ponieważ krew tętnicza zawiera mniej ciałek krwi, ma ona już przez to kolor jaśniejszy.

O właściwym składzie różnych rodzajów krwi (krwi z żyły wrotniej, żył wątrobowych i śledziony), dalej, o wpływie trawienia i pokarmów na krew, wspomniemy w dalszych rozdziałach.—Wymiana części składowych krwi, tak chemicznych jako też i ciałek, utrata jej i zastąpienie, jest przedmiotem rozdziału szóstego.

#### IŁOŚĆ KRWI.

Ilość krwi zawartej w ciele ludzkim nie jest dokładnie znaną, wynosi około  $\frac{1}{13}$  części (BISCHOFF), a u noworodków  $\frac{1}{10}$  (WELCKER) ciężaru ciała.

Najwięcej znane sposoby oznaczenia ilości krwi są następujące: 1. Można oznaczyć ilość krwi z rozcieńczenia spowodowanego w całej krwi przez nastrzyknięcie pewnej ilości wody; rozcieńczenie oznacza się przez porównanie co do zawartości wody dwóch próbek krwi, wziętych bezpośrednio p r z e d nastrzyknięciem wody i wkrótce p o nastrzyknięciu (VALENTIN); [sposób ten daje fałszywe wypadki, albowiem woda niejednostajnie miesza się z całą krwią, a nadto, rozcieńczona krew natychmiast przesiąka do tkanek, zatem oddaje wodę (zwłaszcza przez nerki), a przyjmuje stałe substancje]. 2. Oznacza

\*) Przypuszczenie to mało jest uzasadnione. Nierównie ważniejszą jest zmiana koloru barwnika krwi (hemoglobiny, zob. przypisek na str. 31), który przy obecności tlenu staje się jaśniejszy, przy braku zaś jego ciemniejszy. Dowodem tego są również różnice pod względem zachowania się barwnika krwi żylniej i tętniczej w widmie słonecznym (HOPPE-SEYLER). H.

się pozostałość części stałych z całej ilości krwi, którą się otrzymuje przy ścięciu człowieka przez wyciekanie i przez wypłukiwanie wodą krwi pozostałej w naczyniach (dopóki odpływa jeszcze woda zabarwiona); z pozostałości obliczyć można ilość krwi, jeżeli poprzednio oznaczono zawartość stałych części składowych we krwi nierozcieńczonej (ED. WEBER); [sposób niedokładny, albowiem nie cała ilość krwi daje się z naczyń wydalić przez nastrokiwanie \*].  
 3. Rozcieńcza się wodą całą ilość krwi (otrzymaną tak jak w sposobie drugim) dopóty, dopóki nie przybierze takiego koloru, jak ma krew poprzednio upuszczona, zmierzona i rozcieńczona oznaczoną ilością wody; z ilości wody użytej do rozcieńczenia łatwo daje się obliczyć ilość krwi (WELCKER, HEIDENHAIN); [sposób ten jest niedogodnym, gdyż nie wszystkie rodzaje krwi jednakowo barwią, np. krew żylna mocniej zabarwia wodę niż krew tętnicza; może on jednak być przedź od innych sposobów wydoskonalony].

## II. KRAŻENIE KRWI.

Krew porusza się bezustannie z wielką szybkością przez wszystkie części ciała, droga jej ściśle oznaczoną jest przez układ naczyniowy, i nigdzie po za jego granice nie wychodzi. Wydalenie zatem substancji ze krwi odbywa się przez ściany tych zamkniętych kanalików; to samo ma miejsce z jej przychodem, z jednym tylko wyjątkiem (wlewanie się limfy). Do tej wymiany stosowne są te tylko części układu naczyniowego, które mają najcieńsze ściany, to jest naczynia włoskowate. Ponieważ układ naczyniowy tworzy okrąg ze wszech stron zamknięty, a krew porusza się ciągle w jednym kierunku, ruch ten zatem musi być k r a ż e n i e m.

Można dla tego wyobrazić sobie układ naczyniowy jako kanał kółisty, licznie rozgałęziony, lecz wszędzie zamknięty; te miejsca kanału gdzie rozgałęzienia są najdrobniejsze, odpowiadają naczyniom włoskowatym, a w dwóch tylko miejscach kanał jest pojedynczy, mianowicie w aorcie i tętnicy płucnej z odpowiedniami im połowami serca; z każdego z tych dwóch można się dostać do drugiego tylko przez układ naczyń włoskowatych. Istnieją więc dwa główne układy naczyń włoskowatych i k a ż d a cząsteczka

\*) Ilość krwi, jaką WEBER i LEHMANN znaleźli u dorosłego człowieka przy użyciu swych sposobów, zdaje się być zbyt wielką; obliczyli ją bowiem na  $\frac{1}{8}$  całego ciężaru ciała. Ilość krwi otrzymana u psa sposobem VALENTIN'A jest jeszcze większą, t. j. =  $\frac{1}{5} - \frac{1}{4}$  ciężaru całego ciała.

krwi przy każdym obiegu raz przez obydwą przejść musi, są to n a c z y n i a w ł o s k o w a t e p ł u c i n a c z y n i a w ł o s k o w a t e c i a ł a. Różnica co do czynności dwóch tych układów naczyń włoskowatych polega przeważnie na wymianie gazów krwi (zob. rozdz. III); albowiem w naczyniach włoskowatych płuc krew przyjmuje tlen i oddaje kwas węglany, — w naczyniach włoskowatych reszty ciała rzecz się ma zupełnie przeciwnie. Krew zatem na całej swój drodze od naczyń włoskowatych płuc do naczyń włoskowatych ciała, zawiera wiele tlenu, jest jasno czerwoną czyli tętniczną, przeciwnie na drodze od naczyń włoskowatych ciała do naczyń włoskowatych płuc zawiera mało tlenu a wiele kwasu węglanego, jest więc c i e m n o c z e r w o n ą czyli żylną. Stąd całe krążenie rozpada się na dwie połowy, to jest na tętniczną i żylną.

Na początku obydwóch tych miejsc układu naczyniowego gdzie kanał jest pojedynczym (jedno w połowie tętnicznej, drugie w połowie żylniej), znajdują się główne czynniki ruchu w formie dwóch torebek kurczliwych, opatrzonych zastawkami; są to dwie p o ł o w y s e r c a, mianowicie lewa na stronie tętnicznej (początek aorty), prawa na stronie żylniej (początek tętnicy płucnej).— Uważając serce za początek, nazywamy każde rozgałęzienie naczynia prowadzące krew do układu naczyń włoskowatych, układem tętnicznym, prowadzące zaś krew od naczyń włoskowatych układem żylnym. Istnieją więc dwa układy tętnicze i dwa żylny. Układ tętniczny ciała (układ aorty) prowadzi krew tętniczną z lewego serca do naczyń włoskowatych ciała, u k ł a d ż y l n y c i a ł a prowadzi krew zmienioną na żylną do prawego serca, a stąd u k ł a d t e t n i c z y p ł u c prowadzi żylną krew do naczyń włoskowatych płuc, zaś u k ł a d ż y l n y p ł u c prowadzi krew już tu zmienioną na tętniczną do lewego serca.

Ponieważ przy rozgałęzieniu się naczyń summa powierzchni poprzecznych przecięć gałązek, większą jest niż powierzchnia przecięcia poprzecznego pnia, zatem powierzchnia przecięcia poprzecznego całego układu naczyniowego, wzrasta wraz z rozgałęzieniem, tak, że w obydwóch kanałach pojedynczych (aorta

i tętnica płucna) jest ona najmniejszą, zaś przy naczyniach włoskowatych największą. Kanały naczyniowe, zwłaszcza zaś tętnice, posiadają znaczną sprężystość.

Chociaż cały ruch krwi jest pojedynczym tylko krążeniem, mimo to często nazywają tę część która idzie od lewego serca przez naczynia włoskowate ciała do prawego serca, krążeniem wielkiem, a drugą krążeniem małym czyli płucnym. — Część krwi żyłnej ciała, mianowicie ta, która pochodzi z naczyń włoskowatych kiszek i śledziony, łączy się w jeden pień żyły (żyła wrotna), który nie udaje się bezpośrednio do serca prawego, lecz rozgałęzia się jeszcze i tworzy drugi układ naczyń włoskowatych w wątrobie, podobnie jak tętnica; dopiero stąd udaje się krew do żył prowadzących bezpośrednio do serca; podobnież i ta część układu naczyniowego niesłusznie nazwana jest krążeniem żyły wrotnej.

Pomiędzy silami poruszającymi, które powodują krążenie krwi, najważniejszym jest ruch serca; nim przeto tamte w połączeniu przedstawione zostaną, opiszemy nasamprzód serce.

### Ruch serca.

Serce składa się z dwóch części mięsistych, wewnątrz próżnych, zupełnie od siebie oddzielonych i jednakowo zbudowanych, każda z nich wskutek rytmicznych skurczeń i stosownego urządzenia zastawek, wydala zawartość swoją w pewnym, oznaczonym kierunku. Połowa prawa znajduje się w połowie żyłnej krążenia krwi, lewa w tętniczej, prawa zawiera zatem krew ciemno czerwoną, lewa jasno czerwoną; — pierwsza wysyła do tętnicy płucnej krew przychodzącą z ciała przez żyły główne, druga wysyła do aorty krew wracającą z płuc przez żyły płucne. Każda połowa serca składa się z przedsionka, o ścianach cienkich, który przyjmuje krew napływającą, i z komórki, o ścianach grubych, która wypycha krew do tętnicy.

Włókna mięsne stanowiące największą część ścian serca, chociaż zupełnie woli są niepodległe, są poprzecznie prążkowane i różne prawie od wszystkich innych, są one rozgałęzione i siatkowato pomiędzy sobą połączone. Stanowią kilka warstw w rozmaitym kierunku ułożonych i po części wężownicowato skreconych; włókna mięsne komórek poczynają się od obrączek włóknochrząstkowych znajdujących się na granicy przedsionków z komórkami i przyczepiają się w części w tem samym miejscu, w części zaś po zamienieniu się na mięśnie brodawkowate przyczepiają się do włókien ścięgniętych zastawek. Mięśnie przedsionków zupełnie oddzielone są od mięśni komórek; niektóre zaś włókna mięsne przechodzą z jednej połowy serca na drugą.

Serce zwierząt ssących i ptaków podobne jest do serca człowieka. U gadów w luskowatych obydwie komórki łączą się ze sobą, u gadów zaś nagię istnieje w ogóle jedna tylko komórka; u pierwszych odchodzi aorta i tętnica płucna ze wspólnej przestrzeni komórkowej, u drugich zaś odchodzi jedno tylko naczynie z komórki, które doprowadza krew tak do ciała jako też do płuc. Serce ryb i kijanek odpowiada tylko prawej połowie serca człowieka (jedna komórka i jeden przedsionek); w tętniczej połowie krążenia niema wcale serca, tak, że żyły skrzelu bezpośrednio do aorty przechodzą. — U zwierząt bezkręgowych, gdzie po większej części nie ma układu naczyniowego odgranicezonego, znajduje się u niektórych tylko rodzajów właściwe serce z komórkami i przedsionkami; u innych znajduje się tylko kanał otwarty opatrzony zastawkami (np. naczynie grzbietowe u owadów), niektóre zaś nie podobnego nie mają.

Ruch rytmiczny serca polega na kurczeniu się przemian przedsionków i komórek. Obydwie połowy serca pracują jednakowo i jednocześnie. Podczas skurczu (systole) przedsionków ma miejsce rozkurcz (diastole) komórek, i przeciwnie; skurcz komórek następuje bezpośrednio po skurczu przedsionków, a po skurczu komórek następuje mały przestanek aż do następnego skurczu przedsionków; skurcz przedsionków trwa krócej niż skurcz komórek.

Serce i naczynia wielkie znajdują się wewnątrz klatki piersiowej w przestrzeni, którą ciągle usiłują powiększyć płuca, dążące skutkiem swej sprężystości do wydalenia powietrza wdychanego (zob. rozdz. III); znajdują się one zatem pod ciśnieniem ujemnem, to jest, ściany ich, mianowicie ściany podatniejsze przedsionków i pni żylnych, są rozciągane\*). Przedsionki więc, gdy nie są skurczone, muszą ciągle wysysać krew z żył. Również i komór-

\*) Ponieważ przestrzeń, którą wypełniają płuca w klatce piersiowej, większą jest nawet podczas wdychania od właściwej objętości płuc, a pomiędzy ich zewnętrzną powierzchnią i ścianami klatki piersiowej istnieje prawdziwa próżnia, zatem powietrze zawarte w płucach i dążące do wypełnienia tej próżni musi się rozszerzyć (zwłaszcza, że za pośrednictwem tchawicy, łączy się ono z powietrzem zewnętrznym) i wywierać ciśnienie na ściany pęcherzyków płucnych, musi więc je rozszerzyć aż do wypełnienia całej próżni. Z drugiej zaś strony tkanka płuc posiada znaczną sprężystość, istnieje więc tam ciągła dążność do powrotu do stanu pierwotnego. To jednak nastąpić może wtedy tylko, gdy ciśnienie powietrza wewnątrz i zewnątrz płuc zrównoważy się, t. j. gdy przez otwór sztuczny zrobiony w klatce piersiowej, powietrze dostanie się do jamy opłucnej. Ciśnienie zmniejszone czyli t. z. ujemne w klatce piersiowej, utrzymuje w stanie rozděcia nie tylko płuca lecz i inne przyrządy w klatce piersiowej zawarte, mianowicie główne pnie naczyniowe i serce, t. j. powierzchnia ich (a zatem i ich zawartość) ulega mniejszemu ciśnieniu niż obwodowe rozgałęzienia naczyń, a to dla tego, że płuca skutkiem swej sprężystości dążą ciągle do oddalenia się od ścian klatki i do utworzenia próżni. Z tego powodu musi się krew poruszać od miejsc większego ciśnienia do miejsc mniejszego ciśnienia, t. j. od żył do klatki piersiowej. Owo ujemne ciśnienie, a zatem i wysysanie krwi do serca, staje się jeszcze większe podczas wdychania, gdy przestrzeń w klatce piersiowej jeszcze bardziej się powiększa.

ki będąc w rozkurczu napęlniają się krwią z tej przyczyny; wypełnienie ich ułatwionem jest jeszcze przez czynne ich rozszerzenie się („Selbsteuerung,” BRÜCKE'go, zob. niżej). Podczas krótkiego przestanku pomiędzy ukończeniem się skurczu komórek, a rozpoczęciem skurczu przedsionków, gdy zatem całe serce jest w rozkurczu, tak przedsionki jako też i komórki wypełnione być muszą krwią.

Skurcz przedsionków powstający po każdym przestanku, poczyna się w mięśniowych otworach żył i nasamprzód takowe ścieśnia, a następnie i cały przedsionek. Ciśnienie wskutek tego wywierane na zawartość, musi wydalić większą jej część do komórek wprawdzie już napęlnionych, lecz mogących się jeszcze rozszerzyć, — powrót bowiem do żył jest zatamowany lub utrudniony po części przez zwężenie ich otworów, po części przez bezpośrednie zamknięcie się zastawek (żył wieńcowych, żyły głównej dolnej), a po części przez zastawki żyłne bardziej oddalone, (w przestrzeni żyły głównej górnej). Komórki zatem dopóty napęlniają się krwią, dopóki ciśnienie ich nie przewyższy ciśnienia przedsionków zwolna rozkurczających się przy końcu skurczu. Gdy to nastąpi, wtedy zamykają się zastawki „żyłne“ znajdujące się na granicy komórek i przedsionków (zastawki przedsionkowo komórkowe).

Zastawki te (ze strony prawej zastawka trójdzielna [valvula tricuspidalis] ze strony lewej zastawka dwudzielna [valvula bicuspidalis v. mitralis]), składają się jedna z trzech, druga z dwóch listków błoniastych, które szeroką swoją podstawą przyczepione są do ścian otworu granicznego, a wolnymi brzegami swymi przez włókna ścięgniste przyczepiają się do mięśni brodawkowatych. W stanie spoczynku są zawieszane w komórkach. Gdy zaś w komórkach jest większe ciśnienie niż w przedsionku, natenczas prąd wsteczny popycha je ku górze i rozciąga; że zaś wywrócenie się ich do przedsionka wstrzymują włókna ścięgniste, przeto wewnętrzne ich brzegi zbliżają się do siebie, tak, że powstaje zupełne zamknięcie.

Bezpośrednio po zamknięciu się zastawek żylnych poczyna się skurcz komórek. Zamknięcie się zastawek wzmocnione jeszcze zostaje przez jednoczesne kurczenie się mięśni brodawkowatych \*), a przy skurczeniu się komórek cała ich zawartość zostaje

\*) Mięśnie brodawkowate za pomocą swych strun ścięgnistych przyczepiają się do dwóch sąsiednich zastawek; przy kurczeniu się ich zbliżają one więc zastawki do siebie. Kurczenie się ich zapobiega prócz tego, aby podczas skurczu komórek skutkiem ciśnienia krwi, zastawki nie wywróciły się do przedsionka.  
H.

z wielką siłą wydaloną do tętnic (do aorty i tętnicy płucnej). Skoro tylko skurcz ustaje, natenczas znaczne ciśnienie istniejące w początkach tętnic zamyka zastawki półksiężycowate, tak, że powrót krwi do komórek rozkurczonych jest niemożliwym. Po krótkim przestanku, podczas którego (jak to wyżej wspomniano), komórki wypełniają się krwią z przedsionków już napęlnionych, cała ta czynność na nowo się rozpoczyna skurczem przedsionków.

Zastawki półksiężycowate są to trzy błonki kształtu kieszonek, umieszczone na obwodzie wejścia do tętnic. Podczas wstępowania krwi do tętnic zostają one przyciśnięte do ścian tętnic. Gdy zaś ciśnienie w tętnicach większe jest niż w komórkach, natenczas odwracają się ku dołowi i brzegami zbliżają się do siebie, tworząc gwiazdę trypromienistą; w tem położeniu ściśle zamykają tętnice.

Tętnice wieńcowe, które zaopatrują w krew miąższ serca, powstają z aorty zwykle tak głęboko (w zatoce Valsalvy), że otwory ich przykryte zostają przez zastawki przylegające do ściany; (zupełne jednak zamknięcie zdaje się nigdy nie ma miejsca, albowiem zastawki ściśle nie przylegają do ścian aorty, RÜDINGER). Podczas skurczu komórek wchodzi zatem do nich mało krwi lub wcale nie, podczas rozkurczu zaś napęlniają się mocno pod wysokim ciśnieniem które wtedy istnieje przy początku aorty. Ściany zatem aorty otrzymują swoją krew tętniczą nie podczas skurczu, lecz dopiero w chwili rozkurczu; następstwem tego jest samodzielnne rozszerzanie się komórek, powstające wskutek naprężania się ścian, które to rozszerzenie ułatwia wejście krwi podczas rozkurczu (zob. wyżej). Urządzenie to, niejednokrotnie (zwłaszcza przez HYRTL'A) zaprzeczane, nazwał BRÜCKE „Selbststeuerung“.

Z tego co wyżej o skurczu przedsionków powiedziano, wypada, że prawdopodobnie nigdy wszystka krew z nich wydaloną nie zostaje, i że zawsze musi mieć miejsce nieznaczny powrót wsteczny krwi do żył, który jednak na zewnątrz klatki piersiowej rzadko tylko (jako tętno żyłne) jest widocznym. Znaczenie przedsionków polega na tem, że czynią napęlnienie się komórek niezależnem od ciśnienia istniejącego w układzie żylnym i że przyczyniają się do zamykania zastawek przedsionkowo-komórkowych (LUDWIG \*). Dalej,

\*) Prędkości w czasie ich skurczu wtaczają do komórek ilość krwi przewyższającą tę ilość jaka już jest zawartą w komórkach w czasie ich rozkurczu, tém samém powiększone rozprężę-

w razie braku przedsionków w chwili rozkurczu komórek, nagłe zmniejszenie się ciśnienia rozprzestrzeniłoby się daleko w układzie żylnym; przez to zaś, że zakończenie układu żylnego (przedsionek) w chwili rozkurczu komórki zmniejsza swą objętość, ciśnienie w układzie żylnym pozostaje mniej więcej stale zachowanym. Przedsionki więc regulują krążenie w żyłach.

Kształt serca będącego w rozkurczu (czyli dokładniej: obydwóch komórek), jest w ogóle podobny do ostrokregu ukośnego, którego podstawa (przecięcie poprzeczne przez granicę przedsionkowo-komórkową) jest elipsą. W skutek skurczu (komórek), kształt ten zmienia się w ten sposób, że podstawa zaokrągla się i oś poprzednio ukośna staje się pionową, przez co powstaje ostrokąg prosty. Ta zmiana kształtu połączona jest z obrotem serca około jego osi, a przez właściwe ułożenie serca w klatce piersiowej, wierzchołek jego podniesionym zostaje; to podniesienie się wierzchołka wypycha ścianę klatki piersiowej ku przodowi (LUDWIG). Uderzenie wierzchołka serca o ścianę klatki piersiowej, może także być spowodowane przez t. z. „odskok“, któremu ulega każde ciało ruchome, w kierunku przeciwnym kierunkowi wypływającego zeń płynu (GUTBROD, SKOŁA). Jedno i drugie zastosowane jest do wytłumaczenia uderzenia serca czyli uderzenia wierzchołka, które można wyczuć i widzieć pomiędzy piątym i szóstym żebrzem, nieco na zewnątrz linii pionowej przeprowadzonej przez brodawkę piersiową. Jeżeli uderzenie wierzchołka natrafia na żebro, wtedy widzieć tylko można lekkie wstrząśnienie otaczającej okolicy.

Tak na sercu wyciętem jak i na klatce piersiowej w okolicy serca, słyszeć można, przyłożywszy ucho, lub za pomocą stetoskopu dwa szybko po sobie następujące tony, to jest „tony serca“. Pierwszy (podczas skurczu) jest słumiony, i trwa tak długo, jak skurcz komórek; powstawanie jego przypisują drganiu naprężonych błoniastych zastawek przedsionkowo-komór-

nie komórek spowoduje małe parcie krwi na te powierzchnie zastawek, które zwrócone są ku ścianom komórek i parcie to starczy, ażeby zastawkę dwu — i trójdzielną do siebie zbliżyć, zamknąć je i mięsna ścianę komórek o tyle rozprężyć aby przy początku skurczu już więcej się nie przedłużyła. Każdy bowiem mięsień obciążony jeżeli nie jest rozpięty, przedłuży się przy początku pobudzenia, a dopiero potem zaczyna się kurczyć i podnosić ciężar. To przedłużenie powstaje skutkiem sprężystości mięśnia, w mięśniach czynnych przedłużenie jest znaczniejsze niż w mięśniach nieczynnych. Dla tego też wszystkie mięśnie w ustroju, są zawsze silnie rozpięte pomiędzy punktami przyczepu.

H.

kowych \*). Drugi ton (podczas rozkurczu), następuje bezpośrednio po nim, przypada zatem na początek rozkurczu komórek. Jest on krótszy i jaśniejszy, powstaje z nagłego zamykania się zastawek półksiężycowatych.

#### WYZWOLENIE RUCHÓW SERCA I ICH RYTM. \*\*)

Serce oddzielone od ciała porusza się jeszcze czas niejaki, a u zwierząt zimnokrwistych nawet przez kilka dni. Ruchy więc jego wyzwolone być muszą, przynajmniej w części przez pewne urządzenia, które w samym sercu się znajdują; przypuszczają z największym prawdopodobieństwem, że przyrzędem wyzwalającym ruchy serca są komórki zwojowe (połączone ze sobą), które znajdują się w mięśniach serca, mianowicie w przegrodzie międzyprzedsionkowej i na granicy przedsionków z komórkami (REMAK). Część przynajmniej tych zwojów musi samodzielnie wyzwalać rytmiczne skurczenia serca, również i kolejny przebieg tych skurczów (od przedsionków do komórek) zależy musi od ich ułożenia i połączenia. W sercu będącym w spoczynku, lecz jeszcze pobudzalnym można przez rozmaite bodźce (mechaniczne, chemiczne, elektryczne, ciepło), działające na miąższ serca, wywołać na drodze odruchu jedno lub kilka skurczeń pojedynczych części serca, w oznaczonym porządku następujących; łatwiej daje się to osiągnąć od powierzchni wewnętrznej serca niż od zewnętrznej. Obecność krwi utlenionej w naczyniach włoskowatych serca, zdaje się być koniecznym warunkiem tak dla samodzielnej, jako też i przez odruch pobudzonej czynności zwojów sercowych (LUDWIG, VOLKMANN, GOLTZ).

\*) Ton pierwszy albo wcale nie zależy od drgania zastawek przedsionkowo-komórkowych albo też bardzo mało tylko, gdyż daje się on także słyszeć, po wydaleniu krwi ze serca, lub nawet na sercu zupełnie wyciętym z ciała i trwa podczas całego skurczu. Ton ten prawdopodobnie zależy od samego skurczu mięśnia sercowego, który podobnie jak wszystkie inne mięśnie podczas kurczenia się wydają ton pewnej wysokości; tę wysokość określono dokładnie podług zasad muzyki i obliczono nawet z tego wielkość pracy serca.

H.

\*\*) Stosownem jest przy głównych czynnościach zmiany materji przytoczyć jednocześnie i wpływy nerwowe, chociaż w tym razie używane być muszą pojęcia, które dopiero w trzeciej części objaśnione będą.

Właściwe jednak przyczyny rytmicznej samodzielności są zupełnie nieznanne.

Kawalki mięśni serca nie posiadające zwojów, dają się również pobudzić do kurczenia przez bezpośrednie bodźce, podobnie jak każdy inny kawałek mięśnia. — Nie wszystkie komórki zwojowe serca są w stanie wywołać wyżej opisany ruch serca samodzielny i rytmiczny, jak o tym przekonywają doświadczenia (robione po większej części na sercach żab), za pomocą których można odosobnić pojedyncze grupy zwojów i poznać czynność każdej z nich (BINDER, STANNIUS, HEIDENHAIN, v. BEZOLD i inni). Najważniejsze wypadki z tych doświadczeń otrzymane są następujące: Oddzielenie górnych zwojów przedsionka (w zatoce żyłnej u żaby) przez odjęcie lub podwiązanie, powoduje wstrzymanie ruchów serca (skoro wpływ powietrza usunięty będzie, natenczas dłużej to potrwa, GOLTZ), gdy tymczasem oddzielona zatoka dalej tętni będzie. Jeżeli wtedy przedsionki oddzielone zostaną od komórki, to przedsionki pozostaną w spoczynku a komórka znowu zacznie się poruszać. Z tego powodu odróżniono dwa rodzaje zwojów w sercu: zwojów kierujące ruchem rytmicznym, samodzielnym, (głównie w zatoce żyłnej i w komórkach) i zwoje wstrzymujące ruch (głównie, w przedsionkach). Te ostatnie mają wstrzymywać ruchy rytmiczne komórki zależne od zwojów znajdujących się w komórkach, lecz nie wstrzymują ruchów, zależnych od zwojów zawartych w komórkach i zatokach.

W nowszych czasach próbowano usunąć przypuszczenie co do samodzielności zwojów sercowych, przyjmując, że krew zawierająca tlen działać ma w ścianach sercowych pobudzając na zwoje (GOLTZ), podczas gdy dotąd uważane to było jako warunek pobudzalności zwojów sercowych, tak jak w ogóle wszystkich przyrządów nerwowych (zob. część 3). Zwojami najbardziej pobudzalnymi mają być te, które się znajdują przy otworach żylnych (zatoka w sercu żaby), jeżeli bowiem zostaną pobudzone, natenczas to pobudzenie rozprzestrzeni się ma na zwoje sąsiednie tak samo jak przy ruchach robaczkowych, mechanicznie lub przez połączenie nerwowe. — Rytm pobudzenia w ten sposób objaśnić się daje, że w każdym miejscu wskutek skurczu następującego po pobudzeniu, oddalony zostaje na pewien czas sam bodziec, mianowicie krew. Bodziec normalny najzupełniej zastąpiony być może przez inne, np. przez powietrze, dla tego serce wycięte porusza się dalej na powietrzu. Jeżeli zaś wszelki bodziec oddalony zostanie od całego serca lub też od samej tylko zatoki (np. po wydaleniu wszystkiej krwi przez wyciskanie serca i następne umieszczenie w oleju, zwłaszcza zaś po oddzieleniu zatoki), w takim razie serce pozostaje w spoczynku. Ruch rytmiczny ustaje również, jeśli wstrzymanym będzie (przez podwiązanie) ruch krwi w ścianie serca. Wpływ wstrzymujący nerwu błędnego (zob. niżej) uważany więc jest jako osłabianie pobudzalności w zwojach sercowych, a właściwie w zwojach zatoki.

Na ruchy serca wpływają również i nerwy z zewnątrz do serca dochodzące (ze spletu sercowego), a które pochodzą w części od nerwu błędnego, w części zaś od nerwu sympatycznego. Pobudzenie włókien nerwu błędnego (mechanicznie, che-

micznie lub przez elektryczność) zwałnia częstość skurczów serca, a silne drażnienie wywołać może ustanie ruchów serca w rozkurczu (BUDGE, ED. WEBER). U zwierząt ssących (i ludzi) istnieje takie pobudzenie przez całe życie, i źródło jego znajduje się przy początku nerwu błędnego w rdzeniu przedłużonym, albowiem przecięcie nerwów błędnych przyspiesza odrazu częstość uderzeń serca.

W celu wstrzymania bicia serca, ciągle drażnienie nerwu błędnego niekoniecznie powinno być w formie tępcowej, lecz dostatecznym jest pobudzenie w dość krótkich przerwach (v. BEZOLD); można zatem wyobrazić sobie pobudzenie samodzielne ośrodka nerwu błędnego w rdzeniu przedłużonym jako „rytmiczne“ a nie jako „tępcowe“. — Podczas spoczynku serca spowodowanego przez podrażnienie nerwu błędnego, każde bezpośrednie podrażnienie serca wywołuje miejscowy skurcz. — Nerw błędny, z powodu wpływu jaki wywiera na serce należy do t. z. „nerwów regulujących“ czyli „tamujących“ (zob. rozdz. XI).

Co się tyczy wpływu włókien nerwu sympatycznego na serce, to takowy dotąd bardzo mało jest znanym. U zwierząt ssących (królików), za pośrednictwem części szyjowej nerwu sympatycznego wywołany być ma wpływ przyspieszający na serce; przecięcie tej części zwałnia w większej liczbie wypadków bicia serca, pobudzenie jej dolnego końca przyspiesza je. W tych wypadkach gdzie wpływu tego nie było, uderzenia serca były poprzednio bardzo częste (v. BEZOLD). Ośrodek tego nastroju nerwowego (tonus) wcale nam nie jest znany.

Przecięciowa częstość uderzeń serca jest u płodu największą (184 na minutę), zmniejsza się do 21 roku (72), a na starość znów się nieco powiększa (79 w 80 roku). — Właściwy rytm ruchów serca nadzwyczaj jest zmienny, mianowicie wzruszenia umysłowe mają nań znaczny wpływ (być może za pośrednictwem nerwów błędnych). Z innych wpływów najważniejsze są: Wpływy przyspieszające: podwyższona ciepłota, ruchy mięśni, stanie (również i bierne nie połączone z napięciem mięśni), trawienie po jedzeniu, użycie napojów wysokokowych; — w pływające: zimno, spoczynek, leżenie, post, użycie napojów zawierających wiele kwasu węglanego. Oprócz tego rytm serca szybszy jest u płci żeńskiej i osób niskiego wzrostu, niż

u mężczyzn i osób wysokich. Nakoniec jest jeszcze pewne zбочenie częstości w niektórych porach dnia (niezależnie od przyjmowania pokarmów i od ruchów), które jeszcze niedostatecznie jest stwierdzone.

Znaczna liczba środków lekarskich i trucizn zmieniają częstość bicia serca, w części przez wpływ na rdzeń przedłużony (za pośrednictwem nerwu błędnego) a w części przez bezpośredni wpływ na serce (lub na jego ośrodki sympatyczne).

### Poruszanie się krwi w naczyniach.

#### PRZYCZYNY.

Jeżeli wystawimy sobie, że układ naczyniowy wypełniony krwią usuniętym jest od wszelkiego wpływu poruszającego, w takim razie krew znajduje się wszędzie pod jednakowem ciśnieniem, które nieco jest większe od ciśnienia zależącego od jej ciężaru, co dowodzi, że objętość krwi większą jest niż obszerność normalna układu naczyniowego (BRUNNER). Jeżeli więc w takim układzie nagle ciśnienie zmienione zostanie w dwóch miejscach, wtedy natychmiast musi powstać ruch z miejsca znajdującego się pod większem ciśnieniem, do miejsca będącego pod słabszem ciśnieniem. Takie wyrównanie ciśnienia następuje tem szybciej, im mniejszy jest opór. Podczas wyrównania musi zatem w każdej chwili pozostała jeszcze różnica ciśnienia być tem większą, im większy jest opór. Łatwo także zrozumieć, że przy jednakowych zresztą warunkach szybkość prądu wzrasta w stosunku do różnicy ciśnienia. Następujące siły zmieniają równowagę ciśnienia w układzie naczyniowym i powodują przez to krążenie krwi:

1. Ruch serca. Pierwszy skurek serca (wystawiając sobie układ naczyniowy poprzednio w spoczynku) wydała, krótko przedtem przyjętą z układu żylnego, pewną ilość krwi (zawartość lewej komórki, zob. niżej) do sprężystego układu tętniczego, zatem powiększa ciśnienie w takowym. To powiększone ciśnienie musiałoby się natychmiast przez naczynia włoskowate wyrównać ze zmniejszonym ciśnieniem w układzie żylnym, gdyby nie znajdowało znacznego oporu przez tarcie o ściany delikatnych

gałązek naczyniowych, a szczególnie naczyni włoskowatych \*); opór ten tak dalece opóźnia przejście przez naczynia włoskowate, że następny skurek serca powstaje przed ukończeniem się jeszcze tego wyrównania, znajduje zatem w układzie tętniczym podwyższone ciśnienie. Przy każdym następnym skurczu powtarzają się te same okoliczności; przepelnienie układu tętniczego, a wraz z tem i ciśnienie krwi, skutkiem rozciągania sprężystych ścian tętnic, staje się coraz większem. Powiększająca się różnica ciśnienia musi zarazem coraz szybciej przesuwac krew przez naczynia włoskowate, i różnica ta ciśnienia staje się tak wielką, że w odstępie czasu pomiędzy dwoma skurczami tyle właśnie krwi przesuwa się przez naczynia włoskowate, ile przy każdym skurczu wlewa się do układu tętniczego. Wówczas przy niezmiennych warunkach, ciśnienie nie może już dalej powiększać się i różnica ciśnienia istniejąca pomiędzy układem tętniczym i żylnym musi być stałą; powoduje ona prąd ciągły przez naczynia włoskowate, który tyle właśnie krwi przeprowadza, ile serce rytmicznie wydała do tętnic. Rytmiczne więc przenoszenie krwi z układu żylnego do tętniczego, zamienione zostaje przez naczynia włoskowate na prąd ciągły z układu tętniczego do żylnego.

Zawartość lewej komórki, a zatem ilość krwi wydalonej przez każdy skurek serca, obliczono rozmaitemi sposobami na 150—190 gramów. Główniejsze sposoby są następujące: 1. (LEGALLOIS, COLIN). Odmierza się bezpośrednio zawartość komórki, wypełniając ją przed stężeniem pośmiertnym płynem znanego ciężaru gatunkowego, którego wagę oznacza się przed wypełnieniem i potem; niepodobna przytem naśladować normalnego ciśnienia serca, i z tego powodu wypadki ztąd otrzymane są niedokładne.—2. (VOLRMANN). Oblicza się z szybkości prądu krwi w aortcie i z jej średnicy, jak wielkim jest słup krwi, który serce przesuwa w danym czasie, a zatem wiele serce w danym czasie wydała krwi; posilkując się częstością tętna znaleźć można, że ilość krwi wydalonej przez każdy skurek wynosi około  $\frac{1}{100}$  ciężaru ciała, więc przy 75

\* Ścisłej się wyrażając opór cieczy przepływającej przez jaką rurę, nie polega na tarcia się o ściany, lecz na t. z. „wewnętrznej tarcia”, jeżeli, że ta ciecz podobnie jak woda, lub krew ścianą zwilża. Najpowierzchniejsza warstwa takiej cieczy znajduje się bowiem zupełnie w spoczynku. Wyobrażając sobie całą tę masę rozdzieloną na wiele bardzo cienkich warstw współśrodkowych, wtedy warstwa znajdująca się pod tą nieruchomą, musi się na niej przesuwać i tak dalej każda następna na swą zewnętrzną. Temu przesuwanu, się przeciwdziała opór jako tarcie („tarcie wewnętrzne”), które zużywa część siły poruszającej, to jest zamienia ją na ciepło; każda więc warstwa musi być w swym biegu opóźniona, a mianowicie warstwy zewnętrzne więcej niż wewnętrzne, a warstwa osłowa najmniej, w osi zatem szybkość jest największą. Podobnież w rurach węższych opóźnienie biegu warstwy osłowej musi być większe niż w rurach szerszych.



kilogr. ciężaru ciała = 187,5 gramów.—3. (VIERORDT). Znając szybkość na jakiegokolwiek przestrzeni układu tętniczego, dalej, średnicę téj przestrzeni i wielkość otworu tętniczego lewego, można obliczyć średnią szybkość w tym otworze, a zatem także i ilość krwi w danym czasie wydalonej przez lewą komórkę, albowiem szybkości w dwóch średnicach są w odwrotnym stosunku do wielkości powierzchni przecięcia poprzecznego (zob. niżej).

Ilość krwi wydalonej przez skurcz p r a w é j komórki do układu tętniczego płuc, musi zupełnie być równą ilości krwi wydalonej przez lewą komórkę, dla tego, że przez każdą średnicę układu tętniczego w tym samym czasie jednakowa ilość krwi przepływa i obydwie połowy serca jednocześnie się kurczą.

O ile ciśnienie krwi w układzie tętniczym większem jest niż w układzie żylnym, okazuje się najlepiej z mocnego naprężenia tętnic i wiotkości żył, dalej, z wysokości strumienia krwi, wytryskającego z otworzonych naczyń: przy żyłach strumień rzadko posiada jakąkolwiek wysokość, przy tętnicach zaś wysokość strumienia dochodzi do kilku stóp.

Bezwzględne ciśnienie krwi oznaczyć można łącząc naczynie z manometrem; jako płyn do manometru może być użyta sama krew, której dozwala się wstąpić do rury pionowej i mierzy się wysokość słupa (HALES); daleko stosowniejszem jest użycie zwyyczajnego manometru rtęciowego, zwanego tu „Hematodynamometrem“ (POISEUILLE). Już naprzód wnosić można, że ciśnienie krwi w jednym i tem samym miejscu układu tętniczego (bezwzględnie na zbroczenia wskutek fali tętna, o których zaraz wspomniemy, a zatem tylko ś r e d n i e ciśnienie krwi w pewnym miejscu tętnicy), wzrastać musi: 1. z wypełnieniem układu tętniczego w ogóle, zatem z ilością krwi, 2. z częstością i mocą skurczów serca, albowiem im częściej i im większe ilości krwi serce przelewa z żył do tętnic, tem większą musi być stała różnica ciśnienia w układzie tętniczym i żylnym. — W różnych częściach układu tętniczego, ciśnienie musi być rozmaite. Ponieważ każdy opór opóźnia wyrównanie się różnicy ciśnienia, zatem opór przedstawiony przez każdą część tętnicy, wskutek tarcia o jęj ściany, ma taki sam wpływ na ciśnienie w pojedynczych częściach układu tętniczego, jak opór naczyń włoskowatych na ciśnienie w układzie tętniczym i żylnym. W strumieniu powyżej oporu ciśnienie musi być stale większe niż poniżej. Z tego okazuje się, że w układzie tętniczym w kierunku od lewej komór-

ki do naczyń włoskowatych, ciśnienie krwi ciągle się zmniejsza, że zmniejszenia te najprędzej powstają tam, gdzie opory są największe, a więc przy zwożeniach, i tam, gdzie odchodzą gałęzie od pnia, zwłaszcza pod wielkimi kątami, że zatem ciśnienie w głównych pniach tętniczych, z powodu ich obszerności i małego rozgałęzienia, jest prawie równem ciśnieniu przy początku aorty (bulbus aortae), gdy tymczasem w mniejszych tętnicach i najdelikatniejszych rozgałęzieniach ciśnienie bardzo szybko się zmniejsza. — Nakoniec, z powodu mniejszego oporu naczyń włoskowatych płuc w porównaniu z naczyniami włoskowatymi ciała, różnica ciśnienia pomiędzy tętnicami i żyłami płuc, musi także być mniejszą, ciśnienie zatem w tętnicach płucnych musi być mniejsze niż w tętnicach ciała, albowiem ilości krwi przy każdym skurczu przez serce wydalone do obydwóch tych miejsc są sobie równe.—Ciśnienie krwi w aorcie człowieka obliczone jest na 250<sup>mm</sup> rtęci, w tętnicy ramieniowej bezpośrednio oznaczone zostało na 110—120<sup>mm</sup> (FAIVRE). W tętnicy płucnej ma wynosić  $\frac{1}{3}$  ciśnienia w większych tętnicach ciała (BEUTNER).

Odpowiednio temu, jest także i p r a c a (to jest: iloczyn z masy poruszanej przez wysokość do której podniesioną zostaje, a w niniejszym wypadku wysokość ciśnienia) prawej komórki (3 razy) mniejszą, dla tego też jęj warstwa mięśniowa jest cieńszą niż lewej komórki. Pracę jednego skurczu lewej komórki obliczyć można na 0,525 kgrmtr., przyjmując, że ilość krwi wydalonej wynosi 175 gramów, a ciśnienie w aorcie = 250<sup>mm</sup> rtęci, czyli trzem metrom krwi; zatem praca 24 godzinna (75 skurczów na minutę) wynosić będzie 56700 kgrmtr., (z tego jednak wypada mała część na przedsiónek, albowiem wypróżnianie się komórki odbywa się w części przez siłę sprężystości, z powodu, że komórka podczas rozkurczu rozdętą zostaje przez przedsiónek nad prawidłową objętość). — Cała ta praca, jak już wspomnieliśmy, zamienia się na ciepło wskutek tarcia w naczyniach.

Jednociągły prąd krwi w naczyniach włoskowatych musi być następstwem stałego ciśnienia istniejącego w zakończeniach tętnic bezpośrednio z niemi się łączących. W tych więc zakończeniach podwyższenie ciśnienia odpowiednie każdemu skurczowi prawie nie występuje, w układzie zaś tętniczym w kierunku do serca, znaleźć można w każdym miejscu regularne zbroczenie w ciśnieniu, mianowicie powiększenie się jego przy każdym skurczu i zmniejszenie przy każdym rozkurczu. To zbroczenie ciśnienia, dające się łatwo wykazać w każdej części tętnicy (zob. niżej),

tem jest większe, im bliżej jest serca, największe zatem w początku aorty (i tętnicy płucnej), a najsłabsze i prawie niewidoczne w najdelikatniejszych zakończeniach tętnic; nazwane ono jest *tętnem* (puls). Nie występuje jednocześnie w całym układzie tętniczym, lecz każda zmiana jego (np. najwyższa) objawia się w tętnicach bardziej od serca oddalonych później niż w bliżej położonych, to jest, zboczenie to ciśnienia przebiega w kształcie fali przez tętnice od serca do naczyń włoskowatych, zmniejszając się ciągle. Krew bowiem wydalona przez każdy skurcz serca do początku układu tętniczego, musi nasamprzód w nim powiększyć ciśnienie; w następnej chwili jednak ta część tętnicy zbyt rozszerzona, usiłuje wskutek sprężystości uwolnić się od nadmiaru; powrót krwi zatamowany jest przez zamknięcie się zastawek półksiężycowych, nadmiar zatem zostaje naprzód popchnięty i jak w każdej rurce sprężystej, miejsce rozszerzone przesuwając się szybko musi w kierunku do naczyń włoskowatych jako *wypuklenie fali*. Gdyby układ tętniczy był ślepo zakończony, wtedy oczywiście musiałaby fala w niezmięnionej wielkości przechodzić aż do końca i ztąd odbita powracać. Ponieważ jednak wskutek ciągłego odpływu do naczyń włoskowatych, nadmiar krwi przy skurczu w układzie tętniczym ciągle się zmniejsza, i jak to wyżej wykazano, aż do następnego skurczu zupełnie zniknąć musi, dla tego też wielkość fali podczas jej przebiegu coraz bardziej się zmniejsza a w końcu = 0.—W niektórych jednak razach fala przechodzi do naczyń włoskowatych, a nawet i do żył, to jest innemi słowy: w niektórych wypadkach powyżej podany obraz niezupełnie ma miejsce, prąd krwi przez naczynia włoskowate nie jest jednociągłym, lecz rytm serca i tu okazuje się;—zdarza się to w tym razie, gdy wskutek nagłego rozszerzenia się, tętnica mniejszy przedstawia opór, tak, że dotychczasowa równowaga pomiędzy oporem a różnicą ciśnienia układu tętniczego i żylnego zostanie miejscowo zniesioną, np. po przecięciu nerwu zewężającego tętnicę (BERNARD).

Szybkość rozprzestrzeniania się fali (odróżnić to należy od szybkości prądu krwi, o czem później wspomniemy), daje się obliczyć za pomocą zegaru, porównywając czas przejścia fali przez

pewną oddaloną tętnicę z czasem skurczu serca lub z czasem uderzenia tętna w tętnicy blisko serca się znajdującą. Wynosi ona 34,5 stóp na sekundę (E. H. WEBER).

Powiększenie się ciśnienia krwi i rozszerzenie się światła (dające się widzieć i wyczuć), występujące w każdej tętnicy podczas przejścia przez nią fali krwi, służą razem do dokładniejszego badania tętna. Pierwsze powoduje w manometrze połączonym z tętnicą, regularne podnoszenie i opadanie rtęci. Dla uwydatnienia tego, umieszcza się na rtęci w otwartym ramieniu manometru pływacz połączony z pędzelkiem, który nakreśla fale na walcu obracającym się jednostajnie (za pomocą przyrządu zegarowego) na około osi pionowej, (K y m o g r a f i o n LUDWIG'A). Podnoszenie się i opadanie rtęci nakreśla linie krzywe, faliste. Linie te nie wykazują jeszcze dokładnie czasowego przebiegu zboczeń ciśnienia, z tego powodu, że rtęć skutkiem swego ciężaru sama zaczyna bujać; bujanie to wprawdzie jednakowo trwa ze zboczeniem ciśnienia, lecz przebieg jest różny. Do zbadania *przebiegu* zboczeń ciśnienia, służy rozszerzenie tętnicy; badanie uskutecznia się za pomocą S f y g m o g r a f u dającego się i u człowieka zastosować: umieszcza się na tętnicy blaszkę, która odpowiednio do rozszerzenia się i zewężenia tętnicy porusza drążek, a ten za pomocą pędzelka nakreśla fale na walcu obracającym się (VIERORDT), lub na tabliczce przesuwającej się (MAREY). Przyrząd MAREY'A daje bardzo dokładne wypadki, z tego powodu, że w nim właśnie bujanie drążka usunięte jest przez niezwykle zmniejszenie jego ciężaru i przez powiększenie oporów (za pomocą sprężyn utrudniających ruch).

W miejscu rozdzielenia się aorty pewna część fali zostaje odbita, tak, że w tętnicach górnej części ciała tętno jest w prawidłowym stanie dwubitne (pulsus dicrotus). To drugie tętno wykazać się daje tylko za pomocą bardzo delikatnych przyrządów, np. za pomocą sfigmografu MAREY'A, jako mała fala umieszczona na części zstępującej właściwej fali.

O zboczeniach ciśnienia w tętnicach, zależących od oddychania zob. niżej.

Ciśnienie krwi w naczyniach włoskowatych nie daje się zmierzyć, można jednak sądzić o zmianach jego z obszerności tych naczyń i z ilości przesączenia (rozd. IV). Z powyższego obrazu wypadałoby, że co do czasu ciśnienie musi tam być stałe, z wyjątkiem wypadku powyżej przytoczonego, gdzie fale krwi rozprzestrzeniają się i do naczyń włoskowatych. Każde zmniejszenie oporu w naczyniach doprowadzających i powiększenie jego w naczyniach odprowadzających musi powiększyć to ciśnienie. Oprócz tego powiększa się ono i zmniejsza wraz z ogólnem ciśnieniem krwi.

W żyłach ciśnienie krwi (dające się oznaczyć za pomocą manometru) nadzwyczaj jest zmienne, w wielkich pniach żylnych jest ujemne, a ku obwodowi powiększa się. Ponieważ każde rytmiczne wydalenie krwi do tętnic wywołuje zawsze falę wypuk-

łą, zatem musiałyby rytmiczne opróżnienie układu żylnego zawsze powodować falę w kłęśłą przebiegającą w kierunku do naczyń włoskowatych, gdyby temu nie przeszkadzały przedstonki. O zboczeniach ciśnienia zależących od oddychania zob. niżej.

2. **Wsysanie przez klatkę piersiową** (zob. rozdział III \*)). Serce i wielkie pnie naczyniowe znajdują się pod ciśnieniem ujemnem wskutek sprężystości płuc dążących do wydalania powietrza wdychanego, ściany więc tamtych przyrzędów są z tej przyczyny rozciągane; dla tego też są one bardziej krwią wypełnione, niżby to miało miejsce pod innymi warunkami. Odnosi się to mianowicie do części podatniejszych, zatem do pni żylnych i do przedstonków. Wsysanie zatem przez klatkę piersiową powoduje, jak to już przy sercu wspomniano, że ilość krwi przybywającej do serca z pni żylnych do niego się otwierających, natychmiast znowu zastąpioną zostaje przez napływ nowej krwi z żył znajdujących się na zewnątrz klatki piersiowej. — Każde wdychanie, z powodu mocniejszego jeszcze rozdęcia sprężystych płuc, powiększa to ciśnienie ujemne, i dla tego wywiera na całą ilość krwi wessanie do klatki piersiowej; wessanie to odnosi się głównie do układu żylnego. W tętnicach wywołuje ono tylko małe zmniejszenie się ciśnienia krwi, krew żylną zaś silnie przyciąga do serca. — Zwyczajne wdychanie usuwa tylko powiększone przez wdychanie ciśnienie ujemne; przeciwnie zaś silne wydychanie, spowodowane siłą mięśni, zwłaszcza gdy przez zamknięcie szpary głosowej (np. przy kaszlu) powietrze nie może być wydalane, musi zamienić ciśnienie ujemne w klatce piersiowej na ciśnienie dodatnie, a zatem musi naciskać serce i naczynia (zwłaszcza żyły) i w ten sposób spowodować w żyłach znaczny zastój, a w tętnicach mniej znaczne podwyższenie ciśnienia.

Z tego względu koniec ośrodkowy przeciętej żyły wsysa powietrze przy wdychaniu; przeciwnie zaś przy silnem wydychaniu, zwłaszcza zaś przy kaszlu, żyły znacznie obrzmiewają.

\*) Zob. przypisek na str. 57.

Zamknąwszy szparę głosową po głębokiem wdychaniu i robiąc usiłowanie do silnego wydychania, wtedy ciśnienie dodatne w klatce piersiowej staje się tak silnem, że pnie żyłne zostają prawie zamknięte, coraz mniej krwi do serca przyplywa, a w końcu krążenie zupełnie ustaje (Ed. WEBER). — Wpływ stosunków klatki piersiowej na tętnice okazuje się również przez regularne zboczenia ciśnienia krwi (powiększenie przy wydychaniu, zmniejszenie przy wdychaniu), które jednak nie są jednoczesne z ruchami serca lecz z ruchami oddychania i dla tego są mniej więcej 4 razy wolniejsze niż tętno.

Z tego powodu fale linii krzywych nakreślonych przez kymografion przedstawają się jakby były osadzone na drugim szeregu fal (oddechowych). Przeszkadzając rozprzestrzenieniu się fal tętna do manometru, przez zwężenie jego przy początku (SECZENOW), otrzymujemy same tylko fale oddechowe.

3. **Nacisk chwilowy żył przez mięśnie przylegające.** Każdy taki nacisk żyły musi wyciskać wartość jej w kierunku do serca, albowiem droga w kierunku przeciwnym zatamowaną jest przez zamykające się zastawki żył.

Krążenie krwi w żyłach odbywa się zatem w ten sposób: Gdy krew przepływa układ naczyń włoskowatych, wtedy szybkość jej podług powyższego obrazu jest = 0, gdyż ciśnienie w układzie tętniczym wystarcza tylko do przesuwania danej ilości krwi (np. 175 grm. w  $\frac{2}{15}$  minuty) przez opór naczyń włoskowatych. Siła serca, która przez opór zupełnie zostaje zużyta (zamieniona na ciepło), nie wpływa już na krew żylną\*). Głównie zaś działają tu następujące siły: 1. Ciężkość, ta siła działać może w sposób popychający tylko na żyły zstępujące (np. na żyły głowy podczas stania), w żyłach zaś wstępujących tamuje ona bieg krwi, tak np. żyły nogi musiałyby pod ciśnieniem wysokiego ich słupa krwi niezmiernie być rozdęte i naprężone, a opór byłby tak wielki, że krążenie krwi w dolnej kończynie musiałoby ustać. Dla tego też nadzwyczaj ważnemi dla krążenia żylnego są inne warunki, mianowicie: 2. **Wsysanie przez klatkę piersiową** i 3. **ruchy mięśni ciała.** — W każdym jednak razie okazuje się z tego, że krążenie żyłne bardzo nieregularnie się odbywa.

Bieg krwi w naczyniach włoskowatych, który może być badany pod drobnowidzem na częściach przejrzystych, (np. na błonie nóg i na krez-

\*) Nie daje się to jednak z zupełną ścisłością zastosować; właściwe stosunki są bardziej złożone niż obraz (WEBER'A) tu podany, tak, że ciśnienie w tętnicach miejscowo nieraz przewyższa podaną tu miarę, a krew dochodzi do żył z wyraźną jeszcze szybkością i często pod tak wysokiem ciśnieniem, że z żył naciętych wytryska. Dla tego też pomiędzy siłami, które powodują krążenie krwi w żyłach, przytaczają zwykle pewną „pozostałość siły popychającej, działającej z układu tętniczego“ („Vis a tergo“ i t. p.).

kach żaby), zmienia często swój kierunek w gałązkach tej delikatnej siatki. Przedstawia się tu sposobność przekonania się, na przesuwających się ciałkach krwi, o wspomnioną już powyżej nierówną szybkość rozmaitych warstw. Te bowiem które w osi naczyń się znajdują mają szybkość największą, te zaś które znajdują się przy ścianie i pomiędzy którymi są również lżejsze ciałka bezbarwne, mają szybkość daleko mniejszą. W najdelikatniejszych naczyniach włoskowatych, przez które przesuwac się może tylko pojedynczy szereg czerwonych ciałek, widzieć można rozmaicie się zmieniający kształt ich odpowiednio do obszerności naczyń; rozciągają się one wzdłuż i zginają się w miejscach rozdzielenia się naczyń, a następnie wracają znowu do prawidłowego swego kształtu.

### SZYBKÓŚĆ RUCHU KRWI.

Przy każdym ruchu cieczy przez układ rur, musi w danym czasie przez każdą część tego układu, posiadającą jednakową powierzchnię przecięcia poprzecznego, przebiec jednakowa ilość cieczy. Skoro warunek ten, z powodu jakiegokolwiek przeszkody, nie będzie wypełniony, a układ rur jest rozciągalny, wtedy średnice rur przed oporem muszą się odpowiednio powiększyć, zatem musi powstać zastój. Tak też np. opór naczyń włoskowatych powoduje ciągle zastój (powiększenie średnicy) w układzie tętniczym. Gdy więc krążenie nie doznaje żadnej przeszkody, musi w danym czasie przez każdą część układu naczyniowego, posiadającą jednakową powierzchnię przecięcia poprzecznego, przebiec jednakowa ilość krwi. Z tego wypada również, że szybkość prądu w rurach rozmaitej średnicy jest odwrotnie proporcjonalną do wielkości powierzchni przecięcia poprzecznego; jest ona zatem największą w początku aorty i tętnicy płucnej, najmniejszą (około 400 razy mniejszą niż w aorcie) w naczyniach włoskowatych. Podobnie zachowują się szybkości względem przecięcia poprzecznego pojedynczej części naczyń, rozgałęzionej lub nie; w naczyniu jednostajnie szerokim i nierozgałęzionem szybkość jest wszędzie jednakowa.

Jaka zaś ilość krwi w danym czasie przebiega przez pewną powierzchnię przecięcia poprzecznego układu naczyniowego, to zależy oczywiście od liczby i mocy ruchów serca. Oznaczywszy liczbę skurczów serca w danym czasie przez  $n$ , ilość krwi ko-

mórki przez  $a$ , wtedy przez pewne przecięcie poprzeczne w danym czasie przepływająca ilość krwi  $m = n \cdot a$ , to jest obliczysz u człowieka wypada około 218 gramów na sekundę.

Jaka jest szybkość krwi w pojedynczych naczyniach, należących do pewnej wspólnej powierzchni poprzecznego przecięcia układu, to zależy musi głównie od oporów w nich istniejących; zatem szybkość będzie mniejszą w tych naczyniach, które przedstawiają więcej oporu, to jest w naczyniach węższych, zagiętych i pod większymi kątami rozgałęziających się. Że szybkość w rozmaitych warstwach jednego naczyń nadzwyczaj jest różną to wyżej już wykazaniem zostało.

Prawidłowe zбочzenia szybkości co do czasu, o ile poprzednio przytoczony obraz jednociągłego krążenia niezupełnie jest rzeczywistym, istnieją więc tylko w tętnicach skutkiem fali tętna, a w naczyniach włoskowatych i w żyłach wtenczas, gdy wyjątkowo fala tętna tam przechodzi. Że przejście fali przez każde miejsce tętnicy chwilowo wywołać musi przyspieszenie szybkości, okazuje się już z poprzedniego rozumowania; albowiem wypuklenie fali powiększa miejscowo ciśnienie, gdy tymczasem w dalszej przestrzeni ciśnienie to zachowuje jeszcze swą wysokość jaką posiadało podczas rozkurezu serca; szybkość zaś wzrasta z wielkością różnicy ciśnienia. — W naczyniach włoskowatych i w żyłach, z wyjątkiem rozprzestrzeniania się tam tętna, szybkość ze względu na czas musiałaby być stałą, gdyby rozmaite wpływy, zwłaszcza w żyłach, nie wywoływały znacznych zбочzeń. Często w pewnej części żyły prąd krwi zostaje zupełnie wstrzymanym, co jednak może mieć miejsce bez szkody, albowiem większa część naczyń włoskowatych posiada odpływ krwi przez kilka żył jednakowo przebiegających, tak, że opóźnienie lub wstrzymanie prądu w jednej, powoduje przyspieszenie odpływu przez inne.

Do zmierzenia szybkości prądu w tętnicach służą następujące przyrządy: 1. Hemodromometr VOLKMANN'A; jest to rura szklana oznaczonej długości, wypełniona wodą i dająca się połączyć dowolnie z tętnicą; za pomocą zegaru oblicza się czas potrzebny do przejścia krwi przez tę rurę, zatem do wydalenia zawartej w niej wody. 2. Tachometr (przez VIERORDT'A używany); jest to skrzyneczka dająca się połączyć z tętnicą i opatrzona małym lekkim wachadłem, połączonem na zewnątrz ze wskazówką poruszającą się

na łuku z podziałką; nachylenie się wachadła jest w stosunku do szybkości prądu poruszającego to wachadło. (Podobny przyrząd prostszy, lecz mniej dokładny podany został przez CHAUVEAU'A). 3. Oznacza się ilość krwi wypływającej w danym czasie z otworzonej tętnicy, utrzymując ciśnienie stałe przez uregulowanie wielkości otworu (VIERORDT). — U człowieka obliczeń takich nie robiono. (W tętnicy szyjowej psa szybkość wynosi 200 do 300<sup>m</sup> na sekundę). — Szybkość w naczyniach włoskowatych oznacza się u zwierząt przez bezpośrednie drobnowidzowe mierzenie drogi, jaką przebiega ciałko krwi w danym czasie (E. H. WEBER); u człowieka przez badanie na samym sobie ruchów ciałek krwi, które widzieć się dają w głębi oka w naczyniach siatkówki (LUDWIG); tym sposobem znalazł VIERORDT na sobie = 0,6 — 0,9<sup>mm</sup> na sekundę (zob. rozdz. XII). — Szybkość w żyłach jest zbyt nieregularną aby mogła być obliczona.

W celu obliczenia czasu potrzebnego przez cząstkę krwi, do przebieżenia pewnej przestrzeni układu naczyniowego lub całego krążenia, nastrzykuje się do naczynia jakąkolwiek sól łatwo dającą się wysledzić (żelazo cyanek potassu) i oznacza się czas, kiedy sól ta wykaże się dając (przez półtorochlorek żelaza) we krwi upuszczanej z innego miejsca w krótkich odstępach czasu (HERRING); nie wiadomo jednak w tym razie, którą z pomiędzy wielu dróg ten roztwór soli przechodził; w wielu razach spodziewać się należy, że ślady roztworu soli najpierw wykaże się dające, przybyły do tego miejsca drogą najkrótszą.

#### ROZDZIELENIE KRWI W CIELE.

Ilość krwi, którą pewna część ciała otrzymuje w danym czasie, zależy: 1. od liczby i obszerności tętnic doprowadzających, 2. od szybkości prądu. Ta ostatnia, wedle powyższego rozumowania, zależną jest od wielu okoliczności, szczególnie zaś od mniejszego lub większego oddalenia od serca, od liczby przebytych rozgałęzień, kąta rozdzielania się gałęzi, i t. d.

Obszerność tętnic, bez względu na rozszerzenie się ich skutkiem sprężystości, różną jest stosownie do stanu skurczenia włókien mięśniowych gładkich, zawartych w ich ścianach. Stan ten zależnym jest znowu od wielu okoliczności: skurczenie to powiększa się bezpośrednio od zimna, od ciepła zaś zmniejsza się; szczególnie jednak zawisło od pobudzenia nerwów „naczynioruchowych,” pod wpływem których znajdują się mięśnie naczyń. Większa część tych nerwów jest w stanie ciągłego („tonicznego”) pobudzenia, tak, że przecięcie ich powoduje rozkurczenie mięśni naczyń, rozszerzenie tętnicy, silniejszy dopływ krwi do odpowied-

niego przyrządu, a skutkiem tego czerwonosć, podwyższoną ciepłotę i powiększone przesiąkanie przez naczynia włoskowate. Dopływ krwi tak dalece może się powiększyć, że krew jasno czerwona przechodzi do żył, a nawet fale tętna rozprzestrzeniają się aż do żył (BERNARD). Przeciwnie drażnienie końca obwodowego nerwu naczyniowego, zwęża tętnicę i wstrzymuje dopływ krwi nawet zupełnie, przyczem odpowiednia część ciała staje się bladą, chłodną i mniej części składowych krwi przesiąka (płynu mięszowego, wydzielin, zob. rozdz. IV).

Najbardziej znanym przykładem wpływu nerwów na krążenie krwi, jest wystąpienie rumieńców przy wzruszeniach umysłowych. — Nerwy naczynioruchowe przebiegają w części w rdzeniu, a w części w układzie sympatycznym, np. dla skóry głowy, łącznicy oka, gruczołów ślinnych znajdują się one w części szyjowej nerwu sympatycznego (BERNARD), a dla dolnych kończyn umieszczone są w przednich korzeniach nerwów rdzeniowych (PFLÜGER), z którymi jednak się łączą dopiero wraz z gałęziami łącznymi (rami communicantes) nerwu sympatycznego (BERNARD). Co do przyrządów ośrodkowych nerwów naczynioruchowych nic pewnego jeszcze nie wiemy, szczegóły tego podane będą przy fizjologii nerwów. — Przypuszczają także (BERNARD, SCHIFF) istnienie nerwów rozszerzających naczynia, lecz to nie jest dowiedzionem i wpływ ich jeszcze niepojęty.

Niektóre zwierzęta kręgowce, zwłaszcza ryby mają w przebiegu układu naczyniowego serca dodatkowe (zgrubienia mięśni naczyniowych, kurczące się rytmicznie), tak w układzie tętniczym (w opuszcze aorty, tętnicy pachowej i t. d.), jak również w układzie żylnym (serce ogonowe u węgorza). Na tętnicach usznych królika i na żyłach błony skrzydeł nietoperza widać powolne rytmiczne tętnienie (niezależne od rytmu serca), na zwyczajnych mięśniach naczyniowych, bez zgrubienia dającego się anatomicznie wykazać. Znaczenia tego jeszcze nie wyjaśniono.

## ROZDZIAŁ TRZECI.

### Przychód i rozchód gazów krwi. Oddychanie.

Pod wyrazem: oddychanie (respiratio), rozumiemy tę część zmiany materji, w której biorą udział substancje gazowe, a zatem właściwie doprowadzenie tlenu do części składowych ciała i oddalenie gazowych wyrobów utlenienia, szczególnie zaś kwasu węglanego. Czynności te, podobnie jak cała wymiana materji ze światem zewnętrznym, odbywają się za pośrednictwem krwi, która jest w ścisłym związku z jedną stroną z otaczającym środowiskiem w którym zwierzęta żyją (powietrze lub woda), odbierając od niego tlen, a oddając kwas węglany, („oddychanie zewnętrzne“), — a z drugiej strony z tkankami ciała, którym oddaje tlen, a odbiera kwas węglany, („oddychanie wewnętrzne“). Oddychanie zewnętrzne, czyli właściwe oddychanie, ma miejsce wszędzie, gdzie krew jest w bliższym zetknięciu z otaczającym środowiskiem, w celu ułatwienia wymiany gazów, głównie zaś odbywa się w „przrządach oddechowych“ do tego przeznaczonych.

Powietrze jest mieszaniną  $\frac{2}{5}$  (0,208) objętości tlenu i  $\frac{4}{5}$  (0,792) objętości azotu, bardzo małej ilości (0,0003—0,0005) kwasu węglanego i bardzo

zmiennej ilości pary wodnej (która zależy od ciepłoty). Mieszanina ta znajduje się pod ciśnieniem 760<sup>mm</sup> rtęci. — Woda służąca do oddychania dla wielu ustrojów, oprócz małej ilości kwasu węglanego i azotu zawiera przy 15°C i pod ciśnieniem 760<sup>mm</sup> rtęci najwyżej  $\frac{1}{12}$  (0,084) objętości tlenu rozpuszczonego. Zwierzęta zatem w wodzie żyjące potrzebują mniej tlenu.

## I. WŁAŚCIWE PRZYZRZĄDY ODDECHOWE.

U zwierząt na najniższym stopniu organizacyi stojących i mających bardzo małą objętość ciała, dostatecznym jest samo tylko zwilgoenie ich powierzchni środkiem do oddychania służącym czyli wodą, aby podtrzymywać wymianę gazów przez przesiąkanie. U zwierząt bardziej rozwiniętych i posiadających większą objętość, musi istnieć większa powierzchnia dla wymiany pomiędzy płynami ciała i środowiskiem otaczającym. U zwierząt nie posiadających weale układu krwionośnego, lub gdzie takowy niepełnie jest rozwinięty, środek do oddychania służący musi być wprowadzony do ciała i tam rozprzestrzeniony, aby wszędzie jednakowo mógł się stykać z płynami ciała; przy dobrze rozwiniętym układzie krwionośnym, może krew być doprowadzona do jednego przyrządu posiadającego znaczną powierzchnię, gdzie napotyka środek służący do oddychania i tam na znacznej przestrzeni wymiana gazów następuje. Pierwsze ma miejsce za pośrednictwem układu rur rozgałęzionych, przebiegających przez całe ciało, mianowicie układ naczyń wodnych u promieniaków i robaków, a kanały powietrzno-światłowe czyli tchawice u stawowatych; drugie zaś, przy oddychaniu w wodzie, odbywa się za pośrednictwem wypukleń powierzchni ciała, do czego służą skrzelu u mięczaków, raków, ryb i kijanek — oddychanie zaś powietrzem odbywa się za pomocą przyrządów w pukołnych, jakimi są płuca u gadów, ptaków, zwierząt ssących i człowieka. Nakoniec jako szczególny środek do oddychania dla płodu u zwierząt ssących i człowieka, uważać należy krew matki zawierającą znaczną ilość tlenu. Zetknięcie się krwi płodu ze środowiskiem do oddychania służącym, czyli zetknięcie się obydwóch rodzajów krwi, jak wiadomo, odbywa się w łożysku (placenta uterina et foetalis), w którym wymiana gazów odbywa się przez ściany naczyń włoskowatych.

Przrządy oddechowe człowieka, to jest płuca, stanowią dwa worki sprężyste, posiadające układ rur rozgałęzionych, zakończonych woreczkami (infundibula), powierzchnia każdego woreczka powiększoną jeszcze jest przez liczne wypuklenia jego ścian (pęcherzyki — alveola). Wewnętrzna przestrzeń płuc jest w związku z powietrzem zewnętrznym za pośrednictwem tchawicy, krtań, gardzieli i jam nosowych lub jamy ustnej. Płuca po wyjęciu z klatki piersiowej mało powietrza zawierają, są one skutkiem swęj sprężystości ściągnięte; u płodu przed pierwszym odetchnieniem, ściany przewodów i pęcherzyków również skutkiem sprężystości

stykają się z sobą (atelectasis). W ciele znajdują się płuca w przestrzeni otoczonej ścianami stałymi, znacznej objętości (klatka piersiowa) i w ten sposób tam są umieszczone, że pomiędzy ich powierzchnią zewnętrzną a wewnętrzną powierzchnią ścian tej przestrzeni (czyli ściślej: pomiędzy oplucną trzewową, a oplucną ścienną), nie ma powietrza i takowe wnikać tam nie może. Ciśnienie powietrza wprowadzonego do płuc musi więc pomimo przeciwdziałania ich sprężystości, rozszerzyć je, tak, że płuca wszędzie przylegać muszą bezpośrednio do klatki piersiowej, są one zatem podczas życia zawsze wypełnione powietrzem. Skoro jednak przez jakiś otwór powietrze dostanie się do przestrzeni pomiędzy płucami i ścianą klatki piersiowej, wtedy płuca skutkiem swjej sprężystości zapadają się i wracają do swjej naturalnej objętości.

Z tych stosunków wnosić należy, że: 1. Wszystkie części podatne ściany klatki piersiowej, zatem części miękkie odstępów międzyżebrowych i przepona, skutkiem sprężystości płuc wpuklają się do jamy klatki piersiowej; albowiem z zewnątrz działa na nie ciśnienie powietrza, z wewnątrz zaś ciśnienie powietrza zmniejszone przez sprężystość płuc. 2. Wszystkie przyrządy które znajdują się w klatce piersiowej na zewnątrz płuc, jeżeli dają się rozciągać zostają rozciągnięte (znajdują się pod ciśnieniem ujemnem). Serce i pnie naczyniowe mogą być rozciągnięte dla tego, że mogą się wypełniać (krwią) od zewnątrz. Te przyrządy zatem, zwłaszcza podatniejsze części posiadające cienkie ściany, jak przedsiönki i pnie żylne, wypełniają się krwią więcej, niżby były w stanie wypełnić się odpowiednio do swjej objętości naturalnej. O skutkach tych warunków wspomniano już przy opisie ruchów serca i krążenia, i następnie jeszcze o nich nadmienimy.

Sprężystość usiłująca płuca rozdeć do objętości klatki piersiowej będącej w spoczynku przywrócić do ich naturalnej objętości, zatem ciśnienie ujemne w klatce piersiowej będącej w spoczynku, oznaczonem być może za pomocą manometru, przez wprowadzenie go u trupa do przeciętej tchawicy i następne otworenie klatki piersiowej; sprężystość ta wynosi około 6<sup>mm</sup> rtęci (DONNERS). — Sprężystość rozdećtych płuc może być wzmocnioną jeszcze przez kurczenie się włókien mięsnych gładkich, otaczających oskrzela. To kurczenie się musi zwaćć oskrzela i zarazem powiększać ciśnienie ujemne w klatce piersiowej. Jednakowoż zupełnie nam nie jest znanem ani powstawanie jego, ani wpływ nerwowy.

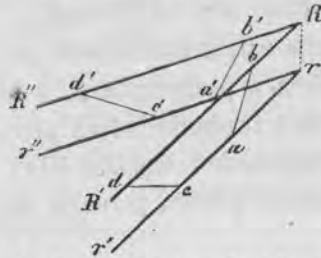
#### RUCHY ODDECHOWE.

Powietrze zawarte w pęcherzykach płucnych wymienia się z gazami krwi, krążącją w naczyniach włoskowatych otaczających

te pęcherzyki. Wymiana ta gazów, którą później bliżej rozbiemy, polega na utracie tlenu z powietrza zawartego w pęcherzykach i przyjęciu natomiast kwasu węglanego, skutkiem czego powietrze to wkrótce staje się niezdolnem do dalszej wymiany gazów. Wszelako może nastąpić warstwowa wymiana gazów pomiędzy powietrzem pęcherzyków i powietrzem zdajdującem się po nad niemi, która w końcu dosięgnie do powietrza zewnętrznego, ale wymiana ta odbywa się zbyt wolno, aby mogła podtrzymywać wymianę gazów krwi. Koniecznie zatem potrzebnem jest częste odmienianie mechaniczne powietrza w pęcherzykach, a to odbywa się przez regularne rozszerzanie i zwężanie całych płuc. Uskutecznia się to przez rytmiczne rozszerzanie i zwężanie klatki piersiowej (wdychanie i wydychanie) z którą poruszać się także muszą i płuca.

Rozszerzanie klatki piersiowej, czyli w d y c h a n i e, odbywa się za pośrednictwem mięśni. Mięśnie w stanie prawidłowym czynne przy wdychaniu są następujące: przepona, dźwi g a c z e k l a t k i (mm. scaleni), międzyżebrowe, mianowicie z e w n ę t r z n e. Przy głębokim wdychaniu następującem dowolnie, lub przy usiłowaniu wdychania powstającym wskutek jakiejś przeszkody, są jeszcze czynne i inne mięśnie t. z. „dodatkowe“, mianowicie mięśnie zębate tylne (mm. serrati postici) i mięśnie unoszące żebra (mm. levatores costarum), a przy znacznym braku powietrza, mięśnie mostko-obończyko-sutkowe (mm. sternocleidomastoidei), mięśnie piersiowe, (mm. pectorales), zębate przednie (mm. serrati antici) i t. d.—Przepona głównie powoduje rozszerzenie przestrzeni klatki piersiowej a mianowicie przez spłaszczenie się przy swém kurczeniu, zwłaszcza w częściach mięśniowych i przez oddalenie się jej brzegów, stykających się w stanie spoczynku ze ścianą klatki piersiowej. Inne mięśnie działają prawie wszystkie na żebra; przebieg ich jest w ogóle od tyłu ku przodowi i od góry ku dołowi, górnym swym końcem przymocowane są do kręgosłupa lub też (mięśnie: piersiowe i zębate przednie) do ustalonych części górnej kończyny, dla tego pociągają one żebra na zewnątrz i do góry, skutkiem czego klatka piersiowa zostaje rozszerzona.

Żebra z powodu obydwóch ich stawów znajdujących się przy trzonach kręgow i przy wyrostkach poprzecznych, obracać się mogą na około osi pochylonej. Każdy obrót na około tej osi ku górze powoduje, że powierzchnia pochyla przedstawiona przez każdy łuk żebrowy, staje się więcej pozioma, skutkiem czego rozszerza wymiar poprzeczny klatki piersiowej \*). Jednakowoż obrót żeber na około ich osi, ograniczony jest do nadzwyczaj małej przestrzeni, a to z powodu chrząstek sprężystych, wprawdzie dość podatnych, za pośrednictwem których żebra połączone są z mostkiem. Przy każdym więc podniesieniu żeber oprócz podniesienia mostka powstaje również nieznaczny obrót chrząstek na około ich osi podłużnej. Czynność więc mięśni unoszących



żebra łatwo daje się pojąć.—Jak dalece uważać należy mięśnie międzyżebrowe jako unoszące żebra, okazuje się z tego przykładu (HAMBERGER): Wyobrażając sobie na figurze, że linie RR' i rr' stanowią tylne części (ku przodowi zstępujące) dwóch sąsiednich żeber w stanie spoczynku, a linie RR'' i rr'' przedstawiają te części podczas wdychania, dalej, że linia a b oznacza włókno mięśni międzyżebrowych zewnętrznych,

c d włókno mięśni międzyżebrowych wewnętrznych, to oczywiście jest rzeczą, że odstęp a b przy podniesieniu (a' b'), c d zaś przy obniżeniu musi być najmniejszym \*\*). Z tego wypada, że naodwrot skrócenie a b podniesie obydwie żebra, skrócenie zaś c d obniży je. Zupełnie przeciwnie zachowują się kierunki włókien na przednich częściach żeber (pomiędzy kątem żeber i mostkiem). Tu mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne działają przy wdychaniu, zewnętrzne zaś przy wydechaniu. Przy wdychaniu działają więc mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne i wewnętrzne, pierwsze przy częściach kostnych, drugie przy chrząstkowych częściach żeber. W ogóle więc mięśnie międzyżebrowe uważane być winny jako mięśnie czynne przy wdychaniu.

Podczas gdy mięśnie unoszące żebra powiększają klatkę piersiową w szerz, kurczenie się przepony powiększa ją w wymiarze podłużnym. Stosownie do tego czy ruchy żeber lub przepony przemagają, odróżniają dwa typy oddychania, mianowicie: oddychanie żebrowe i brzuszne (ostatnie to nazywane stąd pochodzi, że każde spłaszczenie się przepony obniża trzewia brzuszne, zatem wypukła ścianę brzuszną). Oddychanie żebrowe ma miejsce przeważnie u płci żeńskiej, brzuszne zaś u mężczyzny.

\*) Każde żebro jednej strony klatki piersiowej, tworzy z odpowiedniemi żebrem drugiej strony, rodzaj obręczy eliptycznej, która z tyłu przymocowana jest do kręgosłupa, z przodu zaś do mostka. Łuk w ten sposób utworzony ustawiony jest ukośnie względem kręgosłupa, jest on nachylony ku przodowi i ku dołowi; przedni zatem koniec każdej pary żeber połączony z mostkiem znajduje się niżej od tylnego końca przymocowanego do kręgosłupa. Przy wdychaniu, mięśnie podnoszą żebra ku górze, żebra więc wykonywają rodzaj ruchu obrotowego, na około punktu przyczepu przy kręgosłupie, podnoszą mostek i posuwają go ku przodowi, oddalają go więc od kręgosłupa i tym sposobem powiększają objętość klatki piersiowej. H.

\*\*\*) Jeżeli kąt rRb = x, w takim razie:

$$ab^2 = Rr^2 + (ra - Rb)^2 - 2Rr(ra - Rb) \text{ dostawa } x$$

$$\text{ i } cd^2 = Rr^2 + (Rd - rc)^2 + 2Rr(Rd - rc) \text{ dostawa } x;$$

zatem ab będzie tem większe im m u i e j s z e jest x, zaś cd będzie tem większe, im w i ę k s z e jest x.

Zmniejszenie objętości klatki piersiowej, czyli wydechanie, zwykle powstaje wskutek tego, że ściany klatki piersiowej wyprowadzone ze swój równowagi przy wdychaniu, po ustaniu sił wtedy działających, znowu wracają do tejże równowagi skutkiem swego ciężaru i sprężystości. Żebra podniesione znowu obniżają się, sprężystość płuc pociąga przeponę ku górze, a ściany klatki piersiowej do wewnątrz, sprężystość zaś obróconych chrząstek żebrowych przywraca żebra do ich prawidłowego położenia. — Przy silnem lub utrudnionem wydechaniu są czynne i mięśnie, mianowicie te, które mają kierunek od tyłu ku przodowi i od dołu ku górze. Najgłówniejsze mięśnie, służące do wydechania są mięśnie brzuszne, które przy swem kurczeniu się naciskają zawartość jamy brzusznej i przez to wypychają przeponę ku górze; pociągają one również żebra ku dołowi. To samo czynią mięśnie czworoboczne lędźwi (mm. quadrati lumborum) i zębate tylne (mm. serrati postici infer.), do obniżenia żeber przyczyniają się także mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne, o ile takowe przyczepiają się do kostnych części żeber (jak wyżej). W jaki sposób klatka piersiowa zwężoną zostaje przez obniżenie żeber, okazuje się z powyższego.

Przyrządy doprowadzające powietrze również biorą udział w pewnym względzie przy ruchach oddechowych. I tak, przy wdychaniu rozszerza się głośnia, a przy silnem wdychaniu także i otwory nosowe (mięśnie unoszące skrzydła nosa, mm. levatores alae nasi), wskutek czego dostęp powietrza do płuc jest łatwiejszy.

Ponieważ, jak to już powiedzieliśmy, płuca poruszać się muszą wraz z ruchem ścian klatki piersiowej, dla tego też każde wdychanie powoduje powiększenie się płuc w wymiarze poprzecznym i podłużnym (również i w ich warstwie przylegającej do ściany, albowiem brzegi przepony oddalają się od ściany klatki piersiowej). To ostatnie oczywiście połączone jest z przesunięciem się ku dołowi całego płuca wzdłuż ściany klatki piersiowej, co samo przez się już powoduje, nawet bez powiększenia wymiaru poprzecznego klatki piersiowej, powiększenie się wymiaru poprzecznego płuc, albowiem skutkiem przesunięcia się ku dołowi w stożkowatej klatce piersiowej, każda warstwa płuc przechodzi do głębszego, azatem do większego wymiaru poprzecznego klatki.



Zesuwanie się płuc przy każdym wdychaniu pociąga również ku dołowi tchawicę i krtań, co nawet od zewnątrz z łatwością można widzieć.

Rozszerzenie płuc przy wdychaniu, odnoszące się do całej ich przestrzeni, głównie zaś do części najpodatniejszych t. j. do pęcherzyków, powoduje większe nagromadzenie się w nich powietrza. Przy spokojnem oddychaniu to powiększenie się wynosi około  $\frac{1}{6}$  całej zawartości. Jednakże przez głębsze oddychanie może mieć miejsce znaczniejsza wymiana powietrza. Miarę największej wymiany powietrza stanowi „p o j e m n o ś ć ż y w o t n a“ („vitale Capacität“) płuc, mianowicie różnica objętości powietrza zawartego w płucach najbardziej wypelnionych i najbardziej opróżnionych; lub też ilość powietrza, która po najgłębszem wdychaniu wydalona zostaje przez najsilniejsze wydechanie (HUTCHINSON). Ilość ta jest w dość stałym stosunku z wielkością ciała, zmienną jest jednak odpowiednio do rodzaju zajęcia i płci (u mężczyzn jest większą, ARNOLD). U mężczyzn dorosłych wynosi ona w przecięciu 3770 cent. sześcienn.

Ponieważ przy wdychaniu płuca jeszcze bardziej nad naturalną objętość rozszerzone zostają, niż w stanie spoczynku, zatem ciśnienie ujemne pod jakim znajdują się przyrządy zawarte w klatce piersiowej, zostaje powiększone, wysysanie więc serca i naczyń staje się silniejszym. Przeciwnie zaś przy wydechaniu, które zwykle wyrównywa tylko powiększone ciśnienie ujemne podczas wdychania, może to ciśnienie ujemne zupełnie być zniesionem, a nawet zamienionem na ciśnienie dodatne, — wtedy mianowicie, gdy przy czynnem usiłowaniu wydechania wstrzymanym będzie odpływ powietrza z płuc przez zamknięcie głośni. — Również i ciśnienie powietrza, zawartego w drogach oddechowych (będące w stanie spoczynku równe ciśnieniu powietrza zewnętrznego), ulega małym zmianom z powodu zwięzienia otworów, dających przystęp powietrzu (otwory nosowe, głośnia); ciśnienie to jest ujemnem (wynosi około  $1^{mm}$ ) przy wdychaniu, dodatniem ( $2 - 3^{mm}$ ) przy wydechaniu. Zmiany te wykazać można u zwierząt, łącząc z boku manometr z tchawicą, — u ludzi, przez wprowadzenie manometru do jednego otworu nosowego i oddychanie przy zamkniętych ustach drugim otworem.

Prąd powietrza, przebiegający przy wdychaniu przez krtań i rozgałęzienia tchawicy, skutkiem tarcia się o ich ściany wywołuje szmery, słyszalne za przyłożeniem ucha. W częściach twardych (krtań, tchawica, większe oskrzela) tarcie to podobnem jest do dmuchania (= h lub ch „szmer oskrzelowy“); w najdelikatniejszych zaś oskrzelach, gdzie powietrze przechodzić musi przez wąskie kanaliki jest ono więcej świszające (= w lub f „szmer pęczkowy“). Przy powierzchownem oddychaniu (u mężczyzn dorosłych) szmer jest niewyraźny; podobnież zwyczajne wydechanie powoduje szmer niewyraźny, słaby.

Do oznaczenia pojemności żywotnej płuc służy „Spirometr“ (HUTCHINSON), jest to gazometr którego dzwon utrzymywany jest w równowadze przez ciężarki, i do którego po głębokim wetechnieniu wydechają się powietrze przez rurkę kauczukową, o ile można najsilniej; objętość powietrza wydechane go oblicza się z wysokości podnoszenia się dzwonu (walcowatego). Do oznaczenia natężenia oddychania służy „Thoracometr“ (SIMSON), który oznacza zmiany wymiaru środkowego klatki piersiowej. Przednia ściana klatki piersiowej przesuwana przed sobą drążek poruszający wskazówkę; oś wskazówki przymocowana jest do deski, na której ciało poziomo spoczywa. U zwierząt także można oznaczyć ruchy przepony, wprowadzając do niej przez ścianę brzuszną igłę (SNELLEN) lub drążek, który ruchy swoje nakreśla w liniach krzywych na papierze przed nim przeprowadzonym, — „Pneurografa“ (ROSENTHAL).

#### WYZWOLENIE RUCHÓW ODDECHOWYCH I RYTM ICH.

Ruchy wdychania jak również wydechania mogą być dowolnie wykonywane. Zwykle jednak bywają one wykonywane bez wpływu woli w pewnym rytmie i z pewnem natężeniem (głębokością). Wola może jedno i drugie zmienić, lecz zupełne wstrzymanie możebnem jest tylko przez krótki czas. Średnia częstość oddechów u dorosłego człowieka wynosi 18 na minutę.

W młodym i podeszłym wieku, u płci żeńskiej, przy podwyższonej ciepłocie, przy natężeniach mięśni, podczas trawienia, przy wzruszeniach umysłowych, po chwilowem wstrzymaniu oddechu (jednem słowem, przy warunkach przyspieszających ruchy serca) ruchy oddechowe stają się częstszymi. W ogóle w każdym stanie wypadają na 4 skurcze serca jedno oddechnięcie. — Rozmaite wpływy umysłowe działają nie tylko na częstość, ale także na głębokość i formę ruchów oddechowych; ta ostatnia wywołuje czasem właściwe tony i szmery. I tak, połączone są z wydaniem głosu; szybko po sobie następujące wydechanie przy kłaniu, głębokie wydechanie i następnie silne wydechanie przy westchnieniu, powolne i długo trwające wydechanie przez kurczowo rozwarte usta przy poziewaniu, chwilowo przerywane wydechanie przy śmiechu, i t. d.

Pobudzenie do rytmicznych ruchów oddechowych mimowolnych, pochodzi ze ściśle ograniczonego miejsca w rdzeniu przedłużonym, znajdującego się przy początku nerwu błędnego i dodatkowego Willis'a; zniszczenie tego miejsca wstrzymuje natychmiast oddychanie, jest więc śmiertelnem („Noeud vital“ — FLOURENS). Z tego to miejsca przez nerwy przeponowe zostaje pobudzona do ruchu przepona, a przez nerwy zewnętrzne klatki piersiowej, inne mięśnie do wdychania służące; wydechanie również

zostaje ztąd pobudzonem, o ile takowe zależy od czynności mięśni. Niektóre włókna nerwowe dośrodkowe, przebiegające z nerwem błędnym do tego miejsca, muszą w stanie prawidłowym ciągle być pobudzane, a pobudzenie to, jako odruch przyspiesza ruchy oddechowe; albowiem przecięcie jednego, lub obydwóch nerwów błędnych (na szyi), zwalnia ruchy oddechowe; pobudzenie zaś końca ośrodkowego, powoduje przeciwnie przyspieszenie oddechu, nawet aż do kurczowego wdychania (przy czym przepona pozostaje nieruchoma w stanie skurczenia) (TRAUBE \*). Ruchy oddechowe stosownie do tego, czy są powolniejsze lub szybsze, stają się coraz głębszemi lub powierzchowniejszemi, tak, że praca rdzenia przedłużonego w ogóle pozostaje jednakową, lecz tylko rozmaicie może być rozdzieloną; przynajmniej po przecięciu nerwu błędnego ilość gazu wdychanego nie zmniejsza się (ROSENTHAL). Mięśnie służące do wdychania, które nie były czynne przed drażnieniem nerwu błędnego, nie są czynne i podczas drażnienia. Jeżeli przed drażnieniem były czynne mięśnie przy wydechaniu, w takim razie przez drażnienie, czynność ich zostaje zniesioną (ROSENTHAL). — Zupełnie przeciwny skutek ma drażnienie nerwu czuciowego krtani, mianowicie gałązki krtaniowej górnej (nerwu błędnego). Drażnienie jego końca ośrodkowego zwalnia oddychanie, (które przytem staje się głębszem) aż do zupełnego ustania, (przyczem przepona znajduje się w stanie rozkurczu). Silniejsze drażnienie wywołuje czynność mięśni służących do wydechania. (ROSENTHAL).

Wyobrażając sobie rytm samodzielnego pobudzenia w ten sposób, że siły pobudzające w przyrządzie ośrodkowym za każdym razem nagromadzić się muszą, aż do pewnego napięcia, aby mogły być uwolnione, że one zatem za każdym razem przez wycięcie muszą pewien opór (zob. rozdz. XIII), to wpływ nerwu błędnego i krtaniowego górnego w ten sposób objaśnić można; że nerw błędny zmniejsza ten opór przypuszczalny, nerw zaś krtaniowy górny zwiększa go, wtedy drażnienie nerwu błędnego wywołuje częstsze lecz mniejsze wyzwolenia siły, zatem pędsze, lecz powierzchowne wdychanie, bardzo silne draż-

\*) Przy wykonywaniu tego doświadczenia zdarza się czasami, jeżeli koniec nerwu błędnego pobudzany będzie za pomocą elektryczności, że oddychanie wstrzymanem zostaje nie w stanie wdychania, ale przeciwnie w stanie wydechania. To jednak ztąd pochodzi, że skutkiem niedokładnego oddzielenia, prądy przechodzą przez gałąź krtaniową górną (ROSENTHAL).

nienie zupełnie usuwa opór i wywołuje jednociągłe wyzwalanie, czyli tęćcowe wdychanie. Przeciwnie zaś, drażnienie nerwu krtaniowego górnego wywołuje powolniejsze, lecz głębsze wdychanie; a nakoniec tam gdzie opór nadzwyczaj jest powiększonym, wszelkie wyzwolenie siły, czyli wdychanie będzie niemożliwym. W tem znaczeniu nerw krtaniowy górny może być uważany, jako „nerw tamujący“ dla zwojów węzła żywotnego (noeud vital), podobnie jak włókna nerwu błędnego, odchodzące do serca dla zwojów sercowych (ROSENTHAL).

W rdzeniu przedłużonym przyczyną wyzwalającą, która głównie powoduje ruchy oddechowe, zdaje się być brak tlenu we krwi; albowiem 1. można zupełnie wstrzymać ruchy oddechowe, jeżeli za pomocą sztucznego oddychania (wdmuchiwanie powietrza do płuc) da się utrzymywać krew w ciągłym nasyceniu tlenem; 2. oddychanie jest tem silniejsze im mniej tlenu krew zawiera (przy duszności), np. przy wejściu powietrza lub płynu do jamy opłucnej, skutkiem czego płuca zapadają się, lub też przy niemożności oddychania skutkiem zapalenia płuc i t. d. Pierwszy ruch oddechowy płodu podobnie spowodowanym zostaje skutkiem przerwania oddychania łożyskowego, zatem skutkiem nagłego braku tlenu we krwi (SCHWARTZ). — Jednakowoż dla powstawania ruchów oddechowych konieczną jest zawsze obecność pewnej ilości tlenu we krwi, albowiem w razie przeciwnym pobudzenia rdzenia przedłużonego ustaje, przyczem najsilniejsze nawet bodźce już działać nie mogą. — Że przyczyną pobudzającą dla rdzenia przedłużonego nie jest nagromadzenie się kwasu węglanego we krwi, lecz brak tlenu, o tem wnosić można ztąd, że powietrze zawierające znaczną ilość kwasu węglanego, jeżeli tylko posiada odpowiednią ilość tlenu, nie wpływa bynajmniej na przyspieszenie ruchów oddechowych (W. MÜLLER), dalej, że duszność powstaje, gdy inne gazy (azot, wodór) do płuc wprowadzone zostaną, skutkiem czego wydalony zostaje ze krwi nie tylko tlen, ale także i kwas węglany (TRAUBE \*).

**Dodatek do mechanizmu przyrządów oddechowych.** Przyrządy doprowadzające powietrze, mianowicie: jama nosowa (oddychanie ustami, chociaż często dowolnie jest używane, służy jednak zwykle tylko sposobem zastępczym, gdy nos jest zamknięty), jama nosogardzielowa, krtani i tchawica są w ten sposób urządzone, że z jednej strony same pośredniczą oddychaniu, a z drugiej ruchy oddechowe mogą w nich powodować ruchy przeznaczone do pewnego celu. W długim przewodzie doprowadzającym, powietrze ogrzewa się i oczyszcza z większych przymieszek szkodliwych, które przylegają do ścian; ruch migawkowy (prawie w całym przewodzie doprowadzającym) mający kierunek ku zewnątrz, wydalą ciągle te szczątki przylegające, również śluz zbyteczny i t. d. — Struny głosowe w krtani ochraniają od wnikańia obcych ciał (śliny, cząstek pokarmów i t. d.), również od wdychania gazów żrących (zob. nast. dodatek), albowiem każde drażnienie zamyka głosnię przez odruch. Jeżeli mięśnie strun głosowych zostaną sparaliżowane przez przecięcie nerwów błędnych, lub nerwów krtanionych dolnych, wtedy substancje te łatwo wnikają przez otwartą głosnię i wywołują śmiertelne zapalenie płuc (TRAUBE).

\*) Nowsze doświadczenia nie ściśle jeszcze podane (TRAUBE) wykazały, że przy nasyceniu krwi wodorem ruchy oddechowe ustają, to zaprzeczaloby w zupełności zdaniu tu przytoczonemu.

Wydalenie obcych ciał, które przypadkiem dostały się do przewodów oddechowych, lub które chorobliwie tam powstały (śluz), następuje wskutek drażnienia odpowiedniej części błony śluzowej, które przez odruch powoduje silne wydychanie, przez co ciało obce zostaje wyrzucone. Takim silnym wydychaniem jest kichanie dla przewodu nosowego, a kaszel dla krtani. Obydwa połączone są z wydaniem głosu, powstającego przez nagłe roztwieranie zamkniętej jamy (przy kichaniu jama nosowa zatkana śluzem i t. p., przy kaszlu zamknięta głośnia). Nerwy czuciowe, biorące udział przy odruchu są: przy kichaniu, nerw trójdzielny, a może i nerw węchowy, przy kaszlu prawdopodobnie nerw krtaniowy górny. Kaszel może być dowolnie wywołany. (Być może, że do wydalania śluzu i t. p. z delikatnych oskrzeli, służą także i mięśnie oskrzeli). — Silne wydychania używają się i dowolnie do podobnych celów jak np. wydalanie śluzu z nosa umyślnie z zewnątrz zaciśniętego (wysmarkanie), lub wydalanie z gardzieli zwężonej działaniem mięśni charkanie). Chcąc zatrzymać płyny w gardzieli przez dłuższy czas nie polykając ich, przez wydychanie tamujemy im wnikanie do przewodów oddechowych, przyczem powietrze przechodzące przez płyn w kształcie pęcherzyków powoduje szmer glegotania (plukanie gardła). Oddech ogrzany i wilgotny, powstający przy bardzo rozszerzonych ustach; używany jest przy chuchaniu do ogrzewania lub zwilgocenia. Nakoniec przez wydychanie wprawiamy w drgania lub szmery struny głosowe, języczek, język, wargi lub instrumenta przyłożone do ust (śpiewanie, mówienie, dmuchanie i t. d. O głosie i mowie zob. roz. X). Przez zamknięcie głośni po głębokim wetchnieniu i silnem kurczeniu mięśni brzusznych, zawartość jamy brzusznej zostaje mocno naciśnięta; czynność ta (t ł o c z n i a b r z u s z n a) służy do wypróżnienia trzewiów brzusznych (kiszki odchodowej, macicy, pęcherza).

## II. WYMIANA GAZÓW.

### ODDYCHANIE ZEWNĘTRZNE.

Wymiana gazów krwi z gazami powietrza odbywa się, jak już powiedziano, nietylko we właściwych przyrządach oddechowych, lecz również i we wszystkich innych miejscach, gdzie tylko naczynia włoskowate krwią wypełnione w bliskim są zetknięciu z warstwami powietrza, azatem na skórze i w przewodzie pokarmowym, zawierającym zwykle powietrze. W obydwóch tych miejscach wymiana gazów daleko słabiej się odbywa, niż w płucach. Mimo to oddychanie przez skórę („perspiratio“), jest tak wielkiego znaczenia, że wstrzymanie jego u zwierząt (przez pokrycie skóry werniksem) w krótkim czasie staje się przyczyną śmierci, lub przynajmniej znacznie zmniejsza zmianę materii, a tem samem pracę, mianowicie wytwarzanie ciepła (BERNARD), ruchy serca i oddechowe. Przy niezupełnem pokry-

ciu werniksem, ruchy oddechowe stają się częstszymi, a to skutkiem braku tlenu. — Oddychanie przez kiszki, z powodu małej zawartości gazów, u człowieka nie ma wcale znaczenia, chociaż cała ilość tlenu zawarta w kiszkach zostaje zużyta, a natomiast zostaje wydzielony kwas węglany, tak, że w kiszkach grubych głównie się znajduje kwas węglany i azot.

U niektórych zwierząt (np. u ryby polykającej powietrze, *Cobitis fossilis*, oddychanie przez kiszki zdaje się mieć pewne znaczenie. — Szkodliwy wpływ pokrycia ciała werniksem wyprowadzają niektórzy z zatrzymania w ciele szkodliwej materii wydzielniczej („Perspirabile retentum“). Według nowszych poszukiwań (EDENHUIZEN) materią tą jest związek lotny azot zawierający; w miejscach niepokrytych wykazać się daje za pomocą papieru hematoxylinowego, wydzielanie się lotnego alkali (amoniak?); dalej, na miejscach skóry przez dłuższy czas pokrytych, okazuje się obrzmienie zapalne, a w płynie tego obrzmienia znajdować się mają kryształki fosforanu amonowo-magnezyowego.

Oddychanie zewnętrzne polega na przejściu tlenu z powietrza do krwi, a kwasu węglanego, pary wodnej, azotu i ciepła z krwi do powietrza; powietrze zatem wdychane wraca z ciała, zawierając mniej tlenu, lecz więcej kwasu węglanego, azotu i wody (po większej części nasycone parą wodną), przy tem jest ogrzane. Odpowiednio do tego krew wracająca z płuc (przez żyły płucne), zawiera więcej tlenu, jest chłodniejszą, zawiera mniej kwasu węglanego, azotu i wody, niż krew tętnic płucnych, — jest zatem jasno czerwoną (tętniczą). Jednakowoż krew płucna małą tylko część wody i ciepła utracą, albowiem wszystkie części przewodu oddechowego oddają powietrzu wdychanemu ciepło i parę wodną.

Wymiana gazów pomiędzy krwią i powietrzem, o ile gazy we krwi tylko rozpuszczone zostają, odbywa się podług praw DALTON'A. Krew przybywająca do płuc zawiera znacznie więcej kwasu węglanego aniżeli jest w stanie utrzymać w rozpuszczeniu pod nadzwyczaj małym ciśnieniem kwasu węglanego zawartego w powietrzu (ciśnienie to wynosi tylko  $\frac{1}{2000}$  atmosfery), azatem musi ciągle oddawać  $\text{CO}_2$ ; przeciwnie pod ciśnieniem tlenu zawartego w powietrzu ( $= \frac{1}{5}$  atmosfery) tlen musi rozpuszczać się we krwi, jeśli takowa odpowiednio do tego ciśnienia mniej go zawiera w rozpuszczeniu. Ponieważ jednak przyjmowanie tlenu odbywa się po większej części przez chemiczne połączenie w ciałkach krwi niezależnie od ciśnienia\*), przeto tlen może być

\*) Ponieważ ciałka krwi zawieszono są w osoczu, zatem przyjmując musimy, że przed połączeniem się chemicznem pewnej cząsteczki tlenu takowa wprzód rozpuścić się musi w osoczu. Niezależność zatem przyjmowania tlenu od ciśnienia w ten sposób rozumieć należy, że osocze przy każdym ciśnieniu tak długo rozpuszcza tlen, dopóki ciałka krwi jeszcze są w stanie wybrać go ztąd i chemicznie z nim się połączyć.

przyjętym pod każdym ciśnieniem, nawet i wtedy gdy środek do oddychania służący bardzo mało tlenu zawiera (W. MÜLLER). Jak zaś przy oddawaniu kwasu węglanego zachowuje się część chemicznie połączona względem części tylko rozpuszczonej nie jest jeszcze rozstrzygniętem, ponieważ część kwasu węglanego chemicznie połączona również zależy od ciśnienia. Małe ciśnienie kwasu węglanego zawartego w powietrzu zewnętrznym w każdym razie spowodowałoby wydalenie go ze krwi tak w stanie wolnym jak i ze słabego połączenia, wysokie jednak ciśnienie kwasu węglanego powietrza w płucach zawartego powoduje inne warunki (zob. niżej). Przy powiększeniu się ciśnienia kwasu węglanego powietrza zewnętrznego i w płucach zawartego, np. przy oddychaniu w przestrzeni ograniczonej, musi powstać równowaga, t. j. że CO<sub>2</sub> wcale wydalany nie będzie, a w końcu nawet CO<sub>2</sub> do krwi przechodzi (W. MÜLLER). — Wydzielanie azotu (które jest bardzo nieznaczne i nie zawsze wykazać się daje), również objaśnić się daje w ten sposób, że krew więcej azotu zawiera, aniżeli może utrzymać w rozpuszczeniu pod ciśnieniem azotu w powietrzu zawartego (ciśnienia bardzo znacznego =  $\frac{1}{5}$  atmosfery); ilość ta jest jednak bardzo małą z powodu trudnego rozpuszczania się azotu.

Wymiana gazów w p ł u c a c h nie odbywa się tak samo, jak gdyby krew bezpośrednio stykała się z powietrzem zewnętrznym; albowiem powietrze zawarte w płucach, z powodu niepełnego wydalania go przy wydychaniu, zawiera zawsze mniej tlenu, a więcej kwasu węglanego, niż powietrze zewnętrzne. To jednak, jak już wspomniano, nie odnosi się prawie wcale do tlenu lecz do wymiany kwasu węglanego; a ztąd ilość kwasu węglanego wydalana ze krwi zależną jest od stopnia przewiewu powietrza, więc od liczby i głębokości oddechów. Im oddechowania są powierzchowniejsze i rzadsze, tem mniej kwasu węglanego krew wydała, a przez zupełne wstrzymanie oddechu musi nastąpić granica, gdzie CO<sub>2</sub> wcale wydalany nie będzie, gdzie ciśnienie kwasu węglanego powietrza w płucach zawartego i kwasu węglanego krwi zrównoważy się. Ciśnienie kwasu węglanego krwi obliczyć można przez rozbiór powietrza w płucach zawartego, (w danej chwili wydychanego) (BECHER). — Stąd także wynika; że dla ilościowego oznaczenia wymiany gazów nie jest dostatecznym porównywanie pojedynczej ilości powietrza wdychanego i wydychanego, lecz porównywać należy powietrze przez dłuższy czas wdychane z powietrzem przez ten czas wydychanem.

Dokładne porównywania krwi żyłnej z tętniczą wykazały (SCHÖFFER), że ze krwi przechodzi do powietrza zawartego w pęcherzykach płucnych nie tylko ta ilość kwasu węglanego, która jest rozpuszczoną (podług prawa DALTON'A) i słabo połączoną (nieodpowiednio prawu DALTON'A, jednakże mogąca być łatwo wydalona), lecz także i ta która jest ściśle połączona (mogąca być wydalona tylko przez kwasy). Przy doświadczeniach tych okazało się, że krew tętnicza zawierała w przecięciu 4,6% objętości mniej kwasu węglanego niż krew żylna; z tej różnicy wypadła prawie połowa na część ściśle połączoną. Ciśnienie kwasu węglanego powietrza zawartego w pęcherzykach płucnych, (które zawierać może do 8,5% kwasu węglanego — BECHER), jest jednak tak znaczne, że nie może służyć do objaśnienia wydzielania nawet tej części kwasu węglanego, która słabo tylko jest połączona. Wydzielanie więc kwasu węglanego w płucach odbywać się musi pod innymi warunkami nie tylko czysto fizycznymi. Okazało się również, że surowica krwi zawiera daleko więcej kwasu węglanego, ściśle połączonego w stosunku do kwasu węglanego słabo

połączonego, aniżeli cała krew razem, i nakoniec, że po dodaniu krwi do surowicy, ta ostatnia traci znaczną część swego kwasu węglanego, ściśle połączonego. Z tego zdaje się być prawdopodobnem, że ciałka krwi, może być pod wpływem jednocześnie przyjętego tlenu w płucach, są w stanie spowodować to zagadkowe wydzielanie kwasu węglanego ściśle połączonego, a może także i słabo połączonego \*). Tu nadmienić jeszcze wypada, że dawniej przypuszczano obecność w płucach jakiegoś kwasu, („kwas płucny“ VERDEIL), któremu przypisywano wydalanie kwasu węglanego, a który, jak się później okazało, był tauryną (CLOETTA).

#### ODDYCHANIE WEWNĘTRZNE.

Oddychanie wewnętrzne, to jest wymiana pomiędzy gazami krwi i tkanek, powodująca przemianę krwi tętniczej na żylną, zupełnie jeszcze jest niewyjaśnione. Przedewszystkiem zachodzi pytanie, czy rzeczywiście wymiana taka ma miejsce, czy też samo utlenienie, z którego powstaje kwas węglany nie odbywa się w zupełności, lub tylko w części we krwi naczyń włoskowatych; dalej, przyjmując wymianę gazów, czy tlen bezpośrednio przechodzi do płynów tkanek, a z nich kwas węglany do krwi, lub też czy pewne substancje, być może rodzaj fermentów, (M. TRAUBE), pośredniczą temu przejściu. — O zużywaniu tlenu i wyrabianiu kwasu węglanego przez pojedyncze przyrządy kilkakrotnie jeszcze wspomnimy. Tu należy tylko nadmienić, że wewnętrzna wymiana gazów różnych przyrządów, lub tego samego przyrządu w różnych czasach, nadzwyczaj jest rozmaita, a wskutek tego zawartość kwasu węglanego i kolor różnych rodzajów krwi żyłnej bardzo są zmienne. I tak np. krew żylna nerek jest jasno karmazynowa, inne zaś rodzaje krwi żyłnej są ciemno niebieskavo-czerwone. Krew żylna czynnych mięśni, zawierała w przecięciu z 5 dochodzeń 3% objętości mniej tlenu, zaś 4,1% więcej CO<sub>2</sub>, niż krew żylna mięśni nieczynnych (12,6 mniej tlenu i 10,6 więcej CO<sub>2</sub>, niż krew tętnicza); pomimo mniejszej zawartości tlenu krew żylna czynnych mięśni nie zawsze była ciemniejszą od krwi żyłnej mięśni nieczynnych (SZCZELKOW).

Że we wszystkich przyrządach odbywa się utlenienie, zatem przyjmowanie tlenu i wyrabianie kwasu węglanego, to jest rzeczą ogólnie przyjętą i okazuje się z tego, że krew tętnicza przechodzi na żylną we wszystkich naczyniach włoskowatych. — Że utlenienie nie odbywa się we krwi naczyń włoskowatych

za tem przemawia; 1. spostrzeżenie, że oddychanie w mięśniach (zob. roz. X) odbywa się jeszcze wtedy, gdy cała krew z ich naczyń włoskowatych jest wydalona (G. v. LIEBIG); 2. że czynności, które koniecznie połączone są z utlenieniem, (ruchy mięśni) jeszcze wtedy są możebne, gdy krew nie zawiera już tlenu (SECZENOW). — Dawniejsze przypuszczenie, że wytwarzanie kwasu węglanego ma miejsce w samej krwi płuc, (LAVOISIER) już dlatego jest nieprawdziwem, że krew (żylna) do płuc przybywająca, zawiera znaczną ilość kwasu węglanego. Przytem we krwi zupełnie wolnej od kwasu węglanego, a zawierającej znaczną ilość tlenu, kwas węglany nie wytwarza się (MARCHAND \*).

#### STOSUNEK ILOŚCIOWY WYMIANY GAZÓW.

Stosunki ilościowe wymiany gazów, bez względu na różnicę, pochodzącą od niejedności ruchów oddechowych, zależą głównie od zużycia tlenu w ustroju (zob. roz. VII). Albowiem tem więcej tlenu łączy się z ciałkami krwi, im więcej go te ciałka straciły przez zużycie i tem więcej kwasu węglanego i azotu wydziela się, im więcej krew niemi nasyconą jest, wskutek spraw utlenienia odbywających się w ciele. Pomiędzy przyczynami powiększającymi pojedyncze, lub wszystkie sprawy utlenienia w ciele (zob. rozdz. VIII), głównie na uwagę zasługują, praca mięśni, niska ciepłota otaczającego środka, (która powiększyć musi sprawę wytwarzania ciepła w ciele, dla utrzymania prawidłowej ciepłoty), trawienie, (które połączone jest z powiększeniem wielu wydzielin), większa czynność wszystkich spraw żywotnych, (i tak: u mężczyzn przy silnej budowie ciała, w wieku dorosłym i t. d.). Wszystkie te przyczyny zwiększają przyjmowanie tlenu, równie jak i wydalanie kwasu węglanego, albowiem węgiel utlenia się przy wszystkich prawie utlenieniach, te sprawy najbardziej powiększają wydalanie kwasu węglanego, które połączone są ze spalaniem substancyj zawierających wiele węgla, niemniej i przyjmowanie pokarmów w węgiel obfitujących, (wodany węgla), które po części, jak się zdaje bezpośrednio zostają spalone. Wydalanie azotu niezawsze ma miejsce, istnieje ono szczególnie przy użyciu pokarmów, azot zawierających (mięsnych), a i w tym razie w małej

\* KLEZYŃSKI przeciwnie wykazał, że różne substancje organiczne, przymieszane do świeżej krwi, przez którą przepuszczał ciągły strumień tlenu, w ciągu 21 — 22 godzin, znacznie się utleniły, a nawet zupełnie się spaliły.

bardzo ilości, albowiem prawie cała ilość azotu innemi drogami się wydziela.

Liczby oznaczające średnią ilość wymiany gazów mają zatem małą tylko wartość; człowiek dorosły zużywa na dobę około 746 gramów (520601 cent. sześciennych) tlenu, a wydycha około 867 gramów (443409 cent. sześć.) kwasu węglanego (VIERORDT). Gdyby cała ilość tlenu zużywaną była tylko do utlenienia węgla i gdyby cała ilość wytworzonego kwasu węglanego była wydychana, w takim razie objętość jego w ciągu dłuższego czasu, musiałaby być równą objętości tlenu, albowiem jedna część CO<sub>2</sub> i 2 części O mają jednakową objętość. Ponieważ jednak powstają i inne wyroby utlenienia (HO i t. d.) zatem wytworzony CO<sub>2</sub> musi mieć mniejszą objętość, niż zużyty tlen; dla tego też przy oddychaniu w przestrzeni zamkniętej powstaje zawsze rozrzedzenie powietrza, (które już i tem objaśnić się daje, że przyjmowanie tlenu odbywa się aż do zupełnego jego wyczerpania, gdy tymczasem wydalanie kwasu węglanego wkrótce się zmniejsza i w końcu ustaje.) — Przy pracy przyjmowanie tlenu w ciągu jednej godziny może być z 31 gramów (zob. wyżej) powiększone pięć razy (156 gramów HIRN). — Wydzielanie azotu wynosi najwyżej  $\frac{1}{50}$  część przyjmowanego tlenu (REGNAULT i REISET).

Dla jakościowego porównania powietrza wdychanego i wydychanego, dostatecznym jest spostrzeżenie, że powietrze wydychane jest cieplejsze i wilgotniejsze, niż powietrze zewnętrzne, oraz doświadczenie nadzwyczaj proste polegające na wdychaniu przez rurkę do wody wapiennej, lub barytowej, przy czem powstaje zmętnienie od węglanu wapna, lub baryty. Dla ilościowego porównania, dostatecznym jest badanie powietrza wydychanego, albowiem skład powietrza wydychanego jest znany (oddala się kwas węglany i wodę, przepuszczając powietrze, mające służyć do wdychania, przez kwas siarczany i roztwór potażu) i wydycha się w tym celu zwykle do gazometrów rtęciowych (ALLEN i PEPYS). Aby zaś oznaczyć ogólną wymianę gazów przez dłuższy czas, można przepuszczać powietrze wydychane przez przyrządy, które zawierają wytworzony kwas węglany i wodę tak, że można jedno i drugie zważyć. W tym celu potrzebne są urządzenia wysysające, np. próżnia (ANDRAL i GAVARRET), wypróżniająca się naczynie z wodą, (SCHARLING), lub też pompa ssąca (PETTENKOFER). Chcąc urządzić doświadczenie na wielką skalę, (tak jak w przyrządzie PETTENKOFER'A, w którym przestrzeń do oddychania wygodnie może pomieścić człowieka przez dłuższy czas), dostatecznym jest, małą tylko część powietrza wdychanego i wydychanego przepuścić przez płyny rozpuszczające, wtedy gdy cała ilość tego powietrza ciągle mierzoną jest (za pomocą zegarów gazowych). Dokładniejszy jest sposób polegający na tem, że się oddycha w przestrzeni zupełnie zamkniętej, połączonej tylko ze zbiornikiem tlenu; wytworzony kwas węglany przechodzi do bardzo dokładnego przyrządu, wypełnionego ługiem potażowym, a powstające skutkiem tego zmniejszenie ciśnienia powietrza, wsysa ciągle tlen; w końcu doświadczenia znaleźć można wydzielony kwas węglany w ługu potażowym, a w przestrzeni azot poprzednio istniejący i wydzielony; tlen zużyty obliczyć można ze zmniejszenia się ilości jego w przestrzeni i w zbiorniku tlenu (REGNAULT, REISET). Gdy chcemy oznaczyć wymianę gazów całego oddychania zewnętrznego, to w takim razie przestrzeń do oddychania obejmować musi całe ciało, jeżeli badamy tylko oddychanie przez skórę, wtedy i nos powinien oddychać przez osobną rurę na

zewnątrz wyprowadzoną; a jeśli nakoniec badamy wymianę gazów w płucach, to przestrzeń do oddychania służąca składa się tylko z maski szczelnie przylegającej do ust i nosa.

## D o d a t e k.

Jeżeli jakimkolwiek bądź sposobem dostęp tlenu do krwi zostanie wstrzymanym, lub znacznie zmniejszonym, albo też tlen już we krwi znajdujący się zostanie wydalonym, w takim razie powstaje szereg objawów, które w końcu śmierć powodują (u d u s z e n i e, s u f f o c a t i o). Wydalenie tlenu ze krwi nastąpić może przez wdychanie gazu tlenku węgla. Okoliczności, które stosownie do tego czy są zupełne lub niezupełne, wstrzymują lub zmniejszają dostęp tlenu, są następujące: brak tlenu w środku służącym do oddychania (np. dłuższe oddychanie w przestrzeni ściśle zamkniętej, próżnia, zanurzenie w wodzie); u płodu oddzielenie się łożyska, lub zamknięcie się naczyń pępkowych przed urodzeniem; wstrzymanie oddychania przez skórę, lub przez płuca; pierwsze przez pokrycie werniksem, drugie przez zamknięcie przewodów doprowadzających powietrze, (od zewnątrz przez nacisk — uduszenie — od wewnątrz przez kurezowe zamknięcie się głośni [zob. niżej], zatkanie przez obce ciała, wypełnienie oskrzeli wyrobami chorobliwymi [zapalenie płuc] (i zapadanie się płuc przez wnikanie powietrza, lub płynu do jam opłucnej) (Pneumothorax, Pleuritis exsudativa) zniszczenie płuc (Tuberculosis i t. d.), ustanie ruchów oddechowych, nakoniec zatkanie tętnicy płucnej (Embolus). Pierwszem następstwem nagłego braku tlenu jest przyspieszenie i wzmocnienie ruchów oddechowych, przy udziale mięśni dodatkowych, t. z. „duszność“ (dispnoea). Jeżeli to niezdolnem jest do usunięcia braku tlenu, to brak ten znosi w końcu pobudzalność rdzenia przedłużonego, tak że wówczas nawet znaczne pobudzenie ruchów oddechowych wywołać nie może. Pewien stopień braku tlenu, a być może także i nagromadzenie się kwasu węglanego we krwi, działa na inne przyrządy ośrodkowe pobudzająco, tak, że często z uduszeniem połączo-

ne są kurezowe drgania całego ciała. Wreszcie następuje śmierć. W trupie nie ma różnicy pomiędzy krwią tętniczą i żylną, cała krew jest ciemno-czerwoną, (tylko nie przy działaniu tlenku węgla), nie ma tu już tlenu wolnego, za to wiele wolnego kwasu węglanego, (jednakowoż nie odpowiednio zmniejszonej ilości tlenu) ilość ściśle połączonego kwasu węglanego i azotu jest niezmieniona (Szczenow), istnieje znaczna różnica pomiędzy ciśnieniem kwasu węglanego powietrza zawartego w płucach, i kwasu węglanego krwi. Jeżeli brak tlenu trwa przez dłuższy czas w małym stopniu np. przy częściowem zniszczeniu płuc, przy obecności powietrza w jamie opłucnej jednej tylko strony, wtedy następuje powolne wyrównanie pomiędzy zużyciem tlenu i jego dowozem; praca ustroju połączona z utlenianiem odpowiednio się zmniejsza, (ciało chłodniejsze, słabsze) ruchy oddechowe stają się częstszymi, trwający brak tlenu uwydatnia się przez ciemniejsze zabarwienie krwi, które okazuje się na wargach i innych błonach śluzowych przez sine zabarwienie (cyanosis).

Z tego łatwo pojąć można o wpływie wdychania rozmaitych gazów. Do ciągłego oddychania służyć tylko może tlen sam, lub w połączeniu z innymi nieszkodliwymi gazami, jako to, z azotem lub wodorem. Oprócz tego tlen może być przez dłuższy czas zastąpiony przez tlenek azotu, który jednak powoduje pewien stan opojenia („gaz rozweselający“ H. Davy). Gazy obójgętne, to jest takie, które połączone z tlenem (tlenkiem azotu) mogą być bez szkody wdychane, a same nie wstrzymują oddychania są: wodór, azot w pewnym stopniu i kwas węglany. — Gazy drażniące, to jest takie, które w środku do oddychania służącym nie mogą się znajdować w znaczniejszych ilościach bez wpływu szkodliwego, gdyż wdychane powodują przez odruch, kurezowe zamknięcie się głośni, są następujące: ozon, chlor, jod, brom, kwas solny, kwas siarkowy, kwas podazotny, kwas fluowodorny, amoniak i wiele innych. Gazy trujące, które wdychane być mogą bez wywołania skurczu głośni, lecz wywołują inne wpływy szkodliwe są: tlenek węgla, siarkowodór, arsenowodór, cyanowodór, wodorki węgla, kwas węglany i t. d. Kwas węglany tu zaliczony być musi, albowiem w połączeniach, zawierających dostateczną ilość tlenu, wywołuje pewne szkodliwe wpływy ogólne, zaliczonym zaś być może także do gazów drażniących, albowiem w części wywołuje kurez głośni.

## ROZDZIAŁ CZWARTY.

### Rozchody krwi, Wydzielanie.

Przez „wyzdzielanie“ (secretio) w obszernem znaczeniu, rozumiemy wszystkie sprawy, wskutek których substancje zmienione, lub niezmienione ze krwi wydalone zostają; a pod wyrazem wydzielin (secreti), rozumiemy wyroby powstałe przy tych sprawach. Wyroby te rozdzielone być mogą na dwie grupy, mianowicie:

1. Płyny lub gazy ze krwi pochodzące, a wydalone w stanie wolnym na powierzchnie wewnętrzne, lub zewnętrzne. Te, które zostają wydalone na powierzchnie wewnętrzne (w jamach, przewodach), czyli „wyzdzieliny w ścisłym znaczeniu“ (secreti), służą tam do pewnych czynności (np. do trawienia) i takie po większej części napowrót do krwi przechodzą mniej, lub więcej zmienione; wydzielone zaś na powierzchnie zewnętrzne (t. z. wydzielin zewnętrzne excreta), są już dla ustroju stracone, chociaż niektóre z nich (np. maź skórna, pot) wyświadczają jeszcze i na powierzchniach pewne usługi ustrojowi.

Oczywistą jest rzeczą, że dla samej sprawy wydzielania nie ma żadnej różnicy pomiędzy wydzieliną wewnętrzną i zewnętrzną; w ogóle przeznaczenie wydzielin na powierzchnie wewnętrzne, lub zewnętrzną nie stanowi różnicy podstawowej. Chcąc ściśle rozgraniczyć wydzielinę wewnętrzną od zewnętrznych, najlepiej nazwać substancjami wydzielniczymi zewnętrznymi te, które

w ustroju dalej używanymi być nie mogą, a pozostawienie ich spowodowałoby szkodliwe następstwa. Tu należą niektóre ostateczne wyroby czynności utlenienia, mianowicie kwas węglany, mocznik, azot i t. d. W takim więc razie jako wydzielin zewnętrzne, uważane być winny głównie wydzielin oddechowe i wydzielin moczu. — Często nazywane bywają wydzielinami zewnętrznymi, wszystkie substancje opuszczające ustrój, a to bez względu na ich pochodzenie. — W takim razie oprócz wyżej wspomnianych należałyby tu jeszcze i te, które właściwie nie pochodzą wcale ze krwi, lub też pośrednio tylko, mianowicie: 1. Kał, to jest części niestrawne pokarmów, połączone z częściami składowymi wydzielin trawienia, nie powracającymi już do krwi; 2. Oddzielenie substancji rogowych (utrata naskórka, włosów i paznogi). 3. Jajka i nasienie.

2. Płyny ze krwi pochodzące, przesiąkające do tkanek czyli wnikaające w nie, mianowicie „płyny miąższowe“ (płyn mięśniowy płyn substancji łącznej i t. d.).

O ile stałe części składowe tkanek (komórki włókna i t. d.), materiały swoje otrzymują z płynów miąższowych, zatem pośrednio ze krwi, o tyle każda część składowa ciała, uważana być może, jako wydzielin krwi. Lecz cała ta sprawa tak jeszcze jest ciemną, że bliższy jej rozbiór nie jest tu możebnym; również i wydzielin mało jeszcze zbadanych płynów miąższowych, w ogólnych tylko zarysach podaniem tu będzie.

## I. WYDZIELANIE W OGÓLNOŚCI.

### I. SPRAWY FIZYCZNE.

Wszystkie wydzielin płynne przechodzić muszą ze krwi przez zamknięte ściany naczyń włoskowatych. (Jedyną prawidłową wydzieliną z otwartych naczyń, jak się zdaje, jest odpływ miesięczny).

Siły fizyczne, przyczyniające się do przejścia płynów przez błony są: przesączanie (filtratio) i przesiąkanie (diffusio).

Pod wyrazem „przesączanie“ rozumiemy przejście płynu przez otwórki (większe, nie przez właściwe pory fizyczne międzycząsteczkowe) jakiego ciała np. błony, a to pod wpływem ciśnienia. Tak jak przy zwykłym „przesączaniu“, ciężkość, tak samo ciśnienie krwi w naczyniach, przetłoczyć może na zewnątrz niektóre, lub wszystkie płynne części składowe krwi, albowiem ciśnienie płynów (miąższowych), otaczających naczynia włoskowate mniejsze jest, niż ciśnienie krwi. Ilość płynu przesączonego powiększa się z wielkością różnicy ciśnienia, a różnica ta powiększoną zostaje; 1. przez zmniejszenie ciśnienia naokoło naczyń włoskowatych, a zatem przez usunięcie płynów miąższowych, przez usunięcie miejscowo ciśnienia powietrza (przystawienie baniek); 2. przez powiększenie ciśnienia w naczyniach włoskowatych, co ma miejsce przy wpływach, wspomnianych już powyżej przy krążeniu, mia-

nowicie: a) przez powiększenie ogólnego ciśnienia krwi, b) przez rozszerzenie tętnic, doprowadzających, to jest, przez osłabienie ich mięśni okrężnych, spowodowane ciepłem, lub w stanie pobudzenia w nerwach naczyńioruchowych. Wpływy przeciwnie działające, jako to: zmniejszenie ciśnienia krwi, zimno, drażnienie nerwów naczyńioruchowych, muszą zmniejszyć przesączanie. W ten sposób objaśnić się daje po części wpływ nerwów na wydzielanie. Co się tyczy natury płynów przesączonych, to prawdziwe roztwory przechodzą niezmiennie, z roztworów zaś nieprawdziwych, to jest z samych tylko napęcznień (np. białko, krochmal, gumma), przechodzi ze substancji napęczniających tylko część zależna od ciśnienia, a przy bardzo małym ciśnieniu wcale nie przechodzi. Krew zatem przesiąkająca przepuści przy małym ciśnieniu tylko części prawdziwie rozpuszczone (woda, sole, cukier i t. d.), a przy większym ciśnieniu mniejsze, lub większe ilości białka i substancji włóknik tworzącej.

Przesiákanie (diffusio, właściwiej hydrodiffusio, endosmosis) jest to wzajemna wymiana płynów przez błony, nie zależnie od różnicy ciśnienia, a czasem nawet zupełnie przeciwnie ciśnieniu hydrostatycznemu. (Do tego odpowiednie są także i błony nie posiadające żadnego utkania, zatem takie, które posiadają tylko właściwe pory fizyczne). Do przesiákania konieczne są dwa płyny, gdy tymczasem do przesączania dostateczną jest obecność płynu z jednej tylko strony błony, (z drugiej strony może być powietrze lub próżnia), dalej, do przesiákania potrzebne są płyny różne, gdy zaś przesączanie odbywać się może pomiędzy płynami jednakowemi, lecz znajdującymi się pod różnym ciśnieniem. — Głównym warunkiem przesiákania jest, aby błona napojona była (imbibitio) równocześnie częściami składowymi obydwóch płynów; celem sprawy przesiákania jest zupełne wyrównanie pod względem chemicznym obydwóch płynów. Prądy tych płynów do tego konieczne, a w przeciwnych sobie kierunkach działające; nie są atoli jednakowej mocy, lecz tak są względem siebie urządzone, że za każdą ilość substancji rozpuszczonej, przechodzącej w jednym kierunku, musi w przeciwnym kierunku przejść pewna ilość środka rozpuszczającego, (w ustroju zawsze woda). Stosunek tych ilości czyli ilość wody, która przejść musi za pewną ilość substancji rozpuszczonej przyjętej za jedność, nazywa się **równoważnikiem przesiákania**. Równoważnik przesiákania jest w ogóle w odwrotnym stosunku do możności przyciągania wody przez substancję, jest on zatem najmniejszym przy solach łatwo rozpuszczalnych, zwłaszcza, przyciągających wilgoć (np. sól kuchenna), przeciwnie jest on bardzo wielkim przy substancjach, nie będących prawdziwymi roztworami („substancje kolloidalne“ GRAHAM np. białko, gumma); białko zatem przesiáka bardzo trudno, gdyż za nieznaną ilość białka, przejść musi w przeciwnym kierunku niezmiernie wielką ilość wody.

Jasną jest rzeczą, że przy większej części wydzielin występuje tak przesączanie, jako też i przesiákanie, albowiem krew wszędzie otoczona jest przez płyny różne co do natury chemicznej i jednocześnie pod niższym ciśnieniem pozostające.

Sprawy czysto fizyczne (przepuszczanie i przesiákanie) dostarczyć mogą takich tylko płynów, które zawierają części skła-

dowe osocza, chociaż w odmiennych ilościach. Takich jednak wydzielin t. z. „przesiękó w“ (transsudata) znajduje się mało, a mianowicie są to płyny zawarte w jamach (liquor pericardii, peritonei, pleurae, ventriculorum cerebri i t. d.). Składowe ich części są: woda, sole, cukier, rozmaite ilości białka i substancji włóknik tworzącej, czasami także substancja wywołująca krzepnięcie włóknika. Obecność substancji włóknik tworzącej rozpoznać można z powstawania skrzepu po dodaniu substancji wywołującej krzepnięcie włóknika (np. krwi wyciśniętej ze skrzepu); jeżeli przesięki zawierają substancję wywołującą krzepnięcie włóknika, w takim razie krzepną one samodzielnie po wydaleniu z ciała, zwykle jednak bardzo wolno, z powodu, że w nich mała tylko ilość tej substancji znajduje się.

Podług nowszych poszukiwań więcej jest prawdopodobnem, że płyny te zawarte w jamach uważane być winny, przynajmniej w części, za limfę (zob. rozdz. V), albowiem znajdujemy w nich komórki limfatyczne, a oprócz tego wykazano bezpośrednie połączenia tych jam z naczyniami limfatycznymi (v. RECKLINGHAUSEN).

#### SPRAWY CHEMICZNE.

Większa część wydzielin zawiera oprócz części składowych krwi inne jeszcze („właściwe czyli specyficzne“) części, do wytworzenia których sprawy fizyczne nie są zdolne. Przyjąć więc należy w płynach przesiákniętych istnienie pewnych przemian chemicznych, których źródła najprawdopodobniej szukać należy w **komórkach**, będących w zetknięciu z wydzielinami, to jest w komórkach tkanin przy płynach mięszszowych, a w komórkach gruczołów przy wolnych wydzielinach. Przemiany te, o ile dotychczas zbadano, istnieją wszędzie jako utlenienia; znajdujemy też w wydzielinach i w płynach mięszszowych wszystkie wyroby utlenienia grupy azotu (np. sytoninę, klój, chondrynę, mucynę, substancję rogową, glicynę, kreatynę i t. d., aż do mocznika), wodorów węgla (cukier, kwas mleczny i t. d.) i tłuszczów, (kwasy tłuszczowe, kwasy żółciowe i t. d.). Że utlenienia te są zarazem podstawą wszystkich **prac** ustroju (ciepło, praca mięśni i t. d.), o tem wspomnieliśmy już na wstępie i prócz tego



w części drugiej obszerniej to rozbierzemy, wytwarzanie ciepła przy wydzielinach bezpośrednio wykazanem zostało przy gruczołach ślinnych (LUDWIG). — Pomiędzy płynami mięszszowemi i wolnemi wydzielinami, nie zdaje się zatem istnieć żadna inna różnica, jak tylko ta, że pierwsze pozostają w gęstęjsiatce komórek, drugie zaś przechodzą przez ciekłą warstwę komórek (w gruczołach), opuszczając pierwotne swe siedlisko. Właściwe części składowe wydzielin pochodzą z rozpadu komórek i domięszane zostają do samego tylko przesięku; dowodem tego jest maź skórna i mleko, a prawdopodobnie ma to miejsce także i przy innych wydzielinach.

#### WPLYW NERWÓW.

Przy wszystkich wydzielinach prawdopodobnym jest, a przy wielu wykazać można, istniejący wpływ układu nerwowego, który to wpływ odnosi się po części do jakości wydzielin. Niektóre z tych wpływów dostatecznie wyjaśnić się dają, przyjmując wpływ samych nerwów naczynioruchowych, dla wielu innych zaś nie jest to wystarczającym, już to dla tego, że wpływ ten okazuje się wprost przeciwnym (powiększanie się wydzieliny przy drażnieniu nerwów) już to, że ciśnienie płynu wydzielonego, (gdy wypływ jego będzie zatamowany) może przy drażnieniu nerwów stać się większem niż ciśnienie krwi, — przypuszczać zatem niepodobna, aby tu istniało samo tylko przesączenie, na które jedynie nerwy naczynioruchowe wpływaćby mogły (LUDWIG). Dotychczas nie jest to objaśnionem: może być, że wpływ nerwów reguluje sprawę utlenienia, jak to przypuszczać należy przez porównanie z czynnościami, odbywającemi się w mięśniach.

#### PRYZRĄDY WYDZIELNICZE.

Wydzieliny wolne powstają w oddzielnych przyrządach wydzielniczych. Najprostszym przyrządem wydzielniczym jest błona pokryta warstwą komórek (nabłonek) i opatrzona naczyniami włoskowatemi; oprócz tego wszystkie przyrządy wydzielnicze opa-

trzone są nerwami; których sposób zakończenia się nie jest znany. Te proste powierzchnie wydzielające służą do wydzielania płynów w jamach zawartych; są to błony surowicze (peritoneum, pericardium i t. d.), błony maziowe, torebki śluzowe i pochwy ścięgniste. Większa jednak część wydzielin wymaga koniecznie większej powierzchni, niż taka, jaką przedstawia pojedyncza błona zupełnie gładka, w tym celu powierzchnia wydzielająca powiększona zostaje przez pojedyncze, lub rozgałęzione wpuklenie powierzchni, na której wydzielina się wytwarza (błony śluzowej, skóry); pojedyncze warstwy tej powierzchni przechodzą także w wpuklenie, azatem od zewnątrz warstwa tkanki łącznej, zawierająca naczynia, a nieraz opatrzona także włóknami mięsnymi, a od zewnątrz nabłonek, którego komórki często w głębi tego wpuklenia przyjmują inny kształt, zamieniając się na właściwe komórki wydzielające. Taka wpuklona powierzchnia wydzielająca stanowi gruczoł. Przesiek zatem przechodzący z naczyń musi wprzód przejść przez warstwę komórek, aby jako wydzielina dostać się do jamy gruczołu, a ztąd na powierzchnię. — Jest jeszcze inny rodzaj powiększenia powierzchni, mianowicie przez wypuklenie (kosmki), ma to miejsce w jednym tylko przyrządzie wydzielniczym, mianowicie na błonach maziowych.

Jeżeli wpuklenia gruczołów są rozgałęzione, natenczas nazywają się gruczołami „złożonemi”; jeżeli wypuklenia są w kształcie rurek, nazywają się wtedy gruczołami rurkowatemi (gruczoły potowe, trawieńcowe, nerki, jądra i t. d.); jeżeli są w kształcie pęcherzyków, to nazywają się gruczołami gronkowatemi (gruczoły śluzowe, łojowe, ślinne i t. d.). Przy gruczołach złożonych, część rurkowata łącząca się bezpośrednio z powierzchnią, na której gruczoł się otwiera, czyli początek wpuklenia nazywa się przewodem wyprowadzającym; często posiada on rozszerzenia, które służą jako zbiorniki dla wydzieliny już gotowej (pęcherz moczowy, pęcherzyki nasienny), lub też łączy się za pośrednictwem kanałów z wielkimi zbiornikami (pęcherz żółciowy). — Tak zwane „gruczoły bez przewodów wyprowadzających” (śledziona, gruczoły limfatyczne, gruczołki PEYER'A, nadnercza, grasicza, gruczoł tarczowy) nie są przyrządami wydzielniczymi i opisane będą w rozdziale 5 i 6.

## II. WYDZIELINY POJEDYŃCZE.

### A. Płyny miąższowe.

Sposoby używane do otrzymywania płynów miąższowych zbyt są niedokładne, aby dostarczały ich w dostatecznej ilości i w składzie swoim niezmiennych. Sposoby te polegają na wyciskaniu tkanki, poprzednio o ile możności uwolnionej z krwi, lub na wyciąganiu pojedynczych, jej części składowych za pomocą różnych środków rozpuszczających, (eteru, wysokoku, wody, kwasów). — Wiadomości więc nasze o składzie, a mianowicie o tworzeniu się płynów miąższowych, nadzwyczaj wiele pozostawiają do życzenia. W wielu razach nie wiadomo wcale, czy substancje właściwe, otrzymane z tkanek za pomocą sposobów wyżej wzmiankowanych, należą do ich pierwiastków płynnych lub ukształtowanych. Co do powstawania płynów miąższowych przypuszczać tylko można, że w przesięku dostarczonym przez naczynia krwionośne, a przechodzącym przez komórki tkanki, powstają właściwe części składowe (klej, syntonina, tłuszcze i t. d.), wskutek spraw utleniania, a być może pod wpływem oddzielnych nerwów („nervi trophici“) (zob. rozdz. XI); przypuszczają także, że przesięki dostarczane są w pewnym nadmiarze, który następnie wyrównany zostaje przez wessanie za pośrednictwem naczyń limfatycznych (zob. rozdz. V). Wytworzone substancje właściwe są po części nierozpuszczalne i stają się wtedy pierwiastkami ukształtowanymi. Przejście nieorganicznych części składowych przesięków w stan nierozpuszczalny ma miejsce w znacznej ilości w kościach które w stanie rozwiniętym zawierają 50 — 70% soli nierozpuszczalnych („ziemie kostne“). (W 100 częściach ziem kostnych znajduje się: 85,7 fosforanu wapna, 9,1 węglanu wapna, 3,0 fluorku wapienia, 1,7 fosforanu magnezyi, — HEINTZ).

Rozbiór pojedynczych płynów miąższowych nie jest możliwym, albowiem nie pewnego o nich nie wiemy. O płynach tkanek mięśniowej i nerwowej wspomniemy oddzielnie w części 2 i 3.

### B. Płyny w jamach zawarte.

Płynów tych nie wydzielają gruczoły, lecz błony wyścielające jamy, pokryte pojedynczą warstwą komórek („błony surowicze“ i t. d.). Po większej części są to same tylko przesięki, o głównych częściach składowych tych płynów poprzednio już wspomnieliśmy; ilościowe ich stosunki są nadzwyczaj rozmaite i rozbiór ilościowy nie może tu być przytoczony. Jako czyste tylko przesięki, jak się zdaje uważane być mogą: liquor pericardii, pleurae, peritonei, cerebrospinalis, humor aqueus, być może także liquor amnii i allantoidis (Część 4.).

Następujące płyny w jamach zawarte, posiadają właściwe części składowe.

1. *M a ż s t a w o w a* (synovia), zawiera prócz części składowych przesięku jeszcze mucynę (0,2—0,6%) i tłuszcz (0,06—0,08%); znajdujemy w niej znaczną ilość, oddzielonych komórek nabłonkowych.

2. Płyn torebek śluzowych i pochewek ścięgniętych, zawiera substancję galaretowatą, niedokładnie jeszcze zbadaną.

W jaki sposób płyny w jamach zawarte zostają zużyte i następnie znowu zastąpione, nie wiemy.

### C. Wydzieliny gruczołowe.

#### I. WYDZIELINY DLA PRZEWODU POKARMOWEGO.

1. *Ś l u z*. Wydzielają go w ustach, gardzieli i przelyku małe gruczołki gronkowate; w żołądku, (zwłaszcza w bliskości odzwiernika) i w kiszkiach pojedyncze, lub złożone gruczołki rurkowate; gruczołki wysłane są nabłonkiem odpowiednim błonie, na której się znajdują, zatem pierwsze posiadają nabłonek płaski, drugie słupkowaty. — Śluz jest płynem jasnym, lepkiem, ciągnącym się, a lka licznie oddziaływającym, jest to napęcznienie mucyny, czasami także białka, w którym rozpuszczone są zwyczajne sole krwi, głównie chlorek sodu. Śluz kiszkiowy zawiera prócz tego jeszcze ciała fermentowe, które nadają mu

oddzielne własności, dla tego też opisywanym bywa osobno jako „sok kiszkowy“ (zob. niżej). Śluz zawiera zwykle części składowe ukształtowane mianowicie: 1. małe okrągłe komórki, zawierające jądra, podobne do ciałek krwi bezbarwnych, t. z. ciałka śluzowe—które uważane są, jako młode komórki nabłonkowe gruczołów śluzowych; 2. rozwinięte komórki nabłonkowe płaskie błony śluzowej, w prawidłowym ich połączeniu, lub tylko cząstki takowych.—Lepkość śluzu przyczynia się do zmniejszenia tarcia zawartości o ściany przewodu pokarmowego.

Czysty śluz (wyjawszy śluzu kiszkowego) otrzymywany być może tylko u zwierząt z jamy ustnej, po poprzednim podwiązaniu przewodów wszystkich gruczołów ślinnych, Domieszane części składowe ukształtowane każą przypuszczać, że mucyna powstaje w ślinie tylko skutkiem rozpadu komórek gruczołowych (zob. niżej wydzielenia tłuszczu i mleka).—Wpływ nerwów na wydzielenie śluzu nie jest jeszcze znany.

Ponieważ mucyna nie może być wessaną (rozd. V), zostaje ona zatem z kałem wydaloną, podczas gdy inne części składowe śluzu prawdopodobnie znowu po części do krwi wracają.

2. Ślina. Trzy różne od siebie rodzaje śliny, pochodzące ze ślinianki przyusznój, podszczękowej i podjęzykowej, są to wydzieliny, zawierające znaczną ilość wody, jasne, alkaliczne nie oddziaływające, ciężar właściwy ich jest mały (1,004—1,009). Oprócz zwyczajnych substancji przesięków zawierają one, jako części składowe właściwe: a) mucynę, której znajduje się najwięcej w ślinie z gruczołu podjęzykowego; mniej w ślinie z gruczołu podszczękowego, a najmniej w ślinie z gruczołu przyusznego; b) ptyalinę, ciało fermentowe, dotychczas jeszcze nie oddzielone \*), które przy ciepocie ciała zamienia krochmal na pęczniały dextrynę i cukier; c) związki siarkocyanu (rodanu potassu). — Oprócz tego ślina, jak się zdaje głównie z gruczołu podjęzykowego (DONNERS) zawiera pierwiastki ukształtowane, podobne bardzo do ciałek śluzowych, — t. z. ciałka ślinowe; komórki te zawierają ziarenka, które przedstawiają żwawe ruchy drobinkowe.

\*) W ostatnich czasach udało się p. CORNHILL otrzymać ten ferment, a to sposobem użytym przez BRÜCKE'go do oddzielenia pepsyny. Substancya ta nie należy do ciał białkowych.

Ślina z pojedynczych gruczołów, otrzymywaną być może u człowieka z przetok ślinnych, chorobliwie istniejących, a ze ślinianki przyusznój można ją także otrzymać przez wprowadzenie rurki do otworu przewodu Stenon'a (naprzeciw 2 lub 3 zęba trzonowego górnej szczęki); u zwierząt przez zrobienie sztucznych przetok ślinnych. — Zdolność przeprowadzania krochmalu na cukier jest u człowieka własnością śliny każdego gruczołu z osobna, szczególnie zaś śliny ust, która powstaje w jamie ustnej przez połączenie się śliny wszystkich gruczołów ze śluzem ust. U zwierząt własności tej nie posiada ślina z każdego gruczołu, jak to w ogóle u zwierząt różne ślinianki, stosownie do rodzaju pokarmów przyjmowanych, rozmaicie są wykształcone. Wytwarzanie cukru nadzwyczaj szybko się odbywa i mierne zakwaszenie nie wstrzymuje go, co nadzwyczaj ważnem jest przy trawieniu. — Oprócz tego ślina zamienia salicynę przy 40°C, na saligeninę i cukier (FRERICHS i STAEDELER). — Rodanek potassu, wykazać się dający przez czerwono krwiste zabarwienie, powstające za dodaniem półtorochlorku żelaza, nie jest zwykłą częścią składową śliny, a być może nawet jest nieprawidłową częścią składową, i znajduje się najczęściej w ślinie ust, szczególnie wtedy, gdy sprawy chorobliwe (próchnienie zębów) odbywają się w ustach \*).

Wydzielanie śliny jest zależne od wpływu nerwów, który dokładniej tu jest zbadanym, niż przy innych wydzielinach. Bez tego wpływu wydzielenie śliny wcale nie ma miejsca (C. G. MITSCHERLICH, LUDWIG). Podczas życia pobudzenie nerwów wydzielniczych jak się zdaje, odbywa się albo przez odruch w pobudzeniu nerwów czucia i smaku jamy ustnej, albo też (szczególniej przy śliniance przyusznój, BERNARD), jest ono połączone z pobudzeniem (dowolnem) nerwów mięśni, służących do żucia. Ślina zatem wydzieloną zostaje przy drażnieniu jamy ustnej, przez substancje, posiadające smak, lub przy drażnieniu mechanicznem, chemicznem, przez ciepło, elektryczność, a także przy żuciu. Nerwy dośrodkowe, które pobudzone powodują przez odruch wydzielenie, pochodzą od nerwu trójdzielnego i językogardzielowego. Nerwy wydzielnicze pochodzą od nerwu trójdzielnego (n. trigeminus), twarzowego (n. facialis) i sympatycznego.

Pomiędzy nerwami wydzielniczymi odróżnić należy dwa rodzaje (BERNARD, ECKHARD), które że nie tylko dostarczają dwa odmienne rodzaje śliny, ale nadto wpływ ich naczynioruchowy jest

\*) ORDENSTEIN przekonał się, że ślina, którą otrzymał ze samego przewodu Stenon'a, która więc nie stykała się z błoną śluzową ust lub z zębami, jednakowoż zawierała siarkocyanek. To samo znaleźli pp. FUDAKOWSKI (w Warszawie) i MOLENDZIŃSKI (w Krakowie).

różny, a jednak niepodobna objaśnić wpływu jednego przez drugi. Pierwszy rodzaj nerwów wpływa na zwężenie naczyń do gruczołu dochodzących, tak że krew tylko małej ilości i bardzo ciemna do żył przechodzi; pobudzenie ich powoduje wydzielanie się małej ilości śliny, zawierającej znaczną ilość właściwych części składowych, mianowicie śluzu, dla tego nadzwyczaj lepkiej, prawie galaretowatej. Drugi rodzaj nerwów zdaje się rozszerzać naczynia doprowadzające, albowiem przy pobudzeniu ich krew obficie przepływa do żył, tak, że te ostatnie nawet tętnią i krew w nich jest jasno czerwoną, prawie koloru krwi tętnicznej, przytem ślina obficie się wydzielając, zawiera mało części składowych właściwych i jest bardzo rzadką. Nerwy pierwszego rodzaju dla wszystkich ślinianek przebiegają w nerwie sympatycznym, drugiego zaś rodzaju przebiegają po części w nerwie twarzowym, a po części w nerwie trójdzielnym; do ślinianki przyusznej dochodzą gałązki z nerwu skalistego powierzchownego mniejszego (n. petrosus superficialis minor), ze zwoju usznego, czyli ARNOLDA (ganglion oticum) i z nerwu usznokroniowego (n. auriculotemporalis); do ślinianki podszczękowej i podjęzykowej ze struny bębenkowej (chorda tympani) do nerwu językowego (n. lingualis), a ztąd zstępuje znowu do zwoju podszczękowego (ganglion submaxillare), a następnie do gruczołu. (Część nerwu językowego, zawierającego włókna tu wspomniane, nazywa się: truncus tympanico-lingualis).

Przypuszczając nawet, że różnica co do zawartości mucyny w obydwóch rodzajach śliny, objaśnićby się dała przez różnicę ich ilość, mianowicie, że ślina wydzielona pod wielkim ciśnieniem, zatem obfita, a zależąca od wpływu nerwu trójdzielnego, w danym czasie taką samą ilość substancji właściwych z gruczołu zabiera, jak ślina mniej obfita, a zależąca od wpływu nerwu sympatycznego (BERNARD), to jednakowoż wpływ naczynioruchowy nie byłby wystarczającym dla wyjaśnienia wydzieliny, gdyż ciśnienie w samym gruczołe może być większe niż ciśnienie krwi, a wydzielina nawet po ustaniu krążenia krwi w gruczołe, wywołaną jeszcze być może przez drażnienie nerwów (LUDWIG). Muszą tu więc istnieć inne jeszcze warunki, dotychczas nie zbadane. Ciężota ślinianki może być podwyższoną o  $1,5^{\circ}\text{C}$ . wskutek wydzielania (LUDWIG), nie badano jeszcze, czy drażnienie nerwu sympatycznego powoduje większe podwyższenie ciężoty, niż drażnienie nerwu trójdzielnego. Poszukiwania te mogłyby być wskazówką, czy w pierwszym razie więcej tlenu zużywa się, niż w drugim.

Wydzielanie śliny pobudzone przez odruch, dostarcza zwykle ślinę wodnistą, (zależącą od wpływu nerwu trójdzielnego). Przyrzędem ośrodkowym, w którym ma miejsce odruch (nasamprzód na gruczoł podszczękowy), jest przy pobudzeniu smaku prawdopodobnie mózg, przy innych zaś bodźcach, działających na błonę śluzową ust — zwój podszczękowy; gdyż po przecięciu części nerwu językowego, zwanęj: truncus tympanico-lingualis pobudzenie smaku już nie działa, inne zaś bodźce działają. Przyjąc zatem należy, że zwój podszczękowy posiada przyrzędy ośrodkowe wydzielnicze, które pobudzone być mogą do czynności odruchowej przez włókna, przechodzące z języka do nerwu językowego, a ztąd do zwoju; włókna zaś z mózgu pochodzące, (pobudzone przez odruch za pośrednictwem nerwów smaku), przebiegające przez nerw twarzowy, strunę bębenkową i truncus tympanico-lingualis, prawdopodobnie przebiegają tylko przez zwój, lecz się w nim nie kończą (BERNARD).

Oprócz tego podają jeszcze (BERNARD), że przy przecięciu zwoju podszczękowego, z zachowaniem włókien przez niego przechodzących z truncus tympanico-lingualis, powstaje wydzielanie ciągłe, które wtedy powiększone być może tylko przez pobudzenie nerwów smaku; dalej, że ciągłe wydzielanie następuje, gdy truncus tympanico-lingualis przed dłuższym czasem przecięty został; wydzielanie wówczas jeszcze zmienione być może przez wpływ włókien nerwu sympatycznego, (a to w sposób powyżej podany). Objaśnienie powstawania wydzielania ciągłego po przecięciu nerwów, jest dotychczas jeszcze niemożliwe, a prawdopodobnie szukać go należy w istnieniu nerwów tamujących.

Ilość śliny wydzielanej przez dobę rozmaicie bywa podawaną ( $\frac{1}{2}$  — 2 kilogram). Płynne części składowe śliny z wyjątkiem mucyny, zapewne po większej części w przewodzie pokarmowym napowrót ulegają wessaniu (zob. rozdz. V).

3. Sok żołądkowy, jest wydzieliną gruczołów trawieniowych, znajdujących się w bardzo znacznej ilości w błonie śluzowej żołądka (aż do odzwiernika, gdzie przeważają gruczoły śluzowe); gruczoły te rurkowate, wpukłone w błonę śluzową, wypełnione są wielkimi, okrągłymi komórkami wydzielniczymi, t. z. komórkami trawieniowymi (z wyjątkiem tylko części otwierającej się na wolnej powierzchni błony śluzowej, która to część wysłana jest nabłonkiem słupkowatym). — Sok żołąd-

kowy jest płynem jasnym bezbarwnym, kwaśno oddziaływającym; w żołądku łączy się jeszcze ze śluzem tamże wydzielanym. Właściwie jego części składowe są: a. wolny kwas solny; kwas ten, bez zmniejszenia działania soku żołądkowego, zastąpiony być może przez kwas mleczny, który zwykle tworzy się w żołądku podczas trawienia (rozdział V); b. pepsyna, ciało fermentowe, rozpuszczające ciała białkowane. — Pepsyna posiada własność szybkiego rozpuszczania w ciepocie ciała skrępych ciał białkowych, które pod wpływem jakiegokolwiek kwasu rozcieńczonego (np. kwasu solnego ze soku żołądkowego, lub kwasu mlecznego i t. d.) napęczniały; rozpuszczenie odbywa się przy pewnym stopniu ukwaszenia, który najprędzej powoduje napęcznienie, (np. dla włókniaka krwi wołu 0,8 — 1 grama HCl na litr, Brücke); przy jednakowym stopniu ukwaszenia rozpuszczenie tem prędzej następuje, im więcej pepsyny się znajduje, a to do pewnej tylko granicy, po za którą rozpuszczenie już przyspieszonym być nie może. — Przemiany ciał białkowych, tym sposobem rozpuszczonych, mało jeszcze są znane. Z początku zdają się one jeszcze posiadać pierwotne swe własności, osadzone być mogą przez ciepło, (pod warunkiem, że przed wpływem soku żołądkowego nie były ścięte przez ciepło, albowiem w takim razie napęcznienie ich i rozpuszczenie, daleko powolniej następuje), a także przez zobojętnienie ich alkaliemi; po dłuższym zaś czasie (co przy prawidłowym trawieniu prawie nie ma miejsca) utracają własność osadzania się przez ciepło, wyskok, kwasy mineralne i niektóre sole metaliczne, i w takim razie nazywają się „peptonami“. Peptony posiadać mają daleko mniejszy równoważnik przesiąkania, niż zwyczajne roztwory ciał białkowych (FUNK). Ciała białkowane rozpuszczone, ulegać mają tym samym przemianom pod wpływem soku żołądkowego. Klój również zostaje przez sok żołądkowy rozpuszczony i jak się zdaje bez wpływu pepsyny, przez sam kwas (MULDER)\*. — Działanie soku żołądkowego znoszą te same

\* Doświadczenia p. FUDAKOWSKIEGO (zob. Pamiętnik Tow. lek. Warsz. 1863 r. — Serya 1V t. IV, str. 337) wykazały przeciwnie, że pepsynie przypisywać należy ważny udział w trawieniu kleju i ciał kiejorodnych.

wpływy, które niszczą działanie fermentów (gotowanie, kwasy stężone, wiele soli metalicznych, wyskok stężony i t. d.). Zgęszczone roztwory soli utrudniają rozpuszczenie, wstrzymując napęcznienie ciał białkowych; podobnie trudniejszym jest rozpuszczenie, gdy przez ściśnienie skrępy utrudnionem zostanie jego napęcznienie. Zółć także wstrzymuje rozpuszczenie nietylko przez zobojętnienie kwasów, lecz i przez to, że powoduje ściąganie się ciał białkowych (BRÜCKE). — Obojętne roztwory ciał białkowych przed rozpuszczeniem są osadzone przez kwas soku żołądkowego np. białkan potażu w mleku zawarty, to jest sernik, czyli kazeina, str. 25). Zob. także rozdz. V.

Prawdziwy sok żołądkowy otrzymuje się u ludzi z przetok żołądkowych chorobliwie powstałych, a u zwierząt z przetok sztucznych; również i w ten sposób, że gąbki przymocowane do nitki dają się polykać, a po jakimś czasie wyciąga się je. Sztuczny sok żołądkowy przygotowuje się przez nalanie błon śluzowych żołądka, świeżych lub wysuszonych, wodą z dodatkiem kwasu solnego (0,1%), lub przez rozpuszczenie pepsyny czysto otrzymanej, (co do sposobu otrzymywania tejże zob. str. 30) w wodzie i kwasie. — Kwas solny zastąpiony być może oprócz kwasu mlecznego, (który przy jednakowej ilości słabiej działa), jeszcze przez kwas szczawowy, fosforowy i octowy, przyczem działanie się zmniejsza. — Wedle przypuszczenia pepsyna w prawidłowym soku żołądkowym połączona jest z kwasem solnym („kwas chloropepsynowodorny“ C. SCHMIDT).

Co się tyczy wydzielania soku żołądkowego, to wiadomo (BRÜCKE), że pepsyna wytwarza się w komórkach trawienicowych, z których otrzymuje się przez wyciąg wodny w roztworze obojętnym, daleko łatwiej zaś przez wytrawianie rozcieńczonym kwasem solnym. Prawdopodobnie i za życia jest ona przez kwaśny płyn z komórek wyciąganą. Pomimo tego w rzadkich tylko wypadkach wykazać się daje w samych gruczołach kwaśne oddziaływanie, gdy tymczasem powierzchnia błony śluzowej żołądka pokryta jest sokiem żołądkowym, bardzo kwaśnym. (Oddziaływanie badać można przez papier lakmusowy, lub [BERNARD] przez nastrzyknięcie mleczanu żelaza i żelazocyanku potassu do krwi; tworzy się wtedy w ciele zabarwienie niebieskie tam tylko, gdzie istnieje kwaśne oddziaływanie; tu zatem powierzchnia błony śluzowej jest niebieska, warstwa zaś gruczołowa nie). Mimo to kwas wytwarza się w gruczołach, jeśli bowiem

powierzchnią błony śluzowej zubożeniemy przez magnezję paloną, następnie rozetrzemy błonę śluzową z wodą i pozostawimy, wtedy po dłuższym czasie znowu objawi się oddziaływanie kwasne. Znaleziono także w błonie śluzowej ciało odtleniające tleniki metaliczne (cukier?), któremu łatwo przypisywać można wytwarzanie kwasu mlecznego. Przyjąć zatem należy, że gruczoły trawienne wyrabiają pepsynę i kwas, a ten ostatni (zmieszany z pepsyną) natychmiast wydzielony zostaje na powierzchnię; siły wywołujące to są zupełnie zagadkowe, podobnież i powstawanie wolnego kwasu solnego, gdyż trudno przypuszczać, aby wydzielany był z jakiej soli przez kwas mleczny (może z chlorku wapienia, SMITH); przypisują obydwie te fakta jakiemuś rozkładowi elektrycznemu, będącemu pod wpływem nerwów (BRÜCKE).

Wydzielanie soku żołądkowego zdaje się również następować tylko pod wpływem nerwów, a to przez odruch, (zob. ślina). Wstrzymuje się ono, gdy żołądek jest próżny, powstaje zaś, gdy wypełniony jest substancjami mechanicznie drażniącymi (pokarmy), prawdopodobnie także przy drażnieniu błony śluzowej ust. Wydzielanie niezależne jest od całości nerwów, z zewnątrz do żołądka dochodzących (nerwy błędne i t. d.); ośrodki więc pewnej części nerwów wydzielniczych znajdują się w samych ścianach żołądka (BRÜCKE, RAWICZ). Wraz z wydzielaniem powstaje zaczerwienienie błony śluzowej, zatem rozszerzenie jej naczyń.

Wydzielony sok żołądkowy, po większej części w kiszkaż znowu zostaje wessany (zobacz rozdział V). Dla tego też znajdujemy małe ilości pepsyny w różnych płynach ciała, np. w płynie mięszszowym mięśni, w moczu (BRÜCKE). Kwas soku żołądkowego zubożeniąją wydzieliny kiszkażowe alkalicznie oddziałyujące. Co się tyczy ilości tej wydzieliny, to brak stosownych obliczeń.

4. **Żółć.** Wyrabia się w zrazikach (acini) wątroby. Każdy zrazik otrzymuje, podobnie jak cała wątroba, krew tętniczą (przez tętnicę wątrobową) i krew żylną, pochodzącą z naczyń włoskowatych żołądka, kiszkaż, trzuszczki i śledziony (przez żyłę wrotną), a oddaje krew żylną do żył wątrobowych. Ostatnie rozgałęzienia żyły wrotnej, znajdujące się na obwodzie zrazików

(venae interlobulares), i zakończenia tętnicy \*) są połączone z gałązkami początkowymi żył wątrobowych, ze środka odchodzącymi (venae interlobulares) za pośrednictwem gęstej siatki naczyń włoskowatych, przeplatającej cały zrazik, a oczka tej siatki wypełnione są wielkimi i okrągłymi komórkami wątroby. Przewody wyprowadzające (przewody żółciowe), powstają na obwodzie zrazików, jako delikatne kanaliki, łączą się potem we wrotach wątroby w jeden przewód wyprowadzający; (ductus hepaticus), który po oddaniu gałęzi pobocznej (ductus cysticus) do zbiornika (pęcherz żółciowy), otwiera się do dwunastnicy, jako przewód żółciowy dokiszkażowy (ductus choledochus). Krew żyły wrotnej, która przebyła już raz układ naczyń włoskowatych i znów rozdziela się na liczne naczynia, musi nadzwyczaj wolno krążyć w naczyniach włoskowatych wątroby.

Żółć jest płynem obojętnie oddziałyującym (przy wlewaniu się zaś do kiszkaż, skutkiem domieszanego śluzu, oddziaływa alkalicznie), zwykle gęstym, smaku gorzkiego, koloru żółtego, brunatnego, zielonego, nawet czarnego. Części jej składowe właściwe są: 1. sole sodowe dwóch złożonych kwasów (t. z. „kwasów żółciowych“), mianowicie: kwas glikocholowy (zwany także „kwasem cholowym“) i taurocholowy „kwas choleinowy“). Pierwszy jest połączeniem glicynu, azot zawierającego z kwasem cholalowym nie zawierającym azotu, drugi powstaje z taurynu, zawierającego azot i siarkę, i podobnież z kwasu cholalowego; 2. cholestearyna, rozpuszczona przez sole kwasów żółciowych; 3. dwa barwniki: żółty bilifein (chollepyrrhin, bilifulvin) i zielony biliverdin; 4. małe ilości tłuszczów i mydła.

Żółć łatwo otrzymywaną być może z pęcherza żółciowego po śmierci, podczas życia zaś u zwierząt z przetok żółciowych sztucznie zrobionych, co także służyć może do oznaczenia ilości żółci w pewnym razie wydzielonej. — Kolor żółci bardzo zmienny jest w stanach prawidłowych, tem bardziej zaś w stanach chorobliwych i u różnych zwierząt; na powietrzu żółć z żółtej staje się zieloną; u zwierząt roślinożernych jest ona już w pęcherzu zieloną. — Obydwa kwasy żółciowe są w rozmaitym stosunku zmieszane, u człowieka, gadów i ryb przeważa kwas taurocholowy, to samo u wielu zwierząt ssących i ptaków;

\*) Nie wszystkie gałązki tętnicy wątrobowej przechodzą bezpośrednio w żyły międzyczkażkowe, lecz część ich dopiero po zapotrzeniu w krew tkanki łącznej przewodów żółciowych i większych naczyń.

u innych zwierząt (np. u świni, kangura) przeważa kwas glikocholowy. Kwas cholalowy zawarty w kwasach żółciowych, bywa u różnych zwierząt zastąpiony przez kwasy powinowate np. przez kwas chenocholalowy  $C_{54}H_{44}O_8$  u gęsi, przez kwas h y o c h o l a l o w y  $C_{50}H_{40}O_8$  u świni, przez kwas g u a n o - ż ó ł c i o w y w guanie i kwasy tamte z tego powodu otrzymują różne nazwania (kwas taurochenocholowy, hyoglykocholowy). Kwasy żółciowe rozpoznąć można przez kolor czerwono fioletowy, który powstaje po dodaniu cukru trzcinowego i kwasu siarczanego (PETTENKOFER). Płaszczyznę polaryzacyjną obracają na prawo, cholestearyna zaś na lewo (F. HOPPE). Żółty barwnik żółci, przy działaniu środków utleniających przechodzi na zielony i na inne barwniki, dla tego też przy dodaniu kwasu azotowego, zawierającego nieco kwasu podazotowego, przedstawiają się na granicy zetknięcia się tych płynów kolory tęczowe (próba GMELIN'A).

Wyrobienie żółci jak się zdaje ciągle ma miejsce, wydzielina ta, gdy trawienie nie odbywa się, przechodzi przez przewód pęcherzowy do pęcherza żółciowego i tam zatrzymuje się, podczas trawienia zaś przechodzi do kiszki, tak bezpośrednio, jakoteż z pęcherza żółciowego. Właściwe jej części składowe wytwarzają się w komórkach wątroby; a że części te nie są wydzielone bezpośrednio ze krwi, przekonywa to, że we krwi dopływającej do wątroby nie można ich wykazać, ani w zwykłym stanie, ani też przy wstrzymanem wydzielaniu (po wyłuszczeniu wątroby); przechodzą zaś do krwi wtedy, gdy w wypływ żółci z wątroby jest wstrzymany np. przez zamknięcie przewodu wyprowadzającego; natenczas okazują się barwniki żółciowe, kwas cholalowy, kwas glikocholowy i taurocholowy (F. HOPPE-SEYLER) w moczu, który skutkiem obecności barwników staje się brunatnym, skóra i błony śluzowe zostają żółto zabarwione, jest to t. z. ż ó ł t a c z k a. Który z obydwóch rodzajów krwi doprowadzonych do wątroby, głównie dostarcza materiałów do wytwarzania żółci, z pewnością nie wiadomo; podług jednych (ORÉ, FRERICHS i inni) podwiązanie lub zamknięcie (KOTTMAYER) tętnicy wątrobowej, nie zaś żyły wrotnej wstrzymuje wydzielanie żółci, nowsze zaś doświadczenia (SCHIFF) przeciwnie wykazały. Badania porównawcze krwi, dochodzącej do wątroby i z niej wychodzącej, wykazały tylko w przybliżeniu, które substancje pozostają w wątrobie i tam zamienione zostają na części składowe żółci. Badanie krwi żyły wrotnej i żył wątrobowych wykazało, że krew w ostatnich oprócz cukru w niej znajdującego się (zo. roz. VI) zawiera mniej wody, białka, w ł ó k n i k a, t ł u s z c z ó w, barwnika krwi i soli

(za to więcej ciałek krwi, zob. rozdz. VI), niż krew żyły wrotnej, która zwłaszcza po trawieniu zawiera znaczną ilość tłuszczów (LEHMANN, C. SCHMIDT). Że wydzielanie wątroby połączone jest z silnem utlenianiem, dowodzi tego wysoki stopień ciepła gruczolu i krwi żył wątrobowych; przyjmują zatem, że ze krwi naczyń włoskowatych wątroby występuje woda, sole ciała białkowane i niewiadomym sposobem tłuszcze i barwnik krwi i że skutkiem utleniania powstaje z ciał białkowatych glicyna, tauryna, glikogen (?), z tłuszczów kwas cholalowy, cholestearyna i cukier (?), a z barwnika krwi, barwniki żółci. Najpewniej wykazane jest tworzenie się barwnika żółci z barwnika krwi, a mianowicie: 1. przez zupełne podobieństwo bilifeinu (bilifulvin) z hematoidyną (VIRCHOW, VALENTIN), dalej, że z bilifeinu przez traktowanie go tlenem powstaje biliverdin (HEINTZ); 2. przez występowanie barwników żółci w moczu, gdy wolny barwnik krwi znajduje się we krwi np. po zniszczeniu ciałek krwi przez wstrzykiwanie wody (HERRMANN), lub przez wstrzykiwanie soli kwasów żółciowych (KÜHNE), które rozpuszczają ciała krwi; (być może, że coś podobnego odbywa się w wątrobie; KÜHNE).

Powstawanie kwasu cholalowego i cukru z tłuszczów wedle rozmaitych przypuszczeń ma w ten sposób odbywać, że gliceryna dostarcza cukru, a kwas tłuszczowy dostarcza kwasu cholalowego; to jednak dotychczas wcale dowiedzionem nie zostało. — Glicyna powstająca w wątrobie łączyć się może zamiast z kwasem cholalowym, także i z innymi kwasami np. z kwasem benzoowym na kwas hippurowy (str. 42).

Ilość żółci wydalonej, nie dająca się dokładnie oznaczyć, (przez LUDWIG'A, z innych podań o b l i c z o n a) wynosi mniej więcej od 160 do 1200 gramów na dobę, zależną jest bardzo od pokarmów, powiększa się przez przyjmowanie wody, (przyczem staje się wodnistszą), przez pokarmy mięsne, mniej przez pokarmy roślinne, a wcale nie przez użycie tłuszczów; zmniejsza się znacznie przy głodzeniu. Największa ilość wydzieloną zostaje w kilka godzin po przyjęciu pokarmów, a to tém później im większa ilość pokarmów przyjętą została (BÈCHAMP). Wpływy nerwowe na wytwarzanie żółci nie są jeszcze znane.

W żółci znajdują się czasem i substancje niezwykle, gdy takowe z pokarmami przyjęte zostaną; mianowicie mają przechodzić do wątroby i żółci metale ciężkie; miedź i ołów znajdują się prawie zwykle w wątrobie.

Wyrobiona żółć prawdopodobnie wydalana jest z przewodów wątroby przez mechaniczne posuwanie się wydzieliny świeżej, czemu dopomaga nacisk wątroby przy wdychaniu, (ilość żółci wypływającej z przetok, zmniejsza się zatem przy zwolnionem oddychaniu po przecięciu nerwów błędnych, HEIDENHAIN); wypróżnienie zaś pęcherza żółciowego i większych przewodów żółciowych odbywa się zapewne przez kurczenie się ich gładkich włókien mięśniowych, które ma miejsce jednocześnie z ruchami kiszek.

Ponieważ zwierzęta z przetokami żółciowymi szybko chudną, gdy nie dozwala im się lizać wypływającej żółci, dla tego przypuszczano, że większa część żółci w kiszkiach napowrót wessaną zostaje; jednakowoż nie znane są, ani dalsze zmiany wessanej żółci, ani też nie są dostatecznie wyłączone inne możliwości, któreby wyjaśniły wychudnienie, powstające po oddaleniu wydzielonej żółci. Przeciwnie wszystkie substancje żółci znajdujące się w znacznej ilości w kale, a mianowicie barwniki żółciowe, które zabarwiają kał, kwasy żółciowe, śluz, cholestearyna i t. d. Kwasy żółciowe rozłożone zostają w dolnej części przewodu kiszkiowego, mianowicie kwas taurocholowy, tak, że w kale znajduje się kwas glykocholowy, cholalowy i ich wyroby rozkładowe: kwas choloïdny i dyslyzyna (HOPPE-SEYLER). Wessanie więc części składowych żółci ulega jeszcze wątpliwości.

Przeciwnie wszystkim innym wydzielinom przeznaczonym dla przewodu pokarmowego, żółć prawdopodobnie nie ma najmniejszego znaczenia we właściwym trawieniu (t. j. nie służy do przygotowania pokarmów do wessania); własność tu zaliczyć się mogącą, mianowicie: zawieszanie tłuszczów (emulsja), posiada ona w daleko mniejszym stopniu, niż inne wydzieliny (sok trzuszczkowy, sok kiszkiowy). Znaczenie jej fizyologiczne zdaje się więcej odnosić się do wessania, mianowicie tłuszczów (rozdz. V). Żółć (i sole kwasów żółciowych) bowiem możebnem robi, tak przesączenie tłuszczów przez błony pod słabem ciśnieniem, jako też przesiąkanie pomiędzy tłuszczami i wodnemi roztworami (v. WIRSTINGHAUSEN), a to prawdopodobnie dla tego, że ona jako roztwór mydła powoduje jednoczesne nasiąkanie błon obydwoma płynami (warunek przesiąkania); żółć także ułatwia przejście tłuszczów

przez ciasne (włoskowate) kanaliki. — Ma przytem pobudzać kurczenie się włókien mięśniowych, kosmków kiszkiowych (SCHIFF) i przez to również ułatwiać wessanie tłuszczów. — Oprócz tego zdaje się, że wstrzymuje gnicie zawartości kiszek.

Jeżeli żółć przez przetokę odprowadzoną będzie na zewnątrz, nie widać żadnych ważnych zmian w trawieniu, lecz tylko: 1. utrudnione wessanie tłuszczów (zawartość tłuszczów w kale, a mało tłuszczu w mleczu [chylus]); 2. kał niezabarwiony, cuchnący, twardy; 3. czasami wielką żarłoczność zwierzęcia, która się objaśnia przez znaczną utratę części składowych żółci, które w przeciwnym razie znowu są wysypane przez kiszki (zob. wyżej); 4. zmniejszone wessanie tłuszczu zastępuje zwierzę przez przyjmowanie większej ilości wodań węgla (rozdz. VII).

5. Sok trzuszczkowy (ślina brzuszna). Sok ten wydzielany w gronkowatym gruczole trzuszczkowym, bardzo podobnym do ślinianek, jest płynem mocno alkalicznym oddziaływającym, jasnym, bardzo lepkiem, bezbarwnym, krzepnącym w podwyższonej ciepłocie. Właściwe jego części składowe są: 1. kilka ciał białkowatych krzepnących w podwyższonej ciepłocie, które nie wiele od białka się różnią i którym dotychczas przypisywano własności fermentowe tej wydzieliny (pankreatyna). Nowsze poszukiwania (DANILEWSKI) wykazały jednak, że fermenta tej wydzieliny stanowią inne ciała. — 2. Kilka ciał fermentowych, dających się od siebie oddzielić: a. zmieniające krochmal na cukier; b. zawieszające i rozpuszczające tłuszcze obojętne; c. rozpuszczające skrzepłe ciała białkowate, bez poprzedniego napełnienia (DANILEWSKI). 3. Leucyna i inne wyroby utlenienia ciał białkowatych.

Sok trzuszczkowy otrzymać można przez zrobienie przetok, a sztuczny sok trzuszczkowy przez wodne nalanie i wytrawienie substancji gruczołowej.

Wydzielanie soku trzuszczkowego nie odbywa się prawdopodobnie nigdy bez pobudzenia nerwowego, (podobnie jak wydzielanie śliny); jest ono zwykle bardzo mierne, powiększa się jednak podczas trawienia. Że i tu podobnie właściwe części składowe, wytworzone są w komórkach gruczołowych, tego okazuje: 1. działalność nalania substancji gruczołowej; 2. obecność cząstek komórek w wydzielinie (DONDEERS); przypuszczać można że i tu czę-



ści składowe, uwolnione zostają skutkiem rozpadu komórek. — Z powiększeniem się wydzieliny, połączony jest zwykle znaczniejszy dopływ krwi, zaczerwienienie gruczołu (BERNARD). Przypuszczać zatem można, tak jak przy śliniankach, wpływ nerwów naczynioruchowych.

Nerwy wpływające na wydzielinę są nie znane; zdają się być pobudzane przez odruch od błony śluzowej żołądka, podobnie jak nerwy ślinianek od błony śluzowej ust (LUDWIG), dla tego też wydzielina soku żołądkowego i soku trzustkowego jest w pewnej od siebie zależności (BIDDER i SCHMIDT). Drażnienie końca dośrodkowego nerwu błędnego wstrzymuje wydzielinę (LUDWIG).

Sok trzustkowy, ponieważ zawiera fermenta, posiada trzy główne własności, które nadają mu wielką wagę w trawieniu: 1. Napeężniały krochmal, zmienia on jeszcze łatwiej niż ślina na dextrynę i cukier; 2. tłuszcze obojętne, płynne zmieszane z nim, rozdziela na delikatne kropelki zawieszane w płynie (emulsya); pewną część rozkłada na pojedyncze części składowe, t. j. na glicerynę i kwas tłuszczowy; ten ostatni łączy się z jego zasadą na mydło, a nadmiar jego powoduje kwaśne oddziaływanie; 3. ciała białkowe skrzeple zamienia przy ciepłocie ciała na substancje rozpuszczalne (peptony?), podobnie jak sok żołądkowy; klej również rozpuszcza. Poprzednie napeężnienie wstrzymuje lub opóźnia rozpuszczenie, które odbywa się od obwodu ku środkowi, sok żołądkowy zaś rozpuszcza poczynając od wnętrza.

Ilość wydzielanego soku trzustkowego z przetok nie daje się dokładnie oznaczyć, albowiem trzustka posiada dwa przewody wyprowadzające, które łączą się ze sobą. Dalsze przeznaczenie tej wydzieliny w kiszkiach jest prawdopodobnie takie samo, jak śliny i soku żołądkowego.

6. S o k k i s z k o w y (succus entericus), wydzielina rurkowatych gruczołów LIEBERKÜHN'A, w całych kiszkiach znajdujących się, (gruczoły pęcherzykowate BRUNNER'A, znajdujące się w dwunastnicy, mają go do budowy i wydzieliny wielkie podobieństwo do trzustki), jest to płyn jasny, lepki, bezbarwny, mocno alkalicznie oddziaływający, którego właściwe części składowe

i wydzielanie mało bardzo są znane. Powodem tego jest trudność otrzymania większych jego ilości (przez przetoki kiszkiowe, nie dając przytem żadnych pokarmów, przez wprowadzenie gąbki, przez wstrzymanie innych wydzielin wlewających się do kiszki).

Własności soku kiszkiowego ważne dla trawienia z których można wnosić o istnieniu tam jednego lub kilku fermentów, są te same jak soku trzustkowego; jednakże wpływ jego na krochmal i tłuszcze jest daleko mniejszy, możność zaś rozpuszczania skrzeplonych ciał białkowych jest bardzo znaczna. — O ilości soku kiszkiowego nic nie wiemy.

## II. WYDZIELINY DLA PRYZRZĄDU ODDECHOWEGO.

Płuca uważane być mogą ze swój budowy i czynności, jako gruczoł gronkowaty z wydzieliną gazową, którego przewodem wyprowadzającym jest tchawica. Jako już w rozdz. III wspomnieliśmy, niezupełnie dokładnie znane nam są siły, powodujące oddzielenie się wydzieliny, to jest kwasu węglanego.

Płynnych wydzielin, mianowicie śluzu dostarczają liczne gruczoły śluzowe przewodów oddechowych, poczynając od otworów nosowych, aż do średnich oskrzeli. Gruczoły te są gronkowate i posiadają nabłonek płaski, najmniejsze jednak są więcej rurkowate i posiadają nabłonek słupkowy. Wydzielina ich jest ta sama, co i gruczołów śluzowych przewodu pokarmowego. Śluz prawdopodobnie w małych tylko ilościach się wydziela, a nadmiar wydalony bywa przez przyrządy, o których wspomnieliśmy na str. 85.

## III. WYDZIELANIE MOCZU.

Mocz wytworzony w nerkach jest prawdziwą wydzieliną zewnętrzną (excretio), której wydalenie z ustroju bez dalszego użytkowania go do innych celów jest koniecznym, (podobnie jak inne t. z. wydzieliny zewnętrzne). Przeznaczeniem jest jego wydalenie z ustroju pewne ostateczne wyroby utlenienia sub-

stancji azotowych i nadmiar wody. Wyroby utlenienia w wodzie rozpuszczone wydzielają się wraz z solami.

Pytanie przez długi czas nierozstrzygnięte, czy te wyroby ostateczne we krwi zostają wytworzone, czy też część ich (ze względu na ilość) dopiero w nerkach się tworzy, zdaje się obecnie być rozstrzygniętem, na korzyść tego ostatniego przypuszczenia (zob. niżej) tak, że substancje te istotnie uważane być mogą jako „właściwe części składowe“ wydzieliny nerek.

Mocz jest płynem jasnym, przezroczystym, żółtym w rozmaitych odcieniach, oddziaływającym słabo kwasno, smaku słono-gorzkiego i zapachu aromatycznego, (ciężar właściwy wynosi 1,005—1,030). Znajduje się w nim mała ilość śluzu z gruczołów śluzowych przewodów wyprowadzających (przewody moczowe). Właściwe jego części składowe są: 1. moczownik, najgłówniejszy wyrób ostateczny utlenienia substancji azotowych, po części we krwi już wytworzony, po części zaś dopiero w nerkach powstający, (OPPLER); 2. kwas moczowy, niższy stopień utlenienia; 3. szereg niższych jeszcze stopni utlenienia, po większej części w małej tylko ilości występujących; niektóre z nich (oznaczone przez \*) nie stale znajdują się: \* allantoina xantyna, hypoxantyna (sarkyna), kreatynina, kreatyna, glicyna, (zawsze jednak połączona z kwasem benzoesowym jako kwas hippurowy), \*tauryna, \*cystyna, \*leucyna, \*tyrozyna; 4. jeden lub kilka barwników moczu i indikan (str. 32); 5. substancje wcale nieznanne t. z. materje wyciągowe (np. substancja, nadająca zapach moczowi).— Inne części składowe moczu są: 1. woda, 2. sole (zwyczajne sole krwi; oprócz tego zaś inne, będące prawdopodobnie również wyrobami utlenienia np. szczawiany, siarczany, pochodzące zapewne z utlenienia substancji siarkę zawierających, jako to tauryny); 3. małe ilości cukru (BRÜCKE); 4. gazy (tlen, azot, kwas węglany).

Kolor moczu zależnym jest od jego zgęszczenia, najbardziej ciemnym jest gęsty mocz ranny („urina sanguinis”), a najbardziej jasnym mocz oddawany po obfitym napoju („urina potus”). — Oddziaływanie kwaśne moczu zależy najwięcej od obecności kwaśnego fosforanu sody; czasami mocz prawidłowy oddziaływa alkalicznie, mianowicie po użyciu węglanów alkalicznych, lub soli alkalicznych, kwasów roślinnych, (te ostatnie wskutek utlenienia przechodzą na węglany). Na powietrzu powiększa się coraz bardziej kwaśne oddziaływanie, skutkiem rozkładu (utleniania) barwników i materji wyciągowych, przyczem

wytwarza się wolny kwas mleczny („fermentacja kwaśna”); przez obecność wolnego kwasu zostają moczony rozłożone i tworzy się osad kwasu moczowego, trudno rozpuszczalnego w kwasach.— Po dłuższym czasie (przy wyższej ciepłocie prędkiej) powstaje gnicie, mianowicie rozkład moczownika na węglan amonowy, oddziaływanie wtedy staje się alkalicznym („fermentacja alkaliczna”), zapach cechujący; i przy wytwarzaniu się grzybków i wymoczków powstają osady moczuanu amonii, fosforanu amonowo-magnezyowego i t. d. Fermentem do tych rozkładów jest śluz domieszany do moczu.

Przewaga jakiegokolwiek z powyżej wymienionych właściwych części składowych moczu, zdaje się zależeć od rodzaju pokarmów przyjmowanych. U zwierząt ssących mięsożernych, przeważa podobnie jak u człowieka moczownik, bardzo mało znajduje się kwasu moczowego, a wcale nie kwasu hippurowego; u zwierząt roślinożernych jest mało moczownika, wiele kwasu hippurowego, a kwasu moczowego wcale nie ma; przy zmianie pokarmu zmienia się odpowiednio i mocz. Mocz ludzki również zmienia swoje stosunki odpowiednio do pokarmów (zob. niżej); mianowicie przy użyciu pokarmów roślinnych, a więcej jeszcze przy użyciu kwasu benzoesowego, bursztynowego, olejku gorzkich migdałów, kwasu chinowego, a być może i innych substancji roślinnych, powiększa się kwas hippurowy, znika zaś przy użyciu samych pokarmów mięsnych. Mocz ptaków, gadów łuskowatych, owadów i t. d., który natychmiast krzepnie po oddaniu, składa się głównie z kwasu moczowego.

Kanaliki moczowe i naczynia łączące się z nimi, są częściami wydzielającymi nerek. Każdy kanalik moczowy kończy się w substancji korowej nerek rozszerzeniem pęcherzykowatym (pęcherzyk, BOWMAN'A), w który wpuklony jest t. z. kłębek (glomerulus MALPIGHI). Jest to kłębek naczyniowy, powstały przez rozgałęzienie i powtórne połączenie, najdelikatniejszej gałązki tętnicy nerkowej (vas afferens). Naczynie powstałe przez powtórne połączenie się, wychodzące z pęcherzyka (vas efferens), rozdziela się następnie na prawdziwe naczynia włoskowate, które otaczają kanaliki moczowe, mianowicie zaś ich początki skręcone, a potem łączą się, tworząc gałązki żył nerkowych.

Ponieważ krew w kłębkach, z powodu oporu istniejącego w drugim układzie naczyń włoskowatych, znajduje się pod wysokim ciśnieniem, musi tu mieć zatem miejsce silne przosączanie do pęcherzyków, skutkiem czego woda i części osocza, prawdziwie rozpuszczone (sole, moczownik, cukier i t. d.), przechodzą do kanalików moczowych. (Części nie prawdziwie rozpuszczone, jak np. białko i t. p., przechodzą dopiero przy niezmiernie wysokim ciśnieniu). Pomiędzy roztworem tym bardzo rozcieńczonym, przechodzącym przez kanaliki, a krwią, z której on powstał i która

przez to stała się bardziej zgęszczoną, powstaje przez ściany kanalików przesiąkanie, które koniecznie spowodować musi powrót wody do krwi (LUDWIG), tak, że mocz w kanalikach staje się bardziej zgęszczonym. Jednakowoż objaśnienie to oparte na prawach czysto tylko fizycznych, nie wystarcza do wytłomaczenia powstawania moczu, gdyż mocznik w samych nerkach się wytwarza; — przyjąć zatem należy, że materje wyciągowe (kreatyna, kreatynina i t. d.), przechodzące ze krwi do moczu, zostają po większej części utlenione na mocznik i kwas moczowy w komórkach wydzielniczych nerek, wyścielających kanaliki moczowe, a przez które te materje przechodzić muszą. — W tych samych komórkach wytwarza się prawdopodobnie i barwnik moczu, w każdym jednak razie z barwnika krwi.

Następujące okoliczności przemawiają za tworzeniem się mocznika i kwasu moczowego w samych nerkach (bez względu na zmianę materji ich własnej substancji): 1. mała ilość mocznika we krwi w stosunku do jego ilości w moczu; 2. nadzwyczaj mała ilość mocznika we krwi, po wycięciu obydwóch nerek, a bardzo znaczna po podwiązaniu tylko moczowodów, (przy czem utrzymane jest tylko wydzielanie mocznika już wytworzonego, samo zaś powstawanie jego jest jeszcze możebne z powodu obecności nerek); przeciwnie zaś znajdują się w pierwszym przypadku niższe stopnie utlenienia (kreatyna, kreatynina i t. p.) znacznie pomnożone tak we krwi, jako też w mięśniach (OPPLER); 3. obecność w substancji nerkowej niższych wyrobów utlenienia (tauryna, cystyna i t. d.), które w moczu już się nie znajdują, wyjąwszy rzadkie tylko wypadki; 4. brak kwasu moczowego we krwi (zwykle). Że mocznik zupełnie wytworzony przez krew, zostaje wydzielony do nerek, wnosić tylko można z tego, że krew tętnicy nerkowej zawiera więcej mocznika, niż krew żyły nerkowej (PICARD). Ponieważ jednak twierdzenie to jest wątpliwe (v. RECKLINGHAUSEN), możebnym jest zatem, że mała ilość mocznika we krwi, pochodzi z nerek.

Po wycięciu nerek, woda i azot wydziela się przez błony śluzowe żołądka i kiszki. Żołądek i kiszki wypełniają się płynami amoniakalnemi, trawienie ulega natychmiast zmianie, nakoniec powstaje nagle śmierć (przez otrucie

amoniakiem?). We krwi nie znajdujemy przytem ani śladu mocznika (BERNARD i BARRESWIL).

Z powyżej podanych warunków wydzielania okazuje się, że następujące okoliczności wpływają na ogólną ilość moczu w danym czasie wydzielonego i na ilość jego pojedynczych części składowych. Ogólna ilość moczu zależy: a) od ciśnienia krwi w kłębkach; b) od zawartych we krwi substancyj, posiadających mały równoważnik przesiąkania (woda, sole i t. d.); — albowiem im większe jest ciśnienie, tem więcej w danym czasie zostaje przesączone, a im więcej jest takich substancyj we krwi, tem mniej ich wsysać będzie krew z kanalików moczowych, zatem w obydwóch razach tem większa będzie ilość moczu. Co do a) Warunki powiększające ciśnienie w kłębkach są: 1. powiększenie ogólnego ciśnienia krwi, zatem znaczniejsze wypełnienie układu naczyniowego (np. przez obfite przyjmowanie wody, która szybko ulega wessaniu); 2. powiększenie ciśnienia w samym tylko układzie tętnicznym, wywołanem skutkiem powiększonej czynności serca (np. po przecięciu nerwu błędnego); 3. powiększone ciśnienie w tętnicy nerkowej (np. po podwiązaniu innych większych tętnic), lub w samych tylko kłębkach (przez rozszerzenie naczyń wchodzących [vasa afferentia] za pośrednictwem nerwów naczyniowych); 4. utrudniony odpływ krwi z kłębków do żył (np. wskutek chorobliwego zwężenia naczyń włoskowatych, lub po podwiązaniu żyły nerkowej). Znacznie powiększone ciśnienie, zwłaszcza wskutek okoliczności przytoczonych przy 4., powoduje przesączenie się do moczu tych części osocza, które nie są prawdziwie rozpuszczone, jako to: białka i substancji włóknik tworzącej, a największe ciśnienie sprowadza pęknięcie naczyń i wtedy do moczu przechodzi krew (ciałka krwi). Wpływy przeciwne, głównie zatem zmniejszone ciśnienie w układzie tętnicznym np. przy zmniejszonej czynności serca (choroby serca), zmniejszają ilość moczu. — Co do b) Z substancyj tu należących, ilość wody zawarta we krwi najważniejszy wpływ mieć będzie na ilość moczu; w rzeczy samej od ilości wody głównie zależy ilość moczu, azatem od ilości napojów (objaśnić się to daje przez okoliczności powyżej wymienione pod a) i b). Ilość każdej pojedyn-

część części składowej moczu zależy: a) od względnego znajdowania się jej we krwi; zostaje zaś powiększoną: 1. ilość wody we krwi: przez przyjmowanie wody (w napojach) i przez zmniejszone wydzielanie jej innemi drogami jako to: przez pot i wydychanie (przy niskiej ciepłocie); 2. ilość soli, przez powiększone przyjmowanie soli z pokarmami, (te zaś które powstają w ustroju przez utlenienie, powiększone zostają wskutek obfitszego utlenienia); 3. ilość cukru: przez powiększone wytwarzanie cukru w wątrobie i przez wstrzymaną zmianę jego (utlenianie); 4. ilość azotowych wyrobów utlenienia (bez względu czy mocznik, kwas moczowy, lub kreatyna i t. d.), przez powiększone przyjmowanie pokarmów azot zawierających, zatem mięsa, jaj i t. d. również przez powiększone zużycie takowych, (powiększona czynność nerwów, podwyższona ciepłota, gorączka i t. d., zob. rozdz. VIII). b) od utleniającej czynności nerek. Wpływ ten odnosi się tylko do części składowych moczu, dopiero co wspomnianych pod 4., które w danej nerce dalej utlenione zostają po większej części na mocznik; odnosi się to także do niektórych soli, powstających prawdopodobnie w samej nerce przez utlenienie (np. siarczany z tauryny). Im większą jest czynność utleniająca w nerkach, tem przeważniej przeprowadzone zostają tamte wyroby na najwyższy stopień utlenienia, to jest na mocznik; im mniejszą jest ta czynność, tem więcej obok mocznika znajdować się będzie niższych stopni utlenienia, przedewszystkiem kwasu moczowego, (szczególniej w gorączce, w podagrze i t. d.), dalej kreatyny i kreatyniny (np. po podwiązaniu moczowodów), nakoniec leucyny, cystyny i innych nieprawidłowych. Obecność we krwi kwasu benzoosowego, wstrzymuje odpowiednią część tych wyrobów na stopniu glicyny od dalszego utleniania i powoduje powiększone wydzielanie kwasu hippurowego. Warunki rządzące czynnością utleniania w nerkach, zupełnie są jeszcze nieznanne. Prawdopodobnie są to po części wpływy nerwowe, a po części zasób tlenu w ciele i we krwi.

Z tego łatwo już zestawić sobie warunki, powiększające ilość mocznika w danym czasie wydzielonego. Mianowicie: 1) powiększone wydzielanie moczu wogóle, z jakiegokolwiek bądź przyczyny pochodzące; 2) obfitość pokar-

mów mięsnych; 3) powiększone zużycie wyrobów azot zawierających (zob. rozdz. VIII); 4. powiększona czynność utlenienia w nerkach.

Oprócz wspomnianych już części składowych, mocz, po użyciu pewnych niezwykłych substancyj, zawiera takowe, lub wyroby ich utlenienia, (z. st. 41).

Ilość moczu przez jedną dobę wydzielonego wynosi u dorosłego człowieka około 1000 do 2000 gramów (zależnie od ilości napojów); ilość mocznika wynosi około 30 gramów, kwasu moczowego 1 gram, kwasu hippurowego 1—2 gramów.

O wpływie układu nerwowego na wydzielinę nerek, przekonują zmiany tej wydzieliny przy wzruszeniach umysłowych i w chorobach nerwowych jak również i spostrzeżenia, że ranienie pewnego miejsca czwartej komórki mózgowej \*) powiększa ilość wydzielanego moczu (BERNARD, DONDERS). Nie znamy jednak bliżej drogi i sposobu tego wpływu nerwowego.

Wpływ nerwów jest prawdopodobnie (tak jak przy innych wydzielinach) podwójny: 1) wpływ naczynioruchowy, regulujący ciśnienie w kłębkach, a tem samem i przesączanie. W tym względzie podrażnienie nerwu błędnego powiększa ma dopływ krwi, tak, że żyła nerkowa obrzmiewa i wydzielanie powiększa się, nerw zaś sympatyczny (n. splanchnicus major), przeciwnie zmniejsza ma dopływ krwi i wydzielinę (BERNARD); 2) wpływ regulujący utlenianie, azatem wytwarzanie właściwych części składowych. Doświadczenia w tym względzie nie są znane. Krew żył nerkowych zawiera jeszcze dość wielką ilość tlenu, jest zatem czerwoną, a to prawdopodobnie skutkiem szybkiego jej biegu. Według BERNARD'A przy drażnieniu nerwu błędnego, azatem wraz z powiększeniem się wydzieliny, krew ma być jaśniejszą, przy drażnieniu zaś nerwu sympatycznego ciemniejszą.

Mocz wydzielony przechodzi z kanalików moczowych skręconych do kanalików prostych, które są ich dalszym ciągiem, a które po licznych widelkowatych połączeniach, otwierają się na powierzchni brodawek nerkowych do kielichów i do miedniczki nerki \*\*). Wszystkie te części są zawsze moczem wypełnione; powrót moczu z miedniczki do kanalików jest niemożliwy,

\*) Nie to samo miejsce, którego zranienie podług BERNARD'A wywołuje powiększone wytwarzanie cukru i obfitsze wydzielanie moczu, jednakże znajduje się ono w bliskości tego ostatniego.

\*\*\*) W ostatnich czasach zaprzeczono (HENLE) bezpośredniemu połączeniu kanalików moczowych, występujących z kłębków, z miedniczką nerki. Mają one tylko tworzyć pętlice lecz nie rozgałęziać się. Kanaliki otwarte (proste) mają tworzyć w substancji korowej siatkę zamkniętą.

(Przeciwko twierdzeniom HENLE'go, oświadczyli się następujący badacze opierając się na własnych poszukiwaniach: CHRZĄSZCZEWSKI COLBERG, SCHWEIGGER-SEYDEL, głównie zaś LUDWIG Z ZAWARYKINEM).

albowiem powiększone ciśnienie w miedniczce musi zamknąć otwory kanalików. — Z obydwóch miedniczek nerkowych przechodzi mocz przez moczowody do zbiornika, to jest do pęcherza moczowego. Ruch moczu przez moczowody odbywać się może: 1. przez przesuwanie się moczu ciągle wydzielanego; 2. przez ciężkość, (albowiem nawet przy leżeniu ciała pęcherz znajduje się głębiej niż nerki); 3. przez robaczkowe kurczenie się mięśni moczowodów, które prawdopodobnie każdą kroplę do moczowodu przybyłą, przesuwają ciąglem zwężaniem światła przewodu powyżej kropli.

Pęcherz moczowy w stanie opróżnionym jest pomarszczony, zwykle mocz zbiera się w nim dopóty, dopóki zupełnie rozciągniętym nie zostanie; dalsze wypełnianie powoduje nadmierne rozciągnięcie ścian. Powrót moczu do moczowodów wstrzymany jest wskutek szczególnego urządzenia ich otworów, (przechodzą one nkośnie przez ścianę pęcherza, tak że ciśnienie od wewnątrz pęcherza zamyka te przewody); — przejściu zaś jego do cewki moczowej zapobiega obecność obrączki z włókien sprężystych, a u mężczyzny prócz tego jeszcze sprężystość gruczołu krokowego (prostata). Gdy ciśnienie moczu przemaga nad sprężystością tkanin, tak, że jedna kropla dostaje się do cewki moczowej, natenczas powstaje parcie usiłujące wypróżnić pęcherz, wypróżnienie odbywa się dowolnie i zależy od coraz dalej postępującego kurczenia się mięśni ścian pęcherza (detrusor urinae), aż do zupełnego zaniknięcia jamy pęcherza, przyczem cała zawartość wydaloną zostaje przez cewkę moczową. Sama jeszcze cewka moczowa zostaje w końcu wypróżnioną za pomocą mięśni ją otaczających, (szczególniej m. bulbocavernosus). Wypróżnieniu pęcherza dopomaga jeszcze tłoźnia brzuszna. Mocz przez czas znajdowania się w pęcherzu, traci część swęj wody przez wessanie; oprócz tego domięszanym bywa doniego tak w pęcherzu, jako też w cewce moczowej, śluz z licznych gruczołów śluzowych, który czasami już w pęcherzu powoduje fermentację kwaśną moczu.

Oprócz przypuszczenia powyżej przytoczonego, co do zamykania się pęcherza, istnieje jeszcze inne powszechniej przyjęte, wedle którego pęcherz zamknięty zostaje za pośrednictwem mięśnia okrężnego zwieracza (sphincter),

będącego w ciągłym skurczeniu, zależącym od układu nerwowego („nastój“ — tonus) (HEIDENHAIN i COLBERG, SAUER). Obecności jednak takiego zwieracza u człowieka zaprzeczono (BARKOW, przeciwnie utrzymuje HEIDENHAIN). Podobnie doświadczenia wykonane na zwierzętach nie wykazały istnienia tego nastroju (L. ROSENTHAL i v. WITTICH). Rozstrzygnięcie tęj kwestyi jest jeszcze niemożliwe; obecność zwieracza wyjaśniałaby zarazem dowolne zamykanie pęcherza pemimo parcia na mocz, które objaśnić się nie daje przy pierwszym przypuszczeniu.

Ruchy robaczkowe moczowodów powstają przez odruch, albowiem przyczyną ich jest tylko drażnienie moczowodu przez mocz wstępujący tam, lub też drażnienie sztuczne; ruchy te odbywają się w kierunku do pęcherza. Przyrzędy ich ośrodkowe znajdują się zapewne w części w komórkach zwojowych, będących w samych moczowodach, a w części w zwojach sympatycznych, oddających gałązki do moczowodów.

Nerwy mięśni pęcherza mają pochodzić z rdzenia pacierzowego (części lędźwiowej, BUDGE), a nawet z mózgu (KILIAN, VALENTIN). Mogą one być łatwo pobudzone przez odruch, zwłaszcza od błony śluzowej pęcherza i od opuszki cewki (bulbus urethrae). Dla tego też przy mocnem wypełnieniu pęcherza następuje mimowolne jego wypróżnienie. Przy przerodzeniach rdzenia pacierzowego istnieje często niemożność oddawania moczu, a to skutkiem sparaliżowania mięśnia wytryskującego mocz (m. detrusor urinae).

#### IV. WYDZIELINY DLA SKÓRY.

O wydzielaniu oddechem skóry, zob. oddychanie przez skórę str. 86.

1. Pot, jest wydzieliną licznych gruczołów potowych skóry, które są rurkowate, koniec ich wewnętrzny zamknięty, zwinięty jest w kłębek i znajduje się zwykle w samej skórze, czasami zaś w tkance podskórnej, koniec zewnętrzny otwiera się na powierzchni skóry, (otworki skóry czyli t. z. „pory“).

Pot wyprowadza z ustroju w ogóle te same substancje wydzielnicze, co mocz, od którego może tem tylko się odróżnia, że nie ciągle się wydziela i że rozlewa się po całej skórze, tak, że jeszcze pod innym względem (jako regulujący ciepłotę ciała) służy ustrojowi. [Podobieństwo gruczołów potowych do nerek pod względem tkania będzie takie samo, jak gruczołów śluzowych do ślinianek, gruczołów BRUNNERA do trzustczki, gruczołów łojowych do gruczołu mlecznego].

Otrzymać można większą ilość potu przez umieszczenie ciała w łaźni parowej na pochyłej rynnie metalowej, lub przez pokrycie pojedynczych części ciała materyą szczelnie otaczającą (gutaperką), która połączona jest z odbieralnikiem. Płyn w ten sposób otrzymany prawie zawsze zanieczyszczony bywa mazią skórną i oddzielającym się naskórkiem.

Pot jest płynem prawie bezbarwnym, czystym, kwasno oddziaływującym, zapachu rozmaitego, (stosownie do miejsca na

skórze). Części składowe potu są: 1) w o d a, 2) z w y c z a j n e s o l e, 3) m o c z n i k (być może i inne wyroby utlenienia ciał azotowych, i tak, podług FAVR'a kwas azot zawierający, nazwany kwasem potowym, czyli hydrotowym); 4) ś l a d y b a r w n i k a (SCHOTTIN), 5) t ł u s z c z e, 6) r o z m a i t e l o t n e k w a s y t ł u s z c z o w e (kwas mrówkowy, octowy, masłowy, propionowy i t. d.).

W wydzielinie gruczołów potowych przeważa słuchowego zewnętrznego (gruczoły woszczkowe), przeważają tłuszcze tak znacznie, że wydzielina ta (woszczek — cerumen) bardziej podobną jest do mazi skórnej niż do potu. — Pot łatwo się rozkłada, i rozkład ten albo się odnosi do tłuszczów w nim zawartych, w którym to razie powstaje zapach lotnych kwasów i oddziaływanie kwaśne powiększa się; albo odnosi się do jego azotowych części składowych, a wtedy powstaje amoniak i oddziaływanie alkaliczne.

Wydzielanie potu odbywa się pod pewnymi tylko warunkami. Najprawdopodobniej polega ono w części na przesięku, a w części na właściwej czynności gruczołów potowych; w każdym razie, obecność tłuszczu w pocie pochodzi od tych ostatnich, komórki bowiem wypełnione są kropelkami tłuszczu tem bardziej, im więcej wydzielina zawiera tłuszczu lub kwasów tłuszczowych. Wydzielina powiększa się: 1) przez wszystkie okoliczności powiększające ciśnienie w naczyniach włoskowatych gruczołów potowych, zatem: a) przez powiększone ciśnienie krwi w ogóle, np. przez przyjmowanie znacznej ilości wody; b) przez powiększoną ciepłotę ciała, lub środka otaczającego, która powoduje rozszerzenie tętnic (z powodu osłabienia ich mięśni?). W tym ostatnim wypadku wydzielanie potu szczególnie jest ważne, albowiem wskutek ulatniania się potu, ciało traci pewną ilość ciepła i ochładza się (zob. rozdz. IX); 2) przez zwiększoną obecność we krwi części składowych potu, mianowicie wody. Obfity więc ciepły napój z wielu przyczyn wywołuje poty. — Nie wiadomo jednak zupełnie, w jakim stopniu wpływy tu wspomniane wywołają mogą wydzielinę potu. — Płóć wydzielanego potu nadzwyczaj jest zmienną. Często bardzo przez całe miesiące ustrój nie wydzielą potu, a w innych razach wydzielą na godzinę po 1600 gramów (FAVRE). Najwięcej potu dostarczają powierzchnie skóry opatrzone licznymi i wielkimi gruczołami potowymi (czoło,

pachy, podeszwy, dłonie i t. d.). — O znaczeniu wydzieliny potu dla całego ustroju zob. rozdz. VI i IX.

Wpływ układu nerwowego na wytwarzanie potu jest prawopodobnym, a to z powodu powszechnie znanego wpływu wzruszeń umysłowych. Jednakowoż niewiadome są, ani drogi jego, ani też nie wykazano nerwów, dochodzących do gruczołów. Ograniczyć się więc nateraz musimy na przypuszczeniu wpływów naczynioruchowych. — Podobnie jak do moczu, tak samo i do potu przechodzą substancje spożyte w stanie niezmienionym lub utlenione. Po użyciu kwasu benzoosowego znajduje się tak w pocie, jak i w moczu, kwas hippurowy (H. MEISNER). Podobnież znaleziono raz w pocie indikan (BIZIO).

2. M a ż s k ó r n a. Małe gronkowate gruczołki łojowe skóry, otwierają się prawie wszystkie do cebulek włosowych, jednakowoż w wielu miejscach cebulki tak są małe, że przedstawiają się jako wypuklenia przewodu gruczołu łojowego. Główną część składową wydzieliny tej stanowią tłuszcze, w prawidłowej ciepłocie ciała płynne i cholestearyna; oprócz tego znajdują się w małej ilości zwykle części składowe przesięków (woda, sole) i ciało białkowane. Wydzielanie odbywa się bezwątpienia w ten sposób, że części składowe właściwe (tłuszcze) powstają w komórkach gruczołowych i wskutek ich rozpadu uwolnione zostają. Warstwy wewnętrzne komórek napełniają się coraz bardziej kropelkami tłuszczu („przerodzenie tłuszczowe“), a komórki najbardziej na wewnątrz położone zupełnie niemi są wypełnione; te ostatnie ciągle się rozpadają i dla tego do wydzieliny domięsane są szczątki komórek. Wpływ układu nerwowego na wydzielinę nie jest jeszcze wykazany. — Wydzielina ta nadaje włosom, jak również i skórze delikatność i blask, oprócz tego wstrzymuje wnikanie płynów do skóry.

Blizsze badania tej wydzieliny nie istnieją, z powodu trudności zebrania jej w większej ilości, wyjąwszy nagromadzenia się jej na skórze noworodków (vernix caseosa). — Podobną do mazi skórnej zdaje się być wydzielina gruczołów MEIBOM'a na brzegu powiek. — Przeciwnie zaś woszczek (cerumen) jest wydzieliną gruczołów potowych, prócz tego w przewodzie zewnętrznym ucha znajdują się także gruczołki łojowe (przy cebulkach włosowych).

Dodatek. Wydzielanie mleka. Chociaż wydzielanie mleka nie jest wydzieliną skórną, jednakże z powodu jego podobieństwa pod każdym względem do wydzielania mazi

skórną, najwłaściwiej dołączone być może. Gruczoły mleczne uważane być mogą jako gruczoły łojowe, znacznie powiększone i skupione, mleko zaś jako maź skórna, zawierająca większą ilość części składowych przesięku.

Każdy gruczoł mleczny składa się z 15—24, niezupełnie od siebie oddzielonych gruczołków gronkowatych, opatrzonych oddzielnymi przewodami wyprowadzającymi, które po rozszerzeniu się w kształcie podłużnych zbiorników, otwierają się do brodawki sutkowej. Gruczoły te są zupełnie rozwinięte tylko u kobiety podczas jej życia płciowego, a wydzielanie odbywa się w nich tylko w przeciągu czasu od porodu do powrotu odpływów miesięcznych.

U noworodków zdarza się niekiedy wydzielanie mleka od 4 do 8 dni, podobnie także w rzadkich wypadkach u mężczyzn.

Wydzielina tych gruczołów, m l e k o, jest płynem nieprzezroczystym, białym, zwykle oddziaływającym słabo alkalicznie, często jednak obojętnie, lub słabo kwaśno, smaku słodkiego i właściwego zapachu; są to małe kropelki tłuszczowe („kulki mleczne“) zawieszane w jasnym płynie; ciężar właściwy mleka wynosi 1,008—1,014. Części jego składowe są: 1) woda, około 89%; 2) sole, mianowicie głównie związki potażu, wapna, kwasu fosforowego, także nieco tlenu żelaza, razem około 0,1%, (sole te przedstawiają nadzwyczaj podobny skład do soli ciałek krwi); 3) cukier mleczny 4,3%; 4) ciała białkowe, głównie sernik, 4%, przytem nieco białka (t. j. że mała tylko część tych ciał białkowych krzepnie w podwyższonej ciepłocie, większa zaś część krzepnie po dodaniu kwasu); 5) tłuszcze (związki gliceryny z kwasem butyrowym, stearynowym, palmitynowym, mirystynowym i oleinowym (2,6%); 6) nieznanne „substancje wyciągowe“; 7) gazy (kwas węglany, tlen, azot). — Wydzielanie mleka odbywa się prawdopodobnie w ten sposób, że jego części składowe właściwe (cukier mleczny, sernik i tłuszcz) wytwarzają się w komórkach gruczołowych z części składowych przesięku; następnie skutkiem rozpadu komórek uwolnione zostają. Co się tyczy tłuszczów wykazano to dokładnie; albowiem podobnie jak w gruczołach łojowych, warstwy komórek najbardziej na we-

wnątrz znajdujące się, napęniają się coraz więcej tłuszczem i w końcu rozpadają się, tak, że uwolnione kropelki tłuszczu, zostają zawieszane w płynie; kulki mleka podobnie jak każdy inny tłuszcz w płynie, zawierającym ciała białkowe, pokrywają się cienką błoną złożoną z tego ciała białkowego (sernika?). Mleko wydzielające się w pierwszych dniach karmienia, t. z. „siara“ (colostrum), zawiera komórki okrągłe, niezniszczone i wypełnione kropelkami tłuszczu, lub też gromadki kulek tłuszczowych bez błonki (ciałka siarowe), które z początku same się tylko tam znajdują, później jednak stopniowo zastąpione zostają przez kulki mleka. Z jakich części składowych przesięku wytworzone są właściwe części mleka, przypuszczać tylko można; sernik zapewne powstaje z białka krwi, cukier mleczny prawdopodobnie z cukru gronowego krwi, a przynajmniej powiększa się jego ilość przy użyciu wodoru węgla; jednakże przypuszczać należy, że istnieją inne jeszcze źródła jego (str. 22). Pochodzenie tłuszczu jest wątpliwe, tak jak w ogóle wątpliwe jest powstawanie tłuszczu; przypuszczają niektórzy, że on pochodzi z ciał białkowych (z sernika, Hoppe, zob. niżej). — Wydzielanie to zatem zupełnie jeszcze nie jest jasne, zwłaszcza, że nawet sama obecność soli objaśnić się nie daje na prawach czysto fizycznych. Wpływ układu nerwowego, który bez żadnej wątpliwości istnieje, nie jest koniecznym do samego wydzielania mleka, gdyż wydzielanie trwa dalej po przecięciu nerwów mózgodzeniowych, (u człowieka 4, 5, i 6 nerw międzyżebrowy; również i z naczyniami dochodzą nerwy [sympatyczne?] do gruczołu) (Eckhard). Znamy tylko wpływy niektórych części składowych pokarmów na wydzielinę, mianowicie: przy użyciu pokarmów mięsnych ilość sernika w mleku jest większa, niż przy użyciu pokarmów roślinnych; przy obfitem w ogóle przyjmowaniu pokarmów powiększa się ilość tłuszczu, przy przyjmowaniu znaczniejszych ilości wodoru węgla znajdujemy cukier w większej ilości. — Oprócz tego zmienia się skład mleka odpowiednio do czasu trwania wydzieliny, do innych czynności płciowych i t. d.

Ponieważ mleko zawiera kilka części składowych, łatwo się zmieniających, a najprawdopodobniej także i fermenta, (które przy przesiękanu mleka przez

blony, w części zatrzymane zostają, F. HOPPE), zatem wkrótce po wydaleniu doznaje ono pewnych przemian, które w części mogą być także sztucznie wywołane i do pewnych celów zastosowane. Większa część tych przemian jest utlenieniem połączonym z zużyciem tlenu i wytworzeniem kwasu węglanowego (HOPPE). — Mleko pozostawione przez niejaki czas w naczyniu, pokrywa się błoną, złożoną z kulek mleka, które wzniosły się do góry (lżejsze z powodu zawartości tłuszczu), jest to t. z. „śmietana“. Ułatwia się to przez klucenie mleka, wskutek czego błonki kulek pękają, a przez to tłuszcz łączy się, tym sposobem otrzymuje się tłuszcz mleka prawie czysty, jako „masło“. Pozostały roztwór sernika, cukru i soli stanowi t. z. „masłankę“; zwykle robi się masło przez klucenie samej tylko śmietany. Pomiędzy chemicznymi przemianami mleka, najważniejsze są przemiany cukru mlecznego i tłuszczów. Pierwszy, zwłaszcza przy podniesionej nieco ciepłocie, przechodzi powoli w fermentację kwasu mlecznego, mleko wtedy k w a s n i e j e, a wtedy kwas mleczny, podobnie jak każdy wolny kwas i jak sok żołądkowy, osadza rozpuszczony sernik, mleko natenczas zsiada się. Skrzep w ten sposób utworzony czyli „sér“ zabiera ze sobą inne części składowe mleka, zwłaszcza zaś kulki tłuszczowe. Pozostały roztwór cukru i soli nazywa się „serwatka“. Czasem już w samym gruczole powstaje nieznaczna ilość kwasu mlecznego, tak, że mleko wydzielające się jest kwaśne. Wytwarzanie kwasu mlecznego nie wymaga przystępu tlenu (HOPPE). — Tłuszcze rozkładają się na gleyne i kwasy tłuszczowe, a te ostatnie przechodzą na lotne wyroby utlenienia (kwas kaprylowy, kaprynowy, kapronowy, masłowy). Nakoniec przy dłuższym pozostawianiu mleka na powietrzu, przyjmowaniu tlenu i oddawaniu kwasu węglanowego, zmniejsza się ilość zawartego sernika, a powiększa się wyciąg wyskokowy i eteryczny, prawdopodobnie zatem powstaje tu tłuszcz przez utlenienie i rozkład ciał białkowych (HOPPE).

Podczas karmienia ilość mleka wydzielonego z obydwóch sutek wynosi przez dobę około 1350 gramów. — Wydalenie mleka ze zbiorników przewodów mlecznych, podobnych do butelki, odbywa się zwykle przez ssanie dziecka, które się niem karmi, t. j. wydzielanie odbywa się przez ciśnienie powietrza. Prawdopodobnie pomaga tu jeszcze kureczenie się gładkich włókien mięsnych, które otaczają przewody i cały gruczoł. Część tych mięśni służy także do niezbadanego dotychczas na p r e ż a n i a (erectio) brodawki, które ustaje po przecięciu nerwów mózgodzeniowych gruczołu mlecznego (ECKHARD).

#### V. WYDZIELINY DLA PRZYRZĄDÓW ZMYŚLOWYCH.

Zaliczają się tu głównie wydzieliny gruczołów śluzowych, do których odnosi się to samo, co nadmienione było o śluzie przewodu pokarmowego. Wspomnieliśmy również już o woszczku

i wydzielinie gruczołu МРИБОМ'А. Nadmienić tu jeszcze należy o wydzielaniu łez.

Łzy wydzielane są z gronkowatych gruczołów łzowych, których budowa zupełnie podobną jest do budowy gruczołów śluzowych; również i wydzielinę ich uważać można jako nadzwyczaj wodnisty śluz (lub rodzaj śliny); składać się ma głównie z części składowych przesięku i nieznacznych ilości śluzu i białka. Jest jasną, bezbarwną, oddziaływa alkalicznie, smaku słonego. Wpływ nerwowy niewątpliwie istnieje, (przez nerw trójdzielny i nerw bloczkowy [n. patheticus]), o czém przekonywa obfitsze wydzielanie się łez przy wzruszeniach umysłowych i przy drażnieniu drogą odruchu (błony śluzowej nosa, łącznicy oka i siatkówki), jednak wpływ ten nerwowy dokładnie nie jest poznany, prawdopodobnie jest głównie naczynioruchowym.

Łzy przechodzą przez kilka przewodów na łącznicę oka; o dalszem ich przejsciu i przeznaczeniu zob. rozdz. VII.

Wydzieliny właściwe przyrządów płciowych, z których najważniejsze są utwory komórkowe, opisane będą w części 4.



## I. MECHANIZM PRZYRZĄDU TRAWIENIA.

Część ta obejmuje: 1) przyjmowanie pokarmów, przeprowadzenie ich przez przewód pokarmowy i wydalenie kału; 2) mechaniczne przygotowanie w celu przyjęcia ich do soków, mianowicie rozdrobienie stałych pokarmów i ściśle zmieszanie ich z płynami chemicznie przygotowującymi (żucie, zmieszanie ze śliną i t. d.). Obydwie te czynności jednocześnie się odbywają.

Przyjmowanie pokarmów płynnych dzieje się przez wlewanie i przez ssanie (picie), substancyj stałych zaś w ten sposób, że małe kawałki zostają wprowadzone do ust za wargi i zęby, lub też zostają odcięte za pomocą zębów siecznych („odgryzione”) od większych kawałków.

Natychmiast po ujęciu stałych kęsów następuje rozdzielanie ich, to jest żucie. Czynność ta rozpoczyna się rozcinaniem kęsów zębami siecznymi, mającymi podobieństwo do noży, potem następuje rozmiążdżenie pomiędzy guzowatymi powierzchniami zębów trzonowych. Do rozcinania służy unoszenie i opuszczanie dolnej szczęki w kierunku prostopadłym do szczęki górnej, zatem obrót pierwszej na jej osi poziomej, przechodzącej przez ohydwa jej stawy; unoszenie szczęki odbywa się za pośrednictwem mięśnia żwacza (m. masseter) i mięśnia skroniowego (m. temporalis), opuszczenie zaś następuje wskutek jej ciężaru i za pośrednictwem mięśnia dwubrzusznego żuchwy (m. digastricus), mięśnia żuchwognykowego (m. mylohyoideus) i m. bródkognykowego (m. geniohyoideus). Do rozmiążdżenia służy przesuwanie główek stawowych dolnej szczęki w ich dołkach stawowych, wskutek czego dolna szczęka względem górnej przesuwa się ku przodowi, ku tyłowi i na boki; odbywa się to za pośrednictwem mięśni skrzydlastych (mm. pterygoidei). Ciągłe przesuwanie kęsu, lub części jego pomiędzy zębami odbywa się od zewnątrz za pomocą mięśni policzkowych, zwłaszcza mięśnia trębackiego (m. buccinator), od wewnątrz zaś za pomocą języka. Język może również rozgniatać miękkie kęsy przez przyciskanie i tarcie o twarde podniebienie. — Podczas żucia kęs ściśle mięsza się z płynami jamy ustnej (ślina i śluz) i przez to zamienia się na papkę.

## ROZDZIAŁ PIĄTY.

### Przychód substancyj do krwi. Wessanie.

Nim bliżej poznamy substancje przyjmowane przez krew i sposób ich przyjmowania, musimy najprzód zastanowić się nad pewnym przygotowaniem, przez które przechodzą pokarmy przed ich przyjęciem do krwi, a które nazywa się „trawieniem“.

#### Przygotowanie pokarmów do wessania. Trawienie.

W przewodzie pokarmowym, rozciągającym się od ust aż do otworu stolcowego, pokarmy tak stałe jako też i płynne, w części bezpośrednio są wysane przez ściany przewodu, a po największej części dopiero po poprzednim mechanicznym i chemicznym ich przygotowaniu. Część pokarmów, która nie może być ani bezpośrednio wessaną, ani też dostatecznie przygotowaną do wessania, mianowicie część „niestrawna“, wraz z niektórymi częściami składowymi wydzieliny kiszek, zostaje wydaloną przez otwór stolcowy jako „kał“.

Nerwy służące do tych czynności są: dla właściwych mięśni żucia, gałąź szczękowa dolna nerwu trójdzielnego (szczególniej gałązka jego górna: nerw skroniopodniebieniowy — n. (crotaphitico-buccinatorius), dla języka nerw podjęzykowy (n. hypoglossus). — Ośrodek tych połączonych ruchów żucia znajduje się w rdzeniu przedłużonym (SCHRÖDER VAN DER KOLK). — U wielu zwierząt rozdrabianie pokarmów odbywa się dalej w pewnych przyrządach żołądka, jako to u zwierząt przeżuwających w pierwszych trzech żołądkach (żwacz [rumen], czepiec [reticulum] i księgi [psalterium]; z pierwszych dwóch żołądków wraca pokarm do jamy ustnej przed przejściem do następnego); u ptaków w żołądku mięśniowym, u chrząszczów w żołądku uzbrojonym wyrostkami rogowemi, u raków w żołądkach opatrzonych zębami i t. d. — Do zmieszania kęsu z płynami jamy ustnej, służą również właściwe przyrządy np. wole u ptaków, będące rozszerzeniem przełyku, w którym się pokarmy rozmięczają.

Przesuwanie pokarmów stałych i płynnych przez przewód pokarmowy zawisło od kurczenia się mięśni, ułożonych w ścianach tego przewodu w kierunku okrężnym i podłużnym; kurczenie to odbywa się w ten sposób, że spowodowane nim zwężenie lub zamknięcie światła przewodu przesuwają zawartość w kierunku od ust do otworu stolcowego. Przesuwające te kurczenia nazwane są ruchem robaczkowym (perystaltycznym), a ich początek t. j. części pierwsze (od jamy ustnej do przełyku) w których biorą udział mięśnie dowolne, nazywa się polykaniem. — Przy polykaniu zwężają się po kolei następujące części przewodu: 1) usta (kurczenie się mięśnia okrężnego ust [m. orbicularis oris]); 2) odstęp między zębami (mięśnie służące do żucia) [przy pokarmach stałych odbywa się tu żucie]; 3) przestrzeń pomiędzy językiem i podniebieniem; język przyciska się do podniebienia od przodu ku tyłowi (najpierw wierzchołkiem następnie grzbietem) i przesuwają kęs przed sobą; ta część języka, na której właśnie znajduje się kęs, wypukła się rynienkowato. Podnoszenie wierzchołka języka odbywa się za pośrednictwem własnych jego włókien mięśniowych, środka przez unoszenie (spłaszczenie) dna jamy ustnej przez mięsień żuchwognykowy [m. mylohyoideus], podstawy przez unoszenie kości gnykowej (m. rylocognykowy [m. stylohyoideus]); 4) przestrzeń pomiędzy podstawą języka i podniebieniem (paszcza [isthmus faucium]), gdy kęs przeszedł przez przedni łuk podniebieniowy; wtedy łuk ten zamyka się t. j.

przylega ściśle do podniesionej podstawy języka (zwieracz paszczy przedni [m. palatoglossus] i dalsze kurczenie się zwieracza paszczy tylnego [m. palatopharyngeus] i t. d.), przeciska kęs pomiędzy migdałami przez tylny łuk podniebieniowy do gardzieli, przyczem pokrywa się on śluzem skutkiem obecności w tym miejscu licznych gruczołów śluzowych; 5. gardziel (pharynx), skrzyżowanie się w tym miejscu przewodu oddechowego z przewodem pokarmowym zmusza do zamykania obydwóch otworów pierwszego. Odbywa się to za pośrednictwem dwóch zastawek: podniebienie miękkie przylega do tylnej ściany gardzieli (dźwigacze podniebienia [levatoris palati molles] i nacisk kęsu) i przez to zamyka jamę nosogardzielową; nagłośnia (epiglottis) zamyka wejście do krtani. Dalsze przesuwanie się kęsa przez gardziel, następuje przez kurczenie się mięśni gardziel ścieśniających (constrictores pharyngis), które posuwają kęs do przełyku. Zamykanie się nagłośni głównie od tego zawisło, że mięśnie jej (tyreo-et aryepiglottici) ciągną ją ku dołowi (CZERMAK). Ponieważ jednak przy polykaniu razem z podstawą języka podnosi się także krtani (widocznie nawet od zewnątrz), dla tego sam już kęs przechodzący, jest w stanie nacisnąć nagłośnię na podniesioną krtani.

W przełyku (oesophagus) kęs, który przez pokrycie się śluzem stał się śliskim, przesuwają do żołądka, w części skutkiem własnego ciężaru, a głównie przez ruch robaczkowy, zależący w dolnych  $\frac{2}{3}$  częściach tylko od włókien mięśniowych gładkich.

W żołądku przebywają większe ilości pokarmów przez dłuższy czas. Ruchy jakie tu odbywają się, nie są jeszcze bardzo dokładnie znane; w każdym razie muszą nasamprzód pokarmy dobrze być przemieszane, aby i części we środku się znajdujące stykały się ze ścianą wydzielającą, dalej muszą przejść przez żołądek i w końcu są wydalone przez odzwierchnik (pylorus); wydalenie to odbywa się siłą ruchu robaczkowego, który istnieje w całym przewodzie pokarmowym. W jaki sposób obydwie te rodzaje ruchów odbywają się i jak się zmieniają, dokładnie tego nie wiemy. Prawdopodobnie ściany żo-

łódka ściśle otaczają jego zawartość; zgrubienia mięśniowe, które otaczają wpust żołądka (cardia) i odzwiernik, zamykają zwykle te otwory. Żołądek wypełniony (bez wpływu mięśni, przez same tylko stosunki mechaniczne) robi obrót naokoło osi poziomej, przechodzącej przez wpust żołądka i odzwiernik, tak, że wygięcie większe (curvatura major) skierowane zazwyczaj ku dołowi, obraca się ku przodowi. Gazy, połknięte lub wytworzone w zawartości żołądka, występują zwykle przez wpust żołądka, który najwyżej jest położony.—Utrzymują że podczas snu ruchy żołądka nie odbywają się (Busch).

W k i s z k a c h c i e n k i e c h ruch robaczkowy jest najwybitniejszy; skutkiem tego następuje zmiana położenia całych pętlic kiszkowych (z wyjątkiem dwunastnicy, przytwardzonej prawie nieruchomo). Ruch ten przesuwa zawartość kiszek, będącą tu dość płynną, jak również i gazy w nich zawarte, aż do przejścia przez kışkę ślepą. Powrotowi zawartości kiszek w przeciwnym kierunku zapobiegają fałdy błony śluzowej, ułożone w kształcie zastawek; a powrót z kışki ślepej do kiszek cienkich tamuje zastawka BAUHIN'A, będąca zdwojeniem błony śluzowej.

W k i s z k a c h g r u b y e c h ruch robaczkowy odbywa się tak powoli, że zawartość przez dłuższy czas zatrzymywać się może w wypukleniach okrężnicy (hanstra coli). Zawartość zamieniwszy się tu (wskutek utraty wody) na kał, przechodzi do kışki zagiętej (flexura sigmoidea), a następnie do kışki prostej (intestinum rectum).

W y d a l e n i e k a ł u z kışki prostej odbywa się w dłuższych odstępach czasu (zazwyczaj 24 godzinnych). Oprócz ruchu robaczkowego przy wydalaniu tem, czynną jest także t ł o c z n i a brzuszna, (wprawdzie nie bezpośrednio działa ona na kışkę prostą, znajdującą się w małej miednicy, ale prawdopodobnie przez nasuwanie zawartości kiszek powyżej leżących). Działanie tej t ł o c z n i już wyżej opisane zostało (st. 86). Zwieracze kışki prostej są zazwyczaj zamknięte; kurczenie się ich, lub sprężystość, zostaje zniesioną przez nacisk kału; mięsień unoszący odbyt (levator ani) nie dozwala wysunięcia się kışki prostej, a przez skró-

cenie kışki podłużnej w jej osi, ułatwia wydalenie kału w niej zawartego.

Dla pobudzenia ruchów przesuwających zawartości w przewodzie pokarmowym, koniecznym jest pobudzenie przez samą zawartość; ruchy zatem zdają się powstawać przez odruch. I tak np. ruchy polykania wtedy tylko następują, — i to nieprzerwanie, — gdy jakieś obce ciało znajdować się będzie za podniebieniem miękkim, azatem przy każdym dotykaniu tylnej powierzchni podniebienia miękkiego, nagłośni i t. d. Dowolnie zatem można tylko wtenczas wykonywać ruchy polykania, gdy przeprowadzimy nieco śliny po za miękkie podniebienie; takie ruchy polykania tylko kilka razy po sobie można wykonywać, mianowicie tak długo, póki wystarcza zapas śliny w ustach. Właściwe polykanie poprzedzone być musi zamknięciem szczęk, przyciskaniem języka i t. d. (zob. niżej).

Przy ruchach w górnej części przewodu pokarmowego, o ile przy tém czynne są mięśnie poprzecznie prążkowane, to nerwo- wy ich przyrząd ośrodkowy znajduje się w rdzeniu przedłużonym, a mianowicie u człowieka w oliwkach dodatkowych (SCHRÖDER v. D. KOLK); nerwy ztąd wychodzące, a pośredniczące polykaniu są: nerw twarzowy (n. facialis) dla warg, nerwy mięśni czynnych przy żuciu dla ściskania szczęk, nerw podjęzykowy dla języka, a splot gardzielowy (utworzony przez nerw językogardzielowy [n. glossopharyngeus], nerw błędny, nerw wsteczny WILLIS'A i nerw sympatyczny) dla gardzieli. Mięsień natężający podniebienie (m. levator palati mollis) i mięsień żuchwognykowy (m. mylohyoideus) otrzymują jeszcze gałązki z nerwu trójdzielnego. Nerwy czuciowe, które przez odruch wywołują polykanie, znajdują się w gałęziach podniebieniowych nerwu trójdzielnego (SCHRÖDER v. D. KOLK). — Ruchy robaczkowe innych części, mają prawdopodobnie swoje przyrządy ośrodkowe w zwojach, które w części są wykazane w ścianach przewodu pokarmowego, a w części tylko przypuszczać należy ich obecność, (REMAK, MEISSNER, MANZ, BILLROTH, KRAUSE); jeżeli wyobrazimy sobie ich ułożenie w ten sposób, że zwoje, znajdujące się w jednym miejscu, rządzą włóknami mięsnymi poniżej leżącymi, w takim razie objaśnić by się dało postępowanie ruchu ro-

baczkowego; obecność zwojów objaśnia także odbywanie się ruchów w częściach wyciętych, bezpośrednio bowiem drażnienie wywołuje miejscowe kurczenie się, które często dalej przechodzi w ruch robaczkowy. — Nadto wszystkie części tu należące są również i od zewnątrz opatrzone nerwami, mianowicie od nerwu błędnego (splot przełykowy [plexus oesophageus] i gałązki żołądkowe [rami gastrici]) i od nerwu sympatycznego (gałęzie trzewiowe [splanchnici], splot śródbrzuszy [plexus coeliacus], gałęzie kreskowe [mesenterici] i podbrzuszne [hypogastrici]); nerwy te mają zapewne wpływ na ruchy; z pewnością jednak to tylko wykazano, że przez drażnienie nerwu błędnego można wywołać kurczenie się przełyku i żołądka, (a podług niektórych także i kiszek cienkich), że przecięcie nerwów błędnych nadzwyczaj utrudnia przesuwanie się pokarmów z żołądka, i że drażnienie nerwu trzewiowego wstrzymuje zupełnie ruchy robaczkowe kiszek cienkich (PFLÜGER), ten ostatni uważany być może dla tego jako „nerw tamujący“ (rozd. XI). — Przy wydalaniu kału biorą udział nerwy mięśni służących do wydychania, nerwy mięśnia unoszącego odbyt i innych mięśni międzykroczka.

## II. SPRAWY CHEMICZNE TRAWIENIA.

Wydzielanie i własności soków służących do trawienia opisane były w poprzednim rozdziale.

Żadnym ważniejszym przemianom chemicznym nie ulegają w przewodzie pokarmowym: woda, części składowe nieorganiczne pokarmów i większa część organicznych rozpuszczalnych, te ostatnie, o ile już zostały rozpuszczone, lub o ile są rozpuszczalne w wydzielinach do trawienia służących, zostają w właściwych miejscach wessane (zob. niżej) w stanie niezmienionym, lub też co najwyżej, jeżeli to były wolne kwasy, lub zasady, powstają z nich związki. — Oprócz tego nie ulegają zmianie, pewne substancje nierozpuszczalne i niepodległe działaniu soków do trawienia służących, mianowicie drzewnik, tkanka rogowa, tkanka sprężysta, a z substancji rozpuszczalnych te części, które z powodu ich wielkiej ilości, lub zbytnej gęstości nie mogą być zupełnie roz-

puszczone. To wszystko w połączeniu z pewnymi częściami składowymi soków do trawienia służących, zostaje wydalone jako kał. — Powietrze połknięte oddaje w przewodzie pokarmowym swój tlen i odbiera za to kwas węglany, tak, że w kiszka grubych znajduje się głównie azot i kwas węglany. — Właściwe zmiany chemiczne odnoszą się do pewnych substancji organicznych nierozpuszczalnych, lub też rozpuszczonych, lecz z trudnością mogących przesiąkać, a które należą do najważniejszych pokarmów, mianowicie: woda n y węgla (t. j. krochmal), ciała białk owate (białko, włóknik, substancja mięśniowa, sernik i t. d.) w ich przemianach nierozpuszczalnych, k l é j i t ł u s z c z e. Te substancje muszą przejść w pewną formę odpowiednią do wessania.

W jamie ustnej pokarmy mieszają się z alkaliczną śliną ustną t. j. z mieszaniną śliny z gruczołu przyusznego, podszczękowego i podjęzykowego ze śluzem ust. Mieszanina ta zachowuje się: 1) jako środek rozpuszczający dla części składowych pokarmów rozpuszczalnych, lecz jeszcze nierozpuszczonych (np. sole, cukier), 2) zmienia ona niepełniały krochmal, znajdujący się w pokarmach, na dextrynę i cukier gronowy. Przemiana ta poczyna się już w ustach, a w żołądku dalej postępuje, jeżeli tylko zbyt duża ilość kwasu temu nie przeszkadza.

W żołądku odbywa się: 1) Dokładne zmieszanie pokarmów ze sobą i z wydzielinami gruczołów żołądkowych t. j. ze śluzem i z sokiem żołądkowym. Ponieważ ten ostatni oddziaływa kwaśno, zatem mieszanina, która poprzednio była alkaliczną, staje się obojętną, a nawet kwaśną; wiele części, przedtem nierozpuszczonych zostają tu jeszcze rozpuszczone, mianowicie sole, które tylko w kwasach są rozpuszczalne np. węglany i fosforany ziemne. 2) Przemiana krochmalu na cukier dalej się skutecznia przez ślinę połkniętą, dopóki oddziaływanie nie jest zbyt kwaśne. 3) Najważniejsze przemiany w żołądku odnoszą się do ciał białkowych. Włóknik i substancja mięśniowa przychodzą prawie zawsze do żołądka w stanie nierozpuszczonym, białko czasami w rozpuszczeniu, a czasem nie (np. gotowane białko jaj), sernik podobnie (rozpuszczony w mleku, nierozpu-

szczony w serze); jednakże i sernik rozpuszczony po przejściu do żołądka zostaje osadzony przez sok żołądkowy. Oprócz więc białka rozpuszczonego, dochodzą do żołądka w ogóle ciała białkowane nierozpuszczone. Wskutek działania kwasu ciała te pęcznią w żołądku, a następnie zostają rozpuszczone przez pepsynę soku żołądkowego, a może zamieniają się na „peptony“. Podobnież klój i tkanki klój dające (tkanka łączna, tkanka kostna) rozpuszczają się w żołądku. Czy czas pozostawiania pokarmów w żołądku wystarcza do zupełnego nakończenia przemian, to nie jest nam wiadomem; w każdym razie przy obfitem przyjmowaniu pokarmów, do kiszki przechodzi pewna ilość niezmienionego krochmalu i nierozpuszczonych ciał białkowatych. Pokarmy, przechodząc do kiszki, tworzą papkę kwaśno oddziaływającą (chymus).

Trawienie prawidłowe w żołądku badano u ludzi przy przypadkowych przetokach żołądka (BEAUMONT, BIDDER i SCHMIDT); u zwierząt, robiąc przetoki sztuczne, lub w ten sposób, że wkładano pokarmy do małych woreczków tiulowych, przymocowanych na nitkach, woreczki te dawano do połknięcia, a następnie je wyciągano. Z doświadczeń, robionych ze sokiem żołądkowym naturalnym lub sztucznym przy ciepłocie ciała, („sztuczne trawienie“) wprowadzono niektóre wnioski, co do spraw odbywających się w żołądku.

W k i s z k a c h papka kwaśno oddziaływająca styka się wszędzie z wydzielinami alkalicznymi, mianowicie z żółcią i sokiem trzustkowym w dwunastnicy, ze śluzem (sokiem kiszkiowym) w całych kiszkach. To nasamprzód powoduje zmianę oddziaływania, co zaczyna się w warstwach zewnętrznych papki (przylegających do ścian), później w środkowych; przemiana ta kończy się we środku kiszki cienkiej i tam oddziaływanie jest całkiem alkaliczne. Chociaż po części znamy własności każdego pojedynczego soku, służącego do trawienia (zob. poprz. roz.), to jednakże nie znamy dokładnie wspólnego ich działania w prawidłowym ich połączeniu. Dowiedzionem jest, że trawienie kiszki, o ile się odnosi do chemicznych przemian zawartości, a nie do wessania, wpływa na niezmieniony jeszcze krochmal i na białko nierozpuszczone, a to w ten sam sposób jak poprzednio, zamienia zatem krochmal na cukier, a białko rozpuszcza (czy powstają peptony? niewiadomo); oprócz tego tłuszcze, które dotychczas żadnej jeszcze

nie uległy zmianie, zostają tu przygotowane do wessania. Wytwarzanie cukru z krochmalu zależy od działania soku trzustkowego i kiszki (albowiem śliny ust nie można już wykazać w kiszki). Rozpuszczenie ciał białkowatych odbywa się prawdopodobnie przez sok kiszki i trzustkowy, (gdyż działanie soku żołądkowego, przechodzącego do kiszki, zniesione jest przez żółć). Sok trzustkowy (może także i żółć i sok kiszki) rozdrabnia tłuszcze na nadzwyczaj delikatne kropelki (emulsya) i w tej tylko formie są one przysposobione do wessania (zob. niżej); część ich zostaje rozłożoną na kwasy tłuszczowe i glicerynę, zatem na wyroby rozpuszczalne i mogące być wessaniami. — Taki rozkład tam depiéro powstaje, gdzie zawartość kiszki jest już alkaliczną, a zatem w drugiej połowie cienkiej kiszki; kwasy tłuszczowe łączą się tu z wolnymi alkalicznymi i tworzą „mydła“.

Oprócz tych rozkładów nadzwyczaj ważnych, istnieją inne jeszcze, które o ile się zdaje nie mają żadnego znaczenia przy wessaniu. I tak: cukier wytworzony z krochmalu, jak również i przyjęty z pokarmami przed wessaniem, w części zamienia się na kwas mleczny (już w żołądku); powstaje także fermentacja wyskokowa i kwasu masłowego, (być może tylko w warunkach nieprawidłowych). Do gazów powstających przy tych fermentacjach należą głównie: kwas węglany i wodór, czasem także wodorki węgla; gazy więc kiszkiowe złożone są głównie z kwasu węglanego, azotu i wodoru. Prócz tego większa część soli kwasów organicznych zamienia się w zupełności lub częściowo tylko na węglany (MAGAWLY). Kwasy tłuszczowe, wytworzone przy rozkładzie tłuszczów, dalej się rozkładają i powstają z nich w części wyroby lotne, które nadają zawartości kiszki, samą przez się prawie bez zapachu, właściwą woń kału, w części zaś woń ta pochodzi od gazów.

Wskutek opisanych tu przemian chemicznych i jednocześnie odbywającego się wessania wszystkich części składowych rozpuszczalnych lub zamienionych na rozpuszczalne, i tłuszczów, zawartość kiszki cienkiej znacznie się zmienia. Obecne jeszcze w początku części krochmalu i nierozpuszczalnego białka znikają powoli, a na ich miejsce występuje: cukier, kwas mleczny i rozpuszczone substancje białkowane; podobnież znikają domieszane z początku większe krople tłuszczu, które zostają nadzwyczaj rozdrobnione; kolor z powodu przyłączonej żółci jest żółty, lub żółto-brunatny. Nakoniec znika cukier, ciała białkowane i tłuszcze w zupełności, masa utraci także wodę, a w końcu kiszki cienkiej znajdują się tylko części składowe kału; tu posia-

dają już one woń właściwą z powodu wyż wspomnianych rozkładów i fermentacyj.

W kiszkaach grubych sprawy trawienia (t. j. przygotowanie do wessania) zmniejszają się coraz więcej; oprócz soku kiszkowego tu wytworzonego, nowe soki nie przybywają; — podobnie i wessanie ogranicza się tylko na zmniejszeniu ilości wody, a zatem na zgęszczeniu zawartości. Zawartość ta czyli kał i gazy, opisanemi były już powyżej.

Kał często jest oddziaływania kwaśnego, zależy to od wolnych kwasów tłuszczowych. Ilość kału w stosunku do pokarmów użytych, odpowiednią jest ilości zawartych w nich części składowych niestrawnych.

#### Wessanie. Dalszy ciąg (str. 130).

##### SUBSTANCYE WESSANE.

Substancje, które wessane zostają do krwi są następujące: 1. środek do utlenienia służący, to jest tlen, przyjmowany przez oddychanie (rozd. III); 2. materyał przeznaczony do utlenienia, lub służący do zastąpienia części składowych ciała, w stanie niezmienionym wydalonych, to jest pokarm przygotowany do wessania przez trawienie; 3. wyroby utlenienia substancyj, które wskutek wydzielania (rozd. IV), przeszły ze krwi do pojedynczych przyrządów ciała i tam utlenione zostały; — wyroby te są albo gazem (kwas węglany, azot) albo płynne; dalej, są to albo najwyższe stopnie utlenienia, które dla tego krew przyjmuje, aby je w innych miejscach do tego odpowiednich wydalic z ustroju (kwas węglany, azot, glicyna, kreatyna, kreatynina i t. d.), lub też są niższemi wyrobami utlenienia, które wprawdzie nie w miejscu wessania, lecz we krwi, lub po wydzieleniu ich powtórnie w innych miejscach, zużyte zostają przez dalsze utlenienie. Do tych ostatnich należy większa część t. z. „właściwych części składowych“ wydzielin, tak soków mięszzowych, płynów w jamach zawartych, jako też wolnych wydzielin, różnica ich na tem tylko polega, że części składowe pierwszych wessane zostają do krwi w tem samym miejscu, w którym wystąpiły ze krwi materyały do wytworzenia ich służące,

np. cukier wątrobowy (zob. rozd. VI. A), części zaś składowe wydzielin wolnych zostają wessane w innych miejscach, po przejściu w ustroju krotszej lub dluzszej drogi, np. żółć, która tworzy się w wątrobie, a za pośrednictwem przewodu wątrobo-kiszkowego wlewa się do kiszki i tam wessaną zostaje. 4. Nakoniec wessaną zostaje do krwi w stanie niezmienionym większa część substancyj ze krwi wydzielonych, ma to miejsce albo innemi drogami, albo też temi samemi, jeżeli się warunki fizyczne zmieniły; tu należą: woda, [sole, białko, jednym słowem t. z. części składowe przesięków.

Objasnienie podanego pod 3. określenia znajduje się na str. 14. — Co do 4. Tu należy wessanie niezmienionych części składowych soków mięszzowych i płynów w jamach zawartych, dalej, wessanie przesięków chorobliwych (oedema, transsudat surowiczny); aczwistą jest rzeczą, że niepodobnem jest, aby wessanie nastąpiło pod temi samemi warunkami, co wydzielanie i do tych samych naczyń, z których ono pochodzi; dla tego też albo muszą powstać inne warunki, np. ciśnienie krwi musi się zmniejszyć, które rzeczywiście ciągle się zmienia, lub też musi być inna droga do wessania, np. przez naczynia limfatyczne (zob. niżej). Niezmienione części składowe prawdziwych wydzielin zostają w innych miejscach znów wessane.

#### DROGI SŁUŻĄCE DO WESSANIA.

Wessanie do krwi odbywa się w części bezpośrednio do naczyń włoskowatych krwionośnych, w części zaś pośrednio przez część przydatkową układu naczyń krwionośnych, to jest przez naczynia limfatyczne. Naczynia włoskowane krwionośne i limfatyczne znajdują się wszędzie razem. Część układu naczyń limfatycznych, wychodząca z przewodu pokarmowego, mianowicie z kiszki, nazywa się układem naczyń chłonnych (vasa chyliifera).

Układ naczyń limfatycznych i chłonnych tworzy pień naczyniowy pojedynczo rozgałęziony (podobnie jak układ żylny), który za pośrednictwem dwóch większych gałęzi, mianowicie przewodu piersiowego (ductus thoracicus) i pnia limfatycznego prawego (truncus limphaticus communis dexter) otwiera się do pni żylnych szyjowych. Drugi zbiera tylko naczynia limfatyczne górnej prawej połowy ciała i z prawej jamy piersiowej, pierwszy zaś zbiera wszystkie inne naczynia limfatyczne, a także naczynia chłonne. Co się tyczy początku naczyń limfatycznych w pojedynczych przyrządach, to mało jeszcze posiadamy dokładnych spostrzeżeń w tym względzie. Jedni za początek naczyń limfatycznych uważają za wszech stron zamkniętą siatkę włoskowatych naczyń

limfatycznych, (grubszych niż włoskowate naczynia krwionośne); inni zaś przypuszczają, że naczynia te powstają z nadzwyczaj małych przestrzeni, zawartych w tkankach i nieposiadających ścian (innemi słowy: przyjmują oni za początek otwarte kanałki); inni nareszcie przyjmują początek naczyń limfatycznych w siatce delikatnych kanalików, którą tworzą mają komórki substancji łącznej (tkanka łączna, kości i t. d.) łączące się z sobą za pomocą swych wypustek (VIRCHOW). — Ta sama niepewność istnieje pod względem początku naczyń chłonnych w kosmkach będących małemi wypustkami błony śluzowej, kiszek cienkich; kosmki posiadają rozmaity kształt, po większej części są stożkowate, nadzwyczaj gęsto usiane i przez to dają wewnętrznej powierzchni kiszek wejrzenie jakby aksamitu. Kosmki te pokryte są nabłonkiem stożkowatym błony śluzowej kiszek i posiadają włókna mięsne gładkie, podłużnie przebiegające, przy kurczeniu się których powstaje skrócenie kosmków i wężownicowate pomarszczenie ich powierzchni (BRÜCKE). Kosmki posiadają oprócz siatki naczyń włoskowatych, także początki wspomnianych tu naczyń chłonnych, które z każdego kosmka wychodzą jednym lub rzadziej kilkoma pniami środkowemi. Początki te znajdują się ostatecznie w komórkach nabłonkowych pokrywających kosmki, albowiem wszystkie substancje z kiszek do naczyń chłonnych wnikające, koniecznie przejść muszą wprzód przez te komórki, i rzeczywiście przejście to wykazać się daje (spotrzedz to można na kulkach tłuszczu zob. niżej). Jedni więc przyjmują, że istnieje bezpośredni związek pomiędzy komórkami nabłonkowymi i naczyniami chłonnymi, a mianowicie przez liczne komórki (tkanki łącznej) w kosmkach znajdujące się, a łączące się z sobą i z wypustkami komórek nabłonkowych (HEIDENHAIN); inni przyjmują układ naczyń chłonnych w kosmkach, który jednak ze wszech stron jest zamknięty i tylko za pośrednictwem przesiąkania łączyć się może z nabłonkiem (E. H. WEBER); inni wreszcie zaprzeczają zupełnie istnieniu włoskowatych naczyń chłonnych (FUNKE, KÖLLIKER), a nawet istnieniu środkowego naczynia chłonnego (BRÜCKE, BRUCH) i przyjmują przebieg przez przestrzenie nie posiadające ścian, to jest przez przestrzenie tkanki stanowiącej kosmki. Istnieją tu zatem podobne przypuszczenia jak względem początku naczyń limfatycznych. — Również niezgodne są przypuszczenia co do komórek nabłonkowych, które z kiszek przyjmować mają pewne ciała (kulki tłuszczu, ziarnka barwnikowe, ciała krwi i t. d.), a z powodu przejścia tych ciał przypuszczać należy w komórkach obecność otworków. Każda komórka posiada ścianę zgrubiałą, prążkowaną, która obróconą jest do wnętrza kiszek i zawierać musi te otworki. Według jednych (BRÜCKE) ściana ta jest tylko skrzepem śluzu, komórki zatem są otwarte, według innych jest ona przedziurawioną przez małe pory (za czem przemawia ich wygląd prążkowany) (KÖLLIKER, WELCKER); lub też podobnie jak komórki migawkowe, ma być złożoną z pręcików, ściśle obok siebie ustawionych, a odstępy pomiędzy nimi przedstawiać będą kanałki (FUNKE, BRETTAUER i STEINACH, HEIDENHAIN); inni wreszcie nie przyjmują wcale otworków i uważają tę ścianę jako zupełnie całą. — Według zdania zupełnie odrębnego od tych wszystkich (v. RECKLINGHAUSEN), ciała wnikające do naczyń chłonnych mają przechodzić przez odstępy, znajdujące się pomiędzy komórkami nabłonkowymi, a które to odstępy w głębi łączyć się mają z siatką kanalików t. z. sokowych. O gruczołach znajdujących się w przebiegu naczyń włoskowatych i chłonnych zob. niżej.\*).

\*) Autor zestawiając rozmaite twierdzenia wielu badaczy, pominął zupełnie krytyczny

#### SILY OD KTÓRYCH WESSANIE ZALEŻY.

Sily fizyczne mogące spowodować przyjęcie płynów do krwi, (przyjmowanie gazów opisanem było w rozdz. III), występują przy bezpośrednim przyjmowaniu substancji przez zamknięte ściany naczyń włoskowatych pod formą przesączania i przesiąkania; pierwsze działa prawdopodobnie tylko wyjątkowo, albowiem w warunkach prawidłowych nie istnieje zewnątrz naczyń większe ciśnienie, niż ciśnienie krwi. Przeciwnie zaś dla wessania przez wątpliwe jeszcze początki naczyń limfatycznych i chłonnych istnieją prawdopodobnie inne jeszcze sily; jeżeli początki tych naczyń są np. przewody otwarte, to być może że istnieje przyciąganie właściwe naczyń włoskowatych i t. d.; może przesączanie odgrywa ważniejszą rolę, albowiem ciśnienie w naczyniach limfatycznych jest znacznie mniejsze, niż w naczyniach krwionośnych (NOLL). — Wcale nie wiemy, które substancje bezpośrednio do krwi, a które przez naczynia limfatyczne zostają wessane. Ponieważ wiele jeszcze przypuszczeń robić można co do sił,

ich rozbiór i wyrzeczenie własnego zdania, co do właściwego początku naczyń limfatycznych i chłonnych. Nie można wprowadzić brać tego za złe, gdyż dotychczas trudna ta kwestja stanowczo rozstrzygnąć się nie daje. Zarzucić jednak możemy autorowi, że nie uwzględnił nowszych prac, mogących niejako się przyczynić do wyświeślenia tej zawilgłej kwestji, gdyż poszukiwania te opierają się na licznych mozołnych i z największą dokładnością robionych nastrożkiwniach naczyń limfatycznych. Przewoźszystemem zastępuje tu na uwagę znakomite dzieło TEICHMANN'A (profesora Anatomii patologicznej w Krakowie) o naczyniach limfatycznych w ogólnosci; dalej prace FEY'A i HIS'A, odnoszące się do naczyń limfatycznych (chłonnych) przewodu pokarmowego, a nareszcie prace LUDWIG'A, TOMSA'EGO i ZAWARYE'NA, traktujące o naczyniach limfatycznych w jędrach, w nerkach i w skórze psa. Pierwsi badacze zgadzają się ze sobą, co do początku naczyń limfatycznych utrzymując, że takowe wychodzą podobnie jak żyły z siatki delikatnych rurek ze wszech stron zamkniętej, z tą jednak różnicą, że limfa wsiąka do owej siatki naczyń z otaczającej tkanki, gdy tymczasem krew w naczyniach włoskowatych pochodzi wprost z tętnic. Twierdzenia TEICHMANN'A właściwie w tym tylko się różnią od zdania FEY'A i HIS'A, że pierwszy przyznaje owej początkowej siatce naczyń limfatycznych oddzielne delikatne ślany jednorodne, drugi zaś uważa je za proste rurkowane wydrążenia w tkance łącznej. Ci badacze zgadzają się także co do początku naczyń limfatycznych w kosmkach kiszek, które właściwie tak samo się zachowują jak pierwsze; udało im się stale napęcznieć masą do wstrzykiwania użytą jedno naczynie (rzadko więcej), ślepo zakończone. Kanalki sokowe RECKLINGHAUSEN'A są to po prostu delikatne luki czyli szpary w tkance łącznej, zawierające normalnie komórki tej tkanki. Przy wstrzykiwaniach, które robili TOMSA i ZAWARYE'N pod kierunkiem LUDWIG'A, podobne szpary w tkance łącznej jąder, nerek i skóry, rzeczywiście napęcznieły się masą użytą do wstrzykiwania, lecz wątpliwem jest, czy normalnie istnieje komunikacja pomiędzy temi szparami, (które podług tych badaczy stanowią rzeczywiste początki naczyń limfatycznych), czy też drogi te sztucznie się utworzyły przy samem nastrożkiwniu. Zaprzeczyc nie można, że owe szpary siatkowato ze sobą są połączone, a płyn w nich zawarty (jako wysięk z naczyń krwionośnych) łatwo przechodzi i wstanie normalnym do początków naczyń limfatycznych. Przy puchlinie owych organów, gdy te szpary przepelnione są płynem surowiczym, również i wydzielanie limfy jest zwiększone. H.

od których wessanie do naczyń limfatycznych i chłonnych zależy, przyjmują zatem, że substancje posiadające wielki równoważnik przesiąkania, lub takie, które wcale nie są zdolne do przesiąkania, jednym słowem wszystko co z trudnością lub wcale nie może być wessane przez naczynia krwionośne, wsiąka przez naczynia limfatyczne i chłonne. Tu należą głównie roztwory białka i tłuszczu. Jak się zdaje jednak, wessanie tych substancji nie jest ograniczone jedynie tylko do naczyń limfatycznych, przemawia bowiem zatem obecność większej ilości tłuszczu we krwi żyły wrotnej (odbierającej krew z żył kiszkiowych), w porównaniu ze krwią innych żył. Woda zaś i prawdziwe roztwory zostają najprawdopodobniej wessane przez obydwa rodzaje naczyń.

Wessanie do naczyń krwionośnych substancji posiadających wielki równoważnik przesiąkania \*) (np. roztworów białka), mogłoby nastąpić na drodze przesiąkania tylko przy oddawaniu znacznych ilości wody; — zatem kiszki np. musiałyby zawierać nadzwyczaj wielkie ilości przesiaków; w przewodzie pokarmowym jednak skutek przemiany białka na peptony równoważnik przesiąkania zwłaszcza w roztworach słabo kwaśnych ma być dziewięć razy mniejszy (FUNKE), tak, że możnaby przyjąć wessanie przez naczynia krwionośne. — Podług tego więc białko pokarmów, jako roztwór peptonów byłoby wessane przez naczynia krwionośne, białko zaś soków mięsnych przez naczynia limfatyczne. Wyroby utlenienia części składowych mięsów posiadają prawie wszystkie bardzo mały równoważnik przesiąkania, skutkiem czego bezpośrednio ich wsiąkanie do krwi nadzwyczaj jest ułatwione.

#### MIEJSCA WESSANIA.

Głównem miejscem wessania, które tu oddzielnie opisanem będzie, jest przewód pokarmowy. Wessane tu zostają: 1. strawne części pokarmów, albo bezpośrednio (woda, sole rozpuszczalne, cukier, kwasy i t. d.), albo też po przejściu właściwych przemian (krochmal, ciała białkowe, klej, tłuszcze); 2. wydzieliny przewodu pokarmowego (śluz, ślina, sok żołądkowy, sok trzustkowy, żółć, sok kiszkiowy) po wypełnieniu swej czynności, prawdopodobnie w części już zmienione; niektóre ich części składowe (mucyna, niektóre części składowe żółci) nie zo-

\*) O równoważnikach przesiąkania zob. str. 26.

stają wessane, lecz z kałem-na zewnątrz są wydalone. Przemiany opisane przy trawieniu wyrabiają z substancji niezdolnych do wsiąkania, jako to z krochmalu, ciał białkowych i kleju inne ciała, posiadające mały równoważnik przesiąkania, mianowicie cukier, roztwór peptonów (?) roztwór kleju; podobnie z niektórymi tłuszczami tworzą one mydła, łatwo mogące być wessanemi, a większa część tłuszczów zostaje zmienioną na płyn mleczny (emulsję). W ogólności zatem w przewodzie pokarmowym znajdują się następujące substancje do wessania: 1. woda pochodząca (w części z pokarmów, a w części z soków służących do trawienia); 2. sole rozpuszczalne (podobnie w części powstałe z soli nierozpuszczalnych lub z wolnych kwasów i zasad zawartych w pokarmach); 3. rozmaite rodzaje cukru, (wszystkie rodzaje z pokarmów pochodzą, a oprócz tego jeszcze z przyjętego krochmalu cukier gronowy i mleczny.); 4. inne rozpuszczalne substancje pokarmów lub soków do trawienia służących (pepsyna i t. d.); 5. mydła (z tłuszczów przyjętych); 6. roztwory peptonów (z przyjętych ciał białkowych rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych); 7. roztwór kleju (z kleju przyjętego i tkanek klęj dających); 8. tłuszcz pochodzący z pokarmów, zmieniony na płyn mleczny. — Z tych substancji pierwsze 7 wessane być mogą zarówno przez naczynia krwionośne, jak i przez naczynia chłonne, z powodu małego ich równoważnika przesiąkania; prawdopodobnie prawdziwe roztwory (1 — 4) głównie wessane zostają przez naczynia krwionośne, lub też zarówno przez jedno i drugie; inne zaś przeważnie przez naczynia chłonne. Wessanie tłuszczów jest prawie wyłącznie zadaniem naczyń chłonnych. \*).

Drogi, przez które tłuszcze do naczyń chłonnych wnikają\*\*, stanowią, jak to już wyżej powiedziano, albo zupełnie dokładne kanaliki, (otworki nabłonka, kosmków i kanaliki tkanki łącznej, aż do naczyń chłonnych kosmka, HEIDENHAIN), lub też drogi te

\*) Na str. 144, autor przypuszcza jednak, że tłuszcz wsiąknąć także może do naczyń krwionośnych, chociaż w nieznacznej tylko ilości.

\*\*\*) Tłuszcze niezmydlone, przechodzące z przewodu pokarmowego do naczyń chłonnych, napotykają na swój drogę naprzód nabłonek, a następnie tkankę łączną kosmków, nim się dostaną do naczyń chłonnych zawartego w samym środku kosmka. Aby wyłomaczyć przyczynę dla czego tłuszcz, jako ciało niezdolne do przesiąkania, wnika jednak do samego naczyń chłonnych, starano



w części lub zupełnie utworzone dopiero zostają przez kropelki tłuszczowe (str. 142), które podczas trawienia tłuszczów wypełniają całą kosmki. Tak w pierwszym razie jak i w drugim wpływ żółci nadzwyczaj ważnym jest do ułatwienia przesączania i przesiąkania tłuszczów. Pomimo tego siły, powodujące to przejście są jeszcze zupełnie zagadkowe; najprawdopodobniej przesączanie odbywa się wskutek dosyć wysokiego ciśnienia, istniejącego w kiszkach, albowiem ciśnienie w naczyniach chłonnych jest bardzo małe; kurczenie się kosmków (zob. niżej), może powodować tylko wypróżnienie naczyń chłonnych do większych gałęzi, nie zaś wessanie tłuszczów z kiszek; żółć ma wpływać na wzmocnienie tego kurczenia się, (SCHIFF).

Wessanie tłuszczu przez naczynia chłonne i wpływ żółci wyraźnie okazuje się w białej zawartości naczyń chłonnych, podobnej do mleka po użyciu tłuszczów i przez zmniejszanie się tej zawartości, gdy dopływ żółci do kiszek wstrzymanym będzie, więc przy zamknięciu przewodu dokiszkowego (ductus choledochus) lub przez zrobienie przetoki żółciowej.

Drugim miejscem wessania, wyjątkowo tylko czynnym, jest skóra. Wszystkie substancje tą drogą przyjęte muszą nasamprzód przejść przez naskórek, którego przenikliwość, jak się zdaje, w prawidłowym stanie bardzo jest mała, przez niektóre zaś środki (ciągle kąpiele i t. p.) chwilowo powiększoną być może. Wessanie przez skórę za mało jeszcze jest dowiedzione, aby mogło tu znaleźć pomieszczenie.

Wessanie soków miąższowych, jest czynnością zbyt jeszcze niejasną. O ile się zdaje (wyjawszy wessania prawdziwie rozpuszczonych wyrobów utlenienia) przesiąki niezmiennione zawierające białko zostają wessane przez naczynia limfa-

się wykazać w komórkach nabłonka śluzkowego i w podścielisku kosmków obecność delikatnych, kanalików, w których substancje te mogłyby się posuwać. Z tego to powodu powstały owe rozmaite przypuszczenia, o których autor wspomina na str. 142 lecz dotychczas żadne z nich nie zostało stwierdzone ścisłymi dowodami. Najprawdopodobnijszem jest owo zdanie, które powiada, że w podścielisku kosmka, tak samo jak w innych częściach ciała złożonych z tkanki łącznej, istnieją delikatne luki czyli szpary, (za pomocą nowopodanych sposobów, zaczynamy je w niektórych miejscach dokładniej poznawać), w których tłuszcz się przesuwają aż do naczyń chłonnych i tam wnika. Oprócz tego prawdopodobnie i błony komórek nabłonkowych opatrzone są delikatnymi otworkami, przez które tłuszcz wnika aż do samego środka komórki. H.

tyczne; odbywa się to ciągle lub w pewnych tylko warunkach, mianowicie tem łatwiej, im większy jest przesiąk, zatem, im większe jest ciśnienie płynu miąższowego w tkance. Przynajmniej z przeciętego naczynia limfatycznego wypływa tem więcej limfy, im bardziej powiększone jest przesiąkanie, przez rozszerzenie tętnic doprowadzających (przecięcie lub sparaliżowanie nerwów naczynioruchowych) i przez wstrzymanie odpływu krwi (podwiązanie żył, ucisk żył przez ruchy mięśniowe) (LUDWIG, SCHWANDA); tak, że naczynia limfatyczne uważane być mogą, jako regulujące wydzielanie. Stan w którym ciśnienie płynów miąższowych jest powiększone, powoduje puchlinę (oedema), co jednak może być wyrównane przez powiększone wessanie naczyń limfatycznych.

#### DALSZY PRZEBIEG I PRZEMIANY SUBSTANCYI POŚREDNIO WESSANYCH.

Pozostaje nam jeszcze wykazać drogi, któremi dostają się do krwi substancje wessane pośrednio przez naczynia chłonne i limfatyczne. Substancje te, przy swém przejściu przez naczynia, zostają w składzie swym znacznie zmienione przez pewne organa, mianowicie przez gruczoły limfatyczne, które znajdują się w przebiegu naczyń chłonnych i limfatycznych, zamieniają się bowiem na płyn pod wielu względami podobny do krwi, do której mają się dostać. Ponieważ organa takie znajdują się nie tylko w przebiegu większych naczyń limfatycznych (zwyczajnie gruczoły limfatyczne), lecz również w znacznej ilości przy początkach naczyń chłonnych i limfatycznych (gruczoły torebkowate, folliculi), dla tego niepodobna otrzymać pierwotnej zawartości tych naczyń, powstałej przez samo tylko wessanie; znamy tylko zawartość zmienioną, która przebyła już gruczoły, to jest mlecz pokarmowy (chylus) i limfę.

Gruczolki torebkowate, które dopiero w ostatnich czasach poznano jako najprostszą formę gruczolów limfatycznych, znajdują się w znacznej ilości przy początkach naczyń chłonnych i limfatycznych. Pierwsze znajdują się w błonie śluzowej kiszek, albo pojedynczo („gruczolki odosobnione“ w całych kiszkach), lub też zebrane w większe gromadki, („kępki gruczolców PEYERA, plaques“ w dolnej części kiszek cienkich); ostatnie znajdują się w wielu częściach ciała, mianowicie zaś w błonie śluzowej jamy ustnej, gardzieli (migdałki są również tylko gromadą takich gruczolców), żołądka, łącznicy oka (glandu-

lae trachomatosae conjunctivae), w płucach (tu opisane już jako małe gruczołki limfatyczne), w śledzionie (jako ciała MALPIGHEGO), a zapewne także w wielu innych miejscach. — Budowa tych gruczołów limfatycznych nie jest jeszcze dokładnie zbadana. Wiemy to tylko, że gruczołki torebkowe zawierają jedną przestrzeń, a gruczoły limfatyczne liczne przestrzenie, utworzone przez tkankę łączną (alveola), a wypełnione przez okrągłe bezbarwne komórki zawierające jądra (komórki limfatyczne); delikatna siatka włóknista (KÖLLIKER, DONDEERS, HEIDENHAIN), złożona z komórek tkanki łącznej ze sobą połączonych (ECKARD, HIS), przeplata wnętrze tych przestrzeni, a razem z tą siatką przebiegają liczne naczynia włoskowate krwionośne. Ta siatka kanalików łączy się ma z włoskowatymi naczyniami krwionośnymi (ECKARD). Według innych (BILLROTH) z komórek tych mają powstawać komórki limfatyczne (lub obłonne), albo też ich rozgałęzienia (w większych gruczołach), a wychodzą naczynia wyprowadzające. Płyn więc doprowadzony przechodzi przez owe przestrzenie i dalszą swą drogę obiegać musi pomiędzy komórkami, przy czem powstaje przesiąkanie pomiędzy tym płynem a krwią, zawartą w naczyniach włoskowatych. W większej części gruczołków torebkowatych nie wykazano jeszcze naczyń doprowadzających, dla tego też niektórzy zupełnie ich bytności nie przyjmują; uważają oni te gruczołki jako początek gruczołów limfatycznych \*).

Limfa jest płynem bezbarwnym lub białozółtawym, który pod drobnowidzem okazuje się jako złożony z osocza bezbarwnego i zawieszonych w nim komórek z jądrami (ciałek limfatycznych), z delikatnych kropelek tłuszczowych i ziarenek. Ciała limfatyczne nadzwyczaj podobne są do komórek zawartych w gruczołach limfatycznych i bezwątpienia z nich pochodzą, (przed przejściem przez większe gruczoły limfatyczne limfa zawiera bardzo mało komórek, pochodzących z gruczołów torebkowatych); oprócz tego ciała te podobne są zupełnie do ciałek krwi bezbarwnych. Limfa krzepnie sama przez się, podobnie jak krew, lecz daleko powolniej; zawiera zatem substancję włóknik tworzącą i substancję wywołującą krzepnięcie włóknika (A. SCHMIDT), jednak tej ostatniej mniej niż krew, (tak że dodanie krwi przyspiesza krzepnięcie). — Inne części składowe, wyjąwszy barwnika, są zupełnie te same co we krwi, zatem woda, sole, ciała białkowe, tłuszcze, cukier, mocznik, sub-

\*) Większą część zdań podanych w tym ustępie uważać jeszcze należy za przypuszczenia np. zdanie co do znaczenia gruczołów torebkowatych w błonie śluzowej ust, gardzieli i łącznicy oka, co do znaczenia migdałków, a przedewszystkiem co do włóknikowatej sieci w pęcherzykach gruczołów limfatycznych i t. p. mającej być złożoną z włóknikowatych komórek tkanki łącznej. Związek naczyń limfatycznych z różnemi rodzajami takich torebkowatych gruczołków nie jest jeszcze z dokładnością wykazany, wyjąwszy pęcherzyki samych gruczołów limfatycznych (TEICHMANN, HIS, FREY).

stancje wyciągowe. — Mlecz pokarmowy (który trudno otrzymać, w stanie czystym, albowiem w zbiorniku mleczu [cyster-na chyli] i w przewodzie piersiowym [ductus thoracicus] zmieszany jest z limfą), odróżnia się od limfy podczas trawienia tłuszczów, tylko znaczną ilością zawartego w nim tłuszczu; przez co przyjmuje kolor zupełnie mleczny; tłuszcz tworzy tu pojedyncze lub skupione kropelki, które są większe, niż w limfie.

Ruch płynów limfatycznych w kierunku do krwi odbywa się pod małym ciśnieniem (NOLL) i bardzo powoli, a to głównie z powodu znacznego oporu, jakiego doznaje przy przejściu przez gruczoły limfatyczne. Siły, powodujące ten ruch, są prawdopodobnie następujące: 1. te same siły (jeszcze nieznanne), które wprowadzają substancje do początków naczyń limfatycznych muszą także powodować przesuwanie się zawartości; 2. kureczenie się mięśni, pomiędzy któremi naczynia limfatyczne przebiegają; z przyczyny licznych zastawek znajdujących się w tych naczyniach, podobnie jak w żyłach zawartość posuwa się w kierunku do otworu; 3. wsysanie klatki piersiowej, albowiem otwory głównych pni i oprócz tego większa część przewodu piersiowego, znajduje się wewnątrz klatki piersiowej.

U niektórych zwierząt, mianowicie u gadów i niektórych ptaków, ruch limfy spowodowany zostaje przez *screa limfatyczne*, rytmicznie się kurczące (4 u żab, 2 u innych gadów, 1 u strusia). Ośrodek ich nerwowy znajduje się ma według jednych w rdzeniu kręgowym, według innych w samych tych sercach.

Części składowe limfy przybywszy do krwi, mieszają się tam z nią. W jaki zaś sposób dalej zużyte i zmienione zostają, opiszemy w następnym rozdziale.

## ROZDZIAŁ SZÓSTY.

## Zmiana materii w krwi.

Opisawszy w poprzednich trzech rozdziałach przychody i rozchody krwi, pozostaje obecnie wykazać, w jaki sposób krew i jej części składowe utrzymują się w prawidłowej względnej i bezwzględnej ich ilości. Że w prawidłowych warunkach życia przychody i rozchody krwi prawie zupełnie się wyrównują, dowodzi tego stała zawsze ilość (średnie ciśnienie) i skład krwi; pewne zboczenia zdarzają się wprawdzie i w stanie prawidłowym, lecz są tylko przejściowe, oczywiście jest np. że podczas trawienia, gdy przychody tak znacznie przeważają, nastąpić musi pewne zboczenie. Ostateczny rachunek przychodów i rozchodów nie jest jeszcze możebny, albowiem dotychczas nie jesteśmy w stanie obydwoh tych czynników ani ściśle, ani nawet w przybliżeniu ilościowo oznaczyć \*).

\*) Autor mówi tu tylko o przychodach i rozchodach samej krwi, które rzeczywiście nawet w przybliżeniu nie dają się określić, gdyż nie mamy pojęcia o wielkości przemiany materii odbywającej się ciągle pomiędzy krwią i tkankami; również nie jesteśmy w stanie należycie oznaczyć ilości substancji występujących ciągle ze krwi w formie wydzielin, a następnie wracających do niej wraz z pokarmami strawionemi, np. ilość śliny, soku żołądkowego, trzustkowego, kiszkowego i t. d. i ilość limfy. Inaczej rzecz się ma z przychodem i rozchodem całego ustroju, które dość dokładnie określić się dają. O statystyce przychodów całego ustroju, które nim się zamienia na rozchody przechodzą po większej części przez krew, traktuje rozdział następny (VII).

Przypuścić można wymianę chemiczną części składowych krwi, bez jednoczesnej wymiany części składowych ukształtowanych, mianowicie kulek krwi. Jednakowoż wiele spraw (poniżej wymienionych) przemawia za tem, że czerwone ciała krwi ciągle giną, a na ich miejscu nowe powstają; inne fakta wykazują znów, że nowe czerwone ciała krwi powstają z ciałek bezbarwnych. Co się tyczy powstawania ciałek bezbarwnych, to posiadamy na to dosyć pewne dowody, mniej jednak znane nam jest miejsce i sposób przejścia ciałek bezbarwnych na czerwone, a najmniej sposób niszczenia się tych ostatnich.

1. Ciała krwi bezbarwne, podobne zupełnie do komórek limfatycznych, powstają najprawdopodobniej wszystkie w gruczołach limfatycznych i gruczołach PEYERA, (jak również w niektórych innych organach, podobnej budowy, mianowicie: w grasicy [thymus] i gruczołach tarczowym [glandula thyroidea]); podobnie i w śledzionie. Ciała wytworzone w pierwszych przyrządach wlewają się do krwi wraz z limfą, z śledziony zaś (wyjawszy ciała MALPIGHI'EGO, które zdają się należeć do układu limfatycznego) mieszają się bezpośrednio ze krwią, a część ich zamienia się wprzód na ciała czerwone.

O gruczołach limfatycznych i PEYERA wspomnieliśmy już powyżej. — Grasica, organ zarodkowy, po urodzeniu powoli zanikający, zawarty w jamie piersiowej, podług nowszych badań zdaje się zawierać jamki (alveoli) podobne zupełnie do jamek gruczołów limfatycznych; oprócz tego zawiera części składowe przemiany wstecznej (komórki stłuszczone, ciała krochmalikowe i t. d.). Taka budowa i liczne naczynia limfatyczne każą przypuszczać, że grasica stanowi przyrząd podobny do gruczołów limfatycznych. — Podobnie i w gruczołach tarczowym uważają niektórzy (JĘDRASSIK) twory podobne do jamek gruczołów limfatycznych, jako prawidłowe jego części składowe, a istniejące przytem pęcherzyki (cysty), wypełnione masą koloidalną, uważają za przemiany wsteczne.

Budowa śledziony jest bardziej ciemną i zagadkową. Wedle pojęć obecnie powszechnie przyjętych, ciała czyli pęcherzyki MALPIGHI'EGO osadzone na ścianach delikatnych gałązek tętniczych, uważać należy jako prawdziwe torebki limfatyczne (GERLACH), miąższ zaś śledziony składa się z przestrzeni zupełnie podobnych do jamek gruczołów limfatycznych, z tą różnicą, że tu naczynia krwionośne tę samą rolę odgrywają co tam

naczynia limfatyczne t. j. włoskowate naczynia krwionośne (podobnie, jak tam rozszerzenia naczyń limfatycznych) otwierają się do jamek wypełnionych komórkami limfatycznymi, z których dopiero wychodzą żyły. Części składowe krwi zatem mieszają się z ciałkami limfatycznymi tu się znajdującymi. Oprócz tej mieszaniny, (która zatem zawiera ciałka czerwone i bezbarwne), znajdują się w tych przestrzeniach liczne formy przejściowe bezbarwnych i czerwonych ciałek krwi (zob. niżej) i nadto zabarwione komórki i jądra, które uważane są za czerwone ciałka krwi, przechodzące w przemianę wsteczną, — jądra znajdują się albo wolne, albo też zawarte w otoczkach podobnych do komórkowych (zob. niżej). Miąższ śledziony oddziaływa kwaśno, zawiera w sobie oprócz wszystkich części składowych krwi, jeszcze rozliczne wyroby utlenienia, mianowicie: kwas moczowy, hypoxantynę, xantynę, leucynę, tyrozynę, inozyt, lotne kwasy tłuszczowe, (kwas mrówkowy, octowy, masłowy), kwas mleczny dalej liczne barwniki, ciała białkowe zawierające żelazo i w ogóle znaczną ilość związków żelaza. — Krew żylna śledziony zawiera bardzo wiele ciałek bezbarwnych (1 na 70 czerwonych, Hurr), a jej ciałka czerwone są bardzo małe, nieznacznie spłaszczone, nie niszczą się prędko w wodzie i nie łączą się z sobą w kształcie walczków, przez co różnią się znacznie od innych (FUNKE); własności te uważane są za cechy, że świeżo wytworzone zostały; prócz tego krew ta, posiada podobnie jak miąższ śledziony liczne formy przejściowe ciałek krwi.

Wytwarzanie komórek limfatycznych we wszystkich tych przyrządach następuje najprawdopodobniej przez dzielenie się komórek pierwotnych. Nowo wytworzone komórki zostają porywane przez strumień limfy, przechodzącej przez gruczoły, a w śledzionie przez prąd krwi.

Komórki tkanki łącznej, których połączenia tworzą delikatne siatki w jamkach gruczołów, przyjmujemy jak to już wyżej powiedzieliśmy, za komórki pierwotne, służące do wytwarzania ciałek limfatycznych. To przypuszczenie objaśniłoby jeszcze i inne fakta, mianowicie: 1. chorobliwe wytwarzanie się ciałek limfatycznych w komórkach, będących niezaprzeczenie komórkami tkanki łącznej, przy białaczce (LEUKAEMIA), gdzie również i wytwarzanie ciałek limfatycznych w gruczołach limfatycznych i w śledzionie chorobliwie jest powiększone (FRIEDREICH); 2. obecność komórek limfatycznych w limfie, która nie przechodziła jeszcze przez żaden gruczoł limfatyczny; przyjmując to przypuszczenie, że naczynia limfatyczne wszędzie powstają z siatki komórek tkanki łącznej (VIRCHOW \*) to obecność ta łatwo się tłumaczy, w przeciwnym zaś razie musielibyśmy przyjąć istnienie gruczołów limfatycznych.

\*) Zdanie VIRCHOW'A, jakoby naczynia limfatyczne miały brać swój początek w wypustkach komórek tkanki łącznej, wcale nie jest dowiedzione. Prędzej przyjąćby można zdanie RECKLINGHAUSEN'A, podług którego naczynia limfatyczne poczynają się nie z samych komórek, lecz z gwiazdowatych luk w tkance łącznej, w których komórki są zawarte. Lecz i to zdanie nie jest jeszcze z należytą ścisłością dowiedzione, owszem wykazaliśmy w przypisku na str. 143 jaki jest właściwy początek naczyń limfatycznych; nie zaprzeczamy jednak, że płyn surowiczy, drobne cząstki, a nawet komórki tkanki łącznej, mogą łatwo się dostać z owych luk do właściwych początków naczyń limfatycznych.

cznych dotychczas jeszcze nieodkrytych; 3. nakoniec z rozmnożenia się komórek tkanki łącznej powstają komórki ropne, zupełnie podobne do ciałek limfatycznych (VIRCHOW, C. O. WEBER, RINDELEISCH).

Znaczne wytwarzanie nowych, bezbarwnych ciałek krwi, zdaje się być w ten sposób rozdzielone pomiędzy rozmaite przyrządy wytwarzające takowe, że jeden przez drugi zastąpiony i wspomagany być może. Wnosimy o tym z doświadczeń, że wycięcie pojedynczych przyrządów (śledziony, grasicy, gruczołów limfatycznych i t. p.), nie pociąga za sobą żadnych złych następstw dla ustroju, lecz wyrównywa się przez zastępcze obrzmiewanie innych; usunięcie wielu tych przyrządów jednocześnie zwykle życiu zagraża.

Wytwarzanie się ciałek krwi u płodu zupełnie inaczej się odbywa, niż podczas życia zewnątrzmacicznego. Pierwsze komórki krwi powstają razem z naczyniami w ten sposób, że wewnętrzne warstwy komórek tworzących naczynia, stają się od razu ciałkami krwi, a przez dzielenie wytwarzają się z nich nowe (REMAK, KÖLLIKER); następnie gdy wątroba jest utworzona, wyrób ciałek krwi na nią przechodzi (E. H. WEBER, KÖLLIKER); jednakże cała ta czynność w ogóle jest jeszcze nie jasną i nie pewną. Niektórzy nawet (LEHMANN, FUNKE) przypisują wątrobie własność wytwarzania nowych komórek krwi przez całe życie \*) i opierają się głównie na obfitem znajdowaniu komórek bezbarwnych, w żylniej krwi wątroby i nowoutworzonych bezbarwnych (podobne do tych, które się znajdują we krwi śledziony); to jednak i w inny sposób można wytłumaczyć (zob. niżej), a w wątrobie nie wykazano dotychczas żadnych przyrządów podobnych do gruczołów limfatycznych.

2. Zmiana ciałek krwi bezbarwnych na czerwone odbywa się prawdopodobnie wszędzie we krwi, bezpośrednio zaś wykazaną została tylko w śledzionie, której krew żylna zawiera liczne formy przejściowe. Zmiana chemiczna, będąca podstawą tego, nie jest znaną, mianowicie co do barwnika, wiadomo tylko, że ten w nowoutworzonych komórkach czerwonych bardzo łatwo krystalizuje (FUNKE). Powstawanie czerwonego barwnika zdaje się następować pod wpływem tlenu, gdyż czasami także limfa i przyrządy limfatyczne na powietrzu przybierają kolor czerwony (VIRCHOW, FRIEDREICH). Przemiana kształtu komórek, wedle pojęć powszechnie przyjętych, polega na znikaniu jąder, poczem nastę-

\*) Przypuszczenie, co do wytwarzania się ciałek krwi w wątrobie, prawdopodobnie nie est uzasadnione.

puje powolne spłaszczenie się komórki, która staje się czerwoną; jednocześnie w ciałku tém przesiąkanie zdaje się być ułatwione, prawdopodobnie skutkiem powolnego zaniku błony; młode komórki, które niedawno stały się czerwonymi i znajdują się we krwi żyłnej śledziony i wątroby, trudniej pęcznieją w wodzie i nie są tak bardzo spłaszczone jak zwyczajne ciałka starsze, które łatwo od wody się niszczą, są bardzo spłaszczone i dla tego też większe \*).

Pewna część komórek bezbarwnych prawdopodobnie nie zmienia się na czerwone, lecz ulega zniszczeniu skutkiem przemiany tłuszczowej (VIRCHOW).

3. Co się tycze niszczenia się ciałek krwi czerwonych, to mało jeszcze nam jest znane. Przypuszczać możemy, że ono wszędzie ma miejsce, gdzie tylko komórki powstają, albowiem prawdopodobnym jest, a według niektórych z pewnością przyjąć należy, że wszystkie barwniki powstają z uwolnionego barwnika krwi; głównie zatem w śledzionie, wątrobie, nerkach i t. p.

W śledzionie i wątrobie najprawdopodobniej odbywa się znaczne niszczenie się czerwonych ciałek krwi. W śledzionie zostają zapewne zatrzymane wszystkie komórki doprowadzone ze krwią tętniczą, albowiem krew, jak to wyżej powiedzieliśmy, musi przesączać się przez komórki bezbarwne, zawarte w jamkach, (być może, że pewna część krwi przechodzi przez śledzionę inną drogą np. przez ciałka MALPIGHIE'GO). Za tem przemawiają ślady niszczenia się czerwonych ciałek, o których wyżej wspomnieliśmy, mianowicie komórki zmarszczone, przechodzące w przemianę wsteczną, barwniki i związki żelazo zawierające, być może także i wyroby utlenienia, dalej i ta okoliczność, że krew żyły śledzionowej zawiera tylko komórki krwi bezbarwne i „młode“ komórki czerwone. W wątrobie niszczenie się czerwonych komórek krwi jest prawdopodobnym, albowiem sole kwasów żółciowych rozpuszczają ciałka krwi czerwone; przemawia zatem również tworzenie się barwnika żółci; dalej nadzwyczaj powolny bieg krwi w wątrobie i nakoniec zmniejszona ilość lub zupełny brak „starych“ ciałek czerwonych we krwi żyłnej wątroby. Zawiera ona, jak to już powiedziano, tylko „młode“ komórki czerwone i wiele bezbarwnych, podobnie jak krew żylna śledziony (LECHMANN); z tego jednak bynajmniej wnosić nie należy o wytwarzaniu się nowych ciałek krwi w wątrobie, albowiem nowe komórki żyły śledzionowej dochodzą do wą-

\*) Dowody co do powstawania ciałek w śledzionie, pozostawiają wiele jeszcze do życzenia. opis przemian, jakim ciałka ulegać mają, po części jest wątpliwy. Co się tyczy błonki, to jeżeli nie istnieje ona na ciałkach czerwonych, tem mniej jeszcze znajduje się na ciałkach białych. Nie wiele więcej wartości przypisać należy twierdzeniom niektórych badaczy, przytoczonym w dalszym ciągu, co do niszczenia się w s z y t k i e h ciałek czerwonych, wchodzących do śledziony przez tętnicę śledzionową; chociaż zaprzeczyc nie można, że część ich rzeczywiście tam się rozkłada, może dla tego, że ciałka już zmienione są cięższe od młodych, a skutkiem znacznego zwolnienia strumienia krwi w śledzionie opadają, nagromadzają się i nikną.

troby przez żyłę wrotną. Przyjawszy więc, że „stare“ komórki czerwone doprowadzone przez inne gałęzie żyły wrotnej, zostają w zupełności lub w części tylko w wątrobie zniszczone, oczywistą będzie rzeczą, że krew żyły wątrobowej zawierać musi więcej nowych pierwiastków, niż krew żyły wrotnej. — Zdaje się zatem, że głównie część krwi dochodząca do tętnicy kiszki i kręzkowej traci swoje czerwone ciałka, a mianowicie częścią bezpośrednio w śledzionie i w wątrobie (tętnica wątrobową), a częścią po zaopatrzeniu w krew żołądka i kiszek (żyła wrotna).

#### WYMIANA CHEMICZNYCH CZĘŚCI SKŁADOWYCH.

Ta wymiana jeszcze niedokładniej jest znaną, niż wymiana części składowych ukształtowanych. Wiadomo wprawdzie ogólnie, jak to w poprzednich dwóch rozdziałach wykazano, jakie części składowe krew przyjmuje, a jakie oddaje, lecz nie znamy nawet w przybliżeniu wielkości tej wymiany, ani też nie wiemy w jaki ona sposób rozdziela się w różnych miejscach, w których wymiana następuje. Dalej, nie wiadomo prawie zupełnie, czy w s a m e j k r w i odbywają się pewne chemiczne przemiany jej części składowych. Że we krwi nie odbywają się żadne czynnności utlenienia, zatem przemawia fakt poprzednio przytoczony (str. 90), że we krwi zawierającej tlen, ale pozbawionej kwasu węglanego, kwas ten już nie wytwarza się \*). Przeciwnie zaś przyjmują powszechnie (że, oprócz części składowych ciałek krwi, których barwnik dopiero we krwi powstaje) substancja włóknik tworząca powstaje albo we krwi, albo też w limfie, a to z innych ciał białkowatych (białka), jednak i to nie jest faktem zupełnie dowiedzionym; może być, że substancja ta, podobnie jak cukier z wątroby, już gotowa dostaje się do krwi z jakiegokolwiek innego organu. Dalej, utrzymują zwykle, że pewne substancje, łatwo mogące się utlenić np. kwasy tłuszczowe, zwłaszcza zaś cukier, którego zwykle znaczna ilość do krwi przybywa, a którego wydzielanie przez mocz zbyt jest niedostatecznym, że substancje te w samej krwi spalane zostają na kwas węglany i wodę; lecz i na to dowodów przekonywujących brak jeszcze.

\*) W przypisku na str. 90 wypowiedzieliśmy nasze zdanie co do tego twierdzenia. H.

Wymianę chemicznych części składowych krwi przez wydzielanie i wessanie można pokrótce w następny sposób opisać.

1. Wymiana gazów krwi rozbieraną już była w rozdziale 3.

2. Części składowe nieorganiczne są ciągle wsysane w znacznych ilościach z przewodu pokarmowego, również z płynów mięszowych i wydzielin, a wydalone znów zostają do płynów mięszowych i wydzielin; woda prócz tego wydalona zostaje w powietrze bezpośrednio przez skórę i oddychanie płucne. Utrzymywanie stałej ich ilości we krwi odbywa się za pośrednictwem następujących warunków: a) woda: zmniejszenie się ilości wody we krwi, musi nasamprzód w ten sposób wpłynąć na przesiąkanie krwi, że z osocza bardziej zgęszczonego mniej wody przechodzi do mięszów i do wydzielin, a więcej zostaje przez krew przyjętem. Dalej, z każdym zmniejszeniem się wody we krwi połączone jest zarazem zmniejszenie się objętości krwi, a zatem i zmniejszone ciśnienie krwi w naczyniach, tak że i przez przesączenie mniej się wody wydziela; najwyraźniej okazuje się to ze zmniejszonej ilości wody zawartej w wydzielinach, na zewnątrz wydalanych (i przez zmniejszenie ilości samych wydzielin), jako to w moczu, w pocie, a w mięszach okazuje się to przez zmniejszone ich naprężenie. Nakoniec miejscowy brak wody niektórych mięszów powoduje pewne uczucia, które skłaniają do przyjmowania większej ilości wody z pokarmami (pragnienie zob. rozdz. VII). — Przeciwnie zaś nadmiar wody we krwi sprowadza powiększone wydzielanie jej przez przesączenie i przesiąkanie, co widocznem jest przez powiększone wydzielanie moczu i potu, zmniejszenie pragnienia i t. d. Rozdzielenie pomiędzy pojedynczemi przyrządami wydzieliny wody na zewnątrz opisane jest w rozdz. VII. — b) Sole. Zmiany zachodzące w ilości różnych soli we krwi zawartych, muszą zmieniać sprawę przesiąkania w taki sposób, iż ogólna ilość soli we krwi jest mniej więcej stale zachowaną. Nie wiadomo jednak, jak się zachowują ilości pojedynczych soli i czy wzajemnie mogą się zastępować.

3. Części składowe organiczne. Ponieważ siły, za pośrednictwem których substancje organiczne zostają wprowadzone do krwi, a następnie znów wyprowadzone, nie zupełnie nam są znane (zob. rozdz. IV i V) nie można zatem wiedzieć, jakie są warunki, które we krwi utrzymują substancje nieorganiczne w ilości mniej więcej stałej. To tylko wiadomo, że do ciągłego przyjmowania organicznych substancyj pokarmowych, zmuszają pewne nieobjaśnione jeszcze uczucia (głód, zob. rozdz. VII), a to tém bardziej, im większe jest zużycie takowych. Dalszy opis zmiany materji we krwi jest tylko treściwem powtórzeniem spraw powyżej już podanych. — a. Tłuszcz i t. d. Występowanie ze krwi tłuszczów obojętnych, jak również bezpośrednio ich przyjmowanie do krwi, są to sprawy zupełnie jeszcze nie pojęte, które dotychczas objaśnić tylko można było przez poprzedni rozkład, a właściwie zmydlenie takowych. Dotąd jednak nie wykazano żadnego faktu, któryby udowodnił podobną wymianę. Jako dowody przemawiające za bezpośredniem przyjmowaniu tłuszczów przytaczają większą ilość tłuszczu we krwi żyły wrotnej, niż w innych rodzajach krwi, a jako dowód wydalania tłuszczów, bezpośrednio powstawanie tłuszczów w mięszach i wydzielinach z tłuszczów krwi. Przypuszczenie to jednak coraz więcej na wartości traci z powodu innego przypuszczenia o powstawaniu tłuszczów. W każdym razie znaczenie małej ilości tłuszczu we krwi zawartego zupełnie jeszcze jest nieznanem. — b. Substancje azotowe: Głównem miejscem przyjmowania ciał białkowych są ściany kiszek, gdzie one zapewne zostają wessane tak bezpośrednio, jako też i pośrednio; oprócz tego ciała białkowe ciągle są wsysane z mięszów prawdopodobnie pośrednio, jako wydzielone ze krwi w nadmiernej ilości. Utrzymują, że ciała białkowe za raz po ich przyjęciu znajdują się we krwi jako białko surowicy. Pozostaje jeszcze do zbadania, czy z tego białka powstają w samej krwi inne ciała białkowe, mianowicie substancja włóknik tworząca, i gdzie to ma miejsce; o hematokrystalinie wspomnieliśmy już powyżej przy ciałkach krwi. — Wydzielanie ciał białkowych odbywa się we wszystkich mięszach i wielu gruczołach. Przyjmują także, że tu ciała białkowe przechodzą skut-

kiem utlenienia nasamprzód na albuminoidy i w tym stanie pozostają w części jako stałe części składowe tkanek, (klej, chondryna, keratyna, elastyna), w części zaś wydzielone zostają, jako właściwe części składowe wydzielin (mucyna, fermenta). Prawdopodobnie w niektórych miąższach (w tkance mięśniowej i nerwowej, w tkance tłuszczowej, wątrobie) odbywa się dalsze utlenianie i rozkład tych ciał; wyroby rozkładu azotowe, łatwo mogące przesiąkać, przechodzą w części do wydzielin (glycyna, tauryna, która z żółci wydala się przez kał), w części zaś znowu wessane zostają do krwi (glycyna, w części jako kwas hippurowy z wątroby, kreatyna i kreatynina z mięśni i t. d.), a ztąd przechodzą ostatecznie do nerek (i gruczołów potowych), gdzie zupełnie zostają utlenione w części na kwas moczowy, a głównie na mocznik, a ztąd są na zewnątrz wydzielone. O wyrobach powstałych z rozkładu ciał bezazotowych niewiele wiemy; przypuszczają, że one stanowią glikogen i cukier w wątrobie i w innych miąższach, tłuszcze miąższów i wydzielin i t. d. — c. **W o d o r y w ę g l a.** Cukier gronowy krwi przechodzi w części z przewodu pokarmowego (bezpośrednio przyjęty lub wytworzony z przyjętego krochmalu lub innych rodzajów cukru), w części zaś z różnych miąższów, a głównie z w a t r o b y, mięśni, a u płodu z łożyska (zob. niżej). Wydalenie cukru gronowego ze krwi odbywa się: a) w małych ilościach przez mocz; b) do niektórych przesięków w jamach (str. 97), gdzie dalsze jego zmiany są nieznanne; c) do mleka, gdzie zamieniać się ma na cukier mleczny (? str. 126 i t. d.); d) w części ma być spalony bezpośrednio w samej krwi (?); jako dowód tego przytaczają, że u zwierząt uduszonych ilość cukru w moczu jest powiększona (JONES). Wytwarzanie cukru w miąższach wymaga tu bliższego rozbioru.

#### Wytwarzanie cukru w miąższach.

A. W w a t r o b i e. Krew, przechodząca (przez żyłę wrotną i tętnicę wątrobową) do wątroby nadzwyczaj uboga w cukier, opuszcza taką przez żyły wątrobowe zawierającą cukru 0,1 — 0,2% (BERNARD). Z tego się już okazuje, że cukier znajdujący

się we krwi żyły wątrobowej, wytworzony w wątrobie, nie pochodzi z obecności krochmalu lub cukru w pokarmach; albowiem znajduje się on nawet wówczas, gdy pokarm zupełnie nie zawiera cukru, krochmalu lub innych substancji wytwarzających cukier; gdy pokarm zawiera znaczną ilość takowych, przyczem krew żyły wrotnej zabiera wiele cukru z kiszek, natenczas zawartość cukru we krwi żyły wątrobowej będzie większa niż zwykle. Cukier wytworzony w wątrobie, (który otrzymać można z samej substancji wątroby w większej ilości, niż ze krwi żyły wątrobowej), powstaje bezpośrednio z pewnej części składowej wątroby podobnej do krochmalu, mianowicie z „glikogenu“ (HENSEN, BERNARD). Przemiana glikogenu na dextrynę i cukier powstać może przez wszystkie wpływy, które zamieniają krochmal na cukier (kwasy rozcieńczone, diastaza, ferment śliny, soku trzustkowego); w wątrobie następuje ona przez wpływ właściwego, nieznanego jeszcze „fermentu w a t r o b y“.

Glikogen ma się zawierać w komórkach wątrobowych w kształcie ziarenek kulistych, otoczonych powłoką białkową (SCHIFF, BERNARD). Otrzymań go można rozmaitemi sposobami z substancji wątroby, (tworzy białą masę, pęczniejącą w wodzie, a w cieple rozpuszczając się, daje roztwór opalizujący. Ferment wątroby uważany jest jako ciało białkowe, z tego względu, że (zapewne skutkiem skrzepienia) przy ogrzewaniu wątroby traci on swoją działalność (BERNARD). W wątrobie, z której cukier wydalony został przez przestrzykiwanie wodą naczyń krwionośnych, znaleźć można po pewnym czasie znów cukier, jeżeli tylko poprzednio działalność fermentu nie została zniesiona. Jeżeli ferment działać nie może lub gdy go brakuje zupełnie, (jak np. u żab zasypiających na zimę — SCHIFF), albo też wyczerpnięty został wskutek znacznej przemiany substancji glikogenowej (dextryny nastrzykniętej do krwi) na cukier (SCHIFF), wtedy nagromadza się glikogen niezmienny w wątrobie; jednakowoż może się zamienić na cukier przez inne fermenta np. przez ślinę.

Nie wiadomo z pewnością, z jakiej części składowej krwi, (gdyż nie można przypuścić innego początku), powstaje glikogen, a pośrednio cukier. Ponieważ wodany węgiel nie znajdują się we krwi doprowadzonej, pozostają zatem dwie możliwości co do powstawania glikogenu, mianowicie z tłuszczu (właściwie z gliceryny) lub ciał białkowych.

Pierwsza podana już była na str. 111. Drugą w ten sposób objaśnić sobie można, że w wątrobie ciała białkowe lub albuminoidy rozkładają się na glikogen i wyroby utlenienia, azot zawierające (glycyna i tauryna żółci). Ta teo-

rya głównie dla tego jest najprawdopodobniejszą i prawie powszechnie przyjętą, że przyjmując pokarmy złożone z tłuszczów i wody zmniejsza się ilość cukru, gdy tymczasem przy pokarmach klej zawierających, cukier utrzymuje się w prawidłowym stanie (BERNARD). Być może że w wątrobie zawarty jest jeszcze jakiś niższy stopień glikogenu, który jednak również przez te same środki zamieniony być może na cukier, albowiem można otrzywać cukier przez wpływ sliny lub kwasów na wątrobę, zwyczajnego glikogenu niezawierająca (HENSEN).

Obecność cukru w wątrobie zależy zatem: 1. od obecności glikogenu; 2. od obecności fermentu; 3. od istnienia warunków potrzebnych do tej przemiany. Co do tego ostatniego, wiadomo tylko, że oziębienie sztuczne do 18—20° ciepła wstrzymuje wytwarzanie cukru, chociaż glikogen i ferment istnieje, (przy następem ogrzaniu natychmiast występuje cukier). Wytwarzanie glikogenu, a zatem i obecność cukru w ścisłej jest zależności od pokarmów (bez względu na powiększoną ilość cukru po użyciu samego cukru lub krochmalu). Przy obfitem pożywieniu, szczególnie przy użyciu znacznej ilości mięsa, dalej podczas trawienia ilość cukru jest największą, skutkiem zaś chorób i głodzenia ginie zupełnie. Ilość cukru przedstawiać ma pewne zboczenia podczas dnia, niezależnie zupełnie od przyjmowania pokarmów, a to podobnie jak inne zjawiska odżywiania (str. 63). Od czego zależy obecność fermentu, to zupełnie nam jest nie znane.

Układ nerwowy ma znaczny wpływ na obecność cukru w wątrobie, wpływ ten jednak jest zagadkowy a w części niedostatecznie jeszcze stwierdzony — nie wiadomo zupełnie, do którego z powyższych wymienionych trzech czynników wpływ ten odnosi się. Przecięcie rdzenia kręgowego poniżej obrzmienia szyjowego wstrzymując ma wytwarzanie się cukru, lecz nie wytwarzanie się glikogenu, przecięcie zaś powyżej obrzmienia szyjowego wstrzymuje jedno i drugie. Przecięcie nerwów błędnych zmniejsza i wstrzymuje wytwarzanie się cukru, jednakowoż wtedy tylko gdy wykonane będzie powyżej odejścia gałęzi płucnych, (przecięcie poniżej klatki piersiowej żadnego nie ma wpływu). Drażnienie końca ośrodkowego nerwu błędnego, podobnież raniecie (drażnienie) początku nerwu błędnego w rdzeniu przedłużonym (za pomocą ostrego narzędzia — „piqûre“ BERNARD) powiększa wytwarzanie się cukru w wątrobie do tego stopnia, że znaczne ilo-

ści cukru przechodzą do moczu, tak jak w stanie chorobliwym przy t. z. cukromoczu (diabetes). Z tych doświadczeń przypuszczają, że wytwarzanie się cukru jest następstwem pobudzenia, które z płuc wychodząc (?) przyprowadzone przez nerwy błędne do rdzenia przedłużonego, wywołuje tu odruch, i przeprowadzone zostaje do wątroby przez nieznane jeszcze drogi (u żaby według SCHIFF'A przednie pęczki rdzenia kręgowego, 4 i 5 nerw rdzeniowy, odpowiednie gałązki łączne nerwu sympatycznego, pasmo graniczne, zwój sympatyczny na tętnicy śródbrzuszej). Każde pobudzenie na tej drodze, jeżeli tylko jednociągłość drogi, aż do wątroby jest zachowana, musi koniecznie wywołać takie same lub też silniejsze następstwa, przerwanie zaś przewodnictwa musi wstrzymać wytwarzanie cukru; w taki sposób objaśnić się dały fakta powyżej przytoczone, wprawdzie po większej części jeszcze wątpliwe. Jeszcze jest nie rozstrzygniętem, czy drażnienie powoduje powstawanie glikogenu, czy też powstawanie lub dowóz fermentu (przez naczyńioruchowe rozszerzenie gałęzi żyły wrotnej, które doprowadzać mają ten ferment—SCHIFF).

**B. W mięśniach.** Dawniej kilkakrotnie wykazano obecność cukru w mięśniach (POISENILLE & LEFORT, SANSON), w ostatnich zaś czasach przekonano się (G. MEISSNER), że cukier jest prawidłową częścią składową mięśni spoczywających (2 — 3 na tysiąc). „Cukier mięsny“ odróżnić należy od cukru mięśni (inozyt); jest nieco trudniej rozpuszczalny w wysoku, niż cukier wątrobowy, z którym posiada jednakowe własności. Substancja glikogenowa znalezioną została w mięśniu tylko u płodu (ROUERT). Według innego przypuszczenia (J. RANKE), powstaje cukier dopiero przy czynności mięśnia (zob. rozdz. X). Najprawdopodobniej jest również i cukier mięsny wyrobem rozkładu substancji azotowych. Jak powstawanie cukru wątrobowego, tak powstawanie jego nie jest zależne od przyjmowania wodoru węgla.

**C. W tkankach zarodkowych.** U niektórych zwierząt (u szeszurawatych, królików, świnięk morskich) w pewnych gromadach komórek, leżących pomiędzy łożyskiem macicznym i płodowem, a u innych zwierząt (przeżuwających) w ko-



mórkach podobnych do nabłonkowych na wewnętrznej powierzchni owodnej (amnion), znajduje się glikogen posiadający wszystkie własności glikogenu wątroby (BERNARD). Te gromady komórek mają zastępować wątrobę przed rozpoczęciem się wytwarzania w niej cukru. Bliższe szczegóły tego nie są znane.

#### STAŁA ILOŚĆ KRWI.

Utrzymanie stałej ilości krwi jest następstwem zachowania stałej ilości jej części składowych. Ponieważ jednak woda stanowi największą część składową (80%) i swoją objętością wyrównywa prawie objętości krwi, z tego powodu utrzymanie objętości krwi zależy głównie na utrzymaniu ilości wody, o warunkach czego mówiliśmy wyżej (str. 156). I w rzeczy samej po znacznych utratkach krwi wraca objętość jej do prawidłowego stanu przez to, że pod zmniejszonym ciśnieniem krwi mniej wody zostaje wydzielone do mięszszów i wydzielin a więcej zostaje wessane, dalej że silne pragnienie zniewala do przyjmowania większej ilości płynów.

## ROZDZIAŁ SIÓDMY.

### Zmiana materji w całym ustroju.

#### I. PRZYCHODY.

Jak już wyżej kilkakrotnie podaliśmy, ustrój przyjmuje ciągle od zewnątrz: 1. Materiał zastępujący wydzielone części składowe ciała po ich utlenieniu w formie „wyrobów utlenienia,” lub wydzielone w stanie nieutlenionym, niezmienionym — materiałem tym jest pokarm. 2. Tlen służący do utlenienia części składowych ciała, mogących być utlenionymi. O przyjmowaniu tlenu szczegółowy opis podany był w rozdziale trzecim. Co się zaś tyczy pokarmów, to w niniejszym rozdziale bliżej zastanowić się nad niemi należy.

#### POKARMY.

Pierwiastki chemiczne składające pokarmy muszą w ogóle być te same, co pierwiastki chemiczne stanowiące części składowe ciała, gdyż one zastąpić mają utratę ostatnich. Jednakowoż doprowadzenie tych części w stanie pierwiastków nie jest dostatecznym do odżywiania, dla tego, że nie

mogą w tym stanie być przyjęte do krwi, a chociaż w części zostają przyjmowane nie mogą jednak w ustroju utworzyć takich związków chemicznych, jakie zastępować mają. W ogólności zatem, jako substancje pokarmowe używane być mogą tylko związki chemiczne, a mianowicie takie tylko, które przedstawiają następujące warunki: 1. Związek ten musi być zdolnym do przejścia do krwi lub mlecza pokarmowego, bezpośrednio lub po poprzednim przygotowaniu przez czynności trawienia, (musi być „strawnym“). 2. Musi być zdolnym do połączenia się z tlenem i dostępnym dla wpływów utleniających w ustroju, lub służyć powinien do zastąpienia części składowych ciała, niemogących być utlenionymi. Pierwszemu warunkowi zadość uczynić mogą najpewniej takie związki, które podobne są do zwykłych organicznych części składowych krwi lub tkanek. 3. Ani sam związek, ani też dalsze stopnie jego utlenienia nie powinny posiadać takich własności, któreby szkodziły istnieniu lub czynności jakiegokolwiek przyrządu ciała, (takie substancje zwane są „truciznami“).

Warunek drugi zwykle w ten sposób bywa pojmowany, że takie tylko substancje mogą być pokarmami, które podobne są do części składowych ciała. Jednakowoż powyższe określenie daje się tem usprawiedliwić, że często i inne substancje organiczne, które zresztą bynajmniej do ciała nie należą, bywają przyjmowane i spalane, a zatem zużywane zostają do pracy ustroju, oprócz tego prawdopodobnym jest, że części składowe ciała, tak organiczne jako też i nieorganiczne zastąpione być mogą przez inne niezwykle (str. 41).

Żadna prawie substancja pokarmowa nie bywa sama przez się używaną, lecz zawsze w pewnych zwykłych połączeniach, które zwane są pokarmami; są to zazwyczaj tkanki roślinne lub zwierzęce, albo też ich części. Lecz i te bywają najwięcej jeszcze sztucznie ze sobą mieszane i w rozmaity sposób przyrządzane, albo w celu łatwiejszego strawienia, albo też dla podniesienia smaku. Takie mieszaniny pokarmów nazywają się *p o t r a w a m i*.

Przygotowując pokarmy na potrawy zwykle dodaje się t. z. „przyprawy“ to jest substancje, które z powodu swych własności pobudzających, powiększają wydzielanie soków do trawienia służących (śliny, soku żołądkowego i t. d.); najwycyżniejszą przyprawą jest sól kuchenna. Przyrządzanie po-

traw (gotowanie, pieczenie i t. d.), mają głównie na celu ułatwienie trawienia przez wykonanie pewnych czynności do trawienia służących np. rozpuszczanie części rozpuszczalnych, zamienienie części nierozpuszczalnych na rozpuszczalne, rozpułchnienie części zbitych, oddzielenie pokryw niestrawnych.

Z powyższego wypada, że substancje pokarmowe rozdzielają się na dwie grupy, które obydwie konieczne znajdować się powinny w pokarmach. Pierwszą, która służy do zastąpienia części składowych ciała już się nieutleniających, stanowią pokarmy nieorganiczne i ta składa się głównie z wody i soli; drugą służącą do zastąpienia części składowych ciała zdolnych do utlenienia, która zatem sama musi być zdolną do utleniania, stanowią pokarmy organiczne. Te ostatnie podobnie jak wszystkie substancje organiczne, (wyjąwszy kilku, dających się otrzymać sztucznie z nieorganicznych), pochodzą bezpośrednio lub pośrednio z roślin; albowiem i organiczne części składowe ciała zwierzęcego, (które stanowią „pokarmy zwierzęce“), odniesione być mogą do roślinnych, gdyż zwierzę mięsożerne nawet żywi się bezpośrednio lub pośrednio zwierzętami roślinożernymi.

Rozmaite związki organiczne złożone z C, H, N, O, S i t. d., które się tworzą w roślinie, są w małej tylko części prawdziwymi substancjami pokarmowymi, albowiem wiele z nich nie odpowiada warunkom powyżej przytoczonym. Z tych substancji pokarmowych substancje zwierzęce muszą znowu po większej części służyć jako substancje pokarmowe; jednakowoż posiadają one jako pokarm tem mniejszą wartość, im wyższy stopień utlenienia stanowią. Wartość jakiegokolwiek substancji pokarmowej stosuje się bowiem do ilości sił napiętych, jaką ona przedstawia (str. 3), to jest do ilości siły żywej czyli pracy, jaka powstaje przy jej spalaniu. (O bezpośrednim oznaczeniu tej ilości zob. rozdział VIII). Im wyższe zatem są wyroby utleniania, z tem mniejszą ilością tlenu mogą się połączyć i tem mniejszą wartość przedstawiają dla pracy ustroju. Dla tego też mocznik nie jest substancją pokarmową, kreatyna posiada w tym względzie małą wartość, zaś białko i cukier są bardzo ważne.

Z tego okazuje się łatwo, że najlepszymi organicznymi pokarmami będą takie, które podobne są do części składowych ciała

najmniej utlenionych, zatem substancje pierwotne trzech szeregów utlenienia przytoczonych w rozdz. I, lub substancje z których one utworzone być mogą, bez względu czy takowe pochodzą z rośliny lub też z ciała zwierzęcego. Substancje te są: 1. ciała białkowe, 2. wodany węgla, 3. tłuszcze. Pierwsze o ile się zdaje nie mogą w zwierzęciu powstać z żadnego innego ciała organicznego, tak że w pokarmach samezawarte być muszą; co się zaś dotyczy wodorów węgla i tłuszczów, to po części wykazaniem jest, a po części prawdopodobnem być się zdaje, że tak jedne z drugich jakoteż z ciał białkowych powstawać mogą. Być więc może, że ciała białkowe służyć by mogły jako jedyny pokarm organiczny. Wniosok ten zgodnym jest z doświadczeniem, które podaje, że wyjąwszy pokarmów nieorganicznych t. j. wody i soli, — ciała białkowe stanowią pokarmy niezbędne, wodany węgla i tłuszcze pokarmy bardzo ważne, które zastępują się wzajemnie i zastąpione być mogą przez ciała białkowe. Po tych głównych substancjach pokarmowych następują, ze względu na ich wartość, najbliższe wyroby utlenienia, zatem nasamprzód albuminoidy (t. j. klój i chondryna, gdyż inne są niestrawne). Wyższe jeszcze stopnie utlenienia, jak kreatyna i t. d., kwasy tłuszczowe, kwas mleczny, nie mogą prawie być uważane jako pokarmy.

Z ważniejszych zatem pokarmów człowieka są następujące: 1. Woda służąca do picia, zawiera prócz wody niektóre sole (mianowicie wapno); 2. sól kuchenna, dodawana do potraw, służy zarazem jako najgłówniejsza przyprawa; 3. mleko zawiera ciała białkowe (sernik, białko), tłuszcze, cukier mleczny, wodę i sole; 4. mięśnie (mięso) zawierają z organicznych substancji pokarmowych ciała białkowe (substancja mięśniowa krzepnąca, syntonina, białko), klój (tkanka łączna), tłuszcz (zob. rozdział X); 5. jaja zawierają ciała białkowe (białko, vitellina), tłuszcze, cukier mleczny i t. d.; 6. zboże zawiera ciała białkowe (krochmal, dextrynę, cukier, tłuszcze i t. d.); 7. owoce strączkowe (groch, bób, soczewica i t. d.), zawierające ciała białkowe (krochmal, dextrynę, cukier, tłuszcze i t. d.); 8. kartofle zawierają krochmal i t. d., mało ciał białkowych; 9. owoce, zawierają cukier, dextrynę, kwasy roślinne, mało ciał białkowych, galarety roślinnej i t. d.; 10. jarzyny (liście, korzenie i inne części rośliny) zawierają mało ciał białkowych, cukier, dextrynę, krochmal i t. d. Wartość tych pojedynczych pokarmów ocenić się daje z ich ilościowego składu, który jednakowoż nie może być tu wzięty pod uwagę. Również nie podobna się tu bliżej zastanawiać nad przygotowywaniem pokarmów i nad zmianami chemicznymi przez to zachodzącymi.

Co się tyczy fizyologicznego podziału substancji pokarmowych (zob. rozdz. VIII).

#### PRZYJMOWANIE POKARMÓW.

Przyjmowanie pokarmów odbywa się w dowolnych odstępach czasu, które jednak po większej części tak są małe, że trawienie i wsiąkanie, przynajmniej w dzień trwają prawie nieprzerwanie. Do przyjmowania pokarmów pobudzają pewne uczucia, niedostatecznie jeszcze wyjaśnione, to jest głód i pragnienie, które uwiadamiają o potrzebie pokarmów dla ustroju. Przyrzady, w których objawia się ta potrzeba całego ustroju jako uczucie, są pewne części przewodu pokarmowego. Bezpośredniem uczuciem miejscowem tej potrzeby, jest jak się zdaje tylko pragnienie; jest to uczucie suchości i palenia w gardle, spowodowane brakiem wody w błonie śluzowej podniebienia i gardzieli. Brak ten wody jest zwykle objawem częściowym ogólnego braku wody w ustroju; może jednak miejscowo tylko powstać skutkiem wysychania (przechodzenie powietrza suchego) lub oddalenia wody innemi sposobami (użycie soli wodę zabierających). Zaspakaja się to uczucie zwykle przez miejscowe zwilgocenie tych części, mianowicie przez picie, wtedy jednocześnie i cały ustrój wodę otrzymuje; lecz i doprowadzenie wody innemi sposobami (np. przez wstrzykiwanie wody do żył) gasi pragnienie, a to odpowiednio do jego powstawania z ogólnego braku wody. Głód zaś, uczucie ciśnienia i ssania w żołądku, a przy wyższym stopniu także i w kiszkiach, nie może być uważany jako objaw miejscowy braku substancji, mianowicie w błonach żołądka i kiszki, lub jako częściowy objaw ogólnego braku pokarmów; lecz jak się zdaje jest on uczuciem próżni w przewodzie pokarmowym, którego powstawanie zupełnie jeszcze jest niejasne; przynajmniej uczucie to zaspokojone zostaje przez wypełnienie nawet częściami niestrawnymi. Później następuje wprawdzie w tym wypadku nieznanie zupełnie, różne od głodu, uczucie ogólnego braku pokarmów\*).

\*) Prawdopodobnie pobudzony zostaje rdzeń przedłużony skutkiem braku części odżywczych we krwi podobnie jak ośrodek oddechowy kierujący ruchami oddechowemi pobudzony zostaje przy braku tlenu we krwi (zob. str. 85).

Jeżeli rzeczywiście próżnia w przewodzie pokarmowym jest przyczyną głodu, to z tego wnosić należy, że dla utrzymania ciała konieczną jest na jawie prawie ciągła czynność trawienia i wysiania.

Nerwy, za pośrednictwem których powstaje uczucie pragnienia są prawdopodobnie nerwy podniebienia i gardzieli (nerw trójdzielny, błędny, językogardzielowy) lub jeden z nich; nerwy pośredniczące przy głodzie zupełnie jeszcze są nieznanne. Przecięcie nerwów błędnych lub trzewiowych (nervi splanchnici) u zwierząt nie wstrzymuje w nich chęci do jedzenia.

## II. ROZCHODY.

Ustrój wydała na zewnątrz takie substancje, które nie są odpowiednie do dalszego w nim zużycia, zatem: 1. substancje, które wcale udziału mieć nie mogą wzmianie materji, mianowicie część niestrawna pokarmów; 2. ostateczne wyroby czynności utlenienia w ciele, (które albowcałe lub też przynajmniej w ciele, dalej utlenione być nie mogą), mianowicie: kwas węglany, woda, mocznik, kwas moczowy, azot, substancja rogowa; 3. pewne substancje wydzielnicze, które przeszły na wewnętrzne lub zewnętrzne powierzchnie ciała, aby tu zostać zużyte, i które z powodu jakichkolwiek bądź własności nie mogą być znowu wessane np. nierozpuszczalne części składowe żółci, śluz wydzielin służących do trawienia, tłuszcz mazi skórnej i t. d. Nakoniec: 4. pewne części składowe ciała niemogące się już utlenić, mianowicie woda i sole, zostają wskutek pewnych warunków fizycznych ciągle wydzielane, po większej części jako środki rozpuszczające dla innych substancyj wydzielniczych.

Wydzieliny gazowe, płynne lub stałe, w których substancje te z ciała wydalane zostają, nazywają się *wydzielinami* i *zewnątrznemi* (excreta). Najważniejsze są: 1. wydzieliny oddechowe przez płuca, skórę i kiszki (kwas węglany, azot, woda); 2. mocz (woda, sole, mocznik, kwas moczowy i t. p.); 3. płynne wydzieliny skórne: pot (woda, sole, mocznik, kwasy tłuszczowe i t. d.), maź skórna (tłuszcze, woda,

sole, białko); 4. kał (niestrawne części pokarmów i wydzielin przewodu pokarmowego); 5. oddzielenie tkanek rogowych (utrata naskórka, włosów i paznokci).

Oprócz tych ciągłych wydzielin, które po większej części zawierają prawdziwe substancje wydzielnicze, wydziela ustrój czasowo pewne części składowe, które w szeregu utlenień tak ważne stanowisko zajmują (mało tlenu zawierają), że w innych ustrojach mogą jeszcze bardzo stosownie być użyte, i do ich powstawania lub odżywiania służyć. Tu należy: 1. mleko 2. jaja, 3. nasienie, wydzieliny zawierające znaczną ilość białka, wodorów węgla i tłuszczów. Zaliczone tu być mogą także 4. odpływy krwi miesięczne (część 4).

Ze wspomnianych tu wydzielin zewnętrznych, poprzednio już opisanych większa część jest bezpośrednią wydzieliną krwi, mianowicie wydzieliny oddechowe (rozd. III), mocz, pot, maź skórna i mleko, (rozd. IV). O kał, który jest mieszaniną części nieużytecznych powstałą w przewodzie kiszki przy trawieniu, wspomnieliśmy już w rozdz. V przy opisie trawienia. Inne wydzieliny, jako to: oddzielenie tkanek rogowych, jajek, nasienia, złożone są głównie z komórek lub części komórek. Dwie ostatnie opisywane będą w części 4; oddzielenie zaś tkanek rogowych polega na następujących zmianach: powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne, pokryte warstwowym nabłonkiem płaskim, zatem skóra, błona śluzowa ust i gardzieli, część przyrządów moczowych i płciowych i błona łączna oka, tracą ciągle przez oddzielanie zewnętrzne warstwy komórek, po poprzednim przejściu takowych w pewien stan zmarszczenia, w t. z. „zrogowacenie“. To zrogowacenie jest niezem więcej, jak tylko wysychaniem komórek złożonych głównie z keratyny (str. 28). Zrogowaciałe komórki skóry, mianowicie zewnętrzne warstwy naskórka i im odpowiednie warstwy paznokci i łuskowata pokrywa włosów po prostu się tylko ścierają („odluszczają“); komórki zaś zrogowaciałe błon śluzowych mieszają się z wydzielinami je pokrywającymi (ze śliną, śluzem, moczem, łzami) i zostają odpowiednimi drogami, zatem z kałem, moczem, na zewnątrz wydzielane. Oddzielanie

tkanek rogowych wydała dość znaczną ilość azotu i siarki z ustroju i uważane być może jako wyrób utlenienia ciał białkowatych.

### III. STOSUNKI ILOŚCIOWE

#### POMIĘDZY PRZYCHODEM, ROZCHODEM I POZOSTAŁOŚCIĄ.

Za główny cel pokarmów podaliśmy w początku tego rozdziału zastąpienie utraty, spowodowanej wydzieleniem części składowych ciała nieorganicznych i utlenionych organicznych. Najprostszy zatem stosunek pokarmów do ciała byłby taki, aby pokarmy wystarczały tylko do pokrycia rozchodów ciała, zatem do utrzymania wagi ciała. W takim razie musi koniecznie nie tylko ogólny ciężar przychodów wyrównywać ogólnemu ciężarowi rozchodów, lecz także, jeśli skład chemiczny ciała zmieniać się nie będzie, musi summa pojedynczych pierwiastków chemicznych przychodów być równą summie pierwiastków chemicznych rozchodów. Dalej musi ilość przychodów i ich pojedynczych pierwiastków być odpowiednią do wszystkich zmian rozchodów, które spowodowane zostają przez zmienne bardzo wielkości sprawy utlenienia ustroju, (przez różne wielkości pracy ustroju), zob. rozdz. następny.

Przychody jednak odbywają się po większej części zupełnie dowolnie i ilość ich przynajmniej nie jest oznaczona podług dokładnej znajomości potrzeb ustroju; gdyż uczucia, któreby mogły wskazywać tę potrzebę, mianowicie głód i pragnienie, zniewalają tylko ogólnie do przyjmowania pokarmów, nie zaś do przyjmowania pewnych ilości ich i bardzo często odbywa się przyjmowanie pokarmów bez ich pośrednictwa. Dla tego też nadmierne lub niedostateczne przyjmowanie pokarmów jest rzeczą bardzo zwykłą. W pierwszym razie następujące stosunki mogą mieć miejsce: 1. rozchody pozostają te same, ciężar ciała powiększa się, w tym razie do istniejących już sił napiętych w ustroju przybywają nowe i zostają zachowane; 2. nadmierna ilość przyjmowanego pokarmu nie zostaje strawiona, lecz niezmienną wydzieloną zostaje wraz z kałem; wypadek ten następuje tylko przy bardzo znacznym nadmiarze; największe wessanie, odno-

śnie do substancyj pokarmowych, łatwo mogących być wessanemi, osiągnięte być może najłatwiej przy solach \*), następnie przy tłuszczach, najbardziej przy wodzie; 3. substancje pokarmowe przyjęte w nadmiernej ilości i wessane, zostają natychmiast napowrót wydzielone; to zdarza się tylko przy wodzie i solach, które w każdym razie dopóty zostają wydzielane, dopóki ciało nie będzie zawierać znowu zwykłej ich ilości; substancje zaś organiczne nieutlenione nie znajdują się w prawidłowych warunkach w żadnej wydzielinie zewnętrznej, z wyjątkiem mleka, jajek i nasienia; 4. nadmierne przyjmowanie pokarmów pociąga za sobą powiększenie wymiany materji, sprawy utleniania i pracy ciała, tak, że rozchody powiększają się i ciężar ciała pozostaje niezmienny; 5. przypuszczać by można, że nawet bez powiększenia sprawy utleniania, ciężar ciała utrzymuje się prawie niezmienny przez powiększenie wydzielin; albowiem przez rozkład nadmierne przyjętych pokarmów mogłyby powstać wyroby rozkładu posiadające znaczną ilość sił napiętych i takie, które mało sił napiętych posiadają, pierwsze pozostają w ciele, drugie wydalone z niego zostają. W ten sposób siły napięte pochodzące z przyjętych substancyj, nagromadzone by były na mniejszą masę tak że siły napięte w ustroju wprawdzie powiększyłyby się, ciężar zaś jego bardzo mało tylko.

W przeciwnym razie przy niedostatecznym przyjmowaniu pokarmów, 1) ciężar ciała zmniejszyć się może przy jednakowej pracy ciała i jednakowym rozchodzie lub przy zmniejszonym nawet rozchodzie; 2) albo utrzymać się w jednakowym stanie. Ponieważ ta druga możliwość zwykle przez to jest ograniczona, że dla utrzymania ciała niezbędna jest pewna praca ciała t. j. zużycie materji i rozchody, więc przy dłużej trwającym niedostatecznym dowozie pokarmów, prędzej lub później nastąpić musi chwila, w której ciężar ciała zacznie się zmniejszać stopniowo, aż dopóki życie stanie się niemożliwym.

\*) Bardzo łatwo następujące wessanie soli łatwo rozpuszczalnych, przy większych ilościach przez to bywa ograniczone, że takowe z powodu możności przyciągania wody powodują, że zawartość kłuzek staje się płynną i dla tego jeszcze przed wsiąknięciem szybko wydalone zostają (rozwołnienie).

Ocenięcie za pomocą doświadczeń podanych tu wniosków, jest zadaniem części fizjologii traktującej o odżywianiu. Przez liczne doświadczenia na ludziach i zwierzętach, do których sztucznie stosowane zostają warunki dowozu dostatecznej ilości pokarmów, nadmiernej i niedostatecznej, i oznaczone zostają ilościowo tak przychody i rozchody w ogólności, jako też ich pojedyncze pierwiastki, stara się ona zbadać: 1. jakie pierwiastki ciała przy prawidłowych warunkach, bez powiększenia zużycia materji, wydzielone być muszą przez szczególne prace ciała (zob. o tem roz. następny); z tego okazuje się potrzebna ilość i skład pokarmów dla zastąpienia tej koniecznej utraty; — 2. jak zmiana materji przemacza się przy niedostatecznym zastąpieniu utraty i 3. przy nadmiernem użyciu pokarmów.

### 1. Rozchody ustroju niezbędne i zastąpienie ich przez pokarm.

Aby odpowiedzieć na pytanie, jakie rozchody są niezbędne, jaka więc ilość pokarmów konieczna jest do pokrycia ich, mamy na to dwie drogi, z których jednak żadna do celu nie prowadzi. Pierwsza zależy na tem, aby człowiekowi lub zwierzęciu podawać najmniejszą ilość pokarmów, dostateczną jednak jeszcze do utrzymania ciężaru ciała, a rozchody w tym stanie dokładnie zbierać; pierwiastki ich natenczas dokładnie odpowiadać muszą co do ilości pierwiastkom pokarmów. Druga droga polega na odjęciu wszelkiego pokarmu zwierzęciu; wtedy pewni jesteśmy, że żadne zbyteczne rozchody nie istnieją, a z rozbioru rozchodów podczas głodzenia wnosić możemy o koniecznych pierwiastkach pokarmowych.

Pierwszy sposób przedstawia następujące wady: 1. niepewność w poszukiwaniach, które z trudnością dać mogą dokładne wypadki; 2. niemożność usunięcia wszelkiego niewłaściwego zużycia materji (przez ruchy i t. d.); 3. niepewność, czy ilość pokarmów, która właśnie dostateczną jest do utrzymania ciężaru ciała, nie byłaby jeszcze mniejszą przy innym, stosowniejszym składzie pokarmów, czyli innymi słowy, czy w rozchodach nie znajdują się jeszcze części, spowodowane przez nadmierne przyjmowanie pokarmów; 4. trudność obliczenia kału; kał zawiera (rozdz. V) nie tylko prawdziwe rozchody zmiany materji (części wydzielin k... k), lecz także i to głównie, niestrawne

części składowe pokarmów, zatem substancje, które nie mogą być zaliczone do rozchodów ciała, mających być zastąpionemi, lecz zależące zupełnie od własności pokarmów, zatem przypadkowe. I tak np. kał zwierząt roślinożernych wynosi prawie połowę ogólnego rozchodu (u konia 40 — 50%, VALENTIN, BOUSSIGNAULT; u krowy 34,1<sup>0</sup>/<sub>3</sub> BOUSSIGNAULT), a to z powodu znacznej ilości części składowych niestrawnych zawartych w pokarmach roślinnych; kał zaś zwierząt mięsożernych jest stosunkowo nieznaczny (u kota 1<sup>0</sup>/<sub>3</sub>, BIDDER i SCHMIDT); kał wszystkożernych jest co do ilości średni (u człowieka 4 — 6,8% VALENTIN, BARRAL, HILDESHEIM; u świni 19,9%, BOUSSIGNAULT) i zmienia się stosownie do rodzaju pożywienia. Aby więc z obrachunku rozchodów odizolować ten czynnik nadzwyczaj zmienny i niewłaściwy, potrzeba albo nie brać zupełnie pod uwagę kału, przy czem jednak popełniony zostaje błąd, albowiem opuszczamy zupełnie prawdziwe rozchody do niego domieszane, wprawdzie mało znaczące, — lub też należałoby dawać takie środki pokarmowe, które wcale nie zawierają części składowych niestrawnych; doświadczenia takiego dotychczas jeszcze nie robiono. Drugi sposób (głodzenie) przedstawia większą jeszcze wadę, że u zwierzęcia głodzonego czynności wszelkie ulegają zboczeniu tak, że zużycie materji i rozchody stają się mniejsze, niżby były przy dostatecznym pożywieniu.

Z wypadków otrzymanych podług tych sposobów, najpewniejsze są wypadki co do w z g l ę d n y c h ilości substancji wydzielniczych, a te są najważniejsze, albowiem wykazują zarazem, którą drogą rozmaite pierwiastki ciała wydzielone zostają. Mianowicie:

1. O g ó l n y r o z c h ó d, po odjęciu nadzwyczaj zmienną ilość kału (zob. wyżej), rozdziela się po różnych częściach na mocz z jednej strony, na pot i wydzieliny oddechowe z drugiej. Opuszczone przy tem zostają: prawdziwe rozchody zawarte w kale (części składowe żółci i t. d.), wydzielina mazi skórnej i odzielenie tkanki rogowej, których obliczenia nie istnieją wcale. U zwierząt mięsożernych wydzielina moczu jest nieco większa, niż wszystkie inne razem; u roślinożernych wydzielina ta wynosi tylko 1/3 do 1/2 innych. Przyczyna tego leży głównie w większej ilości kału.

2. Pierwiastki, które składają nieorganiczne części składowe ciała (woda i sole), a które w tych samych związkach bywają wydzielane i zastąpione, rozdziela się w następujący sposób:

a. W o d a. Oprócz małej ilości zwykle zawartej w kale, rozdzielenie jej pomiędzy innymi wydzielinami zależy głównie od ciepłoty i wilgoci powietrza; wydalenie wody przez płuca jest

prawie stałe, gdyż tu zawsze równie wielka i równie wilgotna powierzchnia za pośrednictwem ciągle poruszanej warstwy powietrza wchodzi w zetknięcie z powietrzem zewnętrznym; oddawanie wody przez oddychanie skórne nie daje się oddzielić od wydzielenia wody z potem; można zatem powiedzieć, że wydzielenie wody głównie rozdziela się na płuca, skórę i nerki. Z powodów łatwo dających się wytłumaczyć z dwóch ostatnich, gdy powietrze jest suche i ciepłe przeważa pierwsza, gdy powietrze jest wilgotne i zimne przeważa ostatnia. (Że ogólna ilość wydzielonej wody bezpośrednio zależy od ilości przyjętej, podane już było na str. 156; zob. również niżej przy nadmiernym pożywieniu). U zwierząt mięsożernych cała prawie ilość wody (do 90%) odchodzi z moczem, u roślinożernych znaczne ilości (do 60%) wydzielone zostają z kałem.

b. **s o l e** wydzielane są głównie z moczem, niektóre, zwłaszcza chlorek sodu, z potem, niestrawne zaś z kałem, (podobnie i sole w nadmiernej ilości użyte).

3. **Pierwiastki związków organicznych** (utlenionych) ciała, wydalone zostają po większej części w nieorganicznych wyrobach utlenienia, a w małej części w organicznych wyrobach utlenienia lub rozkładu, a mianowicie:

a. **w ę g i e l** w największej części (przeszło 90%) jako kwas węglany przez wydzieliny oddechowe; mała część jako niższe wyroby utlenienia przez inne wydzieliny, (w moczniku, kwasie moczowym i t. d., w substancji rogowej, mazi skórnej, w kale i t. p.).

b. **w o d ó r** organicznych części składowych ciała, wydzielony zostaje po większej części jako woda, razem z wodą zawartą już w ciele. Mała jego część wychodzi z ustroju w związkach wspomnianych przy a. \*).

c. **t l e n** związków organicznych ciała, wraz z tlenem przyjętym jako materiał do utlenienia, (który wynosi 3 do 10 razy

\*) Doświadczenia PETERSOFFEN'a i VOIR'a wykazały, że przy pewnych pokarmach (krochmalowych, mniej przy tłuszczowych) znaczna ilość wodoru wychodzi z ustroju z powietrzem wydechowym, po części w stanie wolnym, po części zaś w formie gazu węglowodornego.

więcej niż ta część pierwszego, która ma być wydzieloną), zostaje po największej części wydalany w najwyższych wyrobach utlenienia, jako kwas węglany i woda (zob. a. i b.), a w małej ilości w niższych (zob. a).

d. **a z o t** zostaje cały wydalony w wyrobach rozkładu, mianowicie po największej części jako mocznik przez mocz i pot, oprócz tego jako kwas moczowy, barwnik moczu, substancja rogowa, części składowe żółci i jako czysty azot (przez wydzieliny oddechowe).

e. **s i a r k a** (mianowicie pochodząca z ciał białkowatych ustroju), wydaloną zostaje prawie w połowie jako kwas siarczany, a ten w siarczanych przez mocz, druga połowa wychodzi w związkach organicznych z oddzielającą się substancją rogową i z kałem (keratyna, tauryna).

Daleko mniej jeszcze pewnymi są podania o bezwzględnej wielkości najmniejszych rozchodów, czyli najmniejszej ilości pokarmów koniecznej do ich pokrycia, a to z przyczyny niedokładności powyżej przytoczonych sposobów badania. Następujące ogólne dane wywnioskować się dają:

1. Ilość rozchodów czyli pokarmów do pokrycia ich potrzebna stosunkowo tém jest większą, im mniejsze jest zwierzę. Niezależnie od bezwzględnych wielkości, oznacza się zwykle wielkość zmiany materji na kilogram zwierzęcia (na dobę); znajdujemy wtedy np. że jeden kilogram gołębia więcej przerabia materji, niż kilogram psa, ten zaś więcej niż kilogram człowieka. Objasnić się to daje przez większą czynność spraw żywotnych w mniejszych ustrojach; i tak np. z powodu stosunkowo znacznej ich powierzchni, dla utrzymania właściwej ciepłoty musi być wytworzona większa ilość ciepła niż w ustrojach większych.

2. Ogólna ilość pokarmów niezbędnych jest najmniejszą przy pewnym składzie pokarmów; skład taki zwany jest „**p o k a r m e m z u p e ł n y m**“; zawiera on ciała białkowe, tłuszcze, lub wodany węgla, wodę i sole, a to w pewnym stosunku; najmniej soli, wody zaś najwięcej.

3. Najodpowiedniejszy stosunek tych czterech czynników, t. j. stosunek, przy którym najmniejsze ilości dostateczne są do

utrzymania ciężaru ciała, różnym jest przy rozmaitych stanach (wieku, płci, sposobie życia).

4. Aż do pewnej granicy potrzebna ilość pokarmów białkowych znacznie zmniejszoną być może przez powiększenie ilości pokarmów tłuszczowych (lub wodorów węgla); może dla tego (HOPPE), że te substancje łatwiej się utleniające usuwają wpływ tlenu na ciała białkowane (zob. niżej).

5. Ogólna ilość pokarmów musi być tem większą, im ustrój przez poprzednie przyjmowanie nadmiernej ilości pokarmów (zob. niżej) jest wytuczony.

Bezwzględne liczby dla najmniejszej zmiany materji, które otrzymane są przez powyżej podane sposoby, z powodu wspomnianych już wad, mają wtedy tylko pewną wartość, gdy przytoczone są wszelkie warunki doświadczeń. Możemy więc takowe zupełnie opuścić.

## 2. Niedostateczne przyjmowanie pokarmów.

Podaliśmy już powyżej, że przy ciągłym niedostatecznym przyjmowaniu pokarmów, koniecznie nastąpić musi chwila, odkąd ciężar ciała ciągle się zmniejsza. Przy zupełnym braku pokarmów, to jest przy głodzeniu, następuje to od samego już początku i prędkiej lub później, stosownie do stanu zwierzęcia przed rozpoczęciem głodzenia, przychodzi chwila, w której czynność, azatem i rozchody zmniejszać się zaczynają; co trwa do śmierci. Zmiana materji u głodzonego ogranicza się na spalaniu części składowych ciała przez tlen ciągle wdychany i na wydzielaniu wyrobów utlenienia wraz z częściami składowymi ciała, które spalone być nie mogą (sole, woda). Zastąpienie tej utraty w całym ustroju nie ma miejsca, być jednak może, że ono następuje w pojedynczych jego częściach, albowiem za pośrednictwem krwi części, które posiadają nadmiar materyałów zawierających znaczną ilość sił napiętych, oddają takowe innym częściom, którym brakuje tych materyałów.

Spostrzeżenia co do zmiany materji u głodzonych, istnieją tylko odnośnie do zwierząt, głównie do gołębi (CHOSSAL), psów (BISCHOFF i VOIT) i kotów (BIDDER i SCHMIDT).

Spostrzeżenia na zwierzętach głodzonych pokazują że:

1. Z rozpoczęciem się głodzenia zmniejsza się ciężar ciała, praca jego i rozchody; zmniejszenie się tych ostatnich powoduje że z dniem każdym ubytek ciężaru ciała staje się coraz mniejszy, albowiem wielkość rozchodów po odjęciu przyjmowanego tlenu wyraża zarazem wielkość utraty ciężaru. Zmniejszenie się pracy ustroju, będącej w ścisłym związku ze zmniejszeniem się rozchodów (zob. rozdz. następny), okazuje się szczególnie w zmniejszeniu się ciepłoty, częstości tętna i oddychania — zmniejszenie się sprawy utleniania, będące podstawą tego, okazuje się w zmniejszonym przyjmowaniu tlenu.
2. Ubytek rozchodów nie odnosi się jednakowo do ich wszystkich części składowych. Najważniejszym zmianom ulega skład rozchodów u zwierząt roślinożernych; gdyż wszystkie zwierzęta głodzone, żyjąc tylko (własnymi) zwierzęcymi częściami składowymi, zachowywać się muszą jak mięsożerne. I tak u głodzonych roślinożernych zwierząt powiększa się z początku ilość mocznika w wydzielinach; w ogóle zaś ilość mocznika w wydzielinach zmniejsza się z przedłużeniem czasu głodzenia, jest to niejako dowód, że zmniejszenie spraw utleniania w ustroju tyczy się także utlenienia części składowych azotowych ciała (ciał białkowych).
3. Skoro zwierzę utraci pewną część ciężaru swego ciała, następuje (po krótszym lub dłuższym czasie) śmierć „przez zagłodzenie“. Wielkość utraty i czasu odpowiednia jest do stanu zwierzęcia przy rozpoczęciu głodzenia. Zwierzęta tuczone (zob. niżej) potrzebują jeszcze pewnego czasu, dopóki ich ciężar ciała nie dojdzie do ciężaru zwierzęcia dostatecznie odżywionego; ten czas właśnie stanowi różnicę, albowiem teraz dopiero rozpoczyna się zmniejszenie rozchodów i pracy, czyli właściwe głodzenie. I tak u gołębi młodych, chudych następuje śmierć już po utracie  $\frac{2}{3}$  ich ciężaru (po 3 dniach), zaś u gołębi starszych, tłustych dopiero po utracie prawie połowy ciężaru (po 13 dniach) (CHOSSAL).
4. Na trupie okazuje się różną utratą pojedynczych części ciała; najbardziej zanika tłuszcz w komórkach tkanki łącznej, tłuszcz zawierających, czyli właściwie „tłuszcz“, cała ta tkanka traci 91—93% (t. j. pozostaje tylko sama tkanka łączna); prawie tyleż traci krew, potem trze-



wia brzuszne i mięśnie, najmniej zaś, prawie nic, mózg (nieco więcej rdzeń kręgowy). Ta niejednakowa ustrata potwierdza to, co już wyżej powiedziane było, że za pośrednictwem krwi odbywa się pewne wzajemne wspomaganie się materiałami pomiędzy rozmaitemi organami tak, że organa więcej materiału zużywające zostają też obficie zaopatrzone. To ostatnie okazuje się nie tylko z małej utraty ciężaru mózgu, którego czynność do śmierci trwa niezmiennie, lecz także z mniejszej utraty mięśni, często używanych w porównaniu z utratą mięśni nieczynnych. Ponieważ pomiędzy znacznie zmniejszonymi częściami składowymi główne miejsce zajmują tłuszcz i mięśnie, dla tego podają zwykle, że ustrój głodzony żyje kosztem swego tłuszczu i mięśni („swego mięsa“). Niektórzy nawet badacze (SCHMIDT, BISCHOFF i VOIT) z ilości azotu zawartego w rozchodach obliczyli użytą substancję mięśniową, a resztę rozchodów powstałych z organicznych części składowych ciała (obliczoną z kwasu węglanego) odnosili do zużytego tłuszczu.

Usunięcie wszelkich pokarmów różni się od niezupełnego odżywiania, które może być niezupełnym albo co do ilości, albo co do jakości t. j. pokarm zawierać może albo wszystkie części składowe „pokarmu zupełnego“, lecz tylko w niedostatecznej ilości, albo też nie zawiera wszystkich części. Niedostateczny pokarm co do ilości sprowadza objawy zupełnie podobne jak przy głodzeniu, lecz wolniej tylko postępujące. Pokarm niedostateczny co do jakości prowadzi po większej części tak szybko do głodnej śmierci, jak zupełne głodzenie, lecz z mniejszym ubytkiem ogólnego ciężaru ciała. Przy zupełnym usunięciu wody \*) (SCHUCHARDT) zwierzęta wkrótce przestają przyjmować i stałe pokarmy, przy usunięciu stałych pokarmów (BISCHOFF i VOIT, CROSSAT) nie przyjmują wkrótce i wody, tak, że jedno i drugie wyrównywa głodzeniu. Przy niektórych mięszaninach pokarmów spostrzeżenia nie mogą być przeprowadzone, z powodu nieznacznej wsiąkania tychże, tak, że badać nie można wpływu wiel-

\*) t. j. i wody zawartej w pokarmach, gdyż od samego ciała wody wiele zwierząt bardzo łatwo wstrzymać się może (np. kot, BIDDER i SCHMIDT).

kiej ich ilości, lub z powodu powstających objawów chorobnych (np. rozwolnienie przy karmieniu cukrem i wodą). Najważniejsze są doświadczenia, przy których usuniętą zostaje jedna tylko z dwóch głównych organicznych substancyj pokarmowych, mianowicie ciała białkowane lub tłuszcze (czyli wodany węgla). Tu ogólna utrata jest znacznie mniejszą jak przy głodzie, obydwie te substancje mogą się więc do pewnego stopnia wzajemnie zastępować. Przy usunięciu pokarmów białkowatych (pokarm złożony z tłuszczu i wody, lub z tłuszczu, wodoru węgla i wody) wydzielanie mocznika znacznie się zmniejsza, przy mniej {znacznie ubywaniu ciężaru, zatem utlenienie części składowych ciała azot zawierających jest mniejsze. Przy usunięciu tłuszczu, gdy natomiast pokarm zawiera wodany węgla, nie następuje żadne ważne zbroczenie w zmianie materji. Gdy brak i wodoru węgla, zauważać wtedy można znaczne powiększenie się wydzielania mocznika, zatem powiększone utlenianie części składowych azot zawierających, tak, że dla utrzymania życia, użyć należy znacznie więcej ciał białkowatych.

### 3. Nadmierne przyjmowanie pokarmów.

Jak już wspomnieliśmy, przyjmowanie pokarmów jest zwykle większe, niżby to potrzebnem było do pokrycia koniecznych rozchodów, zatem do utrzymania ciężaru ciała; to powiększone przyjmowanie odnosi się do jednej lub do wszystkich części składowych pokarmu. Rozebrać więc należy, która z możliwości podanych na str. 170 i n. powstaje przy nadmiernym przyjmowaniu pokarmów („zbytkowne przyjmowanie“). Kwestya ta uproszczona zostaje przez to, że wykluczamy: 1. każde przyjmowanie, przewyższające możność wsiąkania, gdyż to nie przechodzi wcale w zmianę materji; 2. każde nadmierne przyjmowanie które służy do pokrycia powiększonego zużycia, t. j. które koniecznem jest wskutek powiększonej pracy (wytwarzanie ciepła, pracy mechanicznej, zob. rozdz. następujący), — t. z. „zużycie przez pracę.“

Dalej, należy także wyłączyć nadmierne przyjmowanie substancji pokarmowych nieorganicznych, mianowicie wody i soli; gdyż, jak już wspomnieliśmy, ustrój natychmiast wydała każdy nadmiar tych substancji przez bezpośrednie wydzielenie ze krwi, wodę przez skórę i nerki, sole przez same nerki.

Pozostają zatem jeszcze nadmiernie przyjęte organiczne substancje pokarmowe, a dla tych istnieją następujące trzy możliwości: 1. zostają one w ustroju zatrzymane; 2. zostają szybko utlenione i wydzielone; 3. zostają rozłożone, w części utlenione i wydzielone, część zaś posiadająca znaczną ilość sił napiętych zostaje zatrzymaną; — w pierwszym wypadku ciężar ciała powiększyłby się, rozchody byłyby niezmiennione, — w drugim wypadku rozchody powiększyłyby się, a ciężar ciała pozostałby niezmiennym, — w trzecim wypadku jedno i drugie byłoby powiększone. Doświadczenia jednak wykazały, że przy nadmiernym odżywianiu ustroju, ciężar jego powiększa się, że jednak i wydzielanie wyrobów utlenienia jest powiększonym, mianowicie przy obfitem pożywieniu substancjami azotowymi wydzielanie mocznika powiększa się, i że nareszcie substancje nieutlenione nigdy do wydzielin nie przechodzą. Pierwsza zatem z powyższych podanych możliwości wykluczona zostaje z powodu powiększania się wydzielin. Druga, przeciwko której przemawia już powiększenie się ciężaru ciała nadmiernie odżywionego, wymagałaby także powiększonego przyjmowania tlenu i powiększonej pracy, odpowiednio do powiększonej sprawy utleniania. Ogólnych następstw powiększonej pracy w stanie spoczynku ustroju, możnaby szukać tylko w powiększonym wytwarzaniu ciepła (zob. rozdz. VIII). Obadwa te fakta rzeczywiście istnieją, (już sama powiększona czynność trawienia wymaga większego zużycia i dostarcza więcej ciepła przez wydzieliny i ruchy), lecz oczywiście w zbyt małym stopniu, aby odpowiedzieć drugiej możliwości. Być jednak może, że dla pewnej części zbytowego przyjmowania, jako to dla pokarmów bezazotowych, natychmiastowe utlenienie jest rzeczą zwykłą (zob. niżej).

Następujące fakta przemawiają za trzecią z powyższych przytoczonych możliwości, mianowicie za powstawaniem rozkładu przy

nadmiernym przyjmowaniu pokarmów azotowych. Przy obfitym dowozie pokarmów w granicach możliwości wsiąkania powiększa się ciężar ciała, a ze względu na jego części składowe przybywa mu głównie tłuszczu, „tuczy się“ bez względu na to, czy powiększone są pokarmy azotowe, czy bezazotowe; przy obfitym dowozie pierwszych powiększa się oprocz tego i wydzielanie mocznika. Jeżeli przy jednakowym dowozie azotu, zostaje powiększony dowóz tłuszczów lub wodorów węgla, w takim razie wydzielanie mocznika zmniejsza się. Fakta te objaśnić się dają przez następujące przypuszczenia (F. HOPPE): 1. Przyjmowanie nadmiernych ilości substancji bezazotowych (tłuszcze, wodor węgla), które łatwo utlenić się mogą, zabierają pewną część tlenu zapasowego, wstrzymuje się przez to utlenienie innych części składowych ciała, trudnych do utlenienia i ułatwia nagromadzenie się części składowych ciała, łatwo utlenić się mogących, albowiem wpływy utleniające muszą się wtedy rozdzielać na większą masę materiału; powstaje zatem nagromadzenie się tłuszczu w ciele, przyczem nierozstrzygniętem jest, czy tłuszcz ten gdzieindziej powstał i utlenienie jego wstrzymane jest wskutek zbytowego przyjmowania (zob. niżej), czy też wytworzony on został z nadmiernie przyjętych pokarmów bezazotowych. 2. Nadmiernie przyjęte pokarmy azotowe (ciała białkowe i albuminoidy) zostają w ustroju w pewnych miejscach jeszcze niedokładnie znanych r o z ł o ż o n e na związki bezazotowe (tłuszcze, glikogen, cukier) i azotowe; te ostatnie przechodzą do moczu jako mocznik, kwas moczowy, hippurowy, pozostaje zatem w ciele pewna część składowa posiadająca znaczną ilość sił napiętych. 3. Ponieważ rozkład połączony jest z utlenieniem, zostaje on zatem utrudniony przez wpływy, które zabierają ustrojowi jego zapas tlenu. Dla tego nadmierne jednoczesne przyjmowanie pokarmów azotowych i bezazotowych wywoła: a. nagromadzenie się wyrobów bezazotowych, powstałych albo z rozkładu substancji azotowych, albo bezpośrednio z pokarmów bezazotowych, przez co ciało nabierze tłuszczu; b. utrudnienie rozkładu substancji azotowych, tak, że one nierozłożone (jako tkanka klejorodna, substancja mięśniowa i t. d.) nagromadzą się w ciele, a tem sa-

mem wydzielanie mocznika zmniejszy się. Jednoczesne więc karmienie ciałami białkowatemi i wodanami węgla lub tłuszczami jest najodpowiedniejsze.

Za główne miejsca rozkładu substancyj azotowych, jak się zdaje, uważać można wątrobę, mięśnie, a prawdopodobnie i układ nerwowy.

Podane powyżej określenia, uważać tymczasowo należy, jako przypuszczenia niezupełnie jeszcze dowiedzione. Nadzwyczaj złożony sposób badania, który do tego doprowadził (BOUSSINGAULT, BIDDER i SCHMIDT, BRISCHOFF i VOLT, F. HOPPE i inni), nie może być tu podany. Dla uniknięcia pomyłek wspomnieć jeszcze wypada, że wyraz „zbytkowne przyjmowanie“, który tu zastosowany tylko był w celu określenia nadmiernego przyjmowania pokarmów, odróżniony być powinien od t. z. „zbytkowego zużycia“, które oznacza: „Zużycie (utlenienie) substancji tkankotwórczej we krwi (np. przemiana białka na mocznik), zatem bez poprzedniego przejścia takowej, wedle jej przeznaczenia, na część składową tkanki.“ Istniała zatem kwestya, czy rzeczywiście „zbytkowne zużycie“ ma miejsce lub nie. Według powyższych objaśnień nie mogłoby ono w tém znaczeniu istnieć.

Że nadmierne przyjmowanie jest rzeczą zwykłą, okazuje się z tego, że ciężar (i rozmiary) ciała od czasu powstania powiększają się ciągle do pewnej granicy (wzrastanie) i odtąd tak u mężczyzny jak i u kobiety następują pewne regularne rozchody materiału nieutlenionego, u mężczyzny wydzielanie nasienia, u kobiety odpływy krwi miesięczne i rozchody dla rozwijającego się jaja, później rozchody mleka dla żywienia dziecka. Zob. o tem część 4.

## CZĘŚĆ DRUGA.

### Praca ustroju.

## ROZDZIAŁ ÓSMY.

### Wymiana sił ustroju w ogólności i stosunek jej do zmiany materii.

Na wstępie wykazaliśmy, że w ustrojach zwierzęcych odbywa się ciągła przemiana sił napiętych na siły żywe. Siły napięte przedstawione są w dwóch oddzielnych od siebie materjach, mianowicie: z jednej strony w tlenie powietrza do ustroju wprowadzonym, z drugiej strony w częściach składowych ciał mogących się utlenić, a które dostają się do ustroju w formie pokarmów. Ustrój zatem przyjmuje ciągle materje posiadające siły napięte. Dalej, podaliśmy już poprzednio, że wyroby powstałe z połączenia się tych materji, mianowicie wyroby utleniania ciała, są ciągle z ustroju wydalone. Podobnież i siły żywe uwolnione w ustroju są ciągle przenoszone na ciała świata zewnętrznego, które do ustroju nie należą; siły te zatem również na zewnątrz zostają wydalone. Podobnie jednak jak rozchody materialne ciała mniejsze są od przychodów, tak też i rozchody sił mniejsze są od przychodów tak, że ustrój zachowuje pewien zapas sił, a mianowicie w części siły napięte, w materiale nieutlenionym jeszcze, — w części zaś siłę żywą, — jako własne jego ciepło. Zatem

wraz ze zmianą materji ustroju i wymiana sił przedstawia także zupełnie podobne stosunki ilościowe.

Tak jak w poprzednim rozdziale przychody i rozchody materji rozbiegane i ze sobą porównywane były, tak też w niniejszym rozdziale te same przedstawiają się zadania względem wymiany sił; oprócz tego oznaczyć należy stosunek siły do zmiany materji.

## I. WPROWADZANIE DO USTROJU SIŁ NAPIĘTYCH.

Chociaż zastanawiając się nad temi siłami napiętymi, przypuszczać należy obecność tak materiału mogącego się utlenić, jako też i tlenu, jednakowoż mówimy zwykle dla krótkości tylko o siłach napiętych pokarmów wprowadzonych, nie zwracając uwagi na istniejącą odpowiednią ilość tlenu \*). Siły napięte substancyj pokarmowych zdolnych do utlenienia (organicznych) oznaczają się zwykle jako „ciepło utajone“, t. j. przyjmuje się, że cała ilość siły żywej powstającej z sił napiętych przy ich utlenieniu, występuje jako ciepło, chociaż z nich powstają i inne prace organiczne (zob. niżej); to uproszczenie przedstawia wielką dogodność, zwłaszcza przy obliczaniu \*\*).

Oznaczenie ciepła utajonego substancyj pokarmowych odbywa się zazwyczaj w ten sposób, że pali się je i oblicza ilość ciepła przytem powstałą. Dla obliczenia téj ilości spalanie odbywa się w przestrzeni jakim płynem (wodą) ze wszech stron otoczonej (w t. z. kalorymtrze) i ciepłotę płynu, którego ilość jest znana, oznacza się przed i po spalaniu. Wypadek ztąd otrzy-

\*) Tlen przyjmowany bywa do ustroju bezustannie przez oddychanie.

H.

\*\*\*) Według praw fizycznych dana ilość materji utleniającej się uwalnia pewną tylko ilość siły żywej, objawiającej się w różnych formach, już to jako elektryczność, już jako ruch, ciepło i t. p. Każda z tych sił może się zamienić na inną, np. elektryczność na ruch, ruch na ciepło, ciepło znów na ruch i t. d., przy czém ilościowy stosunek tych sił nie zmienia się. Z tego powodu można jedną siłę użyć za miarę drugiej, ponieważ zaś ilościowe oznaczenie ciepła najłatwiej daje się uskuteczyć, więc téż ilość ciepła, na którą wszystkie ilości sił uwalniających się przy utlenianiu materji w końcu się zamieniają, stanowi najwłaściwszą miarę tych sił. Mówimy zatem, że pewna ilość materji zdolnej do utlenienia się, przedstawia tyle siły napiętej, czyli zawiera w sobie tyle ciepła utajonego, ile ciepła wolnego wywiązuje się przy całkowitem utlenieniu się tego ciała. Ciepło to zamieniając się na ruch wykonać może pracę mechaniczną, a pewna ilość takiej pracy odpowiada pewnej ilości ciepła. (Obszerniejszy rozbiór tego znajduje się w następnym (II) rozdziale.—Zob. też odpowiedni ustęp w przedmowie).

H.

many, zatem ilość powstałego ciepła, wyrażamy w „jednostkach ciepła“ (Calorie); zwykle oznaczamy jako jednostkę, ilość ciepła będącą w stanie ogrzać 1 gram wody z 0° na 1° C. W jednostkach ciepła wyrażamy zatem nie tylko ilość ciepła rzeczywiście otrzymanego, lecz także i ciepło utajone, z którego tanto powstało; siły więc napięte substancyj pokarmowych mierzymy przez jednostki ciepła.

Chociaż w ustroju spalanie substancyj pokarmowych (lub z nich powstałych części składowych ciała nie odbywa się nagle) jak przy sztucznem spalaniu, lecz powolnie przy wytwarzaniu wielu stopni utleniania, jednakże wypadek w powyższy sposób otrzymany daje dokładną miarę; albowiem summa wszystkich ilości ciepła, jakie powstają przy pojedynczych stopniowych utlenieniach jakiej substancji, aż do zupełnej jej spalenia (na kwas węglany, wodę, kwas siarczany i t. d.), jest taka sama, jaka powstaje przy bezpośredniem zupełnem spalaniu. Inne ułatwienie, którego pozwolili sobie niektórzy badacze przy oznaczeniu ciepła powstającego przez spalanie, nie jest słuszne i prowadzi do fałszywych wypadków. Starali się oni albowiem ciepło powstające przy spalaniu jakiej substancji złożonej obliczyć ze znanego ciepła, powstającego przy spalaniu jej pierwiastków, przyjmując tlen zawarty w tym związku jako połączony już z pewną częścią wodoru lub węgla; jednak oczywistą jest rzeczą, że do takiego przypuszczenia brak wszelkiej podstawy, a powtóre, że inne pierwiastki tego związku połączone są ze sobą pewną siłą tak, że w celu ich rozdzielenia zużyta być musi przy spalaniu część powstającej siły żywej; odpowiednio do tego są także i otrzymane wypadki różne od obliczeń bezpośrednich.

Trudności następujące się przy powyżej podanym sposobie oznaczenia, są jednak tak znaczne, że nie ma prawie substancji pokarmowej, którejby ilość ciepła, powstająca przy jej spalaniu, była znana.

## II. POWSTAWANIE SIŁ ŻYWYCH

### W CIELE (PRACA CIAŁA).

Różne formy pracy, pod jakimi na jaw występują siły żywe, powstałe w ciele z sił napiętych wprowadzonych, dotychczas znane są: ciepło, elektryczność i praca mechaniczna. Przypuszczać można, że w ustroju będącym w spoczynku, t. j. omijającym wszelką pracę niekoniecznie potrzebną do utrzymania życia, wszelkie te formy pracy po naj-

większej części ostatecznie zamieniają się na jedną, mianowicie na ciepło.

Forma pracy (zob. wstęp) jest nadzwyczaj zmienną, łatwo bowiem ciepło zamienić się daje na ruch (maszyna parowa), ruch na ciepło (tarcie), obydwa na elektryczność (elektryczność przez tarcie i przez ciepło wywołana), a elektryczność na ciepło i ruch (rozpalenie za pomocą prądu galwanicznego, — elektro-magnetyzm i t. d.). Jednakowoż ilość siły żywej przy każdej przemianie pozostaje jednakową, albowiem przemiana odbywa się zawsze podług pewnych stosunków (równoważników). Dla fizjologii najważniejszym jest „mechaniczny równoważnik ciepła“ t. j. praca mechaniczna na jaką zamienić się może pewna ilość ciepła, lub odwrotnie. Równoważnik mechaniczny pojedynczej jednostki ciepła równa się 430 gramometrom (t. j. pracy podnoszenia 430 gramów na 1 metr wysokości).

Bezpośrednie wytwarzanie ciepła ma miejsce we wszystkich organach ciała, w których odbywają się sprawy utleniania, t. j. we wszystkich, z wyjątkiem tworów rogowych. Utworzenie elektryczności następuje, o ile nam wiadomo, zwykle tylko w mięśniach i w systemacie nerwowym (rozdz. X i XI). Ruchy występują: a. z szybkością dającą się dostrzedz 1. we włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych i gładkich; 2. w komórkach migawkowych; 3. w ciątkach nasiennych (i w pewnych jajkach); 4. w komórkach pewnych tkanek kurezliwych; b. z szybkością niedostrzegalną we wszystkich organicznych pierwiastkach ukształtowanych, jako wzrost, dzielenie się i t. p.

Dowodem na to, że w ciele będącym w spoczynku wszystkie prace zamieniają się na ciepło i w tej formie przeniesione zostają na ciała świata zewnętrznego, są następujące fakty: 1. Wszystkie ruchy w ciele spoczywającym nie działają na świat zewnętrzny, lecz giną w samym ciele. To zanikanie następuje wszędzie przez tarcie, tak np. cała siła żywa ruchu serca przeniesioną zostaje na krew, i przy każdym obiegu przez wewnętrzne tarcie krwi w naczyniach, zwłaszcza włoskowatych, ginie zupełnie w swjej dotychczasowej formie („szybkość, praca mechaniczna“), podobnie giną i ruchy przewodu pokarmowego przez tarcie o wartość i o części otaczające. Ponieważ inna forma ruchu (np. pobudzenie elektryczne), o ile nam wiadomo, przez takie tarcie nie powstaje, przyjąć zatem należy, że wszędzie ze znikającej

pracy mechanicznej powstaje równoważna ilość ciepła. 2. Utworzona elektryczność w układzie nerwowym i mięśniowym, jak się zdaje, zostaje również powiększej części zamieniona albo bezpośrednio na ciepło, albo też wprzód na ruch, a następnie na ciepło (rozdz. X).

Wyjątek wprawdzie nadzwyczaj nieznaczny stanowią: 1. ruchy, które w formie ruchów oddechowych, uderzenia serca lub tętna udzielone być mogą ciałom świata zewnętrznego; 2. prądy odwodzone, które przy przyłożeniu ciał przewodniących na powierzchnię ciała na takowe przechodzą (roz. X).

W ustroju niespoczywającym (pracującym) powstają oprócz sił żywych ciała spoczywającego, inne jeszcze a mianowicie w formie ciepła i pracy mechanicznej, a tak jedna jak i druga w mięśniach; podobnie i z tej pracy mechanicznej znaczna część w samym ustroju zamienia się na ciepło, a mianowicie wskutek tarcia się samego mięśnia w jego pochwecę, ścięgien w ich pochwecach, nakoniec kości poruszanych w ich stawach. Pozostałość pracy w części zużytej zostaje na ruchy pojedynczych części ciała względem siebie, w części na ruchy całego ciała względem świata zewnętrznego, lub na ruchy ciał świata zewnętrznego.

Ponieważ ostatnia tu wspomniona część pracy ciała łatwo zamienić się daje na ciepło lub wyrazić ją można w jednostkach ciepła, to jasną jest rzeczą, że najprawdziwszą miarą dla wszystkich prac ciała jest miara ciepła.

Oczywiście możnaby tak samo wszystkie prace wyrazić podług miary mechanicznej (w kilogramometrach i t. p.). Liczby dla jednostek ciepła, za pomocą których mierzą się siły żywe ustroju, są nadzwyczaj wielkie (miliony dziennie). Niektórzy zatem używają w tym celu jednostki ciepła tysiąc razy większej niż zwyczajna, (która ogrzewa 1 kilogram wody z 0° na 1°; jej równoważnik mechaniczny jest więc 430 kilogramometrom).

### III. ROZCHÓD SIŁ.

Oprócz małej ilości sił napiętych, które ustrój na zewnątrz wydała w substancjach wydzielniczych niezupełnie utlenionych (organicznych) — mocznik, kwas moczowy i t. d. — wszystkie siły napięte wprowadzone z pokarmami zostają jako siły żywe przeniesione na zewnątrz ustroju, a mianowicie: jak to z powyż-

szego się okazuje, z ustroju spoczywającego tylko w formie ciepła, a z ustroju pracującego w formie ciepła i pracy mechanicznej. Drogami za pośrednictwem których wydalone ilości ciepła przeniesione zostają na ciała świata zewnętrznego, opisane będą w następnym rozdziale; przeniesienie pracy mechanicznej wymaga bliższego określenia.

Bezpośrednie oznaczenie tego rozchodu sił (ciepła) odbywa się w ustroju spoczywającym tym sposobem, że umieszcza się człowieka lub zwierzę podobnie jak ciało mające być spalonym w odpowiednio do tego urządzonym kalorymtrze. Dla ustroju pracującego urządza się nadto przy kalorymtrze przyrząd, za pomocą którego praca może być mierzona np. koło połączone z maszyną parową, na które człowiek poddany doświadczeniu wstępuje lub zstępuje i przez to wykonywa pewną pracę (tamuszącą lub przyspieszającą) dającą się oznaczyć (HIRN). Z otrzymanej ilości pracy oblicza się równoważnik ciepła i dodaje się do jednostek ciepła bezpośrednio oznaczonych.

O wielkości i zależności rozchodu ciepła i pracy mechanicznej zob. obadwa następne rozdziały.

#### IV. PORÓWNANIE

##### PRZYCHODU Z ROZCHODEM SIŁ.

Takie porównanie służy głównie do potwierdzenia poglądu teoretycznego i przekonania się o dokładności obliczeń przychodu i rozchodu.

Jak już powyżej powiedziano, możnaby przychód sił napiętych w ten sposób ilościowo oznaczyć, że się bezpośrednio bada ilość organicznych substancji pokarmowych i ciepło powstające przy ich spalaniu. Wspomnieliśmy jednak już, że nie ma sposobu dokładnego oznaczenia ciepła utajonego, dla żadnej prawie substancji pokarmowej. Zadawalnialiśmy się zatem tylko oznaczeniem sił żywych, powstałych zapiętych w pewnej jednostce czasu i sił porównaniem do rozchodu sił. Oznaczenie to odbywa się wedle następujących prawideł: każde uwolnienie siły musi być połączone z odpowiednim zużyciem tlenu, a zużywaniu tlenu odpowiada

w zupełności przyjmowanie jego (str. 90). Z przyjmowania więc tlenu obliczyćby można było siły uwolnione, gdyby cały tlen zużywany był tylko do utleniania jednego i tego samego ciała, którego ciepło przy spalaniu powstające jest nam znane. Ponieważ jednak utlenieniu ulegają rozmaite związki różne ciepło przy spalaniu wydające, sama więc znajomość ilości tlenu nie jest dostateczną. Jednakowoż z wyrobów utlenienia w danym czasie wydzielonych, oznaczone być mogą przynajmniej w przybliżeniu pierwiastki utlenione: z kwasu węglanego węgiel, — z wody (powstałej z utlenienia) wodór, — ponieważ jednak woda w cieple wytworzona prawie obliczyć się nie daje, dla tego odejmuje się ilość tlenu odpowiadająca węglowi od ogólnej ilości tlenu i przyjmuje się, że wszystkie tlen pozostały zużyty zostaje do utlenienia wodoru\*). Błąd ten jest prawie żaden w porównaniu z tem, że się oblicza ciepło powstałe przy spalaniu tego węgla i wodoru,

\*) Doświadczenia nad przemianą materji urządzają się zwykle w następujący sposób: Oznacza się ściśle ilość i pierwiastkowy skład pokarmu płynnego i stałego, który w danym czasie (np. na dobę) zostaje do ustroju przyjęty. Z drugiej znów strony bada się dokładnie ilość i chemiczny skład substancji w tym samym czasie wydzielanych na zewnątrz, t. j. ilość i skład kału, moczu, wydzielin płuc i skóry. Jeżeli ciężar człowieka lub zwierzęcia badanego nie zmienił się przez ten czas, a pokarmy należycie były strawione, w takim razie cała ilość pokarmu albo odpowiednia ilość części składowych ciała musiała się rozłożyć i być wydzieloną na zewnątrz. Zdaje się więc, że cała ilość pierwiastków chemicznych wprowadzonych z pokarmami znajdować się powinna w wydzielinach. Należy jednak zwrócić tu uwagę na inny jeszcze pokarm, który bezustannie wprowadzany bywa do ustroju, a który jednakowoż nie jest objęty w owym rachunku; chcemy mówić o tlenie przyjętym przez oddychanie. Ponieważ przy oznaczeniu ilości przychodu nie zaliczyliśmy tego tlenu, a jednak takowy połączył się w ustroju z pierwiastkami, stanowiącemi rozchód ciała, zatem ilość wydzielin czyli rozchód będzie większy od przychodu, a mianowicie o tyle, ile tlenu przyjęto do ustroju. Różnica ta może więc służyć za miarę ilości tlenu przyjętego przez oddychanie. Dawniej utrzymywano, że przy utlenianiu się substancji organicznej tlen w niej już zawarty łączy się zawsze z wodorem tworząc wodę, gdyż posiada większe powinowactwo do wodoru niż do węgla, reszta zaś wodoru i cała ilość węgla utlenia się za pośrednictwem tlenu od zewnątrz doprowadzonego. To samo miało się dziać przy utlenianiu odbywającym się w ustroju zwierzęcym. Cała ilość tlenu potrzebnego do utlenienia węgla miała się znajdować w wydzielanym kwasie węglanym, a reszta tlenu, przyjętego przez oddychanie miała się łączyć z wodorem związków organicznych tworząc wodę (wyjąwszy małą ilość potrzebną do utlenienia ciał azotowych). Z takich to względów uważano tlen nabrany za miarę spraw chemicznych odbywających się w ustroju i za miarę uwalniających się sił żywych, gdyż z daną ilością tlenu miały się łączyć pewne ilości węgla i wodoru, a te utleniając się wydawać miały pewne ilości ciepła będącego dla nas miarą wyzwolonych sił żywych. Autor bardzo trafnie wykazuje niewłaściwość tego przypuszczenia, (zob. także str. 90). Doświadczenia PETERKOPFERA i VOIT'A również wykazały, że przy użyciu pokarmów azotowych ustrój nabiera więcej tlenu aniżeli się wydziela w połączeniu z węglem (jako kwas węglany), lecz ten nadmiar tlenu potrzebny jest do utlenienia ciał azotowych, które zamieniają się na mocznik, kwas moczowy i t. p. Przy pokarmach bezazotowych (krochmalu, tłuszczu) przeciwnie, wydychany kwas węglany więcej zawiera tlenu aniżeli ustrój nabiera przed oddychaniem. Nadmiar ten pochodzi z sanych pokarmów, które rozkładają się w ten sposób, że tlen ich łącząc się z węglem tworzy kwas węglany, a czysty wodór węglowodór zostają uwolnione i przez oddychanie wydzielone na zewnątrz. Tu więc powstał kwas węglany bez sprawy utlenienia przeto służyć nie może za miarę wielkości spraw chemicznych w ustroju.

jako ciepło powstałe przy spalaniu ich organicznych części (zob. str. 187). Dla tego też przy tych doświadczeniach (DULON i DESPRETZ), okazała się niezgodność pomiędzy ciepłem w ten sposób obliczonem i wydalonem, (które bezpośrednio oznaczone zostało, str. 190).

Tak jak przy rozchodzie materij, tak też przy rozchodzie sił starano się oznaczyć rozdzielnie się tego rozchodu na rozmaite drogi wydalenia. Jednakowoż liczby otrzymane przez obliczenie powiększanej części są błędne, nie możemy więc bliżej zastanawiać się tu nad nimi; wypadki ztąd otrzymane mają dla tego wartość tylko przybliżoną. Z rozchodu sił wypada: (obliczone podług liczb zmiany materij Barral'a) około 1 — 2% na utratę ciepła (rozd. IX) przez wydzieliny zewnętrzne (mocz i kał), 4 — 8% na utratę ciepła przez oddychanie, 20 — 30% na utratę ciepła przez parowanie wody, największa część (60 do 75%) na utratę ciepła przez przewodnictwo i promieniowanie z powierzchni ciała i na zewnętrzną pracę mechaniczną. Z tej ostatniej części według jednych (LUDWIG) wypada na pracę mechaniczną mała tylko część, według innych (M. TRAUBE) znaczna część. O znaczeniu tej kwestyi zob. pod V.

## V. WPŁYW WYMIANY SIŁ NA ZMIANĘ MATERIJ.

W poprzednim rozdziale podaliśmy pokrótce, że pewna ilość spraw utlenienia niezbędną jest do utrzymania ustroju, i że to powoduje „najmniejszą zmianę materij“. Bliższe badanie przyczyn tej konieczności wykazuje, że te niezbędne sprawy utlenienia właśnie potrzebne są do spowodowania koniecznych prac, mianowicie do wytwarzania ciepła, do niektórych prac mechanicznych (ruchy serca, ruchy oddechowe, ruchy kiszek) i t. d. — Można więc powiedzieć, że najmniejsza zmiana materij spowodowaną jest przez „najmniejszą wymianę sił“.

Pozorny wyjątek z tego stanowią konieczne sprawy utlenienia w gruczołach; tu na pierwszy rzut oka (zob. wstęp str. 5) zdaje się ważniejszém wytwarzanie wyrobów utlenienia (właściwych części składowych wydzie-

lin), niż połączone z niem uwolnienie się sił (wytwarzanie ciepła). Jednak takiemu pogładowi brak wszelkiej podstawy; albowiem na potrzeby ustroju używane zostają nie tylko siły uwolnione, lecz także i wyroby spraw chemicznych. To samo zresztą, co się tyczy gruczołów, odnieść się także daje do wszystkich mięszków; wszędzie oprócz pracy zużywają się także wyroby utlenienia (właściwe części składowe mięszków \*).

Powiększenie jednej z tych dwóch spraw oczywiście spowodować musi powiększenie się drugiej. Już wyżej wspomnieliśmy, że przez powiększenie zmiany materij przy zbyt kownem przyjmowaniu pokarmów, powiększoną także zostaje i wymiana sił. Pozostaje tu zatem jeszcze zastanowić się nad wypadkiem, gdzie powiększenie wymiany sił, pracy, wymaga powiększonego przyjmowania materij. To powiększone przyjmowanie materij nazywa się „z użyciem przez pracę“.

Prace ustroju, które najczęściej i najbardziej powiększone zostają, są następujące: 1. praca mechaniczna mięśni dowolnych (czyli właściwa „praca“), zwykle powiększona przez wpływ woli; 2. wytwarzanie ciepła powiększone przez znaczniejsze wydalenie ciepła przy niższej ciepłocie środka otaczającego (zob. rozdz. następujący). Obydwie te prace połączone są z powiększonem utlenieniem, z tego powodu powiększają też i rozchody, mianowicie wydalenie kwasu węglanego, a dla utrzymania ciężaru ciała powodują powiększenie przyjmowania pokarmów czyli zużycie przez pracę. Obydwie powiększają też uczucie potrzeby przyjmowania pokarmów, to jest głód.

Przyczyną rozmaitych prac są utlenienia różnyh części składowych ciała, jak to później bliżej objaśnimy. Aby więc osądzić, jakie substancje pokarmowe są najodpowiedniejsze dla zużycia przez pewną oznaczoną pracę, potrzeba wiedzieć, jakie części składowe dla tej pracy głównie utlenione zostają. Naj-

\*) Przy wytwarzaniu się wydzielin w gruczołach utleniająca się materja nie tylko zamienia się na właściwą wydzielinę, lecz nadto uwalnia pewną ilość siły żywej (głównie ciepło), która zostaje zużytkowaną w innej części ciała. W gruczole więc tworzenie się wyrobów utlenienia odgrywa główną rolę. W innych przyrządach przeciwnie, np. w mięśniach również ma miejsce przemiana materij polegająca głównie na utlenianiu, więc, tu powstają substancje rozkładowe i siła żywa lecz tu wytwarzanie ostatniej uważane jest za główne zadanie przyrządu; substancje zaś rozkładowe wracające do krwi mogą po części być zużytkowane w innych częściach ciała, a po części mogą być wprost wydzielane na zewnątrz jako nie zdolne już do utrzymywania czynności żywotnych, gdy za-  
naddo są utlenione, azatem nie zdolne już do dalszego wytwarzania siły żywej.



prostsza drogą do tego byłoby badanie organów, w których praca i utlenianie odbywa się, azatem mięśni i t. p. Ponieważ jednak właśnie ta część fizjologii mało jeszcze jest zbadaną, zadawaliśmy się zatem tylko badaniem wydzielin, które odpowiadają powiększonej pracy. Szczególniej występuje tu mocznik jako objaw utlenienia ciał azotowych, a kwas węglany wyraża sprawę utleniania w ogólności.

W skutek wątpliwych podań (szczególniej że czynność mięśniowa powiększa wydzielinę mocznika) przez długi czas przyjmowano powszechnie, że tylko azotowe części składowe ciała, które same tylko tworzą części ukształtowane ustroju, zużywane bywają do wytwarzania pracy mechanicznej, a dopiero, gdy przy tej czynności powstają z nich bezazotowe wyroby rozkładu, tę dopiero służą do wytwarzania ciepła; części zaś składowe bezazotowe zużywane są tylko wyłącznie do wytwarzania ciepła. Na tem oparty był podział substancji pokarmowych, według którego azotowe, ze względu że służą do wytwarzania ukształtowanych części ciała, zwane były „twórczemi“ (plastycznymi), bezazotowe zaś oddechowymi (LIEBIG); albo też pierwsze jako wywołujące ruch zwane były „dynamogenicznymi“ czyli „kinesogenicznymi“, drugie zaś, jako wytwarzające ciepło „thermogenicznymi“ (BISCHOFF i VOIT); — od czasu zaś jak wykazano, że wydzielanie mocznika przez pracę mechaniczną nie powiększa się (BISCHOFF i VOIT zob. rozdz. X), pojęcie to upadło i rozmaite zdania przeciwne zasłużoną swoją wartość zachowały. Z pomiędzy tych nadmienić należy (M. TRAUBE): 1. że przy używaniu pokarmów mało azotu zawierających (roślinnych) znaczna praca mechaniczna wykonywana być może (wszystkie prawie zwierzęta robocze są roślinożerne); fakt ten mógłby być zgodnym z poprzedniem przypuszczeniem pod tym jedynie warunkiem, że mechaniczna praca ciała, kiedy nawet jest bardzo znaczną, w stosunku do wytwarzania ciepła jest bardzo małą, — zdanie to jest obecnie zaprzeczone; 2. że zwierzęta zimnokrwiste, jak niemniej zwierzęta i ludzie w strefach gorących, — u których zatem wytwarzanie ciepła może być tylko bardzo nieznaczne, — jednakowoż po większej części żyją tylko pokarmami roślinnymi, mało azotu zawierające-

mi; 3. że zwierzęta mięsożerne, pomimo nieznacznego przyjmowania substancji bezazotowych wytwarzają przecież dostateczną ilość ciepła, chociaż nie powodują przez znaczną pracę mechaniczną powstawania potrzebnych w tym celu bezazotowych wyrobów rozkładu. Dotychczas nie posiadamy jeszcze żadnego więcej odpowiedniego poglądu w miejsce dawniejszego, tak, że kwestya ta pozostaje jeszcze nierozstrzygniętą. (Bliższe objaśnienie w rozdziale X).

## ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY.

### Wytwarzanie ciepła i rozmaitość ciepłoty ciała.

#### I. WYTWARZANIE CIEPŁA.

O p o w s t a w a n i u ciepła w ciele nie wiele pozostaje już do nadmienienia. Kilkakrotnie już wykazaliśmy, że we wszystkich organach, w których odbywają się sprawy utleniania, albo wszystkie przytem uwolnione siły albo przynajmniej znaczna ich część, występują jako ciepło. Inne formy pracy (elektryczność, praca mechaniczna) powstają tylko w pewnych organach, a i tu zawsze w r a z z ciepłem.

Bezwzględna ilość ciepła, jaką pewna jednostka masy jakiego organu wytwarza w danym czasie, nie jest jeszcze oznaczona; w każdym jednak razie jest ona bardzo różną. I tak np. gruczoły wytwarzają daleko więcej ciepła, niż mięśnie, gdyż wyroby utleniania pierwszych („właściwe części składowe wydzielin“) są ciągle wydalone i zastąpione być muszą przez nowo-wytworzone, gdy tymczasem wyroby utleniania ostatnich („właściwe części składowe“ płynów mięszowych) przez długi czas po-

zostają na miejscu; — w gruczołach zatem utlenianie jest żywsze. Również w jednym i tym samym organie wytwarzanie ciepła różne jest stosownie do czasu, a mianowicie odpowiednio do wielkości sprawy utleniania, czyli, co na jedno wypada, odpowiednio do zużytego tlenu. Szczególniej wydatnem jest powiększanie ciepła odpowiednio do wielkości sprawy utleniania w g r u c z o ł a c h, których ciepłota znacznie podwyższoną zostaje z powiększaniem się wydzieliny, t. j. prawdopodobnie z powiększaniem wytwarzaniem właściwych części składowych, — wydzielin. Podobnież i w mięśniach spostrzegać się daje podwyższenie się ciepłoty przy ich czynności (zob. następny rozdział); tu zatem, oprócz wytwarzania ciepła istniejącego podczas spoczynku, przybywa nietylko wytwarzanie pracy mechanicznej, ale także i powiększone wytwarzanie ciepła.

Ciepło weale nie wytwarza się w tkankach rogowych ciała, w których, jak się zdaje, żadne utlenianie nie ma miejsca. Czy i we krwi wytwarza się ciepło, zależy to od rozstrzygnięcia kwestyi, czy w niej samej utleniania mają miejsce.

Czy wytwarzanie ciepła w mięszach (wyjąwszy gruczołów i mięśni), zależy od wpływu osobnych nerwów, jest to kwestya jeszcze nierozstrzygnięta, która rozbieraną będzie w 3 części.

Oprócz tych bezpośrednich źródeł ciepła istnieją inne jeszcze, o których również już wspominaliśmy. Wykazano bowiem, że w ciele spoczywającym wszystkie inne formy siły żywej, mianowicie zaś praca mechaniczna, prawie zupełnie zamienione zostają na ciepło. Ta przemiana odbywa się w części bezpośrednio przez tarcie czynnie poruszających się organów (mięśni), w części zaś przez tarcie organów biernie wprowadzonych w ruch przez tamte (ścięgna, kości, krew w naczyniach i t. d.). — Podobnież i w ciele pracującym znaczna część pracy mechanicznej zamienioną zostaje przez tarcie na ciepło.

Praca więc mięśni powiększa wytwarzanie ciepła w ciele w dwojaki sposób: 1. przez powiększone wytwarzanie ciepła w samym mięśniu połączone z czynnością mięśnia; 2. przez tarcie się mięśnia i części przez niego poruszanych o części otaczające.

#### II. ROZMAITOSC CIEPŁOTY CIAŁA.

Rozmaite organa ciała znajdują się pomiędzy sobą jużto w bezpośrednim związku przez zetknięcie, jużto zostają one

w związku ciepło przewodzącym za pośrednictwem krwi, która wszędzie przebiega. W skutek tego ciepło wytworzone w pojedynczych częściach ciała rozdziela się dość jednostajnie po całym ciele, a nawet i na te jego części, które same nie wytwarzają ciepła. Następstwem tego wyrównania i utraty ciepła, o której zaraz wspomnimy, jest prawie stała ciepłota całego ciała, która u człowieka wynosi od  $36^{\circ}$  do  $39^{\circ}\text{C}$ . Prawie równie wysoką jest ciepłota zwierząt ssących, nieco wyższą znajduje się u ptaków; takie ustroje posiadające stałą ciepłotę zwane są ciepłokrwiście mi. U innych zwierząt wielkość spraw utleniania azatem i wytwarzania ciepła tak jest małą, że nie ma stałej ciepłoty ciała, lecz jest tylko o kilka stopni ciepłota ich wyższą od ciepłoty środka otaczającego (powietrza lub wody). Zwierzęta te nazwane są zimnokrwistymi.

#### ROZCHÓD CIEPŁA.

Ponieważ ciało człowieka prawie zawsze znajduje się w takich środkach otaczających, których ciepłota niższą jest od jego własnej, dla tego też ciało prawidłowo wydaje ciepło na zewnątrz. Ten rozchód ciepła odbywa się następującymi drogami: 1. przez promieniowanie z wolnej powierzchni ciała; 2. przez przewodnictwo a) na rzeczy chłodniejsze od ciała, dotykające jego powierzchni, azatem głównie na powietrze i odzież; b) na substancje chłodniejsze przyjmowane do ciała, azatem na powietrze wdychane i pokarmy. Ten ostatni sposób wydalania ciepła określony bywa często w ten sposób, że ciało i jego substancje wydzielnicze (powietrze wydychane, pot, mocz, kał), posiadające ciepło ciała, wydają ciepło; łatwo pojąć, że znaczenie jest to samo, z warunkiem, że przychody i rozchody są sobie równe, co do ilości ciepła właściwego, — co też w ogólności rzeczywiście ma miejsce; c) na substancje wydzielnicze ulatniające się, które podczas zualniania są w zetknięciu z powierzchnią ciała, głównie pot; ciepło im oddawane natychmiast znowu utaja się; rozchód ten przytoczony jest zwykle jako właściwy, „przez parowanie wody“.

Ponieważ wydalanie ciepła głównie odbywa się z powierzchni, wielkość jego zatem zależy od wielkości powierzchni; oczywistą więc jest rzeczą, że osoby mniejsze, których powierzchnia w stosunku do masy ciała większą jest, więcej ciepła oddają, niż osoby większe.

#### CIEPŁOTY MIEJSCOWE.

Z przyczyn łatwo wytłomaczyć się dających, powyżej wspomniane wyrównanie między ciepłotą rozmaitych części ciała nie może być zupełne; pewne różnice co do ciepłoty istnieją ciągle. Różnice te, łatwo wyprowadzić się dające z podanych powyżej stosunków i które przez doświadczenia najzupełniej stwierdzone zostały, są następujące: 1. Im więcej ciepła jakakolwiek część ciała wytwarza, tym wyższą ma ciepłotę, (w warunkach zresztą jednakowych). Najcieplejsze zatem są gruczoły podczas wydzielania i mięśnie podczas pracy; najchłodniejsze są tkanki rogowe. 2. Im więcej jaki przyrząd, skutkiem swego położenia lub innych stosunków, zmuszony jest oddawać ciepła przez promieniowanie lub przewodnictwo, tym jest chłodniejszym; zatem najchłodniejszymi są: skóra, zwłaszcza jeżeli pokryta jest potem ulatniającym się, dalej płuca, początki przewodu pokarmowego i t. d. Z pomiędzy nich te znów części, które są odkryte, są chłodniejsze od przykrytych (np. od pachy, jamy ustnej i t. p.). 3. Ponieważ krew jest najważniejszym środkiem wyrównania dla ciepłoty rozmaitych części ciała, dla tego też ciepłota krwi uważaną być powinna jako średnia ciepłota ciała; liczby podane na str. 198 oznaczają rzeczywiście ciepłotę krwi. Z tego wyprowadzić się dają następujące wnioski: a) w przyrządach, wytwarzających wiele ciepła, których ciepłota z tego powodu wyższą jest niż ciepłota krwi (gruczoły, mięśnie pracujące), krew żylna z nich odpływająca jest cieplejszą aniżeli krew tętnicza dopływająca; rzecz się ma przeciwnie w przyrządach mało ciepła wytwarzających lub na zewnątrz ciepło wydających (tak np. krew żyły płucnej jest chłodniejsza niż krew tętnicy płucnej); b) przyrząd którego ciepłota niższą jest od ciepłoty krwi, jest tym cieplejszy, im więcej krwi do niego w danym czasie przybywa. Dla tego też ciepłota

takich przyrządów (jakiego miejsca na skórze) powiększa się przy podwyższeniu ogólnego ciśnienia krwi, przy powiększonej czynności serca, szczególnie zaś przy rozszerzeniu tętnic doprowadzających (np. po przecięciu nerwów naczynioruchowych), przeciwnie zaś wpływy zmniejszają ciepłotę; stąd też czerwonosć jakiej części ciała zwykle połączoną jest z podwyższeniem jej ciepłoty, bledność zaś ze znizieniem.

Na wszystkie te stosunki zwracać należy uwagę przy mierzeniu ogólnej ciepłoty ciała. Ponieważ wyjątkowo tylko oznaczyć możemy bezpośrednio ciepłotę krwi, dla tego też wybieramy takie miejsca, które najmniej wystawione są na utratę ciepła; wprowadza się zatem ciepłomierz (termometr) do jamy ustnej, do kiszki stolcowej lub do pachy, zostawiając go tam przez czas dość długi. Bezwzględnie oznacza się zwykle ciepłotę za pomocą ciepłomierza (rtęciowego). Porównywanie ciepłoty dwóch miejsc ciała lub ciepłoty jednego i tego samego miejsca w różnych czasach, pod różnymi warunkami i t. p., robi się albo za pomocą ciepłomierza, albo na drodze termoelektrycznej (zob. rozdz. X).

#### ŚREDNIA CIEPŁOTA.

Podana wyżej średnia ciepłota zwierząt ciepłokrwistych zdaje się być niezbędnym warunkiem dla odbywania się najważniejszych spraw żywotnych. Wniosek ten wyprowadza się z tego faktu, że nawet nieznaczne podwyższenie lub znizienie ciepłoty po za granice podane powoduje zaraz wielkie niebezpieczeństwa. Sprawy odbywające się w ciele podobne do fermentacji objaśniają łatwo te niebezpieczeństwa; w ciepłocie wynoszącej 42,6° C. ma następować w naczyniach skrzepnienie krwi (WEIKART); w ciepłocie 49° następuje stężenie w mięśniach, (zob. następny rozdz.). — Odpowiednio więc temu posiada ustrój rozliczne przyrządy dla utrzymania ciepłoty w jej granicach. Najważniejsze z nich są następujące: 1. Takie które wpływają na uregulowanie rozchodu ciepła: a. Uczucie znizonej lub podwyższonej ciepłoty (zob. część 3) zniewala człowieka, w pierwszym wypadku do otoczenia się ziemi przewodnikami ciepła (odzież gruba, wełna, jedwab'), w drugim wypadku dobrymi przewodnikami (cienka odzież, płótno), lub do sztucznego (przez zimne kąpiele) oddalenia ciepła. — b. Powiększona ciepłota powiększa

czynność serca i oddychanie; pierwsza powoduje mocniejsze wypełnienie naczyń włoskowatych, pomiędzy innemi i skóry, a skutkiem tego sprawia podwyższenie jej ciepłoty i powiększenie wydalania ciepła przez przewodnictwo i promieniowanie (przy podwyższonej ciepłocie ciała, skóra jest mocno krwią nastrzyknięta, gorąca i wilgotna, przy znizonej zmarszczona, zimna i sucha); przyspieszone oddychanie powiększa wydalanie ciepła przez płuca. Z powiększonym wypełnieniem skóry krwią zwykle połączonym jest powiększone wydzielanie p o t u, który szybko ulatniając się, zabiera znaczną ilość ciepła, (w lecie jest to prawie jedyny rozchód ciepła). — c. Zimno zwęża, ciepło rozszerza małe tętnice, szczególnie też skóry; wpływ ten reguluje w ten sam sposób jak poprzednie. — 2. Przyrządy regulujące, które wpływają na wytwarzanie ciepła są: a. Zniżona ciepłota („zimno“) powiększa głód, a powiększone przyjmowanie pokarmów powiększa wytwarzanie ciepła. — b. W zimie czujemy potrzebę ruchów mięśni (chodzenie, pracowanie), które w dwojaki sposób podwyższają ciepłotę ciała; oprócz tego powstają mimowolne ruchy mięśni (dreszcze, dzwonienie zębami, obydwie mogą być dowolnie wykonywane z tym samym skutkiem).

Osoby małe których rozchód ciepła zawsze jest większy, jedzą i poruszają się więcej niż osoby wysokie.

Pozostaje nam jeszcze rozebrać zboczenia średniej ciepłoty ciała (ciepłoty krwi) w jej granicach prawidłowych (t. j. o ile one nie są wyrównywane przez wpływy regulujące) i zależność jej od warunków ciała i życia. Ponieważ czynności wytwarzające ciepło wydzielają kwas węglany w pewnym stosunku, mniej więcej proporcjonalnym do wytwarzania ciepła, dla tego też zboczenia ciepła przedstawiają wielką zgodność ze zboczeniami wydzielania kwasu węglanego. Ciepłotę ciała podwyższają: ruchy mięśni, obfite wydzielanie gruczołów (zwłaszcza wydzielanie żółci, zatem szczególnie trawienie), powiększona czynność całej zmiany materii (u mężczyzn, u ludzi silnie zbudowanych, w średnim wieku życia i t. p.), chorobliwe powiększenie zmiany materii (gorączka). Zmniejszają ciepłotę warunki przeciwnie, dalej, stany chorobli-

we, które tamują przyjmowanie tlenu, (choroby płuc, — pokrycie skóry werniksem, które wstrzymuje oddychanie przez skórę i mocno zniża ciepłotę), głód i t. p. Tu należy jeszcze dzienne zboczenie ciepłoty, które jak się zdaje niezależne jest od trawienia, lecz bardziej od rozmaitej mocy czynności utleniania w różnych porach dnia i podobne jest do innych zboczeń odbywających się w ciągu dnia (str. 64. 160).

## ROZDZIAŁ DZIESIĄTY.

### Praca mechaniczna. (Ruchy.)

Uwalnianie się sił w formie ruchów istnieje w organizmie w daleko mniejszym stopniu niż powstawanie ciepła i zależne jest tylko od pewnych przyrządów. Przyrządy te są wszędzie komórkami zwyczajnymi lub zmienionymi, albo też częściami składowymi komórek. W następujących przyrządach wykazano dotychczas objawy ruchu: 1. we włóknach mięsnych (poprzecznie prążkowanych i gładkich), 2. w komórkach kurezliwych, 3. w komórkach migawkowych, 4. w ciałkach nasiennych i niektórych częściach składowych jajka, 5. w komórkach z ruchem drobinowym. — Nakoniec jako ruchy uważać także należy wszystkie zmiany kształtu, wzrost, dzielenie i t. p. Jednakowoż ruchy poprzednio przytoczone odróżniają się od tych ostatnich większą szybkością, która sprawia, iż spostrzeżone być mogą bezpośrednio, gdy tymczasem zmiany kształtów tak wolno się odbywają, że rozpoznane być mogą z ich następstw dopiero po dłuższych przestankach. Pierwsze powodują tylko chwilowe zmiany miejsca i formy, poczem poruszane części znowu wracają do poprzedniego stanu, przemiany zaś kształtu są stałe. O tych ostatnich

jak również o ruchach ciałek nasiennych i jajka, bliżej wspomnimy w części 4.

## I. MIĘŚNIE.

Mięśnie odróżniają się od wszystkich prawie innych tworów ruch wywołujących tem, że w nich ruch powstaje przez wpływ siły wyzwalającej. Zwykle wyzwolenie to pochodzi z układu nerwowego.

### A. Mięśnie poprzecznie prążkowane.

Mięśnie poprzecznie prążkowane znajdują się w ciele tam, gdzie się odbywają silne ruchy; z małym wyjątkiem wszystkie takie ruchy, zatem czynność mięśni prążkowanych zależną jest od woli. Z tego też powodu mięśnie poprzecznie prążkowane zwane są także mięśniami ruchu dowolnego. Między owymi wyjątkami najważniejszy stanowi tu serce, którego włókna poprzecznie prążkowane i pod innym względem odróżniają się od zwyczajnych (zobacz str. 56).

Mięśnie poprzecznie prążkowane są zwykle walcowate, czasami także płasko rozpostarte, koloru czerwono brunatnego, i przedstawiają podłużny układ włókien; są przyzeczepione do części, mających się poruszać (kości, chrząstki i t. p.), albo bezpośrednio albo za pomocą włóknistych mass tkanki łącznej (ś c i ę g n a). Otoczone są błonami tkanki łącznej na zewnątrz grubemi (powięzcie [fasciae]), bezpośrednio zaś przylegające błony są cienkie (pochwy mięśniowe, [perimysium]); te ostatnie przechodzą na wewnątrz mięśni pomiędzy włóknami i dzielą cały mięsień na liczne przegrody podłużnie przybiegające. Mięśnie łatwo rozdzielać się dają na coraz delikatniejsze pęczki włókniste, aż do pewnej granicy, którą stanowią t. z. p ę c z k i p i e r w o t n e. Te jednakowoż nie są już pęczkami, lecz są to rurki wypełnione masą p ł y n n ą, właściwą substancją mięśniową. Ścianę tych rurek (w ł ó k i e n m i ę s n y c h) stanowi błona bardzo spręży-

sta, ze wszech stron zamknięta t. z. omięsna (sarcolemma). Zawartość przedstawia pod drobnowidzem delikatne prążki poprzeczne, które zależą od warstwowo ułożonych ciałeczek, mocniej światło załamujących niż reszta substancji; ciałeczka te łamią także światło podwójnie (BRÜCKE). Większa część włókien mięsnych przebiega przez całą długość mięśnia \*) i przyzeczepia się bezpośrednio do ścięgna lub kości i t. p.; część jednak kończy się wolno w samym mięśniu (ROLLETT).

Ze substancją mięśniową jest płynną, o tém wnosić można z falowania, powstającego w niej pod pewnymi warunkami \*\*), mianowicie z występującego tu podobnie jak w innych płynach objawu PORRETT'A (KÜHNE) t. j. przejścia zawartości mięśniowej do bieguna ujemnego przy przepuszczaniu prądu elektrycznego. — Oprócz tego pewien badacz (KÜHNE) zauważał w świeżem włóknie mięsnej żąby zamkniętą wewnątrz glistę, poruszającą się tam bez wszelkiego mechanicznego oporu. — Przez wpływ rozmaitych odczynników zawartość mięśniowa staje się stałą (zob. niżej) i rozpada się w różnych kierunkach: a. w kierunku pęczków poprzecznych na okrągłe, cienkie krążki („discs“ BOWMAN); b. na delikatne włókna podłużne, które jako ślad poprzedniego prążkowania poprzecznego przedstawiają w tych samych odstępach małe obrzmienia („nitki mięśniowe“ [fibrillae musculares], KÖLLIKER); c. w obydwu kierunkach na małe ciałeczka pręcikowate, których powstawanie wyobrazić sobie możemy, albo przez rozpad nitek w kierunku prążkowania, albo przez rozpad krążków w kierunku nitek („pierzwiastki mięsne“ [sarcous elements], BOWMAN). Wszystkie te części rozpadowe uważane były dawniej jako części składowe mięśniowi właściwe. — Badanie zawartości mięśniowej w świetle polaryzowanem wnosić dozwala (BRÜCKE), że zawartość ta nie jest substancją jednolitą, lecz że w substancji zasadniczej, pojedynczo światło łamiące znajdują się regularnie ułożone pierwiastki podwójnie światło łamiące („disdiaklasty“); te ostatnie jednak tak są małe, że pojedynczo nie mogą być widziane; pierwiastki mięsne powinny być uważane jako gromady disdiaklastów, a kształt ich zmieniać się może stosownie do ułożenia disdiaklastów, które same zmianom nie ulegają.

Oprócz tego włókno mięsne przedstawia następujące jeszcze części skła-

\*) W wielkich i długich mięśniach ciała ludzkiego prawdopodobnie żadne włókno nie przechodzi przez całą długość mięśnia, lecz większa ich część poczyna się i kończy w samym mięśniu, a mała tylko część ich przyzeczepia się do ścięgna, kości i t. p. Największa długość włókien, które w zupełności udało się oddzielić, wynosiła nie więcej jak 4 centymetry. H.

\*\*) Doświadczenia przytoczone dla wykazania, że substancja kurczliwa w mięśniu jest płynną, wcale nie są przekonujące i mogą inaczej być tłumaczone. Nie zgadza się z tém przyzeczepieniem stałe występowanie prążków, które zależy od szczególnego układu substancji kurczliwej, dalej obecność prążków podłużnych, łatwy rozkład skrzepłej zawartości na nitki, samodzielny rozkład świeżych włókien na nitki (u zwierząt niższych np. u muchy) i t. d. Prędzej możnaby przypuścić, że nitki, z których włókno się składa, stanowią rodzaj delikatnych cewek wypełnionych płynem niezbyt gęstym. Z tém zgadzałyby się niejako nowsze doświadczenia KÜNSER'a, który substancję kurczliwą otrzymywał w formie gęstego płynu, a to przez rozliczenie zamrożonych mięśni, które następnie w niskiej temperaturze (—30°.) odtajały. H.

dowe ukształtowane: 1. „jądra“ tj. ciałeczka podłużne, znajdujące się zwykle w bliskości omięśni i prawdopodobnie do niej należące; przez niektórych są one uważane jako części składowe osobnych komórek; 2. „przestrzenie“ \*) czyli nieregularne odstępy w substancji; przez niektórych uważane jako części składowe siatki komórek tkanki łącznej, łączących się ze sobą (LEYDIG, BÖTTCHER); 3. z a k o ń c z e n i a n e r w ó w. Włókna nerwowe wstępują od brzegu mięśnia do włókna mięsnego, pochwycenie ich (neurilemma) przechodzi w omięśnię, rdzeń zanika zwykle w bliskości przejścia, włókienko osiowe zaś wchodzi do zawartości mięśniowej, rozgałęzia się tu na obydwie strony, a gałęzie posiadają albo na bokach, albo też na końcach ciałeczka wrzecionowate t. z. „p a c z k i k o ń c o w e n e r w ó w“, których związek z zawartością mięśniową jest jeszcze zagadkowy (KÜHNE). Według innych badaczy (ROUGET, KRAUSE) przechodzi włókno osiowe w płaskie i ziarniste rozszerzenie, znajdujące się wewnątrz omięśni t. z. „s p ł a s z c z e n i e k o ń c o w e“. Inni (REICHERT, KÖLLIKER), zaprzeczają zupełnie wstępowaniu nerwów do włókna mięsnego.

Oprócz włókien mięsnych i przegródek, wychodzących z pochewek mięśniowych mięsień zawiera znaczną jeszcze ilość tkanki łącznej, która łączy się z temi przegradami, dalej naczynia krwionośne i limfatyczne i rozgałęzienia włókien nerwowych.

#### CZĘŚCI SKŁADOWE CHEMICZNE.

Z części składowych chemicznych znalezionych w całym mięśniu, następujące uważane być powinny jako części składowe właściwej substancji mięśniowej (zawartości włókna mięsnego): 1. Różne c i a ł a b i a ł k o w a t e, których roztwór wodny stanowi główną ilość substancji mięśniowej; pomiędzy temi: a. zwykłe białko, w małej ilości; b. substancje mięśniowe krzepnące (zob. niżej); c. syntonina, (włóknik mięśniowy); — 2. S u b s t a n c y e n a l e ż ą c e d o g r u p p y u t l e n i e ń b i a ł k a, a mianowicie: kwas inozynowy, kreatyna, kreatynina, hypoxantyna (sarkyna), kwas moczowy (rzadko). Obecność i ilość tych wyrobów utlenienia, jak to dalej wykażemy, zależną jest od c z y n n o s e i mięśnia; — 3. W o d a n y w ę g l a: inozyt, cukier, kwas mleczny (zob. niżej); — 4. T ł u s z c z e, w samém włóknie mięsnem bardzo mało, być może że należą one do zakończeń nerwów wewnątrz mięśnia; — 5. L o t n e k w a-

\*) Twory te stanowią prawdziwe jądra włókna mięsnego, czyli jądra wielkiej włóknikowatej komórki mięsnej.

s y t ł u s z c z o w e (kwas masłowy, mrówkowy, octowy), być może że to są wyroby nieprawidłowych utlenień; — 6. Czerwonny b a r w n i k; — 7. G a z y: tlen i kwas węglany; — 8. S o l e (te same co we krwi); — 9. W o d a. — Oddziaływanie świeżej spoczywającej zawartości mięśniowej jest o b o j ę t n e (Du Bois-REYMOND).

W całym mięśniu znajdują się prócz tego i części składowe innych pierwiastków ukształtowanych (tkanki łącznej, naczyń, krwi, nerwów i t. p.); zatem oprócz wyżej już wspomnianych, jeszcze klój, tłuszcz i t. d. O m i ę s n a składa się prawdopodobnie z tkanki sprężystej.

#### WŁASNOŚCI MECHANICZNE MIĘŚNIA SPOCZYWAJĄCEGO.

Mięsień (w celu uproszczenia wszystkie mięśnie uważane tu będą jako posiadające kształt wrzecionowaty, co po większej części w mięśniach rzeczywiście ma miejsce) jest to utwór posiadający małą lecz zupełną sprężystość t. j. może być znacznie rozciągnięty (przez małe już obciążenie znacznie się przedłuża), po ustaniu zaś siły rozciągającej wraca on natychmiast do pierwotnej długości. Z przedłużeniem zmniejsza się oczywiście grubość jego („przecięcie poprzeczne“) w odpowiednim stosunku, tak, że objętość pozostaje jednakową. Tak jak we wszystkich ciałach organicznych, tak też i w mięśniu, długości rozciągania się nie są proporcjonalne do ciężaru naprężającego, jak to ma miejsce we wszystkich ciałach nieorganicznych, lecz jednakowe powiększenie naprężenia wywołuje tém mniejsze naprężenie, im bardziej mięsień został już rozciągnięty (ED. WEBER). Linia oznaczająca rozciąganie t. j. linia, którą się otrzymuje gdy podstawimy ciężary naprężające jako odcięte, a długości rozciągania jako rzędne, nie jest zatem tak jak przy ciałach nieorganicznych linią prostą, lecz zbliża się do hyperboli (WERTHEIM). — W ciele żyjącem mięśnie są zawsze rozciągnięte nieco nad prawidłową długość, tak, że przy odłączeniu ich od miejsca przyłączenia odskakują. Urządzenie to przedstawia tę dogodność, że przy powstającym kurczeniu się natychmiast miejsca przyczepu zbliżają się do siebie, bez straty czasu i siły potrzebnej do naprężenia

mięśnia zwolnionego \*). W mięśniach wyciętych włókna mięsne zwykle są nieprosto wyciągnięte, lecz falisto albo zygzakowato zgięte.

#### ZMIANA MATERII W MIĘŚNIU SPOCZYWAJĄCYM.

Tak jak we wszystkich mięszach, tak też i w mięśniu spoczywającym odbywa się pewna czynność, polegająca na sprawach utleniania; prawdopodobnie mało się ona różni od czynności podobnej, odbywającej się w innych mięszach; jednakże w dziełach naukowych znajduje się zwykle dokładniejszy opis tej czynności w mięśniach, a to dla tego, że z pomiędzy wszystkich innych mięszów mięśnie najdokładniej są zbadane. Jako następstwa tych spraw utleniania przyjąć należy, jak się zdaje, wytwarzanie właściwych części składowych mięśnia, a głównie krzepnącej substancji mięśniowej z części składowych przesięków krwi; zupełnie tak samo, jak w gruczołach z części składowych przesięków powstają przez utlenienie właściwe części składowe wydzielin. Być może że wytworzenie właściwych części składowych mięśnia lub dalsze ich utlenienia (zob. niżej) połączone są z rozkładem, który dostarcza cukier w mięśniach. Co do samych spraw wiadomo dotychczas to tylko, że ma tam miejsce przyjmowanie tlenu i wytwarzanie kwasu węglanego; jednakże dokładniej znane nam są prace, powstające z sił przytem uwalniających się, mianowicie elektryczność, a być może i ciepło, pierwsza właściwa jest przedewszystkiem mięśniom (i nerwom).

Przyjmowanie tlenu i wytwarzanie kwasu węglanego, zatem oddychanie mięśni, okazuje się już z tego, że w mięśniach tak jak i w innych mięszach jasno czerwona krew tętnicza zamienia się na ciemno czerwoną krew żylną. Bezpośrednio

\*) Gdyby mięśnie nie były rozpięte pomiędzy punktami przyczepu, to zbliżenie się tych punktów nie nastąpiłoby wraz z poczynającą się czynnością mięśnia lecz dapięro po zrównoważeniu przedłużenia, jakie powstałoby musiało wpięrow pod wpływem dźwiganego ciężaru. Przedłużenie to następuje, tak jak we wszystkich substancjach, mianowicie organicznych, skutkiem sprężystości.

zaś wykazano oddychanie na mięśniach wyciętych (żaby). Mięśnie wycięte zatrzymują w tlenie swój prawidłowy stan (t. j. swoją pobudzalność, zob. niżej) daleko dłużej niż w innych gazach lub mieszaninach gazów (v. HUMBOLDT), wytwarzają one przytem kwas węglany (KRIMER, DU BOIS-REYMOND, G. v. LIEBIG) zużywając tlen. Również i w innych gazach wydalają mięśnie przez dość długi czas kwas węglany, nawet po wydaleniu z ich naczyń krwi tlen zawierającej, — jest to dowód, że mięśnie w swojej substancji posiadają zapas nie zużytego jeszcze tlenu lub niewydzielonego jeszcze kwasu węglanego. Pierwsze przypuszczenie w ten sposób objaśniono, że mięśnie posiadają ciało podobne do fermentu, które przyjmuje tlen ze krwi, tworzy z nim związek nieściśly, a wedle potrzeby oddaje go częściom składowym mięśnia mogącym się utlenić (M. TRAUBE).

#### WYMIANA SIŁ MIĘŚNIA SPOCZYWAJĄCEGO.

Pomiędzy siłami uwalniającymi się w mięśniu spoczywającym przez różne utlenienia, nasamprzód wspomnieć należy o elektryczności (DU BOIS-REYMOND).

Oddzieliwszy z mięśnia świeżego, posiadającego włókna równoległe przebiegające, grubszą lub cieńszą wiązkę włókien (nawet pojedynczy pęczek pierwotny) i ograniczywszy ją dwoma przecięciami poprzecznymi, umieszczony wtedy obydwoma końcami przyrządu prądomierczego (multiplikatora) na tym kawałku mięśnia \*) tak, aby jeden koniec dotykał się pewnego punktu po

\*) Według teorii DU BOIS-REYMOND'a, przy końcu tego ustępu bliżej objaśnionej, elektryczność w mięśniach zależy od drobiny elektrotwórczych, umieszczonych w obojętnym wilgotnym przewodniku; drobinę wraz z przewodnikiem stanowią trochę włókien mięsnych. Prądy elektryczne wywiązują się w drobinach przechodzą przez przewodnik od dodatniego końca każdej pojedynczej drobinie do końca ujemnego i tym sposobem zobojętniają się. Mała tylko część prądów przechodzi także od jednej drobinie do drugiej, już to do sąsiedniej, już też do drobinie bardziej oddalonej. Najsilniejsze prądy idą od drobin na środku powierzchni podłużnej mięśnia położonych do drobin znajdujących się na środku powierzchni przecięcia poprzecznego. Przewodnik wilgotny jednak nierównie gorzej przepuszcza elektryczność niż drut metalowy. Jeżeli więc do dwóch punktów mięśni a mianowicie do takich, pomiędzy którymi przechodzą najsilniejsze prądy, przyłożymy koniec drutu miedzianego, to prądy te rozdzielią się w ten sposób, że część ich przejdzie zwykłą drogą, a część przejdzie drogą uboczną przez drut przyłożony. Jeżeli zamiast zwyczajnego drutu, użyjemy przyrządu prądomierczego (multiplikatora) i przyłożymy jego koniec w taki sposób do mięśnia, to prąd przechodzący przez drut przyrządu wpływać będzie na igłę magnesową, która wskutek tego zbczy.



wierzchni przecięcia podłużnego, drugi pewnego punktu jednej z dwóch powierzchni przecięcia poprzecznego, — następuje wtedy zboczenie igły, wykazujące obecność prądu, który przebiega w przewodniku z przecięcia podłużnego mięśnia do przecięcia poprzecznego, w samym zaś mięśniu przebiega zatem z przecięcia poprzecznego do przecięcia podłużnego; przecięcie więc podłużne zachowuje się dodatnio względem przecięcia poprzecznego. Prąd ten zwany „prądem mięśniowym“ jest tém mocniejszy, im grubszy i dłuższy jest kawałek użytego mięśnia. — Ten sam prąd otrzymać się daje, gdy zamiast sztucznego przecięcia podłużnego weźmiemy naturalne t. j. powierzchnię podłużną mięśnia, (potrzeba w tym celu na mięśniu świeżym zrobić tylko przecięcie poprzeczne); podobnie jeżeli zamiast sztucznego przecięcia poprzecznego użyjemy naturalnego; jako „naturalne przecięcie poprzeczne“ oznaczamy ścięgnio mięśnia, znajdujące się jako przewodnik obojętny na końcach (na naturalnych przecięciach poprzecznych) włókien mięśniowych; zatem czerwona powierzchnia mięśnia zachowuje się dodatnio względem ścięgna.

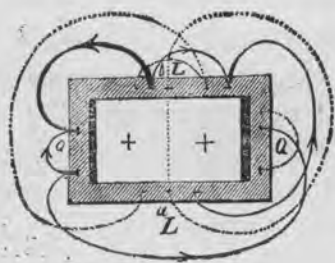
Wspomnieć tu należy, że przy wykonywaniu tych doświadczeń nie należy stykać bezpośrednio części zwierzęcych z metalicznymi końcami multiplikatora lub jego przedłużeń (druty przewodniczące); wiadomo bowiem, że dwa na pozór zupełnie jednakowe kawałki metalu (np. dwa druty miedziane) jednakowoż przy zetknięciu się z przewodnikiem wilgotnym — a za takie uważać należy wszystkie substancje zwierzęce, — tworzą stos galwaniczny, którego strumień w tym razie wywołać-by musiał zboczenie igły. Jedyny wyjątek z tego stanowią blaszki cynkowe amalgamowane, jeżeli przytem jako wilgotny przewodnik użyty będzie roztwór siarczanu cynku; takie urządzenie nie daje samo przez się żadnego prądu, (obydwa kawałki metalu zachowują się „zupełnie jednakowo“). Dla tego końce multiplikatora łączą się z dwoma amalgamowanymi kawałkami cynku; każdy z tych kawałków znajduje się w naczyniu zawierającym roztwór siarczanu cynku w obu naczyniach umieszczają się podkładki z kawałków bibuły napojonych tym roztworem i wystających po za brzeg naczynia. Części zwierzęce do badania przeznaczone umieszczają się tak, aby w kształcie mostu łączyły bibułę jednego i drugiego naczynia i dotykały się jej właściwymi punktami. Od szkodliwego wpływu roztworu siarczanu cynku zostają części zwierzęce zabezpieczone przez podłożenie blaszeczek przewodniczących (kawałki pęcherza napojone białkiem). Użycie elektrodów cynkowych ma tę jeszcze dogodność, że wstrzymuje natychmiastowe wracanie się igły po pierwszym powstaniu prądu, co zawsze ma miejsce przy każdym innym po-

stępowaniu, wskutek natychmiast powstającej polaryzacji końców metalowych, gdy tymczasem cynk amalgamowany w roztworze cynku nie może powodować polaryzacji. — Nie tylko za pomocą multiplikatora, ale i w inny sposób wykazać można prąd mięśniowy: 1. na drodze elektrochemicznej, przez rozkładanie tym prądem jodku potassu w roztworze krochmalu; 2. używając mięśnia jako bodźca w celu drażnienia nerwu, można np. zastosować to do nerwów tego samego mięśnia („prądoskop [rheoskop] fizyologiczny“). Jak to potem wykazemy koniecznym jest w tym razie, aby prąd nagle został do nerwu wprowadzony. Wykonywa się to w ten sposób, że przewodnikiem prądu, stykającym się z jedną stroną z nerwem będącym jeszcze w związku z nogą żaby, dotyka się nagle do przecięcia podłużnego i przecięcia poprzecznego jakiegoś mięśnia\*), natenczas powstaje natychmiast drganie nogi; z jednym tylko mięśniem doświadczenie w ten sposób się skutecznia, że jego własny nerw, (który wystawiamy sobie, że jest w zetknięciu z powierzchnią podłużną wszystkich włókien mięsnych) opuszcza się nagle na naturalne przecięcie poprzeczne (ścięgnio) tego mięśnia; i w tym razie następuje drganie. (Te „drgania bez metali“ znane już były przed odkryciem prądu mięśniowego).

Nie tylko przy połączeniu (prawdziwego lub sztucznego) przecięcia podłużnego i poprzecznego, otrzymać można prądy, lecz także gdy końce przewodników multiplikatora stykać się będą z dwoma miejscami jednej i téj samej powierzchni. Albowiem w każdym wypadku z dwóch punktów powierzchni przecięcia podłużnego zachowuje się punkt leżący bliżej równika (tak nazywamy okrąg otaczający środek mięśnia) dodatnio względem punktu bardziej oddalonego, (zatem znajdującego się bliżej powierzchni przecięcia poprzecznego); a z dwóch punktów powierzchni przecięcia poprzecznego, punkt leżący bliżej osi zachowuje się ujemnie względem punktu bardziej oddalonego, (zatem znajdującego się bliżej powierzchni przecięcia podłużnego). Nie otrzymujemy więc z a d n y c h prądów, gdy połączymy z multiplikatorem dwa punkta powierzchni przecięcia podłużnego zaró-

\*) Doświadczenie to urządźć można w następujący sposób: Dwa wilgotne przewodniki (najlepiej podłużne podkładki zrobione z wielu poukładanych na sobie płatków bibuły, nasiąknięte roztworem soli kuchennej i na wierzchu przykryte kawałkami pęcherza namoczonego w białku, ażeby przyłożony nerw zabezpieczyć od wpływu soli) ustawiają się równolegle obok siebie na odosobnionej podstawie. Na jednym końcu obu przewodników układa się najprzód świeżo wyprawowany nerw żaby, będący jeszcze w połączeniu z mięśniami uda obnażonego ze skóry. Na przeciwnych końcach obydwóch przewodników ułożyć należy kawałek świeżego mięśnia w taki sposób, ażeby do jednego przewodnika dotykał się środkiem powierzchni podłużnej, do drugiego zaś środkiem powierzchni przecięcia poprzecznego. Mięsień ten i nerw uda utworzą więc z podkładkami czworobok przewodniczący, w którym krążyć będzie prąd elektryczny wychodzący z mięśnia. W chwili zetknięcia się mięśnia z obu podkładkami prąd ten zostanie zamknięty i przechodzący przez nerw pobudzi go; pobudzenie to wywoła drganie połączonych z nim mięśni uda.

wno oddalone od równika lub dwa punkta powierzchni przecięcia poprzecznego zarówno oddalone od osi. Wszystkie te prawa odnoszą się nie tylko do punktów jednej i tej samej powierzchni przecięcia poprzecznego, ale także do dwóch punktów różnych przecięć poprzecznych; podobnie do punktów różnych przecięć podłużnych, (jeżeli nie chcemy uważać całej powierzchni mięśnia jako przecięcia podłużnego); podobnie nie otrzymujemy żadnych prądów z dwóch punktów końcowych osi i z dwóch punktów równika. — Prądy pomiędzy dwoma punktami powierzchni przecięcia podłużnego lub powierzchni przecięcia poprzecznego są zawsze daleko słabsze, niż strumienie pomiędzy punktem powierzchni przecięcia podłużnego i punktem powierzchni przecięcia poprzecznego; prądy te tém są mocniejsze, im znaczniejszą jest różnica oddalenia od równika lub od osi; nazywają je dla krótkości „prądami słabymi“ dla odróżnienia od „prądów silnych“ krążących między przecięciem podłużnym i poprzecz-

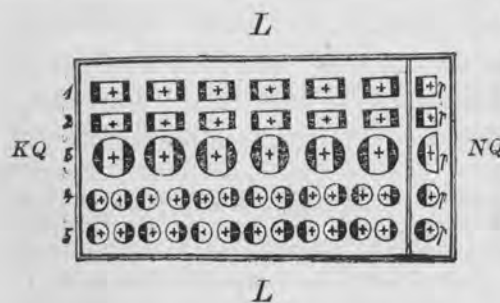


nem. Na figurze prostokąt przedstawia kawał mięśnia, L. L. przecięcie podłużne, Q. Q. przecięcie poprzeczne, ab. równik; łuki cienkie oznaczają połączenia, które dają słabe prądy, łuk gruby oznacza połączenie silnego prądu, łuki kropkowane przedstawiają połączenia, które żadnych prądów nie dają.

Dla zrozumienia tych praw dobrze jest urządzić sobie przyrząd fizyczny z takim układem sił elektrycznych, ażeby przedstawiał te same objawy co mięsień. Przyrząd taki złożony został w następujący sposób (Du Bois-REYMOND): Napięcie dodatnie na przecięciu podłużnym, a ujemne na przecięciu poprzecznym, przedstawiałby już przyrząd nadzwyczaj prosty np. walec cynkowy pokryty miedzią na powierzchniach płaskich (na końcach); przyrząd ten dawałby wprawdzie „prądy silne“ przy zetknięciu się powierzchni podłużnej i poprzecznej z podkładkami prądomierza; lecz nie daje ani śladu prądu pomiędzy różnymi punktami samego przecięcia poprzecznego lub samego przecięcia podłużnego. Powstaną one jednak natychmiast, gdy ten walec elektryczny otoczony będzie ze wszechstron obojętnym przewodnikiem (np. wodą), z którym końce multiplikatora połączone zostaną zamiast ze samym walcem, podobnie jak w figurze poprzedzającej, która przedstawiać ma walec otoczony wilgotnym przewodnikiem, z którym łuki przewodniczące się stykają. Z praw bowiem rozdzielania się prądów

w przewodnikach „nie przyzmatycznych“ wypada, że w tym wypadku na wszystkich punktach wilgotnego przewodnika istnieć musi elektryczne napięcie, a mianowicie dodatnie w bliskości przecięcia podłużnego, ujemne w bliskości przecięcia poprzecznego. Napięcia te jednak nie na wszystkich punktach są jednakowo silne, lecz napięcie dodatnie przecięcia podłużnego jest najsilniejsze we środku (na równiku), a w kierunku do przecięcia poprzecznego słabnie, podobnie napięcie ujemne przecięcia poprzecznego jest najsilniejsze we środku (na osi), a słabnie w kierunku ku obwodowi, to jest ku powierzchni podłużnej. Okazują się tu takie same prądy jak przy mięśniu: silne prądy, gdy dwa punkta przeciwnego przecięcia (przecięcia podłużnego i poprzecznego) zostaną połączone, (najsilniejsze oczywiście przy połączeniu punktu równika z punktem końcowym osi, gdzie istnieją najsilniejsze przeciwne napięcia); słabe prądy przy połączeniu punktów jednoimiennych lecz różnego napięcia: z dwóch punktów napięcia dodatniego, punkt słabszego napięcia zachowuje się ujemnie względem drugiego; — wcale zaś prądów nie otrzymamy, gdy łączymy punkta jednoimiennego napięcia i jednakowej siły.

W tej formie obraz ten jest wystarczającym dla urzeczywistnienia objawów występujących w całym mięśniu lub w kawałku mięśnia. Ponieważ jednak przy ciąglem dzieleniu mięśnia w kierunku podłużnym i poprzecznym w najmniejszym nawet kawałku widzimy zawsze te same objawy, zamiast więc jednego walca jak ten, któryśmy opisali, wyobrazić sobie musimy zbiór nieskończenie wielu i nieskończenie małych takich walców, umieszczonych tak samo i w tym samym obojętnym przewodniku, (szereg 1 i 2 figury niniejszej). Przyrząd taki musi koniecznie też same objawy spowodować jak walec wielki i może być podzielony w kierunku podłużnym i poprzecznym, a cząsteczki ztąd powstałe przedstawiać będą takie same objawy. Chcąc więc istnienie takiego urządzenia



nia w mięśniu rzeczywiście przyjąć, to stosowniejszem jest, zamiast małych walców przypuścić małe kulki, z których każda posiada równik dodatni, (odpowiedni przecięciu podłużnemu mięśnia) i bieguny ujemne (odpowiednie przecięciu poprzecznemu). Kulki takie nazwane są „cząsteczkami obiegunowemi“ (peripolar), (szereg 3 figury). — Dla objaśnienia pewnych objawów, o których później wspomniemy (rozd. XI), potrzebnem jest zamiast każdej cząsteczki obiegunowej wyobrazić sobie dwie cząsteczki „dwubiegunowe“ t. j. dwie kulki z połową dodatnią i połową ujemną, tak względem siebie ułożone, że obydwie połowy dodatnie do siebie są obrócone (szereg 4 i 5 figury); łatwo pojąć, że taki układ te same objawy wywołuje.

Prądy pomiędzy naturalną powierzchnią podłużną i poprzeczną okazują się często niestosunkowo słabe, lub wcale nie występują, albo też zupełnie przeciwnie; dosięgają jednak natychmiast prawidłowego kierunku i mocy, gdy do naturalnej powierzchni poprzecznej (końców mięśnia) dotkniemy się pewnymi czynnikami niszczącymi (roztwory soli, alkalia, kwasy, ciepło i t. d.)

i w ten sposób zrobimy niejako sztuczne przecięcia poprzeczne. Objaw ten objaśnić się daje przez przypuszczenie na końcach włókien mięśniowych warstwy substancji mięśniowej, której działanie elektryczne będąc przeciwne działaniu całego mięśnia niszczy je w części lub w zupełności albo nawet je „przewyższa“. Aby wystawić sobie obraz jej, dostatecznym jest na końcu mięśnia w powyższym obrazie z dwóch dwubiegunowych cząsteczek opuścić ostatnią, tak, że przedostatnia strona swoją dodatnią obrócona jest do przecięcia poprzecznego (p na figurze). Pewne wpływy, szczególnie zimno, ułatwiają rozwinięcie się tego stanu.

Znaczenie tych objawów jest jeszcze w zupełności przedmiotem przypuszczeń; podobnież wcale nie wiadomo, czy podany tu obraz dwubiegunowych cząsteczek elektrycznych, któryby objaśnił objawy prądu mięśniowego, rzeczywiście istnieje w budowie mięśnia, czy jest pewien związek tego układu z obrazem optycznym (disdiaklastów) i t. d. Dla uniknięcia nieporozumień nadmienić jeszcze należy, że prądy pierwiastków elektrycznych same w sobie są zamknięte przez substancję mięśniową, przewodniczącą prądy cząsteczek przez wilgotny przewodnik tak jak w powyższym obrazie. Każde przyłożenie przewodników do dwóch punktów powierzchni może tylko oddalić małą część prądów, której wielkość zależy jest od możności przewodnictwa, i ta to mała część prądu okazuje się na moltiplicatorze lub innych przyrządach prądomierznych.

Ponieważ więc mięśnie w ustroju wszędzie otoczone są wilgotnymi przewodnikami, dla tego prądy mięśniowe ciągle się niszczą w całym ciele przyczem elektryczność prawdopodobnie w części zamienioną zostaje na ciepło. Przy przyłożeniu przewodników do dwóch miejsc powierzchni ciała można też otrzymać prądy, które jako skutki wielu i rozmaicie skierowanych prądów nadzwyczaj są nieregularne. U człowieka z przyczyny oporu skóry dotychczas nie otrzymano takich prądów, otrzymano jednak u żaby t. z. „prąd żaby“, którego istnienie wprzód jeszcze znane było (MATEUCCI), niż istnienie prądów w mięśniach.

Czyli wszystkie siły uwalniane w mięśniu występują jako elektryczność, czy też i ciepło w mięśniu spoczywającym wytworzone zostaje, nie wiadomo, gdyż nie robiono jeszcze żadnych poszukiwań, aby się przekonać czy krew wychodząca z mięśnia jest cieplejszą od krwi doń wstępującej; gdyby tak nie było, należałoby przypuścić, że mięsień spoczywający ogrzewany zostaje przez krew i że jego sprawy utlenienia służą tylko do wytwarzania elektryczności.

## ZBOCZENIA ZMIANY MATERJI I WYMIANY SIĘ W MIĘŚNIU.

### a. Przez obumarcie.

Mięsień spoczywający uleży może zmianom w dwóch kierunkach: albo praca jego zmniejsza się przy zmniejszeniu się zużycia tlenu, albo praca powiększa się przy powiększeniu się jego oddychania. Pierwszą przemianą jest „obumarcie“, drugą jest przejście w „stan czynny“ t. j. w stan, w którym praca się powiększa i przyjmuje nową formę pracy mechanicznej.

Mięsień obumiera, gdy jego prawidłowa zmiana materji wstrzymana zostaje (jego sprawy utleniania); zatem przy wstrzymanem oddychaniu mięśniowem przez niedopuszczenie dopływu krwi tętniczej tlen zawierającej albo też przez śmierć całego ciała. Po pewnym czasie (prawdopodobnie po zużyciu zapasowego tlenu istniejącego w mięśniu) powstają przemiany chemiczne w substancji mięśniowej; nasamprzód krzepnie skrępliwa część składowa mięśnia i powstaje zarazem oddziaływanie kwaśne. Przytem zawartość włókien mięśniowych staje się stałą, mętnieje i traci możność tworzenia formy falistej, w skutek tego cały mięsień staje się ciastowaty. Jednocześnie zmienia się jego kształt, gdyż staje się krótszym i grubszym. Jeżeli mięśnie obumarłe znajdują się na trupie w ich prawidłowych połączeniach, wtedy skutkiem ich skrócenia się członki stają się nieruchome, tak jak gdyby wszystkie mięśnie czynnie się skurczyły. Stan ten w którym całe ciało jest nieruchomo stężone, nazywa się stężeniem pośmiertnym i tak samo stan pojedynczego obumierającego mięśnia.

Jednocześnie z ustaniem spraw utleniania, musi także ustać i praca mięśnia; zatem wraz z powstaniem stężenia pośmiertnego znika prąd mięśniowy. — Po jakimś czasie trwania stężenia, powstające gnicie znosi znów skrócony kształt mięśnia, kończyny u trupa stają się znów ruchome, „stężenie znika“; jednocześnie oddziaływanie kwaśne zamienia się na alkaliczne.

Przeciąg czasu pomiędzy ustaniem dowozu tlenu i powstaniem stężenia pośmiertnego różnym jest u różnych zwierząt i pod rozmaitemi warunkami. U zwierząt ciepłokrwistych jest on bardzo krótki, stężenie następuje prawie bezpośrednio po śmierci; u zwierząt zimnokrwistych przeciąg ten jest dłuższy, zwłaszcza przy niskiej ciepłocie. Stężenie następuje bardzo prędko, gdy mięsień przed wstrzymaniem dowozu tlenu trwale był czynny (tężec, zob. niżej), w tych razach prawdopodobnie skutkiem znacznego zużycia tlenu nie istnieje w mięśniu żaden zapas tlenu.

Okoliczność ta, że przy stężeniu pośmiertnym powstaje skrócenie mięśnia, podobnie jak przy czynności mięśnia (zob. niżej), była powodem, że przez długi czas istniały fałszywe przypuszczenia co do stężenia; uważano stężenie za czynne skurczenie, za „ostatnie występowanie czynności żywotnej“. Dopiero od czasu przypuszczenia (BRÜCKE) i wykazania (KÜHNE) w mięśniu substancji skrzepiwej, zlanie powyżej przez nas podane zostało rozpowszechnione. — Po wystryknięciu (roztworem soli kuchennej) krwi z naczyń, wycisnąwszy mięsień, otrzymuje się płyn obojętnie oddziaływający, który po pewnym czasie sam przez się krzepnie, a przytem zwykle nabiera oddziaływania kwaśnego. Krzepnięcie tём prędzej następuje, im wyższą jest ciepłota i powstaje natychmiast przy pewnym stopniu ciepła, który następuje u zwierząt zimnokrwistych około 40° C., u zwierząt ssących (i u człowieka) 49 — 50°, u ptaków 53° (KÜHNE). Te stopnie ciepła oczywiście spowodują i w żyjącym mięśniu skrzepnięcie i stężenie; to ostatnie nazywa się „stężenie przez ciepło“ (PICKFORD). Przy wyższych ciepłotach następują w płynie wyciśniętym coraz nowe skrzepnięcia, aż nakoniec przy 90° C. powstaje ostatnie skrzepnięcie. Prawdopodobnie zatem pomiędzy ciałem białkowanym, samo przez się krzepnącém i tём, które krzepnie przy ciepłocie 90° istnieje w mięśniu cały szereg ciał białkownatych, które przy rozmaitych ciepłotach krzepną. Jednym z tych (75°) jest zwyczajne białko.

Gdy jaki mięsień przez wstrzymanie dowozu tlenu (podwiązanie tętnicy lub ogólną śmierć) utracił swoją prawidłową własność t. j. swoją pobudzalność, to takowa może wrócić, gdy skrzepnięcie i stężenie nie powstało jeszcze, przez odnowienie dowozu krwi np. przez zdjęcie podwiązania tętnicy (STENSON) lub przez wstrzykiwanie krwi tętniczej (BROWN-SÉQUARD). Podane jednak zdanie, że ten skutek nastąpić również może po powstaniu stężenia (BROWN-SÉQUARD), nie potwierdziło się (KÜHNE).

#### b. Przez czynność.

Druga pod względem fizyologicznym daleko ważniejsza przemiana mięśnia jest przejście jego w „stan czynny“ to jest w stan, w którym przy powiększeniu się spraw utleniania po-

większają się także i prace, a siły uwalniające się występują w nowej formie „jako praca mechaniczna“.

#### WYZWOLENIE CZYNNOSCI MIĘŚNIOWEJ.

Wpływy, które wywołują to przejście, nazywają się bodźcami, samo przeprowadzenie pobudzenia, a własność, mocą której mięsień może być pobudzony przez bodźce, nazywa się jego pobudzalnością (irritabilitas). O ile te bodźce nowe ilości sił napiętych przeprowadzają na siły żywe, zachowują się one względem tych jako siły wyzwalające (str. 6) i mówimy dla tego o wyzwoleniu pracy mięśniowej przez bodźce. — Prawidłowy bodziec dla mięśnia pochodzi zawsze z nerwu („ruchowego“) w nim rozgałęziającego się, a polega on na pewnej czynności nieznannej, o której w następnym rozdziale mówić będziemy. Jednakowoż istnieją jeszcze liczne inne bodźce mięśniowe, które w części skutkiem stosunków chorobliwych, w części sztucznie zastosowane działają pobudzająco na mięsień.

Przez długi czas utrzymywano, że bezpośrednia pobudzalność mięśniowa nie istnieje, t. j. że wszystkie bodźce bezpośrednio i ze skutkiem zastosowane na mięsień, pobudzają tylko zakończenia nerwowe zawarte w mięśniu i dopiero za ich pośrednictwem pobudzają mięsień. Następujące fakty wykazały obecnie istnienie bezpośredniej pobudzalności mięśniowej: 1. Kawalki mięśni pozbawione nerwów (końce mięśnia krawieckiego [m. sartorius] u żaby) mogą zostać wprowadzone w czynność przez bodźce bezpośrednie (KÜHNE). 2. Istnieją bodźce mięśniowe, które nie są w stanie pobudzić nerwów (KÜHNE). 3. Substancje posiadające własność usuwania zdolności do pracy w nerwach, a zwłaszcza w zakończeniach, nie niszczą bezpośredniej pobudzalności mięśni (zatrucie kurarą, KÖLLIKER \*). 4. W pewnych warunkach (osłabienie mięśnia) miejscowe drażnienie mięśnia wywołuje jedynie ograniczone skurczenie, powstające tylko w miejscu drażnienia, bez względu na rozgałęzienie się włókien nerwowych, w tём miejscu natrafiających (SCHIFF, KÜHNE).

Dotychczas znane bodźce dla mięśnia są następujące: 1. Prawidłowy bodziec, pochodzący z nerwu, przeprowadzony do mięśnia albo od przyrządu ośrodkowego nerwowego (wola, samodzielność czyli automatyczność, odruch), albo od pewnego punktu

\*) Głęboką tę własność kurary zauważał pierwszy Cl. BERNARD w Paryżu, KÖLLIKER zaś wykazał tylko dokładnymi doświadczeniami, że trucizna ta niszczy najpród pobudzalność obwodowych zakończeń nerwów ruchu.

podrażnionego na samym nerwie; 2. bodźce elektryczne; stosowniej jest bliższy rozbiór tego podać przy nerwach (rozd. XI), na które wpływają bodźce te na tych samych prawach; 3. bodźce chemiczne; za takie uważać należy wszystkie w ogóle substancje, które wywołują zmiany w składzie chemicznym zawartości mięśniowej; niektóre z nich wywołują zarazem skrzepnienie substancji mięśniowej skrzepliwiej tak, że w chwili czynności następuje stężenie. Pomiedzy substancjami łagodniej działającymi znane są (KÜHNE): rozcieńczone kwasy mineralne (kwas solny już w roztworze 0,1%), rozcieńczone roztwory soli metalicznych, roztwory chlorków alkalicznych, rozcieńczony kwas mleczny, rozcieńczona gliceryna, amoniak nawet w takim rozcieńczeniu, gdzie ślady jego tylko się znajdują (np. w formie pary, która do mięśnia dochodzi); dalej (v. WITTICH) sama nawet woda przepędzona, jeżeli nastrzykniętą zostanie do naczyń mięśnia. Większa część tych substancyj nie działa wcale pobudzająco na nerwy, np. amoniak, albo też działają wtedy tylko gdy roztwory są bardziej stężone (zob. niżej); 4. ciepło pobudzające t. j. ciepłota wyższa niż 40°; szczególnie działają pobudzająco ciała mocno ogrzane, gdy dotykają się do mięśnia; 5. bodźce mechaniczne, każda nagła i gwałtowna zmiana kształtu, wywołana w jakimkolwiek miejscu włókna mięśniowego (nacisk, targanie, rozciąganie i t. p.). 6. Światło również podawane jest jako bodziec mięśniowy z tego powodu, że włókna mięsne (gładkie) tęcówki kurczą się przy bezpośrednim działaniu na nie światła (BROWN-SÉQUARD). — W jaki sposób te bodźce wpływają, dotychczas jeszcze nie wiemy.

Równie silne drażnienie jednego i tego samego mięśnia pod rozmaitemi warunkami wywiera różny wpływ; wyzwała mniej lub więcej sił, co dowodzi, że pobudzalność mięśnia nie zawsze jest równie wielka. O ile dotychczas wiadomo pobudzalność zależy od następujących warunków: 1. powiększa się w stosunku zawartości tlenu w mięśniu; w mięśniu wyciętym jest największą, gdy takowy znajduje się w czystym tlenie (HUMBOLDT, KRIMER, G. v. LIEBIG); 2. tém większą jest, im silniejszy jest prąd mięśniowy (DU BOIS-REYMOND); 3. dla każdego ustroju przy pewnej średniej cieplocie jest największą i zmniejsza się przy podwyższeniu lub niżeniu

tój ciepłoty; 4. w skutek poprzedniej natężonej czynności pobudzalność na pewien czas się zmniejsza; to zmniejszenie się nazywają „znużeniem“. Następujące warunki mogą prawdopodobnie być przyczyną znużenia: a. nagromadzenie się w mięśniu wyrobów utlenienia, które przy czynności w znacznej ilości wytwarzają się (zob. niżej) i prawdopodobnie nie dość szybko usunięte zostają przez wessanie; przyjąłby więc w takim razie należało, że wyroby te wywierają jakiś szkodliwy wpływ na czynność; b. brak właściwych części składowych, na utlenieniu których polega czynność, a które prawdopodobnie tylko podczas spoczynku wytworzone być mogą; c. brak tlenu, którego znaczna ilość przy czynności zużywa się, być może większa niż dowóz jego na to wystarcza. — Te trzy przyczyny razem lub pojedynczo w różny sposób przyczyniać się mogą do spowodowania znużenia, chociaż zwykle tylko pierwsza z nich przytoczoną bywa; przemawia za nią szczególnie to, że osłabienie nadzwyczaj szybko przechodzi, jeżeli czynność chwilowo tylko wstrzymaną była, (np. przy naprężeniu ramienia). — 5. W mięśniach wyciętych z ciała, jak również w mięśniach ciała zmarłego pobudzalność zmniejsza się, u zwierząt ciepłokrwistych nadzwyczaj szybko, u zimnokrwistych powoli, u ostatnich często utrzymuje się przez dni kilka; 6. wszystkie wpływy, zmieniające prawidłowy skład zawartości mięśniowej zmniejszają także i pobudzalność aż do zupełnego jej zniknięcia; 7. z powstaniem stężenia pośmiertnego pobudzalność ustaje nazawsze. — Jeżeli pobudzalność przez jeden z wyżej wzmiankowanych wpływów, wyjąwszy ostatni, bardzo zmniejszoną została, bo takowa może do pewnego stopnia być powróconą, jeżeli silny stały prąd galwaniczny przez jakiś czas przepuszczony będzie przez mięsień w kierunku podłużnym (HEIDENHAIN); objaśnienie prawdopodobne tego faktu znajduje się w rozdz. XI przy zmianach pobudzalności nerwowej.

Jak już wspomnieliśmy stan czynny mięśni odróżnia się od stanu spoczynku przez podwyższoną sprawę utlenienia, oraz przez powiększoną i w samej formie zmienioną pracę (zmniejszone wytwarzanie elektryczności, powstawanie, a raczej powiększone wytwarzanie ciepła i powstawanie pracy mechanicznej).

### 1. Przemiany w zmianie materji.

Podwyższenie sprawy utleniania dowiedzione jest: a. przez powiększone zużycie tlenu; b. przez powiększone wytwarzanie wyrobów utlenienia. Pierwsze nie jest wprawdzie wykazane bezpośrednio na mięśniu oddzielnym, jednak wykazano, że ustrój więcej tlenu zużywa podczas pracy mięśniowej, niż podczas spoczynku (LAVOISIER, REGNAULT i REISET, HIRN). — Za drugim przemawia: 1) powiększone wytwarzanie kwasu węglanego w czynnym (oddzielnym) mięśniu (G. v. LIEBIG, VALENTIN), z czém zgodnem jest, że krew żylna mięśnia czynnego jest ciemniejszą, niż krew mięśnia spoczywającego (BERNARD); już dawniej wiedziano, że ustrój podczas pracy oddaje więcej kwasu węglanego, niż podczas spoczynku (VALENTIN, SCHARLING, VIERORDT); 2) skład chemiczny zawartości mięśniowej zmienia się podczas czynności w ten sposób, iż każe wnosić o powiększonej sprawie utleniania; mianowicie: a) oddziaływanie obojętne substancji mięśniowej przechodzi na kwasne, najprawdopodobniej pochodzące od kwasu mlecznego (DU BOIS-REYMOND), który bezwątpienia jest wyrobem rozkładu; b) części składowe mięśnia rozpuszczalne w wysoku powiększają się podczas czynności, rozpuszczalne zaś w wodzie zmniejszają się (HELMHOLTZ); pomiędzy pierwszymi znajdują się ważne wyroby utlenienia, gdy tymczasem ostatnie zawierają ciała białkowe rozpuszczalne w wodzie; c) wykazano bezpośrednie powiększenie się w mięśniu czynnym niektórych wyrobów utlenienia grupy ciał białkowych, szczególnie kreatyny i hypoxantyny (J. LIEBIG, SCHERER). W stanie prawidłowym utlenienie nie dochodzi nigdy do wytwarzania mocznika.

Dotychczas jeszcze nie wykazano, jakie części składowe mięśnia podczas jego czynności utlenione zostają, dalej, czy oprócz tych, które podczas spoczynku są utleniane, przybývają nowe lub też czy tylko tamte w wyższym stopniu się utleniają. Dawniejsze przypuszczenie, że utlenienie wyłącznie tylko odnosi się do substancji zawierających azot i że praca mięśnia jest główną pobudką do tego zużycia (J. LIEBIG), w ostatnich czasach straciło na swęj pewności. Przeciwno temu bowiem przemawia: 1. że wydzielanie mocznika nie powiększa się przez pracę mięśniową (BISCHOFF i VORT); 2. że w mięśniu pracującym wytwarza się kwas mleczny; obecnie wykazano także, że cu-

kier jest prawidłową częścią składową mięśnia (MEISSNER). Twierdzenie przeciwnie, że przy pracy mięśniowej utlenione tylko zostają substancje bezazotowe (M. TRAUBE), okazuje się być nie prawdziwym z powodu powiększenia się ilości kreatyny przy czynności. — Najprawdopodobniej zatem przy czynności powstają rozkłady, które z jednej strony dostarczają wyrobów utlenienia zawierających azot (kreatyna i t. p.), z drugiej strony wyrobów bezazotowych (cukier [MEISSNER, J. RANKE], inozyt, kwas mleczny).

### 2. Przemiany w pracy.

a. Wytwarzanie elektryczności zmniejsza się przy przejściu mięśnia w stan czynny (DU BOIS-REYMOND). Jeżeli odprowadzimy do moltiplikatora prąd (silny lub słaby) z dwóch punktów mięśnia i rozdrażnimy mięsień dla spowodowania tylko jednego skuczu (jednego drgania, zob. niżej), wtedy drażnienie to żadnego wpływu nie wywrze na położenie igły moltiplikatora, poruszającej się zbyt powolnie, aby mogło powstać zboczenie igły za szybką zmianą prądu. Gdy zaś drażnienie przez dłuższy czas utrzymywać będziemy, tak, że mięsień ciągle będzie czynnym, (t. z. „tęzec“ zob. niżej), wtedy cofa się igła z położenia odpowiedniego prądowi mięśnia spoczywającego, aż do punktu zera, a nawet cofa się po za ten punkt do łuku ujemnego. To zmniejszenie się prądu mięśniowego nazywa się „zboczeniem wstęcznym prądu“. Również i u człowieka można to wykazać, zanurzając ręce w naczyniach doprowadzających prąd do moltiplikatora, a gdy igła przyjęła już położenie stałe, kurcząc nagle tężcowo mięsień jednego ramienia. — Ujemne zboczenie prądu wykazać się daje innym także sposobem, a ten wystarcza nawet do wykazania pojedynczego tylko skurczenia. Przeprowadzając bowiem prąd jednego mięśnia przez nerw drugiego, a to przez przyłożenie nerwu do mięśnia pierwszego, wtedy oczywiście drugi mięsień będzie w spoczynku, (gdy ustalo już drganie, które nastąpiło przy przyłożeniu nerwu). Skoro jednak wprawimy w czynność pierwszy mięsień, wtedy nagle zmniejszenie się prądu mięśniowego musi pobudzić nerw, jak to ma miejsce przy każdym nagle powiększeniu lub zmniejszeniu prądu elektrycznego, przez nerw przechodzącego; następuje w skutek tego drganie drugiego mięśnia t. z. „drganie następcze“.

Jak da lęko sięga zmniejszenie się prądu, czy ono może spowodować cofnięcie się igły, tego zupełnie nie wiemy; prawdopodobnie wielkość zmniejszenia się zależy od natężenia czynności. — O stosunku czasu upływającego pomiędzy zboczeniem ujemnym i powstaniem pracy mechanicznej zob. niżej. — W obrazie drobinkowym (str. 213) trzeba sobie wyobrazić ujemne zboczenie prądu, jako zmniejszenie elektrycznej różnicy w połówkach cząsteczek dwubiegunowych.

b. Podczas czynności ma miejsce w mięśniu wytwarzanie ciepła (lub powiększa się w razie, gdy już istniało podczas spoczynku), tak że mięsień ciągle czynny (tężcowo) staje się cieplejszym, niż podczas spoczynku (HELMHOLTZ).

Mięśnie żaby przez wywołanie w nich tężca mogą ciepłotę swoją podwyższyć o  $0,15^{\circ}$  C. — Wykazanie i wymierzanie ocieplenia odbywa się za pomocą ogniw termoelektrycznych, w których jeden szereg spojonych jest w zetknięciu z mięśniem drugie zaś spojenia utrzymywane zostają w stałej ciepłocie; porównywa się zboczenie igły moltiplikatora podczas spoczynku mięśnia i podczas jego czynności; prostszy sposób: doprowadza się do wyrównania ciepłotę mięśnia spoczywającego i ciepłotę wolnych spojonych tak, aby igła była na 0 i uważa się zboczenie igły, które następuje podczas czynności. — O stosunku wytwarzania ciepła do pracy mechanicznej zob. niżej. — Według nowego podania (SOLGER) przed ociepleniem powstającym przy wywołaniu tężca w mięśniu poprzednio ma powstawać krótko trwające oziębienie („ujemne zboczenie ciepła“) (zob. niżej).

Oprócz wytwarzania ciepła powstaje w czynnym mięśniu praca mechaniczna, ruch, a to jest najważniejszym i najwybitniejszym następstwem sił uwalniających się w mięśniu czynnym, tak, że praca mięśnia głównie wyraża się ruchem. Formą tego ruchu jest zmiana kształtu mięśnia: skrócenie osi podłużnej (lub włókien pierwotnych) i zgrubienie w wymiarze poprzecznym; zmiana kształtu następuje z taką siłą, że przewyciężyć nawet może znaczny opór. Opór przeciwdziała prawie zawsze skróceniu i polega na siłach, które utrzymują obydwa końce mięśnia w oddaleniu; najczęstszy wypadek, do którego wszystkie inne odnieść można, jest ten, że na mięsień, który wystawiamy sobie wiszącym, u dołu przyczepiony jest ciężar. Przez skrócenie mięśnia ciężar ten zostaje podniesiony, a praca mechaniczna przytem wykonywana wyraża się iloczynem z ciężaru przez wysokość, do której został

podniesiony; do tego dodać jeszcze należy pracę, którą przedstawia skrócenie mięśnia nieobciążonego, mianowicie, co łatwo rozumieć, iloczyn z ciężaru mięśnia przez połowę wysokości podniesienia; jeżeli więc P oznacza ciężar mięśnia, p obciążenie h wysokość podniesienia, wtedy praca =

$$\frac{Ph}{2} + ph = \left( \frac{P}{2} + p \right) h$$

Przy wielkiem obciążeniu (a zwykle jest ono daleko większe niż ciężar mięśnia) opuścić można P, wtedy praca = ph.

Wraz ze skróceniem i zgrubieniem mięśnia połączone jest zmniejszenie jego objętości, zatem zgęszczenie. Jeżeli bowiem pobudzać będziemy do kurczenia mięśnie umieszczone w naczyniu zamkniętym wypełnionym płynem i opatrzonym rurką, to podczas kurczu opada płyn w rurce (ERMAN).

Mięsień skrócony jest mniej sprężysty, a zatem bardziej rozciągać się daje, niż mięsień spoczywający (ED. WEBER).

Przy każdem zwykłym pobudzeniu mięśnia powstaje w nim ruch w formie prędko przebiegającej czynności, którą nazywamy „drganiem“. Skrócenie nie poczyna się natychmiast w chwili pobudzenia, lecz dopiero po upływie pewnego czasu (blisko  $\frac{1}{100}$  sekundy), podczas którego zatem mięsień zewnętrznie w spoczynku pozostaje, jest to czas „pobudzenia utajonego“ (HELMHOLTZ). Następnie poczyna się skrócenie i powiększa się właściwie (zob. niżej) z szybkością zmniejszającą się, do pewnego punktu najwyższego. Wtedy siły skracające ustają powoli i mięsień przez ciężar na nim wiszący rozciągnięty znów zostaje do poprzedniej długości, wprzód szybko, potem wolniej. Jeżeli mięsień wcale nie jest obciążony, nawet przez własny swój ciężar, (np. jeżeli leży na rtęci), to zachowuje ten sam kształt, jaki posiadał w chwili największego skurczenia (KÜHNÉ); jeżeli za mało jest obciążony, natenczas nie zupełnie wraca do pierwotnej swęj długości (L. HERMANN). — Wystawiając sobie, że górny koniec pionowo zawieszono mięśnia jest przymocowany, a przed dolnym końcem przesuwają się powierzchnia w kierunku poziomym z jednostajną szybkością, wtedy dolny koniec opisywać będzie na tej po-

wierzchni linię krzywą, której odcięte odpowiadają czasom, a rzędne skurczeniom. Linia ta przebiega poczynając od chwili drażnienia, nasamprzód pewną długość na osi odciętych (pobudzenie utajone), a następnie podnosi się coraz bardziej, powiększając części wklęsłością obrócona do osi odciętych, aż do najwyższego punktu; następnie opada znów (przy dostatecznym obciążeniu mięśnia) powoli aż do osi odciętych (HELMHOLTZ).

Ten „przebieg drgania mięśnia“ wykazany został następującymi sposobami (HELMHOLTZ): 1. Dolny koniec mięśnia połączony z układem drążków i opatrzony na końcu olówkiem, bezpośrednio kreśli tę linię krzywą, na walcu szybko obracającym się. Potrzeba nadto, aby obrót walca odbywał się z jednostajną szybkością przynajmniej podczas drgania; dalej, aby olówek rozpoczął kreślenie na walcu nie wprzód, ani później, lecz w samej chwili pobudzenia. Przyrząd który z największą dokładnością wypełnia obydwie te warunki, nazywa się „Myografionem“. — 2. Sposób: Długość mięśnia jest w każdej chwili wypadkową siły skracającej i rozciągającej (obciążenia). Ponieważ ostatnia podczas całego drgania pozostaje ciągle jednakową, należy zatem poznać, w jaki sposób siła skracająca (czyli „natężenie“) mięśnia powiększa się z czasem. W tym celu urządza się szereg doświadczeń: przy każdym, mięsień otrzymuje pewne zadanie, dla wypełnienia którego musi się do pewnego stopnia natężyć, a za każdym razem oblicza się czas, który ubiega od chwili pobudzenia do wypełnienia zadania. Jasną jest rzeczą, że, gdy oznaczymy czasy otrzymane, jako odcięte, a natężenia odpowiednio do każdego zadania, jako rzędne, to otrzymać musimy punkta łuku szukanego. Pierwszemu zadaniu dla mięśnia ma być rozpoczęcie skracania się t. j. unoszenie swego ciężaru do najmniejszej wysokości; czas do tego potrzebny oznacza długość pobudzenia utajonego. Czas można w ten sposób obliczyć, że w chwili pobudzenia zamyka się ogniwo elektryczne wokół, którego umieszczony jest galvanometr i spojenie metalowe, które przez zetknięcie łączy prąd \*), a mięsień w chwili rozpoczynającego się drgania (gdy on się skraca o najmniejszą wysokość) unosi spojenie metalowe, a zatem otwiera prąd „mierzący czas“. Ze zboczenia igły powstałego podczas trwania zamknięcia można podług formuły obliczyć czas zamknięcia, czyli czas szukany (sposób POUILLET'A oznaczania najmniejszych odstępów czasu). — Przy następnych zadaniach otrzymane być mają pewne natężenia mięśnia. Siły skracające w każdej chwili drgania wyrażone być mogą przez siły rozciągające, które są w stanie dokładnie utrzymać je w równowadze, t. j. przez ciężar, który w danej chwili do mięśnia przyczepiony ani podniesionym nie zostanie, ani też nie wywoła przedłużenia mięśnia. Aby więc zastosować taki ciężar w ten sposób, iżby rzeczywiście

\*) Doświadczenie w ten sposób się robi, że ten sam ruch palca, który służy do zamknięcia prądu pobudzającego mięsień, równocześnie zamyka prąd przechodzący przez drut galvanometru. W innym miejscu drut ten jest przzerwany, lecz końce jego łączy się za pośrednictwem zetknięcia metalowego (np. mogą być zanurzone w rtęci). Z jednym z tych końców mięsień połączony jest w ten sposób, że skoro tylko się skurczy, połączenie metalowe natychmiast się przerywa, a zatem prąd w galvanometrze ustaje. Z wielkości zboczenia igły obliczyć można czas, który upłynął od chwili zamknięcia prądu pobudzającego do chwili, w której mięsień zaczął się kurzyć. H.

wisiał na mięśniu dopiero w pewnym czasie jego czynności, podpira się mięsień (rozciągnięty przez mały ciężar) w dolnym końcu tak, aby ciężar później dodany („przeciążenie“) nie mógł go więcej rozciągnąć. Aby mięsień teraz skrócił się o najmniejszą wysokość, zatem, jak przy powyższym doświadczeniu, aby otworzyć prąd do mierzenia czasu służący, muszą konieczne siły skracające mięsień stać się tak wielkie, aby mogły zrównoważyć siły rozciągające przeciążenia (czyli dokładniej: aby były od nich nieco większe, która to przewyżka zupełnie opuszczoną być może); albowiem w tej chwili zawieszony jest na mięśniu ciężar, który ani podniesionym nie jest, ani też sam mięsień nie rozciąga. Przy ciągłym szeregu doświadczeń, używając coraz większych przeciążeń i wymierzając czas upływający od drażnienia do powstania prądu, oznaczyć można czasy, po których mięsień dochodzi do pewnego natężenia i można sobie w ten sposób ułożyć część wstępującą szukanego łuku. — Obydwa sposoby dają jednakowe wypadki.

Jeżeli dwa pobudzenia tak szybko po sobie następują, że drganie spowodowane przez pierwsze przy rozpoczęciu się drugiego pobudzenia nie doszło jeszcze do największego skurczenia, lecz przebyło już chwilę pobudzenia utajonego, w takim razie następstwa tych dwóch pobudzeń tak ze sobą się łączą, że powstaje silniejsze drganie. Działanie bowiem drugiego pobudzenia występuje w ten sposób, jak gdyby skrócenie mięśnia, które istniało już przy powstawaniu tego pobudzenia, było prawidłowym jego kształtem (HELMHOLTZ); łatwo pojąć można, że przy odpowiednich warunkach najwyższy stopień skrócenia się mięśnia może przytem dwa razy być większym, mianowicie, gdy różnica czasu pomiędzy obydwoma pobudzeniami równą będzie czasowi trwania pojedynczego drgania, aż do dojścia jego do najwyższego skrócenia \*).

Jeżeli liczne pobudzenia mięśnia następować będą po sobie w krótkich bardzo odstępach czasu, to mięsień pomiędzy jednym a drugim pobudzeniem nie ma dość czasu znowu się przedłużyć i zatrzymuje kształt skrócony podczas trwania całego szeregu pobudzeń; stan taki nazywa się „tężcem“. Wszystkie długo trwające skurczenia mięśniowe, które tak często mają miejsce

\*) Trzeba to tak rozumieć, że mięsień nim zdołał się rozkurczyć po pierwszym pobudzeniu, już powtórnie zostaje pobudzony. W takim razie do pierwszego skurczu przyłączy się drugi, jako następstwo drugiego pobudzenia, a jeżeli po pierwszym pobudzeniu miał dość czasu do ukończenia zupełnego skurczu (t. j. stosownie do siły bodźca), to po drugim równie tyle się skurczy, tak jak gdyby dopiero rozpoczął się kurczyć; wypadek obu pobudzeń będzie więc podwójny. H.



w ciele, uważane być winny jako tężcowe, t. j. wywołane przez szereg pobudzeń nadzwyczaj szybko po sobie następujących (ED. WEBER). Że każde takie długo trwające skurczenie uważane być winno jako szereg drgań, okazuje się z tego, że kurczenie takie połączone jest z szeregiem ujemnych zboczeń prądu; połączwszy bowiem w odpowiedni sposób taki mięsień z nerwem drugiego mięśnia, to nerw ten otrzymuje szereg pobudzeń i w drugim mięśniu powstaje „tężec następczy”. — Oczywiście jest rzeczą, że mięsień raz już skrócony nie wykonywa pracy mechanicznej podczas tężca.

W celu wywołania „tężca“ w mięśniu, najodpowiedniejszym jest pobudzenie elektryczne często powtarzane np. przez ciągle otwieranie i zamykanie prądu elektrycznego. Bliższe szczegóły tego znajdują się w następnym rozdziale. W celu badania takich własności mięśnia czynnego, do których dokładnego rozwinięcia się pojedyncze drganie mięśnia zbyt jest krótkim, np. do badania zmian chemicznych podczas czynności, wytwarzania ciepła, ujemnego zboczenia prądu na moltiplikatorze, którego igła zbyt powolnie się porusza i nie może postępować za pojedynczym, szybkim napięciem, — w tych razach najstosowniej jest wywołać w mięśniu tężca.

Jeżeli ograniczone tylko miejsce mięśnia lub włókna mięśniowego przeprowadzone zostaje w stan czynny przez pobudzenie, to czynność ta rozprzestrzenia się natychmiast na całą długość włókien (KÜHNE); szybkość tego rozprzestrzeniania się wynosi w mięśniach żaby około 800 — 1200 mm. na sekundę (AEBY, v. BEZOLD) i zmniejsza się ze znizieniem ciepłoty. Pod drobno-widzem skurczenie przedstawia się jako fala przebiegająca przez płynną zawartość włókna mięsnego (KÜHNE). Przytem prążki poprzeczne zbliżają się do siebie (ED. WEBER) i jednocześnie zwężają się przez skrócenie się osi podłużnej ciałeczek, podwójnie światło łamiących (BRÜCKE). Zakrzywienia włókien mięsnych w spoczynku będących wyrównywiają się podczas czynności (ED. WEBER). — Gdy pobudzalność włókien mięsnych się zmniejsza, np. przez zużycie, natenczas kurczenie się ograniczone jest tylko do miejsca bezpośrednio pobudzanego i tutaj tworzy się, zwłaszcza przy silnym drażnieniu mechanicznym, skutkiem miejscowego skrócenia i zgrubienia *znaczne wypuklenie* (KÜHNE), które dawniej już znane było i nazwane „contra-

tio idiomuscularis“, wedle przypuszczeń obecnie żadnej wartości już nie mających (SCHIFF).

Przy silnym miejscowym pobudzeniu (mechanicznym) powstaje także wypuklenie w mięśniu zupełnie jeszcze pobudzalnym, a to jednocześnie z ogólnym lecz słabszym kurczeniem się włókien całej długości.

Co się tyczy stosunków ilościowych czynności mięśniowej względem zmiany materii mięśnia i sił wyzwalających (pobudzeń), to w tym względzie tylko praca mechaniczna dokładniej jest zbadaną, wypadki z tych poszukiwań otrzymane mają wartość nie tylko teoretyczną, ale i praktyczną.

Przy jednym i tym samym mięśniu i jednakowej pobudzalności głównie zwrócić należy uwagę na następujące trzy warunki: na wielkość pobudzenia, na obciążenie i na wielkość skracania się mięśnia (wysokość podniesienia ciężaru). Z dwóch tych warunków wsze można oznaczyć trzeci. Wzajemna ich od siebie zależność łatwo się okazuje; jeżeli np. wysokość podniesienia ma być obliczoną, to takowa oczywiście powiększyć się musi (przyjmując resztę jako stałą) z powiększeniem się wielkości pobudzenia, przeciwnie zaś zmniejszy się z powiększeniem obciążenia. Z zależności szczegółowej następujące fakta są znane:

1. Obciążenie i wysokość podniesienia (przy jednakowym pobudzeniu). Wypadkową obydwóch jest praca mięśnia. Na pierwszy rzut oka zdawać by się mogło, że to samo pobudzenie, zatem też sama siła wyzwalająca, w tym samym mięśniu musiałaby zawsze wyzwolić jednakową pracę, wypadkowa więc z obciążenia i wysokości podniesienia musiałaby zawsze być jednakową, czyli że obciążenie i wysokość muszą być do siebie w stosunku odwrotnie proporcjonalnym. Doświadczenia (ED. WEBER) wykazują jednak, że tak nie jest. Objaśnić to można tem, że w mięśniu obciążonym znajdują się jeszcze inne siły napięte, zależne od wielkości obciążenia, mianowicie siła sprężystości spowodowana przez rozciąganie. Wypadki otrzymane z doświadczeń doprowadziły do następujących wniosków, które przytaczamy tu jeszcze przed podaniem faktów: Przyjmujemy, że mięsień czynny posiada w każdym stopniu czynności (który zresztą zależny jest od wielkości pobudzenia) pewien *wy-*

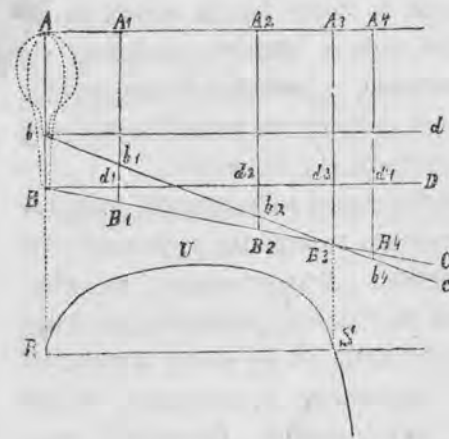
kły kształt  $Ab$ , różniący się od kształtu mięśnia spoczywającego  $AB$  mniejszą długością i sprężystością, a znacznie większą grubością. Gdy mięsień zmienia swój kształt dawniejszy na nowy, wtedy tak się zachowuje jak gdyby poprzednio był rozciągnięty po za właściwą długość kształtu nowego, i przechodzi wtedy siłą sprężystości w nowy kształt. Ruch ten, jak w każdym sprężystym ciele, odbywać się musi z szybkością opóźniającą się, co zgadza się zupełnie z łukiem drgania w ogólności. To samo ma miejsce, gdy mięsień podczas spoczynku rozciągnięty był przez obciążenie, a następnie się pobudził; przyjmuje wtenczas taką długość, jak gdyby wprzód się skurczył, a następnie dopiero został obciążony. Różnica obydwóch długości jest zawsze wysokością podniesienia. Zastanawiając się nad tym szczególnie i rzuciwszy okiem na figurę poniżej się znajdującą widzimy, że jeżeli rozciągliwość mięśnia czynnego znacznie większą jest niż mięśnia spoczywającego, to wysokość podniesienia zmniejszać się musi z powiększeniem się obciążenia; przy pewnym obciążeniu będzie  $= 0$ , a nakoniec staje się ujemną, to znaczy, że pewne obciążenie nie będzie już podniesione, a przy jeszcze większem powstać musi przedłużenie mięśnia zamiast skrócenia \*). Przypuszczając, że  $AB$  jest zwyczajną długością mięśnia spoczywającego, dalej wystawiając sobie pewne obciążenia jako odcięte na osi  $BD$  i im odpowiednie rozciągania ku dołowi jako rzędne, to  $BC$  jest łukiem rozciągania \*\*) mięśnia spoczywającego,  $A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3$ , i t. d., są długości mięśnia, które odpowiadają obciążeniom  $Bd_1, Bd_2, Bd_3$  i t. d. Dalej, jeżeli  $Ab$  jest prawdziwą długością mięśnia czynnego (przy pewnym pobudzeniu) i jego sprężystość jest nieco mniejsza niż mięśnia spo-

\*) Mięsień obciążony przedłuża się stosownie do ciężaru jaki dźwiga. Podczas pobudzenia zmniejsza się sprężystość mięśnia, natenczas więc ten sam ciężar bardziej go przedłuży, aniżeli podczas spoczynku. Przy kolejnym obciążeniu mięśnia coraz większymi ciężarami, wielkość skurczu (spowodowana jednakowym pobudzeniem) stanie się coraz mniejszą, aż nareszcie nastąpi chwila, w której przedłużenie i skurcz zostaną zrównoważone. Przy większym jeszcze obciążeniu przedłużenie weźmie górę nad skurczem, mięsień więc zamiast się skurczyć przy pobudzeniu, przedłuży się.

H.

\*\*) Łuk ten, który rzeczywiście jest linią krzywą (hyperbola zob. str. 207) w celu uproszczenia przedstawiony tu jest jako linia prosta.

czywającego, to jego łuk rozciągania  $bc$  będzie bardziej spadzi-  
sty niż  $BC$  i przecinać go będzie w pewnym punkcie ( $B_3$ ). Po-



nieważ  $A_1b_1, A_2b_2, A_3b_3, A_4b_4$ , i t. d., są to długości obciążonego mięśnia czynnego, to przestrzenie  $B_1b_1, B_2b_2$  i t. d., pomiędzy  $BC$  i  $bc$  są wysokościami podniesienia. Okazuje się zaraz, że wysokości te stają się coraz mniejszemi, — przy  $B_3 =$

a po za t $\acute{e}$ m ( $B_4b_4$ ) stają się ujemne; tu więc następuje przedłużenie zamiast skrócenia ( $A_4B_4$  przechodzi w  $A_4b_4$ ).

Wszystkie te wnioski zgadzają się z doświadczeniami (ED. WEBER); podobnie zgadzają się i inne wnioski, które wyprowadzić się dają z teorii (L. HERMANN). — Prace, które wykonywa mięsień przy rozmaitych obciążeniach, są wypadkową odciętych ( $Bd_1, Bd_2$  i t. d.) i wysokości podniesienia. Łatwo poznać można, że wypadkowe te tak przy  $B$  jak i przy  $B_3 = 0$ , a w środku (w połowie obciążenia  $Bd_3$ , które podniesione już być nie może), są największe; po za  $B_3$  są one już ujemne. Przedstawić je można przez łuk  $RUS$  \*).

Wysokość zatem podniesienia i obciążenie są do siebie w pewnym stosunku, który zależy od zmiany kształtu i sprężystości mięśnia podczas czynności. Zmiana sprężystości jest w związku ze zmianą kształtu, a to w każdym razie podług pewnych praw, dotychczas jeszcze nie zbadanych. Dla tego też do badania dalszych stosunków stosowniejszym jest wprowadzić „zmianę kształ-

\*) W samej rzeczy, gdzie łuki rozciągania mają inny kształt, tam najmniejszy stopień pracy nie znajduje się w środku, lecz bardziej ku przodowi. Podobnie praca mięśnia nieobciążonego nie jest rzeczywiście  $= 0$ , albowiem on podnosi swój własny ciężar.

tu“ w miejsce wzajemnie od siebie zależnych wielkości obciążenia i wysokości podniesienia.

2. Wielkość pobudzenia i zmiana kształtu. Co do zależności tych obydwóch, to żadne jeszcze prawa nie są wykazane; wiadomo tylko, że zmiana kształtu powiększa się z wznrastającą wielkością pobudzenia, z początku bardzo szybko, później coraz wolniej, a nakoniec dochodzi do pewnej największej wysokości, po za którą nie przechodzi (L. HERMANN).

Dla r o z m a i t é j wielkości mięśni posiadających jednakowe własności (jednego i tego samego zwierzęcia) zachowanie się tych stosunków jest bardzo proste. Przypuszczając, że pobudzalność i wielkość pobudzenia są wszędzie jednakowe, to mięsień tém większy ciężar podnieść może do téj samej wysokości, im większy jest jego wymiar poprzeczny, a tém samém ciężar podnieść może tém wyżej im jest dłuższym. Dowodzenie tego jest bardzo łatwe. Wyobrażając sobie pewną ilość jednakowych mięśni np.  $n$ , z których każdy podnosi pojedynczy ciężar do pewnej wysokości i które zawieszono są równoległe blisko siebie, to powstaje mięsień, którego wymiar poprzeczny jest  $n$  razy większy, a który podniesie  $n$  razy większy ciężar do takiej samej wysokości. Zawieszając je zaś wzdluż jeden do drugiego, to powstaje mięsień  $n$  razy dłuższy, który podniesie pojedynczy ciężar do wysokości  $n$  razy większej.

Dla największej ilości sił żywych, którą powstać może w mięśniu przy największej pobudzalności i największém pobudzeniu, najprawdziwszą miarą byłaby praca największa powstająca przy największém pobudzeniu. Ponieważ jednak praca największa jest wielkością zależną od obciążenia, dla tego też zamiast niej oznacza się zwykle inną wielkość, którą nazywają „bezwzględną siłą mięśnia“. W tym celu wybiera się ciężar, który dokładnie równoważy największe siły skracające mięśnia, t. j. obciążenie, którego mięsień przy największém pobudzeniu nie może już podnieść, (a które odpowiada odciętej  $Bd_3$  w powyższej figurze), (ED. WEBER). Ponieważ ta „bezwzględna siła“ wyrażoną jest przez ciężar, oczywiście więc zależną jest tylko od poprzecznego wymiaru mięśnia i podawaną zwykle bywa dla jednostki powierzchni

przecięcia poprzecznego. Dla centymetru  $\square$  dwugłowego mięśnia łydki (m. gastrocnemius) u człowieka wynosi 0,7—1 kilogr. (ED. WEBER).

O stosunku czasu trwania rozmaitych spraw odbywających się przy czynności mięśnia, dotychczas wiadomo tylko dokładnie że ujemne zboczenie prądu przypada podczas pobudzenia utajonego, zatem przed rozpoczęciem się pracy mechanicznej (HELMHOLTZ) i trwa nadzwyczaj krótko ( $\frac{1}{1000}$  sekundy v. BEZOLD). — W którym czasie czynności mięśniowej wytwarzanie ciepła dochodzi do najwyższego stopnia, nie wiadomo. W niektórych pracach nowszych (BÉCLARD, SOLGER) przyjęto zmienny stosunek pomiędzy wytwarzaniem ciepła i pracą mechaniczną, w tém pojęciu, że wytwarzanie ciepła powstaje lub powiększa się, gdy czynny mięsień pracy mechanicznej nie wykonywa. To np. ma miejsce, gdy mięsień skurczył się i tężcowo w tym stanie pozostaje, a zatem pomimo ciągle trwającej czynności — wykazać się dającej przez tężec następczy, przez znużenie i t. d. — żadnej nowej pracy mechanicznej nie wykonywa. Siły uwalniające się po skróceniu mięśnia mają zatem powodować rozgrzewanie, a stąd mięsień w początku tężca ma być chłodniejszym niż później.

Jak jednak objaśnić sobie można oziębienie („ujemne zboczenie ciepła“) powstające w początku tężca, a o którym wspomnieliśmy na str. 222. niewiadomo. — Odwołując się do wyżej wspomnianych faktów, przytoczyć tu jeszcze należy ten wypadek, gdzie mięsień rozpięty w dwóch punktach z powodu bezwzględnego ich przymocowania, nie może wykonać żadnej pracy mechanicznej. Oczywiście więc jest rzeczą, że przy wywołaniu w tym razie tężca zamiast skurczenia powstanie sprężysta siła napięta, która podczas całego trwania pobudzenia istnieć będzie; a siły następnie uwalniające się przejdą na ciepło.

Dotychczas nie posiadamy jeszcze żadnego odpowiedniego teoretycznego tłumaczenia spraw drobinkowych przy czynności mięśnia odbywających się, mianowicie ze względu na zmianę kształtu i sprężystości. Wszystkie, które dotychczas podane zostały po większej części przed poznaniem jeszcze stosunków elektryczności, bardzo są błędne.

O użyciu mięśni dowolnych w ustroju zob. dodatek do teog rozdziału.

O zdolności czucia w mięśniach zob. część 3.

### B. Mięśnie gładkie.

Mięśnie „gładkie“ czyli „organiczne“ pośredniczą mniej namiętnym i wolniejszym ruchom przyrządów od woli niezależnych, a głównie trzewiom. Tworzą one zwykle pokłady błoniaste rozmaitej grubości (tunicae musculosae), posiadające zawsze układ włókienkowy w pewnym kierunku, często warstwowato odmieniającym się. Składają się z pierwiastków wrzecionowatych, które swą osią podłużną są ułożone w kierunku u włókien nie przebiegają jednak tak, jak przy mięśniach poprzecznie; prążkowanych, pojedynczo przez całą długość układu włóknistego, lecz są licznie połączone ze sobą w kierunku podłużnym, układując się obok siebie swymi końcami wązkiemi. Pierwiastki te uważane są jako komórki wydłużone; błona (sarcolemma) nie jest w nich z pewnością wykazana, ale zawierają jądro podłużne. Nie przedstawiają żadnego śladu prążków poprzecznych, czasem jednak dają się dostrzedz zarysy prążkowania podłużnego. Nazywane są „włóknami mięsnymi gładkimi“ lub „kurczliwymi komórkami włóknistymi“.

Badanie w świetle polaryzowanym przekonywa, że włókna mięsne gładkie zawierają ciałka podwójnie światło łamiące (disdiaklasty), jednak nie w tak regularnym układzie, jak mięśnie poprzecznie prążkowane, lecz w całej zawartości rozrzucone; dla tego też całe włókno przedstawia podwójne załamywanie światła.

Części składowe chemiczne włókien mięsnych gładkich są te same, co i włókien poprzecznie prążkowanych. O istnieniu substancyj samowolnie krzepnących wnosić i tu można z powstającego stężenia pośmiertnego. Oddziaływanie, które jest raz obojętne, drugi raz kwaśne albo nawet alkaliczne, zachowuje się prawdopodobnie tak samo jak w tamtych.

Własności obydwóch rodzajów mięśni, o ile one zostały zbadane, prawie zupełnie są jednakowe, mianowicie stosunki elek-

tryczne; nie zbadane jest jeszcze oddychanie, zmiana składu podczas czynności, stosunki sprężystości, wytwarzanie ciepła i t. d. Czynność mechaniczna mięśni gładkich objawia się również w formie skrócenia, które odbywa się podług tych samych praw, co w mięśniach poprzecznie prążkowanych, lecz w dłuższym przeciągu czasu, tak, że pojedyncze stany (pobudzenie utajone, powolne rozwinięcie się skrócenia i ustanie jego następnie) wyraźniej widzieć się dają. Po pobudzeniu bowiem ubiega pewien czas nim się rozpocznie skrócenie, które jest bardzo powolne, przez niejaki czas pozostaje w najwyższym stopniu, a następnie powoli ustaje.

Badanie mięśni gładkich jest dla tego bardzo trudne, że dostateczny materiał do badań otrzymać można tylko ze zwierząt ciepłokrwistych, a ten traci szybko swoją pobudzalność.

## II. KURCZLIWE KOMÓRKI TKANEK.

Oprócz gładkich włókien mięsnych, wypełniających substancją kurczliwą (zob. niżej), zdaje się że istnieje wiele jeszcze innych komórek kurczliwych, co wskazują liczne poszukiwania na zwierzętach niższych. Amoeby (rodzaj wymoczków) składają się, jak się zdaje, w zupełności z substancji kurczliwej, która krzepnie przy 40° ciepła. Wszystkie substancje kurczliwe niższych ustrojów nazywają „sarkodą“.

U wyższych zwierząt, oprócz mięśni oddawna już są znane pierwiastki kurczliwe w gwiazdowatych komórkach barwnikowych u żaby; w nowszych czasach wykazano je w komórkach rogówki u żaby (Kühne). Zawartość tych komórek zachowuje się zupełnie jak sarkoda; skurczenie, przy którym zawartość oddała się od jądra, może być w nich wywołane nie tylko przez bezpośrednie pobudzenie (całej rogówki), lecz także i pośrednio przez wyłączne pobudzenie dolnego brzegu rogówki, gdzie nerwy wstępują; przyjąć zatem należy, że bodziec rozprzestrzenia się przez nerwy, których rozgałęzienia końcowe rzeczywiście widzieć można na komórkach. Znaczenie takiego urządzenia jest jeszcze zagadkowym, prawdopodobnie jest to tyl-

ko wstęp do innych odkryć, które być może wyjaśnią dotychczas ciemny jeszcze wpływ układu nerwowego na odżywianie. — W nowszych czasach kurezliwość uważaną jest nawet jako ogólna własność właściwej zawartości (t. z. protoplazmy) wszystkich komórek zwierzęcych (HAECKEL).

### III. KOMÓRKI MIGAWKOWE.

Na pewnych powierzchniach ciała, pokrytych nabłonkiem słupkowatym pojedynczym lub warstwowym, (mianowicie przewód oddechowy od otworów nosowych, aż do pęcherzyków płucnych; przyrządy płciowe żeńskie od otworów trąb, aż do zewnętrznych ust macicy; komórki mózgowie z ich połączeniami), komórki warstwy powierzchniowej pokryte są na swój wolnej powierzchni delikatnymi włoskami, bez żadnego utkania („migawki“), które ciągle się poruszają. Ruch ten nie jest tu wyzwany przez układ nerwowy. Polega on po większej części na nachyleniu i wyprostowaniu się tych włosków; mają jednak istnieć także ruchy wachadłowe, obrotowe i inne. W komórkach wyciętych ruchy te zachowują się najdłużej w płynach, które posiadają podobne zgęszczenie jak płyny zwierzęce, mianowicie w surowicy krwi, w roztworach białka, w śluzie, znikają zaś szybko w płynach bardzo rozcieńczonych (w wodzie) lub bardzo zgęszczonych, a także przy wysychaniu. Niektóre substancje niszczą ruch migawkowy, mianowicie eter. Ruch migawkowy, który ustał bez zniszczenia komórek, na nowo może być wywołany przez rozcieńczone alkalia (VIRCHOW). Podwyższona ciepłota powiększa częstość ruchu (CALLIBURCS), zwykle wynoszącą 1—5 poruszeń na sekundę. — Przyczyny ruchu migawkowego są jeszcze zupełnie nieznanne. Znaczny wpływ, jaki wywiera zgęszczenie środka, w którym się te ruchy odbywają, prowadził do przypuszczenia, że prądy przesiąkania uważane być winny za przyczynę, lecz zdanie to wcale jeszcze nie objaśnia tego objawu.

Jeżeli na powierzchni migawek poruszających się znajdują się cząsteczki ruchome, to takowe przesuwane zostają w pewnym kierunku. Kierunek ten w przyrządzie oddechowym i płci-

wym jest ku otworom wyprowadzającym. Dla objaśnienia tego przyjąć należy, że poruszenie jest w jednym kierunku szybsze niż w drugim, tak, że ma miejsce przerzucanie w jednym kierunku; inaczej bowiem cząsteczki po każdym nachyleniu w jedną i drugą stronę musiałyby pozostać na dawnym miejscu. O użyteczności ruchu migawkowego zob. str. 85 i część 4. — Znaczna liczba wymoczków opatrzona jest pokryciem migawkowym, za pomocą którego przesuwają się nawet w wodzie lub są one opatrzone wieńcem migawkowym przy otworze ustnym, za pomocą którego przysuwają sobie pokarmy.

### IV. KOMÓRKI Z RUCHEM DROBINKOWYM.

Ruch drobinkowy dokładniej został zbadany w zawartości ziarnistej następujących komórek (BRÜCKE): w ciałkach krwi bezbarwnych, w ciałkach ropnych, śluzowych, ślennych, w komórkach chrząstkowych, w komórkach barwnikowych żab. W każdym razie ruch ten nadzwyczaj jest rozprzestrzeniony. Że to jest objaw różny od ruchu drobinkowego osadów nieorganicznych, okazuje się to z tego, że ruch ten wstrzymany zostaje przez rozmaite wpływy, które niszczą życie komórki, i że z jej śmiercią i ruch ten ginie, dalej że te właśnie komórki nie są pęcherzykami otoczonymi błoną i wypełnionymi płynem, lecz składają się z substancji miękkiej, w której z pewnych zjawisk przypuszczać należy obecność złożonych jamek lub kanalików \*). Ciałka spoczywające są zwykle nagromadzone na około jąder i tworzą często promieniste wypustki w kierunku do brzegu. Prądy indukcyjne wywołują ustanie ruchu, a następnie nagłe zmniejszenie się komórek i wydalenie ziarenek. Być więc może, że ruch drobinkowy jest objawem bardzo złożonym, będącym w związku ści-

\*) Doświadczenia mające na celu wykazanie zupełnego braku błonki na komórkach, nie są przekonujące; jeśli tam nie ma oddzielnej jednolitej błonki, jak to dawniej przypuszczano (co zresztą jest bardzo prawdopodobne), to przynajmniej przyjąć należy, że obwodowa część komórek składa się z masy stałszej od części wewnętrznej. Ustanie ruchu drobinkowego ma miejsce prawdopodobnie wskutek pośmiertnej zmiany zawartości komórek t. j. wskutek skrzepienia.

słym z innymi objawami życia komórki. — Wspomnieć tu możemy o spostrzeżeniu, że bezbarwne komórki krwi zwierząt bezkręgowych, nieposiadające błony i złożone z substancji kurezliwej przyjmują od zewnątrz substancje ziarniste, w ten sam sposób, jak amoeba, że wysyłają wypustki, które pokrywając się ziarnkami znowu wciągnięte zostają do ciała (HAECKEL).

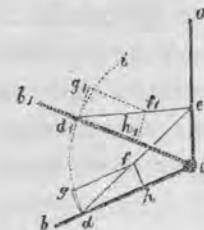
### DODATEK.

## Użycie mięśni.

Możność skracania się mięśni w najrozmaitszy sposób bywa spożytkowaną, aby wyprowadzić z równowagi części ciała, które są względem siebie ruchome, i przez to spowodować zmiany kształtu ciała. Równowaga części ciała powstaje przez rozmaite wpływy mechaniczne, głównie przez ciężkość i naprężenie (sprężystość). Zmiany kształtu odbywają się w części w celach wiadomych (ruchy dowolne), po części spowodowane są przez pewne mechanizmy, których siedliska szukać należy w przyrządach ośrodkowych układu nerwowego (ruchy mimowolne).

Zmiana kształtu wywołana przez skrócenie jednego mięśnia, (zamiast całego mięśnia wyobrazić sobie można pojedyncze włókno mięśniowe), daje się w każdym razie obliczyć, jeżeli znana jest równowaga i ruchomość przedmiotów mających być poruszonymi, jak również położenie samego mięśnia. Zwracamy głównie uwagę na dwa wypadki działania mięśnia: 1. Dwa punkta końcowe mięśnia nie są względem siebie przesuwalne, lecz nieruchomo z sobą połączone. W tym wypadku skrócenie mięśnia może wtedy tylko mieć miejsce, gdy mięsień nie jest wyciągnięty w linii prostej, lecz jest zakrzywiony. Ma to miejsce w mięśniowych przyrządach jamistych, przy których na powierzchni walcowatej, kulistej lub jakkolwiek zakrzywionej przebiegają włókna mięsne, których końce zbiegają się albo bezpośrednio

albo przez połączenie wielu włókien (kiszki, serce, macica, pęcherz i t. p.). Tu przy skurczeniu się włókien występuje usiłowanie zbliżenia się do linii prostej i dla tego powstaje ciśnienie powierzchni na płyny zawarte w przestrzeni jamistej.— 2. Punkta końcowe są względem siebie przesuwalne, albo obydwa albo tylko jeden jest ruchomy (najzwyczajniejszy wypadek). W tym razie skrócenie mięśnia, przypuszczając, że on poprzednio rozpięty był pomiędzy swymi dwoma punktami końcowymi, a zatem i części do których te końce mięśnia przyłączone są, musi punkta przyłączenia zbliżyć do siebie. Jeżeli jeden z tych punktów jest stały, to wtedy tylko drugi zmienia swoje miejsce; jeżeli obydwa są ruchome, to przesuwanie ich zachowuje się odwrotnie względem oporów przeciwdziałających ich przesuwaniam. Kierunek przesuwania nie zawsze odpowiada linii prostej łączącej obydwa punkta. Zboczenia z tego kierunku spowodowane zostają: a. przez to, że przebieg mięśnia (rozpiętego) lub jego przedłużeń (ściągniętych) nie jest w linii prostej, lecz zakrzywiony albo zgięty, np. gdy mięsień albo ścięgno przebiega przez wyrostek walcowaty; b. przez to, że punkta przyłączenia nie mogą się poruszać względem siebie w linii prostej, gdyż ruchomość ich ograniczona jest przez jakibądź mechanizm. W tym wypadku nie cała siła żywa czynności mięśnia (zależąca od długości, przecięcia poprzecznego i stopnia czynności mięśnia) zużyta zostaje na zmianę kształtu, lecz część jej niszczy się przez opór mechanizmu, t. j. zamienioną zostaje na ciepło. Część zużywaną do zmiany kształtu łatwo wynaleźć można podług równoległoboku sił, przedstawiając siłę skurczenia mięśnia jako linię i rozkładając ją na dwie siły, jedną w kierunku bezwzględного oporu a drugą w kierunku ruchomości; ta ostatnia przedstawia działanie zmieniające kształt.



Jeżeli np. *ae* i *be* są dwie kości połączone ze sobą przez staw zawiasowy *c*, a które przez mięsień *de* względem siebie poruszane być mogą (przypuszczając, że *ac* jest stałe) to Punkt *d* poruszany być może tylko po linii *dg*. (stycznej luku *di*) prostopadłej do *be*. Siłę skurczenia mięśnia *df* musi zatem być rozłożoną na dwie siły: *dg* (część poruszająca, zmieniająca kształt) i *dh* (kierunek bezwzględного opo-

ru; — część naciskająca staw). — Łatwo poznać, że przy ciągłym skurczeniu część poruszająca  $d, g, i$  będzie coraz większą, część uciskająca na staw  $d, h$  będzie coraz mniejszą.

Przemianę na ciepło owej części z pracy mięśniowej która powstaje przez naciskanie stawu tak rozumieć należy, że nacisk na staw powiększa w nim tarcie, przez co powiększa się i wytwarzanie ciepła.

Mięśnie działające na części ciała stałe (kości lub chrząstki) wywierają swój wpływ po większej części na  $d, r, a, g, i$ , wskutek czego ich siła ruchu w rozmaity sposób bywa rozdzieloną na ciężar i na szybkość. Ciężar te są po większej części jednoramiennie t. j. punkt przyczepu mięśnia i ciężar lub opór znajdują się po tej samej stronie punktu podpory, jednakowoż zdarzają się i ciężary dwuramiennie (takowy np. utworzony jest przez przedramię dla mięśnia trójgłowego ramienia [m. triceps brachii] przyczepiającego się do wyrostka łokciowego [olecranon]). Punkta przyczepu mięśnia znajdują się zwykle bardzo blisko punktu podpory, tak, że ramię ciężaru należące do mięśnia jest znacznie mniejsze od ramienia należącego do ciężaru; z tego powodu stosunkowo małe ciężary za to z większą szybkością poruszane być mogą. Przez to ruchy ciała nadzwyczaj są ułatwione; zastanawiając się bliżej okazuje się, że urządzenie przeciwne przyczyniłoby się do niekształtności ciała zwłaszcza kończyn.

Tam gdzie kilka mięśni w rozmaitych kierunkach wpływają na ruch jednej części ciała, tam wypadkowa łatwo wynaleźć się daje za pomocą równoległoboku sił, podobnie i wypadkowa jednego mięśnia, którego włókna w rozmaitym kierunku przebiegają. Jeżeli różne mięśnie działające na jedną część ciała tak są ułożone, że przy jednoczesnym ich działaniu wypadkowa ruchu będzie = 0, przez co ta część ciała pozostanie w spoczynku, to każdy z tych mięśni względem innych nazywa się przeciwnikiem (antagonista). Równowagą pewnej części ciała, na którą działają mięśnie przeciwnicze, bez względu na wpływ jej ciężkości, nazywamy taki stan, przy którym siły sprężyste wszystkich mięśni równoważą się.

O użyciu mięśni kilkakrotnie już wspominaliśmy w Części I, mianowicie przy ruchu krwi, przy oddychaniu i trawieniu. Tu w ogóle zastanawiać się będziemy nad ruchami twardych części ciała, ruchomo ze sobą połączonych, to jest kości i chrząstek, a następnie szczegółowo rozbierzemy dwie ważne grupy ruchów mianowicie: 1. zmianę miejsca całego ciała, 2. ruchy w doprowadzającym przewodzie przyrzędu oddechowego, które służą do tworzenia głosu i mowy.

#### Mechanizm szkieletu.

Części składające szkielet t. j. kości są po większej części ruchomo ze sobą połączone. Bezwzględnie nieruchome jest tylko połączenie kości przez szwy, co ma miejsce na czaszce. Kości więc połączone przez szwy uważane być winny pod względem mechaniki jako całość nie mogąca się zmienić. Z pomiędzy ruchomych połączeń kości odróżnić należy dwa rodzaje: Pierwszy pozwala wykonywać tylko mały bardzo ruch, lecz ze względu na kierunek prawie nieograniczony; zbiór połączonych kości posiada stałą formę zależną od tych połączeń, która zmieniona być może tylko przez znaczne siły, a po ich ustaniu zostaje znów przywróconą mocą działania sił sprężystych; taką formę przedstawiają spojenia chrzęstne lub więzowe (synchondroses, symphyses). Drugi rodzaj połączeń dozwala wykonywać ruch obszerny, lecz ograniczony ze względu na kierunek, a to bez znacznego oporu; nie powoduje on zatem położenia w równowadze; ten rodzaj tworzą stawy.

#### SPOJENIA CHRZĘSTNE.

Spojenia chrzęstne w ten sposób są utworzone, że dwie powierzchnie kostne naprzeciw siebie będące po większej części jednakowo spojone są ze sobą przez twardszą lub miększą część łączącą, zwykle przez chrząstkę szklistą lub włóknistą. Wysunięcie się na bok części łączącej wstrzymuje otoczka więzadłowa w miejscu spojenia. Ruchomość tych połączeń kostnych

zależy: 1. od bezwzględnej mocy części łączącej; 2. od wymiarów tejże; ruchomość bowiem (bez względu na wpływ podany niżej) jest proporcjonalną do długości połączenia t. j. do odstępów pomiędzy obydwojma powierzchniami kostnymi, a odwrotnie proporcjonalną do przecięcia poprzecznego części łączącej t. j. do wielkości powierzchni kostnych; 3. od stopnia naprężenia więzów otaczającego. — Zawsze ruchomość jest bardzo mała, a skurczenia mięśniowe prawie żadnego wpływu nie wywierają na podobne połączenia kostne. Sprężystość zaś ich ma wielkie znaczenie, mianowicie dla kręgosłupa, w którym znajduje się cały szereg takich spojeń (chrząstki międzykręgowe), [nadających temu słupowi, kilkakrotnie zakrzywionemu, pewną giętkość i sprężystość.

#### S T A W Y.

W połączeniach bezwarunkowo ruchomych, stanowiących stawy, opory przeciwdziałające ruchom są nadzwyczaj małe. Kierunek zaś ruchów znacznie ograniczony jest już przez samą formę spojenia stawowego. — Obydwie kości łączące się ze sobą w stawie, obrócone są do siebie dwoma powierzchniami gładkimi, pokrytymi chrząstką (powierzchnie stawowe) i utrzymywaniemi za pośrednictwem środków, o których poniżej wspomnimy, we wzajemnym zetknięciu, o ile możności najbardziej rozległym. Jedna z tych powierzchni jest zwykle większą od drugiej.

Najprostsze są te stawy, przy których mniejsza powierzchnia ciągle styka się wszystkimi swymi punktami z powierzchnią większą. Jeżeli to zetknięcie się ma ciągle istnieć, zatem jeżeli inny ruch nie ma się odbywać jak tylko tarcie się mniejszej powierzchni stawowej o większą, to oczywiście możność przesuwania się po sobie obydwojch kości zależy koniecznie od kształtu powierzchni stawowej, (obydwie powierzchnie przykrywają się, jedna jest odlewem drugiej). — W ogóle tarcie takie możebnem jest przy pewnych powierzchniach posiadających kształt regularny, a mianowicie: 1. Przy płaszczyznach; (stawy z powierzchniami płaskimi nie istnieją; ruchy jakieby takowe

dozwolily są: a. obracanie się kości na około osi, które są prostopadłe do płaszczyzny stawowej; b. Przesuwanie się osi obydwojch kości równoległe do siebie). — 2. Przy powierzchniach ciał obrotowych t. j. przy powierzchniach, które wyobrazić sobie możemy jako powstałe przez obrót linii prostej lub jakiegokolwiek innej pojedynczo zakrzywionej na około osi, leżącej na tej samej płaszczyźnie co i linia. (W ten sposób powstaje walec, gdy linia obracająca się jest prosta i równoległa do osi; stożek, jeżeli ta linia jest prosta lecz nierównoległa do osi; kula, gdy ona jest półkolem a oś obrotu jest średnicą; powierzchnia siodełkowata, gdy linia ta jest łukiem i oś obrotowa znajduje się na jego wypukłej stronie; cykloida, gdy oś znajduje się na stronie wklęsłej łuku [jeżeli oś stanowi strunę łuku]; elipsoida, gdy linia ta jest elipsą i oś obrotu jest jedną z jej osi geometrycznych i t. d; jeżeli nakoniec linia będzie jakkolwiek zakrzywioną, to powstaje walec karbowany, rolka i t. p.). — Przy wszystkich tych formach stawów możebnem jest obracanie się obydwojch kości na około wspólnej osi, a mianowicie na około osi obrotowej powierzchni stawowej; takie stawy nazywają się jednoosiowymi (Ginglymi). — Tylko stawy z powierzchniami kulistymi stanowią tu wyjątek, albowiem przytem możebne jest obracanie się na około jednego punktu, mianowicie środka kuli; nazywają się one wieloosiowymi (Arthrodiae). — Oddzielny rodzaj stawów jednoosiowych stanowią stawy śrubowe. Ich powierzchnią stawową możemy sobie wyobrazić jako powstałą w ten sposób, że linia obracająca się (w niniejszym wypadku linia krzywa) podczas obrotu przesuwa się w kierunku osi od jednego końca ku drugiemu końcowi, a to z szybkością proporcjonalną do szybkości obrotu. Stawy tego rodzaju powodują przy obracaniu się na około osi obrotowej jednocześnie i wzajemne przesuwanie się powierzchni stawowych w kierunku osi, (podobnie jak się przesuwa śruba obracająca się w swój osadzie).

Warunki tu rozebrane istnieją rzeczywiście tylko przy pewnej części stawów znajdujących się w ciele, a nigdzie nie ma matematycznej dokładności. Przy znacznej liczbie stawów obydwie powierzchnie stawowe nie zupełnie sobie odpowiadają, tak, że zupeł-



ne zetknięcie się większej powierzchni ze wszystkimi punktami najmniejszej jest niemożliwe. Podobnie i przy formach powyżej już wspomnianych możliwe są pewne ustawienia, przy których ma miejsce częściowe tylko pokrycie się powierzchni; przez to np. dla stawów z powierzchniami siodełkowatymi lub cykloidalnymi możliwy jest oprócz obrotu na około osi drugi obrot także na około osi, która do tamtej jest prostopadła, mianowicie na około osi przechodzącej przez geometryczny środek łuku obracającego się, a prostopadłej do osi obrotu, lecz tylko wtenczas, gdy jedna powierzchnia stawowa małą tylko część drugiej pokrywa. Wszędzie, gdzie bezpośrednio zetknięcie się powierzchni stawowych nie może mieć miejsca, przestwory ztąd powstałe wypełnione zostają przez pewne części miękkie i płyny znajdujące się w stawie (zob. niżej).

Jeżeli zupełne wzajemne pokrycie się powierzchni stawowych nie jest koniecznym, to przez to powiększa się nadzwyczaj liczba rozmaitych form stawów i możliwość ich ruchów. Również nie możliwym jest, z samej tylko formy obydwóch powierzchni stawowych wnosić o możliwość ruchów, albowiem ograniczenia ich przeważnie zależą od innych części składowych stawu. Ogólne określenie tych nieregularnych stawów, których powierzchnie nie należą do ciał obrotowych, jest zatem nie możliwe; szczegółowy jednak rozbiór każdego z nich, gdyby nawet wszystkie były już zbadane, za daleko by nas doprowadził.

Następujące środki utrzymują obydwie powierzchnie stawowe w ciągłym i o ile możności najsilniejszym zetknięciu się: 1. Przestrzeń pomiędzy obydwoma powierzchniami stawowymi jest od zewnątrz odgraniczona. Obydwa bowiem końce kości zostają ze sobą połączone za pośrednictwem krótkiej rurki, która przyrośnięta jest do obwodu każdej główki stawowej (torebka stawowa); jama w ten sposób utworzona posiada małą przestrzeń i jest wypełniona odpowiednią ilością płynu gęstego, lepkiego (maż stawowa, synovia). Powietrze do wewnątrz dostać się nie może. Obydwie powierzchnie stawowe nie mogą się od siebie bardziej oddalić niż na to pozwala mała ilość mazi stawowej w jamie zawartej. Każdemu większemu oddaleniu się zapobiega ciśnienie powietrza zewnętrznego, a to z siłą, która

równa jest ciśnieniu barometrycznemu słupa powietrza, mającego za podstawę mniejszą powierzchnię stawową. Taki sposób umocowania nadzwyczaj ważnym jest zwłaszcza dla stawów kulistych, których powierzchnie stawowe bardzo są wielkie; tu bowiem każdy inny sposób umocowania znacznie ograniczałby wolną i wszechstronną ruchomość. Przy stawie biodrowym, największym stawie kulistym całego ciała, mniejsza powierzchnia stawowa (powierzchnia panewki [acetabulum]) tak jest wielką, że ciśnienie powietrza na nią ciężące równoważy ciężar całej kończyny, skutkiem czego po przecięciu wszystkich otaczających części miękkich a nawet torebki stawowej kończyna nie opada. Po oddaleniu bowiem torebki stawowej powietrze dostać się nie może do przestrzeni pomiędzy panewką i główką stawową, gdyż te najdokładniej do siebie przystają, a zwłaszcza brzeg panewki za pomocą zaostrego, sprężystego pierścienia chrząstkowego (labrum cartilagineum) ściśle przylega do główki kości udowej. — Tam, gdzie z powodu nieodpowiednich powierzchni stawowych konieczną jest większa przestrzeń stawowa, większa jej część jest wypełniona nie płynną mazią stawową, lecz przez chrząstki dające się przesuwac, albo przez łąki lub więzy, które przechodzą przez jamę stawową; najbardziej rozwiniętym stawem tego rodzaju jest staw kolanowy. — 2. Przy wszystkich prawie stawach służą do umocowania oprócz tego jeszcze więzy; te stanowią albo osobne więzy naprężone, które z jednej kości przechodzą na drugą (po większej części zrosnięte z torebką), albo też są to pewne części naprężone samej torebki. Ponieważ więzy łączące ciągle są naprężone, dla tego muszą tak być umieszczone, aby nie tamowały ruchów, a zatem przy stawach zawiasowych znajdować się muszą na obydwóch końcach osi obrotowej. Przy większej części stawów z powierzchniami nieodpowiednimi, osie obrotów oznaczone dopiero zostają przez przyczepy więzów.

Urządzenia, od których zależy nie kierunek, lecz o b s e r n o ś ć ruchów stawowych, są następujące: 1. szczególny kształt kości, tak np. przy stawie łokciowym przyleganie wyrostka łok-

ciowego kości łokciowej do dołka tylnego kości ramieniowej tworzy bezwzględna granicę dla wyprostowania przedramienia; 2. t. z. więzy tamujące, t. j. więzy, które przy średnich ruchach stawu nie są naprężone, lecz przy znacznych wysileniach naprężają się, przez to, że ich punkta przyczepienia przy ruchach stawu oddalają się od siebie aż do najwyższego stopnia. Punkta przyczepienia tych więzów znajdują się zatem zwykle nie na końcach osi obrotu. Wyjątek z tego stanowią więzy tamujące tak zwanych stawów wężownicowych, których najwybitniejszym przykładem jest staw kolanowy. Przecięcie podłużne w wymiarze przedniotylnym przez koniec stawowy kości udowej określone jest linią wężownicową, której punkt środkowy znajduje się od tyłu, a której promienie stają się coraz dłuższe w kierunku od tyłu ku przodowi. Na punktach końcowych osi poprzecznej przeprowadzonej przez ten punkt środkowy (guz kłykcia wewnętrznego i zewnętrznego kości udowej), przyczepione są górne końce obydwóch więzów bocznych (dolny koniec wewnętrznego więzu przyczepiony jest do kłykcia wewnętrznego kości piszczelowej, dolny koniec zewnętrznego więzu przyczepia się do główki kości łydkowej). Przez obydwie te więzy staw kolanowy staje się niepełnym stawem zawiasowym. Przez to jednak, że przy zgięciu kolana najmniejsze promienie wężownicy, a przy powstającym wyprostowaniu największe przyjmują położenie równoległe do kierunku więzów, odstęp ich punktów przyczepienia, zatem ich naprężenie coraz bardziej powiększa się w miarę zmiany położenia zgiętego na wyprostne, aż do najwyższego stopnia, po za który dalsze wyprostowanie jest niemożliwym. To także jest przyczyną, że obrot goleni na około swej osi podłużnej niezależnie od uda, jest możliwym tylko przy zgięciu, a niemożliwym przy wyprostowanej kończynie, gdzie gołęń i udo z powodu tego połączenia, stanowią jedną całość. 3. Również i części miękkie otaczające staw (mięśnie, ścięgna, skóra) mogą przez swe naprężenie ograniczyć ruchy podobnie jak i więzy tamujące.

### Warunki równowagi i czynna zmiana miejsca całego ciała.

Dla stosunków, o których tu mówić mamy, uważać możemy ciało jako łańcuch złożony z licznych ogniw i rozmaicie rozgałęziony, którego przedziały ogniw wszędzie tam się znajdują, gdzie dwie kości ruchomo ze sobą są połączone. Łańcuch taki wtedy tylko znajdować się będzie w stałej równowadze, gdy każde pojedyncze ogniwo dostatecznie będzie podpierane. Ta równowaga utrzymywana bywa w najrozmaitszy sposób przy różnych położeniach ciała (leżenie, siedzenie i t. p.). Położenie ciała, o którym tu oddzielnie mówić należy, jest stanie proste.

### STANIE.

Przez stanie rozumiemy ten stan równowagi, przy którym całe ciało opiera się na podszwach dotykających do ziemi. Gdyby całe ciało było słupem sztywnym, nie złożonym z pojedynczych ogniw, w takim razie dostatecznym byłby ten tylko warunek, aby środek ciężkości ciała podparty był przez powierzchnią podpierającą (utworzoną przez punkta zetknięcia się pomiędzy podszwami i ziemią) t. j. aby linia pionowa przechodząca przez środek ciężkości stykała się z ziemią w obrębie powierzchni podpierającej. Ciało jednak wówczas dopiero stać się może takim słupem sztywnym, gdy wszystkie jego połączenia kostne, ustalone będą nieruchomo. Przy zwykłym staniu ustalenie to ma miejsce prawie bez pomocy skurczenia mięśni, tak, że przy staniu mięśnie zajęte są tylko utrzymywaniem równowagi nie-staliej.

Połączenia kostne, które tu udział biorą, są: stawy stępowe i stępo-stopowe (art. tarsalis et tarso-metatarsalis), staw nogi, staw kolanowy, biodrowy, połączenia kręgow (spojenia miednicy uważane być mogą jako zupełnie stałe) i staw pomiędzy głową i najwyższymi kręgami szyjowymi. Inne połączenia kości (klatki piersiowej, górnych kończyn i szczęki) nie biorą tu udziału,

dla tego, że kości te nie służą za podporę innym, lecz są do drugich przymocowane.

Ponieważ połączenia kręgów głównie są spojeniami chrzęstnymi, dla tego stos kręgowy tworzy słup sztywny, lecz nieco giętki i bardzo sprężysty; jest on kilkakrotnie zagięty, wypukły ku przodowi w okolicy szyjowej i lędźwiowej, a wklęsły w części piersiowej i krzyżowej. Dla stawów więc międzykręgowych nie jest potrzebnem żadne osobne naprężenie. Pozostają zatem tylko następujące stawy:

1. Staw pomiędzy głową a najwyższemi kręgami szyjowemi. Ponieważ głowa ciągle odbywa ruchy, przeto w stanie tym nie ma miejsca żadne naprężenie podobne jak w następnych, lecz położenie głowy zależnem jest od skurczenia rozlicznych mięśni. Jeżeli skurczenie to nie ma miejsca (podczas snu i t. p.), to przy pionowym położeniu tułowia głowa opada ku przodowi i opiera się dolną szczęką o klatkę piersiową z powodu że środek ciężkości głowy znajduje się więcej ku przodowi, niż jego punkt podpory.

2. Staw biodrowy. a. Środek ciężkości części ciała mającej tu być podpartą, — tułów i głowa, — leżą na płaszczyźnie przechodzącej przez wyrostek mieczykowaty mostka (*processus xiphoidens sterni*) (WEBER), a mianowicie w bliskości kręgosłupa (przed 10 kręgiem piersiowym, HORNER); zamienia się on odpowiednio do wypełnienia przewodu pokarmowego i t. p. Linia pionowa przechodząca przez ten środek ciężkości przypada po z a linią łączącą obydwie stawy biodrowe. Tułów musiałby zatem ku tyłowi upaść, gdyby nie był od przodu z każdej strony przymocowany do kości udowej (*linea intertrochanterica ant.*) za pomocą silnego więzła przyczepionego do kolca biodrowego przedniego dolnego, który się nazywa więzłem górnym czyli biodrowym (*lig. superius s. iliofemorale*). Tułów zatem utrzymywany jest na główkach kości udowych w podobny sposób, jak fuzya ukośnie na bark założona, której opadaniu ku tyłowi zapobiega przytrzymywanie kolby ręką. Zupełnie tak samo jak więzło biodrowy działa przednia część naprężonej powięzi szerokiej (wiązło biodrokulszowe [*lig. iliotibiale*]) i naprężenie mięśni wyprostnych

goleni (*m. extensor quadriceps*), z tą różnicą, że dolne przyczepienia tych ostatnich znajdują się na goleni. b. Stałe utrzymanie w kierunku prostym (w celu uchronienia od upadania na prawo lub na lewo) byłoby nie potrzebnem, z powodu podwójnego podpierania miednicy, gdyby obydwie nogi przymocowane były do ziemi. Ponieważ jednak tak nie jest, przeto upadanie na bok, t. j. obracanie się tułowia na około jednej główki udowej ku jednej stronie byłoby możebnem, gdyby przywodzeniu uda po za linię środkową, które koniecznie z tem połączone być musi przy wyprostowaniu udzie, nie przeszkadzał więz obły (*lig. teres*), szczególnie gdy on jest naprężony przez wywrócenie nogi na zewnątrz, jak to ma miejsce przy staniu; to wywrócenie wykonywa mięsień pośladowy większy (*m. gluteus maximus*). Przywodzeniu uda sprzeciwia się także naprężona blaszka zewnętrzna powięzi szerokiej. c. Ustalenie wstrzymujące od obracania się tułowia na główce kości udowej jest przy staniu na dwóch nogach niepotrzebnem; może ono być wykonywane przez mięśnie pośladowe i więzy.

3. Staw kolanowy. a. Wspólny środek ciężkości głowy, tułowia i ud leży wprawdzie niżej lecz nie wiele więcej ku przodowi, niż środek ciężkości samej tylko głowy i tułowia. Zatem i dla stawu kolanowego przypada linia przechodząca przez środek ciężkości po z a punktem podpory; i tu zatem również istnieć muszą pewne przyrządy wstrzymujące przechylenie ku tyłowi. — Polegają one na naprężeniu więzła biodropiszczelowego (zob. wyżej) i na wyprężeniu i skurczeniu mięśni wyprostnych. — b. Ustalenie w kierunku prostym jest nie potrzebnem już z powodu ruchu zawiasowego stawu kolanowego, mianowicie przez obecność więzłów bocznych. — c. Obrót na goleniach przy wyprostowaniu jest niemożebnym z powodu urządzenia o którym wspomnieliśmy na str. 244.

4. Staw goleniostopowy. Środek ciężkości całego ciała (stopy opuszczamy tu zupełnie) znajduje się mniej więcej na wzgórku kości krzyżowej (*promontorium ossis sacri*), linia zatem pionowa przechodząca przez środek ciężkości, przebiega nieco przed linią łączącą obydwie osie stawów goleniostopowych.

Tu więc możliwym jest przechylenie się ciała ku przodowi, czemu zapobiegać może: a. to, że osie obydwóch stawów skokowych tworzą ze sobą kąt, tak, że jednoczesny obrót na około obydwóch bez zmiany miejsca (oddalenia), kończyn dolnych jest niemożliwym \*); b. zaciśnięcie tylnej węższej części główki kości skokowej do ustępu między obydwoma kostkami (malleola), który przy wyprostowaniu goleni tak jest wązki, że w nim zmieścić się nie może część przednia, szersza tej główki (co koniecznym jest przy nachyleniu się ku przodowi). Zaciśnięcie pomiędzy kostkami powstaje wskutek obrotu piszczeli na kości łydkowej przy wyprostowaniu goleni, przez co odstęp między kostkami tak obrócony zostaje, że obejmuje główkę ukośnie. — c. wyprężenie i skurczenie mięśni zginających stopę (w pojęciu anatomicznym): mięśni ścięgna Achillesa, mięśnia piszczelowego tylnego, łydkowego tylnego i t. d.

5. Małe stawy stopy. Kości stępu i stopowe tworzą sklepienie, na którego najwyższym punkcie (caput astragali) spoczywa ciężar ciała, a które wspiera się trzema punktami: guzem kości piętowej i główkami kości stopowych, 1. i 5. To sklepienie, które ciężar ciała splaszczyc usiłuje, głównie utrzymywane jest przez naprężenie więzów znajdujących się na stronie podeszwy stopy; tylko przy chorobliwym osłabieniu więzów sklepienie to zmniejsza się („noga płaska“). — Palce przy stanie nie służą do podpierania ciała, jednakże są one bardzo ważne przy wahanii się, mianowicie zaś przy chodzeniu. Podobnież i „stanie na palcach“ jest tylko wahanii się na główkach kości stopowych przy naprężeniu stawu nogi, przyczem cały tułów tak dalece ku przodowi zostaje nachylony, że linia przechodząca przez jego środek ciężkości łączy się z linią przechodzącą przez punkt podpory.

\*) To jednakże słabą jest tylko przeszkodą, gdyż nawet przy związaniu sobie obydwóch kości można przy stanie z wyprostowanymi nogami bez przeszkody ku przodowi się nachylić, a pięty nie zostają przytem podniesione.

#### CHODZENIE, BIEGANIE i t. d.

Chodzenie polega na tém, że miednica a wraz z nią i tułów podpierane zostają naprzemian przez jedną z kończyn dolnych („czynną“), rytmicznie się wymieniających, i przesuwa się przytem naprzód o pewną przestrzeń („długość kroku“), druga zaś kończyna dolna („bierna“) przez ten czas jest tylko zawieszona. Przy rozpoczęciu kroku kończyna podówczas czynna (zwykle nieco zgięta, zob. niżej) ustawioną jest prostopadłe do poziomu i tworzy przyprostokątnie trójkąta prostokątnego, którego przeciwprostokątnia utworzoną jest przez drugą kończynę bierną ku tyłowi wyciągniętą i tylko końcami palców do ziemi dotykającą a którego druga przyprostokątnia przedstawiona, jest przez linię łączącą obydwie nogi na ziemi. Czynna więc kończyna przesuując naprzód miednicę przechodzi ze swego położenia prostopadłego przyprostokątni na położenie przeciwprostokątnej ukośnie ku przodowi skierowanej, przyczem musi się ona odpowiednio przedłużyć; albowiem miednica ma być przesuwaną w kierunku p o z i o m y m. Przedłużenie to polega na tem, że kończyna (będąca w początku nieco zgięta) zupełnie się wyprostowuje we wszystkich swych stawach; wyprostowanie w stawie goleniostopowym powoduje unoszenie pięty od ziemi, przez co punkt podpory przechodzi na główki kości stopowych, w końcu i te zostają uniesione, tak, że kończyna dotyka się ziemi tylko końcem wielkiego palca; stopa zatem uniesiona zostaje z ziemi podobnie jak ogniwa podniesionego łańcucha. Teraz kończyna czynna ma względem tułowia ten sam kierunek, jaki miała w początku kończyna bierna. Ta ostatnia, która przy poprzednim kroku była czynną, a zatem opisane tu ruchy odbywała, opuszcza w początku tego kroku ziemię i na kształt w a h a d ł a, którego punkt przyczepienia znajduje się przy miednicy, przesuwa się ku przodowi, przez co stopa tej kończyny przesuwaną zostaje ku przodowi kończyny czynnej o tyle, o ile w początku rozpoczęcia kroku znajdowała się od tyłu (jest to długość kroku); stopa teraz opiera się o ziemię i po ukończeniu

przesunięcia miednicy przez kończynę czynną stoi ona prostopadłe do poziomu podpierając miednicę, więc tak, jak przy rozpoczęciu kroku stopa czynna się znajdowała. (Aby przy ruchu wahadłowym nie dotykać się ziemi, musi koniecznie kończyna odbywająca wahanie przez zgięcie nieco się skrócić). Podczas kroku zatem kończyna czynna przechodzi z położenia przyprostokątnej na położenie przeciwprostokątnej, bierna zaś z położenia przeciwprostokątnej na położenie przyprostokątnej; trójkąt zatem przesunięty został o długość kroku; stopa bierna przesunięta została na długość dwóch kroków, czynna zaś pozostała na swem miejscu; teraz obydwie kończyny zmieniają się, kończyna czynna staje się bierną i rozpoczyna swój ruch wahadłowy, kończyna bierna, która teraz postawioną została, staje się czynną, zaczyna się podnosić i t. d.

Prędkość chodu zależy zatem musi: 1. od długości kroku; 2. od trwania kroku, które złożone jest z czasu trwania ruchu wahadłowego i z przestanku pomiędzy ukończeniem się tego ruchu, a rozpoczęciem się następnego, to jest z przeciągu czasu, w którym obydwie nogi dotykają się ziemi. 1. Długość kroku, wystawiając ją sobie jako przyprostokątną wyższą wspomnianego trójkąta prostokątnego, jest tem większą, im większą jest różnica pomiędzy przeciwprostokątną i przyprostokątną, a zatem: a. im krótszą t. j. im bardziej zgiętą jest kończyna czynna przy rozpoczęciu kroku, im niżej więc miednica opuszczoną zostaje przy chodzeniu; b. im większą jest różnica długości pomiędzy zupełnie podniesioną (bierną) kończyną a kończyną prostopadłą t. j. im dłuższe są kończyny; osoby wysokie mogą zatem dłuższe kroki robić aniżeli osoby niskie. 2. a) Ruch wahadłowy odbywa się według znanych praw tem szybciej, im krótszą jest kończyna, długość kroku ma również tu wpływ albowiem kąt zбочenia kończyny staje się bardzo znacznym. b. Przeciąg czasu, w którym obydwie stopy dotykają się ziemi, może dowolnie być skrócony, a przy najszybszem chodzeniu = 0, tak, że stopa uniesiona w tej samej chwili opuszcza ziemię, w której druga stopa po swem wahanii zostaje postawioną.

Większa jeszcze szybkość może mieć miejsce przy biega-

niu, przyczem w każdym trwaniu kroku jest chwila, w której żadna stopa ziemi się nie dotyka. Kończyna podniesiona rozpoczyna już swoje wachania, zanim wachania drugiej się skończyły. Do tego koniecznem jest nadanie miednicy pewnej siły rzutu, aby podczas pozostawania na powietrzu nie upaść; ma to miejsce wówczas, gdy kończyna czynna w początku bardzo jest zgięta i wyprostowanie jej następuje z wielką szybkością i siłą.

Nie możemy tu bliżej rozbiierać rozmaitych rodzajów chodzenia i biegania, jak również i objawy poboczne, jakie przytem spostrzegać się dają (W. i E. WEBER, H. MEYER), a o których po części wnosić już można z powyżej przytoczonych faktów.

### Głos i mowa.

Prąd powietrza wydechowego a w niektórych wypadkach i powietrza wdechowego przechodzący przez krtani, jamę gardzielową, ustną i nosową używany zostaje do wywołania drgań w częściach tych przyrządów i do spowodowania przez to dźwięków i szmerów; pierwszym nadano miano „głosu“, obydwom zaś razem, jeżeli używane zostają jako znaki w celu porozumienia się, nadano miano „mowy“.

#### I. Głos.

Dźwięki głosu powstają przez drganie dolnych strun głosowych krtani, które rozpięte bywają w przewodzie krtani nakształt błoniastego języzka. Drganie zostaje w nich wywołane od dołu przez prąd powietrza wydychanego. Przewód, w którym osadzone są struny głosowe — od dołu („rura wietrzna“) oskrzela, tchawica, krtani, od góry („rura nasadowa“) krtani gardziel, jama ustna i nosowa, — służy podobnie jak przewody piszczałek stroikowych w części do wywołania dźwięku, w części do współdziewczenia.

Przez „dźwięk“ rozumiemy obecnie (HELMHOLTZ) każde uczucie słuchu wywołane przez regularne drganie powietrza. Jeżeli drgania powietrza są pojedyncze, wahadłowe, to dźwięk staje się „tonem“. Każde bardziej złożone regularne drganie daje się rozłożyć podług znanego matematycznego prawidła na pojedyncze drgania wahadłowe, których liczby drgań zachowują

się jak 1, 2, 3 i t. d. (FOURIER). Rozkład ten nastąpić może nie tylko matematycznie, ale także po części mechanicznie, a to w sposób jaki tu zaraz opiszemy. Wyobrazić sobie możemy każdy dźwięk jako sumę tonów, których liczby drgań zachowują się jak 1, 2, 3 i t. d. (tony częściowe dźwięku). Najniższy z tych dźwięków nazywa się zasadniczym tonem dźwięku, następne zaś nazywają się dodatkowymi tonami współdźwięcznymi. Jeżeli ton zasadniczy ma liczbę drgań  $n$ , to liczby drgań dodatkowych tonów współdźwięcznych będą:  $2n$  (oktawa tonu zasadniczego),  $3n$  (duodecima),  $4n$  (druga oktawa),  $5n$  (wielka tercja) i t. d. Liczba tonów częściowych i względna moc pojedynczych tonów jest nadzwyczaj różną przy rozmaitych dźwiękach, np. przy dźwiękach rozmaitych instrumentów; często w szeregu tonów częściowych brak niektórych. Nazywają zwykle dźwięk podług jego najmocniejszego dźwięku częściowego (ton główny, inne zaś, tony dodatkowe). Jeżeli ton np.  $a$ , występuje w rozmaitych dźwiękach jako ton główny, to zwyczajnie się wyrażamy, że słyszymy *a* z rozmaitem „uderzeniem dźwięku“ („timbre“). Jeżeli narysujemy łuk fali dźwięku, to kształt jego różni się znacznie od łuku fali pojedynczego tonu; często zbliża się ona wyraźnie do łuku fali pewnego tonu: tonu głównego; dla tego to dawniej wyrażano się, że dwa równie wysokie i silne „tony rozmaitego odcienia dźwięku“ różnią się co do przebiegu ich fal (jednakowo długich i wysokich).

Rozkładanie dźwięku na jego tony częściowe odbywa się najprostszym sposobem za pomocą tonów współdźwięcznych (HELMHOLTZ). Ton pojedynczy wywołuje drganie prawie wyłącznie w takich tylko ciałach, które posiadają taką samą liczbę drgań; dźwięk zaś wywołuje drgania w tych wszystkich ciałach, których własna liczba drgań jest taka sama jak liczba drgań jednego z jego częściowych tonów, a mianowicie wywołane drgania są w takim stosunku natężenia, jaki jest właściwy pojedynczym tonom częściowym przy rozkładzie dźwięku podług szeregu FOURIER'A. Mając więc szereg ciał współdźwięczących (Resonatorów), których tony własne odpowiadają pojedynczym tonom współdźwięcznym tonowi  $c$ , to przy powstawaniu dźwięku z tonu zasadniczego  $c$ , pojedyncze ciała współdźwięczne wydadzą tony rozmaitego natężenia, niektóre zaś wcale tonu nie wydadzą. Jako ciała współdźwięczne używają się zwykle kule szklane dobrane do pewnych tonów; z dwoma otworami, z których jeden zastosować się daje do przewodu słuchowego. Gdy przy jakim dźwięku ton własny ciała współdźwięczącego występuje jako ton częściowy, to takowy wyraźnie będzie słyszany, wszystkie zaś inne tony słyszaniem nie będą, (drugie ucho zatyka się). Podobnie jak w ten sposób rozbić można dźwięki, tak też można i naodwrot składać je z pojedynczych tonów. O sposobach wytwarzania zupełnie pojedynczych tonów i składaniu ich zob. niżej (mowa).

Brzmienie krtani i odpowiednich jej narzędzi stroikowych jest także dźwiękiem, w którym ton zasadniczy znacznie przeważa, jednakże i dodatkowe tony współdźwięczne aż do 6 lub 8 wykazać się dają przez rozbiór. Jeżeli więc w dalszym ciągu mówić będziemy o tonach krtani i o ich wysokości, to pod tym rozumić zawsze należy ton zasadniczy dźwięków.

## TONY JĘZYCZKÓW I NARZĘDZI STROIKOWYCH.

„Języczek“ pod względem akustycznym jest to blaszka sprężysta, która podczas spoczynku prawie zupełnie zamyka otwór, lecz tak jest umocowana, że przy każdym jej wyjściu z równowagi powiększa się odstęp pomiędzy jej brzegami a brzegami otworu. Jeżeli dosyć silny prąd powietrza wdmuchnięty zostanie ku otworowi, to wywołać musi drganie w języczku; odstępy bowiem podczas spoczynku blaszki tak są wąskie, że prąd powietrza napotyka opór i przejść nie może, skutkiem tego przed języczkiem nagromadza się powietrze, powstaje powiększone ciśnienie, które doszedłszy do pewnego stopnia odsuwa blaszkę sprężystą; w tej chwili powietrze gwałtownie wstępuje, a ciśnienie przed języczkiem tak znacznie się zmniejsza, że ten napowrót opada; to powtarza się ciągle. Urządzenie to sprawia, że prąd powietrza ciągle zmienia się na przerywany lub przynajmniej na prąd powiększający się i zmniejszający się, a jednocześnie języczek wprawiony zostaje w drganie wydające tony \*). Języczek może być blaszką sprężystą twardą z jednej strony przymocowaną, tak jak to ma miejsce przy wielu narzędziach stroikowych, lub też bloną sprężystą, („języczek błoniasty“) rozpiętą nad otworem. Ta ostatnia znowu może być tak rozpiętą nad otworem, że z obydwóch stron pozostawia odstęp, lub też może wypełniać cały otwór i tylko we środku pozostawiać odstęp. Tego ostatniego rodzaju jest błoniasty języczek krtani utworzony przez obydwie struny głosowe i głośnię.

Wysokość tonu (t. j. liczba drgań w jednostce czasu) wydanego przez języczek nadmuchiwy, zależną jest od czasu trwania drgań blaszki samej; jest ona zatem odwrotnie proporcjonalną do długości blaszki i proporcjonalną do pierwiastku kwadratowego z jej stopnia sprężystości, — przy rozpiętych zatem błonach do pierwiastku kwadratowego z ciężaru, który napina zupełnie tak samo jak przy strunie napiętej. Przy języczkach błoniastych przychodzi do tego jeszcze trzeci wpływ, mianowicie moc nadmuchiwania, która dla wysokości tonu zwyczajnych języczków twardych nie stanowi różnicy. Że silne nadmuchiwanie nie tylko wzmacnia ton, ale także podwyższa go (J. MÜLLER), objaśnić się daje z tego, że tu jednocześnie powiększa się natężenie błony, gdyż zboczenia języczka drgającego są większe przy mocniejszym nadmuchiwanu jak przy słabszem. To powiększone zboczenie powiększa przy błonach ich napięcie, a przy twardych blaszkach nie powiększa ich sprężystości, o ile takowa ma udział przy drganiu. Powiększający wpływ mocniejszego nadmuchiwania nie jest jeszcze dokładnie wyjaśniony. Kształt i wielkość odstepu o tyle tylko ma wpływ na ton, że wyższy odstep przy jednakowej sile żywej powiększa nagromadzenie się powietrza, a zatem ciśnienie przed języczkiem, i dla tego możebnem w tym razie jest mocniejsze nadmuchiwanie.

Jeżeli języczek znajduje się w rurze („narzędzie stroikowe“), to część, która doprowadza prąd powietrza, nazywa się rurą wieczną, druga

\* Kwestya jest, czy tony języczka zależą od drgań języczka samego (J. MÜLLER), czy też od drgań powietrza przerywanego występującego, jak to ma miejsce w syrenie (E. WEBER). Za pierwszym zdaniem przemawia ta okoliczność, że gdy języczek tak umieszczony jest, że może przechodzić przez otwór, że więc prąd powietrza przy drganiu języczka dwa razy zamiast raz przerywany zostaje, to jednakże nie słyszymy oktawy, lecz ten sam ton, co przy pojedynczym uderzeniu języczka (J. MÜLLER).

zaś część rurą nasadową. Jeżeli taki języczek nadmuchiwany zostaje, to nie daje się słyszeć jego ton własny, lecz wysokość tego tonu zmienioną zostaje przez wpływ rury, mianowicie rury nasadowej, (oprócz tego nateżenia tonu wzmocnione zostaje przez odbrzmiewanie). Przy języczkach niebłoniastych ton własny języczka zniża się aż o oktawę przez przedłużenie rury nasadowej; ma to miejsce wtedy, gdy długość rury nasadowej do tego stopnia dochodzi, przy którym własny jej ton równy jest własnemu tonowi języczka. Dalsze przedłużenie znowu przywraca pierwotną wysokość tonu, a potem znowu zniża o kwartę, (gdy długość dwa razy większą jest, jak przy oktawie), następnie wraca znowu do pierwotnej wysokości i t. d. (WEBER). Przy błoniastych narzędziach stroikowych te same powstają zmiany, lecz tylko w przybliżeniu (J. MÜLLER). Inni utrzymują, że przy błoniastych narzędziach stroikowych w ogóle rura nie wpływa na wysokość tonu, przypuszczając, że obydwie błony jednakowo są naprężone \*) (RINNE). Przy krtani rzeczywiście rura nasadowa nie ma wpływu na wysokość tonu, co podług pierwszego zdania powyżej przytoczonego tylko w ten sposób objaśnić się daje, że krtan w pewnym względzie odróżnia się od sztucznych narzędzi stroikowych błoniastych; w tych ostatnich bowiem błona rozpięta na ścianie rury bardzo jest skłonna do drgania, gdy tymczasem naprężenie strun głosowych prawie niezależnem jest od ścian rury (J. MÜLLER). Gdy nie cała błona, lecz mniejsza lub większa część jej brzegów przechodzi w drganie, to wpływ rury wzrasta z powiększeniem szerokości brzegów drgających (RINNE).

#### URZĄDZENIE KRTANI.

W krtani języczek błoniasty utworzony jest przez dwie blaszki błoniaste poziome, to jest przez dolne struny głosowe, które rozpięte są pomiędzy wewnętrzną (tylną) powierzchnią chrząstki tarczowej i przednimi zewnętrznymi powierzchniami chrząstek nalewkowych; są one pokryte błoną śluzową krtani, która tu wyjątkowo posiada nabłonek płaski. Odstęp pomiędzy temi strunami, głośnia (glottis vocalis), przedłuża się ku tyłowi do przestrzeni pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami chrząstek nalewkowych, zwaną głośnia oddechową (glottis respiratoria). Chrząstka tarczowa i chrząstki nalewkowe przymocowane są ruchomo do chrząstki obrączkowej; pierwsza obracać się może na około poziomej osi poprzecznej, tak, że przez ten obrot jej część przednia zbliżyć lub oddalić się może od przedniej

\*) Rozmaite naprężenie obydwóch błon oczywiście wywiera wpływ na ton własny błoniastego języczka, a mianowicie ton języczka ma być albo środkujący albo bliższy tonu błony bardziej naprężonej; jeżeli obydwie błony jednakowo są naprężone, to ton języczka ma być o pół tonu niższy, niż ton pojedynczych błon (RINNE).

części chrząstki obrączkowej; skutkiem tego nachylenie blaszki tarczowej do blaszki prostopadłej powiększa się lub zmniejsza, a górna jej część, do której przymocowane są struny głosowe, zostaje pociągnięta ku przodowi lub ku tyłowi. Chrząstki nalewkowe obracają się głównie na około swój osi podłużnej (pionowej), a że one są piramidami trójkątnymi, więc brzegami swemi rozmaicie względem siebie się ustawiają i przez to zmieniają kształt odstępu. Okazuje się z tego, że na długość i na naprężenie strun głosowych głównie wpływ wywierać musi położenie chrząstki. Dla tego bardzo stosownie byłoby nazwać chrząstkę obrączkową „chrząstką podstawową“, chrząstkę tarczową „chrząstką naprężającą“, a chrząstki nalewkowe, „chrząstkami ustawiającymi“ (LUDWIG).

Następujące mięśnie spowodować mogą zmianę położenia chrząstek krtaniowych, wpływających na struny głosowe: 1. Mięśnie obrączkotarczowe (mm. cricothyreoidei) pociągają chrząstkę naprężającą ku przodowi do chrząstki podstawowej, przez co ją obracają ku przodowi i ku dołowi około jej osi; pociągają zatem (zob. niżej) górną część tej chrząstki ku przodowi i naprężają przez to struny głosowe, gdy chrząstki ustawiające są nieruchome. 2. Mięśnie tarczonoalewkowe (mm. thyreoarytaenoidei), które po większej części przebiegają w samych strunach głosowych, obracają chrząstkę naprężającą ku górze i ku tyłowi, do chrząstki ustawiającej, dla tego zmniejszają naprężenie strun głosowych; część ich włókien pozostaje w samych strunach głosowych, musi zatem przy swem skurczeniu nadawać strunie głosowej nierówne naprężenie (skrócie część naprężoną), albowiem zmniejsza ona naprężenie tej części struny, w której przebiega, resztę zaś napręża. Dalej, ponieważ część włókien otacza zewnętrzny brzeg chrząstek ustawiających, musi ona zatem jednocześnie tak chrząstki te obracać, że one stykają się ze sobą swemi przednimi wewnętrznymi brzegami (proc. vocales), zaś brzegi ich tylne wewnętrzne oddalają się od siebie. Przez to głośnia prawdziwa bardzo zostaje zwężoną, głośnia zaś oddechowa rozszerzoną zostaje na przestrzeń trójkątną. 3. Mięśnie obrączkonalewkowe tylne (mm. cricoarytaenoidei postici) pociągają

zewewnętrzny brzeg chrząstek ustawiających, do dolnego końca których (do wyrostka mięśniowego) się przyczepiają, ku tyłowi i ku dołowi, tak, że przednie wewnętrzne brzegi, zostają na zewnątrz obrócone i nieco ku górze, tylne zaś brzegi stykają się. Przez to głośnia prawdziwa i oddechowa zostają rozszerzone, tworzą szeroki otwór skośno-czworoboczny. 4. Mięśnie obrączkonalewkowe boczne (mm. cricoarytaenoidei laterales) pociągają wyrostki mięśniowe chrząstek ustawiających ku dołowi, ku przodowi i na zewnątrz; przez to wierzchołki obydwóch piramid nieco od siebie się oddalają a jednocześnie same piramidy tak się obracają, że przyjmują położenie podobne jak przy kurczeniu się mięśni tarczonalawkowych; tylko wyrostki głosowe nie stykają się ze sobą tak blisko. 5. Mięśnie nalewkowe właściwe (mm. arytaenoidei proprii t. j. interarytaenoidei transversus et obliquus) zbliżają wierzchołki piramid do siebie i jednocześnie zbliżają tylko ich brzegi. Jeżeli więc one działają razem z mięśniami tarczonalawkowymi, to tak głośnia prawdziwa jako też głośnia oddechowa zamykają się i oddychanie zostaje wstrzymane np. przed kaszlem.

Dolki międzystrunowe (ventriculi Morgagni) zostawiają strunom głosowym dosyć przestrzeni wolnej do drgania, zwłaszcza gdy przez silne nadmuchiwanie do góry są wypukłone. Górne struny głosowe, o ile się zdaje, żadnego znaczenia nie mają dla głosu; wprawdzie spostrzeżono, że zwięźnienie rury nasadowej nad języczkiem podwyższyć może ton (J. MÜLLER), lecz wycięta krtani daje zawsze te same tony, bez względu, czy górne struny głosowe istnieją lub są wycięte. — U ptaków nie struny głosowe, lecz „dolna krtani“ służy do wytwarzania głosu, jest to przyrząd właściwy, zwykle znajdujący się w miejscu rozdzielenia się tchawicy.

#### TONY PRZYRZĄDU GŁOSOWEGO.

Z tego, co wyżej powiedziane było o tonach języczków i narzędzi stroikowych, łatwo domyślić się można jakie są ogólne warunki tworzenia i wymiany tonów w krtani. Do wydawania tonów w ogóle koniecznym jest pewne naprężenie strun głosowych i pewna moc nadmuchiwanego prądu powietrza; ta ostatnia znowu wymaga, aby głośnia była do pewnego stopnia zwięzłą, co ma miejsce przy skurczeniu mięśni obrączkonalewkowych

bocznych lub mięśni tarczonalawkowych, przy skurczeniu więc mięśni obrączkonalewkowych tylnych wydawanie głosu jest niemożliwe. Wysokość tonu zależy, jak to już wykazaliśmy, od długości i naprężenia strun głosowych i od mocy nadmuchiwania; niezależną jest od kształtu głośni, która jednak musi być bardziej zwięzłą aby mocniejsze nadmuchiwanie było możliwym; dalej wysokość tonu nie zależy także (przy krtani str. 254) od kształtu i długości rury wieźtrnej i nasadowej. Z tego okazuje się, że wysokość tonu wzrasta: 1. z powiększeniem naprężeniem strun głosowych, które powiększa się: a. przez skurczenie mięśni obrączkotarczowych, (które od zewnątrz wyczuć się daje), naprężających struny głosowe; b. przez zmniejszenie skurczenia mięśni tarczonalawkowych, których skurczenie zmniejsza naprężenie strun głosowych; c. przez mocniejsze nadmuchiwanie; wpływ ten głównie używany bywa przy najwyższych tonach. Aby najsilniejsze nadmuchiwanie było możliwym, musi głośnia być o ile możności wąską jak również i głośnia oddechowa zwięzłą (za pomocą mięśni nalewkowych właściwych). Przeciwnie zaś przy każdym mocnym naprężeniu strun głosowych, koniecznym jest do wywołania drgania mocniejsze nadmuchiwanie; ciśnienie powietrza w tchawicy, które przy przetokach tchawicy oznaczyć się daje za pomocą manometru, powiększa się przeto wraz z wysokością tonu (CAGNIARD-LATOUR). — 2. ze zmniejszoną długością drgających części strun głosowych; struny zaś skracają się przy jednakowym naprężeniu: a. przez częściowe skurczenie mięśni tarczonalawkowych; b. przez ścisłe przyleganie do siebie wyrostków głosowych chrząstek ustawiających, wskutek czego te części strun głosowych, w których chrząstki się znajdują, usłnięte zostają od drgania; c. krtanie mniejszych wymiarów, mianowicie dzieci i kobiet, z powodu krótkości strun głosowych dają w ogóle wyższe tony. Wszystkie te wnioski potwierdzone zostały przez doświadczenia a prócz tego okazało się (GARCIA), że przy powiększonej wysokości tonu górne struny głosowe coraz bardziej się zwięzają, (lecz nigdy do zupełnego zamknięcia), a nagłośnia coraz bardziej przykrywa miejsce krtani. Przy wyższych tonach krtani wznosi



się do góry, w części przez skurczenie mięśni podnoszących krtani, a być może w części także przez rozciągliwość tchawicy przy powiększonym prężeniu powietrza w niej zamkniętego. Pomimo tak prostych o ile się zdaje stosunków, prawdziwe czynności mające miejsce przy wydawaniu tonów muszą być nadzwyczaj złożone. Tak np. przy pewnym ustawieniu strun głosowych mocniejsze nadmuchiwanie musiałoby nie tylko wzmocnić ton ale podwyższyć go także, ponieważ jednak możemy ten sam ton utrzymać z rozmaitą mocą (piano i forte), dla tego musi istnieć ciągle w r ó w n y w a n i e sił mięśniowych.

Dla dochodzenia tworzenia się głosu w krtani mamy następujące sposoby: 1. Dotykanie i osłuchiwanie krtani od zewnątrz. 2. Obejrzenie wnętrza krtani za pomocą z w i e r c i a d l a k r t a n i o w e g o (GARCIA, CZERMAK TÜRCK). Jest to małe zwierciadelko, które się wprowadza do jamy ustnej ogrzane, (aby się nie pokryło parą wodną), a które utrzymuje się za pomocą rękojeści po nad wchodem krtani przed odsunięciem podniebieniem miękkim pod nachyleniem 45°. Na to zwierciadelko pada światło skupione, ze zwierciadła trzymanego przed ustami i opatrzonego otworem, po za którym znajduje się oko badającego; usta są przy tem szeroko otwarte, a język na zewnątrz wysunięty; widać wtedy wnętrze krtani dobrze oświetlone. 3. Badanie krtani otwartej sztucznie od góry u zwierząt żywych. 4. Doświadczenia na krtaniach wyciętych z trupów ludzkich (J. MÜLLER). Działanie mięśni naśladować tu można w ten sposób, że w miejscach ich przyczepu przymocowują się nitki, które przeprowadzają się we właściwych kierunkach przez rolki i obciążają ważkami. Krtani i rolki przytwierdzają się do jednej podstawy. Nadmuchiwanie odbywa się przez rurę do tchawicy przymocowaną za pomocą ust lub jakiego przyrządu dmuchawkowego; w celu mierzenia ciśnienia wprowadza się z boku manometr do rury. Aby badać wpływ rury nasadowej, pozostawiają się przy krtani u góry części głowy. Doświadczenia na krtaniach nieżywych okazują odmienne a po części nieobjaśnione jeszcze zboczenia od stosunków mających miejsce przy krtaniach żywych; zboczenia te dowodzą nam braku dokładnej znajomości tych stosunków. 5. Doświadczenia za pomocą krtani sztucznie naśladowanych (J. MÜLLER); należą tu w najobszerniejszem znaczeniu doświadczenia z narzędziami stroikowemi.

Dalsze podwyższenie tonów, niż to, które otrzymać się daje przez zwyczajny sposób wydawania głosu, możebnem jest przez t. z. „głos fistułowy“; jest to zupełnie inny sposób wydawania głosu, który mianowicie odpowiedni jest dla tonów wyższych, a których różnice od zwyczajnego sposobu nie są jeszcze bardzo dokładnie poznane. Również i odcień dźwięku głosu fistułowego bardzo różnym jest od głosu zwyczajnego.

Zauważano, że głośnia przy tem szerszą jest niż przy głosie zwyczajnym (również i oddalenie górnych strun głosowych); dalej, przyjmują także, że w tym głosie fistułowym struny głosowe drgają na mniejszej szerokości i tylko przy brzegach (J. MÜLLER, LEHFELDT); inni zaś utrzymują przeciwnie, że struny głosowe drgają tu na większej szerokości niż przy zwyczajnym głosie (GARCIA); nakoniec prawdopodobnem jest, że struny głosowe bardzo mocno są naprężone, za czem nawet przemawia uczucie napięcia w krtani. Z powodu większej szerokości głośni, powietrze musi prędzej zostać wydalone przy głosie fistułowym; ton zatem fistułowy nie może tak długo być utrzymywany jak zwyczajny. Różnica obydwóch rodzajów głosu zależąca od tej samej okoliczności, leży we współdzwięczności rury wietrznej i nasadowej; zob. niżej.

Obydwa przypuszczenia przeciwne sobie pod względem szerokości drgania strun głosowych, polegają na rozmaitym sposobie badania; pierwsze oparte jest na doświadczeniach wykonanych na krtaniach wyciętych, drugie na spostrzeżeniach za pomocą zwierciadła krtaniowego na krtani żywej. Objasnienia fizycznego tonów fistułowych dotąd jeszcze nie mamy.

Kształt i długość rury nasadowej i wietrznej, jak to już kilkakrotnie wspomnieliśmy, nie ma najmniejszego wpływu na wysokość tonu; wzmacnia zaś rura ton przez współdzwięczenie i zmienia go przez to, że w niej powstają tony uboczne, które wzmacniają pewne tony częściowe dźwięku głosu, a skutkiem tego zmieniają odcień dźwięku; głos pojedynczych osób przez to różni się od siebie. Przez z m i a n y kształtu rury nasadowej mogą w niej powstać dowolnie szczególne t o n y u b o c z n e i s z m e r y, które właściwe są mowie (zob. niżej). Inne szmery niewłaściwe lub przeszkadzające powstają przez nagromadzenie się śluzu i t. p. w rozmaitych częściach rury (lub na samych strunach głosowych). — W s p ó ł d z w i e c z e n i e jest przy zwykłych tonach największe w rurce wietrznej, albowiem ta zawiera powietrze zgęszczone przez zwężenie głośni, tchawica i ściany klatki piersiowej znacznie współdzwięczą i drgają (fremitus pectoralis); dla tego głos zwykły pełny i silny zwie się g ł o s e m p i e r s i o w y m. Przy tonach fistułowych nie ma współdzwięczenia klatki, lecz przeważa współdzwięczenie rury

nasadowej, to jest jamy ustnej, nosowej i t. p.; ztąd głos fistułowy zwie się także *głosem głowowym*.

Obszerność głosu piersiowego przy zupełnie rozwiniętym przyrządzie głosowym wynosi dwie do  $2\frac{1}{2}$  oktawy. Granice jednak są różne a to stosunkowo do wielkości krtani. Najniższy głos jest u mężczyzny: bas zwykle od E (80 drgań na sekundę) do f<sup>I</sup> (342), tenor od c (128) do c<sup>II</sup> (512); najwyższy głos jest u dzieci i kobiet: alt od f (171) do f<sup>II</sup> (684), sopran od c<sup>I</sup> (256) do c<sup>III</sup> (1024). Cała więc obszerność ludzkiego głosu piersiowego wynosi (E 80 — c<sup>III</sup> 1024), prawie 4 oktawy. Przestrzeń pomiędzy c<sup>I</sup> (256) do f<sup>I</sup> (342) jest wspólna wszystkim głosom, różnie jednak dźwięczy z powodu właściwego odcienia dźwięcznego krtani, stosownie do tego czy wydany jest głos przez basistę, alceistę i t. d. W wielu razach granice tu podane są przekraczane.

Rozwój krtani jest w pewnym stosunku z rozwojem części płciowych. Z powstawaniem dojrzałości płciowej wymiary krtani powiększają się nagle i głos altowy lub sopranowy dziecka zamienia się na głos bassowy lub tenorowy („zmiana głosu“). U ludzi pozbawionych jąder lub z niewykształconymi organami płciowymi głos pozostaje ciągle wysokim, wyższym nawet niż głos sopranowy kobiet.

## II. M o w a.

Mowa złożona jest z pewnych tonów i szmerów spowodowanych w jamach powyżej krtani przez powietrze wydychane i zużywanych w tym stanie do mowy — mowa cicha, — lub w połączeniu z dźwiękami głosu — mowa głośna.

Pierwiastki, ze złożenia których powstaje mowa, nazywają się *głoskami* i rozdzielają się na *samogłoski* i *spółgłoski*. Te nazwania są niestosowne, gdyż i „spółgłoski“ wymawiane być mogą same przez się i bez głosu, (choć niektóre z nich tracą przez to nieco na swych własnościach zob. niżej). Prawdziwa różnica polega na tem, że spółgłoski są szmerami prawdziwymi nie dającymi się określić, zaś samogłoski mają cechę dźwięków; te ostatnie przy mowie cichej są szmerami z przeważającym tonem dającym się oznaczyć pod względem wy-

sokości, a które to szmery wytworzone zostają w jamie ustnej, — przy mowie zaś głośniejsze są one pewnymi odmianami dźwięku głosu, wywołanymi przez to, że tony uboczne jamy ustnej wzmacniają niektóre tony częściowe dźwięku głosu.

## SAMOGŁOSKI.

1. W mowie cichej powstają samogłoski przez to, że jama ustna przyjmując rozmaite kształty nadmuchiwaną zostaje przez prąd powietrza wydychanego. Przez to powstają szmery, w których jednak przy bliższem zastanowieniu się, mianowicie przy porównaniu kilku samogłosek, odróżnić można pewne wysokości tonów, które u różnych osób (wiek, pleć), nadzwyczaj zgodne są w tych samych samogłoskach i na fortepianie oznaczone być mogą (DONNERS, WILLIS). Są to tony własne nadmuchiwaną jamy ustnej. Tomy te lepiej jeszcze wykazać można przez tony wspólne, trzymając przed jamą ustną ułożoną do wydania pewnej samogłoski dźwięczące kamertony; jeżeli natrafimy właśnie na kamerton, którego ton zasadniczy zgodny jest z tonem jamy ustnej, to natychmiast daje się słyszeć kamerton skutkiem wzmocnienia przez współdźwięczenie (HELMHOLTZ). Kształt jamy ustnej (zob. niżej) jest przy wymawianiu U i O podobny do butelki z krótką szyją, przy A podobny do lejka z przodu szerokiego, przy E i J podobny do okrągłej butelki z długą, wąską szyją i t. d. Odpowiednio do tonów własnych takich butelek tony jamy ustnej są dla U: f; dla O: b<sup>I</sup>; dla A: b<sup>II</sup>; dla Ae, E, I są dwa tony właściwe, (jeden dla dolnej części butelki drugi dla szyi): dla Ae: g<sup>II</sup> i d<sup>III</sup>; dla E: f<sup>I</sup> i b<sup>III</sup>; dla I: f (?) i d<sup>IV</sup>; dalej, dla Oe: f<sup>I</sup> i g<sup>III</sup> do as<sup>III</sup>, dla Ue: f i g<sup>III</sup> do as<sup>III</sup> (HELMHOLTZ). Małe odmiany wymowy znacznie zmieniają ton. Stałość tonu własnego jednej i tej samej samogłoski przy rozmaitej wielkości jamy ustnej objaśnić się daje przez stosowną zmianę otworu ustnego.

Rozmaite kształty jamy ustnej powstają w następujący sposób: Przy wymawianiu wszystkich samogłosek musi najprzód

przystęp prądu powietrza do jamy nosowej być wstrzymanym przez podniesienie podniebienia miękkiego, gdy tylko sama jama ustna ma być nadmuchiwaną. Jeśli to nie nastąpi, to przy głośnem mówieniu (zob. niżej) samogłoski przybierają cechę „nosowej“. Podniesienie podniebienia miękkiego jest najmniejsze przy A, coraz znaczniejsze przy E, O, U, I. Rozmaite kształty butelkowe ust (zob. wyżej) powstają w następujący sposób: przy A skutkiem języka opuszczenia na dno jamy ustnej, takowa jest najszerszą, usta bardzo są rozwarłe (kształt lejkowaty); przez O i U powstaje kształt kulistej butelki, przez podniesienie podstawy języka i zwężenie ust na otwór okrągły (przy U jama jest najwęższą przy A, E, I, powstaje długa szyja butelki wskutek zbliżenia języka do twardego podniebienia i t. d. Przy wszystkich samogłoskach, prócz przy U, podnosi się krtań nieco ku górze, najmniej przy O, potem przy A, E, I.

2. Głośne samogłoski przez to powstają, że ton własny jamy ustnej wzmacnia odpowiedni ton częściowy dźwięku głosu (HELMHOLTZ). Ztąd wypada, że najbardziej cechująco mogą być śpiewane podług nut takie samogłoski, których współdźwięczny wyższy ton odpowiada własnemu tonowi jamy ustnej; dalej, że pojedyncze dźwięki samogłosek nie różnią się liczbą wzmocnionych tonów częściowych, lecz bezwzględną wysokością tych tonów.

Rozbiór dźwięków samogłosek łatwo wykonany być może za pomocą ciał współdźwięcznych o których wspomnieliśmy na str. 252. Aby wytworzyć połączony dźwięk samogłoski, trzeba na fortepianie podnieść przyrząd stłumiający i zaśpiewać samogłoskę silnie i czysto podług nuty fortepianu naprzeciw strunom. Wtedy wszystkie te struny wydają dźwięk, których tony zawarte są jako tony częściowe w dźwięku samogłoski i to w odpowiednim stosunku nateżenia; natenczas słyhać samogłoskę odbrzmiewającą z fortepianu (HELMHOLTZ). Bardziej nauczającym jest skład samogłoski z pojedynczych tonów. Pewna liczba kamertonów, które odpowiadają współdźwięcznym tonom wyższym tonu zasadniczego (np. B. b,  $f^I$ ,  $b^I d^{II}$ ,  $f^{II}$ ,  $as^{II}$ ,  $b^{II}$ ,  $d^{III}$ ,  $as^{III}$ ,  $f^{III}$ ,  $b^{III}$ ), wprawiają się w drganie za pomocą elektromagnesów, (otworzenie i zamykanie prądu odbywa się przez osobny kamerton, który za pomocą pewnego przyrządu urządzonego na sposób młotka NEER'A wprawiony jest w drganie). Dźwięki kamertonów nie są słyszalne przez ustawienie ich na gummie; przed

każdym zaś stoi rura współdźwięczna podług tonu zasadniczego; jeżeli rura ta zostanie otworzoną, natenczas, daje się słyseć ton zasadniczy kamertonu, a zatem t o n pojedynczy. Można więc otrzymać pojedyncze tony mocniejsze lub słabsze przez mniejsze lub większe otwieranie rur współdźwięcznych, również można składać tony. W ten sposób przedstawić się dają nie tylko samogłoski, lecz i cechujące dźwięki różnych instrumentów i t. d. (HELMHOLTZ).

D w u g ł o s k i powstają podczas przejścia ułożenia ust dla jednej samogłoski na ułożenie ust dla drugiej samogłoski, i składają się z dwóch dźwięków szybko po sobie następujących.

#### SPÓŁGŁOSKI.

Szmerzy oznaczone jako spółgłoski powstają przez to, że przechodzące powietrze wydechowe wywołuje drganie nie wydające tonu w częściach łatwo poruszać się dających gardzieli i jamy ustnej; są one zatem z małemi wyjątkami, zupełnie niezależne od utworzenia głosu w krtani. Szczególniej do tego stosowne są trzy miejsca mogące być zwężanemi czyli t. z. „wrota“: 1. w r o t a w a r g, utworzone albo przez obydwie wargi, lub przez dolną wargę i górny szereg zębów siecznych, albo też przez górną wargę i dolny szereg zębów siecznych; 2. w r o t a j ę z y k a, utworzone przez wierzchołek języka i przednią część twardego podniebienia lub tylną stronę górnych zębów siecznych; 3. w r o t a p o d n i e b i e n i a utworzone przez podstawę języka i podniebienie miękkie. Przy każdym z tych miejsc może się tworzyć szereg szmerów, skutkiem czego powstają trzy szeregi spółgłosek, wargowe, językowe, podniebieniowe. Sposoby, wytwarzania szmerów przy tych wrotach są następujące: a. nagle rozszerzenie wrot dotychczas zamkniętych lub nagle zamknięcie wrot dotychczas otwartych; b. to samo, lecz powolniej; c. przejście powietrza przez zwężone wrota; d. to samo ze współdziałaniem głosu; e. zamknięcie wrot i wydanie głosu, gdy powietrze wychodzi przez jamę nosową; f. przerywane otwieranie i zamykanie wrot. W ten sposób powstają następujące spółgłoski:

Sposób tworzenia	1. Spółgłoski wargowe	2. Spółgłos. językowe	3. Spółgl. podniebieniowe.
a.	P	T	K
b.	B	D	G
c.	F, V	S twarde	Ch
d.	W	S miękkie i L	J,
e.	M	N	N nosowe
f.	R wargowe	R językowe	R gardzielowo

Do tej tablicy dodać jeszcze należy następujące uwagi: Szereg b. (B, D, G) różni się od a. (P, T, K) nie tylko przez powolniejsze otwieranie lub zamykanie, lecz także i przez to, że przy pierwszym właśnie z powodu powolniejszego odbywania się całej czynności dołącza się także i głos; jeżeli głosu nie ma, jak np. przy cichem mówieniu, szeregi te prawie się nie odróżniają. — Co do c. 3. Ch miękkie i twarde odróżnia się przez to, że przy pierwszym zwężeniu znajduje się nieco więcej ku przodowi, na twardem podniebieniu. — Szereg d. (W miękkie, S, L, J) może powstać tylko przy jednoczesnem wydawaniu głosu, chcąc cicho wymawiać W, to powstaje z tego V lub U. S miękkie i L odróżniają się przez to, że przy pierwszym zwężeniu znajduje się bardziej ku przodowi, a oprócz tego przy L pozostaje odstęp z obydwóch stron pomiędzy brzegami języka i podniebieniem. — Co do d. 3. Przy J zwężenie znajduje się w tem samym miejscu co przy miękkim Ch. — Co do f. R wargowe nie bywa używane w językach europejskich. Pomędzy R językowym i gardzielowem rozstrzyga język, sposób mówienia lub przyzwyczajenie.

Sz powstaje przez dwa po sobie następujące zwężenia, mianowicie obydwóch szeregów zębów i wierzchołka języka z podniebieniem; Th u anglików powstaje przez wsunięcie języka pomiędzy obydwoma szeregami zębów: twarde Th w wyrazie „thing“ należy podobnie jak sz do szeregu c., miękkie Th w wyrazie „the“ powstać tylko może przy współdziałaniu głosu, należy zatem do szeregu d. — H jest szmerem powstającym w samej krtani, wywo-

łanym przez szybkie przejście powietrza przez znacznie rozwartą głośnię.

Złożone spółgłoski powstają właściwie przez to, że po nagłem roztworzeniu zamkniętych wrot, (P, T, K,) występujące powietrze przechodzi przez drugie wrota (twarde S); w ten sposób powstają spółgłoski złożone z P i S (*ps*), F i S (*fs*) T K i S (*xts*). Inne złożone spółgłoski powstają przez szybkie przejście jednego ułożenia ust na inne.

Wspomnieć jeszcze możemy, że spółgłoski szeregu e (M, N, N nosowe) nie są szmerami lecz tylko odmianami dźwięku głosu przez własne tony nadmuchiętych tych części jamy ustnej i nosowej.

Badanie ruchów przy mowie ma miejsce w części przez obejrzenie jamy ustnej, gdy usta są otwarte, w części przez dotykanie za pomocą palca wprowadzonego do ust. Dla rozpoznania czy wejście do jamy nosowej jest otwarte lub zamknięte, umieszcza się przed otworami nosa płomień świecy lub czyste zwierciadło. Nakoniec różne stosunki wyjaśnione zostały przy badaniu mowy w stanach chorobliwych (brak zrośnięcia podniebienia miękkiego i t. p.)

CZEŚĆ TRZECIA.

---

**Przyrzędy wyzwalające.**

UKŁAD NERWOWY.

---

We wstępie wykazaliśmy już w ogólnych zarysach urządzenie przyrządu wyzwalającego (układu nerwowego) i stosunki jego do świata zewnętrznego i do „przyrządów pracy“. Z tego poglądu okazuje się, że w układzie nerwowym odróżnić należy następujących pięć grup organów:

1. Organa, za pośrednictwem których w przyrządach pracy wyzwalane zostają prace: — organa końcowe nerwów w mięszach, gruczołach i mięśniach.

2. Organa, które przeprowadzają czynność wyzwalającą z nerwowych przyrządów ośrodkowych do przyrządów wspomnianych powyżej przy 1: — organa przewodniczące odśrodkowe.

3. Nerwowe organa ośrodkowe, których znaczenie na str. 7 wykazane zostało.

4. Organa, które przeprowadzają do przyrządów ośrodkowych czynności wyzwolenia pochodzące ze świata zewnętrznego: — organa przewodniczące dośrodkowe.

5. Organa, w których ruch świata zewnętrznego działa wyzwalająco na organa wspomniane przy 4: — organa zmysłowe.

Jednakowoż fizjologia nie opisuje układu nerwowego w tych pięciu rozdziałach. Organa przewodniczące odśrodkowe i dośrodkowe nie odróżniają się bynajmniej od siebie pod względem swych własności, tylko różne są przyrządy z którymi one na obwodzie są w związku (zob. wyżej 1 i 5). Odróżnić zatem należy: organa przewodniczące, ośrodkowe, zmysłowe i przyrządy końcowe w organach pracy; te dwa ostatnie razem połączyć można, jako obwodowe organa końcowe przyrządu przewodniczącego, jak to ma miejsce w rozdz. XII tej części.

## ROZDZIAŁ JEDENASTY.

### Organa przewodniczące. (Nerwy).

#### A. OGÓLNE POJĘCIE.

Pierwiastki nerwów są to długie i cienkie włókna, które podobnie jak włókna mięsne zlepione są ze sobą wzdłuż za pomocą tkanki łącznej (perineurium) i w mocnej oponie włóknistej (neurilemma) połączone są w okrągłe lub płaskie powrózki (nerwy). Każde włókno nerwowe jest rurką wypełnioną prawdopodobnie płynną zawartością; cienka pochewka jego (pochewka Schwann'a) jest podobnie jak omięsna błona sprężystą jądra zawierającą. Zawartość, która w stanie świeżym, jak się zdaje, jest jednolitą, rozpada się po śmierci pod rozmaitemi wpływami na stałe włókienko osiowe (Axoncyliner) i na masę ziarnistą, tłuszcz zawierającą, która włókienko osiowe otacza (rdzeń). Pewien rodzaj włókien nerwowych zwykle cieńszych nie posiada rdzenia, składa się zatem z włókienka osiowego i pochewki, (włókna bezrdzenne, szare, włókna Remak'a), trzeci rodzaj włókien przedstawia tę właściwość, że włókienko osiowe w pewnych odstępach przedstawia się obrzmiałe i nie posiada pochewki

(włókna paciorkowate \*). O rozmieszczeniu rozmaitych rodzajów włókien zob. rozdz. XIII.

### Nerw spoczywający.

Części składowe chemiczne zawartości nerwów są prawie zupełnie nie znane. Oprócz wody i soli wykazano: różne tłuszcze w stanie czystym nie otrzymane (po części fosfor zawierające \*\*) i ciała białkowe. — Oddziaływanie świeżego nerwu spoczywającego jest obojętne (FUNKE).

Własności mechaniczne nerwów nie zasługują wcale na uwagę. Nerwy nierozciągnięte mają skłonność do tworzenia delikatnych fałdów poprzecznych (prążki poprzeczne FONTANA'EGO).

Podobnie jak w mięśni, tak też i w nerwie nawet podczas spoczynku odbywa się pewna zmiana materii, polegająca prawdopodobnie na sprawach utleniania, chociaż dotychczas nie wykazano ani przyjmowania tlenu, ani wydalania kwasu węglanego. O tych czynnościach sądzić należy: 1. z tego, że nerw zawiera właściwe części składowe tkaniny różne od części składowych krwi; 2. z tego, że w nerwie spoczywającym uwolnione zostają siły żywe.

Nerw bowiem, zupełnie tak samo jak mięsień, przedstawia podczas spoczynku „prąd nerwowy“, do którego odnoszą się w zupełności te same prawa, co do tamtego. Zachowanie się

\*) Powyższe twierdzenie, bronione dawniej przez Valentin'a, Henle'go i i., jakoby rdzeń i nitka osiowa powstawały dopiero skutkiem pośmiertnego rozkładu jednolitej zawartości włókna wcale nie jest właściwe. Każde włókno nerwowe zawiera nitkę osiową stanowiącą istotną część włókna; we włóknach rdzennych znajduje się oprócz tego półpłynny rdzeń, który nitkę osiową ze wszech stron otacza, oddzielając ją od pochewki. Po śmierci rdzeń zmienia się, krzepnie, zbija się w kulki i t. d., skutkiem czego powstaje pozór, jakoby cała zawartość włókna się rozłożyła. Tak samo twierdzenie autora co do natury pochewki szklistej nie jest uzasadnione, gdyż nie jest złożona z tkanki sprężystej (należącej do utworów substancji łącznej); a jądra znajdujące się często na włóknach, mianowicie bezrdzennych, nie leżą w pochewce, lecz w samej zawartości włókna i przylegają tylko do wewnętrznej powierzchni błonki. Wypada oprócz tego nadmienić, że paciorkowata forma włókien powstaje sztucznie, a to nie tylko we włóknach bezrdzennych, ale i w delikatnych włóknach rdzennych, (jakie np. się znajdują w białej substancji mózgu i rdzenia kręgowego), i że brak błonki na owych bezrdzennych paciorkowatych włóknkach nie jest jeszcze dowiedziony.

H.

\*\*) Nie są to właściwie tłuszcze, pomimo że się rozpuszczają w eterze.

H.

więc jego będzie następujące: 1. każdy punkt powierzchni podłużnej naturalnej (lub sztucznej) zachowuje się dodatnio względem każdego punktu sztucznego przecięcia poprzecznego (prawdziwe poprzeczne przecięcie nerwu nie jest dostępne); 2. każdy punkt powierzchni podłużnej bliżej równika leżący zachowuje się dodatnio względem punktu bardziej oddalonego. (Stałe prądy przecięcia poprzecznego, chociaż bezwątpienia istnieją, nie są jednak jeszcze wykazane z powodu małej przestrzeni tego przecięcia).

Własności więc elektryczne nerwu mogą w zupełności być przedstawione przez obraz opisany na str. 213.

Nerw może również ze stanu spoczynku przejść w dwa inne stany, to jest w stan czynny i w stan obumarcia. Czy i tu, podobnie jak w mięśni, istnieje związek tych stanów ze sprawami utleniania i zużyciem tlenu, to pozostaje jeszcze do rozstrzygnięcia.

### Obumarcie nerwu.

Obumarcie nerwu nie jest nacechowane tak jak w mięśni skrzepnieniem \*); okazuje się ono tylko przez ustanie prądu nerwowego, przez utratę pobudzalności (zob. niżej) i wystąpienie oddziaływania kwasnego (FUNKE). Nerw obumarły, podobnie jak mięsień, przechodzi w gnicie, skoro nie będzie od tego uchroniony przez zasuszenie.

### Stan czynny.

Stan czynny nerwu wywołany zostaje tak jak w mięśni przez siłę wyzwalającą, to jest przez bodziec; i tu także

\*) Nie zgadza się to z tem, co autor na str. 269 powiedział o rozkładzie zawartości włókna na nitkę osiową i rdzeń. Rzeczywiście rdzeń po obumarciu włókna zmienia się podobnie, jak za życia w nerwach nieczynnych (przeciętych, sparaliżowanych). Nitka osiowa i zawartość komórek nerwowych również się zmieniają po śmierci; przy ściślejszym badaniu można się przekonać, że słabo mętnieją i gęstnieją, co niezawodnie następuje skutkiem krzepnięcia ciał białkowych, z których się składają.

H.

własność nerwu przechodzenia w stan czynny skutkiem działania bodźców nazywa się p o b u d z a l n o ścią.

Stosunki pobudzalności i bodźce są pod wieloma względami jednakowe w nerwie i w mięśniu.

### P O B U D Z A L N O ŚĆ.

Pobudzalność połączona jest z prawidłowym składem nerwu. Ponieważ jednak skład nerwu tylko bardzo powierzchownie nam jest znany, musimy więc zadowolnić się samem tylko wykazaniem wpływów, które o ile doświadczenia przekonały, powiększają pobudzalność, zmniejszają ją lub niszczą; wytłomaczenia tych wpływów po większej części brakuje. Następujące fakta są w tym względzie znane: 1. Jeżeli nerw jakkolwiek nie jest już w związku z żywym przyrządem ośrodkowym, (np. odcięty od niego, lub gdy ten ostatni obumarł), to pobudzalność jego z początku powiększa się znacznie, potem jednak zmniejsza się i zupełnie ginie; zrobienie cięcia poprzecznego przyspiesza przebieg całej téj sprawy (ROSENTHAL); dalej, przebiega ona w tych częściach nerwu, które są bliższe ośrodku prędzej niż w częściach bardziej oddalonych (prawo RITTER'a i VALLIE'go). W nerwie oddzielonym od ośrodku, lecz pozostającym w ciele, następują potem zmiany co do składu chemicznego i co do budowy, t. z. „stłuszczenie“. (Jeżeli obydwie końce przecięcia są w zbliżeniu, to zrastają się z sobą, gdy pobudzalność końca obwodowego jeszcze nie zginęła). 2. Również dłuższy spoczynek nerwu zmniejsza i niszczy pobudzalność i prowadzi w końcu do stłuszczenia. (Przecięte nerwy czucia przechodzą dla tego w stłuszczenie, tak w części obwodowej, jako też w części ośrodkowej,— w pierwszej dlatego, że oddzieloną jest od organu ośrodkowego, w drugiej z tego powodu, że nie zostaje już pobudzana). 3. Długo trwająca c z y n n o ść zmniejsza również czasowo pobudzalność i może ją nawet na zawsze zniszczyć (znużenie, wyczerpanie). W pierwszym razie spoczynek przywraca pierwotny stan. Zmiany w nerwie powstające przy znużeniu, nie są jeszcze znane. 4. Wielkie zmiany mechaniczne nerwu (pociąganie, ści-

skanie); również 5. większe zmiany składu chemicznego (utrata wody przez wysychanie, zastosowane środki gryzące i t. d.) niszczą pobudzalność. Wpływy ciepłoty dotychczas badane tylko u żab, są następujące: ciepłota wyższa od 45°C (przez ciepłotę 40 — 45°C nerw zostaje p o b u d z o n y, zob. niżej) niszczy pobudzalność, a mianowicie tém prędzej, im jest wyższą,— ciepłota 70° natychmiast; aż do 50° pobudzalność może być powróconą przez oziębienie (ROSENTHAL). 7. Szczególniej ważnym zdaje się być wpływ e l e k t r y c z n o ści. Jeżeli przez jakąkolwiek długość nerwu przeprowadzi się stały prąd galwaniczny, to nerw w całej swój długości przechodzi w stan odmienny, w którym tak własności jego elektryczne (DU BOIS-REYMOND), jak też jego stosunki pobudzalności (ECKHARD, PFLÜGER) zmienione zostają. Stan ten nazywa się „n a s t r o j e m e l e k t r y c z n y m“ (electrotonus) (DU-BOIS-REYMOND), stan zaś tych części, w których prąd nie przebiega, nazywa się od strony bieguna dodatniego „nastrojem elektrycznym wstecznym“ (anelectrotonus), od strony zaś bieguna ujemnego „nastrojem elektrycznym równobieżnym“ (caelectrotonus) (PFLÜGER), sam zaś stały prąd nazywa się „polaryzującym“, czyli „wywołującym nastrój elektryczny“. — Odprowadzając p r ą d n e r w o w y z dwóch jakichkolwiek punktów nerwu \*), podczas gdy przez inne części nerwu przeprowadza się stały prąd, wtedy prąd nerwowy zostaje w z m o c n i o n y („dodatni stan“ nastroju elektrycznego), gdy prąd polaryzujący ma ten sam co on kierunek, o s ł a b i o n y zaś zostaje („ujemny stan“), gdy ten prąd ma kierunek przeciwny. Wpływ nastroju elektrycznego jest największy w bliskości biegunów. — P o b u d z a l n o ść jest przy miernój sile prądu polaryzacyjnego znacznie powiększona na przestrzeni pomiędzy elektrodami („przeźród międzybiegunowa“), podobnie na przestrzeni będącej w stanie nastroju elektrycznego równobieżnego, zmniejszona zaś na przestrzeni będącej w stanie wstecznego nastroju elektrycznego \*\*). Również i te zmiany są największe

\*) Zob. przypisek na str. 269.

\*\*\*) Doświadczenia te zwykle tak są urządzone, że druty wychodzące od dodatniego i ujemnego bieguna stołu galwanicznego są zapaszczone swemi końcami do obojętnych wążkich wilgotnych



w bliskości biegunów; wraz z powiększającą się mocą prądu polaryzującego powiększają się one do pewnego stopnia, następnie zmniejszają i giną zupełnie, — a przy najsilniejszych prądach przechodzą w zmiany przeciwne. — Po ustaniu prądu polaryzującego wraca pobudzalność po przejściu na przeciwną odmianę, (na dodatnią, po wstecznym nastroju elektrycznym, ujemną po równobieżnym nastroju elektrycznym), powoli do stanu prawidłowego (zob. również niżej przy bodźcach).

Objawy nastroju elektrycznego są przyczyną, dla której w obrazie przedstawiającym cząsteczki elektryczne nerwu, a zatem także i mięśnia, przyjęliśmy zamiast jednej cząsteczki obiegunowej, dwie cząsteczki dwubiegunowe (str. 213); gdyż tylko za pośrednictwem tego przypuszczenia powyżej wspomniane objawy wytłomaczyć się dają, a to w sposób następujący: W systemacie cząsteczek polaryzowanych przeprowadzony prąd elektryczny powoduje takie ustawienie, że każda cząsteczka obraca swój biegun dodatni do ujemnego elektrodu, a swój biegun ujemny do elektrodu dodatniego. Podobnie i cząsteczki nie bezpośrednio przebiegane przez prąd ten, będące jednak w bliskości tych, przez które prąd przechodzi, przyjmują to samo ustawienie (bezwzględne); albowiem jedne cząsteczki działają na drugie pewną siłą kierującą, t. j. swemi biegunami dodatnimi przyciągają ujemne i przeciwnie. Wyobrażając więc sobie na obrazie — figura na str. 213 szereg 4 i 5, — że cztery środkowe cząsteczki każdego szeregu przebiega prąd polaryzujący, którego biegun dodatni z prawej strony się znajduje, a ujemny z lewej, to oczywiście że 5 i 7 cząsteczka każdego szeregu obrócone zostają na 180° \*), tak, że cztery cząsteczki (5, 6, 7, 8), nie będą obiegunowe, lecz dwubiegunowe (wszystkie ich strony białe obrócone zostaną na lewo). To samo następuje, jak to wyżej powiedzieliśmy, w częściach znajdujących się po za elektrodami, t. j. cząsteczki 1, 3, 9, 11, obracają swoją białą stronę na lewo, a mianowicie témbardziej, im bliżej elektrodów się znajdują, a zatem 3, 9 bardziej niż 1, 11. Skutkiem tego na wszystkich punktach nerwu nastąpić musi zmiana stosunków napięcia odpowiednio do kierunku prądu polaryzującego; prąd zatem nerwowy musi się stać silniejszym tam, gdzie prąd polaryzujący ma jednakowy z nim kierunek, — słabszym — gdzie kierunek tego prądu jest przeciwny.

przewodników. Przewodniki te ustawiają się blisko siebie, a kawałek nerwu świeżo wyciętego układa się na nich w ten sposób, że środkowa jego część utworzy połączenie pomiędzy jednym i drugim; dla tego też nazywa się ta część międzybiegunową. Powstający wtedy nastrój elektryczny inaczej się objawia w kawałku nerwu leżącym na zewnątrz bieguna dodatniego czyli tak zwaną anody, a inaczej w kawałku od zewnątrz bieguna ujemnego czyli katody. Stan w pierwszym nazywano anelectrotonus, w drugim katelectrotonus. Zwyczajny elektryczny prąd nerwu (prąd spoczynkowy) w pierwszym jest zwiększony, (ponieważ ma równy kierunek z prądem stosu), a pobudzalność zmniejszona, a w drugim przeciwnie prąd jest osłabiony, a pobudzalność podwyższona. Stan ten natychmiast ustaje i nerw wraca do stanu pierwotnego, jeżeli prąd elektryczny stosu się przerwie, a zamieni się w przeciwny (odwrotny), jeżeli tylko kierunek prądu w stosie się zmieni.

## H.

\*) Obrót na 180° jest największy, ponieważ prądy polaryzujące rozmaitej mocy powodują silniejszy lub słabszy nastrój elektryczny, zatem przyjąć należy, że cząsteczki obrócone zawsze zostają tylko o mniejsze kąty.

## B O D Ź C E.

Bodźce, które wywołują czynność w nerwie, są następujące:

1. Prądy elektryczne zmiennego natężenia. Stały zupełnie prąd przechodzący przez nerw (przypuszczając, że takowy nie drażni chemicznie przez wyroby rozkładu elektrycznego) nie działa prawie wcale pobudzająco podczas samego przejścia, chociaż to wykazać się daje (zob. o tem niżej). Przeciwnie zaś każda zmiana mocy prądu [ściślej się wyrażając gęstości prądu \*)] wywołuje w nerwie pobudzenie, a mianowicie pobudzenie jest tém silniejsze, im szybciej (nagle) odbywa się zmiana gęstości prądu, („zmienne natężenie prądu“) (Du-Bois-Reymond). Zmienne natężenie prądu najczęściej zastosowane polega na zamykaniu i otwieraniu prądu t. j. na przejściu mocy prądu z 0 na zupełnie silny prąd lub przeciwnie. Lecz i każda inna zmiana natężenia prądu działa pobudzająco. np. nagle wzmocnienie lub osłabienie prądu już przechodzącego przez nerw, lub też sama tylko zmiana gęstości prądu w nerwie przy niezmienionej mocy prądu \*\*).

Wyobrażając sobie czas trwania zmiany natężenia prądu rozłożony na wiele drobnych części, a te cząsteczki uważając jako odcięte, jako rzędne zaś moc prądu odpowiednią każdej cząsteczce czasu, otrzymamy linię krzywą, która przedstawia nam czas trwania zmiany natężenia prądu. Z podanego powyżej „prawa pobudzenia nerwu przez prąd“ okazuje się, że pobudzenie przez zmianę natężenia prądu tém jest większe, im część wstępująca lub zstępująca tej linii krzywej bardziej jest pochylą t. j. w im krótszym czasie zmiana prądu się uskutecznia. (Prawo tej zależności nie jest jeszcze dokładnie znane). — Z tego samego prawa okazuje się, że za pomocą słabego prądu możemy silnie pobudzić nerw, jeżeli tylko bardzo szybko prąd wprowadzać lub wy-

\* Pod wyrazem gęstości prądu rozumiemy moc prądu, podzieloną przez przecięcie poprzeczne ciała przebieżonego przez prąd (w tym razie nerwu). Oczywiście jest że tylko ta wielkość daje nam miarę, albowiem ta sama moc prądu w cieńszym nerwie działa silniej niż w grubszym. (Mając tę samą ilość elektryczności czyli moc prądu, to takowa na grubszym nerwie utworzy słabszą warstwę elektrycznego płynu czyli będzie miała mniejszą gęstość, aniżeli na cieńszym nerwie. H.)

\*\* To ostatnie otrzymać można np., gdy przy zamkniętym prądzie nagle powiększamy grubość nerwu przez położenie na nim innego przewodnika wilgotnego. Prąd, który dotychczas przechodził przez sam tylko nerw, przechodzi teraz przez obydwa przewodniki, gęstość prądu zatem nerwie zmniejsza się nagle.

prowadzać z nerwu będziemy. Dla tego też elektryczność powstała przez tarcie działa na nerw silnie pobudzająco, chociaż bowiem prądy te są bardzo słabe, lecz nadzwyczaj szybko powstają i znów szybko znikają. Z tego samego powodu chętnie używamy do pobudzenia bardzo szybko powstających i znikających prądów indukcyjnych. Jasną również jest rzeczą, że za pomocą nerwu zamknąć można bardzo silny prąd, a zamknięcie to działać nie będzie pobudzająco, jeżeli tylko przez rozmaite sztuczne urządzenia zamykanie to powoli uskutechnione zostanie.

Powyżej wspomniane pobudzenie przez prąd stały okazuje się przy nerwach mięśniowych jako tężec, a przy nerwach czucia jako uczucie (ból i t. d.), które trwają podczas trwania prądu. Objawy te są większe przy prądach wstępujących (zob. niżej), niż przy prądach zstępujących, dalej, są one tym większe, im mocniejsze są prądy, a to do pewnej granicy, po za którą zmiany pobudzalności nastroju elektrycznego zmniejszają znów skutek.

Zmienne natężenia prądu pobudzają najsilniej wtedy, gdy prąd przechodzi wzdłuż nerwu, — wcale zaś nie pobudzają, gdy prąd przechodzi w poprzek. Gdy prąd tworzy kąt z osią nerwu, to pobudzenia są pośrednie, a prawa ich jeszcze nie są wykazane.

Zmienne natężenia prądu dodatnie i ujemne (zatem przedewszystkiem zamykanie i otwieranie) nie mają jednakowej wartości pod względem pobudzenia; ich względna wartość różna jest odpowiednio do kierunku prądu pobudzającego. Prawo tej zależności jest następujące: Pewna dana przestrzeń nerwu pobudzoną zostaje, gdy w niej powstaje (przez prąd pobudzający) catelectrotonus (albo gdy on się powiększa,) lub gdy znika anelectrotonus (albo gdy się zmniejsza) (PFLÜGER).

Doświadczenia z których prawo to wyprowadzone zostało, są dość zawiłane. (Odbywane były na nerwach ruchowych, dla tego prawo to nazywa się także prawem „drżania“). Jeżeli bowiem prąd pobudzający przechodzi przez pewną (środkową) część nerwu, to bez względu na przestrzeń bezpośrednio przebieżoną (międzybiegunową) cały nerw zostaje rozłożony na dwie części, w których istnieją stany zupełnie przeciwne, — w jednej części anelectrotonus, w drugiej catelectrotonus. Podług więc powyższego prawa przy zamknięciu prądu pobudzającego zawsze pobudzoną zostaje przestrzeń będąca w stanie catelectrotonus, przy otwieraniu zaś pobudzoną zostaje przestrzeń będąca w stanie anelectrotonus. Jeżeli prąd pobudzający ma kierunek wstępujący (t. j. gdy biegun dodatni skierowany jest do mięśnia), to oczywiście jest, że przy zamknięciu pobudzoną zostaje górna część nerwu, przy otwarciu zaś dolna; — przeciwnie rzecz się ma przy prądach zstępujących. Pytanie teraz zachodzi, która przestrzeń, za pobudzeniem jej, wywołuje w mięśniu czynność (drżanie). To różnem jest, stosownie do mocy prądu pobudzającego. Przy silnych bowiem prądach przestrzeń międzybie-

gunowa traci swą możność przewodnictwa, (zob. niżej) mogą tu więc występować czynnie tylko pobudzenia przestrzeni dolnej blisko mięśnia się znajdującej; przy silnych zatem prądach powoduje drżanie przy zamknięciu prąd zstępujący, przy otwarciu prąd wstępujący. Przy prądach średniej mocy występują czynnie obydwie przestrzenie, gdyż przewodnictwo międzybiegunowej przestrzeni nie jest przerwane; w tym więc razie jakikolwiek będzie kierunek prądu, tak zamykanie jako też otwieranie wywoływać będzie drżanie. Przy prądach najsłabszych ta tylko przestrzeń działać będzie na mięsień, której pobudzenie jest większe, to jest zawsze część bardziej oddalona od mięśnia (zob. niżej); ztąd przy bardzo słabych prądach zamknięcie prądu wstępującego i otwarcie prądu zstępującego musiałyby wywołać drżanie. Ten ostatni jednak stosunek przez to się zmienia, że powstawanie catelectrotonus jest silniejszym bodźcem, niż znikanie anelectrotonus, tak, że przy najsłabszych prądach zstępujących nie powstaje drżanie przy otwieraniu, lecz przy zamykaniu prądu. Zatem prawo drżania przedstawia się w następujący sposób: (D = drżanie, S = spoczynek, Z = zamknięcie, O = otwarcie)

Moc prądu	Prąd wstępujący		Prąd zstępujący	
	Z — D	O — S	Z — D	O — S
Słaby	Z — D	O — S	Z — D	O — S
Średni	Z — D	O — D	Z — D	O — D
Silny	Z — S	O — D	Z — D	O — S

Przy nerwach dośrodkowych dochodzi się do działalności bodźców na zwierzętach, wywołując w nich skłonność do kurczów zwrotnych przez otrucie strychniną.

Jeżeli prąd do pobudzenia używany bardzo był silny lub przez długi czas był zamknięty, to zamiast drżania przy otwarciu następuje tężec (tężec RITTER'A), który natychmiast znika, skoro prąd w tym samym kierunku zostaje zamknięty, powiększa się zaś, gdy prąd w przeciwnym kierunku zamknięty. Ponieważ tężec ten pochodzi od silnego pobudzenia wskutek znikania anelectrotonus, dla tego ustaje on wnet, gdy przestrzeń nerwu będąca w stanie anelectrotonus oddzielona zostanie od mięśnia. To oczywiście może tylko mieć miejsce przy prądzie zstępującym, a mianowicie przez przecięcie nerwu pomiędzy biegunami na granicy biegunu dodatniego i ujemnego („punkt obojętny“) (PFLÜGER). — Dawniej zachowanie się to uważane było jako odmiana pobudzalności, podobna do tej, o której wspomnieliśmy na str. 273, i tłumaczono, że prąd stały powiększa pobudzalność nerwu przy otwarciu prądu mającego z nim jednakowy kierunek i przy zamykaniu prądu mającego przeciwny kierunek, zmniejsza zaś pobudzalność w warunkach przeciwnych (ROSENTHAL). — Zjawiska tu podane łatwo objaśnione być mogą podług prawa pobudzalności PFLÜGER'A. Jeżeli prąd jest słabszy lub przez krótszy czas był zamknięty, lub też gdy pobudzalność przez obumarcie nerwu zmniejszyła się, to zamiast tężca przy otwarciu powstaje nieco dłuższe drżanie, a potem drżanie zwykłe.

„Przywrócenie pobudzalności mięśni przez prądy stałe“ o którym wspomnieliśmy na str. 219, należy również do tych zjawisk; przy tem wspomnieć tu należy, że wszystkie prawa elektrycznego pobudzenia nerwów odnoszą się i do mięśni. Mięsień bowiem również staje się pobudzalnym przy otwarciu prądu tego samego kierunku i przy zamykaniu prądu przeciwnego kierunku.

2. **Bodźce chemiczne.** W ogólności działają na nerw pobudzająco wszystkie wpływy, które zmieniają jego skład chemiczny w pewnym stopniu i z pewną szybkością. Prawie wszystkie chemiczne bodźce nerwu jednocześnie niszczą jego pobudzalność, niektóre z nich np. amoniak i roztwory soli metalicznych tak prędko niszczą, że przed tem nawet nie powstaje żadne pobudzenie \*). Ponieważ przez substancję nerwu, zwłaszcza przez pochwętkę, powoli tylko przesiąkanie się odbywa, dla tego bodźce chemiczne dla nerwów muszą w ogóle być bardziej stężone niż bodźce dla mięśni. Najglówniejszymi bodźcami chemicznymi dla nerwów są (ECKHARD, KÜHNE): Stężone roztwory kwasów mineralnych, alkalia, sole alkaliczne, stężony kwas mleczny, stężona gliceryna i t. d. Oddalenie wody (wysuszenie) działa również pobudzająco.

3. **Bodźce ciepła.** Ciepłota 40 — 45° C działa na nerwy (ruchowe żaby) pobudzająco, nie niszcząc ich. Wyższe ciepłoty niszczą nerw bez pobudzenia (ROSENTHAL).

4. **Bodźce mechaniczne.** Wszelki wpływ mechaniczny, który w jakimkolwiek miejscu nerwu zmienia jego kształt z pewną szybkością (uderzenie, ciśnienie, podwiązanie, nacięcie i t. p.), działa podczas zmiany kształtu pobudzająco. Jeżeli kształt na zawsze jest zmieniony, to zwykle ginie przytem pobudzalność i możność przewodnictwa.

5. **Bodźce prawidłowe, pochodzące z przyrządów końcowych t. j.** (zob. wstęp do tej części) czynności w przyrządach ośrodkowych, które zwane są samodzielnością, wołą i odruchem (zob. rozdz. XIII), — w przyrządach zmy-

\*) Autor ma tu na myśli tylko sztuczne drażnienie nerwów, a mianowicie nerwów ruchu wyciągłych z organizmu. Normalne pobudzenie nerwów węchu i smaku polega na chemicznym działaniu substancji wonnych i smakujących na obwodowe ich zakończenia, które bynajmniej nie ulegają przytem zniszczeniu.

słowych pobudzające wpływy świata zewnętrznego: światło, głos, ciepło, uderzenie i t. d. (rozd. XII).

#### ZJAWISKA STANU CZYNNEGO.

O samym stanie czynnym nerwu bardzo mało wiemy. Nie znamy ani sił, które uwolnione zostają przy czynności nerwu, ani spraw chemicznych, które są ich przyczyną. Brak nam zupełnie znaku cechującego, któryby odróżniał czynne miejsce nerwu od miejsca będącego w spoczynku, jak to ma miejsce w mięśniach które się kurczą. Różnica chemiczna pomiędzy nerwem w spoczynku będącym i nerwem czynnym w tem tylko potwierdzoną została, że nerw czynny przedstawia k w a s n e o d d z i a ł y w a n i e (FUNKE). Zużycia tlenu nie wykazano ani w nerwie spoczywającym, ani w czynnym. Co się tyczy wymiany siły, wiadomo tylko, że wytwarzanie ciepła nie ma miejsca (HELMHOLTZ \*) i że wytwarzanie elektryczności, podobnie jak w mięśniu, przy czynności zmniejsza się; tak jak prąd mięśniowy, tak też i prąd nerwowy przedstawia podczas czynności z b o c z e n i e u j e m n e (DU-BOIS-REYMOND), które za pomocą tych samych sposobów co przy mięśniu wykazać się dają.

Nerw również musi być wprowadzony w stan t ę z c o w y, aby jego ujemne zбочenie prądu wykazać na moltiplikatorze. Dla rheoskopu zaś fizyologicznego dostatecznym jest także jednorazowe tylko pobudzenie; wtedy poczyna drgać udko żaby służące do badania, którego nerw położony został na nerwie badanym (zob. str. 221). Drganie to zowie się „następczem drganiem“, — ponieważ na pierwszy rzut oka zdaje się, jakoby przy tem drganiu pobudzenie pierwszego nerwu bezpośrednio przyprowadzone zostało na nerw drugi (zob. niżej), co w żadnym razie miejsca mieć nie może; — z tego powodu nazywa się ono także „drżaniem zбочnym“ (paradoxe Zuckung), (zwłaszcza w pewnych warunkach nadzwyczaj ludzkich).

#### ROZCHODZENIE SIĘ STANU CZYNNEGO W NERWIE (PRZEWODNICTWO).

Czynność nerwu, która jak to już powiedzieliśmy, w samym nerwie nie jest widoczna, wywołuje jednak zmiany w jednym

\*) Valentin w nowszym czasie wykazał, że w nerwach tak samo, jak i w mięśniach podczas czynności podnosi się ciepło, lecz podwyższenie to jest bardzo nieznaczne (u żaby do 0,03°C.).

z obydwóch jego przyrządów końcowych, to jest w obwodowym lub ośrodkowym. W warunkach prawidłowych bodziec wywołujący stan czynny w nerwie, działa zwykle na jeden z obydwóch jego przyrządów końcowych, a za każdym razem objawia się potem w drugim przyrządzie końcowym pewna zmiana, którą dla krótkości nazywamy „skutkiem“. Jeżeli w nerwie jakim po pobudzeniu jego obwodowego przyrządu końcowego skutek następuje w przyrządzie ośrodkowym to czynność ta zowie się *d o ś r o d k o w ą*, w przeciwnym razie *o d ś r o d k o w ą*. W każdym włóknie nerwowym objawia się czynność tylko w jednym kierunku, dla tego odróżniamy włókna nerwowe i nerwy dośrodkowe i odśrodkowe. — Oprócz tych prawidłowych bodźców działających na jeden z przyrządów końcowych, może każdy nerw być pobudzony na każdym punkcie jego przebiegu przez pobudzenie sztuczne (zob. niżej), a wtedy również ten sam skutek następuje, mianowicie w ośrodkowym przyrządzie końcowym przy nerwach dośrodkowych, w obwodowym przy nerwach odśrodkowych. Najprostsze objaśnienie tych stosunków jest to, że przy prawidłowym pobudzeniu przyrządu końcowego nie od razu cały nerw przechodzi w stan czynny, lecz że czynność przeniesioną zostaje z jednej cząstki nerwu na drugą, a to przez całą jego długość; — dalej, że każdy bodziec, który działa na pewien punkt nerwu, nasamprzód w nim wywołuje stan czynny, i przez to powoduje taki sam szereg przeniesień, jak prawidłowe pobudzenie przyrządu końcowego. Ta własność nerwu przenoszenia stanu czynnego z każdego punktu na sąsiedni i w ten sposób aż do przyrządu końcowego nazywa się *p r z e w o d n i c t w e m*. Ścisły dowód dokładności tego poglądu znajduje się niżej.

Warunkiem dla przewodnictwa jest, aby pomiędzy punktem pobudzonym i przyrządem końcowym, w którym skutek ma nastąpić, nerw wszędzie był nienaruszony. Wszelkie zranienie w któremkolwiek bądź miejscu tego przebiegu przez przecięcie, naciśnienie (podwiązanie), palenie, zniszczenie chemiczne (środkami gryzącymi) przerywa przewodnictwo. Podobnie i inne wpływy zmniejszające pobudzalność, zmniejszają również i przewodnictwo np. anelectrotonus.

W celu objaśnienia różnicy pomiędzy nerwami dośrodkowymi i odśrodkowymi przyjmowano dawniej, że w ogólności każdy nerw ma możność przenoszenia czynności w jednym tylko kierunku, a mianowicie że pierwsze przenoszą ją w kierunku do końca ośrodkowego, drugie do obwodowego. Przypuszczenie to jednak wcale nie jest potrzebnem, albowiem każdy nerw w jednym tylko z obydwóch jego końców jest w związku z przyrządami, w których skutek jego czynności na jaw występuje. (Nie ma np. żadnego nerwu, któryby w jednym końcu był w związku ze zwojem nerwowym czuciowym, a w drugim z mięśniem). Dla tego też nie można podać żadnej właściwej różnicy pomiędzy nerwami dośrodkowymi i odśrodkowymi, ale przyjąć należy że każdy nerw przewodniczyć może w *o b y d w ó c h k i e r u n k a c h*, lecz że w jednym tylko jego przyrządzie końcowym objawia się skutek czynności nerwowej. — Że rzeczywiście istnieje „przewodnictwo w obydwóch kierunkach“ dowodzą następujące fakta:

1. Jeżeli jakakolwiek przestrzeń nerwu pobudzoną zostaje, to zmiany towarzyszące czynności nerwowej, (zwłaszcza ujemne, zboczenie prądu str. 279), występują nie tylko na jednym, ale na obydwóch końcach przestrzeni pobudzonej (Du-Bois-Reymond).
2. Drażniąc jedną gałąź końcową rozgałęzionego włókna nerwowego (w mięśniu), jeżeli wspólny pień jest nienaruszony, wtedy i druga gałąź końcowa przechodzi w stan czynny; zatem gałąź drażniona oprócz zwykłego kierunku przewodnictwa odśrodkowego musiała przewodniczyć także i w kierunku dośrodkowym (Kühne).
3. Dotychczas nie wykazano jeszcze pomiędzy temi dwoma rodzajami nerwów żadnej różnicy ani pod względem anatomicznym, ani chemicznym, ani też fizyologicznym.
4. Najlepszym dowodem przewodnictwa nerwów w obydwóch kierunkach byłoby doświadczenie mające na celu sztuczne przyrządzenie nerwu, połączonego w końcu ośrodkowym z przyrządem czuciowym, a w końcu obwodowym z mięśniami, w którym zatem przewodnictwo w obydwóch kierunkach wywołaćby mogło skutek; w tym celu należałoby wywołać zrośnięcie końca ośrodkowego przeciętego nerwu czuciowego z końcem obwodowym nerwu ruchowego (Bidder). Doświadczenie to, które dotychczas nie uda-

wało się, w ostatnich czasach wykonane zostało przez połączenie końca obwodowego nerwu podjęzykowego z końcem ośrodkowym nerwu językowego (PHILIPPEAUX i VULPIAN \*)..

Jako różnicę fizyologiczną pomiędzy temi dwoma rodzajami nerwów przytaczają, że pewne trucizny działają tylko na jeden rodzaj, i tak np. trucizna Kurara paraliżuje tylko nerwy ruchowe. Jednakże wykazano, że trucizna ta działa tylko na obwodowe przyrządy końcowe; nie dowodzi to więc wcale pewnej właściwości samych nerwów.

Stan zatem czynny wywołany przez bodziec nasamprzód w miejscu pobudzenia zostaje rozprzestrzeniony przez przewodnictwo w obydwu kierunkach, lub gdy pobudzenie powstaje w przyrządzie końcowym, rozprzestrzenia się ono tylko w jedną stronę. Skutkiem tego wszystkie części nerwu przechodzą po kolei w stan czynny. Stopień czynności nie jest wszędzie jednakowy, lecz powiększa się wraz z oddaleniem od punktu z początku pobudzonego. Znaleziono bowiem (PFLÜGER), że skutek w przyrządach końcowych (np. w mięśni, przy pobudzeniu nerwu ruchowego), tém jest większy, im pobudzone miejsce nerwu bardziej jest oddalone od przyrządu końcowego. Tego nie można inaczej objaśnić jak tylko, że stan czynny przy rozprzestrzenianiu się nie utrzymuje się w tej samej wielkości, lecz ciągle w z r a s t a. Fakt ten zarówno jest dowodem, że podany przez nas we wstępie pogląd o przewodnictwie jest prawdziwy. Gdyby bowiem przewodnictwo było prostem tylko rozprzestrzenieniem się jakiego ruchu, podobne do rozprzestrzenienia się fali na sznurze, to oczywiście jest rzeczą, że natężenie czynności przeprowadzonej musiałoby się z m n i e j s z y ć z powiększeniem się oddalania od punktu wyjścia (z powodu oporów), lub co najwięcej, mogłoby się utrzymać na swym pierwotnym stopniu. Powiększenie się zaś natężenia tej czynności wymaga innego objaśnienia. Przypuszczamy zatem (PFLÜGER), że każda cząsteczka nerwu posiada pewną ilość sił napiętych, z której podczas czynności pewna część uwolniona zostaje; siły zaś uwolnione jednej cząsteczki działają znów w y z w a l a j ą c o na siły napięte są-

\*) Z równem powodzeniem doświadczenie to było robione przez J. Rosenthal'a. H.

siedniej cząsteczki tak, że przewodnictwo polega na szeregu o g n i w y z w o l n i c z y c h; coraz większe wzrastanie objąć się daje przez przypuszczenie, że przy wyzwoleniu w następujących cząsteczkach większe ilości sił uwolnione zostają, niż te, które działają wyzwalająco, (w poprzedniej cząsteczce wyzwolone).

#### SZYBKOŚĆ PRZEWODNICTWA.

Przenoszenie, które jest podstawą przewodnictwa, wymaga pewnego czasu, tak, że przewodnictwo odbywa się z pewną szybkością nie zbyt znaczną. Szybkość ta wynosi (w nerwach ruchowych żaby) 26 — 27 metrów na sekundę (HELMHOLTZ). Niektóre wpływy zmieniają ją; tak np. zimno zmniejszają (HELMHOLTZ), tak samo i stan nastroju elektrycznego, bez względu na jego rodzaj (v. BEZOLD).. Dalej, prawdopodobnem jest, że szybkość przewodnictwa nie jest jednostajną, lecz zmniejsza się z powiększaniem się oddalenia od miejsca z początku pobudzonego (H. MUNK \*)..

Do badania szybkości przewodnictwa w nerwach posługiwano się temi samemi dwoma sposobami, jak do oznaczenia czasu trwania drgania mięśnia. Drażniono bowiem dwa razy po sobie ten sam nerw w dwóch punktach jego przebiegu. Przy drażnieniu miejsca znajdującego się bliżej mięśnia, czas pobudzenia utajonego, (które oznaczyć można tak sposobem POUILLET'A, jako też za pomocą myografionu), był k r ó t s z y, drganie zatem wprzód nastąpiło, niż przy drażnieniu miejsca bardziej oddalonego. Różnica co do trwania pobudzenia utajonego, w tych obydwóch doświadczeniach odniesiona do wymierzonego odstępu pomiędzy obydwoma punktami pobudzonemi, daje nam szukaną szybkość rozchodzenia się stanu czynnego w nerwie.

\*) Hirsch i Schelske znaleźli przy swych doświadczeniach, że szybkość przewodnictwa u człowieka wynosi około 30 metrów na 1 sekundę. Inne rezultaty jak Munk otrzymali P. P. Piotrowski i Widmann w Krakowie, przekonawszy się, że szybkość, z jaką stan czynny udziela się w nerwie, wzrasta w miarę długości nerwu. Rezultat ten zgadza się także z faktem przez Pfäffer'a (str. poprzednia) dowiedzionem, że koniec ośrodkowy nerwów ruchu jest drażliwszy od końca obwodowego. Ci sami wykazali także, że szybkość udzielenia się stanu czynnego jest różna według kierunku prądów użytych do drażnienia, mianowicie większa przy drażnieniu prądami odśrodkowemi (idącemi w kierunku od rdzenia kręgowego ku mięśniowi), niż przy drażnieniu prądami dośrodkowemi; a przy drażnieniu za pomocą ciepła szybkość jest przeciwnie taka sama, jak przy udzieleniu elektryczności. H.

### Czynność włókien nerwowych i ich podział.

Pomimo, że najprawdopodobniej wszystkie włókna nerwowe zupełnie są jednakowe, okazuje się jednak potrzeba ich podziału. Zwyczajny podział oparty jest na czynnościach włókien nerwowych, która zależną jest od własności ich obydwóch przyrządów końcowych; czynność nerwu w ten sposób spowodowana zowie się „czynnością właściwą“. Podług tego dzielimy włókna nerwowe (właściwie: „układy złożone z włókna nerwowego i obydwóch przyrządów końcowych“) na:

A. Włókna ośrodkowe: 1. Włókna ruchowe; ich obwodowym przyrządem końcowym jest włókno mięsne lub inny pierwiastek kurczliwy, o którym w poprzednim rozdziale mówiliśmy. 2. Włókna wydzielnicze; ich obwodowym przyrządem końcowym jest gruczoł, a właściwa ich czynność polega na tem, aby w skutek pobudzenia, powstającego z ośrodka lub przez czynność zwrotną (zob. rozdz. XIII), powiększyć w gruczole bezpośrednio (bez udziału nerwów naczynioruchowych) wydzielanie, a być może tylko czynność utleniania. 3. Włókna które rządzą sprawami odżywiania (utleniania) w mięszszach, a zatem zachowują się względem soków mięszszowych podobnie jak włókna wydzielnicze względem wolnych wydzielin, są to t. z. *nervi tropici*. Istnienie ich, chociaż jest prawdopodobnem, nie zostało jednak jeszcze wykazane; wszystkie prawie objawy, które dotychczas względem nich przytaczano, odnieść się dają do działania nerwów ruchowych (mianowicie naczynioruchowych), wydzielniczych lub nawet czuciowych (zob. niżej przy nerwie trójdzielny). Jedyny niewątpliwy wpływ nerwów na odżywianie jest wpływ na odżywianie samego nerwu; poprzednio bowiem już przytoczyliśmy, że nerwy przecięte w części obwodowej przechodzą w słuszczenie.

Dwa ostatnie rodzaje nerwów wywierają zarazem wpływ na wytwarzanie ciepła, dla tego mogłyby być tak dobrze nazwane nerwami ciepło wywołującymi, jak nerwy mięśniowe zwane są nerwami ruchowymi. Jednakowoż wpływy nerwowe na miejscową ciepłotę zdają się głównie odnosić do rozdzielenia krwi (nerwy naczynioruchowe).

B. Włókna dośrodkowe. 1. Włókna czuciowe; ich ośrodkowym przyrządem czuciowym (przyrząd skutkowy) jest organ duchowy, jako skutek ich pobudzenia powstaje czynność duchowa, mianowicie *czucie*; obwodowym ich przyrządem końcowym jest przyrząd zmysłowy (rozdz. XII). 2. Włókna zwrotne czyli pobudzające ruchy; w ich ośrodkowym przyrządzie końcowym pobudzenie przybywające tam przeniesione zostaje na inne włókna, a w końcu na włókna ośrodkowe. — Organa duchowe połączone z włóknami czuciowymi przedstawiają rozmaite rodzaje czucia, jedno uczucie światła, drugie uczucie słuchu i t. p. Każde włókno czuciowe jest tylko w stanie pobudzić ten sam organ duchowy, a zatem wywołać zawsze ten sam rodzaj czucia, w jakikolwiek bądź sposób ono by pobudzone zostało; „właściwą czynnością“ więc włókien nerwu wzrokowego jest uczucie światła, włókien nerwu słuchowego uczucie głosu, i t. d. Obwodowe przyrządy końcowe każdego włókna czuciowego (przyrządy zmysłowe) są pobudzone nie tylko przez ogólne bodźce nerwowe, lecz jeszcze przez bodźce szczególne, i zwykle przez te ostatnie pobudzone zostają; i tak: przyrządy końcowe nerwu wzrokowego w siatkówce pobudzone są przez fale światła, przyrządy końcowe nerwu słuchowego przez fale głosu, przyrządy końcowe nerwu węchowego przez „wpływ substancyj wonnych“ i t. p. Ponieważ dusza nie posiada środków do rozpoznania przybywającego pobudzenia, dla tego przyjmuje ona dla każdego uczucia jego zwykle pochodzenie t. j. 1. odnosi ona przyczynę każdego uczucia do obwodowego przyrządu włókna czuciowego, nawet wtedy, gdy pobudzenie w sposób niezwykły nie działało na przyrząd obwodowy, lecz na pień nerwowy; osoby np. którym jaki członek został odcięty, odnoszą uczucia, wywołane przez jaki bodziec na przecięty koniec nerwu, do członka odciętego (ośrodkowe przenoszenie uczucia); 2. Dusza przyjmuje jako przyczynę właściwą czynność, która zwykle pobudza przyrząd końcowy włókna (światło, głos i t. p.), nawet wtedy, gdy inny jakikolwiek ogólny bodziec nerwowy (mechaniczny, elektryczny, chemiczny, lub ciepło) był przyczyną pobudzenia; uważa ona zatem każde uczucie światła

jako wywołane przez fale światła, które na siatkówkę wpływają, chociażby przyczyną tego uczucia było rozciąganie siatkówki, nacisnięcie nerwu wzrokowego i t. p. — Wnioski o pochodzeniu pobudzenia w wielu razach jeszcze dalej bywają posuwane; mianowicie tam, gdzie właściwa czynność pobudzająca przebiega zawsze musi pewną oznaczoną drogę, aby przybyć do obwodowego przyrządu włókna czuciowego. I tak, każda fala światła pobudzająca siatkówkę, każda fala głosu pobudzająca nerw słuchowy musi poprzednio przebiegać części przezroczyste oka, ciała przeprowadzające głos w ucho; odpowiednio więc do tego przyczyna uczucia światła i głosu odniesione bywają do zewnętrznych. Przy uczuciu światła dusza wnosi nawet o miejsce u ciała świecącego, przynajmniej o kierunku; każdy oświetlony punkt siatkówki połączony być może z punktem świecącym przez promień główny („linią kierunkową“ zob. rozdz. XII) i przyczyna uczucia światła zostaje w tym kierunku do zewnątrz odniesiona.

Zupełnie bez słusznej zasady bywają włókna czuciowe dzielone jeszcze na nerwy czuciowe (w ścisłym znaczeniu) i nerwy zmysłowe, zob. o tem rozdz. XII, 5. — Zasada właściwych czynności nerwów daje się dalej jeszcze przeprowadzić. Wedle pojęcia dotychczas przyjętego mogą istnieć w jednym i tem samym włóknie rozmaite stany pobudzenia, spowodowane przez różnorodność właściwego bodźca lub przez rozmaite działanie ogólnych bodźców nerwowych; następstwem tych rozmaitych stanów pobudzenia są różne uczucia w przyrządzie ośrodkowym, które jednak należą wszystkie do tego samego rodzaju (uczucie światła, głosu i t. d.). I tak np. włókno nerwu smaku, może być pobudzone w przyrządzie końcowym przez cukier, aloes, a w jego pniu przez prądy wstępujące i zstępujące; skutek jest zawsze uczucie smaku, lecz w pierwszym razie będzie smak słodki, a w drugim razie gorzki, w trzecim razie kwaśny, w czwartym zaś palący („alkaliczny“). Co do istoty tej różnicy w stanach pobudzenia nie istnieją jeszcze żadne poglądy. Ścisłejsze przeprowadzenie zasady właściwych czynności byłoby odpowiedniejsze, mianowicie przyjąć by należało, że dla każdej odmiany uczucia należącej do tego samego rodzaju istnieją osobne włókna nerwowe, które jedynie przez pewną formę bodźca zostają pobudzone i których przyrządy ośrodkowe przedstawiają rozmaite odmiany uczucia. Stosownie do tego objawy powyżej przytoczone w ten sposób objaśnić by się dały, że substancja słodka i substancja gorzka pobudzają różne włókna nerwu smaku i że smak elektryczny jest niejako zbiorowem uczuciem wszystkich pojedynczych rodzajów smaku. I w rzeczy samej podobne przypuszczenie podane już zostało przy niektórych nerwach czuciowych, mianowicie przy nerwach wzrokowych i słuchowych, a niektóre objawy potwierdzają to przypuszczenie (YOUNG, HELMHOLTZ). W nerwie wzrokowym przyjęte są oddzielne włókna dla róż-

nych kolorów (np. trzy kolory zasadnicze), w nerwie słuchowym dla rozmaitej wysokości tonów. Bliższe szczegóły tego zob. w następnym rozdziale.

C. Włókna międzyośrodkowe t. j. takie, które łączą pomiędzy sobą dwa przyrządy ośrodkowe (komórki zwojowe). Liczba ich jest nadzwyczaj wielka i o ich znaczeniu istnieją dotychczas tylko przypuszczenia, o których wspomniemy dopiero w rozdz. XIII. Należą tu: większa część włókien mózgowych i rdzenia kręgowego, główna część nerwów sympatycznych, tak zwane nerwy tamujące i inne.

## B. SZCZEGÓŁOWA FIZYOLOGIA NERWÓW.

Rozmaite włókna nerwowe (ruchowe, czuciowe i t. p.) są zwykle tak rozmieszczone, że włókna przeznaczone dla tej samej okolicy ciała, jakiegokolwiek są one rodzaju, przebiegają razem przez pewną długość we wspólnym pniu nerwowym („mieszanym“), a dopiero w bliskości miejsca ich przeznaczenia rozdzielają się na gałęzie zawierające włókna jednego tylko rodzaju („czuciowe, ruchowe nerwy“). Tylko przy nerwach głowy, których cały przebieg daleko jest krótszy, zwykle połączenie nie ma miejsca, tak, że nerwy głowy od samego już początku prawie wszystkie są albo czysto ruchowe, albo czysto czuciowe.

Zadaniem szczegółowej fizjologii nerwów jest wykazać dla każdego pojedynczego włókna nerwowego właściwą jego czynność (funkcyjną). Czynność ta sama przez się jasną by była, gdyby obydwie przyrządy końcowe każdego włókna anatomicznie dokładnie były zbadane a czynność ich znana. Anatomia i fizjologia wzajemnie się tu uzupełniają.

O właściwej czynności nerwu przekonać się można następującym sposobem: 1. Przecina się go w jakimkolwiek miejscu, wtedy w przyrządzie skutkowym nie objawiają się już żadne skutki, któreby musiały wystąpić przy pobudzeniu nerwu z drugiej strony przecięcia; przy przecięciu zatem nerwu mięśniowego mięsień pozostaje rozkurczony, chociaż wola lub pobudzenie zwrotne albo samodzielne działa na ośrodkowy koniec nerwu, lub gdy inny jaki bodziec działa na część nerwu powyżej przecięcia: — mięsień jest „paraliżowany“; przy przecięciu nerwu dośrodkowego bodźce zmysłowe lub pobudzenia ob-

wodowej części nerwu nie wywołują już żadnego uczucia, powstaje ślepotą, głuchota, utrata czucia i t. p. 2. Obydwie części nerwu przeciętego zostają pobudzone (zwykle przez tężcowanie) i uważa się, z której strony, gdzie i jaki skutek następuje.

Pnie nerwowe dzielą się stosownie do ich końców ośrodkowych (ich „początku“) na: nerwy mózgowe, rdzeniowe i sympatyczne.

### I. Nerwy mózgowe.

1. **Nerw węchowy** (n. olfactorius). Czynność włókien jego polega na tem, że każde pobudzenie, w którymkolwiek bądź miejscu zostało do nich zastosowane, doprowadzają do tych części mózgu, które odbierają uczucie zapachu i przez to uczucie to powodują; pobudzenie odbywa się w stanie fizyologicznym zawsze w obwodowych przyrządach końcowych, na błonie węchowej (rozd. XII), a mianowicie przez pewne właściwe bodźce, to jest przez „substancje wonne“.

Powstawanie zapachu przy pobudzeniu nerwu węchowego przez zwykłe bodźce nerwowe wprawdzie bezpośrednio nie zostało wykazane (zob. rozdz. XII), ale jest niewątpliwem.

2. **Nerw wzrokowy** (n. opticus). Każde drażnienie jego pobudza części mózgowe służące do uczucia światła i przez to też uczucie wywołuje. W stanie prawidłowym nerw ten pobudzony jest na końcach obwodowych w siatkówce się znajdujących, a pobudzenie to wywołuje różne, właściwe (kolorowe) uczucia światła. Prócz tego zawiera on włókna, które przez odruch pobudzają włókna nerwu okoruchowego, udające się do ścieśniaacza źrenicy (zob. rozdz. XII).

3. **Nerw okoruchowy** (n. oculomotorius) jest nerwem ruchowym dla większej części mięśni oczodołów, mianowicie dla: mn. prostego górnego, dolnego, wewnętrznego, skośnego dolnego i unoszącego powiekę górną; dalej, dla ścieśniaacza źrenicy (sphincter v. circularis iridis) i dla nateżacza naczyńki (tensor choroideae). Pobudzenie jego w mózgu następuje w części przez wolę, w części (włókna tęczy) przez odruch z ner-

wu wzrokowego (rozd. XII). Przyjmują także, że nerw okoruchowy zawiera i włókna czuciowe; nie wiadomo jednak z pewnością, czy zawiera je od samego początku, czy też dopiero je przyjmuje po połączeniu się z nerwem trójdzielny.

4. **Nerw bloczkowy** (n. trochlearis) jest nerwem ruchowym dla mięśnia skośnego oka górnego. Przyjmują niektórzy, że i on zawiera włókna czuciowe.

5. **Nerw trójdzielny** (n. trigeminus) jest nerwem mieszanym, powstaje dwoma korzeniami: czuciowym (korzeń większy) i ruchowym (korzeń mniejszy), podobnie jak nerwy rdzeniowe, a następnie znów się rozpada na gałęzie ruchowe i czuciowe. Korzeń czuciowy posiada na podobieństwo nerwów rdzeniowych zwój (zwój GASSER'A).

Włókna jego czuciowe pośredniczą przy uczuciu prawie na całej głowie. Część włókien zdaje się należeć do nerwu smaku, (zob. rozdz. XII). — Jego włókna ruchowe zaopatrują mięśnie służące do czucia (mm. skroniowy, żwacz, skrzydłaste), dalej, mięsień nateżający podniebienie (tensor palati mollis), dwubrzuszny przedni (digastricus anterior), żuchwognykowy (mylohyoideus), nateżacz bębienka (tensor tympani), rozwieracz źrenicy (dilator pupillae), nakoniec mięśnie naczyniowe tętnic w łącznicy oka i tęczówki, (są to „włókna naczynioruchowe“, te jednak prawdopodobnie pochodzą z nerwu sympatycznego). — Oprócz tego zawiera włókna wydzielnicze dla gruczołu łzowego, ślinianki przysusnej i podszczękowej. Co do początku i przebiegu tych ostatnich zob. str. 103 i n.

Niektórzy przyjmują, że nerw trójdzielny zawiera także włókna rządzące odżywianiem (nervi trophici), mianowicie dla gałki oka, która po przecięciu nerwu trójdzielnego przechodzi w zapalenie i ulega zniszczeniu. Prawdopodobnie jednak następstwo to przypisywane być powinno utracie czucia, skutkiem czego zewnętrzne wpływy szkodliwe nie mogą być usunięte. Na korzyść tego zdania przemawia fakt, że gałka oka po przecięciu nerwu trójdzielnego pozostaje nienaruszoną, gdy przed takową sztucznie będzie umieszczona jaka część ochraniająca, czuła, gdy np. u królików przykryjemy oko uchem i z boku przyszyjemy (SNELLEN).

6. **Nerw rozoczny** (n. abducens) jest nerwem ruchowym dla mięśnia prostego zewnętrznego.



7. Nerw twarzowy (n. facialis) zawiera tylko włókna odśrodkowe (ruchowe i wydzielnicze). Jego gałęzie czuciowe pochodzą z przyłączonych włókien nerwu trójdzielnego, gdyż czucie w nim znika po przecięciu nerwu trójdzielnego.

Włókna ruchowe zaopatrują wszystkie mięśnie skórne głowy (t. z. „mięśnie twarzowe“ — pośredniczy zatem przy ruchach twarzy), mięśnie ucha zewnętrznego, mięsień rylcognykowy (m. stylohyoideus), dźwigacz podniebienia, tylny brzusiec mięśnia dwubrzesznego, mięsień strzemionkowy (m. stapedius), nakoniec mięsień szeroki szyi (platyzma myoides). — Włókna wydzielnicze wpływają na ślinianki (zob. str. 103 i n.).

8. Nerw słuchowy (n. acusticus) jest jedynym pośrednikiem słuchu. Każde pobudzenie jego wywołuje uczucie głosu, przecięcie sprowadza głuchotę, (bliższe szczegóły w roz. XII).

9. Nerw językogardzielowy (n. glossopharyngeus) jest nerwem mieszanym, zawiera jednak tylko nie wiele włókien ruchowych dla mięśnia dźwigacza podniebienia, mięśnia nieparzystego języczka (m. azygos uvulae), zwieracza paszczy średniego (constrictor faucium medius) i mięśnia rylcogardzielowego (m. stylopharyngeus). Pozostałe zaś włókna jego są dośrodkowe i pośredniczą w części czuciu właściwemu, po większej zaś części smakowi, mianowicie podniebienia miękkiego i podstawy języka (rozdz. XII).

10 i 11. Nerw błędny i nerw dodatkowy (n. vagus et n. accessorius). Obydwa razem tworzą nerw mieszanym. Prawdopodobnym jest (LONGET), że obydwie te nerwy uważane być powinny jako dwa korzenie, z których jeden (n. błędny) zawiera włókna dośrodkowe, a drugi (n. dodatkowy) włókna odśrodkowe. Włókna dośrodkowe dotychczas znane są następujące: a. Włókna ruchowe 1) dla mięśni podniebienia miękkiego i gardzieli; 2) dla mięśni krtani (zawarte w mięśniu krtaniowym dolnym czyli wstecznym); 3) dla mięśni tchawicy i oskrzeli (? zob. niżej); 4) dla przełyku; 5) dla żołądka (zob. str. 136). 6) według niektórych także dla kiszek cienkich i grubych i dla macicy; 7) dla mięśnia mostkoobojczykosutkowego i mięśnia kaptu-

rewego (w nerwie dodatkowym)\*). — b. „Włókna nerwowe tamujące“ dla ruchów serca (ED. WEBER, BUDGE) (zobacz str. 62. — c. Włókna wydzielnicze 1) dla gruczołów błony śluzowej żołądka i t. d., — dotychczas jeszcze nie wykazane, a w ostatnich czasach zupełnie zaprzeczone (zob. str. 108); 2) dla nerek (BERNARD): pobudzenie nerwu błędnego przy wpuście żołądka ma powiększać wydzielanie moczu, przyczem krew żylna nerek staje się czerwoną (?). — d. Włókna naczynioruchowe dla naczyń płucnych (?).

Włókna dośrodkowe są następujące: a. Włókna czuciowe prawdopodobnie 1) dla całego przyrządu oddechowego, 2) dla przyrządu trawienia, począwszy od podniebienia miękkiego aż do odźwiernika, 3) dla serca. — b. Włókna działające przez odruch: 1) włókna zwrotno-ruchowe dla nerwów mięśni służących do wdychania, t. j. włókna których pobudzenie przeniesione dośrodkowo do ich początku w rdzeniu przedłużonym wywołuje tam przez odruch pobudzenie nerwów wdechowych i w ten sposób sprowadza lub przyspiesza wdychanie (L. TRAUBE, zob. str. 84); 2) włókna zwrotno-tamujące dla tych samych nerwów; pobudzenie tych włókien dośrodkowo doprowadzone z mniejszą przez odruch czynność nerwów wdechowych (znajdują się one w nerwie krtaniowym górnym, — ROSENTHAL); 3. włókna zwrotno-wydzielnicze dla wytwarzania cukru w wątrobie t. j. takie, których pobudzenie dośrodkowe doprowadzone pobudza przez odruch nerwy wpływające na wytwarzanie cukru (zob. str. 161). Włókna te mają swoje końce obwodowe w jamie piersiowej, a być może w płucach (BERNARD).

Dla lepszego zrozumienia podajemy tu pokrótce wypadki otrzymane przy przecięciu i drażnieniu nerwu błędnego i dodatkowego. Z doświadczeń tych wyprowadzono wnioski co do istnienia rozmaitych rodzajów włókien: 1. Przecięcie nerwu dodatkowego powyżej miejsca połączenia się jego z nerwem błędnym, (zwykle zamiast tego zostają korzenie nerwu dodatkowego z rdzenia „wyrwane“), paraliżuje wszystkie mięśnie zależne od nerwu błędnego i dodatkowego (zob. niżej). O skutkach

\*) Przypncczeale to ulega wątpliwości (P. T.).

przecięcia nerwu błędnego w tem miejscu i o drażnieniu jednego z obydwóch nerwów przed połączeniem się ich nie mamy spostrzeżeń kwestją tę stanowczo rozstrzygających. 2. Przekięcie pnia nerwu błędnego na szyi: a. paraliżuje mięśnie krtani, (podobnie samo przekięcie nerwu krtaniowego dolnego); b. przyspiesza ruchy serca, c. zwalnia ruchy wdechowe, d. wstrzymuje wytwarzanie cukru w wątrobie. 3. Pobudzenie końca obwodowego nerwu błędnego na szyi: a. wywołuje skurczenie mięśni krtani, (podobnie pobudzenie obwodowego końca nerwu krtaniowego dolnego). b. zwalnia ruchy serca aż do zupełnego ich ustania w rozkurczu; c. ma spowodować skurczenie mięśni gładkich oskrzeli, tak, że światło oskrzeli zwęża się, (zaprzeczają temu: DONDERS, WINTRICH, ROSENTHAL, RÜGENBERG); d. wywołuje kurczenie się żołądka, kiszek (?) i t. d.; e. powiększa wydzielanie nerek (?). 4. Pobudzenie końca ośrodkowego nerwu błędnego na szyi: a. przyspiesza ruchy wdechowe aż do ciężkiego wdychania, b. powiększa wytwarzanie cukru w wątrobie; 5. Przekięcie nerwu krtaniowego górnego mało zwalnia wdychanie (SKŁAREK) z powodu przyłączonych do niego włókien ruchowych dla mięśnia obrączkotarczowego. 6. Pobudzenie końca ośrodkowego nerwu krtaniowego górnego zwalnia wdychanie aż do zupełnego ustania oddychania (ROSENTHAL).

12. Nerw podjęzykowy (n. hypoglossus) jest nerwem ruchowym dla wszystkich mięśni języka.

## II. Nerwy rdzeniowe.

Nerwy ze rdzenia wychodzące są wszystkie mięszone na znacznej przestrzeni ich przebiegu; jednak w samym początku każdej poczyna się dwoma korzeniami, przednim korzeniem zawierającym włókna ośrodkowe i tylnym zawierającym włókna dośrodkowe (CHARLES BELL); przedni korzeń dla tego nazywa się *ruchowym*, tylny *czuciowym*; ten ostatni posiada zwój.

Po przekięciu wszystkich przednich korzeni jednej strony mięśnie odpowiedniej połowy ciała zostają zupełnie sparaliżowane, po przekięciu zaś tylnych korzeni odpowiednia połowa ciała utraci czucie. Przekięwszy u jakiego zwierzęcia (u żaby) z jednej strony (np. z prawej) korzenie tylne, a z drugiej (lewiej) strony korzenie przednie nerwów udowych, to kończyna prawa będzie przy drażnieniu nieruchomą, gdyż zwierzę bólu nie czuje, jeśli zaś ranimy lewą kończynę, wtedy zwierzę wykonywa prawą kończyną ruchy, a lewa pozostaje nieruchoma, zwierzę bowiem czuje ból w lewej, a poruszać może tylko kończynę prawą. Przy skakaniu pociąga i prawą kończynę tak, jakby była sparaliżowaną, gdyż jej nie czuje.

Zdaniem niektórych i przednie korzenie zawierają czasami włókna czuciowe (Longet). Są to jednak takie tylko włókna, które wychodzą z tylnych korzeniach z rdzenia odwracają się do przednich w miejscu spojenia; dla tego też

po przekięciu przedniego korzenia tylko koniec obwodowy posiada czucie, a z przekięciem korzenia tylnego czucie znika zupełnie (MAGENDIE).

Włókna ośrodkowe nerwów rdzeniowych (zawarte w przednich korzeniach) są: 1. ruchowe dla wszystkich mięśni poprzecznie prążkowanych tułowia i kończyn, prócz tego (prawdopodobnie przez pośrednictwo nerwu sympatycznego) dla niektórych mięśni gładkich trzewiów np. dla mięśnia wydalającego mocz (detrusor urinae); — 2. włókna naczynioruchowe dla większej części tętnic ciała, te jednak dołączają się do pni nerwowych dopiero po połączeniu się ich z gałęziami łącznymi (rami communicantes) nerwu sympatycznego, pochodzą zatem z tego ostatniego (BERNARD)\*; 3. prawdopodobnie także włókna wydzielnicze i na odżywianie wpływające. — Włókna dośrodkowe są to nerwy czuciowe dla całej powierzchni ciała z wyjątkiem twarzy i przedniej części głowy.

Rozdzielenie się rozmaitych nerwów ruchowych i czuciowych (dla pojedynczych mięśni i miejsc skóry) na 31 par korzeni, opisane jest w anatomii.

## III. Nerwy sympatyczne.

Opisanie ich nie daje się oddzielić od opisu sympatycznych przyrządów ośrodkowych, które w rozdz. XIII rozbierane będą; także podamy również przyczynę niemożliwości tego odłączenia

\*) Według doświadczeń Schiff'a jednak nerw sympatyczny odbiera swe włókna naczynioruchowe z rdzenia pachczerowego, gdyż po całkowitem lub częściowem przekięciu tych organów rozszerzają się naczynia i podnosi się temperatura różnych okolic ciała, stosownie do miejsca i wielkości uszkodzenia. Włókna ta nie opuszczają rdzenia wraz z korzeniami tych nerwów, z którymi się rozgałęziają na obwodzie, lecz z korzeniami bliżej głowy położonemi; z tych korzeni przechodzą przez gałązki łączne (rami communicantes) do zwojów w pasmie granicznym nerwu sympatycznego, a z tamąd dopięro wracają do splewów nerwów rdzeniowo-pachczerowych. Zgadza się to z jedną stroną z powyżej przytoczonemi doświadczeniami Bernard'a, z drugiej strony z dawniejszemi spostrzeżeniami i różnymi badaczów, którzy przy drażnieniu różnych miejsc rdzenia kręgowego obserwowali kurczenie się ścian naczyniowych. W nowszych czasach wykazał Ludwig z Thiry'm, że przy drażnieniu rdzenia przedłużonego kurczą się naczynia w całym organizmie; to samo obserwował Budge przy drażnieniu odnóg mózgowych (pedunculi cerebri). H.

mi". Ponieważ fizjologia narzędzi doprowadzających nie może być oddzieloną od fizjologii przyrządów końcowych, dla tego zajmujemy się tu fizjologią przyrządów zmysłowych w całości.

## I. PRYZRZĄD WZROKU.

W przyrządzie wzroku, to jest w o k u, umieszczone są przyrządy końcowe nerwów na błonie kulisto zakrzywionej (siatkówka); na tę powierzchnię pada światło przeznaczone do widzenia. Promienie światła wpadające do oka, przechodzą przez zbiór różnych środków załamujących i w ten sposób padają na siatkówkę, że na niej powstaje zmniejszony, odwrotny obraz przedmiotów widzianych, podobnie jak to ma miejsce w ciemni (camera obscura).

### OKO (SZEMATYCZNIE).

Środki załamujące oka są kolejno tak, jak je przebiegają wpadające promienie światła, następujące: 1. rogówka (cornea); 2. ciecz wodnista (humor aqueus); 3. przednia ściana torebki soczewki (capsula lentis); 4. substancja soczewki (lens crystallina); 5. tylna ściana torebki soczewki; 6. kula szklista (corpus vitreum). Tym środkiem odpowiadają sześć powierzchni oddzielających („p o w i e r z c h n i e z a ł a m u j ą c e“): 1. pomiędzy powietrzem i substancją rógówki (przednia powierzchnia rógówki); 2. pomiędzy rógówką i cieczą wodnistą (tylna powierzchnia rógówki i t. d). — Do poznania więc przebiegu promieni światła wpadającego przez oko do siatkówki znane nam być muszą: 1. współczynnik załamania wszystkich środków; 2. kształt wszystkich powierzchni załamujących; 3. oddalenia tychże od siebie i od powierzchni, na którą światło pada (siatkówka).

Tu nadmienić nam wypada, że s o c z e w k a nie jest środkiem pojedynczo załamującym; jej twardość i możność załamywania zwiększa się od obwodu do środka; „jądro soczewki“ twarde załamuje najmocniej. Chociaż odległość ogniskowa jej (zob. niżej) łatwo oznaczona być może, to jednak przecięciowe z a ł a m y w a n i e ważnem jest dla obliczenia następstw zmian

## ROZDZIAŁ DWUNASTY.

### Obwodowe przyrządy końcowe nerwów.

Przyrządy obwodowe nerwów odśrodkowych są jeszcze bardzo mało znane. W ostatnich dopiero czasach wykazano anatomiczne przyrządy końcowe nerwów ruchowych we włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych (str. 206); pod względem fizyologicznym wcale jeszcze nie są znane. Również bardzo mało jeszcze znamy zakończenia nerwów czuciowych w mięśniach. Zupełnie nie posiadamy wiadomości o zakończeniach nerwów we włóknach mięsnych gładkich, w gruczołach, o przyrządach końcowych nerwów rządzących odżywianiem i t. d.

Przeciwnie zaś obwodowe przyrządy końcowe nerwów odśrodkowych są po większej części dość dokładnie zbadane. Większa część tych przyrządów końcowych połączona jest z pewnymi narządami, które służą do tego, aby wpływy świata zewnętrznego (światło, głos, ciepło, ruch i t. p.), przeznaczone do pobudzenia nerwów, w odpowiedni sposób do przyrządów końcowych doprowadzić. Tym sposobem utworzone zostają pewne przyrządy, złożone z narzędzi doprowadzających i nerwowych przyrządów końcowych, nazwane „p r z y r z ą d a m i z m y s ł o w e-

kształtu; takowe obliczonem zostało przy pomocy niektórych przypuszczeń (zob. niżej).

Trudne to zadanie nadzwyczaj uprościć się daje przez to, że spuszczaemy zupełnie z uwagi kilka środków (i powierzchni) załamujących. Nasamprzód rogówka jest błoną o ścianach równoległych, która od przodu i od tyłu graniczy z płynami jednako mniej więcej załamującymi, (od przodu lzy, od tyłu ciecz wodnista); ciało takie, jak wiadomo (np. szyba o ścianach równoległych, z obydwóch stron otoczona powietrzem) nie może przechodzącym promieniom światła nadać innego kierunku, lecz przesunie je nieco równolegle do siebie. Możemy zatem zupełnie opuścić rogówkę i uważać jakoby ciecz wodnista sięgała aż do przedniej powierzchni rógówki. — Dalej, torebka soczewki posiada prawie taką samą możność załamywania, co zewnętrzne warstwy soczewki, możemy ją więc dodać do soczewki jako jej zgrubienie. Pozostają nam zatem tylko trzy środki załamujące, mianowicie: ciecz wodnista, soczewka i kula szklista; a więc trzy powierzchnie załamujące: przednia powierzchnia rógówki, przednia i tylna powierzchnia soczewki. Następujące liczby wynalezione zostały dla oka „średniego“ (zob. niżej) (LISTING): a. powierzchnie załamujące są: powierzchniami kulistemi, których promienie wynoszą:

1. Przednia powierzchnia rógówki około  $8^{mm}$
2. Przednia powierzchnia soczewki „  $10^{mm}$
3. Tylna powierzchnia soczewki „  $6^{mm}$

b. Oddalenia wynoszą:

1. do 2.: około  $4^{mm}$
2. do 3. („oś soczewki“) około  $4^{mm}$
3. do siatkówki: około  $13^{mm}$

c. Współczynniki załamania są (powietrze = 1):

- dla cieczy wodnistej =  $\frac{403}{77}$   
 „ soczewki (średnio) =  $\frac{26}{11}$   
 „ kuli szklistej =  $\frac{403}{77}$

Zatem ciecz wodnista i kula szklista posiadają (w przybliżeniu) jednakową możność załamywania.

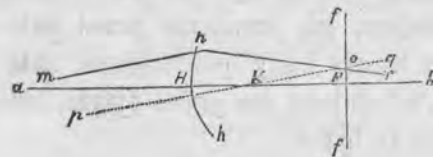
Wypadki otrzymane przy najdokładniejszych wymiarach (BREWSTER, obydwaj KRAUSOWIE, HELMHOLTZ) nie mogą tu być przytaczane; podamy tylko pokrótce ich sposoby badania. Współczynniki załamania oznaczone zostają podług znanych sposobów optycznych na oczach wyciętych; podobnie oddalenia powierzchni załamujących mierzone być mogą tylko na trupie. Oznaczenie promieni krzywizn musi koniecznie o ile możności być dokonane na oczach żywych, gdyż kształty ich rozmaicie się zmieniają (zob. niżej). Wykonywa się to bardzo dokładnie w następujący sposób (HELMHOLTZ): Według zasad geometrycznych promień powierzchni kulistej obliczyć się daje, gdy postawimy w pewnej oznaczonej odległości od niej ciało (proste) znanej długości i mierzymy obraz jego odbity na powierzchni kulistej. Wymierzenie to w następujący sposób się dokonywa: obraz (przypuśćmy w położeniu poziomym) odbity np. na rogówce uważa się przez grubą taflę szklaną; ta podzielona jest poziomo na dwie połowy, które obracać się mogą na około wspólnej osi pionowej. Dopóki promienie przechodzą przez taflę prostopadłe, obraz odbity przedstawia się nie przesunięty; po obroceniu zaś obydwóch połów tafli na około ich osi w przeciwne strony, (tak, aby z góry widziane krzyżowały się), promienie wpadające załamują się, a przez to obraz przesunięty zostaje w kierunku poziomym; obydwie tafle przesuwają obraz w przeciwnych kierunkach, powstają zatem dwa obrazy. Obracając więc tafle dopóty, dopóki obraz nie zostanie przez każdą z nich dokładnie o połowę swej długości przesunięty, tak aby przeciwne końce obydwóch obrazów spotykały się ze sobą, (jeden obraz przedstawia się wtedy przedłużeniem drugiego), wtedy długość obrazu najdokładniej obliczyć można z kąta utworzonego przez obydwie tafle, jeżeli znamy grubość i współczynnik załamania tafli; przyrząd, na którym te tafle się znajdują i na którym jednocześnie oznaczyć można kąt, nazywa się „Oftalmometrem“.

#### KREŚLENIE OBRAZU.

Przy pomocy tych danych można zatem, podług znanych praw optyki, oznaczyć bieg w oku każdego promienia wpadającego, jak również określić „punkt obrazowy“ dla każdego punktu przedmiotu przed okiem się znajdującego, (t.j. punkt, w którym wszystkie promienie wyszłe z jakiego punktu przedmiotu po załamaniu znowu się schodzą. Że rzeczywiście takie zejście się do jednego punktu ma miejsce, gdy promienie przed załamaniem się z jednego punktu wyszły i gdy powierzchnie załamujące wspólną oś posiadają, o tem uczy nas prawo optyki, którego dowodzenie zbytecznem by tu było).

Aby ułatwić zrozumienie rzeczy, powtórzmy tu pokrótce prawa, podług których oznaczyć można bieg promienia załamane go i punkt obrazowy punktu przedmiotu.

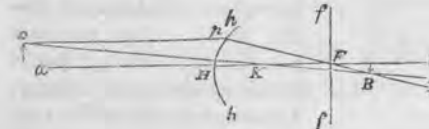
**Prawo załamania:** Gdy promień światła przechodzi z jednego środka do innego to w miejscu przejścia zmienia on swój kierunek a mianowicie wstawy (sinus) kątów wpadania \*) i kąta załamania są odwrotnie proporcjonalne do współczynników załamania pierwszego i drugiego środka. (Współczynnik załamania środka gęstszego jest większy niż środka rzadszego; dla tego też, gdy promień przechodzi ze środka rzadszego do gęstszego, kąt załamania jest mniejszy od kąta wpadania, — promień zatem zbliża się do normalnej). Z tego prawa załamania wyprowadzić się dają następujące wnioski: 1. promień światła padający prostopadłe na powierzchnię załamującą nie załamuje się, przechodzi więc dalej w kierunku prostym; jeżeli powierzchnia załamująca jest kulistą, to oczywiście normalną dla każdego punktu padania jest promień kuli przechodzący przez ten punkt; promień światła zatem, którego przedłużenie przechodzić będzie przez punkt środkowy kulistej powierzchni załamującej, nie będzie załamany; punkt środkowy kuli nazywa się punktem węzłowym a każdy promień światła przezeń przechodzący, zatem niezalany, zwie się promieniem głównym. — 2. (Dwa następne twierdzenia odnoszą się z całą dokładnością tylko do powierzchni załamujących z krzywizną paraboliczną, w przybliżeniu jednak także i do kulistych, zwłaszcza gdy takowe przedstawiają małe tylko odcinki powierzchni kulistej, azatem co do krzywizny nie wiele się różnią od parabolicznej). Wszystkie z jednego punktu wychodzące promienie po załamaniu łączą się znowu w jednym punkcie (wyżej już wspomnieliśmy o tem); ten ostatni zowie się „obrazem“ czyli „punktem obrazowym“ pierwszego. Jeżeli kilka punktów przedmiotu leży na jednej płaszczyźnie prostopadłej do osi \*\*) to i punkta obrazowe leżą również na jednej płaszczyźnie prostopadłej do osi. — 3. Jeżeli punkt przedmiotu leży na osi w nieskończonej odległości, jeżeli zatem promienie wpadające są równoległe do siebie i do osi, to punkt zejścia się ich (leżący na osi) zwie się ogniskiem. Promienie równoległe posiadające inny kierunek, (których punkt wyjścia również w nieskończonej odległości się znajduje, lecz nie leży na osi, muszą zatem mieć punkt połączenia na płaszczyźnie prostopadłej do osi, która to płaszczyzna przez ognisko przechodzi i nazywa się płaszczyzną ogniskową. — 4. Promień wpadający i załamany, jak również punkt przedmiotu i obrazowy są to pojęcia względne, t. j. wyobrażając sobie, że światło z drugiego środka przechodzi do pierwszego i wpada w kierunku promienia poprzednio załamane, to tu promień załamany ma kierunek promienia poprzednio wpadającego; podobnie, gdy z punktu obrazowego wychodzą promienie, to ich punktem zejścia się będzie poprzedni punkt przedmiotu.



\*) Kątem wpadania i kątem załamania nazywają się dwa kąty utworzone przez promień wpadający i załamany z normalną t. j. z linią, która w punkcie padania jest prostopadłą do powierzchni graniczącej obydwóch środków. Promień załamany znajduje się na jednej płaszczyźnie z promieniem wpadającym i normalną.

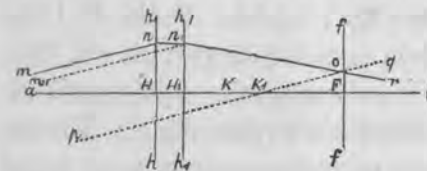
\*\*) Jako oś oznacza się linię przechodzącą przez punkt węzłowy i powierzchnię załamującą;

trzeba wyszukać jeszcze jeden jego punkt dla połączenia go następnie z punktem h. Używa się do tego promienia równoległego do mh, który zarazem jest promieniem głównym, t. j. prowadzi się przez punkt K linię pq równoległą do mh. Według zdania 1. linia pq jako promień główny przechodzi bez załamania; dalej według zdania 3. dwa promienie równoległe po załamaniu się przecinają się muszą w pewnym punkcie płaszczyzny ogniska; zatem punkt przecinania się o jest wspólny dla obydwóch promieni, więc o jest punktem załamane go promienia do mh i hr jest szukany promień załamany. — 2.



Oznaczenie punktu obrazowego dla punktu przedmiotu. Jeżeli O jest punktem przedmiotu, to trzeba tylko dla dwóch jakichkolwiek promieni z punktu O wychodzących oznaczyć jak wyżej promienie załamane, a ich punkt zetknięcia się będzie według zdania 2. punktem obrazowym. Najdogodniejszymi są następujące dwa promienie: a. promień główny Os, który niezalany przechodzi, b. promień Op, równoległy do osi, który (zdanie 3) po załamaniu się przez ognisko F przechodzić musi, zatem bieże kierunek pt. Punkt przecięcia się Os z pt, to jest B, jest szukany punktem obrazowym.

Jeżeli, jak to ma miejsce w oku, jest więcej niż dwa środki załamujące, zatem więcej powierzchni załamujących, w takim razie można oznaczyć przebieg promienia przez cały ich układ w ten sposób, że przy każdej nowej powierzchni załamującej powtarza się to samo określenie, które powyżej podane było. Postępowanie to jednak zbyt jest zawikłane i zastąpić je można przez sposób nadzwyczaj prosty, gdy powierzchnie załamujące posiadają oś wspólną, jak to ma miejsce w oku. Załamywanie takiego układu o wspólniej osi można sobie wyobrazić jako powstałe przez

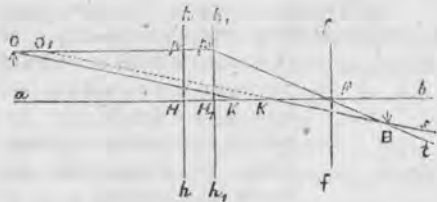


dwie powierzchnie załamujące posiadające jednakowe własności, które znajdują się w pewnym oddaleniu od siebie, i które tak się zachowują, iż promienie padające na pierwszą nie zostają przez nią załamane, lecz dopiero przez drugą; pomiędzy temi powierzchniami promienie zostają tylko przesunięte równoległe do siebie, mianowicie tak, jak gdyby one padały na odpowiednie punkta drugiej powierzchni. Podług tego łatwo już oznaczyć można przebieg promieni. Niech ab będzie osią, hh pierwszą powierzchnią \*), a K

z pomiędzy rozbieżnych linii, które obrane być mogą za osie, wybiera się przy powierzchniach kulistych tę linię, która przechodzi przez środek odcinka koła, przy innych np. parabolicznych wybiera się oś parabol. Punkt w którym oś przecina powierzchnię załamującą nazywa się punktem głównym.

\*) Wszystko co tu podajemy odnosi się z całą ścisłością tylko do promieni które padają na powierzchnię załamującą w bliskości osi, na przestrzeni w jakiej powierzchnie te uważane być mogą jako płaszczyzny. Dla tego też przyjmuje się obydwie te powierzchnie załamujące, jako płaszczyzny, a ponieważ one przechodzą przez punkta główne H i H nazywają się płaszczyznami głównymi.

jéj punktem węzłowym,  $h, h_1$  jéj drugą powierzchnią, a  $K, K_1$  jéj punkt węzłowy („drugi punkt węzłowy“),  $F$  ognisko drugiej powierzchni, zatem całego układu,  $ff$  płaszczyzna ogniskowa; aby więc dla promienia wpadającego mu oznaczyć promień załamany, to nasamprzód przesuwac go należy równolegle do siebie w kierunku  $m, n$ , i dalej oznacza się w ten sam sposób co wyżej, tak jak gdy-



by  $m, n$ , był promieniem wpadającym, a  $h, h_1$  powierzchnią załamującą; zatem  $n, r$  jest promieniem załamanym po przejściu przez układ powierzchni załamujących. Dalej, jeżeli  $o$  jest punktem przedmiotu, którego punkt obrazowy ma być wyszukany, to obydwie powierzchnie tego punktu, to jest promień  $Op$

równoległy do osi i promień główny  $OK$  zostają przesunięte równolegle do siebie w taki sposób, że padają na odpowiednie punkta drugiego układu; zatem  $Op$  przypada na  $O_1, p$ , a  $OK$  na  $O, K_1$ . Dalsze epostępowanie jak powyżej wykazuje jako punkt obrazowy punkt  $B^*$ .

Przy każdym systemacie środków załamujących, a zatem także przy oku, jak się z powyższego opisu okazuje, trzeba koniecznie znać położenie i współczynniki załamania obydwóch powierzchni  $hh$  i  $h_1, h_1$ , aby oznaczyć przebieg każdego promienia wpadającego i punkt obrazowy każdego punktu przedmiotu; innymi słowy: trzeba znać położenie pięciu „punktów zasadniczych“ na osi, mianowicie obydwóch punktów głównych  $H$  i  $H_1$ , obydwóch punktów węzłowych  $K$  i  $K_1$  i ogniska  $F$  dla  $H$  i  $H_1$ . Położenia te obliczyć się dają z cyfr podanych na str. 296, (kształt i odległość powierzchni załamujących, współczynnik załamania środków). Podług obliczenia wypada dla oka (LISTING, HELMHOLTZ) następujące średnie położenie punktów zasadniczych (t. j. bez względu na zmiany oka powstałe przez nastrajanie się jego do większej lub mniejszej odległości, zob. niżej):

1. Punkt główny  $2,1746^{mm}$  za przednią ścianę rogówki.
2. Punkt główny  $2,5724^{mm}$  „ „ „
1. Punkt węzłowy  $0,7850^{mm}$  przed tylną powierzchnią so-

[czewki

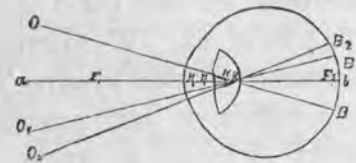
\*) Bliższe dowodzenie prawdziwości tego sposobu oznaczenia przebiegu promieni nie może tu być podane. Znaleść to można w art. LISTING'a w dziele R. WAGNER'a Handwörterbuch d. Physiol. IV 466—485.

2. Punkt węzłowy  $0,3602^{mm}$  przed tylną powierzchnią soczewki.

- [2] Ognisko \*)  $14,6470^{mm}$  za „ „ „  
 [1. Ognisko \*)  $12,8326^{mm}$  przed przednią powierzchnią rogówki.

Obydwa punkta główne leżą zatem na  $0,4^{mm}$  od siebie oddalone, mniej więcej we środku przedniej komórki oka, obydwie punkta węzłowe również na  $0,4^{mm}$  w tylnej części soczewki, ognisko (2) bardzo bliskosiatkówki lub w samej siatkówce (zob. niżej). Oddalenie obydwóch punktów węzłowych od siebie jest tak małe, że bez

popelnienia wielkiego błędu możemy je w jeden połączyć, zatem promienie główne kreślić możemy jako linie proste. Podług tego przypuszczając, że wszystkie punkta obrazowe leżą na



siatkówce, (zobacz przy nastrajaniu się oka do odległości), znajdujemy dla każdego punktu przedmiotu punkt obrazowy, przeprowadzając od tamtego linię prostą przez punkt węzłowy do siatkówki. Linie takie nazywają się liniami kierunkowymi, a połączone punkta węzłowe punktem skrzyżowania się linii kierunkowych; kąt utworzony przez dwie linie kierunkowe zwie się kątem widzenia. — Jeżeli chcemy zbadać, w jakim kierunku leży punkt przedmiotu należący do pewnego punktu obrazowego, to trzeba tylko odwrotnie przeprowadzić linię prostą od punktu obrazowego przez połączone punkta węzłowe i przedłużyć ją na zewnątrz \*\*).

\*) Umyslnie dotychczas niewspomnieliśmy nigdzie o t. z. „pierwszem ognisku“, gdyż przy poprzednich zadaniach opuszczone być może. Rozumiemy pod tem nazwaniem punkt  $p, r, e, d$  powierzchnią załamującą ( $hh$ ), którego promienie w skutek załamania stają się równoległe do siebie i do osi. Punkt ten leży tak daleko przed  $H$ , jak drugie ognisko za  $K$  lub  $K_1$ . Łatwo pojąć, że przy powyższych zadaniach można było tak dobrze użyć pierwszego ogniska, jak i drugiego.

\*\*) P. Giraud-Teulon wykazał w nowszym czasie za pomocą wziernika, że linie kierunkowe krzyżują się w samym punkcie obrotowym oka czyli że punkt obrotowy stanowi zarazem i punkt węzłowy. Fakt ten wcale nie zgadza się z przytoczonymi powyżej teoretycznymi wyliczeniami LISTING'a i Helmholtz'a, którzy odkładają punkt węzłowy więcej ku przodowi t. j. do tylnej części soczewki. Przyczyną tej sprzeczności pomiędzy rezultatami doświadczenia i teorią prawdopodobnie

## OBRAZY NA SIATKÓWCE GDY OKO NIE ZMIENIA SIĘ.

Jeżeli z jakiego przedmiotu wpadają promienie światła do oka to każdemu punktowi przedmiotu odpowiada pewien punkt obrazowy. Punkta obrazowe razem dają odpowiedni obraz przedmiotu, odwrócony. Obraz ten wtedy tylko może dojść do wiedzy naszej, gdy dokładnie przypada na powierzchnię siatkówki. Oczywiście jednak jest rzeczą, że gdy oko nie zmienia się, jedna tylko istnieć może powierzchnia, której obraz dokładnie na siatkówkę pada; kształt i oddalenie tej powierzchni obliczyć się daje ze znanych cyfr optycznych oka. Każdy punkt przedmiotu, który nie znajduje się na tej powierzchni, ma swój punkt obrazowy nie na siatkówce, lecz przed nią albo za nią. W obydwóch wypadkach siatkówka przecina ostrokrąg promieni wyszłych z punktu przedmiotu i załamanych; w pierwszym razie przecina ona go po połączeniu się na punkt obrazowy, w drugim razie przed tem połączeniem się; w obydwóch zatem wypadkach powstaje na siatkówce zamiast punktu obrazowego t. j. okrąg rozpięchły t. j. mała oświetlona powierzchnia kolista, która jest przecięciem ostrokręgu promieni. — Z tego okazuje się, że ściśle wzięwszy, oko niezmiennające się wyraźnie widzieć może, tylko punkta przedmiotów na jednej płaszczyźnie się znajdujące i w pewnym tylko oddaleniu, wszystkie zaś przedmioty lub części przedmiotów, które zewnątrz tej powierzchni się znajdują, dają obraz niewyraźny „zmacony“ („obraz rozpięchły“), w którym każdemu punktowi przedmiotu zamiast punktu obrazowego odpowiada okrąg rozpięchły.

Wielkość okręgu rozpięchłego zależy, pomiędzy innymi warunkami, od obszerności ostrokręgu promieni wpadającego do oka, ten zaś zależy znowu od szerokości źrenicy, której brzeg ogranicza ostrokrąg promieni. Jeżeli zatem źrenica się zwięża (zob. niżej), lub gdy zastępujemy ją przez otwór mały przed okiem umieszczony np. przez dziurkę zrobioną w karcie, to okrąg rozpięchły zmniejsza się, zatem i obraz rozpięchły jest wyraźniejszy. Jeżeli zastąpimy źrenicę przez dwa małe otworki, umieściwszy np. przed okiem

szukać należy w niedokładności liczb (przytoczonych na str. 296), które wzięto za podstawę obliczenia, a mianowicie wykładników łagodności soczewki.

kartę, przekłutą igłą w dwóch miejscach, których odstęp mniejszy jest niż wymiar źrenicy, wtedy z wielkiego ostrokręgu promieni utworzone zostają dwa małe, a na siatkówce powstają zamiast jednego okręgu rozpięchłego, dwa mniejsze. Przedmiot, który tak do oka ustawiony jest, że rzuca na siatkówkę okrąg rozpięchły, musi w tym wypadku dać dwa obrazy rozpięchłe, a zatem podwójnie musi być widziany. (Doświadczenie SCHEINER'A, zob. niżej).

## NASTRAJANIE SIĘ OKA.

Codziennie doświadczenie uczy nas, że oko prawidłowe wyraźnie widzieć może przedmioty prawie w każdym oddaleniu, konieczne zatem istnieć musi jakieś urządzenie, zależne od woli, będące w stanie zmienić oko. Zmiany oka przez to wywołane nazywają *nastrajaniem się oka* (accomodatio). — Nie wiadomo z pewnością, do jakiej odległości oko jest zastosowane, gdy w niem brak wszelkiego czynnego nastrajania się. Dawniej przypuszczano, że oko w spoczynku będące zastosowane jest do największej odległości, (innymi słowy, że ognisko przypada na siatkówkę), gdyż przy nagłym roztwieraniu powiek, przez dłuższy czas będących zamkniętymi, stan ten ma miejsce (VOLKMANN); obecnie jednak przyjmują, że oko spoczywające nastrojone jest do średniej odległości, gdyż przy patrzeniu na daleką odległość czuje się takie samo nateżenie, jak przy patrzeniu na odległość najbliższą \*). Stosownie więc do tego przyjąć musimy dwa kierunki zmian nastrajania oka, jeden dla bliskości (nastrajanie się oka dodatnie) drugi dla odległości (ujemne nastrajanie się oka).

Następujące zmiany w oku mogłyby służyć do nastrajania się jego: 1) zmiany wykładników załamania środków załamujących oko; 2) przesunięcie powierzchni, na którą obraz pada (siatkówki), podobnie jak przy nastrajaniu sztucznej ciemni; 3) zmiany kształtu powierzchni załamujących. — Zmiany wspomniane przy 1) jak łatwo pojąć nie mają miejsca. Przesuwanie siatkówki w kierunku osi oka byłoby możebne przez boczne na-

\*) Twierdzenie co do czynnego zastosowania się oka do widzenia w odległości nie jest ściśle dowiedzionem, mimo to zaprzeczyć nie można, że przy pewnym wysileniu oka zastosowanie dla odległości można nieco uzupełnić. Nie wiadomo jednak, w jaki sposób to się skutecznia.

ciskanie gałki oka za pomocą mięśni prostych oka; wpływ ten, który dawniej stosowano do wyłomaczenia nastrajania się oka, nie ma jednak prawie żadnego znaczenia, gdyż nawet w oku wyciętem zmiany służące do nastrajania się oka mogą jeszcze być wywołane. Dla tego więc koniecznie istnieć muszą zmiany kształtu powierzchni załamujących, co też rzeczywiście wykazaniem zostało, mianowicie przy soczewce. Powierzchnie jej, zwłaszcza przednia, przy dodatnim nastrajaniu się oka zostają bardziej wypukłone, szczególnie ta część, która przez tęczęwkę nie jest pokryta, a która wypukła się przez źrenicę (CRAMER).

Zmiany te wykazane zostały następującym doświadczeniem: Ustawivszy z boku oka płomień świecy, a patrząc z drugiej strony na oko, widzieć można trzy wyraźne obrazki płomienia, powstałe przez odbicie się o powierzchnie załamujące oka: pierwszy obraz jest prosty, utworzony przez przednią powierzchnię rogówki, drugi również prosty lecz mniej wyraźny, utworzony przez przednią powierzchnię soczewki, trzeci obraz jasny i odwrócony, utworzony przez tylną powierzchnię soczewki. Jeżeli teraz oko przypatrywać się będzie jakiemu bliskiemu przedmiotowi, to drugi obraz staje się znacznie zmniejszonym i zbliża się nieco do pierwszego; to dowodzi, że przednia powierzchnia soczewki bardziej się wypukła i przesuwa ku przodowi. Przeciwnie zmiany następują, gdy oko patrzy na przedmiot odległy. (Doświadczenia PURKINJE'GO i SANSON'A, CRAMER).

Dodatnie nastrajanie się oka odbywa się głównie za pośrednictwem mięśnia nateżacza naczyńki (m. tensor choroideae v. ciliaris, mięsień БРЪККЕ'ГО). Mięsień ten składa się z włókien podłużnych i okrężnych. Pierwsze, które stanowią większą część, poczynają się od miejsca zagięcia się błony Descemet'a, tam gdzie ona przechodzi z rogówki na tęczęwkę (lig. iridis pectinatum), i przyczepia się do wyrostków rzęskowych naczyniówki (processus ciliares choroideae); włókna okrężne, które znajdują się na wewnątrz pierwszych w przedniej części tego mięśnia, otaczają brzeg soczewki. Włókna podłużne same pociągają przedni brzeg naczyniówki ku przodowi i obciążają naczyniówkę jak worek na kuli szklistej oka, która skutkiem tego popycha soczewkę ku przodowi. Soczewka jednak nie może się usunąć, gdyż brzeg jej przez przedni przyczep włókien podłużnych utrzymany jest stale lub nawet pociągany ku tyłowi,

(zewewnętrzny bowiem brzeg tęczęwki jest zrosnięty z miejscem przyczepu włókien podłużnych i znajduje się przed brzegiem soczewki). Tym sposobem koniecznie przednia powierzchnia soczewki musi się wypuklić, tylna zaś spłaszczyć. Działanie to wzmocnione jest jeszcze przez skurczenie włókien okrężnych, które ścisają soczewkę od brzegu (? H.), a zatem powiększają wypukłość obydwóch powierzchni, tak, że soczewka grubieje. Ponieważ przez działanie włókien podłużnych jednocześnie zwalnia się rąbek Zinna (zonula Zinnii), który naprężony podczas spoczynku pociąga brzeg soczewki ku tyłowi i na zewnątrz, a zatem spłaszcza soczewkę (HELMHOLTZ), więc i to przyczynia się do zgrubienia soczewki.

Przy dodatnim nastrajaniu się oka bierze także udział tęczęwka: biernie przez to, że przez większe wypuklenie się przedniej powierzchni soczewki tęczęwka również bardziej wypukłona zostaje, gdyż jej brzeg źreniczny bezpośrednio przylega do torebki soczewki, (jako dowód tego służy brak jej cienia na soczewce \*); — czynny przez to, że źrenica się zwęża, (o ruchach tęczęwki zobacz niżej). Ten ruch nie zdaje się być koniecznym do nastrajania się oka; gdyż przy braku tęczęwki lub gdy ona jest rozdwojoną, nastrajanie się oka jest jeszcze możebne. Znaczenia jego być może w tem szukać należy, że przy mocniej wypukłonej soczewce zboczenie promieni skutkiem kulistości zwiększa się i dla tego koniecznym jest znaczniejsze zatrzymanie promieni skrajnych przez zwężenie źrenicy.

Przyrząd służący do ujawnienia nastrajania się oka, jeżeli to istnieje, nie jest nam jeszcze znany. Być może, że przy tem pomocnym jest skrócenie osi oka za pośrednictwem mięśni. Osoby krótko widzące (zob. niżej) wykonywają to chętnie przez nacisk palcem.

Co się tyczy szybkości nastrajania się oka, nie posiadamy dotychczas jednoznacznych podań.

Nerwy przyrządu, służącego do nastrajania się oka, nie są jeszcze znane, nerw okoruchowy może być sparaliżowany, a możność nastrajania się oka nie

\*) To znaczy, że przy mocnym oświetleniu źrenicznego brzegu tęczy wiązką promieni nie powstaje cień na poprzedniej powierzchni soczewki, co koniecznie musiałoby nastąpić, gdyby tęcza nie przylegała do soczewki.



ustaje (v. GRAFFE). Pomiędzy nerwami dla nastrajania się oka, dla tęczówki i mięśni zewnętrznych oka zdaje się istnieć jakiś związek ośrodkowy, mało jeszcze dotychczas zbadany. Za tem przemawia: 1. zachowanie się źrenicy przy nastrajaniu się oka (zob. wyżej); 2. z obróceniem się gałki oka do wewnątrz połączone jest zwężenie źrenicy (zob. niżej) i mimowolne nastrajanie się oka dodatnie (CZERMAK); 3. atropina, która rozszerza źrenicę (zob. niżej), paraliżuje zarazem dodatnie nastrajanie się oka; przeciwnie zaś bób kalabarski (Physostigma venenosum) zwęża źrenicę i spowodować kurczowe nastrajanie się oka do bliskości (ROBERTSON).

W wielu oczach zresztą zupełnie prawidłowych ognisko nie leży w miejscu prawidłowym (t. j. na siatkówce według jednego przypuszczenia), lecz albo zanadto ku przodowi (krótkowzroczność, [myopia]), albo za nadto ku tyłowi (dalekowzroczność [hypermetropia]). Skutkiem tego, a także z powodu niedokładności przyrządu mięśniowego, możność nastrajania się oka bywa często ograniczona do małej tylko przestrzeni. Oczy pierwszego rodzaju, które nastrajają się mogą tylko do małych odległości, nazywają się *k r ó t k o w z r o c z n e m i*; oczy zaś drugiego rodzaju, które do bliskości nastrajają się nie mogą, nazywają się *d a l e k o w z r o c z n e m i*. Oczy takie muszą dla odległości, do których nastrajają się nie mogą, używać sztucznego nastrajania, najlepiej w ten sposób, że za wielkie lub za małe skrzywienie ich soczewki poprawia się przez umieszczenie przed okiem soczewek szklanych („okulary”), które w pierwszym razie (u krótkowzrocznych) muszą być wklęsłe, w drugim razie (u dalekowzrocznych) wypukłe. — Dla oznaczenia stopnia krótkowzroczności lub dalekowzroczności, określa się oddalenie najbliższe i najdalsze, do którego oko może się nastroić, (punkt najbliższy i najdalszy); odstęp pomiędzy obydwoema zowie *prze-strze-ni-ą* *wy-raż-nego* *wi-dze-nia*. Najprostszym sposobem wymierzenia jej polega na wyszukaniu, w jakim oddaleniu oko wyraźnie poznaje przedmiot, który się oddala i zbliża, np. czytanie pisma. Ten jednak sposób jest niedokładny, z powodu że w odległości zmniejszenie się kąta widzenia (zob. niżej) utrudnia rozpoznanie przedmiotu. Daleko lepiej jest bezpośrednio oznaczyć, w jakim oddaleniu pewien przedmiot rzuca na siatkówkę obraz wyraźny, a w jakim obraz rozpierzchny. Najprostszym sposobem jest tu doświadczenie SCHEINER'A (str. 303). Patrząc na przedmiot jaki (np. na lepek od szpilki) przez dwa otworki w karcie zrobione i blisko siebie się znajdujące, widzimy go *p o j e d y Ń c z o* *g d y* *o k o* *d o k ł a d n i e* *d o Ź* *j e s t* *n a s t r o j o n e*, w przeciwnym zaś razie *p o d w ó j n i e*. Zbliżając więc i oddalając ten przedmiot znajdziemy przestrzeń, w której on pojedynczo jest widziany, to jest przestrzeń wyraźnego widzenia. Na tem opierają się rozmaite przyrządzenia służące do wyboru okularów, t. z. „*o p t o m e t r y*”. Najpowszechniej używany optometr (STAMPFER'A) ma za przedmiot szparę oświetloną, której oddalenie od oka być może zmienione a zarazem wymierzone \*). — Z wiekiem i począwszy już od 15 roku życia (MACGILLAVRY), możność nastrajania się oka do bliskości zmniejsza się, prawdopodobnie wskutek twardnienia soczewki (DONDERS).

\*) Prof. Majer podał trzy nowe sposoby do wymierzenia przestrzeni wyraźnego widzenia. Zarysy niniejszego dzieła jednak nie zezwalają na bliższy ich rozbiór. Odsyłamy więc czytelnika do pracy oryginalnej (w Rocznikach Tow. nauk. Krak. z 1864 r. — Zob. też Pamiętnik Tow. lek. Warsz. 1864, str. 306).

## TĘCZÓWKA I ŻRENICĄ.

Tęczówka wraz z jej środkowym otworem t. j. źrenicą służy jako przepona do zatrzymania promieni skrajnych, (podobnie jak przepona w narządziach optycznych), niemniej dla regulowania ilości światła wpadającego do oka, nakoniec jako część pomocnicza do nastrajania się oka. Szerokość źrenicy zależy od stanu skurczenia obydwóch jej mięśni pomocniczych t. j. ścieśniaacza i rozwieracza źrenicy (sphincter et dilatator pupillae). Pierwszy tworzy warstwę włókien okrężnych na około źrenicy, drugi przedstawia włókna promienisto ułożone, pierwszy zależny jest od nerwu okoruchowego, drugi od nerwu sympatycznego. Jeżeli obydwa mięśnie lub ich nerwy jednakowo są pobudzone, wtedy przeważa ścieśniaacz i źrenica zwęża się. Zwykle obydwa nerwy znajdują się w pewnym stanie nastroju (tonus), gdyż z przecięciem jednego z nich mięsień rządony drugim otrzymuje przewagę. Po przecięciu nerwu sympatycznego (na szyi) źrenica z węża się, po przecięciu nerwu okoruchowego rozszerza się.

Ru c h y tęczówki występują głównie w następujących okolicznościach: 1. *Z wężenie źrenicy przez drażnienie nerwu okoruchowego*: a. Przez odruch przy każdym pobudzeniu nerwu wzrokowego; źrenica tém jest węższą, im silniejsze światło wpada do oka, co po części reguluje oświetlenie siatkówki; pobudzenie mechaniczne, elektryczne i t. p. nerwu wzrokowego sprawia ten sam skutek. Pobudzenie jednego nerwu wzrokowego dostateczne jest do pobudzenia przez odruch obydwóch nerwów okoruchowych; jeżeli zatem jedno tylko oko mocno oświetlone zostaje, to zwęża się także źrenica drugiego. b. Przez odruch przy drażnieniu pierwszej i drugiej gałki nerwu trójdzielnego (BUDGE). c. Jako „współruch” przy obracaniu gałki oka do wewnątrz lub do zewnątrz i do góry; ponieważ oczy we śnie zwykle ten kierunek przyjmują, dla tego też we śnie źrenica jest zwężona; jednakowoż zwężenie następować ma także bez obrócenia oczu do wewnątrz. — d. Jako „współruch” przy drażnieniu nerwów do dodatniego nastrajania się oka (zob.

str. 305 in.) — 2. Zwężenie źrenicy przez sparaliżowanie nerwu sympatycznego wywołane zostaje przez otrucie nikotyną. Przed tem ma miejsce rozszerzenie, zależące od pobudzenia nerwu sympatycznego przed sparaliżowaniem. 3. Zwężenie przez oświetlenie tęczówki (zob. str. 218). — 4. Rozszerzenie źrenicy przez sparaliżowanie ścięśniacza (n. okoruchowego) lub podrażnienie rozwieracza (n. sympatycznego) występuje przy miejscowym lub ogólnym działaniu pewnych środków narkotycznych, mianowicie zaś atropiny. Ponieważ wpływ ten objawia się także na oczach wyciętych, przyjąć więc należy, że trucizna działa bezpośrednio na mięśnie lub na zakończenia nerwów wewnątrz mięśni. Obadwa te wpływy (sparaliżowanie ścięśniacza lub pobudzenie rozwieracza) uważane są przez niektórych jako jednocześnie występujące; inni mniemają, że tylko pierwszy przyjętym być może, ponieważ atropina wtedy jeszcze działa, gdy wskutek dawniejszego przecięcia nerwu sympatycznego jego zakończenia obwodowe już przeszły w stłuszczenie (BRAUN). Gdy jednak w wypadkach sparaliżowania (chorobliwego) nerwu okoruchowego rozszerzenie źrenicy nigdy nie jest tak znaczne, jak przy otruciu atropiną, (nawet po poprzednim przecięciu nerwu sympatycznego), to prawdopodobnym jest, że inne jeszcze nerwy (może n. trójdzielny) wpływają na rozszerzenie lub zwężenie źrenicy. — Rozszerzenie trwa przez dni i tygodnie; źrenica drugiego oka jest podówczas zwężona, gdyż przez rozszerzoną źrenicę pierwszego wpada do oka więcej światła niż zwykle (porównaj l. a.) \*).

#### ZBOCZENIA I WŁAŚCIWOŚCI OKA.

Z powyższych danych okazuje się, jak z [przedmiotu znajdującego się przed okiem na przestrzeni wyraźnego widzenia utworzył się siat-

\*) Jest to rzeczą już dowiedzoną, że mięśnie tęczy otrzymują z nerwu trójdzielnego włókna rozszerzające źrenicę; włókna te nie biorą jednak swego początku w rdzeniu przedłużonym wraz z korzeniami tego nerwu, lecz w zwoju Gaaser'a (podług doświadczeń Oehl'a). Przeciwny wpływ od atropiny wywierają na źrenicę: wyciąg bobu Kalabarskiego (Physostigma venenosum) i nikotyna, podobnie, lecz nierównie słabiej, działa morfina. Wpływ wszystkich tych trucizn, po-

kówce obraz wyraźny, zmniejszony i odwrócony. Jednakże dokładnemu wypełnianiu tego przeszkadzają pewne właściwości oka, odnoszące się również i do większej części narządów optycznych, i tak:

1. Zboczenie łamliwości (aberracya chromatyczna). Jak wiadomo białe światło przez załamanie rozszczepia się na pojedyncze kolorowe promienie z których się składa, a które mają różną łamliwość. Jeżeli więc z jakiego punktu przedmiotu wychodzi światło białe, to w oku zamiast jednego punktu obrazowego powstać musi szereg punktów po sobie następujących, z tych przedni dla promieni najbardziej łamliwych (fioletowych), tylny dla promieni najmniej łamliwych (czerwonych). Oko zatem nigdy nastrajać się nie może dokładnie dla punktu białego; jeżeli np. nastraja się tak, że punkt obrazowy promieni fioletowych przypada na siatkówkę, to inne barwy okazują się we współśrodkowych okręgach rozpięrzchłych, które tem są większe im więcej barwa oddala się od fioletowej; ponieważ jednak w środku wszystkie okręgi rozpięrzchłe i punkt fioletowy przykrywają się, dla tego powstaje biały punkt z brzegami zabarwionemi. Tak samo każdy biały przedmiot przedstawiać się musi biało z brzegami kolorowemi, gdyż obrazy rozpięrzchłe przykrywają się aż do brzegów. Jeżeli oko nastraja się dla pewnej barwy środkowej, np. dla zielonej, to rzeczywiście powstają dwa szeregi kolorowych okręgów rozpięrzchłych; te również się pokrywają na brzegach tak, że kolory dopełniające (zob. niżej) przypadają na siebie i brzegi po większej części przedstawiają się biało. Ta ostatnia okoliczność przyczynia się do tego, że przy zwykłym patrzeniu nie widzimy kolorowych brzegów; są one w ogólności bardzo nieznaczne z powodu małego rozpraszania środków oka, (które prawie równe jest rozpraszaniu wody przepędzonej, HELMHOLTZ), i znikają zupełnie przy silniejszym wpływie światła białego; możebną jest zbecza, że zestawienie rozmaitych środków oka wpływa nieco na zniesienie zbeczenia łamliwości (podobnie jak soczewki z flintglasu i crownglasu przy narzędziach optycznych). — Chcąc wyraźnie widzieć brzegi kolorowe, potrzeba, jak to pokazuje się z powyższego, nastrajać oko nie do barwy środkowej, lecz do skrajnej (czerwonej lub fioletowej); co ma miejsce, gdy wcale oka nie nastrajamy do przedmiotu wziętego na uwagę, lecz do bliższego lub odleglejszego przedmiotu. Aby widzieć jasny obraz bez nastrajania doń oka, mamy różne sposoby, których przytaczać tu nie możemy. — Z powyższego okazuje się także, że przestrzeń wyraźnego widzenia różną jest dla rozmaitych barw. Oczywiście jest, że punkt najbliższy i najdalszy dla światła fioletowego znacznie bliżej znajdują się musi, niż takżę punkt dla światła czerwonego.

2. Zboczenie kulistości (aberracya sferyczna). Promienie wychodzące z jakiego punktu przedmiotu wtedy tylko połączyć się znowu mogą na punkt obrazowy, gdy w tak małym oddaleniu od osi padają na powierzchnie załamujące, że te ostatnie uważane być mogą za płaszczyny (prz. na str. 299 \*). Warunek ten po części wypełnia tęczówka, która zatrzymuje promienie skrajne na znacznej przestrzeni. Dalsza poprawka polega na tem, że niektóre

dług nowszych doświadczeń Hirschmann'a, polega na paralizu nerwów tęczy t. j. atropina paraliżuje nerwy zwieracza, drugie trucizny niiszczą wpływ nerwów rozwieracza; paraliz może być zupełny lub też częściowy, stosownie do ilości zastosowanego środka. H.

\*) Przy powierzchniach kulistych promienie wpadające bliżej brzegu mocniej się załamują, aniżeli promienie przechodzące przez łamiącą powierzchnię w bliskości samej osi, a zatem ogniska pierwszych promieni znalazły się w mniejszej odległości po za powierzchnią od ogniska drugich. H.

powierzchnie załamujące są elipsoidami, tak, że zakrzywienie znacznie się zmniejsza przy brzegach; i nakoniec, że w soczewce promienie skrajnie przechodzą tylko przez zewnętrzne jej warstwy, które posiadają mniejszą mocność załamania niż wewnętrzne (str. 295). Poprawka ta jednak nigdy nie jest dokładną, lecz raz jest niedostateczną, drugi raz za wielką, a ztąd zawsze prawie, zwłaszcza przy rozszerzonej źrenicy, ma miejsce pewne zboczenie, skutkiem którego powstają okręgi rozpierchłe jako obrazy niewyraźne, co jednak rzadko daje się wyraźnie spostrzedz. Kilka szczególnych form zboczenia kulistości obejmują nazwą:

**Astigmatismus** (HELMHOLTZ, KNAPP, DONDERS), a t. z. „nierregularny“ astigmatismus polega na rozlicznych zboczeniach zakrzywień powierzchni załamujących, co przeszkadza połączeniu w jednym punkcie wiązki równoległych promieni (str. 298); każdy mały odcinek powierzchni posiada swój właściwy punkt obrazowy, tak, że punkt daje obraz gwiazdowaty. Prócz tego rogówka przedstawia chwilowe nierówności (Izy i t. d.) — b. „Regularny“ astigmatismus polega na różnym zakrzywieniu powierzchni załamujących w rozmaitych południkach. Południki najbardziej od siebie różne zowią się *głównymi*. Zwykle w oku południk najbardziej zakrzywiony jest pionowy, — drugi najmniej zakrzywiony, poziomy. Obydwa więc południki posiadają różną odległość ogniskową, a nawet oko może być w południku pionowym krótkowzroczne, w południku poziomym dalekowzroczne. Zwykle różnica tak jest mała, że ocenić ją tylko można patrząc z daleka na delikatne równoległe kreski, które gdy stoją pionowo są w większej odległości widome, niż wtedy gdy są poziome. — Wysoki stopień astigmatizmu można poprawić za pomocą szkła, które w jednym kierunku mocniej jest zakrzywione niż w drugim, czyli przez szkło w jednym tylko kierunku zakrzywione, t. j. mające powierzchnię *walcowatą*.

3. **Fluorescencya**. Wszystkie środki oka przedstawiają fluorescencyą, najmniej kula szklista, najwięcej soczewka (HELMHOLTZ, SECZENÓW, REGNAULD). Jeżeli zatem pobudzalność siatkówki ograniczona jest do fali eteru świetlnego pewnej długości (zob. niżej), to przez fluorescencyą nasza mocność widzenia rozszerzona zostaje po stronie fali najmniejszych (promienie po fioletowem). O granicach istotnych zob. niżej.

4. **Polaryzacya**. Jeżeli światło niebieskie lub barwę niebieską zawierające spolaryzowane wpada do oka (jeżeli np. przez pryzmat Nicol'a patrzynny na niebo lub samem okiem, gdyż niebieskie promienie nieba już są spolaryzowane) wtedy widzimy figurę w kształcie snopka (HAIDINGER), która porusza się wraz z okiem. Własność podwójnego załamania wykazana jako właściwa środkom oka (JAMIN, VALENTIN) nie wystarcza do objaśnienia tego zjawiska. Przyczyna jego leży we włóknach plamy żółtej (prawdopodobnie również podwójnie załamujących zob. niżej), na które światło spolaryzowane padające pod rozmaitym kątem w jednym miejscu więcej w drugim mniej bywa pochłaniane i w ten sposób wywołuje wspomniane zjawisko (HELMHOLTZ); nie możemy jednak bliżej zastanawiać się nad tym przedmiotem.

#### POZOSTAWANIE ŚWIATŁA WPADAJĄCEGO DO OKA.

Promienie światła, które wpadają do oka, zostają tam po części pochłonięte, po części zaś odbite, w ten sposób że wracają z oka po

tej samej drodze, po jakiej weszły. Każda wiązka promieni współbieżnych łączy się w oku, przy zupełnem jego nastrajaniu się na punkt obrazowy, w pewnym miejscu siatkówki przezroczystej, prawdopodobnie w jej warstwie zewnętrznej (pręcikowej). Pręcik uważany być powinien jako pryzmat ustawiony w kierunku promienia oka, posiadający w wysokim stopniu mocność załamania promieni światła, a którego podstawa graniczy z naczyniówką i wzdłuż powierzchni swych styka się z substancją międzypręcikową posiadającą mocność załamania światła w małym stopniu (BRÜCKE). Promienie znów rozchodzące się po połączeniu się w punkcie obrazowym, przechodzą w części bezpośrednio do naczyniówki (promienie osiowe), w części przechodzą najprzód do ścian bocznych pręcików pod kątem tak rozwartym, że się nie załamują w substancji międzypręcikowej, lecz w zupełności zostają odbite; z tego powodu i te promienie muszą ostatecznie padać na naczyniówkę, której czarny barwnik prawie w zupełności je pochłania; reszta światła zostaje odbita i, jak łatwo pojąć, musi znów po części bezpośrednio (promienie osiowe), po części zaś po odbiciu na ścianach pręcików połączyć się w punkcie obrazowym. Ztąd zaś podług znanych praw optyki światło wracać musi z oka do swego punktu przedmiotu (str. 298). Takie urządzenie zapobiega przejściu promieni z jednej części siatkówki na drugą, przecinaniu się światła (interferencya) i t. d. i czyni możebnem wyraźne widzenie. To razem tłumaczy nam, dla czego przy wejrzeniu do oka dno jego przedstawia się ciemnem.

Aby dno oka widzieć oświetlonem, musiałby badający swoją własną siatkówkę uczynić punktem wyjścia promieni, które wtedy na drodze zwrotnej po odbiciu się w oku badanem, dałyby się widzieć. Otrzymujemy to sztucznie za pośrednictwem „wierciadeł ocznych“ (oftalmoskopów). Polegają one na tem, że światło jakiego płomienia wpada do oka badanego w ten sposób, jakby pochodziło z oka badającego. Jedną z najprostszyc takich zwierciadeł (HELMHOLTZ'A) składa się z kilku tafelek szklanych, które służą zarazem jako zwierciadło i jako środek przezroczysty. Za pomocą tych tafelek rzucamy światło do oka badanego ze źródła światła umieszczonego z boku tego oka. Promienie wracające po części tylko odbite zostają z tych tafelek do źródła światła, po części zaś przechodzą przez tafelki do oka badającego, umieszczonego za tafelkami. Pomiedzy okiem badającego i badanego znajduje się soczewka wklęsła, która pokazuje wyraźny obraz oświetlonej siatkówki. Zbiór tafelek zastąpiony był

może przez zwierciadło wklęsłe lub płaskie, które przez otwór środkowy przepuszcza część wracających promieni. W ten sposób utworzone są inne formy zwierciadeł ocznych (RUEDE'GO i COCCUS'A). Pomiedzy źródłem światła i zwierciadłem ustawia się soczewka wypukła dla skupienia światła. — Jeżeli nie potrzebujemy koniecznie otrzymać dokładnego obrazu siatkówki oka, lecz chcemy tylko widzieć ją oświetloną, to dostatecznym jest następujące postępowanie (BRÜCKE): Oko badane patrzy na bliski punkt świecący, i przytem nastraja się do odległości. Na siatkówce powstaje wówczas zamiast punktu połączenia okrąg rozpięchły. Promienie odbite nie połączają się już w punkcie ich wyjścia, lecz albo znacznie dalej, albo też wcale nie (równoległe lub rozbieżne). Jeżeli więc oko badające znajduje się wśród ostrokągu promieni wracających, (w razie potrzeby ochronione od wpływu płomienia przez zamieszczone zasłony), to widzieć będzie dno oka oświetlone, przedstawiające się w czerwonym świetle. — Świecenie oka samo przez się w bardzo znacznym stopniu spostrzegamy u zwierząt, u których barwnik czarny w części naczyńówki zastąpiony jest przez błonę jasną, świecącą, mocno światło odbijającą (t. z. *tapetum*, u wielu zwierząt ssących, zwłaszcza u drapieżnych i u rybotwanych, u ryb i t. p.).

### Widzenie.

#### MIEJSCE POBUDZEMIA NERWU WZROKOWEGO.

Promienie padające na siatkówkę dochodzą do wiedzy przez to, że zakończenia nerwu wzrokowego w siatkówce się znajdujące pobudzone zostają w sposób zupełnie nam nieznanym przez drgania eteru świetlnego. Za zakończenia nerwów przyjmujące wrażenia światła uważać należy tylko pręciki i słupki. Dowody tego są następujące: 1. Miejsce wejścia nerwu wzrokowego, w którym siatkówka składa się tylko z włókien nerwu wzrokowego bez pręcików i słupków, nie jest zdolne do uczucia światła; stąd też zwane jest „miejscem ślepe“, (także plamą MARIOTTE'A). Patrząc na punkt A okiem prawym (zamknąwszy le-



we) z odległości mniej więcej 4 razy większej niż odstęp pomiędzy A i B, to punkt B staje się zupełnie niewidzialnym. Albowiem przy patrzeniu na A obraz jego pada na punkt końcowy osi oka, a obraz B na miejsce wejścia nerwu wzrokowego, które

oddalone jest od osi ku wewnątrz mniej więcej na  $3\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ . W podobny sposób znika A, gdy patrzymy okiem lewym na B. — 2. Dolek środkowy siatkówki (fovea centralis retinae) i otaczająca go plama żółta (macula lutea), które zawierają same tylko pręciki i słupki bez włókien nerwu wzrokowego, są miejscem najwyraźniejszego widzenia, (dolek środkowy znajduje się prawie na końcu osi oka [zob. niżej], tak, że obraz przedmiotu pada na to miejsce). Ponieważ dołek środkowy zawiera same tylko słupki, plama żółta posiada je w znacznej ilości (słupki otoczony naokoło pręcikami), reszta zaś siatkówki mało tylko słupków zawiera (1 słupki otoczony licznymi pręcikami), dla tego wnosić stąd można, że słupki odpowiednie jeszcze są do przyjmowania wrażenia światła niż pręciki. — 3. Naczynia siatkówki, które znajdują się za warstwą włókien, lecz przed warstwą pręcikową, rzucają cień na tę ostatnią, gdy oko od zewnątrz mocno jest oświetlone; ponieważ cień ten w warunkach, o których niżej wspomniemy, widzieć się daje we własnym oku, jest to więc najlepszym dowodem, że pręciki i słupki są pierwiastkami przyjmującymi wrażenia światła. Że cienie widziane rzeczywiście pochodzą od naczyń siatkówki, a nie od innych naczyń przed siatkówką się znajdujących, o tem przekonało dokładne wymierzenie. Cień bowiem przy poruszaniu źródła światła zmienia swoje miejsce; a że tę zmianę miejsca mierzyć można, przeto łatwo obliczyć się daje odległość ciał cienia rzucających od powierzchni przyjmujących wrażenia. Odległość ta dokładnie się zgadza z bezpośrednio wymierzoną odległością naczyń siatkówki od pręcików (H. MÜLLER).

Jedynie więc przyrządy końcowe (pręciki i słupki) są bezpośrednio pobudzalne przez drganie eteru świetlnego, a nie same włókna nerwu wzrokowego, ani w siatkówce ani w pniu nerwowym. Przeciwnie zaś wszelkie pobudzenie nerwu wzrokowego w któremkolwiek miejscu jego przebiegu lub jego zakończeniu przez zwykłe bodźce nerwowe (mechaniczne, elektryczne i t. d.), wywołuje wrażenie światła. Uczucie więc światła jest „właściwą czynnością“ nerwu wzrokowego (str. 285).

Mechaniczne pobudzenia nerwu wzrokowego są: naciśnięcie lub przecięcie pnia, (skutek: oświetlenie nagle całego pola widzenia); naciskanie oka, zatem tylko na część siatkówki, (skutek: świecąca figura okrągła na odpowiedniej [przeciwniej] stronie pola widzenia); w oczach chorobliwie drażliwych wystarcza nawet dotknięcie krwi przez siatkówkę przepływającej do wywołania wrażenia światła (iskry, obrazy naczyń); nakoniec, nagle zmiana nastrajania oka w ciemności, wskutek połączonego z tem pociągania przedniego brzegu siatkówki, wywołuje ukazanie się świecącego obrębu na brzegu pola widzenia (PURKINJE, CZERMAK). — Pobudzenie elektryczne (przeprowadzenie prądu stałego przez oko, lub prądu zmienną mocy) wywołuje również właściwe zjawiska światła, przy których rozmaite części siatkówki widzieć się dają (RITTER, PURKINJE).

#### RÓŻNE RODZAJE UCZUCIA ŚWIATŁA.

Nie wszystkie drgania eteru świetlnego są w stanie pobudzić przyrządy końcowe nerwu wzrokowego. Te, których długość fali większa jest niż długość linii FRAUNHOFER'A A („po za czerwone, promienie ciepła“) nie są zdolne do pobudzenia, zatem nie są widzialne; te których długość fali mniejsza jest, niż odpowiednie linii H („po za fioletowe, promienie chemiczne“) tak słabo pobudzają, że potrzeba szczególnych urządzeń, aby je zrobić widzialnymi.

Niewidzialność promieni po za czerwonych naprowadziła do zbadania przecieplania środków oka, przy czem okazało się, że takowe pochłaniają przeszło 90% promieni ciepła (BRÜCKE, JANSSEN). Względem pojedynczych części widma zachowuje się przecieplanie środków oka tak jak przecieplanie wody (FRANZ); zatem z promieni po za czerwonych tyle jeszcze przypuszczono, że niewidzialność ich objaśnić się tylko daje przez ich niezdolność do pobudzenia siatkówki. — Trudno widzialne promienie po za fioletowe przedstawiają się w kolorze niebieskavo-białym (HELMHOLTZ), gdy (bez użycia ciał posiadających fluorescencję, oprócz własnych środków oka) sztucznie przez wzmocnienie widzialnymi się staną.

Drgania eteru świetlnego zdolne do pobudzenia, przez przeprowadzenie tego pobudzenia z przyrządów końcowych w siatkówce do przyrządów ośrodkowych nerwu wzrokowego, wywołują w widzy wrażenie światła. Natężenie drgań (wysokość fali) powoduje moc wrażenia światła, długość zaś fali wywołuje właściwe różnice wrażenia światła, które nazywamy barwami. Widmo słoneczne, które doprowadza do oka promienie wszystkich długości fali zdolnych do pobudzenia, przedstawia też wszystkie barwy. Oprócz tych barw, które zwane są „pojedynczemi“ istnieją jeszcze t. z. „barwy mieszane“.

Wrażenie barwy mieszanej otrzymuje wiedza albo przez to, że promienie fal różnej długości (różne barwy pojedyncze) łączą się do pewnego wspólnego zbioru fal, który pada na siatkówkę, albo przez to, że jednakowe lub odpowiednie (identyczne, zob. niżej) włókna nerwu wzrokowego jednocześnie pobudzone zostają przez kilka promieni różnej barwy. W obydwóch razach te same barwy pojedyncze dają tę samą barwę mieszaną. — Najbardziej złożoną barwą mieszaną jest biała, barwa nierozłożonego światła słonecznego. Powstaje ona albo przez połączenie wszystkich barw pojedynczych widma słonecznego (które właśnie powstały przez rozszczepienie światła słonecznego) albo przez zmieszanie niektórych z nich. Jeżeli dwie pojedyncze barwy dają barwę mieszaną białą, to jedna zwie się „barwą dopełniającą“ drugiej. Również i barwy mieszane z pewnymi barwami pojedynczemi lub innymi mieszanymi dają barwę białą.

Powyżej podane dwa rodzaje mieszania się barw urzeczywistnić się dają następującymi sposobami: 1. Utworzenie wspólnego zbioru fal świetlnych: a. samo źródło światła wysyła takowy zbiór, który rozłożył się daje przez przyzmat na barwy pojedyncze; b. kilka promieni zabarwionych pochodzących z różnych źródeł wprowadza się do oka tak, aby wszystkie padały na to samo miejsce siatkówki. Zwyczajne sposoby do tego są następujące: Przypatruje się jakiej barwie przez taflę szklaną ukośnie ustawioną, która jednocześnie przez odbicie rzuca do oka inną barwę (HELMHOLTZ); — lub urządza się doświadczenie SCHEINER'A (str. 302) w ten sposób, że w dwóch małych otworach umieszczają się dwa różne zabarwione szkła: obydwa ostrokręgi promieni są wtenczas rozmaicie zabarwione. Jeżeli oko nastraja się tak, że obydwa okręgi rozpięzchle po części się przykryją, to wspólne miejsce na siatkówce oświetlone zostanie przez światło mieszane (CZERMAK). 2. Pobudzenie tych samych lub odpowiednich pierwiastków siatkówki przez różne barwy: a. Zastosowuje się tu możliwość trwania wrażeń światła na siatkówce (zob. niżej) i wpuszcza się do oka szybko po sobie różne barwy (za pomocą „krążka barwnego“) tak, że pobudzenie wywołane przez pierwszą trwa jeszcze gdy druga już wpływa; b. gdy na dwa „punkta odpowiednie“ o b y d w ó c h oczów (zob. niżej) działać będą różne barwy. — Jest to fakt nadzwyczaj dziwny, że skutek zawsze jest ten sam, czy połączenie barw następuje w falach eteru, tworząc promień złożony, czy dopiero w przyrządach nerwowych.

Ostatnie te fakta mniej dziwnymi się wydają, jeżeli co do istoty pojmowania wrażeń barw przyjmujemy inne przypuszczenie podane jeszcze dawniej (YOUNG), a w ostatnich czasach na nowo wskrzeszone (HELMHOLTZ). Przypuszczenie bowiem, że uczucie każdej pojedynczej lub mieszanej barwy zależy od szczególnej formy pobudzenia jednego i tegoż samego włókna nerwowego, przez szczególne formy drgań eteru świetlnego, sprzeciwia się w wysokim stopniu zasadzie właściwych czynności, które podaliśmy na str. 285 i n. Podług przypuszczenia przeciwnego temu na każdym miejscu siat-

kówki, którego pobudzenie osobno jest pojmowane, kończy się nie jedno lecz kilka włókien nerwu wzrokowego, posiadających różne właściwe czynności; każde z nich wywoływać ma wyobrażenie osobnej barwy i ma być pobudzone wyłącznie lub głównie przez pewien rodzaj drgań eteru. Ile takich rodzajów włókien różne wrażenia wywołujących przyjąć należy, nie wiadomo, zwłaszcza, że przypuszczeniu temu brak jeszcze wszelkiej podstawy anatomicznej. O ile się zdaje dostatecznym byłoby przyjęcie trzech (YOUNG), mianowicie: dla koloru czerwonego, niebieskiego i żółtego. W takim razie pewna barwa pojedyncza lub mieszana np. barwa czerwona z domieszkaną barwą niebieską i żółtą, pobudziłaby głównie włókna przyjmujące wrażenia barwy czerwonej, słabiej zaś inne, — złożone więc drganie eteru świetlnego jednostajnie by rozłożone zostało na pojedyncze jego części, podobnie jak dźwięk przez ciała współdźwięczące (str. 252). Za przypuszczeniem tem przemawia: 1. że skutek wywołany przez barwę mieszaną jest zawsze ten sam, bez względu na to, czy jej części składowe jeszcze przed okiem się mieszają, lub też czy pojedynczo pobudzają jednocześnie różne pierwiastki odpowiednio jednego lub obydwóch oczów, (zob. niżej); 2. objawy nie m o ż n o ś c i p o z n a w a n i a b a r w jest to stan nieprawidłowy, przy którym oko nieczule jest dla pewnej barwy, a wszystkie barwy mieszane, w których ta zawarta jest, wywołują w oku wrażenie innej barwy, jakoby ta wcale zawartą tam nie była; 3. podobieństwo do przyrządu słuchowego (zob. niżej).

Następujące są barwy mieszane, powstałe z dwóch barw pojedynczych (HELMHOLTZ).

Czerwona i fioletowa daje purpurową  
 Czerwona „niebieska „ różową  
 Czerwona „zielona „ blade-żółtą  
 Czerwona „żółta „ pomarańczową  
 Zielona „niebieska „ niebieskawozieloną  
 Żółta „fioletowa „ różową  
 Żółta „zielona „ żółtozieloną  
 Zielona „fioletowa „ bladoniebieską  
 Niebieska „fioletowa „ barwę indygową;

a następujące barwy są dopełniającymi barw pojedynczych (HELMHOLTZ):

Barwa	[Barwa dopełniająca
Czerwona 0,0002425 <sup>'''</sup> dłuż. fali.	Zielono niebies. 0,0001818 dł. fal.
Pomarańczowa 0,0002244 „	Niebieska 0,0001809 „
Żółta 0,0002162 „	Niebieska 0,0001793 „
Żółta 0,0002095 „	Barwa indygo 0,0001716 „
Zielonożółta 0,0002082 „	Fioletowa 0,0001600 „

Uzucie, jakiego doznajemy przy braku wszelkiego wrażenia światła, oznaczamy jako „barwę czarną“.

### O B R A Z Y.

Wyżej wspomnieliśmy już (str. 301), że od każdego punktu obrazowego znajdującego się na siatkówce dojsć możemy do punktu przedmiotu, gdy przeprowadzimy odpowiedni promień

widzenia. W tym też kierunku wiedza odsyła na zewnątrz przyczynę każdego wrażenia światła (str. 285), powstałego przez pobudzenie siatkówki. W jakim oddaleniu na tej linii umieszczony ma być punkt obrazowy, to później wykazemy; tymczasowo przyjmujemy, że wszystkie punkta obrazu przedstawiają się jako leżące na płaszczyźnie przed okiem się znajdującej. Płaszczyzna ta zowie się „polem widzenia“. Wiedza zatem ma ciągle wyobrażenie o stanie pobudzenia wszystkich pierwiastków siatkówki w ich właściwym rozmieszczeniu, ztąd widzimy ciągle pole widzenia; pole to przedstawia się „czarno“ (zob. wyżej), gdy brak jest wszelkiego pobudzenia; każdemu pierwiastkowi siatkówki pobudzonemu odpowiada punkt świecący, każdemu niepobudzonemu punkt czarny na miejscach przeciwnych polu widzenia. Pole więc widzenia wypełnione jest takimi samymi obrazami, jakie znajdują się na siatkówce, lecz te są odwrócone, że zaś względnie do przedmiotów są odwrócone, zatem na polu widzenia przedstawiają się prosto.

Ponieważ każde miejsce siatkówki zawiera pewną tylko liczbę organów końcowych nerwu wzrokowego (pręciki i słupki), przeto każdy obraz składać się musi z ograniczonej liczby wrażeń światła od siebie oddzielonych i ułożonych w kształcie mozaiki. Mozaika ta jednak tak jest delikatną, że powstaje wrażenie obrazu jednociągłego. Ten sam przedmiot tém wyraźniej przedstawiać się będzie, im obraz jego rozdzielony zostanie na większą ilość pierwiastków siatkówki przyjmujących wrażenie. Dla tego to wyraźne widzenie jakiego przedmiotu zależy: 1) od wielkości jego obrazu na siatkówce; ztąd ten sam przedmiot wyraźniej się przedstawia w bliskości niż w oddaleniu; 2) od położenia miejsca siatkówki, na które obraz jego pada; pierwiastki bowiem przyjmujące wrażenie światła są najwięcej skupione w dołku środkowym i plamie żółtej, a na skraju siatkówki są bardzo nieliczne; przedmiot zatem przy jednokowym oddaleniu przedstawia się najwyraźniej, gdy obraz jego pada na środek siatkówki; dla tego przy dokładnem uważaniu jakiego przedmiotu oko tak obrócone zostaje, że przedmiot rzuca swój obraz na plamę żółtą. — Przedmiot jaki w ogóle

wtedy tylko będzie mógł być poznany, gdy jego obraz na siatkówce zajmuje dostateczną liczbę pierwiastków przyjmujących wrażenie światła, tak, że wiedza przyjmuje dostateczną liczbę oddzielnych wrażeń do rozpoznania kształtu przedmiotu. Znalezione, że dwa punkta obrazowe na dołku środkowym siatkówki oddalone być muszą od siebie najmniej na  $0,004 - 0,002^{mm}$  aby mogły być oddzielnie poznane, — na innych zaś częściach siatkówki więcej jeszcze oddalone być muszą. Dla tego bardzo małe przedmioty lub znacznie oddalone od oka nie mogą być rozpoznane.

Wielkość (wymiar) obrazu na siatkówce oznacza się zawsze przez kąt widzenia, utworzony przez obydwie skrajne linie kierunkowe przedmiotu (str. 301), zwykle więc wyrażamy się, że przedmiot pod bardzo małym kątem widzenia nie może być poznany. — Aby i takie przedmioty rozpoznać, jeszcze, potrzeba aby kąt widzenia sztucznie powiększony został; do tego służą lunety i drobnowidze, pierwsze dla przedmiotów bardzo odległych, drugie dla bardzo małych.

### OBRAZY PODMIOTOWE.

Ponieważ przy uczuciu światła, jak przy wszelkich innych uczuciach, biorą udział przyrządy nerwowe, muszą więc przytem występować wszelkie własności pobudzalności nerwowej i po części stać się powodem przeszkód i złudzeń. To samo np. drganie eteru świetlnego wywoła w widczy mocniejsze lub słabsze uczucie, stosownie do stopnia pobudzalności przyrządów końcowych nerwu wzrokowego, jego włókien lub też jego przyrządów ośrodkowych. Inne okoliczności wywołują prawdziwe złudzenie, mianowicie uczucie światła bez pobudzających promieni światła, lub uczucie innych promieni, a nie tych jakie rzeczywiście istnieją (złudzenie barw). Takie wrażenie nazywa się „podmiotowe“. Najpospolitsze z nich są następujące:

1. **Obrazy wtórne.** Pobudzenie włókien nerwu wzrokowego pozostaje jeszcze przez jakiś czas w stanie pobudzenia po ustaniu już wpływu promienie światła pobudzającego, a to tém dłużej i silniej, im pobudzenie „pierwotne“ trwało dłużej i z większym napięciem. Po każdym więc widzeniu przedmiot jest jeszcze przez krótki czas widzianym, powstaje obraz wtórny. Na tem polega np. ukazanie się okręgu ognistego, gdy żarzący węgiel przed okiem obracać będziemy. Przyrządy oparte na tem zjawiska są: *Thaumatropt* t. j. krążek obracający się przed okiem, a na obwodzie którego przedstawione jest jakieś ciało ciągle poruszające się a to w rozmaitych położeniach tak, że każdy obraz przedstawia oddzielne położenie; każde wrażenie pozostaje wtenczas tak długo dopóki następny obraz się nie nasunie, i w ten sposób powstaje złudzenie jakoby ruch jednociągły się odbywał. *Krążek barwny*, jest to krążek szybko obracający się, podzielony na wycinki rozmaitych barw; barwa każdego wycinka jest widzialną podczas całego

obrotu, tak, że powstaje wrażenie mieszaniny wszystkich barw. — Jeżeli wrażenie światła było silne, to czasami obraz wtórny jest ciemny, t. j. że chwilowo pobudzalność odpowiednich włókien zostaje zniesioną, tak, że jako obraz wtórny przedstawia się miejsce ciemne takiego samego kształtu, co przedmiot pierwotnie widziany, t. j. *ujemny obraz wtórny*. Czasami zmieniają się po sobie obrazy wtórne dodatnie i ujemne t. j., że chwilowo zniesiona pobudzalność wraca znów na chwilę, tak, że obraz wtórny (dodatni) zjawia się, znów zuika i t. d. — W szczególny sposób przedstawiają się obrazy wtórne, gdy wrażenie pierwotne zostało wywołane przez silne i długo trwające światło zabarwione. Obraz wtórny nie zawsze przedstawia się tu w tej samej barwie („dodatnio“) lecz często w innej t. z. „barwie przeciwniej“, czasami naprzemian dodatnio i przeciwnie. Barwa przeciwna jest: zieloną, gdy barwa pierwotna była czerwoną, — żółtą, gdy ta była fioletową — pomarańczową, gdy była niebieską, — i odwrotnie. — Również i światło białe przedstawia się w barwie przeciwniej po wrażeniu poprzednim światła zabarwionego; — położywszy np. na białą powierzchnię kawałek papieru zabarwionego, patrząc nań przez jakiś czas i spojrzawszy następnie na białą powierzchnię, zobaczymy obraz wtórny kształtu kawałka zabarwionego, lecz w barwie przeciwniej. Objasnienie zjawisk barw przeciwnych nie jest nam znane\*). Zabawione obrazy wtórne ukazują się także po bardzo silnych wrażeniach światła białego (np. po spojrzaniu na słońce); zwykle ukazują się po sobie kolejno rozmaite barwy, czasami naprzemian dodatnie i ujemne coraz bardziej słabnące. I to zjawisko zwane „zacieraniem się barw“ również jest nieobjaśnione.

2. **Rozpromienienie (irradiatio et inductio).** Jeżeli pewna część siatkówki jest oświetloną, to pod pewnymi warunkami zostają pobudzone i inne jej miejsca bezpośrednio nieoświetlone, lub też zmienia się właściwy ich stan pobudzenia; to może mieć miejsce albo tylko w miejscach granicznych z bezpośrednio pobudzonym („irradiatio“) albo na całej przestrzeni siatkówki („inductio“). Obydwa te objawy należą do zjawisk współczuć (rozdz. XIII) i żaden z nich nie jest dostatecznie objaśniony. **Rozpromienienie** szczególniej wyraźnie się okazuje, gdy patrzymy na jasny przedmiot znajdujący się na ciemnym tle: przedstawia się on wtedy większym niż jest rzeczywiście, — przeciwnie zaś ciemny przedmiot na jasnym tle jest zmniejszony. Zjawisko to jednak wywołane być może także przez wadliwe nastrajanie się oka; jasne przedmioty objawiają się wtedy w obrazach rozpiechłych, zatem nieco powiększone. **Indukcja** powstaje wtedy, gdy część siatkówki pobudzoną jest przez światło pojedynczo zabarwione, reszta siatkówki albo wcale nie jest pobudzoną, albo też przez światło białe, albo wreszcie przez tę samą barwę lecz słabszą. W pierwszym razie i ciemną część pola widzenia jest zabarwiona, mianowicie zielono, gdy pierwotna barwa jest zieloną lub czerwoną, niebiesko-fioletowo, gdy barwa pierwotna jest fioletową, a bladoniebiesko, żółto-zielono lub zielono, gdy pierwotna barwa jest zieloną lub żółtą (*BRÜCKE*); w drugim razie zamiast białego światła ukazuje się barwa prze-

\*) Dawniej, gdy przyjmowano barwy przeciwnie za jednakość z barwami dopełniającymi objaśniano zjawisko ostatnie w ten sposób: że włókna pobudzone raz przez światło zabarwione, nie mogą już więcej być pobudzone przez promienie tej samej barwy. I dla tego ze światła białego przyjmują wrażenie barwy mieszaniej pozostałej po odjęciu barwy pierwotnej, t. j. przyjmują wrażenie barwy dopełniającej. Objasnienie to jednak po poznaniu prawdziwych barw dopełniających jest już niestosowne.

ciwna pierwotnej (zob. niżej); w trzecim wypadku barwa bledsza przedstawia się również w barwie przeciwniej.

3. Pobudzenie pierwiastków przyjmujących wrażenia światła bez zewnętrznej przyczyny. Tu należą: a. mechaniczne pobudzenia przez krążącą krew, zdarzające się tylko przy chorobliwie powiększonej drażliwości; przedstawiają się jako iskry, błyski i t. d., i czasami óno zwłaszcza przed zasypianiem, przedstawia się zupełny obraz naczyń siatkówki z ciałkami krwi i t. d.; b. pobudzenie ośrodkowe nieznanego pochodzenia w rozmaitych formach („złudzenia, mamiłta“), przedstawiają się zazwyczaj we śnie, przed zasypianiem, a w stanach chorobliwych także i na jawie.

### OBRAZY WEWNĄTRZ-OCZNE.

Od wrażeń światła podmiotowych odróżnić należy t. z. „obrazy wewnętrzne“ t. j. uczucie obrazów przedmiotów w samym oku się znajdujących. Najważniejsze z nich są następujące: 1. Rozpoznanie zmętnień i ściemnień środków załamujących oka, które widocznymi są wtedy, gdy przy oświetleniu oka cienie ich padają na siatkówkę, a najwyraźniej, gdy promienie światła wpadające do oka równoległe tam przebiegają. Zmętnienia te występują w formie ciemnych plam, kulek, prążków, perełek i t. d.; są po części stałe, po części zaś (te, które się znajdują w kuli szklistej) zmieniają swoje miejsce zwłaszcza przy nagłych ruchach oka lub głowy (mouches volantes). — 2. Rozpoznanie naczyń siatkówki, również przez cień ich padający na warstwę pręcikową (zob. str. 313). W tym celu rzuca się ich cień na boczne części siatkówki, rzadziej oświetlone (puszczając silne światło z boku na przezroczystą białkawkę oka), lub poruszamy i rozpościeramy (przez obraz wtórny) cień, przesuwać przed okiem punkt jakiś świecący. Okazują się wtedy ciemne zarzysy naczyń na oświetlonym polu widzenia, przyczem i skraj dolka środkowego zwykle poznać się daje przez swój cień, (Figura naczyńniowa PURKINJE'GO). — 3. Rozpoznanie ciałek krwi w naczyniach włoskowatych siatkówki, przy mocnym oświetleniu oka (przez powierzchnię śniegiem pokrytą i t. d.), nie daje się ściśle objaśnić.

### Ruchy oka.

Oko umieszczone w oczodole obdarzone jest znaczną ruchliwością, którą znacznie jeszcze powiększają ruchy całej głowy. Z tego powodu możebnem jest, w jednym położeniu ciała widzieć przedmioty we wszystkich prawie kierunkach przestrzeni, t. j. tak względem nich oko ustawić, aby obraz ich na siatkówce przypadał na dołek środkowy. Znaczna ruchliwość gałki oka zależy od sposobu jej umocowania w oczodole. Spoczywa ona bowiem w podścielisku tłuszczowym oczodołu tak jak główka

stawowa w panewce, więc obracać się może we wszystkich kierunkach czyli na około licznych osi. Obroty te, które skuteczniają się za pośrednictwem mięśni oka, zostają ograniczone najprzód przez mięśnie przeciwnicze, powtórę przez opór pnia nerwu wzrokowego. Oprócz ruchów obrotowych wykonywane jeszcze być mogą zmiany miejsca całej gałki oka, gdyż części otaczające są podatne, zatem „panewka stawowa jest przesuwalna“ (LUDWIG).

Aby zrozumieć zmiany położenia gałki oka, jak również rozmieszczenie i czynność mięśni oka, należy przyjąć w oku pewne stałe punkta i linije, których zmiana położenia dałaby nam miarę ruchów. Jedną linią w oku dana jest przez samą budowę anatomiczną, mianowicie oś widzenia; przechodzi ona od dolka środkowego w płaszczyźnie żółtej przez punkt krzyżowania się promieni w oku, — jest to promień główny punktu widzenia. Linia ta nie przypada dokładnie na oś rogówki t. j. na wspólną oś optyczną środków oka; ta ostatnia bowiem przecina siatkówkę nieco od góry i na wewnątrz dolka środkowego, tak, że obydwie osie tworzą ze sobą mały kąt (3, 5—7°). Od dolka środkowego, który nazwany być powinien biegunem kuli oka, wyprowadza się przez siatkówkę dwa południki prostopadłe do siebie. Położenie ich oznacza się przez pewne własności fizyologiczne oka; dzielą bowiem one siatkówkę na cztery równe części, które w obydwóch oczach mają pewne wzajemne stosunki (zob. niżej). Nazywają je dla tego liniami rozdzielającymi (jedna pionowa, druga pozioma). — Dalej, wyobraziwszy sobie przeprowadzoną w oku płaszczyznę prostopadłą do środka osi widzenia, to płaszczyzna ta przetnie powierzchnię kuli w największym obwodzie prostopadłym do południków; obwód ten nazwiemy równikiem oka (płaszczyznę zatem „płaszczyznę równikową“). Mamy więc teraz trzy prostopadłe do siebie okręgi (równik i dwa południki); płaszczyzny im odpowiednie przecinają się wzajemnie w trzech wymiarach do siebie prostopadłych, to jest w osiach, mianowicie oś przodkowa („oś widzenia“), pionowa („oś wysokości“) i pozioma („oś poprzeczna“). Osie te uważane być mogą jako układ wspólny, który poruszając się wraz z okiem oznacza jego obroty. Do tego dodać jeszcze należy drugi układ linii wspólnych będący względnie do przestrzeni nieruchomym, lecz w stanie spoczynku oka odpowiadający w zupełności ruchomemu. W każdym zaś innym położeniu oka jedna, dwie lub wszystkie trzy odpowiednie osie obydwóch układów tworzyć będą ze sobą kąty \*).

\*) Wyobrażamy sobie więc w każdym oku trzy linije względem siebie pionowe oznaczające trzy główne rozmiary przestrzeni t. j. prosty (idący od przodu ku tyłowi), pionowy i poprzeczny (od prawej ku lewej stronie). Ruchy w oku odbywają się na około trzech osi przypuszczalnych, które przy położeniu spoczynkowym oczu zgadzają się w zupełności z owymi linjami. Jeżeli linje te wystawimy sobie jako stałe, to położenie osi oka względem nich ciągle się zmienia, zależnie od kierunku widzenia. Zboczenia te mogą być całkowite lub częściowe, stosownie do kierunku obrotu; np. przy podnoszeniu lub opuszczaniu oczu osie pionowe tworzą kąty ze stałymi linjami pionowymi przy kolejnem patrzeniu na bliżkie i odległe przedmioty zmienia się położenie osi poprzecznych a przy bardziej złożonych ruchach zbaczają się równocześnie dwie lub nawet wszystkie trzy osie.



Ruchy oka są bardzo ważne mianowicie ze względu wzajemnego położenia obydwóch oczu i stosownie do tego są one ograniczone (zob. niżej). Jako stan spoczynku, który uważać możemy za punkt wyjścia do wszystkich ruchów („ustawienie pierwotne”), przyjmujemy to położenie, przy którym wszystkie trzy osie jednego oka równoległe są do osi drugiego oka, a osie poprzeczne leżą w jednej linii prostej, osie zatem widzenia skierowane są prosto ku przodowi. Oczywiście jest, że położenie to połączone być może z pewnym nachyleniem osi widzenia do poziomu. Z pomiędzy rozmaitych ustawień, tu możebnych, uważać należy jedno jako właśnie pierwotne ustawienie, mianowicie to nachylenie, przy którym może mieć miejsce wzajemne zbliżenie się osi widzenia, bez potrzeby obracania się oczu na około tych samych osi, co jest koniecznym przy wszelkich innych nachyleniach (zob. niżej). Nachylenie to wynosi  $45^\circ$ , zdaje się jednak być zmiennem u różnych osób. Wykazano (MEISSNER), że wszelkie obroty oka z tego ustawienia pierwotnego odbywają się na około osi leżących na płaszczyźnie równikowej (tak, że oś widzenia jest prostopadłą do osi obrotu); rzadziej na około innych, które z tą płaszczyzną tworzą małe kąty, nigdy zaś na około osi które z nią tworzą wielkie kąty, np. na około osi widzenia. Z pomiędzy licznych osi leżących na płaszczyźnie równikowej, odróżnić należy dwie, będące zarazem osiami odpowiedniami, mianowicie oś poprzeczna i oś wysokości. Obroty na około tych obydwóch osi prowadzą do t. z. „ustawień wtórnych” oka. Obrót na około pierwszej wywołuje tylko zmianę co do nachylenia do poziomu (przy zachowaniu kierunku równoległego obydwóch osi widzenia); obrót na około drugiej wywołuje obrót na wewnątrz lub na zewnątrz, a zatem zbliżenie lub oddalenie się osi widzenia (przy zachowaniu nachylenia do poziomu). Przy pierwszym więc obrocie pionowa płaszczyzna dzieląca przypada wprawdzie jeszcze na odpowiednią płaszczyznę stałego układu wspólnego, lecz płaszczyzna pozioma z odpowiednią sobie tworzy kąt; przy drugim obrocie rzecz się ma przeciwnie. Obroty na około innych osi, leżących na płaszczyźnie równikowej lub blisko niej, prowadzą do „ustawień trzeciorzędnych” oka. Ponieważ każdy taki obrót podług prostych prawideł rozłożyć się daje na obrót na około osi wysokości i na obrót na około osi poprzecznej, to nasamprzód, wraz z ustawieniami trzeciorzędnymi połączone jest także zbliżenie się osi widzenia jako też zmienione ich nachylenie do poziomu; powtórę, nie przypada już ani pionowa ani pozioma płaszczyzna dzieląca na odpowiednie płaszczyzny stałego układu wspólnego, lecz obydwie są do siebie nachylone; przy ustawieniach więc trzeciorzędnych oczy przedstawiają pozorny obrót na około osi widzenia.

Punkt obrotowy galki oka nie leży w środku osi widzenia, tak jak to przypuszczano i doświadczeniami wykazano (VOLKMANN), lecz (DONNERS i DOLJER) w oku prawidłowym znajduje się na  $1,77 \text{ mm}$  po za nim.

### MIEŚNIE OKA.

Sposób działania każdego pojedynczego mięśnia oka t. j. położenie osi, na około której mięsień ten obracać może oko,

obliczyć można znając punkt jego przyczepienia w oczodole \*) i punkt przyczepu przy gałce ocznej. Położenie osi oznacza się trzema kątami utworzonymi przez nią z trzema osiami wspólnymi oka w ustawieniu pierwotnym. W ten sposób oznaczono poniżej umieszczone położenia osi dla sześciu mięśni oka (FICK); za ustawienie pierwotne oka nie przyjęto powyżej podanego (z nachyleniem osi widzenia na  $45^\circ$ ), lecz inne, przy którym osie widzenia skierowane są ku przodowi równoległe do siebie i do poziomu \*\*).

Mięśnie.	Kąt utworzony przez oś obrotową z		
	Osią widzenia.	Osią wysokości.	Osią poprzeczną.
Prosty górny. . . .	$111^\circ 21'$	$108^\circ 22'$	$151^\circ 10'$
„ dolny. . . .	$63^\circ 37'$	$114^\circ 28'$	$37^\circ 49'$
„ zewnętrzny	$96^\circ 15'$	$9^\circ 15'$	$95^\circ 27'$
„ wewnętrzny.	$85^\circ 1'$	$173^\circ 13'$	$94^\circ 28'$
Skośny górny. . . .	$150^\circ 16'$	$90^\circ 0'$	$60^\circ 16'$
„ dolny. . . .	$29^\circ 44'$	$90^\circ 0'$	$119^\circ 44'$

Jeżeli podane tu liczby zastosujemy podług zwykłych prawideł do ustawienia pierwotnego (MEISSNER'A) powyżej podanego, to wypada, że niestosowne jest zwykle przypuszczenie, jakoby mięsień prosty górny obracał oko wprost do góry (na około osi poprzecznej), dolny wprost ku dołowi (podobnie), wewnętrzny wprost na wewnątrz, zewnętrzny wprost na zewnątrz (na około osi wysokości). Lecz i przy drugim ustawieniu pierwotnym żadna oś obrotowa nie leży na płaszczyźnie równikowej oka. Bardzo blisko niej, w małym oddaleniu od osi wysokości, leżą osie obrotowe mięśnia prostego wewnętrznego i zewnętrznego, które

\*) Dla mięśnia skośnego górnego za początek uważaną być może w tym razie rolka.

\*\*\*) Mięsień oka przyczepiając się jednym końcem do oczodołu, drugim do galki ocznej, nie są ułożone pionowo względem trzech głównych osi, na około których oko się obraca t. j. prostej, pionowej i poprzecznej, lecz kierunek każdego mięśnia jest mniej lub więcej ukośny względem wszystkich osi. Skutkiem tego oś obrotowa oka dla każdego pojedynczego mięśnia musi być odmienna, a położenie tej osi oznacza się przez kąty, jakie ona tworzy z osiami głównymi.

zatem rzeczywiście prawie ściśle obracają źrenicę do wewnątrz i zewnątrz. Osie zaś obrotowe obydwóch mięśni skośnych leżą dokładnie na płaszczyźnie poziomej, z obydwóch stron osi widzenia, i oddalone są od ostatniej blisko na  $30^\circ$ , tak, że mięsień skośny górny obraca źrenicę na zewnątrz i ku dołowi, skośny dolny obraca zaś na wewnątrz i do góry. Osie obrotowe mięśnia prostego górnego i dolnego dość znacznie zbaczają od osi poprzecznej, tak że pierwszy obraca źrenicę do góry i nieco na zewnątrz, drugi ku dołowi i również nieco na zewnątrz.

Z tego się okazuje, że przy każdym prawie ruchu kilka mięśni wspólnie działać musi. To rzeczywiście potwierdzone zostało, zwłaszcza przez spostrzeżenia robione na oczach, których mięśnie częściowo były sparaliżowane. Badanie i obliczenie mięśni potrzebnych do pewnego ruchu jest jednak tak zawiłane, zwłaszcza przez to, że przy najmniejszej rozpoczętej zmianie położenia i osi obrotowa mięśnia zmienia się, — że nie możemy się tu bliżej nad tem zastanawiać.

Nerwy rządzące ruchami gałki oka są następujące: nerw okoruchowy, rozoczny i bloczkowy, obadwa ostatnie dla jednorodnych mięśni, pierwszy dla czterech pozostałych. Nerwy te posiadające znaczną ilość włókien i zmieniające swą czynność z nadzwyczajną szybkością, są w mózgu z obydwóch stron w pewnym połączeniu tak, że ruchy ich wzajemnie się ograniczają. Połączenie to powoduje najprzód, że zawsze takie tylko ruchy się odbywają, przy których obydwie osie widzenia leżą na jednej płaszczyźnie („płaszczyzna nastrajania“, Visirebene), zatem gdy zostaną przedłużone przecinać się muszą w jednym punkcie, (w razie gdy nie są równoległe do siebie); dopóki są równoległe, posiadają jednakowe nachylenie do poziomu, (gdyż obydwie punkta obrotowe wyobrazić sobie możemy jako stałe). Dalej, wzajemne ich nachylenie do siebie o tyle jest ograniczone, że w małym stopniu mogą ku przodowi oddalać się, zaś zbliżać się mogą w każdym stopniu stosownie do położenia. Mechanizm tego związku, który należy do rodzaju ruchów wspólnych jest zupełnie zagadkowy. Zboczenia jego zwą się „zezowaniem (strabismus)“.

### Widzenie dwoma oczami.

Zwykle przy patrzeniu działają wspólnie obydwie oczy; korzyści ztąd wynikające są: 1. poprawka błędów i t. p. jednego oka przez drugie; 2. dokładniejsze rozpoznanie przestrzeni, gdyż uważanie przedmiotu z dwóch różnych punktów daje nam poznać oprócz samego tylko obrazu powierzchni także i rozciągłość w trzecim wymiarze; 3. dokładne ocenianie wielkości i oddalenia przedmiotów.

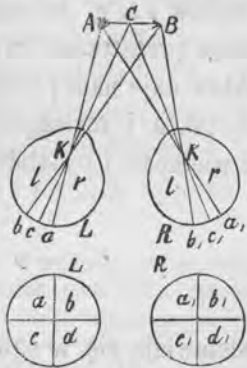
### POJEDYŃCZE WIDZENIE.

Pomimo patrzenia dwoma oczami przedstawiają się w ogóle przedmioty widziane pojedynczo, a to właśnie te, na które zwracamy naszą uwagę; przyczyną tego jedynie to być może, że pobudzenie pewnych odpowiednich punktów obydwóch siatkówek odnosi wiedza do jednego i tego samego miejsca przestrzeni, — innymi słowy: że obydwie oczy posiadają jedno wspólne pole widzenia i że wrażenia światła powstałe przez pobudzenie dwóch odpowiednich punktów przedstawiają się w jednym miejscu tego pola widzenia. Te odpowiednie punkta siatkówki nazywają się „punktami identycznymi“. Przedmiot więc widziany pojedynczo obydwoma oczami przy jakimkolwiek bądź ich ustawieniu, musi na obydwie siatkówki tak rzucać swoje obrazy, aby obydwie punkta obrazowe każdego punktu przedmiotu padały na dwa odpowiednie punkta siatkówki. Jeżeli jedno oko lub obydwie zostaną nieco obrócone, natychmiast powstać musi obraz podwójny.

### POŁOŻENIE PUNKTÓW ODPOWIEDNICH. HOROPTER.

O względnem położeniu punktów odpowiednich następujące prawa wyprowadzić się dają: 1. Ponieważ punkt jakikolwiek C widziany obydwoma oczami, którego obrazy zatem padają na końce osi widzenia c i c', przedstawia się pojedynczo, przeto obydwie końce osi widzenia c i c' muszą być punktami odpowiedniemi.

2. Jeżeli patrzymy na środek C jakiego przedmiotu, który pojedynczo się przedstawia, to dla wszystkich punktów prawej połowy jednej siatkówki znajdować się muszą punkta odpowiednie w prawej połowie drugiej i przeciwnie, (figura niniejsza jasne o tem daje wyobrażenie); dalej, dla punktów górnej połowy siatkówki jednego oka punkta odpowiednie znajdują się muszą w górnej połowie drugiego, dla dolnej jednego w dolnej połowie drugiego. Jeżeli dolne okręgi L i R są obrazem odbitym obydwóch siatkówek, to ćwiartki jednakowo naznaczone (a, a<sub>1</sub>, i t. d.) są odpowiedniami. Obydwa południki rozdzielające te koła na cztery odpowiednie części nazywają się „liniami dzielącymi“ (pionowa i pozioma).



3. Z tego wypada dalej, że i punkta obydwóch pionowych i poziomych linii dzielących muszą być odpowiedniami \*).

Jeżeli przy pewnym ustawieniu oczu poprowadzimy dla dwóch punktów odpowiednich stosowne promienie widzenia i przedłużymy je przed okiem aż do ich przecięcia się, to punkta przecięcia są punktami, które przy tem położeniu oczów pojedynczo się przedstawiają. Wszystkie te punkta które przy pewnym ustawieniu oczów pojedynczo się przedstawiają, leżą na jednej powierzchni zwaną „horopterem“. Gdyby przy pewnym ustawieniu zbadano dokładnie horopter, to przez to oczywiście oznaczono by względne położenie punktów odpowiednich, i możnaby było dla każdego innego ustawienia oczów narysować horopter. Naodwrot znowu można wyprowadzić horopter

\* Nowsze doświadczenia jednak wykazały (Volkman, Helmholtz), że punkta odpowiednie w obydwóch oczach nie są zupełnie symetrycznie ułożone, a mianowicie zamiast pionowych linii dzielących należy przyjąć w każdym oku linię przechodzącą wprawdzie przez środek oka, lecz tworzącą z pionową mały kąt (10 13' — 29 9'). Linje te przecinają więc siatkówkę w kierunku nieco ukośnym, idąc od góry i wewnątrz ku dołowi i zewnątrz.

H.

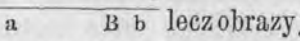
dla każdego ustawienia oczu, jeżeli względne położenie punktów odpowiednich jest znane \*).

#### ZANIEDBANIE OBRAZÓW PODWÓJNYCH.

Z powyższego opisu wypada, że przy wszystkich ustawieniach oczu większa część przedmiotów przed okiem się znajdujących powinny przedstawiać się podwójnie; że nadto z powodu, iż promienie z dwóch różnych punktów przedmiotu padają na punkta odpowiednie, powstaćby powinny rozmaite zbożenia i zakłócenia pół widzenia obydwóch oczu. Że mimo to wiedza w ogóle otrzymuje wrażenia pojedynczych tylko obrazów i żadnych nie ma zakłóceń, przyczyną tego są następujące okoliczności: 1. Przedmioty, których obrazy padają na środek siatkówki (dolek środkowy i plama żółta), przedstawiają się pod każdymi warunkami pojedynczo, gdyż końce osi widzenia są punktami odpowiedniami i przedłużenia tych osi widzenia w jednym punkcie się przecinają. Ponieważ miejsca te są miejscami najwyraźniejszego widzenia i uwaga nasza prawie wyłącznie na nie jest zwrócona, przeto wrażenie światła tu wpadającego przeważa nad całą resztą pola widzenia. — 2. Przedmioty pojedynczo widziane (leżące na horopterze) muszą najsilniej wpływać na widzę, gdyż pobudzają ten sam organ ósrodkowy z podwójnym natężeniem. 3. Oba oczy zarówno nastrajają się zawsze dla tych przedmiotów, do których osie ich są ustawione, tak, że te wyraźniej się przedstawiają niż przedmioty znajdujące się przed lub za punktem przecinania się osi, zatem nie w horopterze. Zgodność tę pomiędzy ruchami i nastrajaniem się oczu powoduje tak wola jako też i mechanizm nerwowy (CZERMAK), gdyż

\* Ponieważ określenie horoptera dla każdego pojedynczego ustawienia oczu jest dość zakłócone, a pod względem praktycznego zastosowania prawie żadnych nie przynosi korzyści, więc uznałem za stosowne, zupełnie opuścić z niniejszego dzieła odpowiednie ustępy oryginału, témbardziej że mimo wielkiej rozwickłości wcale się nie odznaczają jasnością wykładu i nie odpowiadają już w zupełności nowszym postępowi nauki. — Tyle tylko nadmienię, że podług doświadczeń HELMHOLTZ'A przy widzeniu dwoma oczami otrzymujemy tem dokładniejsze pojęcia o brylowatości widzianych ciał, im więcej punktów ich powierzchni przypada na okres horoptera.

H.

przy obróceniu jednego tylko oka następują zaraz zmiany w nastrajaniu się, np. nastrajanie się oka do bliskości przy obróceniu go do wewnątrz. — Jako czwarty warunek, który pomimo ograniczenia horoptera przyczynia się, że większa część przedmiotów widzianych przedstawia się pojedynczo, przytoczyć jeszcze należy następujący (v. RECKLINGHAUSEN): Patrząc na linię prostą obydwoma oczami i zwracając szczególną uwagę na jeden tylko jej punkt, zobaczymy ją pojedynczo nie tylko wtedy, gdy każdy pojedynczy jej punkt rzuca swoje obydwie obrazy na punkta odpowiednie siatkówki, lecz także i wtedy, gdy dwa różne punkta obrazy swe rzucają na punkta odpowiednie siatkówki. Wprawdzie linia wówczas przedstawia się podwójnie (jako to linia AB i ab)  lecz obrazy jej taki mają kierunek względem siebie, że tylko pojedynczo są widziane. Ponieważ więc każda linia, na której jeden punkt główny patrzymy, rzuca swój obraz na południk siatkówki (t. j. na koło największe przechodzące przez dołek środkowy), przeto każda linia uważana obydwoma oczami musi w takim razie już wtedy przedstawiać się pojedynczo, gdy obydwie jej obrazy padają na dwa „odpowiednie“ południki t. j. na dwa południki oddalone od pionowych lub poziomych okręgów dzielących o jednakowe kąty i w jednakowym kierunku. Każda taka linia jest linią przecięcia płaszczyzn obydwóch odpowiednich południków, (owe płaszczyzny południkowe, które przechodzić muszą przez punkt węzłowy, zowią się „płaszczyznami kierunkowymi“). Zatem wszystkie te linie proste przedstawiają się pojedynczo przy pewnym ustawieniu oczu, które przypadają na linie przecięcia odpowiednich płaszczyzn kierunkowych. Te linie przecięcia, (które wszystkie przechodzić muszą przez punkt widziany), tworzą przy każdym ustawieniu oczu powierzchnię („powierzchnia normalna“), a mianowicie przy ustawieniach wtórnych schodzących się tworzą płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny nastrajania w punkcie widzianym przy symetrycznych ustawieniach trzeciorzędnych tworzą one ukośny ostrokąt podwójny, którego wierzchołek znajduje się w punkcie widzianym. — Ztąd wypada wniosek nadzwyczaj ważny, że na płaszczyźnie przed okiem znajdującej się, — przypu-

szczając, że takowa, jak to zwykle bywa, uważaną jest przy ustawieniu wtórnem oczu, — każda linia prosta pojedynczo przedstawić się musi, gdy na jeden jej punkt głównie patrzeć będziemy. — Doświadczenia jednak wykazały prócz tego, że wszystkie linie proste leżące na powierzchni normalnej, nawet jedynie tylko te, przedstawiają się prostopadłemi do płaszczyzny środkowej, także przy ustawieniach oczu trzeciorzędnych, gdzie prawdziwy ich kierunek jest inny. Przypatrując się bowiem gwiazdzie z drutu zrobionej, której promienie leżą na jednej płaszczyźnie, zwracając przytem głównie uwagę na jej punkt środkowy, to gwiazda ta przedstawi się płaską tylko w ustawieniach wtórnych, zakrzywioną zaś w ustawieniach trzeciorzędnych, a mianowicie zdaje się, iż promienie zbaczają od płaszczyzny w kierunku przeciwnym powierzchni normalnej; dopiero wtedy gwiazda się przedstawi płaską w ustawieniu trzeciorzędnem, jeżeli sztucznie nadamy jej zakrzywienie odpowiednie powierzchni normalnej. — Inne doświadczenia pokazują, że każdy punkt świecący, dla ocenienia odległości którego brak wszelkich środków, odniesiony zostaje przez oko na linii kierunkowej do powierzchni normalnej. Jak się zdaje powierzchnia ta jest zatem dla naszych oczu nadzwyczaj użyteczną i najprawdopodobniej odgrywa ona także ważną rolę przy widzeniu bryłowości, albowiem położenie każdego punktu nie leżącego na tej powierzchni podług niej się wymierza.

#### WZAJEMNE WSPOMAGANIE SIĘ OBYDWÓCH OCZU.

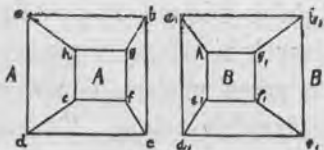
Użytek widzenia dwoma oczami leży przedewszystkiem w tém, że miejsca jednej siatkówki niezdolne doczynności właściwej (np. stany chorobliwe v. GRAFE) lub takie miejsca, które wskutek stałych zmętnień środków załamujących nie mogą nigdy otrzymać obrazów, bywają wyrównywane przez miejsca odpowiednie drugiej siatkówki, — co często spostrzedz się daje. Tu należy także wzajemne wypełnienie odstępów powstałych na polu widzenia przez obydwie plamy ślepe; gdyż odpowiednie punkta

plamy ślepej jednego oka są na drugim oku miejscami siatkówki zdolnymi do otrzymania wrażeń światła, (plamy ślepe znajdują się w r ó ż n o i m i e n n y c h symetrycznych częściach siatkówki).

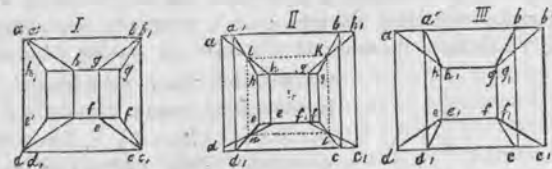
Wspomnieć tu należy, że i przy patrzeniu jednym okiem plama ślepa nie może spowodować wyraźnej przerwy na polu widzenia. Brak pobudzenia przez światło, który my oznaczamy jako barwę czarną, może tam tylko być poznany, gdzie istnieją przyrządy przyjmujące wrażenia światła; że zaś w plamie ślepej przyrządów tych nie ma, przeto plama ta zachowuje się względem światła tak jak miejsce jakiegokolwiek skóry, ręką bowiem nie możemy wyczuć barwy czarnej, chociaż od niej nie otrzymujemy wrażenia światła. Ponieważ jednak wpływy światła na przestrzeni otaczającej plamę ślepą umiejscowione zostają za pośrednictwem, promieni widzenia, przeto wiedza nasza pojmować musi potrzebę punktów świecących w środku leżących i zdaje się prawdopodobnym, że ją sobie wyobraża (E. H. WEBER). Dla tego przy doświadczeniu wspomnionem na str. 312 powstaje na miejscu znikającego przedmiotu nie plama czarna, lecz barwa tła, barwa biała papieru najprawdopodobniej wypełnia to miejsce.

#### WIDZENIE BRYŁOWATOŚCI. STEREOSKOP.

Okoliczność poprzednio wspomniana, że obydwa obrazy jakiego przedmiotu bryłowatego lub jakiej powierzchni, która nie przypada razem z horopterem, nigdy zupełnie złączyć się nie mogą do utworzenia jednego wrażenia światła, służy za podstawę widzenia bryłowatości, to jest rozpoznania wymiaru trzeciego. Obydwa oczy przypatrują się ciału z różnych punktów, dla tego na obydwie siatkówki padają dwa różne obrazy, jakby w perspektywie widziane. Ponieważ w ogóle tylko jednakowe obrazy mogą padać na odpowiednie punkta, zatem przy ustawieniu



oczu niezmienną się, część tylko ciała może się pojedynczo przedstawić, reszta przedstawia się podwójnie. Jeżeli np. A i B są dwa obrazy piramidy ściętej znajdującej się przed okiem widzianej jakby w perspektywie, a której wierzchołek obrócony jest do oczu, to na punkta odpowiednie padać mogą albo tylko obrazy powierzchni podstawowej  $a b c d$ ,  $a_1 b_1 c_1 d_1$ , albo obrazy powierzchni ścięcia  $e f g h$ ,  $e_1 f_1 g_1 h_1$ ; w pierwszym razie mała powierzchnia przedstawia się podwójnie, w drugim razie wielka. Tu jednak obydwa obrazy łączą się w jeden i powstaje wrażenie bryłowatości. Najprawdopodobniejsze objaśnienie tego jest następujące (BRÜCKE): Obydwa oczy są w ciągłym ruchu, wskutek tego obrazy wszystkich wymiarów piramidy przypadają kolejno na punkta odpowiednie siatkówek. W następującej figurze przedstawione są trzy obrazy z szeregu powstających przytem wrażeń połączonych. Przy pierwszym przypadają na punkta odpowiednie obrazy powierzchni podstawowej, przy trzecim obrazy powierzchni ściętej, przy środkowym pojedynczo jest widziane przecięcie piramidy środkujące pomiędzy obydwoma poprzednimi ( $i k l n$ ). Ponieważ dla powstania wrażenia III oczy bardziej muszą się zbliżyć niż dla wrażenia I, a zbliżenie się oczu jest środkiem do ocenienia odległości (zob. niżej), dla tego wiedza wyprowadza wniosek, że powierzchnie  $e f g h$ ,  $i k l m$ , i  $a b c d$ , znajdują się jedna za drugą i wrażenie bryłowatości otrzymuje w ten sposób, że wszystkie wrażenia po sobie następujące łączą się w jedno.



Sztucznie naśladować się daje wrażenie bryłowatości jeżeli przedstawiamy każdemu oku obraz jakiego ciała stosownie dla niego nakreślony, na podobieństwo poprzedniej figury. Oczy w tym razie przyprowadzają kolejno do pokrycia się rozmaite części obrazu i w ten sposób powstaje wrażenie ciała. Na tem polega użycie stereoskopów. Bez żadnego przyrządu obrazy

Sztucznie naśladować się daje wrażenie bryłowatości jeżeli przedstawiamy każdemu oku obraz jakiego ciała stosownie dla niego nakreślony, na podobieństwo poprzedniej figury. Oczy w tym razie przyprowadzają kolejno do pokrycia się rozmaite części obrazu i w ten sposób powstaje wrażenie ciała. Na tem polega użycie stereoskopów. Bez żadnego przyrządu obrazy

R i L obok siebie się znajdujące dają się wzajemnie pokryć, gdy nakierujemy każdą z obydwóch osi oka na odpowiedni obraz (fig. 1). Ponieważ mała

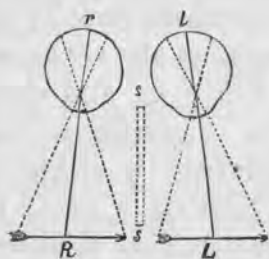


Fig. 1.

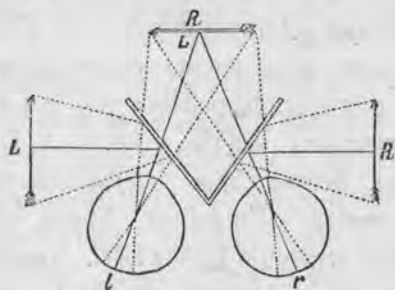
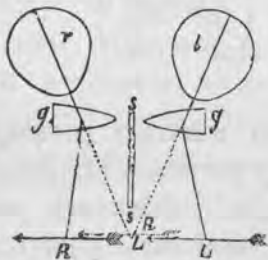


Fig. 2.

osób jest w stanie dowolnie oczy swe kierować tak, aby przypadły na dwa różne punkta jakiej powierzchni, t. j. aby osie ich nie przecinały się jak zwykle na powierzchni widzianej, dla tego istnieją przyrządy, oszczędzające to natężenie oczu \*) i służące do rzucania obrazów na punkta odpowiednie przy

ustawieniach oczu zchodzących się. Najpowszechniej znane stereoskopy są: WHEATSTONE'A (figur. 2) i BREWSTER'A (fig. oboczna. Przy pierwszym za pośrednictwem dwóch zwierciadeł do siebie zbliżonych, przy drugim za pomocą dwóch szkieł przyzmatycznych (połówki soczewek) g, g, obydwa obrazy przeniesione zostają do jednego miejsca  $\frac{R}{L}$ , do którego zwrócone są osie oczu.

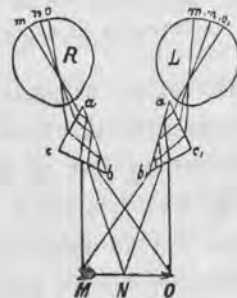


Dwa zupełnie jednakowe obrazy umieszczone w stereoskopie przedstawiają się zupełnie tak, jak obraz pojedynczy. Jeżeli się zaś różnią od siebie cokolwiek i różnica ta polega tylko na niejednakowym położeniu pewnych części, to oczy wykonywać muszą pewne ruchy dla połączenia tych części, które przedstawiają się z tego powodu jako nie będące na tej samej powierzchni, lecz przed nią lub za nią. Dla tego użyć można stereoskopu dla odróżnienia dwóch jednakowych obrazów, bardzo nieznacznie od siebie się różniących, np. prawdziwy i podrobiony pieniądz papierowy, dwa odlewy jednej formy (nieco się różniące) i t. d. (DOVE). — Zmieniwszy obydwa obrazy stereoskopowe jakiego ciała, np. obydwa obrazy figury na str. 332, w ten sposób, że obraz przeznaczony dla oka prawego umieszcza się przed lewym i przeciwnie, to ciało przedstawi się wydrążone i od wewnątrz widziane, mała zatem powierzchnia e f g h przedstawia się p o z a wielką. W rzeczy samej przy jakim

\*) Dla niewprawnych znaczne ułatwienie przedstawia przegroda SS prostopadła do płaszczyzny obrazów. (Fig. 1).

przedmiocie wydrążonym i od wewnątrz uważanym obrazy powstałe na obydwóch oczach odróżniają się "w tem tylko od obrazów powstałych z przedmiotów pełnych i od zewnątrz uważanych, że w pierwszym razie oko prawe otrzymuje ten sam obraz, jaki w drugim razie oko lewe. Przy uważaniu jakiego przedmiotu od zewnątrz prawe oko widzi więcej od prawej strony niż od lewej (powierzchnia zatem b, c, f, g, jest większa niż a, d, e, h, [str. 331]); przy patrzeniu do ciała wydrążonego rzecz się ma przeciwnie, (oko prawe otrzymuje wtedy obraz L, gdzie b c f g mniejsze jest od a d e h). Takie wrażenie złudzenia otrzymane przez zamianę dwóch stereoskopowych obrazów zwie się „pseudoskopowem“.

Pseudoskopowem jest to przyrząd, za pomocą którego obydwa oczy patrzące na jaki przedmiot otrzymują wrażenia pseudoskopowe; każde bowiem oko w skutek zupełnego odbicia się promieni od powierzchni przeciwprostokątnej przyzmatu prostokątnego otrzymuje wrażenie niego odnoszące się odwrotnym porządku, tak że obraz przyjmuje taki sam kształt, jaki powstaje w drugim oku przy zupełnym widzeniu. Dla tego przedmiot przedstawia się wydrążony i od wewnątrz widziany, chociaż zewnętrzna jego powierzchnia do oczu jest obrócona, i przeciwnie; łatwo zrozumieć że przyrząd ten zastosować się tylko daje do przedmiotów symetrycznych.



— Przedmioty bardzo oddalone, np. odległe budynki na otwartem polu, przedstawiają się zwykle jakby rozprzestrzenione na powierzchni, tak zupełnie, jak się to przedstawia na malowidle, albowiem obydwa oczy za nadto blisko względem siebie się znajdują, aby mogły otrzymać znacznie od siebie różne obrazy dalekich przedmiotów. Do sztucznego powiększania odległości obydwóch oczu służy teleskop (HELMHOLTZ); jest to stereoskop WHEATSTONE'A, którego obydwa obrazy L i R zastąpione są przez dwa zwierciadła równoległe do wewnętrznych zwierciadeł, obrócone do horyzontu obydwa oczy otrzymują tu takie obrazy, jak gdyby się znajdowały na miejscu zwierciadeł zewnętrznych i wtedy na całej przestrzeni widzimy przedmioty bryłowate; zwykle patrzy się do wewnętrznych zwierciadeł przez dwie lunety.

Oświetlwszy niejednakowo obydwa obrazy stereoskopu (np. gdy jeden jest czarny, a drugi biały lub zabarwiony) lub nadając im różne barwy, — lub też umieszcwszy przed obydwoema oczami powierzchnię jaśniejszą i ciemniejszą, albo różnie zabarwioną, to obrazy lub powierzchnie przedstawiają się b l y s z c z ą c e m i. — Najprawdopodobniejsze objaśnienie tego jest następujące: Powierzchnia uważana jednym okiem przedstawia się błyszczącą, jeżeli bardzo regularnie odbija światło; każda więc powierzchnia zupełnie równa lub zupełnie regularnie zakrzywiona (bez nierówności) jest błyszcząca. Jeżeli obydwoema oczami patrzymy na taką powierzchnię, to ona przedstawia się każdemu oku różnie błyszczącą i różnie oświetloną, albowiem światło odbite wpada do obydwóch oczu pod różnemi kątami. Jeżeli przeciwnie obydwa oczy otrzymują obrazy nie błyszczące lecz różnie oświetlone, to wiedza wyprowadza wniosek o istnieniu płaszczyzny odbijającej światło regularnie (a zatem rozmaicie obydwa oczy oświetlającej), to jest błyszczącej (HELM-

HOLTZ). Dwa obrazy stereoskopowe gładkiej kuli, które przedstawiają odbicie światła w różnych miejscach, dają z tego powodu obraz kuli błyszczącej. Nie tak łatwo objaśnić się daje błyszczenie barwy; najprostsze objaśnienie zdaje się być następujące: Pewne rodzaje błyszczenia powstać mogą nie tylko przez proste regularne odbijanie światła, ale także przez odbijanie światła z kilku powierzchni blisko po za sobą umieszczonych, nawet gdy te same przez się nie są błyszczącymi. Tak np. błyszczenie metalu polega na tem, że metal nieco przezroczysty odbija światło nie tylko ze swęj powierzchni zewnętrznej, lecz także z warstw głębszych (BRÜCKE). Ponieważ więc dla dwóch różnych barw jednakowo oddalonych potrzebnem jest nieco różne nastrajanie się oka, dla tego (zob. niżej) zdaje nam się, jakoby jedna barwa leżała nieco po za drugą i w skutek tego powstaje błyszczenie (DOVE). Zresztą dla wielu osób zjawisko to nie jest widzialne, gdyż obydwie barwy nie łączą się u nich w jeden obraz, lecz jedna lub druga przedstawiają się naprzemian, albo też obydwie występują obok siebie na polu widzenia.

Przeciwno podanej powyżej teorii (BRÜCKE'go) widzenia bryłowości zrobiono zarzuty (DOVE), że nadzwyczaj krótki czas oświetlenia za pomocą iskry elektrycznej dostateczny jest do wywołania obrazu stereoskopowego, jest to czas, w którym żaden ruch oka nie może mieć miejsca. Jednakowoż z tego możnaby co najwięcej wyprowadzić wniosek, że prawdopodobnie już pojedyncze wrażenie, przy którym obrazy w części tylko przykrywają się, powoduje w wiedzy wniosek, że części nieprzykrywające się należą do innych płaszczyzn; właśnie przy chwilowem oświetleniu elektrycznem powstają obrazy wtórne tak długo trwające, że wiedza dość ma czasu, do uzupełnienia sobie wrażenia; wprawdzie nie byłoby w takim razie żadnej przeszkody do powstawania złudzenia pseudoskopowego. Zresztą obydwa obrazy na siatkówce tak mało od siebie się różnią, że bardzo nieznaczne ruchy oczu już są wystarczającymi dla następnego pokrycia się obrazów i sam początek takiego ruchu uchroniłby już od złudzenia pseudoskopowego. Jak dalece wiedza nasza skłonna jest z obrazów, robionych podług perspektywy zwłaszcza przedmiotów znanych, rozpoznać kształt ich bryłowaty, okazuje się to ze znacznego wpływu stereoskopowego zwykłych rysunków przedstawiających przedmioty w właściwem oddaleniu.

#### OCENIANIE WIELKOŚCI I ODDALENIA.

Trzecim na uwagę zasługującym pożytkiem widzenia dwoma oczami jest pomoc przy ocenianiu wielkości i oddalenia przedmiotów wi-

dzianych. Punktem wyjścia do oceniania wielkości jest wielkość obrazu na siatkówce. Im większym jest ten obraz, tém większym wydaje się przedmiot. Że zaś wielkość obrazu na siatkówce, czyli co na jedno wypada wielkość kąta widzenia, zależy nie tylko od wielkości, lecz również i od oddalenia przedmiotu, (gdyż kąt widzenia jest odwrotnie proporcjonalny do oddalenia), dla tego z ocenieniem wielkości połączonem jest także ocenienie odległości. Dla ocenienia odległości już pojedyncze oko posiada sposób w nateżeniu nastrajania się oka, którego wielkość i kierunek przychodzi do wiedzy za pośrednictwem czucia mięśni przy tem czynnych. Przy widzeniu dwoma oczami przybywa do tego jeszcze jako ważna pomoc czucie mięśni obracających oko, co daje nam poznać stopień zbliżania się osi oka. Przedmiot więc przy jednakowej wielkości przedstawia się tem bliższym, 1. im większy jest jego obraz na siatkówce, 2. im mocniejsze jest dodatnie nastrajanie się oka, 3. im bardziej osie oka są do siebie zbliżone. — Dalsze pomoce do oceniania odległości są: moc światła, która w ogóle zmniejsza się z oddaleniem; — dalej, przesuwanie się przedmiotu względem innych jednocześnie widzianych, co powstaje, gdy albo sam przedmiot zmienia swoje miejsce, albo przedmioty otaczające, albo wreszcie sam przyrząd wzrokowy (przy ruchach głowy lub całego ciała).

Najbezpośredniejsze dowody dla tych trzech głównych sposobów oceniania oddalenia lub wielkości są: 1. wpływ obrazu na siatkówce nie wymaga żadnego prawie dowodu; możemy tu jednak przytoczyć, że przedmiot widziany przy wadliwem nastrajaniu się oka (w okręgach rozpięrzonych) przedstawia się większym niż przedmiot wyraźnie widziany; 2. uczucie powstające przez nastrajanie się oka najwyraźniej się przez to okazują, że obraz wtórny w jakikolwiek bądź sposób otrzymany zdaje się zmieniać swą wielkość przy zmiennem nastrajaniu się oka; 3. nadzwyczaj wyraźnym dowodem wpływu zejścia się osi jest następujące doświadczenie: Przypatrując się jakiemu deseniowi składającemu się z małych jednakowych pól (obicie papierowe, plecionka trzećcinowa u krzesel i t. p.) i zwracając przytem uwagę na punkt jakiś leżący przed lub po za tym deseniem, to zdaje się, że desień przesuwa się do punktu zejścia się osi widzenia i przedstawia się dla tego bliżej lub dalej, a jak z powyższego się okazuje, przedstawia się większym lub mniejszym. Objaśnienie tego jest bardzo proste; desień nieregularny przedstawiałby się oczywiście w takim razie podwójnie, lecz i regularny podobnież się przedstawia, a że w podwójnych obrazach na siebie przesuniętych jednakowe pola przykrywają się w zupełności lub prawie zupełnie, stąd powstaje złudzenie, że obydwa obrazy z odpowiedniami

częściami padają na odpowiednie punkta, że zatem przedmiot znajduje się w odległości punktu zejścia się osi widzenia (H. MEYER).

### Przyrządy ochraniające oko.

1. Oko, prawie ze wszech stron osłonięte w oczodole kostnym, może być i od przodu zupełnie odgradzone przez zamknięcie chrząstkowych pokryw oka (powieki). Zamknięcie następuje za pośrednictwem kurczenia się mięśnia okrężnego powiek (m. orbicularis palpebrarum — zależny od nerwu twarzowego), przy górnej zaś powiece działa głównie jej ciężar. Otwieranie powieki dolnej odbywa się przez jej ciężar, a górnej za pośrednictwem mięśnia unoszącego powiekę górną (m. levator palpebrae superioris — zależny od nerwu okoruchowego), prócz tego do otwierania obydwóch służą gładkie mięśnie ściągające, zależne od nerwu sympatycznego (H. MÜLLER). Zamykanie i otwieranie naprzemian ma miejsce bardzo często (mruganie). Zamykanie odbywa się: 1) dowolnie; 2) mimowolnie i samodzielnie we śnie; 3) przez odruch za dotknięciem się gałki oka lub rzęsów odgrywających rolę włosków dotykowych, albo przy pobudzeniu nerwu wzrokowego silnym światłem. Zwężenie odstępów między powiekami i zasłonięcie przez rzęsy pomaga przy silnym świetle zwężeniu źrenicy, mającemu również wpływ ochraniający.

2. Przednią powierzchnię oka ciągle wilgocą łzy, przez co ją oczyszczają i ochraniają od zasychania. Łzy przechodzą przez delikatne przewody wyprowadzające gruczołu i dostają się do górnej zewnętrznej części worka spojówki (conjunctiva). (Spojówka jest, jak wiadomo, workiem śluzowym, który brzegiem swym wolnym przyczepiony jest wzdłuż brzegu odstępów między powiekami, i do którego od tyłu wpukloną jest w części gałka oka; spojówka zatem pokrywa tylną powierzchnię powiek, przechodzi następnie na gałkę oka i pokrywa jej przednią trzecią część. Ponieważ powieki ściśle przylegają do gałki oka, ztąd przestrzeń tego oka jest bardzo nieznaczna. Tylko w bliskości linii zetknięcia się zamkniętych powiek rozszerza się ona tworząc płytki trójkątny kanał, gdyż w tem miejscu mniejsze zakrzy-

wienie powiek nie odpowiada zakrzywieniu gałki oka). Do małej przestrzeni spojówki łzy wysysane są na prawach włoskowości i przechodzą do wewnętrznego kąta oka. Ruchy powiek ułatwiają to znacznie, albowiem przy zamykaniu się powiek ma miejsce jednocześnie przesunięcie ich do wewnętrznego kąta, gdzie jest punkt przyczepu mięśnia okrężnego powiek. Przepływanie łez przez wolny brzeg powiek, gdy wydzielanie ich nie jest nadmiernem (jak przy płaczu), wstrzymane jest przez tłuszczową wydzielinę gruczołu MEIBOM'A. W wewnętrznym kącie oka gromadzą się łzy w t. z. „jeziorze łzowym“, gdzie się otwierają dwa włoskowate twarde przewody łzowe z ich otworkami, „punktami łzowymi“. Kanał łzowy, do którego prowadzą przewody łzowe, a który od dołu w kierunku jamy nosowej zamknięty jest przez zastawkę ku dolowi się otwierającą, rozszerza się u góry (worek) przy zamykaniu powiek, (gdyż tylna jego ściana zrosnięta jest z kością, przednia zaś z więzmem wewnętrznym powiek, który się napręża przy ich zamknięciu); przez to wysysa on łzy z jeziora łzowego, a te przechodzą następnie do jamy nosowej.

3. Brwi mają osłaniać oczy od potu spływającego z czoła.

## II. PRYZRZĄD SŁUCHOWY.

### OGÓLNY JEGO OBRAZ.

Przyrządy końcowe nerwu słuchowego są podobnie jak zakończenia nerwu wzrokowego rozpostarte na powierzchniach błoniastych, jednakże kształt ich jest nieregularny (bańki [ampullae], woreczki przedsionkowe, blaszka błoniasta ślimaka). Drganie powietrza, służące do pobudzenia nerwu słuchowego, doprowadza się do tych przyrządów końcowych za pośrednictwem układu ciał stykających się ze sobą i mogących być wprawionemi w drganie; pierwsze z nich na zewnątrz się znajdujące wprawione zostaje w drganie albo bezpośrednio przez drganie ciała dźwięczącego, albo po przejściu drgań powietrza przez jakie inne ciało (powietrze, woda).



Dwa są takie układy, które mają jedną część wspólną, graniczącą bezpośrednio z przyrządami końcowymi; częścią tą jest płyn błędniaka, otaczający przyrządy końcowe. Płyn błędniaka wprawiony być może w drganie dwojaką drogą: 1. przez kości otaczające t. j. bezpośrednio przez kość skalistą, a pośrednio przez wszystkie inne kości czaszki. Przewodnictwo to głównie wtedy używane bywa, gdy ciało (stałe) wydające głos znajduje się bezpośrednio pod wodą, albo gdy tylko za pośrednictwem ciał stałych lub płynnych jest w związku z czaszką, albo przynajmniej gdy środek bezpośrednio z głową graniczący nie jest lotny, np. gdy ciało dźwięk wydające dotyka się zębów, lub gdy głowa znajduje się pod wodą; — 2. przez błonę okienka owalnego, która odgranicza płyn błędniaka od jamy bębnekowej powietrze zawierającej. Błona wprawiona zostaje w drganie przez następujący szereg ciał (licząc od błony): strzemię, kowadełko, młotek, błona bębnekowa, powietrze i ściany zewnętrznego przewodu słuchowego i muszli ucha. To przewodnictwo przeznaczone jest do słyszenia drgań głosu, doprowadzonych do ucha przez powietrze; jest ono zatem właściwe człowiekowi i brak go u zwierząt żyjących w wodzie.

Z pomiędzy tych obydwóch dróg przewodnictwa tylko ostatnia wymaga bliższego rozbioru; pierwsza, która u człowieka ma tylko podrzędne znaczenie, nie potrzebuje dalszego objaśnienia.

#### PRZEWODNICTWO AŻ DO JAMY BĘBENKOWEJ.

Przejście przewodnictwa powietrza na przewodnictwo ciał stałych ma miejsce głównie na powierzchni jamy bębnekowej, prócz tego także i na ścianach muszli ucha i zewnętrznego przewodu słuchowego. Drgania przeniesione na te ostatnie części przechodzą również na błonę bębnekową przez pierścień, do którego ta błona się przyczepia; część jednak drgań dostaje się do błędniaka przez przewodnictwo kości, podobnie jak wszystkie drgania, które z powietrza udzielają się całej powierzchni głowy. Daleko ważniejszą przysługę niż przyjmowanie drgań powietrza i przewodnictwo ich do błony bębnekowej, przynoszą ściany prze-

wodu słuchowego a być może także i muszla ucha, przez odbijanie fal powietrza na nie padających, skutkiem czego fale te rzucane zostają z muszli do przewodu słuchowego, z przewodu zaś do błony bębnekowej. Czy muszla ucha bierze udział w tej czynności, tego jeszcze nie dowiedziono, a nawet doświadczenia przekonały o nieprawdopodobieństwie tego przypuszczenia.

Żadna forma ciała stałego nie jest bardziej odpowiednią do przyjmowania i dalszego rozprzestrzeniania fal powietrza prostopadle lub ukośnie padających, jak błony napięte lub blaszki cienkie, twarde i sprężyste. Tę ostatnią formę posiada chrząstkowa muszla ucha, pierwszą zaś błona bębnekowa. W obydwóch razach ciało to tak jest cienkie, że padające na nie fale powietrza są w stanie całą masę tego ciała wprawić w drganie w kierunku jego grubości („drganie poprzeczne“). W innych zaś ciałach pojedyncze warstwy drobinek kolejno przechodzą w drgania i tym sposobem powstają fale zgęszczenia i rozrzedzenia w cieple („drgania podłużne“\*). U pierwszych więc, gdzie tylko sprężystość ma być pokonaną, opór jest daleko mniejszy, wysokości więc fal są daleko znaczniejsze, niż w ostatnich, gdzie istnieje znaczny opór co do wzajemnego przesuwania się drobinek. Jednakowoż i takie ciała mogą być wprawione w drgania podłużne, mianowicie wtedy, gdy drgania udzielone im zostaną od brzegu, np. gdy na błonę bębnekową przeniesione zostaną drgania od ścian zewnętrznego przewodu słuchowego.

Odbicie fal od ścian zewnętrznego przewodu słuchowego nie wymaga bliższego objaśnienia, gdyż wszystkie drgania padające na ściany przewodu walcowatego muszą po jednorazowym lub kilkukrotnym odbiciu się dojsć do powierzchni zamykającej przewód, (w tym razie do błony bębnekowej); powierzchnia ta jest tu ustawioną ukośnie względem osi przewodu, (od dołu i wewnątrz do góry i zewnątrz). — Odbijanie się fal od powierzchni i wypukłości muszli ucha do otworu przewodu słuchowego bardzo łatwo pojąć by się dało, zwłaszcza, że muszla tak w całości jako też w pojedynczych jej częściach zmienić może swoje położenie za pośrednictwem mięśni, (które jednak w ogóle słabo są rozwinięte i mało wprawne); doświadczenia jednak, przy których całą muszlę ucha wypełniono miękką masą, a przewód słuchowy przedłużono za pośrednictwem rurki, nie wykazały żadnego osłabienia słuchu, zatem czynność muszli ucha w odbijaniu fal głosu jest nieprawdopodobną (HARLESS); niektórzy wprawdzie otrzymali przeciwne wypadki (SCHNEIDER). Brak muszli ucha wcale nie sprowadza osłabienia słuchu. — Sztucznymi przyrządami do odbijania i skupiania głosu, często bardzo skutecznymi (dla osób

\* Ciąta błoniaste i struny drgają zwykle w kierunku poprzecznym czyli pionowo do ich powierzchni, ponieważ drobny ich w tym kierunku najłatwiej dają się wyprowadzić z równowagi czyli z położenia spoczynkowego; mogą jednak także wykonywać drgania podłużne t. j. w kierunku ich szerokości lub długości, ale w takim razie opór jest nierównie większy, a drgania nie składają się już z szeregu prostych zbrożeń całej masy ciała z położenia spoczynkowego, lecz drobiny ciała niejasami do siebie się zbliżają i oddalają, a powstające tym sposobem zgęszczenia i rozrzedzenia masy ciała postępują od jednego końca do drugiego. Fale powietrza drgającego są złożone z podobnych zgęszczeń i rozrzedzeń, które jednak tu nierównie łatwiej się tworzą, aniżeli w ciałach stałych lub ciekłych, a to dla tego, że drobiny powietrza dają z łatwością wzajemnie się zbliżyć lub oddalić.

mających słuch osłabiony) są t. z. trąbki słuchowe, to jest rurkowate przedłużenia przewodu słuchowego kończące się lejkowato. Stetoskopy są również rurkowatymi przedłużeniami przewodu słuchowego, które drugim końcem dotykają się ciała dźwięcznego; znaczna część ich skuteczności odnieść się daje do przewodnictwa ich ścian.

Chociaż błony napięte, podobnie jak struny naprężone, wprowadzone zostają w drgania przez drganie powietrza w ogóle wtedy tylko, gdy właściwa liczba ich drgań jest równą liczbie drgań tonu pobudzającego lub kilkakrotnie większą, (np. gdy są w stosunku, oktawy), i drgają tylko podług właściwego ich tonu, jednakowoż błona bębnekowa może być wprowadzona w drganie przez każdy ton jakiegokolwiek bądź wysokości (w pewnych właściwych granicach), a drgania jej dokładnie się stosują do liczby drgań tonu i z natężeniem proporcjonalnym do natężenia tonu. Nawet złożone fale głosu t. j. dźwięki (str. 251 i n.) wprowadzają błonę bębnekową w drganie zupełnie jednoznaczne. Dowodem tego jest, że słyszeć możemy ton jakiegokolwiek bądź wysokości (w granicach powyżej wspomnianych) podług właściwego jego odcienia (timbre) i wnosić o jego mocy. To ocenienie jest o tyle tylko niedostateczne, że przy jednakowym natężeniu słyszymy bardzo niskie tony daleko słabiej niż bardzo wysokie, co przekonują, że błona bębnekowa rzeczywiście przez niskie tony daleko trudniej wprowadzona zostaje w drganie, niż przez wysokie. Owa własność błony bębnekowej objaśnić się daje: 1. głównie przez to, że drganiom jej stawiony jest znaczny opór przez połączenie z kostkami słuchowymi i z błoną okienka owalnego (SEEBECK). To wprawdzie znacznie zmniejsza moc drgań błony bębnekowej (zakończenia nerwu słuchowego muszą dla tego być bardzo czułe, Ludwie), lecz sprawia, że liczba jej drgań własnych traci cały swój wpływ na oznaczenie tonu, gdyż masa błony bębnekowej jest bardzo mała\*), a zatem mało skłoną do samodzielnych drgań. Ta sama okoliczność przeszkadza także samodzielnemu drganiu następczemu (dźwięczenie następcze) błony bębnekowej, tak, że słyszymy ton nie dłużej jak on trwa

\*) Według tej samej zasady, według której zmniejszamy własne wahania systematu drązków, przez nadanie im mniejszej masy i znacznych oporów, jak przy sfigmografie (zob. str. 69).

rzeczywiście; 2. po części przez to, że naprężenie błony bębnekowej zmienione być może przez mięsień nateżacz bębinka; wpływ ten rzeczywiście do tego tylko służyć może, aby błonę bębnekową zrobić nieco zdolniejszą do drgania przy pewnych rodzajach tonów np. bardzo wysokich lub bardzo niskich. Przez mocniejsze naprężenie zostaje ona nastrojona dla wysokich tonów, przez zmniejszenie naprężenia nastraja się dla tonów niskich. Prócz tego mocniejsze naprężenie błony bębnekowej osłabia nieco moc drgań, słuch zatem osłabia się (J. MÜLLER), gdyż opory się powiększają.

Naprężenie błony bębnekowej przez mięsień nateżacz bębinka odbywa się w następujący sposób: Pomiędzy blaszkami błony bębnekowej wsunięta jest od góry w kierunku promienia długa rękojeść młotka, dochodząca nieco poniżej środka błony. Młotek (wraz z kowadelkiem) obracać się może na około osi, przechodzącej od przodu ku tyłowi przez jego szyjkę (zob. niżej). Wskutek jego połączenia z innymi kostkami słuchowymi, jak również wskutek sprężystości więzów znajdującego się na końcu osi, równowaga jego wtedy ma miejsce, gdy rękojeść jego dolnym końcem ukośnie ustawiona jest do wewnątrz. Z tej przyczyny błona bębnekowa wciągnięta jest nieco do wewnątrz jamy bębnekowej w kształcie lejka. Ściągnąć mięśnia nateżacza bębinka, które po przejściu przez bloczek przyczepia się tuż pod punktem obrotu młotka, tworząc kąt prosty z rękojeścią jego, musi przy kurczeniu się mięśnia jeszcze bardziej pociągać rękojeść do wewnątrz, zatem błonę bębnekową mocniej naprężać. Skurczenie tego mięśnia (zależne od nerwu trójdzielnego) może być przez niektórych dowolnie wykonywane (J. MÜLLER) i w ogóle zaś powstaje ono jako „współruch“ przy silnem kurczeniu się mięśni żucia (FICK). Połączone to jest z właściwym szmerem trzeszczącym, który uważany jest przez wielu za „szmer mięśniowy“\*), inni zaś przypuszczają, że szmer ten pochodzi z nagłego naprężenia błony bębnekowej. Czy kurczenie się to zwykle powstaje dowolnie, czy też przez odruch (dla stłumienia sil-

\*) Zob. przypisek na str. 61.

nych wrażeń głosu) z nerwu słuchowego lub nerwów czuciowych zewnętrznego przewodu słuchowego (HARLESS), nie jesteśmy w stanie rozstrzygnąć. Po ustaniu skurczenia rękojeść młotka i błona bębenkowa wracają znowu do równowagi, a to przez sprężystość tej ostatniej, jak również więzu wyżej wspomnianego i stawów pomiędzy kostkami słuchowymi. Mięsień więc napięty bębenka nie ma mięśnia przeciwniczego; to, co dawniej opisywano jako mięsień przeciwnicy (m. odstrojny bębenka [m. laxator tympani]), jest tylko więzem.

W inny jeszcze sposób może błona bębenkowa być mocniej naprężoną, mianowicie gdy do istniejących warunków przybywa jeszcze różnica ciśnienia powietrza z obydwóch stron błony bębenkowej (w jamie bębenkowej i zewnętrznym przewodzie słuchowym). Zwykle ciśnienie powietrza jest z obydwóch stron jednakowe, dla tego, że i w jamie bębenkowej, która jest w związku z gardzielą przez trąbkę Eustachiusza, istnieje ciśnienie powietrza zewnętrznego. Przez silne wydychanie przy zamknięciu jamy ustnej i nosowej może powietrze zostać wepchnięte do jamy bębenkowej, a przez silne wdychanie przy tych samych warunkach powietrze może być ztamtąd wyciągnięte. W pierwszym razie błona bębenkowa zostaje popchnięta na zewnątrz, w drugim razie do wewnątrz, w obydwóch zatem razach mocniej się napręża. Następstwem tego jest, oprócz nastrojenia do wyższych tonów, chwilowe osłabienie słuchu. Długo-trwające osłabienie słuchu powstaje, gdy przez zamknięcie trąbki Eustachiusza ciśnienie powietrza w jamie bębenkowej nieprawidłowo się utrzymuje; usunąć to się daje tylko przez rozszerzenie trąbki Eustachiusza (wprowadzenie do niej zgłębnika od przewodu nosowego).

Najniższe tony jeszcze słyszane podawane są na 40, a najwyższe na 16000 drgań na sekundę; jednakże wątpliwem jest, czy organicznie to przypisać należy błonie bębenkowej, czy też czuciu nerwów słuchowych. Granice są różne u rozmaitych ludzi; i tak, niektórzy słyszeć już niemogą tonów bardzo wysokich, słyszalnych jeszcze dla drugich, n. p. świerkanie świerców. O formach drgań błony bębenkowej zob. niżej.

#### PRZEWODNICTWO PRZEZ JAMĘ BĘBENKOWĄ.

Dalsze rozprzestrzenianie się drgań błony bębenkowej odbywa się przez szereg kostek słuchowych, które, jak się zdaje, do tego tylko służą, aby drgania błony bębenkowej przenieść na błonę okienka owalnego. U ptaków i gadów łuskowatych znajduje się tylko jedna kosteczka słuchowa w kształcie pręcika (columella). U człowieka zaś obydwie błony naprzeciw siebie się znajdujące połączone są ze sobą nie za pośrednictwem jednego pręcika, lecz za pomocą drążka pod kątem zgiętego złożonego z trzech kostek, którego oś obrotową stanowi oś przechodząca przez młotek i kowadełko (a na figurze \*).



Strzałki na figurze pokazują, jak błona okienka owalnego w jednakowym kierunku drgać musi z błoną bębenkową. Drążek ten zgięty połączony jest z błoną okienka owalnego, nie tak jak z błoną bębenkową za pomocą ramienia stanowiącego promień tej błony, lecz za pośrednictwem blaszki umieszczonej w samym środku błony okienka, to jest za pomocą podstawki strzemięcia; ta zaś jest tak wielką, że na jej brzegu pozostaje tylko wązki pierścień wolnej błony; ściślej się wyrażając, ściana płynu błędnika, w której drganie ma być wywołane, składa się z blaszki kostnej, która za pomocą pierścienia błoniastego ruchomo osadzona jest w stałej oprawie okienka owalnego. — Stawy pomiędzy pojedynczemi kostkami, zwłaszcza staw bardzo ruchomy pomiędzy kowadełkiem i strzemięciem, służy prawdopodobnie do ułatwienia wzajemnego posuwania się ich przy drganiu i zmianie położenia błony bębenkowej, które przez to powstają, że strzemię z powodu przyczepu jego podstawki drgać tylko może w kierunku osi podłużnej mało przesuwać się mogąc.

\*) Figura przedstawia szematycznie błonę bębenkową wraz z kostkami słuchowymi; linija zgięta reprezentuje przecięcie poprzeczne błony, do której przyczepiony jest młotek; po prawej stronie młotek połączony jest z kowadełkiem za pomocą stawu, a z lewej strony łączy się długi wyrostek kowadełka ze strzemięciem.

Do bliższego objaśnienia służyć tu może następujący opis kształtu i położenia kostek słuchowych. Młotek i kowadelko wyobrazić sobie możemy jako dwa drążki zgięte mniej więcej pod kątem prostym, które połączone są ze sobą nieco ruchomo za pomocą dwóch grubych wyrostków umieszczonych na wierzchołkach kątów (szyjka i główka młotka, trzon kowadelka). (Staw ma kształt siedła, trzon kowadelka otacza wypukłokłesłą powierzchnię stawową szyjki młotka). Wszystkie cztery ramiona leżą prawie na jednej płaszczyźnie; dwa leżą bardzo blisko siebie równolegle, mianowicie rękojeść młotka osadzona w błonie bębnekowej i nieco na wewnątrz rękojeści wystający długi wyrostek kowadelka, trochę wysunięty z płaszczyzny trzech pozostałych; drugie dwa ramiona, które zatem przypaść muszą w jednej linii prostej, odchodzą w przeciwnych kierunkach i tworzą oś, na około której obydwie kosteczki wspólnie obracać się mogą. Jest to długi wyrostek (processus Folii) młotka i krótki wyrostek kowadelka; pierwszy przymocowany jest w szczelinie Glaser'a za pomocą więzu sprężystego, drugi do przeciwnieległej (tylnej) ściany jamy bębnekowej również przymocowany jest ruchomo za pomocą więzu. Oś zatem przechodzi prawie poziomo od przodu ku tyłowi i leży na równej wysokości z górnym brzegiem błony bębnekowej, albowiem rękojeść młotka wsunięta jest do tej błony od góry.

Każdy obrót na około osi posunąć musi błonę bębnekową do wewnątrz lub zewnątrz; na odwrót znowu każdy ruch błony bębnekowej na wewnątrz lub zewnątrz, zatem każde drganie jej poprzeczne poruszać musi obydwie kosteczki na około ich osi i jednocześnie ustawić długi wyrostek kowadelka równolegle do promienia błony bębnekowej. Długi wyrostek kowadelka na swoim końcu, t. j. nieco na wewnątrz od środka błony bębnekowej, utrzymuje za pośrednictwem kostki soczewicowatej (ossiculum lenticulare Sylvii) strzemię, które skierowane jest do góry i na wewnątrz ku okienku owalnemu. Z tego łatwo pojąć można ruchy wspólne, jakie powyżej opisane zostały. — Mały mięsień strzemienny (m. stapedius), który przyczepiony jest od tyłu do główki strzemiennego pod kątem prostym do jego płaszczyzny, służy prawdopodobnie do zmiany położenia podstawki strzemiennego w okienku owalnym, którą albo wsuwa tylnym brzegiem, albo wysuwa brzegiem przednim; prawdopodobnie obydwie te ruchy ograniczają możliwość drgania strzemiennego, tak, że mięsień ten służy zapewne do przytłumienia głosu. Wpływ nerwowy (od nerwu twarzowego) na ten mięsień nie jest dokładnie znany.

#### PRZEWODNICTWO PRZEZ BŁĘDNIK.

Uderzenia podstawki strzemiennego wywołują w płynie błędnika fale, t. j. płyn błędnika przy każdym uderzeniu usuwa się w całości, wypuklając na zewnątrz do jamy bębnekowej podobne miejsce ściany błędnika, to jest błonę okienka okrągłego. (Gdyby płyn błędnika otoczony był ze wszystkich stron ścianami twardymi, to każde uderzenie podstawki strzemiennego po większej części zostałoby odbite, a nadzwyczaj mała tylko część siły żywej roz-

przestrzeniałaby się w kształcie fal przez płyn błędnika prawie nieściśliwy). Z powodu bardzo złożonego kształtu błędnika możemy tylko domyślać się, jaka jest droga fal płynu w błędniku lub w jakim kierunku przebiega prąd tego płynu wywołany przez każde uderzenie strzemiennego, czy wszystkie części płynu jednakowo się poruszają i t. d. Najdokładniej znany ostatnią część tej drogi, mianowicie drogę przez ślimaka. Fala wstępuje tu od przedsionka przez otwór piętra przedsionka (apertura scallae vestibuli) przebiega górne piętro (scala vestibuli) do osklepka (cupula), ztąd wstępuje do dolnego piętra bębniaka (scala tympani) i przebiega takowe do końca, mianowicie do okienka okrągłego; już po drodze przez piętro przedsionka najprawdopodobniej przechodzi fala po części do piętra bębniaka przez błoniastą część przegrody (blaszka węzownicowa b. oniasta [lamina spiralis membranacea]). — Trudniej daleko pojąć się daje droga w przedsionku i w przewodach łukowatych (canales semicirculares). Najprawdopodobniejszym zdaje się być to przypuszczenie, że fala w przedsionku rozdziela się i przez każdy przewód łukowaty wysyła jedną gałąź, następnie wszystkie częściowe fale znowu się łączą w przedsionku, aby przejść do ślimaka. Na drodze przez przedsionek fala poruszałaby woreczki, a na drodze przez przewody poruszałaby fałdy w bańkach (ampullae). Przewody więc w takim razie miałyby tu znaczenie, że ułatwiają ruch fałd w bańkach; do jamy bowiem ślepo zakończonej fala nie wnikałaby, lecz zostałaby odbita. Objaśnienie to jednak nie jest jeszcze dostatecznym.

Z powyższego okazuje się znaczenie jamy bębnekowej zawierającej powietrze, mianowicie daje ona wolną przestrzeń dla drgań błony bębnekowej i kostek słuchowych, jak również pozwala wypuklać się błonie okienka okrągłego; — łatwo także pojąć można znaczenie trąbki Eustachiusza do wyrównywania ciśnienia powietrza w jamie bębnekowej z ciśnieniem powietrza zewnętrznego (zob. wyżej). Nieprawdopodobnym jest przypuszczenie, że trąbka Eustachiusza służy do słyszenia własnego głosu.

#### Słysz e n i e.

##### POBUDZENIE PRYZRĄDÓW KOŃCOWYCH NERWU SŁUCHOWEGO.

Ruchy płynu błędnika, przeniesione na błędnik błoniasty

i na błoniastą blaszkę węzownicową, pobudzają znajdujące się tu zakończenia nerwu słuchowego i powodują przez to wrażenie słuchu. Podczas gdy przy wielu innych przyrządach zmysłowych np. przy przyrządzie wzroku pobudzenie zakończeń nerwowych zupełnie jest nie pojęte, to przy zakończeniu nerwu słuchowego pobudzenie zdaje się być czysto mechaniczne, podobnie jak przy zmysle dotyku. Za takim przypuszczeniem przemawia obecność bardzo małych kryształków węglanu wapna (otolity) na zakończeniach nerwu słuchowego w woreczkach przedsionka, a które dla tego nazwano „mechanicznym przyrządem do tężowania“; o udziale tych kryształków przy pobudzeniu nerwu słuchowego wnoszą ze stałej ich obecności w przyrządach słuchowych wszystkich zwierząt, nawet niższych klas; znajdują się one raz w małych kryształkach, tak jak u człowieka, drugi raz jako jedna większa bryłka.

O przyrządach końcowych nerwu słuchowego posiadamy następujące wiadomości:

1. Zakończenia w bańkach i woreczkach przedsionka. W bańkach zakończenia nerwów znajdują się w żółtawem, półkolistem zgrubieniu błędniaka błoniastego (SCARPA, STEIFENSAND, M. SCHULTZE). Budowa tego zgrubienia, według poszukiwań robionych na uchu płaszczki (raja), jest następująca (M. SCHULTZE): Pojedynczy nabłonek bańki przechodzi na twardą tkankę łączną zgrubiałą w kształcie fałdy i zamienia się na masę grubą, wielowarstwową, na której umieszczone są delikatne, twarde igielki, sięgające prawie do przeciwnej ściany bańki. W masie nabłonkowej rozgałęziają się włókna nerwowe, jako delikatne włókienka osiowe, po nagłej utracie pochewek na granicy tkanki łącznej. Pomiędzy komórkami warstwy nabłonka odróżnić można: a. walcowate komórki, opatrzone jądrami i stanowiące kilka warstw, w dolnej warstwie posiadają one kształt zbliżony do piramidy i spiczasto są zakończone; b. komórki wrzecionowate z dwoma delikatnymi wypustkami, z których jedna skierowana do powierzchni zdaje się tu kończyć, druga czasem paciorkowata (zgrubienia te są sztuczne, SCHULTZE) skierowana jest do podstawy, a zakończenie jej wykaże się nie daje; te włókienka i komórki mają być nerwowe i przedstawiać zakończenia rozgałęzionych włókien osiowych; c. okrągłe pęcherzyki w górnej warstwie lub opatrzone szypułkami; każdy taki pęcherzyk kończy się powyżej wspomnioną igielką wystającą nad nabłonkiem. — W woreczkach przedsionka (badanych u ryb) zakończenia nerwowe również zawarte są w listwie półkolistej, lecz cieńszej; w zgrubieniu tem znajdują się te same pierwiastki, jak w zgrubieniach baniek, wyjąwszy igielek i pęcherzyków, na których igielki się znajdują. W ich miejsce są tu kamyki przylegające ściśle do ściany wewnętrznej woreczka, mianowicie do powierzchni, na której listwa jest umieszczona; kamyk taki przed-

stawia rowek odpowiadający listwie; składa się on z masy twardej lub miękkawej złożonej ze słupków pryzmatycznych (KRIEGER) i umieszczony jest bez żadnego przyczepu w płynie lepkiem podobnym do kuli szklistej (endolympha) wypełniającym woreczek (M. SCHULTZE). Miejscami znajdują się czasem krótkie igielki, a mianowicie tam, gdzie kamyk ten nie ściśle przylega.

2. Zakończenia na błoniastej blaszce węzownicowej ślimaka (przyrząd Corti'ego). Włókna nerwu ślimaka wstępują do kostnego wrzeciona, a ztąd przechodzą do promienisto ustawionych kanalików, które przebijają kostną blaszkę węzownicową, tak, że włókna te rozchodzą się od poia w kształcie węzownicowato zagiętego wachlarza. — Z cienkich kanalików przechodzą one do samego przewodu węzownicowego, który od dołu ograniczony jest blaszką błoniastą albo raczej błoną podstawową blaszki błoniastej (membrana basilaris laminar membranacea) a b (jest to właściwie wydłużenie okostnej, pokrywającej blaszkę kostną, aż do przeciwległej ściany ślimaka), a od górnej ograniczony jest błoną pokrywającą od, równoległą do tamtej; przewód ten wypełniony jest masą miękkich komórek. W tej masie umieszczone są zakończenia nerwowe, jak również i pewne przyrządy z niemi się łączące. Te ostatnie t. z. „zęby drugiego rzędu“ \*) Corti'ego, podług obecnych przypuszczeń mają następującą budowę (M. SCHULTZE): Od miejsca przejścia dolnej wargi kostnej na błonę podstawową ab odchodzą wązkie blaszki czyli pręciki cf (po dwie w każdym odstępnie pomiędzy dwoma otworkami kanalików), które zgięte w kształcie S podnoszą się z płaszczyzny błony podstawowej, a u góry kończą się krótką częścią poziomą fg i do tych części przylegają wzdłuż inne podobne części poziome gh, które należą do pręcików podobnie zgiętych, lecz w przeciwnym kierunku idących hi; te ostatnie przyczepione są do błony podstawowej; dwa takie pręciki przypadają na trzy pręciki pierwsze. Pierwsze wysyłają oprócz tego od swego zgięcia krótkie wyrostki k ku do-



lowi do błony podstawowej, drugie wysyłają również z miejsca połączenia poziomo na zewnątrz małe wyrostki liżeczkiowate l. — Włókna nerwowe n przy wyjściu swem z kanalików tracą swoje pochewki tak, jak włókna baniek (zob. wyżej), przebiegają jako same włókienka osiowe (często paciorkowate) prostopadle do pręcików, a równoległe do brzegu blaszki kostnej i kończą się w komórkach, z których jedna znajduje się zwykle w kącie f e b pomiędzy jednym pręcikiem i błoną podstawową, a druga umieszczona jest w kącie h f k, pomiędzy miejscem połączenia się pojedynczych części i wyrostkiem ku dołowi skierowanym.

We wszystkich zatem przyrządach ucha wewnętrznego znajdują się przy zakończeniach nerwów takie urządzenia, które, jak się zdaje, ułatwiają mechaniczne pobudzenie tych nerwów;

\*) Jako „zęby pierwszego rzędu“ oznacza Corti podłużne wyrostki górnej wargi o blaszki kostnej, od której odchodzi błona pokrywająca blaszki węzownicowej.

w bańkach znajdują się igielki, które wprawione w ruch przez przebiegającą falę płynu wstrząsnąć mogą zakończenie nerwów za pośrednictwem pęcherzyków pod niemi się znajdujących; w woreczkach przedsionka znajdują się kamyki, które przylegając ściśle do zakończeń nerwów muszą uderzać o nie przy najmniejszym poruszeniu; nakoniec w ślimaku umieszczone są rzędy zębów, których ruch ku dołowi i do góry za każdym razem wywołać musi nacisk na wsunięte tam komórki nerwowe. Jednakowoż wszelkie dotychczasowe poszukiwania zbyt jeszcze są niedostateczne i niepewne, abyśmy mogli bezwarunkowo przyjąć te przypuszczenia.

Mniej jeszcze dokładne są wiadomości nasze o s z c z e g ó ł o w é j czynności rozmaitych przyrządów końcowych, zatem różnych części błędnika. Dawniejsze przypuszczenie (E. H. WEBER), że ślimak służy przeważnie do przyjmowania wrażeń słuchu wywołanych przez przewodnictwo kości, opierało się na błędnem rozumowaniu, że końce nerwu ślimaka umieszczone być mają na blaszce kostnej. Przypuszczenie to usunięte zostało przez wykazanie przyrządu Corti'ego i przez brak ślimaka u zwierząt, które tylko przez przewodnictwo kości słyszeć mogą, np. u ryb. Regularny układ pręcików w przyrządzie Corti'ego, przez które fala płynu przebiega, tak jak przez klawisze na klawiaturze, robi to przypuszczenie bardzo prawdopodobnem, podług którego każdy pręcik tak jak klawisz przeznaczony jest dla tonu pewnej oznaczonej wysokości i wprawiony zostaje w drganie przez fale jemu tylko właściwe (HELMHOLTZ), tak, że ślimak przeznaczony być ma do pojmowania wysokości tonu, inne zaś przyrządy błędnika przyjmują w ogóle wrażenia głosu, mianowicie szmerów. Prawdopodobieństwo tego przypuszczenia, które zupełnie podobne jest do przypuszczenia podanego już przy opisie zmysłu wzroku, będzie poniżej bliżej wykazane.

#### JAKOŚCI UCZUCIA GŁOSU.

Pobudzenie przyrządów końcowych nerwu słuchowego przez falowanie płynu błędnika, jako też wszelkie inne pobudzenia włókien nerwu słuchowego, powodują wrażenie słuchu. Od wy-

sokości fal zależy m o c wrażenia, od długości fali czyli od liczby drgań w danym czasie zależy w y s o k o ś ć tonu słyszanego. Wysokość głosu słyszanego jest bardzo znaczna i granice jej podane na str. 342 prawdopodobnie nie są zależne od pobudzalności nerwu słuchowego, lecz od możliwości drgania przyrządów doprowadzających np. błony bębenkowej. Odstęp pomiędzy słyszalnym jeszcze tonem najniższym (40 drgań) i najwyższym (16000 drgań) wynosi około 7 oktav; gdy tymczasem odstęp pomiędzy widzialnymi jeszcze promieniami czerwonymi i fioletowymi, w podobny sposób obliczony, nie wynosi całej oktawy.

Przedmiotem wrażenia słuchu zwykle nie są tony pojedyncze tak samo jak zwykle nie widzimy barw pojedynczych, lecz mieszane. Zwykle głosy słyszone są d ź w i ę k a m i lub s z m e r a m i.

O własnościach d ź w i ę k ó w, o możliwości rozkładania ich na tony pojedyncze mówiliśmy już poprzednio (str. 251 i nast.). TONY pojedyncze mogą być tylko sztucznie wywołane, mianowicie gdy ciało współdźwięczące, zastosowane do tonu częściowego jakiego dźwięku, wprawione zostanie w drganie przez dźwięk, np. jeżeli wprawimy w drganie przyrząd współdźwięczący (str. 252) albo rurę współdźwięczącą (str. 262), albo też jeżeli po strunie monokordu przesuwamy kamerton dźwięczący dopóty, dopóki nie natrafimy na taką długość struny, której ton własny (przypuszczając, że przy drganiu struny powstają węzły) odpowiada tonowi częściowemu dźwięku kamertonu (HELMHOLTZ).

Jeżeli dwa różne tony pojedyncze jednocześnie powstają, to przy pewnej ich mocy przedstawiają się wzajemne przeszkody ich fal, skutkiem czego w środkach przewodniczących np. w powietrzu powstają nowe fale, a mianowicie takie, których liczba drgań równa się r ó ż n i c y i inne, których liczba drgań równa się s u m m i e obydwóch pierwotnych liczb drgań. Chociaż w tym razie j e d e n tylko ostateczny układ fal dochodzi do ucha i w stanie niezmienionym przez środki przewodniczące doprowadzonym zostaje do końcowych przyrządów nerwów, jednakowoż przy dostatecznej mocy tych tonów s ł y s z e ć się

dają jednocześnie cztery pojedyncze tony, to jest dwa pierwotne i dwa tony złożone; z ostatnich jest jeden ton różnicowy i jeden zbiorowy.

Jeżeli powstaje dźwięk, to takowy poznanym zostaje po właściwym jego składzie, (oznaczamy to w ten sposób, że słyszemy ton główny w właściwym jego odcieniu dźwięku— zob. str. 252). Oprócz tego można nawet usłyszeć każdy pojedynczy ton częściowy dźwięku, bez szczególnej wprawy, jeżeli tylko podany był pojedynczo bezpośrednio przed powstaniem dźwięku (HELMHOLTZ).

Przy jednoczesnym powstawaniu wielu dźwięków nie daje się słyszeć szmer, jakby się to zdawało sądząc z powstawania ostatecznych fal bardzo złożonych, które w takim razie przebiegają przez ucho, lecz odróżnić można dokładnie każdy pojedynczy dźwięk; podczas grania całej orkiestry można rozemnać jeden instrument i słuchać go pojedynczo.

Wszystkie te doświadczenia wskazują nam, że w uchu istnieć musi taki przyrząd, który każdy układ fal najbardziej nawet złożony rozkłada na pojedyncze drgania wahadłowe, wywołujące wrażenia tonów pojedynczych, w podobny sposób jak dźwięk rozłożony być może na pojedyncze jego części składowe przez ciała współdźwięczące (str. 252). Następujące doświadczenie stwierdza to przypuszczenie w zupełności (HELMHOLTZ): połączywszy kilka tonów pojedynczych na jeden dźwięk i rozpoczynając każdy ton w innym czasie, tak, aby się one łączyły ze sobą w rozmaitym czasie trwania ich drgań, wtedy powstają najróżnorodniejsze zmiany połączonogo układu fal. Gdyby układ fal w tym stanie pobudzał nerw słuchowy do rozmaitych form czynności (str. 286), to przy doświadczeniach tych musiałyby powstać wrażenia różnych dźwięków. Doświadczenie jednak wykonywane za pomocą przyrządu przytoczonego na str. 262 wykazuje, że w każdym wypadku ten sam dźwięk jest słyszany, najmniejsza zmiana uwydatniałaby się jako różnica dźwięku samogłoski.

Przyrząd taki, jak to już powyżej nadmieniliśmy, znajdować się musi w ślimaku, jeżeli przyjmujemy, że każdy pręcik je-

go posiada osobną liczbę drgań jemu właściwych, i że odstęp między pojedynczemi drganiami bardzo są małe, to układ pojedynczych fal wahadłowych (pojedynczego tonu) przebiegający przez ślimak wprawi w drganie głównie jeden pręcik, inne zaś pręciki w mniejszym daleko stopniu; układ zaś złożony (dźwięku) poruszać będzie pręciki odpowiednie tonom częściowym, tak jak zaśpiewana samogłoska przy otwartym fortepianie wprawi w drganie odpowiednie struny (str. 262). Stosownie więc do zasady właściwych czynności (286) trzeba tylko przyjąć jeszcze, że każdy pręcik (właściwie każda komórka zwojowa przez ten pręcik naciśnięta str. 348) jest w związku z oddzielnym przyrządem ośrodkowym przez osobne włókno nerwowe, a pobudzenie tego przyrządu powoduje wyobrażenie pojedynczego tonu, i że uwaga nasza, inaczej zupełnie jak przy wzroku, zwrócona być może na każde pojedyncze włókno nerwowe.

Następujące spostrzeżenie (HELMHOLTZ) przemawia również za tem przypuszczeniem: Tryll wydany z szybkością 10 tonów na sekundę może z zupełną dokładnością być słyszany we wszystkich tonach aż do A (110 drgań), a przytem wrażenie wymiany dwóch tonów nie zacierza się przez przeciągające się drganie części w uchu; następuje to dopiero poniżej A. Przyjmując zatem, że drganie musi się zmniejszyć aż do  $\frac{2}{10}$  swego natężenia, aby przy powrocie tego samego tonu, zatem po  $\frac{2}{5}$  sekundy, nie było więcej słyszalne, to okazuje się, że części przyrządu słuchowego, wprawione w drganie przez A, drgają po  $\frac{2}{5}$  sekundy zatem po 22 drganiach, jeszcze tylko z  $\frac{2}{10}$  pierwotnego natężenia. Z tego zaś obliczyć się daje, że tony różniące się od A o pół tonu (zatem Ais i As) są w stanie wywołać drgania w częściach, wprawionych w drganie przez A, z natężeniem wynoszącym najwyżej  $\frac{2}{10}$  jak samo A, tak że podług powyższego przypuszczenia części wprawione w drganie przez A nie mogą zarazem być użyte do słyszenia Ais i As; dla tych zatem tonów istnieć muszą w uchu inne części drgające.

Ślimak zawierać ma około 3000 pręcików CORTI'EGO (KÖLLIKER). Odliczywszy z tego 200 dla tonów w muzyce nieużywanych, to pozostaje 2800 dla słyszalnych tonów 7 oktav (od C<sub>11</sub> do h<sup>VII</sup>) i przypada więc 400 na każdą oktavę i  $12 : 400 = 32\frac{2}{3}$  na każdą połowę odstepu tonu. Ponieważ wprawni muzycy odróżnić jeszcze mogą  $\frac{2}{64}$  pół stopnia tonu (E. H. WEBER), przyjąć więc można, że ton przypadający pomiędzy dwa pręciki CORTI'EGO pobudza obydwą z niejednakowem natężeniem, i że wysokość tonu oznaczoną zostaje podług tej różnicy (HELMHOLTZ).

Do wywołania wrażenia tonu konieczne są najmniej dwa drgania szybko po sobie następujące; jedno drganie można uczuć tylko jako uderzenie. Trzymając np. kartę przy zębach

obracającego się kółka zębatego (SAVART'A) tak, aby powstał ton, to ten da się jeszcze słyszeć, gdy przy niezmięnionej szybkości obrotu karta dotykać się będzie tylko dwóch zębów; staje się on tylko coraz bardziej stłumionym, tak samo jak barwa jaka staje się mniej jasną, gdy znaczna ilość koloru czarnego dodaną będzie. Jeżeli jednego tylko zęba karta dotykać się będzie, wtedy ton ginie i pozostaje tylko „uderzenie“ (prawdopodobnie jest to układ szybko znikających fal).

Jeżeli wiele różnych tonów pojedynczych łączą się ze sobą tak, że przyrząd słuchowy nie może ich rozkładać, lub też, jeżeli one tak szybko po sobie następują, że tony następcze (zob. niżej) poprzednich łączą się z następnymi, przez co powstaje zmieszanie nie mogące być rozłożone i w którym czasowość nie jest zachowana, to wrażenie ztąd powstałe zwykle nazywają „szmerem“. Wiele szmerów są dla tego dźwiękami złożonymi, w których wyraźnie rozpoznać się daje ton główny, często w odcieniu dźwięku samogłoski; podług tej samogłoski szmery te oznaczane zostają (brzęczenie, grzmienie, skrzywienie, trzeszczenie i t. d.). Oprócz tych drgań na pozór niejednostajnych, które jednak zawsze jednostajnymi być muszą, gdyż złożone są z tonów, istnieją jeszcze drgania głosu rzeczywiście niejednostajne, których wrażenia na ucho wyłącznie szmerami i nazwane być powinny (HELMHOLTZ). Przez jakie części przyrządu słuchowego odbierane zostaje wrażenie uderzeń i szmerów, o tem istnieją tylko przypuszczenia dotychczas niedowiedzione (bańki i woreczki kamyków?).

### ZGODNOŚĆ DŹWIĘKÓW.

Jeżeli kilka tonów lub dźwięków jednocześnie dochodzi do ucha, to powstaje, jak wiadomo, uczucie mniej więcej przyjemne pod warunkami, które w ścisłej są zależności od stosunków liczby drgań tych tonów lub dźwięków. Odróżniają dla tego dźwięki zgodne (przyjemne) i dźwięki niezgodne. Stosunek oktawy (1 : 2) (t. j. stosunek ilości drgań dwóch tonów tworzących razem oktawę) i stosunek duodecymy (1 : 3), tworzą najzu-

pełniejszą zgodność; przechodząc od dźwięków zgodnych do mniej zgodnych przedstawiają się one w następującym porządku: kwinta (2 : 3), kwarta (3 : 4), wielka sexta (3 : 5), wielka tercja (4 : 5), mała sexta (5 : 8), mała tercja (5 : 6) i t. d. — To zjawisko zupełnie wytłomaczyć się daje przez przypuszczenie (HELMHOLTZ), że uczucie nieprzyjemne powstałe przez niezgodność tonów zależy od częstej zmiany nateżenia tonów spowodowanej przez przecinanie się (interferencya) dwóch układów fal, różnych nieco pod względem swęj długości. Dwa bowiem tony, jednocześnie powstałe i posiadające różną wysokość, muszą się wzmocnić, skoro wypukłości lub wklęsłości obydwóch fal razem się schodzą, osłabiają się zaś lub nawet nikną, gdy wypukłość jednej fali przypada na wklęsłość drugiej. Zmiany więc nateżenia tonów są tem rzadsze, im mniejszą jest różnica długości obydwóch tonów i im one są niższe. Jeżeli te zmiany nateżenia zbyt częste są, aby osobne wrażenia (jako „uderzenia“) wywołać mogły, natenczas wywołują one nadzwyczaj nieprzyjemne wrażenie t. j. braku jedności tonu (podobne do migania się świecy). Największa niezgodność tonów powstaje przy 33 takich zmianach nateżenia na sekundę. Dwa jednoczesne dźwięki są tem bardziej niezgodne, im więcej jest sposobności do zmian nateżenia średniej częstości, przez bliskie zejście się tonów częstotliwych pomiędzy sobą lub z tonami złożonymi.

Jeżeli przyjmiemy, że  $a$  jest liczbą drgań tonu zasadniczego (C) w pewnym dźwięku posiadającym zupełny szereg tonów wyższych współdźwięcznych, wtedy można dla dźwięków innych, których tony zasadnicze wyższe są od C, wyprowadzić tony częściowe w następujący sposób:

Dźwięk.	Liczba drgań tonów częściowych.									
Dźwięk zasa- (C)	a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a
Oktawa [dnicz. (c)		2a		4a		6a		8a		10a
Duodecyma (g)			3a			6a			9a	
Kwinta (G)	$\frac{3}{2}a$		3a		$\frac{5}{2}a$	6a		$\frac{15}{2}a$	9a	
Kwarta (F)	$\frac{4}{3}a$	$\frac{5}{3}a$		4a	$\frac{16}{3}a$	$\frac{20}{3}a$		8a	$\frac{28}{3}a$	
Wielka sexta (A)	$\frac{5}{3}a$		$\frac{10}{3}a$		5a	$\frac{20}{3}a$		$\frac{15}{3}a$		10a
Wielka tercja (E)	$\frac{5}{4}a$	$\frac{5}{2}a$	$\frac{15}{4}a$		5a	$\frac{15}{4}a$	$\frac{15}{2}a$		$\frac{15}{4}a$	10a
Mała sexta (Gis)	$\frac{8}{5}a$		$\frac{16}{5}a$	$\frac{24}{5}a$		$\frac{32}{5}a$		8a		$\frac{16}{5}a$
Mała tercja (Dis)	$\frac{6}{5}a$	$\frac{12}{5}a$	$\frac{18}{5}a$	$\frac{24}{5}a$		6a	$\frac{36}{5}a$	$\frac{42}{5}a$		$\frac{48}{5}a$



Z tablicy tej przekonać się można, że w dźwięku oktawy i duodecymy nie ma takich tonów częściowych, któreby się nie znajdowały już w dźwięku zasadniczym; tu zatem żadna zmiana napięcia powstać nie może: oktawa więc i duodecyma są „bezwzględnie“ zgodne. W dźwiękach kwinty i kwarty istnieją tony częściowe, które nie są zawarte w tonie zasadniczym, lecz nie przypadają tak blisko tonów częściowych dźwięku zasadniczego; aby mogły wywołać zmianę napięcia; kwinta i kwarta są zatem „zupełnie“ zgodne. Przy dźwięku zaś wielkiej seksty i wielkiej tercji („średnie“ dźwięki zgodne), a więcej jeszcze małej seksty i małej tercji („niedokładne“ dźwięki zgodne) i przy septymach, sekundach i t. d. (dźwięki niezgodne) jest wiele sposobności do zmian napięcia tonów częściowych, widać bowiem, że ułamki coraz bardziej się zbliżają do liczb całkowitych. Oczywiście jest, że ta sama odległość tonów tem łatwiej przyczyni się do niezgodności, im tony są niższe (zob. wyżej). Na tej zasadzie polega nauka o zgodności tonów, rodzajach akordów i t. d., nad którymi bliżej zastanawiać się tu nie możemy. Stosunek tonów częściowych (ich „powinowactwo“) ma również wielkie znaczenie pod względem kolejnego następowania dźwięków (melodya), jeżeli po jakim dźwięku następuje jego oktawa, to nie dają się słyszeć nowe tony i uwaga nasza nie jest zajęta nowym wrażeniem; to powstaje wówczas, gdy następuje kwinta lub kwarta i t. d.

#### SLYSZENIE ZEWNĄTRZ.

Przyczynę każdego uczucia tonu, które powstaje za pośrednictwem błony bębenkowej, wysyła wiedza nasza na zewnątrz, te zaś uczucia głosu, które powstają przez przewodnictwo kości, zdają się powstawać w samej głowie. Zanurzony np. z głową pod wodę, to wrażenia słuchu wtedy tylko na zewnątrz odniesione będą, gdy przewód słuchowy zewnętrzny wypełniony jest powietrzem (WEBER). Ponieważ jednak i w tym razie główne przewodnictwo głosu odbywa się przez kości głowy, dla tego zdaje się, że wrażenie pochodzenia głosu od zewnątrz spowodowane jest przez czułość błony bębenkowej, nie zaś przez szczególny rodzaj fal błędniaka wychodzących od strzemięcia. Jeżeli rzeczywiście tak jest, to możemy sobie również wyobrazić, że i wskazówkę o kierunku przybywających fal głosu daje nam czucie błony bębenkowej, a może i czucie muszli ucha, która z powodu licznych jej nierówności szczególniejszą jest do oznaczenia kąta, pod jakim padają fale głosu (WEBER), zwłaszcza gdy do tego używane będą ruchy tej muszli (zobacz niżej).

#### PODMIOTOWE WRAŻENIE SŁUCHU.

Jak przy przyrządzie wzroku, tak też i tu istnieją pewne „podmiotowe wrażenia słuchu“, zależące od nieprawidłowo zmienionej pobudzalności nerwowej lub osłabienia nerwowego. Wrażenia te jednak są bardzo rzadkie i w małej tylko części zbadane. TONY W TÓRNE, podobne do obrazów wtórnych, nie mogą dla tego być tak łatwo rozeznane, jak te ostatnie, że do tego koniecznym byłoby potrzebnem bezpośrednim oznaczeniu czasu trwania tonu i czasu trwania wrażenia, a osądzenie pierwszego zależne jest tylko od wrażenia, (gdy tymczasem przy oku oznaczenie czasu nie zależy od samego przyrządu przyjmującego wrażenie). Jednakowoż o istnieniu tonów wtórnych można z pewnem prawdopodobieństwem wnosić ztąd, że przy szeregu szybko po sobie następujących tonów, (co otrzymać można, gdy w kole SAVARRE'a w pewnych odległościach zmieniamy odstęp pomiędzy zębami), powstaje zmieszanie tych tonów w formie szmeru, podobnie jak powstaje zmieszanie barw na krążku barwnym. Długo bardzo trwające tony wtórne, np. „dźwięczenie w uszach“ jakiego tonu lub utworu muzycznego po dłuższym czasie ustania muzyki, należą do zjawisk umysłowych; tak samo i inne samodzielnie powstające złudzenia słuchu. — Do podmiotowych wrażeń słuchu zalicza się także dzwonienie i szum w uszach; są to tony i szmery, mające pochodzić od pobudzenia nerwu słuchowego przez wpływy nieznanne, zwłaszcza przy ehorliwie powiększonej pobudzalności. — Niewiadomo, czy w przyrządzie słuchowym istnieją także zjawiska rozpromieniania. Podobnie do odpowiednich zjawisk optycznych, jeżeli przyjmiemy powyżej przytoczone przypuszczenie co do wzajemnego położenia pierwiastków przyjmujących wrażenia tonów, rozpromienieniem nazwanoby ten objaw, gdyby wraz z tonem silnym powstały wrażenia tonów sąsiednich, których liczba drgań może bardzo jest bliska liczby drgań tonu pierwotnego; indukcją zaś nazwanoby to, gdyby przy uczuciu jakiego tonu wszystkie inne tony równocześnie słabo słyszeć się dały, lub gdyby inne tony jednocześnie słyszane nieco odmiennie się przedstawiały pod względem wysokości lub odcienia dźwięku.

#### WRAŻENIA WEWNĄTRZUSZNE.

Od wrażeń słuchowych podmiotowych odróżnić tu także należy wrażenia wewnętrzne t. j. przedmiotowe, których przyczyna leży w samym przyrządzie słuchowym. Tu należą: 1. Szmery szumiące, wywołane przez drgania powietrza w przyrządzie słuchowym zewnętrznym lub w jamie bębenkowej, gdy takowe oddzielone są od powietrza zewnętrznego, (zamknięcie przewodu przez jakieś ciało trzymane przed nim lub do niego wprowadzone, przez nagromadzenie woszczku i t. d., oddzielenie jamy bębenkowej przez zamknięcie trąbki Eustachiusza); szmery te szczególniejszą w tedy silnie występują, gdy powietrze drgać będzie w jakimś ciele wewnątrz próżnem, przyłożonem do przewodu słuchowego (np. w rurze). 2. Szmer trzeszczący, o którym wspomnieliśmy na str. 341, powstający przy kurczeniu się mięśnia napięjącego bębenka; o wyłomaczeniu tego szmeru zob. tamże. 3. Uderzenia, wywołane przez tętnice naczyń w przyrządzie słuchowym lub tętnic bardziej

oddalonych, szczególnież wtedy, gdy ucho przyłożone jest do jakiego twardego ciała; — nadto wiele jeszcze innych szmerów.

### Słyszenie obydwoma uszami.

Słyszenie obydwoma uszami, podobnie jak widzenie obydwoma oczami, powoduje: 1. wzajemne wspomaganie i wyrównanie pomyłek jednego ucha; 2. pomaga również do oceniania miejsca, w którym się znajduje ciało głoś wydające. Nie można rozstrzygnąć, czy tak samo jak przy oczach istnieją „punkta odpowiednie“ obydwóch końców nerwu słuchowego, czy np. pobudzenie dwóch odpowiednich włókien obydwóch ślimaków powoduje jedno tylko wrażenie. Słyszemy wprawdzie pojedynczo jeden ton obydwoma uszami, a ztąd wnosiliby należało, że on pobudza odpowiednie pierwiastki obydwóch ślimaków; odróżniamy jednak dwa tony, gdy pobudzamy jednocześnie każde ucho oddzielnie tonami jednakowej wysokości, lecz tylko w takim razie, gdy tony te są różne co do mocy, albo gdy pobudzalność obydwóch odpowiednich pierwiastków słuchowych nie jest jednakową. Można to wykazać następującem doświadczeniem. Trzymając przed obydwoma uszami dwa jednakowe dźwięczące kamertony i obracając jeden na około jego osi w ten sposób, żeby ton zniknął i na powrót wracał (cztery razy podczas jednego obrotu), to drugi nie daje się słyszeć jedno ciągle, lecz obydwaj dźwięczą na przemian, kamerton nieobracany zdaje się dźwięczyć wtedy, gdy drugi nie może być słyszany (Dove). Pobudzalność bowiem słabnie podczas dźwięczenia; na stronie tej, gdzie kamerton jest obrócony, słabnie mniej, niż na drugiej, a przy jednakowo silnem pobudzeniu powstaje wrażenie tonu tylko na tej stronie, gdzie jest większa pobudzalność, (to nie ma miejsca, gdy obydwaj tony są różne). Z doświadczenia tego wnosić można: albo że pobudzenie dwóch odpowiednich pierwiastków obydwóch uszów zostaje odróżnione, lub też, że pobudzenie to wywołuje pojedyncze tylko wrażenie, lecz odnoszone zostaje do strony mocniejszego pobudzenia; jedno i drugie usuwa tu podobieństwo do przyrządu wzrokowego. Doświadczenie to jednak nie jest dostatecznem,

gdyż najprawdopodobniej dźwięki obydwóch kamertonów nie są bezwzględnie jednakowe. Innym faktem, który zdaje się przemawiać za nieistnieniem wspólnego wrażenia, jest to, że u większej części ludzi (Fessel, Fechner), szczególnież zaś w stanach chorobliwych (v. Wittich), jedno ucho słyszy ten sam ton wyżej niż drugie. Można to jednak objaśnić w ten sposób, że przęciaki Corti'ego, odpowiadające tej samej wysokości uczucia, posiadają nierówną liczbę drgań, tak, że ten sam ton w obydwóch uszach pobudza różne nieodpowiednie włókna nerwowe.

### Ocenienie kierunku.

Dwie błony bębenkowe i muszle ucha, znajdujące się na przeciwległych stronach głowy, dają naturalnie daleko dokładniejsze pojęcie o kierunku głosu, niż błony pojedyncze, zwłaszcza gdy przez obracanie głowy zmienia się położenie ich względem ciała głoś wydającego; przypuścić nawet można, że rozmaite położenia obydwóch uszów pozwalają niejako sądzić o oddaleniu głosu. Co się tyczy kierunku, to naturalne położenie obydwóch uszów najdogodniejsze jest do odróżnienia tonów dochodzących z boku. Głos dochodzący od przodu lub od tyłu można ocenić albo przez obracanie głowy albo przez naturalne położenie muszli ucha, które stowniejsze jest dla fal od przodu przychodzących; te więc fale będą dla tego wydawać się mocniejszymi, niż tylne. Jeżeli sztucznie powiększymy moc tylnych fal, przyciskając muszlę ucha do głowy i przyłożywszy rękę przed przewodem słuchowym nakształt muszli ucha, to powstaje rodzaj złudzenia.

### Przyrządy ochraniające ucha.

Jako przyrząd ochraniający dla ucha może w pewnym względzie być uważana muszla ucha, zwłaszcza u zwierząt, u których takowa poruszać się może; przez obecność bowiem na niej wyniosłości (np. skrawek [tragus] u człowieka) utrudnia ona wniesienie pyłu i zimnego powietrza do ucha. Dalszemi przyrządami

mi ochraniającymi są włoski do szczecinek podobne (rzęsy uszne) znajdujące się w przewodzie słuchowym zewnętrznym, i gruczołki woszczkowe, których wydzielina nadaje ścianie przewodu słuchowego pewną śliskość. Znaczenie woszczku nie jest jasne; przy braku tegoż następuje osłabienie słuchu i szum z niewiadomej przyczyny. — Ucho wewnętrzne z powodu swego położenia wewnątrz kości skalistej jest zupełnie ochronione.

### III. PRYZRĄD POWONIENTA.

Obwodowe przyrządy końcowe nerwów węchowych, które od opuszki węchowej (bulbus olfactorius) jako liczne gałązki wstępują przez dziurki kości sitowej do błędniaka, rozpostarte są na błonie, która nakształt błony śluzowej pokrywa górną część jamy nosowej i odróżnia się od reszty błony śluzowej nosa (błony SCHNEIDER'A) jaśniejszą barwą, miejscami i brakiem nabłonka migawkowego (M. SCHULTZE). Zakończenia te pobudzone zostają w sposób zupełnie nieznan przez ciała lotne; również nieznan są własności tych ciał, od których możność pobudzenia zależy. Ciała te doprowadzone zostają do błony węchowej przez wdychanie nosem. Prąd powietrza wciągnięty rozdziela się przy przedniej wyniosłości dolnej muszli w ten sposób, że pewna część jego nie przechodzi bezpośrednio przez dolny przewód nosowy do gardła, lecz obiera sobie drogę dalszą przez górną część jamy nosowej (BIDDER). Jak się zdaje, powstaje pobudzenie tylko w pierwszej chwili zetknięcia się, gdyż w celu podtrzymania uczucia koniecznym jest, aby ciągle nowe cząsteczki ciała pobudzającego stykały się z przyrządami końcowymi, a skutek jest tym większy, im szybszym jest prąd tych cząsteczek przechodzący przez przyrząd węchowy.

Opuszki węchowe, opisywane dawniej jako pnie nerwów węchowych, uważane są obecnie bardzo słusznie jako części mózgowe. Właściwe nerwy węchowe odróżniają się od innych nerwów przez to, że liczne nadzwyczaj delikatne włókienka pierwotne połączone są w wiązki otoczone wspólną pochwą tkanki łącznej, a zbiór tych wiązek stanowi pnie. Budowa błony węchowej pokrywającej obydwie górne muszle i górną część przegrody nosowej („regio olfactoria“) jest następująca (M. SCHULTZE): Pomiędzy komórkami

walcowatemi nabłonka ku podstawie zwięzającymi się znajdują się dwubiegowe komórki wrzecionowate, które wysyłają dwie delikatne wypustki, jedną na powierzchnię, a drugą w głąb; ta ostatnia ma być zupełnie podobną do delikatnych włókien pierwotnych nerwu węchowego; komórki więc wrzecionowate uważane są jako komórki nerwowe \*).

Że tylko ciała lotne zdolne są do pobudzenia nerwu węchowego, przekonac się możemy z tego, że wypełnienie jamy nosowej płynem bardzo wonnym (np. wodą kolońską) nie wywołuje uczucia zapachu (WEBER). Wiadomo także, że substancja wonna przeprowadzona być musi jako prąd przez w ściwą okolicę węchową; gdyż przez wstrzymanie oddechu lub przez oddychanie wyłącznie ustami, wszelkie uczucie woni może być usunięte, nawet wtedy, gdy powietrze zewnętrzne, a więc i powietrze jamy nosowej wypełnione jest substancjami wonnymi. Przeciwnie zaś przez prędkie częste wdychanie nosem staramy się powiększyć uczucie woni. — Konieczność przeprowadzenia prądu powietrza do okolicy węchowej za pośrednictwem przedniej wyniosłości dolnej muszli okazuje się z tego, że substancja wonna nie wywołuje żadnego zapachu, gdy ona wprzód wprowadzona zostaje do jamy ustnej a następnie o d t y l u do jamy nosowej (BIDDER) (?). — Większa część substancji wonnych działa nawet w bardzo znacznym rozcieńczeniu, tak, że mała bardzo ilość domieszana do powietrza w pokoju już wyczuć się daje.

### UCZUCIE WONI.

Pobudzenie zakończeń nerwów węchowych, a prawdopodobnie także pobudzenie pni tych nerwów, wywołuje pewne uczucie, które nazywamy wonią. Uczucia te odróżniają się od siebie pod względem natężenia i cechy. Natężenie zależy się zdaje: 1. od ilości substancji wonnej zawartej w danej mieszaninie lotnej; 2. od szybkości prądu tej mieszaniny; 3. od liczby pobudzonych pierwiastków przyrządu powonienia; wiadomo bowiem, że zwierzęta, u których przyrząd powonienia posiada znaczną powierzchnię, mają bardzo delikatny zmysł powonienia. — Przyczyna właściwej cechy jakiej woni podobnie nie jest znaną, jak w ogóle sama własność wonienia; nie posiadamy również żadnego podziału ani nawet osobnych nazw dla rozmaitych zapachów, lecz oznaczamy je zwykle podług jakiego ciała, któremu one są

\*) Właściwa błona węchowa różni się od błony śluzowej nosa (błony Schneider'a) jeszcze obecnością prostych gruczołków rurkowatych czyli tak zwanych gruczołków Bowmann'a, gdy tymczasem ostatnia zawiera zwyczajnie złożone gruczołki śluzowe. Błona węchowa u człowieka w większej części jest pokryta takim samym nabłonkiem migawkowym, co i błona śluzowa, tu i owdzie znajdują się tylko ograniczone miejsca noszące powyżej opisany nabłonek nie posiadający rzęśców migawkowych.

właściwe, i które sobie przypominamy przy uczuciu takiego lub podobnego zapachu.

Sądząc z podobieństwa nerwów węchowych do innych nerwów zmysłowych prawie wątpić nie można, że także drażnienie nerwów węchowych, mechaniczne, elektryczne i t. p., wywołuje uczucie woni, lecz fakt ten nie został jeszcze doświadczeniem wykazany; jedyną drogą pewną doprowadzenia do nerwów węchowych prądów elektrycznych jest ta, aby wypełnić jamę nosową wodą i w niej zanurzyć biegun elektryczny: w takim zaś razie jednoczesne pobudzenie gałązek nerwu trójdzielnego powoduje tak znaczny ból, że niemożliwym jest ocenienie uczucia woni (ROSENTHAL). — Wypełnienie jamy nosowej wodą \*) znosi powonienie na pewien czas (E. H. WEBER). Odpowiednio do zasady właściwej czynności (str. 286) powinniśmy i tu, podobnie jak przy przyrządach wzroku i słuchu, przyjąć rozmaite rodzaje włókien węchowych, z których każdy pobudzony zostaje przez osobne wpływy wonne i wywołuje oddzielne uczucie; ile takich rodzajów przyjąć należy, o tem zupełnie jeszcze sądzić nie możemy.

Od uczucia woni odróżnić należy te uczucia, które wywołane zostają przez pobudzenie włókien czuciowych nerwu trójdzielnego w błonie śluzowej nosa; pary np. amoniakalne działają głównie na te ostatnie i wywołują uczucie nawet po zniszczeniu nerwów węchowych, albo też powodują ruchy zwrotne (kichanie).

O podmiotowych wrażeniach powonienia bardzo mało wiemy; pewne chorobliwe stany nosa (katar i t. d.), znoszą chwilowo powonienie i wywołują nawet nieprawidłowe wrażenia woni. O „woniach wtórnych“ nie prawie nie wiemy. Autor zauważył, że po silnej jakiejś woni np. trupiej w kilka godzin potem każda inna woń nieprzyjemna wywołuje u niego wrażenia woni pierwszej. — Co się tyczy wzajemnej zależności obydwóch jam nosowych, to wiadomo tylko, że pobudzenie obydwóch przez rozmaite wonie zwykle nie łączy się w jedno wrażenie, lecz naprzemian obydwie wyczuć się dają (VALENTIN).

Jako przyrząd ochraniający dla właściwej błony węchowej uważaną być może błona śluzowa nosa, która uwalnia wnikaające powietrze od większych przymieszek szkodliwych. Z drugiej znowu strony przyrząd powonienia uważany bywa zwykle jako ochraniający dla oddychania, albowiem największa część szkodliwych zanieczyszczeń powietrza posiada woń, które dla tego rozpoznane być mogą przez przyrząd powonienia.

#### IV. PRYZRZĄD SMAKU.

Wiadomości nasze o zmysle smaku są mniej pewne, niż o wszystkich innych zmysłach. Nawet miejsce przyrządu

\*) Wypełnienie jamy nosowej płynami, o którym kilkakrotnie już wspomnieliśmy, odbywa się przez otwory nosowe przy położeniu na wznak. Odpływowi płynu do gardzieli zapobiega przyleganie podniebienia miękkiego do ściany gardzieli (WEBER).

smaku nie jest jeszcze dokładnie określone; 1. dla tego, że trudno nadzwyczaj dokładnie odróżnić uczucie smaku od innych uczuć, które zwykle powstają przy zastosowaniu ciała posiadających smak, mianowicie od uczucia woni i dotyku; — 2. dla tego, że płyny smak posiadające nadzwyczaj łatwo się rozplývają do właściwych przyrządów smaku z każdego miejsca ich zastosowania w jamie ustnej, a więc i z takich miejsc, które bynajmniej nie służą do smaku. Z tego też powodu miejsce przyrządu smaku różnie bywa określane. Nie ulega żadnej wątpliwości, że podstawa języka bierze udział przy smaku; jednakowoż zdania się różnią względem tego, czy tylko ona sama jest przyrządem smaku (BIDDER, WAGNER), czy też także wierzchołek języka i brzeżki jego (SCHIRMER, KLAATSCH i STICH), podniebienie miękkie (J. MÜLLER, DRIELSMA) lub przynajmniej część jego (SCHIRMER, KLAATSCH i STICH), a nawet i podniebienie twarde (DRIELSMA). Stosownie więc do tego rozmaicie są uważane i n e r w y s m a k u; jedni uważają za nerw smaku tylko nerw języko gardzieliowy, inni uważają także i nerw trójdzielny (gałąź językowa i gałązki podniebieniowe). O sposobach zakończenia się nerwów smaku nic pewnego nie wiemy.

Jako przyrządy końcowe nerwów smaku powszechnie uważane są brodawki grzbietu języka, a mianowicie brodawki koliste (papillae circumvallatae) podstawy języka; posiadają one znaczną ilość wstępujących włókien nerwowych i pokryte tylko cienką warstwą nabłonka. Co do budowy ich drobnowidzowej, zdania są sprzeczne.

Pobudzenie nerwów smaku odbywa się przez pewne substancje płynne lub przynajmniej rozpuszczalne w płynie jamy ustnej; do tych należą także prawdopodobnie gazy smak posiadające (STICH). Sposób pobudzenia zupełnie jest nieznan. Skutek pobudzenia przyrządów końcowych, jak również i wszelkiego pobudzenia (elektrycznego i t. d.) nerwów smaku, jest „wrażenie smaku“, które różne jest pod względem natężenia i cechy. Natężenie zależy od mocy, czasu trwania pobudzenia i od liczby włókien pobudzonych. Jeżeli pobudzenie odbywa się przez substancje smak posiadające, to wrażenie smaku musi być tém silniejsze: 1. im bardziej substancja ta zdolną jest do pobudzenia,

2. im bardziej jest zgęszczoną, 3. im dłużej wpływa, 4. im większą powierzchnię przyrzędu smaku dotyka, 5. im bardziej pobudzalne są końce nerwowe; pobudzalność ich zdaje się powiększać przez tarcie. Nie wiadomo zupełnie, od jakich własności ciała smak posiadającego zależą rozmaite cechy smaku, znane nam przez doświadczenie, lecz trudno się określić dające, jako to: smak słodki, gorzki, kwaśny, alkaliczny, słony, zgnily; rozmaite substancje posiadające np. smak słodki (rozmaite rodzaje cukru, gliceryna, glicyna, sole ołowiowe i t. d.), należą do najróżnorodniejszych grup i pod żadnym innym względem nie przedstawiają jednakowych własności.

Pobudzenie pni nerwów smaku u człowieka możebnem jest tylko za pomocą elektryczności. Przeprowadzając przez nerwy smaku prąd wstępujący (np. przykładając biegun dodatni strumienia elektrycznego do wierzchołka języka, a biegun ujemny do innej jakiegokolwiek części ciała np. do ręki), wtedy uczuć można smak kwaśny; jeżeli prąd ma kierunek zstępujący, wtedy smak jest palący i oznaczony bywa jako ługowaty („alkaliczny“). Zarzut czyniony temu doświadczeniu, że różność smaku pochodzi tu od rozkładu elektrycznego płynów języka, traci przez to swoje znaczenie, że smak również powstaje wtedy, gdy biegun metalowy niebezpośrednio połączony będzie z wierzchołkiem języka, lecz za pośrednictwem wilgotnego grzewodnika (J. ROSENTHAL). O związku tego faktu z zasadą właściwych czynności nerwów zmysłowych zob. str. 286.

Oprócz wrażenia smaku powoduje pobudzenie nerwów smaku drogą odruchu wydzielanie gruczołów ślinowych.

O podmiotowych wrażeniach smaku nie mamy żadnych bliższych wiadomości, chociaż istnienie ich jest pewne (smak wtórny i t. p.). Od wrażeń podmiotowych odróżnić tu należy pobudzenie smaku spowodowane przez pewne stany nieprawidłowe błony śluzowej ust („odmienne“ wrażenie smaku przy kataarach i t. d.).

## V. INNE PRYZRZĄDY ZMYSŁOWE.

Wrażenia spowodowane przez inne nerwy dośrodkowe (oprócz nerwów wzrokowych, słuchowych, węchowych i nerwów smaku) oznaczone zostają jako „czucie“. Nerwy czuciowe rozpostarte są w każdej prawie części ciała, lecz w różnym stosun-

ku; prawdopodobnie najmniej w trzewiach, również mało w mięśniach, kościach, ścięgnach i t. d.; bardzo liczne zaś w skórze i w sąsiednich jej błonach śluzowych (w błonie śluzowej jamy ustnej, jamy nosowej, w błonie łącznej oka i t. d.).

Przyrzędy końcowe nerwów czuciowych znane są tylko w niektórych miejscach, a pod względem ich budowy drobnowidzowej zdania nadzwyczaj są sprzeczne. Dotychczas znamy następujące formy: 1. „Ciałka dotykowe“ (WAGNER i MEISSNER), w pewnej części brodawek skóry, (inne brodawki zawierają pętlice naczyń włoskowatych); najliczniej znajdują się na dłoni i podeszwie. Są to pęcherzyki owalne, grube, nieregularnie poprzecznie prążkowane, które prawie całą objętość brodawki zajmują i do których wstępują jedno lub kilka włókien nerwowych albo też ich gałęzie; zakończenia tych gałęzi są jeszcze wątpliwe, utrzymują, że się one rozgałęziają wewnątrz pęcherzyka i każda gałązka kończy się kilkoma krótkimi odnogami poprzecznie skierowanymi, które powodują prążkowanie poprzeczne. — 2. „Ciałka Vater'a (PACINI'EGO)“ są większe od tamtych (1—4<sup>mm</sup>), znajdują się w tkance podskórnej, głównie na dłoni i podeszwie, prócz tego także w zwojach sympatycznych jamy brzusznej (np. w kiszki u kota). Są one również owalne i składają się z licznych współśrodkowych warstw tkanki łącznej otaczających środkową część walcowatą; w części tej, okazującej nieco odmienny skład, przebiega włókno nerwowe, wstępujące tu bez pochwki rdzeniowej, i kończy się pojedynczo lub kilkoma gałązkami. Włókna nerwowe przed wstąpieniem jeszcze do tego ciała otoczone jest warstwą pochwki nerwowej. — 3. „Baniczkowate zakończenia nerwowe“ (W. KRAUSE), są to pęcherzyki kształtu owalnego lub kolistego, wielkości 0,03 — 0,06<sup>mm</sup>, składają się z pochwki z tkanki łącznej opatrzonej jądrami i z zawartości miękkiej jednolitej, do której wstępuje włókno nerwowe spiczasto zakończone. Znajdują się one w wielu przyrzędach, zwłaszcza w błonach śluzowych, i tam umieszczone są w warstwie tkanki łącznej. Prawdopodobnie wszystkie wyliczone tu przyrzędy są odmianą jednej formy podstawowej, za którą uważać można tę ostatnią. —

W wielu bardzo miejscach, np. w trzewiach, mięśniach i t. d., przyrządy końcowe nerwów czuciowych (lub odruchowych) zupełnie jeszcze nie są znane.

#### JAKOŚCI UCZUĆ TU ODNOSZĄCYCH SIĘ.

Każde silne pobudzenie nerwów tu należących, które od poprzednio wymienionych („zmysłowych“) odróżnić należy jako „nerwy czucia w ścisłym znaczeniu“ bez względu czy pobudzenie to tyczy się przyrządów końcowych lub pni, występuje jako uczucie nieprzyjemne, mianowicie jako ból. Znaczna część tych nerwów, to jest te, które zaopatrują trzewia, kości, naczynia i t. d., mogą w ogóle być pobudzone tylko przez silne wpływy (chorobliwe), a natenczas zawsze wywołują ból, jeżeli za czynność ich nie należy uważać pobudzenie odruchów. Inne zaś nerwy przy prawidłowem słabem pobudzeniu ich przyrządów końcowych wywołują nadzwyczaj rozliczne uczucia. Pobudzenie przyrządów końcowych może mieć miejsce w rozmaity sposób, przez wpływy mechaniczne, chemiczne, ciepła, lecz nigdy przez drganie fal światła lub głosu. Ta zgodność tych właściwych bodźców z ogólnymi bodźcami nerwów potwierdza to przypuszczenie, że przyrządy końcowe nerwów czuciowych są nadzwyczaj proste i nie bardzo się różnią od ich pni, być może, że tylko w skutek odpowiedniego umieszczenia są bardziej dostępne dla bodźców zewnętrznych. — Wrażenia jakie powstają przez pobudzenie mechaniczne przyrządów końcowych, nazywamy *wrażeniami dotyku*, a powstałe przez wpływ ciepła zowiemy *wrażeniami ciepła*.

W ostatnich czasach starano się wykazać za pomocą doświadczeń, jak rozciąganie w kierunku długości ciałka VATER'A znaczny nacisk wywołać musi na włókno nerwowe w niem się znajdujące (KRAUSE). Jeżeli bowiem rozciągamy kawałek kiszek wypełnionej wodą, natenczas światło jego zmniejsza się, (gdyż sprężystość w kierunku promienia większą jest niż w kierunku długości), a skutkiem tego powstaje nacisk na zawartość. Mając więc kilka kieszek płynem wypełnionych i wsuniętych jedna w drugą, na podobieństwo warstw pochwki ciałka VATER'A, i rozciągając je wszystkie, wtedy na kieszkę w samym środku będącą wywołany będzie nacisk wyrównujący summie wszystkich zewnątrz niej się znajdujących. Z tego to powodu przypuszczają, że przyrządy te głównie uwiadniają nas o rozciąganiu ich w kierunku długości.

Następujące doświadczenie (E. H. WEBER) przekonywa nas, że wrażenia ciepłoty powstać tylko mogą przez pobudzenie za pomocą ciepła przyrządów końcowych. Zanurzwszy łokieć do bardzo zimnego płynu czujemy zimno tylko w miejscu, które zanurzone zostało (przez włókna tu kończące się), ból zaś czujemy w przyrządach końcowych nerwu łokciowego, mianowicie w końcach palców; ból ten zarazem przewyższa miejscowe wrażenie zimna. Doświadczenie to jest również dowodem, że przyczyna uczucia odniesioną zostaje do przyrządu końcowego.

#### WRAŻENIA DOTYKU.

Wrażenia dotyku wywołane zostają przez wpływy mechaniczne rozmaitego stopnia, przez dotknięcie lub ciśnienie. Granica przy której natężenie tego wpływu staje się bolesnem, różną jest stosownie do miejsca ciała. Przez wrażenie dotyku przechodzimy do następujących wniosków: 1. Wnosimy o obecności przedmiotu dotykającego nasze ciało. 2. Z natężenia wrażenia wnosimy o mocy wywołanego ciśnienia, a przez to w stosownych warunkach wnioskujemy o ciężarze, naprężeniu i t. d. przedmiotu dotykającego. Do takiego rodzaju oceniania ważną pomocą jest uczucie mięśni, t. j. uczucie stopnia natężenia mięśni biorących udział przy noszeniu, pociąganiu, naciskaniu i t. d. (zob. niżej). 3. Mamy ciągle wyobrażenie o stopniu pobudzenia wszystkich naszych włókien czuciowych i czujemy powierzchnię naszego ciała jako „pole dotyku“ na podobieństwo pola widzenia. W skutek tego jesteśmy w możności, bezpośrednio określić miejsce ciała naszego, którego przedmiot jakiś dotyka się, a zatem i miejsce, w którym przedmiot znajduje się. 4. Jeżeli przedmiot dotyka się pewnej powierzchni skóry lub kilku punktów jednocześnie, to z położenia rozmaitych punktów dotknięcia, z rozmaitego ciśnienia i z odstępów wolnych możemy wnosić o kształcie przedmiotu dotykającego. Wniosek ten jeszcze pewniejszym się staje, gdy skórę naszą przesuwamy po przedmiocie i w ten sposób zbieramy sobie niejako cały szereg wrażeń dotyku. Najodpowiedniejszymi do tego są takie powierzchnie skóry, które opatrzone są licznymi czuciowymi przyrządami i zarazem bardzo są ruchome, np. końce palców, koniec języka (zob. niżej). Jeżeli kilka różnych miejsc skóry, dotyka się jednego przedmiotu,

to dla ocenienia kształtu takowego konieczną jest znajomość względnego miejsca różnych powierzchni skóry. Otrzymujemy to przez czucie mięśni (zob. niżej), gdyż dla każdej zmiany względnego miejsca potrzebne są ruchy mięśni. Przy braku tej znajomości, np. przy nieprawidłowej przemianie miejsca, powstają złudzenia co do kształtu przedmiotów. Tu należy t. z. „doświadczenie Aristoteles'a”: Przykładając palec środkowy na palec wskazujący w ten sposób, aby się stykały przeciwnymi swymi brzegami, i umieściwszy pomiędzy nimi jakiś mały przedmiot okrągły (groch), tak, aby można było go obracać, wtedy czujemy zwykle dwa przedmioty okrągłe, gdyż dotykaniem obydwóch tych powierzchni palców jednym przedmiotem okrągłym nie może mieć miejsca bez przełożenia palców.—Dalej z jednostajnego dotykania powierzchni skóry wnosimy o obecności płynu, z mniejszego lub większego powiększania się ciśnienia przy posuwaniu powierzchni dotykającej wnosimy, czy przedmiot jaki jest miękki, czy twardy i t. d. — Te rozmaite wnioski często przytaczane są jako oddzielne „zmysły“ (zmysł ciśnienia, zmysł miejscowości i t. d.).

Delikatność rozpoznania przez nerwy czuciowe zależy na każdym miejscu ciała naszego: 1. od większej lub mniejszej obfitości ich przyrządów końcowych; 2. od bezwzględnej ich czułości.

Liczba przyrządów końcowych znajdujących się w rozmaitych miejscach skóry mogłaby być wykazaną jedynie tylko na drodze anatomicznej. Wszakże i za pomocą doświadczeń można otrzymać przynajmniej porównawcze dane pod względem ich obfitości, a to następującymi sposobami (E. H. WEBER, CZERMAK): Wyszukuje się najmniejszy odstęp, jaki potrzebny jest, aby dwa ciała jednocześnie lub szybko jedno po drugim dotykające skórę oddzielnie jeszcze wrażenia wywołać mogły; do tego służy cyrkiel z końcami tępymi; które w rozmaitych odstępach oznaczonych na podziałce przykładają się do skóry (przy zamkniętych oczach). Odstęp jest najmniejszy na końcu języka ( $1,1^{mm}$ ), na powierzchni dłoniowej trzeciego członka palców ( $2,2^{mm}$ ) i na czerwonej części warg ( $4,4^{mm}$ ); największy odstęp

na grzbiecie, piersiach, szyi i górnych częściach kończyn ( $35 — 66^{mm}$ ). — W niektórych miejscach, np. na górnych częściach kończyn, odstęp mniejszy jest w kierunku poprzecznym, niż w podłużnym, mniejszym jest także, gdy końce niejednocześnie lecz jeden po drugim przykładane będą; dalej jest on mniejszy wtedy, gdy rozpoczynamy od większych odstępów i wyszukujemy odstępów, przy których poprzednio oddzielne uczucia potem łączą się, aniżeli wtedy, gdy rozpoczynając od małych odstępów szukamy odległości, przy której nasamprzód powstają dwa oddzielne wrażenia; na koniec mniejszym jest przy ściślejsem nważaniu i wprawie, (dla tego w ogóle mniejszy jest u ślepych, GOLTZ); ma on być również mniejszy przy pokryciu skóry płynami (oliwą, wodą) (SUSŁOWA). — Dwa wrażenia oddzielne łączą się w jedno, gdy skórę pomiędzy obydwoma pobudzonemi punktami pobudzamy także przez łechtanie lub prądy elektryczne (SUSŁOWA); o wytłomaczeniu tego faktu zob. niżej. — 2. Obydwa końce cyrkla oddzielne wrażenia wywołujące przesuwają się na skórze bez zmiany odstępu po dwóch równoległych liniach; osoba poddana doświadczeniu wskazuje, jakie uczuwa pozorne zmiany odległości końców cyrkla przy ich przesuwaniu, również wskazuje punkt połączenia się obydwóch linii. — 3. Dotyka się przy zamkniętych oczach jakiego punktu skóry i oznacza się dokładnie przypuszczalne miejsce dotknięcia.

Bezwzględną czułość jakiego miejsca skóry oznacza się w następujący sposób: 1. Pewne miejsce skóry obciąża się dwoma różnymi ciężarami, szybko jeden ciężar po drugim przykładając, i wyszukuje się najmniejszej różnicy ciężaru, jaka się jeszcze rozpoznać daje. Obciążenie odbywa się albo przez przyłożenie samych ciężarów (WEBER) lub blaszek obciążonych (AUBERT i KAMMLER), albo też przez przytępiiony pręcik wiszący na jednym ramieniu wagi, a którego ciężar w rozmaity sposób może być równoważony przez obciążenie drugiego ramienia wagi (DOHRN). Tu czucie również jest delikatniejsze przy powiększaniu różnicy ciężaru, niż przy zmniejszeniu, podobnie delikatniejsze jest przy mniejszym ciśnieniu niż przy większym. 2. Wyszukuje się najmniejszą zmianę ciśnienia, jaką rozpoznać może pe-

wne miejsce skóry (GOLTZ); do tego służy rurka kauczukowa wypełniona wodą, która dla zachowania pewnej stałej powierzchni zagięta jest na korku i tą częścią dotyka się pewnego miejsca skóry, które ma być badane, a przez naciskanie rurki wywołane zostają fale podobne do tętna. Za pomocą tego sposobu otrzy-  
 mać można te same stopnie czułości, jak sposobem WEBER'a przy użyciu cyrkla; jedyny tylko wyjątek stanowi koniec języka, gdyż jego czułość pod względem ciśnienia jest mniejsza, niż czułość względem rozpoznania miejsca. — 3. Wyszukuje się najmniejsze pobudzenie, zdolne jeszcze do wywołania pewnego uczucia (niedokładny sposób); pod tym względem przekonano się, że nawet dość znaczne dotyknięcie nie wywołuje żadnego uczucia, gdy słabe prądy elektryczne indukowane przebiegają przez daną część skóry (SUSŁOWA).

Z trzech sposobów powyżej wymienionych sposób drugi daje nam właściwą miarę czucia, dla tego, że my w ogóle czujemy tylko z m i a n y c i ś n i e n i a, a te daleko szybciej i dokładniej przy tym sposobie powstają, niż przy pierwszym. Nadmienić wreszcie należy, że przytém doświadczeniu uczucie przestrzeni niezupełnie jest wykluczone, albowiem wraz z dodatnią zmianą ciśnienia połączone jest także powiększenie powierzchni dotykającej, gdyż rurka i skóra w tem miejscu wzajemnie się splaszczają. Sposób ten oparty jest na spostrzeżeniu, że za pomocą palca czujemy tętno na wielu miejscach ciała, podczas gdy miejsca te skóry nie czują bynajmniej tętna, chociaż na nie działa ta sama zmiana ciśnienia. Porównania tego rodzaju mogą być użyte do ustanowienia pewnego szeregu stopni czułości (GOLTZ).

Nakoniec są jeszcze pewne sposoby badania czułości skóry jednocześnie w ohydwoch kierunkach, a to przez wyszukanie dokładności w rozpoznawaniu kształtu lub drogi przedmiotu dotykającego skóry: 1. Dotyka się skóry przedmiotami posiadającymi pewien kształt, 2. nakreśla się na skórze jakim końcem rozmaite figury (litery) i każe się opisywać w pierwszym razie kształt przedmiotu, a w drugim razie figurę.

W celu objaśnienia doświadczeń powyżej przytoczonych, pod względem oznaczenia przestrzeni przez wrażenie dotyku, przyjąć należy następujące przypuszczenia (LOTZE, E. H. WEBER, MEISSNER, CZERMAK): Wiedza posiada zawsze wyobrażenie o stanie pobudzenia wszystkich miejsc skóry w właściwym porządku przestrzeni, (jak to wyżej wspomnieliśmy, wiedza czuje „pole dotykowe“). Każde pobudzenie czuciowego przyrządu końcowego

odniesione zostaje do pewnego miejsca pola dotykowego, to jest powierzchni ciała. Miejsce to nie jest jednak punktem pobudzonym, lecz jest powierzchnią kolistą lub podłużną (na kończynach), której środek jest punktem pobudzonym; jest to t. z. o k r ą g c z u c i a (objaśnienie tego zob. niżej). Dwa okręgi czucia stykające się lub pokrywające się w części nie mogą być odróżnione co do przestrzeni; odróżnienie dopiero wtedy ma miejsce, gdy pomiędzy obydwoma znajdować się będzie przyrząd czuciowy nie pobudzony, i oddalenie obydwóch pobudzeń przedstawiać się będzie tém większem, im więcej nie pobudzonych przyrządów pozostanie pomiędzy obydwoma okręgami czucia. Z tego okazuje się, że dwa sąsiednie pobudzenia skóry dopiero wtedy oddzielnie rozpoznane być mogą, gdy odstęp większy jest niż dwie połowy, zatem o cały wymiar okręgu czucia; liczby więc podane na str. 366 są to wymiary okręgów czucia w odpowiednich miejscach skóry. Dalej okazuje się, że dwa oddzielne pobudzenia łączą się ze sobą przy pobudzeniu przyrządów czucia pomiędzy niemi leżących.

Pozostaje jeszcze do objaśnienia, dla czego okręgi czucia na rozmaitych miejscach ciała mają różne wielkości. Oczywiście jest, że okrąg czucia nie jest wielkością anatomiczną, jak np. przestrzenie rozgałęzienia się włókna nerwowego, gdyż nasamprzód zmienia się ono przez zwracanie większej uwagi, wprawę i inne wpływy, powtóre odstęp cyrkla mniejszy od wymiaru okręgu czucia mógłby raz przypaść na dwa sąsiednie okręgi czucia, drugi raz na jeden okrąg; — przyjąć raczej należy, że naokoło każdego punktu skóry znajduje się okrąg czucia. Dalej do objaśnienia służy tu jeszcze i to, że okręgi czucia tém są mniejsze, im bliżej siebie znajdują się przyrządy czuciowe. Z tego wypada, że niewystarczającym jest przypuszczenie, jakoby okrąg czucia powstawał przez działanie mechaniczne bodźca nie na punkt, lecz na powierzchnię skóry („okrąg rozpięrchły“); w takim razie wielkość okręgów musiałaby być niezależną od względnej ilości przyrządów końcowych i wszędzie jednakową. Przyjąć raczej należy, że przeniesienie pobudzenia z jednego włókna czuciowego na inne sąsiednie włókno jest sprawą odbywającą się



w ośrodkach (współczucie, rozpromienienie), że pobudzenie rozprzestrzenia się zawsze i z każdego punktu we wszystkich kierunkach na jednakową liczbę włókien nerwowych (odstęp końców cyrkla obejmuje w przecięciu około 12 ciałek dotykowych, KRAUSE), która jednak zmniejszoną być może i dokładniej oddzieloną przez wprawę, uwagę, dokładność pobudzenia i t. d. Ten sposób zapatrywania, zdaje się najlepiej tłumaczyć przytoczone zjawiska.

### UCZUCIA CIEPŁOTY.

Uczucia ciepłoty powstają wskutek pobudzenia czuciowych przyrządów końcowych przez zmiany ciepłoty w granicach między  $+10$  do  $+47^{\circ}$  C., mianowicie przy ogrzaniu lub ochłodzeniu skóry przez przedmioty jej dotykające; wrażenie powstałe dodatnią zmianą ciepłoty zwiemy uczuciem ciepła, wrażenie zaś ujemnej zmiany zwiemy uczuciem chłodu. Jeżeli zmiana ciepłoty rozprzestrzenia się na znaczną przestrzeń lub na całą powierzchnię ciała, wtedy uczucie chłodu zamienia się na „uczucie zimna“, a uczucie ciepła na „uczucie gorąca“. Obydwa połączone są ze zjawiskami, o których wspomnieliśmy na str. 200 in. („Dreszcz“ powstaje przez nagłe oziębienie skóry wskutek zmniejszonego dopływu krwi [przez skurcz tętnic skóry], a „gorączka“ przez wpływ przeciwny; w obydwóch razach średnia ciepłota ciała wyższą jest, niż w stanie prawidłowym). Pod względem wrażliwości na zmiany ciepłoty rozmaite części ciała z wyłączeniem kończyn, są w następującym stosunku (E. H. WEBER): koniec języka, powieki, policzki, wargi, szyja, tułów. Części bliżej linii środkowej leżące posiadają delikatniejsze czucie. Im prędzej się odbywa zmiana ciepłoty, im większe są powierzchnie dotknięte skóry, im bliżej siebie te powierzchnie znajdują się, tém silniejsze powstaje wrażenie zmiany ciepłoty. Bezwzględna wysokość ciepłoty, (która nie może być poznana), jest zupełnie obojętną pod względem uczucia zmian. Wyższe

lub niższe ciepłoty od wyżej wspomnianych granic wywołują już ból; zmiany takiej ciepłoty nie zostają już właściwie rozpoznane.

Przeprowadzenie zasady właściwych czynności (zob. str. 286, 315, 351) wymaga i tu przypuszczenia obecności oddzielnych włókien, przyrządów końcowych i ośrodkowych dla uczuć dotyku i ciepłoty; jednakże nie posiadamy dotychczas pod tym względem żadnej jeszcze zasady podobnej do tej, która przeprowadzona jest dla przyrządu wzroku i słuchu. Nadmienić tu musimy, że przy powyżej przytoczonem doświadczeniu za pomocą cyrkla odstępy są mniejsze, gdy końce cyrkla mają różną ciepłotę (Czermak), a przy następnem doświadczeniu za pomocą ciężarów chłodniejszy ciężar zdaje się być cięższym, tak że przypuszczalna różnica ciśnienia jest większą, jeżeli większy ciężar jest zarazem chłodniejszy, a mniejszą, jeżeli lżejszy ciężar jest chłodniejszy, i przy jednakowych ciężarach zdaje się istnieć różnica ciśnienia, gdy ciężary te mają różną ciepłotę (WEBER).

### INNE WŁAŚCIWE UCZUCIA.

Nerwy czuciowe niektórych miejsc skóry i błony śluzowej przyrządów płciowych wywołują przez pewne pobudzenia (część 4) właściwe uczucia, które różne są od uczucia ciepłoty i dotyku, a które oznaczone są jako „lubieżność“.

O uczuciach właściwych przez włókna nerwowe, które się nie kończą w skórze, bardzo mało jeszcze wiemy. O niektórych z nich, mianowicie o głodzie i pragnieniu wspomnieliśmy już poprzednio (str. 167). Oddzielnie nam jeszcze opisać wypada:

Czucie mięśni (WEBER). Obecność włókien czuciowych w mięśniach, chociaż nie jest ściśle wykazaną na drodze anatomicznej, jednakowoż stale jest przyjętą na drodze fizyologicznej z powodu występujących pod pewnymi warunkami bólów mięśniowych i z powodu niezaprzeczonego istnienia uczucia znużenia. Zachodzi jednak pytanie, czy te włókna nerwowe lub inne uwiadamiają nas o stanie czynności mięśni. Wiele zjawisk, np. wspólność bardzo złożonych ruchów mięśniowych, zależy od pośrednictwa włókien dośrodkowych; okazuje się to ztąd, że ruchy te stają się nieodpowiedniami, gdy tylne korzenie nerwów rdzeniowych zostaną przecięte (BERNARD), lub gdy części rdzenia kręgowego do środka przewodniczące (zob. rozdz. XIII) są zranione lub chorobliwie zmienio-

ne (np. przy przemianie szarej tylnej pęczków — *Tabes dorsalis*, *Ataxie locomotrice*). Nieprawdopodobnym jest, aby ta nieodpowiedniość ruchów zależną tylko była od braku czucia w skórze, gdyż samo tylko oddzielenie skóry wcale nie wpływa na ruchy lub też bardzo mało tylko (BERNARD). Zdaje się zatem, że sama wiedza nasza uwiadomiona jest o stanie mięśni. Możliwym to jest w następujący sposób: 1) nerwy czuciowe mięśni zawiadamiają o zmianach naprężenia, ciśnienia, być może także o stanie skurczenia; 2) wiedza osądza stopień pobudzenia, jaki nadany jest przez wolę nerwom ruchowym, i skutek który z tem koniecznym jest połączony; 3) przez nerwy czuciowe części otaczających (kości, skóry, tkanki łącznej i t. d.) uwiadomiona zostaje wiedza o skutkach czynności mięśniowej. Nie wiadomo, czy wszystkie te stosunki są urzeczywistnione, czy tylko niektóre z nich. — Rozliczne zastosowania takiego czucia mięśniowego okazują się już po części z tego, co tu powiedziane było, (wspólne ruchy, utrzymanie równowagi przy staniu i t. d.), a po części wspomnieliśmy już o nich poprzednio (ocenie podniesionych ciężarów, oznaczenie kształtu powierzchni ciała wniośki co do kształtu przedmiotów dotykających skóry).

## ROZDZIAŁ TRZYNASTY.

### Ośrodkowe przyrządy końcowe nerwów. (Ośrodkowe nerwowe).

#### A. CZĘŚĆ OGÓLNA.

Ośrodkowe przyrządy końcowe włókien nerwowych zawarte są w pewnych organach zwanych „ośrodkami nerwowymi“. Organ te zawierają oprócz ośrodkowych przyrządów końcowych także i same włókna nerwowe. Czynność więc ich już przez to jest bardzo złożoną, że jednocześnie mogą działać jako przyrządy przewodniczące. Przy obecnym stanie nauki ścisły opis fizjologii ośrodkowych przyrządów końcowych nerwów nie jest możliwym, z tego mianowicie powodu, że przyrządy te nigdzie oddzielnie badane być nie mogą, bez przymieszanych do siebie włókien nerwowych. Możemy tu tylko podać spostrzeżenia dotyczące się czynności tych mieszanych organów, jako to: mózgu, rdzenia kręgowego i zwojów, — wiadomości te służyć mogą jako materiały do dalszych badań przyrządów końcowych, nie dających się odosobnić.

Własności jakiego przyrządu, upoważniają nas do oznaczenia go za ośrodek nerwowy, stosownie do określenia podanego we wstępie są następujące: 1. Wyzwolenie stanu czynnego nerwu („ośrodkowego“) bez udziału wpływu zewnętrznego — *s a m o d z i e l n o ś ć*. 2. Wyzwolenie stanu czynnego nerwu („ośrodkowego“) spowodowane przez nerw inny („dośrodkowy“) — *o d r u c h*. 3. Zjawiska połączone z pobudzeniem pewnych ośrodków (str. 7), razem oznaczone jako *wyobrażenia* czyli *czynności duszy*.

Wszystkie przyrządy ciała, w których wykazać można takie czynności, zawierają jako zasadniczą część składową *k o m ó r k i z w o j o w e*, które bezpośrednio połączone są z włóknami nerwowymi; a ponieważ oprócz poprzednio przytoczonych obwodowych przyrządów nigdzie nie znajdujemy innych pierwiastków ukształtowanych, będących z pewnością w bezpośrednim związku z włóknami nerwowymi, dla tego oznaczamy w ogóle komórki zwojowe jako ośrodkowe przyrządy końcowe włókien nerwowych. Wątpliwem jest jednak: 1. czy wszystkie komórki zwojowe uważane być winny za przyrządy ośrodkowe, 2. czy oprócz komórek zwojowych nie istnieją inne jeszcze ośrodkowe przyrządy końcowe.

Przeciw pierwszemu przypuszczeniu przemawia na pozór ogólnie przyjęte wyrażenie „obwodowe komórki zwojowe“. W wielu bowiem organach, których czynności bynajmniej nie są czynnościami ośrodków nerwowych, znajdujemy włókna nerwowe opatrzone komórkami zwojowymi lub przyrządami komórkowymi bardzo do nich podobnymi, (jako to w wyższych przyrządach zmysłowych). Jeżeli jednak uważać będziemy w ogóle czynność ich, to jest przeniesienie pobudzenia z jednego włókna nerwowego na inne, za czynność ośrodkową, to bezwarunkowo uważać możemy za ośrodki i „obwodowe komórki zwojowe“, których właściwe znaczenie zupełnie jeszcze nie jest znane. W takim razie każde włókno nerwowe, w przebiegu którego znajdują się komórki zwojowe, uważać musimy jako złożone z dwóch; jedno włókno posiada obwodowy przyrząd końcowy, drugie łączy dwa przyrządy ośrodkowe, tak, jak to ma miejsce przy licznych włóknach międzyośrodkowych w rdzeniu kręgowym i układzie nerwu sympatycznego. — Co się tyczy drugiego pytania, czy komórki zwojowe wyłącznie są przyrządami ośrodkowymi, to dotychczas własności ośrodkowe przypisywane są następującym jeszcze częściom składowym ośrodków, które mają być w bezpośrednim związku z włóknami nerwowymi i komórkami zwojowymi: 1. W pewnych częściach mózgu (HENLE, R. WAGNER) komórki zwojowe mają przechodzić bezpośrednio w masę szarą nie różniącą się od nich, która uważana być może za skupioną substancję zwojo-

wą; inni badacze jednak uważają tę masę za substancję łączną (neuroglia) przeplataną siatką delikatnych włókien nerwowych. 2. W pewnych częściach mózgu znajdują się wypustki komórek zwojowych, które się łączą z okrągłymi jądrami, podobnymi do jąder w siatkówce się znajdujących (GERLACH, BERLIN); te jądra uważane są przez niektórych za małe komórki (dwubiegowe) całkowicie wypełnione wielkim jądrem.

#### WŁASNOŚCI KOMÓREK ZWOJOWYCH.

O własnościach komórek zwojowych prawie nie wiemy. Skład ich chemiczny prawdopodobnie nie różni się znacznie od składu chemicznego włókien nerwowych, gdyż w organach zawierających komórki zwojowe (mózg i t. d.) znajdujemy prawie te same części składowe co i w nerwach, o ile o tem niedokładna znajomość tych części składowych wnosić dozwala. Bardzo prawdopodobnem jest, że sprawy utleniania odbywają się tak w tych organach jak i we wszystkich innych, lecz to niczem nie jest do wiedzione, chyba przez to tylko, że krew żylna mózgu rdzenia kręgowego i t. d. tak samo mało tlenu zawiera a dużo kwasu węglanego (jest ciemno zabarwioną), jak krew żylna innych części ciała; podobnież dotychczas jeszcze wnosić nie można, czy sprawy utleniania połączone są z czynnością komórek zwojowych i w jakim stopniu, oraz jakie są wyroby ich utlenienia.

Mniej jeszcze znaną jest wymiana sił w komórkach zwojowych. Siły uwalniające się w komórkach zwojowych, o ile je dotychczas poznano, są tego rodzaju, że środkami zewnętrznymi rozpoznane być nie mogą. Nie wykazano w nich dotąd ani wytwarzania ciepła ani też elektryczności \*). Przypuszczając tu należy w ogóle podobne ruchy drobinkowe, jakie przypuszczaliśmy we włóknach nerwowych, i bezpośredni ich związek z temi ostatnimi. Wyobrażając sobie stan czynny jakiego włókna nerwowego jako szereg wyzwoleń, to uwolnienie się sił w komórce zwojowej będzie mogło być uważane jako punkt wyjścia lub ukończenia się tych wyzwoleń. Zachodzi teraz pytanie,

\*) W prawdzie wykazano w rdzeniu kręgowym obecność prądów elektrycznych (Dr BORSBERGROD), prądy te jednak zachowują się zupełnie tak samo, jakby rdzeń cały był pęczkiem nerwów; przypuszczać więc można że prądy te odnoszą się do podłużnych włókien nerwowych rdzenia.

która jest w pierwszym razie siłą wyzwalamą dla sił napiętych komórki zwojowej i co się staje w drugim razie z siłami wyzwolonemi w komórce zwojowej? Odpowiedź na to pytanie zdaje się być najprostszą w tym wypadku, gdzie komórka przedstawia się tylko pośrednikiem pomiędzy dwoma włóknami nerwowymi t. j. przy o d r u c h a c h (w najobszerniejszem znaczeniu). Tu siły napięte komórki zwojowej wyzwolone zostają przez uwolnienie siły jednego włókna pobudzonego, a same znowu uwalniają siły napięte drugiego włókna. W tym więc wypadku możemy tylko przyjąć jeden szereg ogniwi wyzwolniczych; punktem wyjścia jego (pierwsza siła wyzwalamą) jest wpływ światła zewnętrznego, działający na obwodowy przyrząd końcowy (przyrząd zmysłowy); punktem ukończenia się jego jest wyzwolenie sił napiętych jakiego przyrządu pracy (mięsień, gruczoł, mięsz). Komórka zwojowa w tym razie odgrywałaby taką samą rolę jak każda część jakiego włókna nerwowego przewodniczącego.

Daleko mniej zrozumiałą jest sprawa odbywająca się przy pobudzeniach, które oznaczone są jako s a m o d z i e l n e. Tym wyrazem oznaczają się wszystkie pobudzenia wychodzące z komórki zwojowej, a przy których siła wyzwalamą w komórce zwojowej nie jest znaną. Zwrócić tu należy uwagę na dwie możliwości. Uwalnianie się sił napiętych w komórce odbywa się w pierwszym wypadku bez udziału siły wyzwalamą; w takim razie przyjąć należy ciągle, nieprzerwane uwalnianie się sił \*). Pobudzenie włókna nerwowego przez to spowodowane nie potrzebuje przytem być ciąglem, gdyż wyobrażając sobie, że siły uwolnione mają pokonać opór, nim działać mogą wyzwalamą na włókno nerwowe, to następstwem tego jest, że siły te za każdym razem muszą się poprzednio do pewnego stopnia nagromadzić, w podobny sposób jak gaz nieprzerwanie przepuszczany przez rurę pod wodą unosi się w wodzie w pęcherzykach nie ciągle lecz przerywanie, albo-

\*) Sprawy taką wyobrazić sobie można albo w ten sposób, że substancje posiadające siłę napiętą przez sprawy zewnętrzne (np. przez dopływ krwi) doprowadzone zostają do wzajemnego zetknięcia się w tym stosunku, w jakim one się łączą ze sobą,—albo też, że siły zwolnione w każdej chwili same po części działają wyzwalamą na siły napięte w zapasie będące, w podobny sposób jak przy tlejącej się substancji wytworzone ciepło służy zarazem do podtrzymania palenia.

wiem za każdym razem gaz nagromadza się w rurze do pewnego stopnia prężenia, jakie dostateczne jest do pokonania oporu spójności wody. W skutek tego więc powstałoby pobudzenie r y t m i c z n e. W samej rzeczy wszystkie dotychczas wykazane pobudzenia samodzielne są albo ciągle („nastrojowe“, toniczne) albo rytmiczne, przyczem należy sobie przypomnieć, że prawdopodobnie wszystkie pobudzenia ciągle w rzeczy samej uważane być winny jako rytmiczne (tężcowe str. 225). Każda siła, która może powiększyć lub zmniejszyć przypuszczalny powyżej opór, musiałaby wpływać na częstość rytmu i silność pobudzenia, w podobny sposób jak w powyższym przykładzie powiększenie gęstości wody (przez dodanie gummy) spowodowałoby wytwarzanie się pęcherzyków większych lecz rzadziej powstających; przy zmniejszeniu zaś gęstości płynu (zamiast wody eter) pęcherzyki byłyby częstsze lecz mniejsze. Jeżeli opór zbyt jest wielki i pokonany być nie może, w takim razie przez długi czas pobudzenie nie będzie miało miejsca; jeżeli opór bardzo jest mały, wtedy powstanie pobudzenie ciągle (tężcowe). Wpływ taki zdaje się w rzeczy samej istnieć przy pewnych komórkach zwojowych, których działanie jest rytmiczno-samodzielne, a wykonywany jest przez t. z. „n e r w y r e g u l u j ą c e“, do których również należą i „n e r w y t a m u j ą c e“. Pewne zjawiska, mianowicie zaś wpływy nerwu błędnego na serce, o których wspomnieliśmy na str. 63 i 84, i wpływ niektórych innych włókien tego nerwu na rdzeń przedłużony nadzwyczaj trudno objaśnić w inny sposób. Jeżeli potwierdzone zostanie przypuszczenie, że wpływ tamtych włókien na przyrządy ośrodkowe polega tylko na pewnej odmianie czynności pod względem czasu, że więc każde wyzwolenie pobudzenia uważane być powinno jako odwrotnie proporcjonalne do częstości (zob. str. 84), to pozostaje tylko do wytłomaczenia, że przypuszczalny opór przez czynność pewnych włókien zostaje powiększony (włókna tamujące), przez inne zaś włókna zmniejszony (włókna przyspieszające). — Drugą możliwością, przy której moglibyśmy uniknąć przypuszczenia nieznanych sił wyzwalamą przy pobudzeniach samodzielnych, byłaby ta, że samodzielność jest tylko pozorną, a w rzeczywistości ma miej-

see odruch; być może, że tym sposobem objaśnić by można wiele pobudzeń, zwłaszcza nastrojowe, samodzielne, jak to zastosowano do objaśnienia nastroju mięśni (zob. niżej).

Zupełnie jednak nie pojęte są sprawy pobudzenia tych komórek zwojowych, gdzie punktem wyjścia lub ukończenia się pewnego szeregu wyzwoleń jest w y o b r a ż n i a (wola, uczucie), jak również i te wyobrażenia, które na pozór nie mają żadnego bezpośredniego związku z pobudzeniem przyrządów przewodniczących (sprawy myślenia). Wątpliwem jest, czy rzeczywiście istnieją wyobrażenia nie będące w żadnym związku z pobudzeniami nerwów, zatem z czuciem lub wolą. Możliwym jest, że wszystkie wyobrażenia stanowią szeregi nieprzerwane („ciągły szereg myśli“), których punkt wyjścia zawsze połączony jest z przybywającym pobudzeniem nerwowem (uczucie), a których ukończenie znowu jest wyobrażenie połączone z pobudzeniem nerwowem (wola). Bardzo stosownem zdaje się być to przypuszczenie, że podobnież i między obydwoma sprawami wyzwolenia t. j. między pobudzeniem przybywającym i ostatecznie odchodzącym istnieje nieprzerwany szereg spraw wyzwolenia w przyrządzie ośrodkowym, który odpowiedni jest szeregowi wyobrażeń i w sposób nie znany jest z nim połączony. To przypuszczenie usunęłoby trudność pod względem wyszukania w przyrządzie ośrodkowym początku lub końca wyzwolenia nie rytmicznego i nie ciągłego; gdyż podług tego sprawy w przyrządzie ośrodkowym, przy których bierze udział dusza, odróżniałyby się od spraw czysto odruchowych (zob. wyżej) tylko przez większe rozszerzenie się pod względem czasu i przestrzeni (na liczne przyrządy ośrodkowe, których pobudzenie połączone jest z wyobrażeniami, — organa duszy), a zatem początku każdego pobudzenia niesamodzielnego szukać by należało bezpośrednio lub pośrednio w pobudzeniu obwodowego przyrządu końcowego nerwów.

Nie możemy tu podać licznych poglądów filozoficznych co do związku istniejącego pomiędzy czynnością duszy i sprawami materialnymi, lub jakieś to podali, siłami uwalniającymi się w przyrządzie ośrodkowym. Nadmienić musimy, że przypuszczenie powyżej przytoczone żadnej nie ma styczności z temi kwestjami, lecz że ono powstało z konieczności wyszukania o ile można prostego przypuszczalnego pośrednictwa pomiędzy nieznanym ko-

cem jednego szeregu wyzwoleń a nieznanym początkiem drugiego szeregu, które to pośrednictwo ma także pewne podobieństwo do spraw odruchowych.

Własności, które podług powyższych rozumowań mogą być przypisane po części niektórym a po części wszystkim komórkom zwojowym, są: 1. ciągle uwalnianie się sił, które działają wyzwalająco na siły napięte odchodzących od nich włókien nerwowych, a to albo bezwarunkowo (t. j. prawdziwa samodzielność jednociągła, która jednakże nie jest wykazana), albo po pokonaniu pewnego przypuszczalnego oporu t. j. samodzielność rytmiczna i tępcowa [na pozór jednociągła], wielkość oporu zależy od stanu pobudzenia pewnych wchodzących włókien nerwowych („regulujących“); 2. możność przeniesienia pobudzenia z jednego włókna nerwowego na inne; przeniesienie to odbywa się z włókna dośrodkowego przez jedną lub kilka komórek zwojowych ostatecznie na włókno odśrodkowe; jeżeli zmiany w komórkach zwojowych podczas przewodnictwa nie są połączone z wyobrażeniami, to sprawa ta zwie się odruchem, jeżeli zaś połączone są z wyobrażeniami, to te dzielą się na uczucie (wyobrażenie powstałe przy pobudzeniu przyrządu ośrodkowego przez włókna dośrodkowe), powstawanie myśli (wyobrażenia podczas przewodnictwa), powstawanie woli (wyobrażenie przy pobudzeniu włókna odśrodkowego).

Ponieważ pobudzenie pojedynczego tylko włókna dośrodkowego ostatecznie prowadzi do pobudzenia bardzo rozlicznych, a może i wszystkich włókien odśrodkowych, dla tego istnienie komórek zwojowych wielobiegunowych wykazane na drodze anatomicznej jest pod względem fizyologicznym konieczne. Zachodzi teraz pytanie, jakie okoliczności oznaczają drogę przewodnictwa od komórki zwojowej. Okoliczności te zupełnie są nie pojęte w wypadkach, gdzie pobudzenie komórek zwojowych połączone jest z wyobrażeniami; tu bowiem to samo na pozór uczucie prowadzi może do nieskończenia różnych dowolnych ruchów („wolna wola“). Jednakowoż liczba razem działających uczuć zwykle tak nieskończenie jest wielką, że jeszcze z pewnością wypowiedzieć nie można, czy zupełnie jednakowe warunki w jednym i tym samym organizmie za każdym razem nie miałyby tego samego

skutku. Zresztą znane są następujące wpływy ogólne oznaczające drogę przewodnictwa: Pewne substancje działające przez krew na układ nerwowy ułatwiają przewodnictwo z komórek nasamprzód pobudzonej przez włókno dośrodkowe na takie komórki, które są w związku z włóknami ośrodkowymi, a utrduniają, jak się zdaje, przewodnictwo przez takie komórki, których pobudzenie połączone jest z wyobrażeniami; substancje te są: strychnina, a u niższych zwierząt także opium. Ten sam skutek wywołują pewne chorobliwe zmiany układu nerwowego (tetanus rheumaticus, traumaticus). W podobny sposób działać ma także oddzielenie organów duszy (np. oddzielenie mózgu od rdzenia). Wszystkie zatem wpływy te należą do u l a t w i a j ą c y c h o d r u c h. Bliższe szczegóły praw odruchu zob. niżej.

Niewiadomo nam zupełnie, czy komórki zwojowe pobudzone być mogą przez ogólne bodźce nerwowe. Przeciwno temu zdaje się przemawiać ten fakt, że substancja zwojowa rdzenia kręgowego nie może być pobudzona przez owe bodźce (SCHIEFF, VAN DEEN). Nie można jednak pojąć bezczynnego zachowania się włókien nerwowych łączących, które przy tych doświadczeniach podrażnione zostają przez bodźce.

Co do czasu potrzebnego dla przewodnictwa przez komórki zwojowe, tego zupełnie nie znamy. Czas jakiego wymaga pobudzenie, aby przy sprawach odruchowych przejść przez przyrząd ośrodkowy z miejsca wejścia włókna dośrodkowego do miejsca wyjścia włókna ośrodkowego, daje się wprawdzie obliczyć, (oznacza się odstęp czasu pomiędzy pobudzeniem obwodowego przyrządu końcowego a skurczem mięśnia, i z tego obliczają się czasy potrzebne na przewodnictwo przez obydwie nerwy, HELMHOLTZ); lecz te obliczenia nie pozwalają wyprowadzić dalszych wniosków, gdyż nie znamy długości drogi w samym przyrządzie ośrodkowym; a oprócz tego nie wiemy także, ile przypada na komórki, a ile na włókna.

## B. CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA.

Podajemy tu wiadomości dotychczas zbadane o czynnościach ośrodkowych i przewodnictwie pojedynczych przyrządów nerwowych (mózgu, rdzenia kręgowego i zwojów sympatycznych), przy czem nadmienić musimy, że zwrócimy tu uwagę na te tylko otrzymane wypadki, które mniej więcej są pewne.

### 1. Samodzielność.

Z przyrządów ośrodkowych, których czynność jest samodzielną, dotychczas zbadane są następujące:

#### a. KOMÓRKI ZWOJOWE I ZWOJE NERWU SYMPATYCZNEGO.

Bezwarunkowym dowodem, że niektóre albo też i wszystkie komórki zwojowe nerwu sympatycznego mają czynność samodzielną, jest ten fakt, że po zniszczeniu mózgu i rdzenia kręgowego (u żab) większa część mimowolnych ruchów i wydzielin, a w skutek tego krążenia krwi i t. p., trwają jeszcze przez pewien czas (BIDDER). Czynność samodzielną pojedynczego zwoju sympatycznego daje się jednakże przez to tylko stwierdzić, że oddziela się go wraz z częściami przezeń rządzonymi (częściami mięśniowemi) od reszty przyrządów ośrodkowych i bada się skutek. Doświadczenia tego rodzaju jeszcze są bardzo nieliczne. Przecięcie pomiędzy zwojem i mięśniem lub drażnienie zwoju wykazać tylko mogą, czy zwój ma udział przy doprowadzeniu pobudzenia, lecz nie wykazuje czy pobudzenie od niego wychodzi. Z pewnością wykazane są w nerwie sympatycznym następujące samodzielne ośrodki:

1. Część komórek zwojowych ściany serca wywołuje samodzielne skurczenie rytmiczne serca (str. 63 i n.).

2. Inna część tych komórek zwojowych działa tamująco na komórki wspomniane przy 1. Te obydwie spostrzeżenia otrzymane są na sercach wyciętych i pojedynczych kawałkach serca, mogą zatem być uważane jako pewne.

Wszystkie inne zdania, które po części oparte są na doświadczeniach przez przecięcie lub podrażnienie (zob. wyżej), a po części na podobieństwie do zwojów sercowych, są nie pewne, chociaż podług powyżej przytoczonego doświadczenia (BIDDER) są prawdopodobne. Wpływy samodzielne na trzewia zawarte w jamie piersiowej i brzusznej przypisywane są nie tylko komórkom znajdującym się w ścianach tych trzewiów (żołądka, kiszek), lecz również i zwojom leżącym w samych jamach; wpływy te są ruchowe, naczynioruchowe i wydzielnicze (zob. dodatek do tego rozdziału). Jako dowód samodzielności komórek zwojowych rządzących ruchami kiszek możnaby jeszcze przytoczyć wpływ regulujący nerwu trzewiowego (str. 136).

## b. RDZENIE KRĘGOWY.

W rdzeniu kręgowym, który zawiera liczne przyrządy ośrodkowe odruchowe a nawet być może i ośrodki umysłowe (zob. niżej), dotychczas nie wykazano jeszcze z pewnością ani jednego ośrodka samodzielnego, niektóre jednak są prawdopodobne.

Przez długi czas przypisywano rdzeniowi pobudzenie nastrojowo-samodzielne słabego skurczu mimowolnego wszystkich mięśni dowolnych, mającego ciągle istnieć, to jest t. z. nastroju mięśniowego. Przypuszczenie to opierało się na następujących spostrzeżeniach: a. Mięśnie, przecięte pomiędzy ich punktem przyczepienia, ściągają się tak, że pozostaje w miejscu przecięcia odstęp; — zjawisko to jednak łatwo objaśnić się daje przez rozpięcie mięśnia nieczynnego po za granicę jego prawidłowej długości, o czem wspomnieliśmy na str. 207 i n. b. Przy sparaliżowaniach nerwu twarzowego z jednej strony (mózg miał również brać udział przy pobudzeniu nastroju mięśniowego) powstaje ściąganie twarzy ku stronie zdrowej, z powodu osłabienia przez paraliż mięśni dotychczas skurczonych. Zjawisko to tem objaśnić się daje, że sama sprężystość mięśni jednej strony nie wystarcza, aby mięśnie drugiej strony, jeżeli one były skurczone (np. do śmiechu) znowu do pierwotnej długości rozciągnąć, tak, że dla utrzymania prawidłowego położenia warunkiem koniecznym jest jednakowa czynność obydwóch stron. Że rzeczywiście nie istnieje nastroj mięśniowy w znaczeniu poprzednio podanem, okazuje się z tego, że mięśnie dowolne obciążone, będące jeszcze w połączeniu z rdzeniem, po przecięciu ich nerwów wcale się nie przedłużają (AUERBACH, HEIDENHAIN).

W ostatnich czasach znowu przyjmowano istnienie skurczu nastrojowego we wszystkich dowolnych mięśniach ciała, jednakowoż z tą odmianą, że nastroj ten nie jest samodzielnym, lecz wywołanym jest przez odruch (BRONDGEEST). Żaba powieszona za głowę (po wyjęciu mózgu) ma obydwie nogi lekko zgięte we wszystkich stawach, po przecięciu splotu kulszowego z jednej strony odpowiednia noga opada; to samo jednak nastąpi, gdy zamiast całego splotu lub przednich korzeni przetniemy tylko tylne korzenie. Z tego można w każdym razie wnosić (BRONDGEEST), że korzenie czuciowe doprowadzają do rdzenia ciągle pobudzenie pochodząca z jakkolwiek np. od skóry

(COHNSTEIN), co znów w rdzeniu pobudza włókna ruchowe przednich korzeni. Ponieważ zaś przy tem skurczeniu biorą udział tylko mięśnie zginające (L. HERMANN), jest to więc zjawisko od dawna już znane, (o którym niżej wspomniemy przy czynnościach czuciowych), że żaby pozbawione mózgu kurczą nogi, podobnie jak i żaby nie ranione, ale dopóty tylko, dopóki tylne korzenie nerwowe są zachowane. Ponieważ zaś noga przyciągnięta najprawdopodobniej w następstwie się rozkurcza (przy powieszeniu powstają inne stosunki), dla tego skurcz ten w każdym razie ani nie jest ciągłym, ani wspólnym wszystkim mięśniom, ani też samodzielnym.

Daleko prawdopodobniejszą jest samodzielność nastroju mięśni mimowolnych. Wykazano: a. nastrojowy skurcz gładkich mięśni tętnic; dowodem tego: rozszerzenia tętnic po przecięciu nerwów naczynioruchowych; b. nastrojowy skurcz zwieracza i rozwieracza źrenicy; dowodem tego: rozszerzenie źrenicy po przecięciu nerwu okoruchowego, zwężenie po przecięciu nerwu sympatycznego; — c. nastroj gładkich mięśni unoszących powieki; dowodem tego: zwężenie szpary powiekowej przy przecięciu nerwu sympatycznego; — d. nastrojowy skurcz zwieracza otworu stolcowego; dowodem tego: zmniejszenie ciśnienia po przecięciu nerwów, do którego dojść może płyn zawarty w kiszce prostej bez otworzenia zwieracza (GLANUZZI i NAWROCKI); e. przypuszczany jest nastroj zwieracza pęcherza, niektórzy jednak zaprzeczają istnienie tego nastroju jak również i samego zwieracza (zob. str. 122). — Przyrządy ośrodkowe wszystkich tych samodzielnych czynności nastrojowych, z wyjątkiem nerwu okoruchowego (zob. wyżej), odnoszone są z wielkim prawdopodobieństwem, lecz bez dostatecznych dowodów, do rdzenia kręgowego. Powszechnie przyjętem jest, że przyrządy ośrodkowe dla nerwów sympatycznych odchodzących do rozwieracza źrenicy i do mięśni unoszących powieki znajdują się w rdzeniu, a mianowicie w okolicy pomiędzy 6 kręgiem szyjowym i 3 kręgiem piersiowym — centrum ciliospinale (BUDGE, — oculospinale, BERNARD). Podobnie pobudzenie nastroju zwieracza otworu stolcowego i pęcherza przypisują z wielkim prawdopodobieństwem rdzeniowi, albowiem przy chorobach rdzenia spostrzegać się dają zboczenia przy zamykaniu zwieraczów. — Samodzielny przyrząd ośrodkowy nerwów naczynioruchowych nie jest znany. Dawniej odnoszono go do rdzenia, z tego powodu właściwie, że

przecięcie nerwów rdzeniowych niszczy miejscami nastroj naczyń. Włókna jednak mięszają się z korzeniami rdzeniowemi dopiero wraz z gałązkami łącznymi nerwu sympatycznego; (BERNARD) lecz i to nie usprawiedliwia jeszcze, aby początek ich odnosić do zwojów sympatycznych, i oczekiwać należy pewniejszych doświadczeń. Inne doświadczenia zdają się wskazywać, że przynajmniej część nerwów naczyniowych powstaje w przyrządzie mózgo-rdzeniowym, gdyż po przecięciu jednej połowy rdzenia kręgowego zauważano rozszerzenie naczyń, po części na tej samej stronie, po części na stronie przeciwnej.

Nakoniec wspomnieć jeszcze należy, że dotychczas przypisywano rdzeniowo samodzielno-rytmiczny wpływ nerwowy na serce a limfatyczne (u żaby, zob. str. 149), przypuszczenie to w ostatnich czasach stało się wątpliwem.

### c. RDZEŃ PRZEDŁUŻONY.

W rdzeniu przedłużonym znajdują się następujące ośrodki posiadające czynność samodzielną i umieszczone w szarych jądrach rdzenia:

1. Ośrodek rytmicznych ruchów oddechowych (Noeud vital, Point vital, FLOURENS); jest to miejsce ściśle ograniczone na końcu pióra pisarskiego (calamus scriptorius), którego zniszczenie natychmiast wstrzymuje ruchy oddechowe, i dla tego u zwierząt ciepłokrwistych powoduje prawie natychmiastową śmierć. Bliższe badanie tego przyrządu ośrodkowego zapowiada ważne objaśnienia pod względem samodzielności rytmicznej. Nasamprzód bowiem znany tu jest warunek, od którego powstawanie samodzielności rytmicznej zależy, mianowicie dopływ krwi nie nasyconej tlenem (zob. str. 85); doprowadzenie nadmiaru tlenu niszczy tę samodzielność rytmiczną. Ponieważ zaś czynność tego przyrządu ośrodkowego wymaga pewnej ilości tlenu we krwi, przypuszczać zatem wypada, że pewną substancję zawartą we krwi mało tlenu zawierającej uważać należy za bodziec bezustannie działający, sam zaś tlen uważać za warunek pobudzalności tego przyrządu ośrodkowego.

Daléj odznacza się ośrodek oddechowy przez to, że jego rytmiczny wpływ nerwowy odnosi się do dwóch różnych grup mięśni niezależnych od siebie, to jest do mięśni służących do wdychania i wydychania, i że liczba włókien pobudzonych do czynności zależy od mocy bodźca (zob. str. 79 o dodatkowych mięśniach służących do oddychania). Nakoniec przyrząd ten ośrodkowy ulega także wpływowi włókien nerwu błędnego i krtaniowego górnego (zob. str. 84). Wpływ ten można by w następujący sposób objaśnić (ROSENTHAL): Przypuścić należy istnienie pewnego oporu, powodującego rytm (zob. str. 377), który działa na pobudzenie nerwowe mięśni służących tak do wdychania jako też i wydychania. Jeżeli jeszcze przyjmiemy, że powiększenie jednego oporu wzmacnia wpływ bodźca na drugi opór, że pobudzenie włókien nerwu błędnego osłabia opór wdychania, pobudzenie nerwu krtaniowego powiększa ten opór, to łatwo wyprowadzić z tego wszystkie zjawiska przytoczone w rozdziale III. Przyjąć musimy, że zwykle opór wdychania tak jest mały, że nie ma powiększonego wpływu bodźca na wydychanie, zatem że nie istnieje czynne wydychanie. Skoro opór wdychania zostanie powiększony przez przecięcie nerwów błędnych (ciągle pobudzanych) lub drażnienie nerwów krtaniowych, to nasamprzód wydychanie staje się mniej częste i głębsze, powtóre skutkiem powiększenia się wpływu bodźca na opór wydychania i skutkiem pokonania tego oporu pobudzoną zostaje czynność mięśni wydechowych, a to w tém większej liczbie i większej mocy, im bardziej powiększony jest wpływ bodźca. Jeżeli przeciwnie opór wdychania osłabiony zostaje (przez drażnienie nerwu błędnego), to nasamprzód wydychanie staje się prędsze i mocniejsze, a w końcu tępcowe, powtóre znikają wszystkie czynne wydychania, jeżeli takowe istniały. Nakoniec jeżeli bodziec wzmocniony zostaje t. j. jeżeli krew mniej tlenu zawiera, to oczywiście jest, że tak wdychanie jako też i wydychanie powiększyć się muszą pod względem częstości, mocy i liczby mięśni biorących w tem udział (musi powstać także czynne wydychanie, które poprzednio nie istniało), — duszność (str. 85).



Stosunki te wprawdzie tylko przypuszczalne, lecz pod względem pojmowania czynności ośrodkowych bardzo ważne, objaśnić sobie można łatwo za pomocą przykładu przytoczonego na str. 377, z tą jednakże odmianą, że przepuszcza się gaz przez rurę rozdzieloną do dwóch płynów, z których jeden wyobrażamy sobie bardzo rzadkim w stosunku do drugiego; pierwszy przedstawia opór wdychania, drugi opór wydechania. Podrażnieniu nerwu błędnego odpowiada rozrzedzenie pierwszego płynu, a podrażnieniu nerwu krtaniowego odpowiada zgęszczenie jego. Duszności odpowiada powiększenie ciśnienia gazu wchodzącego. Pęcherze unoszące się w pierwszym płynie odpowiadają wpływowi nerwowemu na wdychanie, pęcherze w drugim płynie odpowiadają pobudzeniom wydechania. Przykład ten zarazem wskazuje, że w tych wypadkach, gdzie pęcherze powstają w obydwóch płynach (czylnie wdychanie i wydechanie) muszą one naprzemiennie powstawać.

2. Ośrodek włókien nerwu błędnego regulujący ruchy serca. Siedlisko jego nie jest jeszcze dokładnie znane. Czynność tego ośrodka jest u zwierząt ciepłokrwistych samodzielną i nastrojową (tężcową). Jakiśmy jednak wspomnieli przedtem (str. 63), wyobrazić sobie można jego czynność nie jako tężcową, ale jako rytmiczną z średnią szybkością (v. BEZOLD). Jak ona rzeczywiście się odbywa, o tem przekonać się niepodobna.

3. Ośrodek dwustronnych drgawek epileptycznych. (?) Przy wstrzymaniu dopływu krwi tętniczej do mózgu (przez podwiązanie czterech głównych tętnic: szyjowych i kręgowych), lub przez zwężenie tętnic przez drażnienie nerwów naczynioruchowych powstają natychmiast drgawki podobne do padaczki, które ustają zaraz po dopuszczeniu krwi do mózgu (KUSSMAUL i TENNER). Ponieważ drgawki te powstają także po oddaleniu wszystkich przednich części mózgu, a osłabione nieco zostają po oddaleniu odnóg mózgu (pedunculi cerebri) i wzgórków czworaczych (corpora quadrigemina), dla tego główne siedlisko ich odniesione być musi do rdzenia przedłużonego. Według innego zdania czynność tego ośrodka ma powstawać także przez zbyt napięty napływ krwi, a wtedy być przyczyną prawdziwej padaczki (epilepsyi) (SCHRÖDER v. d. KOLK).

Inne znane ośrodki rdzenia przedłużonego nie mogą być oznaczone jako samodzielne, gdyż działanie ich powstaje przez odruch lub wolę. — Dla tego później o nich wspomnimy.

Dwa ośrodki na początku wymienione mogą również być po-

budzane tak drogą odruchu, (jak to wykazaliśmy przy ośrodku oddychania), jako też przez czynności duszy. Wiadomo że ruchy oddechowe dowolnie zmienione być mogą co do rytmu głębokości i rozległości, i do pewnego stopnia nawet wstrzymane być mogą. Tak samo wzruszenia umysłowe mają znaczny wpływ na rytm ruchów serca; wpływ ten, jak przypuszczają, chociaż bez dostatecznego dowodu, wywierany jest nie bezpośrednio na zwoje sercowe, lecz za pośrednictwem rdzenia przedłużonego i nerwu błędnego. Przyjąć więc należy pewne połączenie tych ośrodków z przyrządami duszy zawartymi w mózgu (zob. niżej przy przewodnictwie).

W samym mózgu dotychczas nie wykazano właściwego ośrodka samodzielnego.

## 2. Odruchy.

Jak to kilkakrotnie już wspomnieliśmy, nazywamy o d r u c h a m i te tylko czynności ośrodkowe, przy których po pewnem pobudzeniu dośrodkowem następuje pewne lub przynajmniej prawidłowo urozmaicone pobudzenie odśrodkowe, które może być ruchowe, wydzielnicze i t. p. Samo to określenie wskazuje już, że w ten sposób powstające ruchy (odruhy) są mimowolne. Doświadczenie jednak uczy, że nasamprzód bodźce, które wywołują te odruchy, po większej części wywołują zarazem u c z u c i e ich, a powtórę, że mięśnie czynne przy odruchu mogą być także wprowadzone w czynność przez wolę. Odruchy są w ogólności tego rodzaju, że usuwają ten stan, o którego istnieniu przekonywa bodziec uczucia (zob. niżej).

Ponieważ czynność odruchową właściwie tylko uważać należy jako p r z e w o d n i c t w o pobudzenia z włókna dośrodkowego na włókno odśrodkowe, dla tego wyobrazićby sobie można, że włókno dośrodkowe w przyrządzie ośrodkowym np. w rdzeniu bezpośrednio się zagina i przechodzi na włókno odśrodkowe, lub nawet, że może mieć miejsce przejście pobudzenia z włókna dośrodkowego na o b o k niego leżące włókno odśrodkowe nie połączone z niem (przewodnictwo poprzeczne). To ostatnie przy-

puszczenie oddawna już upadło, jako przeciwne wszelkim naszym poglądom. Pierwsze przypuszczenie z wielu względów jest nieprawdopodobne: 1. czas jakiego wymaga czynność odruchu w przyrządzie ośrodkowym (obliczony sposobem podanym na str. 380), zbyt jest długim, aby mógł być odniesionym do zwykłego przewodnictwa włókien ( $\frac{2}{30}$  —  $\frac{2}{10}$  sekundy HELMHOLTZ); — 2. należałoby w takim razie przypuszczać, że w każdym miejscu, z którego odruch pobudzony być może, oprócz zwykłych włókien czuciowych istnieją jeszcze oddzielne włókna dośrodkowe które przechodzą na oddzielne włókna ośrodkowe, zatem przypuszczać oddzielny układ nerwów; w rzeczy samej przez długi czas przyjmowano taki układ, bez żadnej podstawy anatomicznej, i nazwano go „pobudzającym ruchy“ („excitomotorisches System“); — 3. oczywiście jest, że przy każdym drażnieniu jakiego miejsca, z którego wyzwolone być mogą odruchy, zawsze musiałby powstać odruch i zawsze ten sam, co zupełnie przeciwne jest doświadczeniu.

Przyjąć zatem należy, że pośrednictwo pomiędzy obydwojoma włóknami biorącymi udział przy odruchach ma miejsce przez jedną lub kilka komórek zwojowych, które ze swęj strony są znowu w związku z innymi komórkami zwojowymi, a pomiędzy temi i z przyrządami duszy, (komórki zwojowe [czuciowe] bezpośrednio pobudzone przez włókno dośrodkowe są w związku z czuciowymi przyrządami duszy, a komórki [ruchowe] pobudzające włókna ośrodkowe łączą się z przyrządami woli). To przypuszczenie objaśnia zarazem nie tylko odruchowe pobudzenie rozmaitych włókien ośrodkowych przez jedno i to samo włókno dośrodkowe i przeciwnie, — ale również i tę okoliczność (zob. wyżej), że wiele wpływów pobudzających odruch wywołują zarazem i czucie, oraz że wiele podobnych ruchów wykonać można także dowolnie. Jednocześnie odpowiada ono także zasadom anatomicznym (zob. niżej przy przewodnictwie).

Przy tem przypuszczeniu nasuwa się nasamprzód pytanie, jakie są wpływy oznaczające dalszą drogę, którą obrać ma pobudzenie do ośrodka przybywające: 1. czy obiera sobie drogę odruchową z komórki czuciowej do jednej lub kilku komórek rucho-

wych, lub drogę do czuciowych przyrządów duszy; 2. którego z licznych przewodnictw, lub ile z nich jednocześnie pobudzenie to używa, czyli jakie odruchy powstają i jak dalece one są rozprzestrzenione?

Pierwsze pytanie rostrzygnięte już zostało w ogólności na str. 380, gdzie wyliczyliśmy wpływy wywołujące odruchy (pewne substancje narkotyczne, — chorobliwy tężec, — oddzielenie przyrządów duszy np. oddalenie mózgu lub odcięcie głowy u zwierzęcia; o odruchach tu powstających zob. niżej przy czynnościach duszy). Jako wpływy tamujące odruchy przytaczają jeszcze następując: a. Jakiś dopiero co wspomnieli, mogą czynności duszy wstrzymać liczne odruchy, a głównie wola. Przy dotykaniu się gałki oka zwykle powstaje odruchowe (mimowolne) zamykanie powiek; wiadomo jednak, że możemy to wstrzymać przez wpływ woli. We śnie zatem, gdzie wpływ woli jest usunięty, łatwo powstać mogą odruchy. Liczne czynności odruchowe nie są jednak podległe temu wpływowi np. zwężenie źrenicy przy oświetleniu siatkówki, wydalanie nasienia przy drażnieniu prącia i t. d. — b. W mózgu istnieje ma pewien przyrząd samodzielny, zwalniający lub tamujący czynności odruchowe; u żab znajdować się on ma głównie w zrazach wzrokowych (lobi optici), nawet jego własna czynność może być drogą odruchu pobudzoną lub wzmocnioną przez wszystkie wpływy czuciowe (SEZENOW). Czas bowiem, upływający pomiędzy drażnieniem jakiego miejsca skóry i odruchem, zmniejsza się po oddaleniu odpowiednich części mózgu, przedłuża się zaś przy drażnieniu ich przez gęsty roztwór soli kuchennej, — oraz (i u człowieka) gdy jednocześnie i inne wpływy czuciowe działają.

Drugie pytanie rozstrzygnąć się daje w przybliżeniu przez pewne prawa odruchów wyprowadzone ze spostrzeżeń stanów chorobliwych (PFLÜGER). Podług tych praw powstają odruchy: 1. jeżeli są jednostronne, wówczas w tej tylko połowie ciała, w której znajduje się pobudzone włókno dośrodkowe; 2. jeżeli są obustronne to z drugiej strony w miejscu symetrycznym pierwszej; — 3. jeżeli są z obydwóch stron nie jednakowo silne, to zwykle są silniejsze po stronie pobudzonej; — 4. zwy-

kle powstają nasamprzód w tych mięśniach, których nerwy wychodzą z rdzenia kręgowego na równej (w przybliżeniu) wysokości z dośrodkowymi nerwami pobudzanymi; jeżeli pobudzenie odruchowe rozprzestrzenia się ztąd na włókna sąsiednie, to zwykle ma to miejsce w kierunku do rdzenia przedłużonego; 5. są one albo ogólne (we wszystkich mięśniach ciała, tężec), albo miejscowe; w ostatnim razie albo na wysokości włókna dośrodkowego (lub ztąd rozprzestrzeniając się zob. 4), albo w nerwach rdzenia przedłużonego (szczękościsk [Trismus], kurcze przelyku [Hydrophobia], kurcze oddechowe i t. d.). — W ogóle rozprzestrzeniają się czynności odruchowe na tém większą liczbę włókien odśrodkowych, im silniejszy jest bodziec i im większą jest pobudzalność odruchowa (zob. wyżej). Bardzo prawdopodobnem jest, ponieważ zawsze prawie przy wyzwoleniu odruchu wiele włókien czuciowych bierze udział, że od składu ich zależy droga, którą obiera przewodnictwo odruchu.

Wpływy i prawa powyżej wspomniane nie są jeszcze dokładnie wyjaśnione. Tymczasowo wyobrazić sobie można większą część tu odnoszących się stosunków pod obrazem kilkakrotnie już używanym, że pobudzenie w każdej komórce zwojowej, którą ma przebiec, znajduje pewien opór, i że opór ten zmniejszony zostaje przez strychninę, wpływy chorobliwe i t. p., powiększa się zaś przez wpływ włókien, które dochodzą do komórek zwojowych od przyrzędów woli lub od ośrodków tamujących odruch (str. 389). Wyobrażając sobie dalej, że pobudzenie, dla przejścia od komórki czuciowej do ruchowej, przebiec ma najmniejszą liczbę komórek, jeżeli komórka ruchowa znajduje się na jednej wysokości i po tej samej stronie co komórka czuciowa, a więcej gdy po drugiej stronie, i tém więcej im większą jest różnica odległości obydwóch, to łatwo wytłomaczyć się dają pierwsze cztery prawa PFLÜGERA. Dla objaśnienia piątego przyjąby jeszcze należało, że w zwojach ruchowych rdzenia przedłużonego opór jest bardzo mały, lub że zwoje te przez oddzielne przewodnictwo włókien połączone są z komórkami na różnych wysokościach będącymi.

#### a. ZWOJE SYMPATYCZNE.

Najprawdopodobniej w zwojach sympatycznych mają miejsce liczne odruchy; lecz w ostatnich dopiero czasach wykazano to z wielką dokładnością. Dawniej jako przykład odruchu sympatycznego przytaczano ten fakt, że w wyciętych kawałkach kiszek przez podrażnienie powstają ruchy robaczkowe; nie wiadomo jednak,

czy skutek ten nie powstaje przez bezpośrednie pobudzenie przyrzędu ruchowego. Jedynym pewnym dowodem odruchu sympatycznego jest wpływ nerwów czuciowych jamy ustnej na wydzielinę ślinianki podszczękowej (str. 105); wpływ ten trwa jeszcze i wtedy, gdy wszelkie połączenie z przyrzędem mózgodzeniowym zostanie usunięte (przez przecięcie pnia tympanico-lingualis, BERNARD); przyjąc więc należy, że w zwoju podszczękowym (ganglion submaxillare) ma miejsce odruch. Podają także, że zwykle powstające zwięźenie naczyń przy drażnieniu nerwów czuciowych ma być czynnością zwrotną, której ośrodek znajduje się w zwojach sympatycznych (BERNARD); dostatecznego jednak dowodu na to dotychczas nie mamy.

#### b. RDZEŃ KRĘGOWY.

Rdzeń kręgowy posiada nadzwyczaj liczne odruchowe przyrzędy ośrodkowe, i prawdopodobnem jest, że wszystkie komórki zwojowe znajdujące się w szarej substancji mogą mieć udział przy odruchach, w ten sposób, że komórki znajdujące się w tylnych rogach są „czuciowymi“, w przednich zaś rogach „ruchowymi“. Bezpośrednim dowodem tego jest ta okoliczność, że z każdego miejsca skóry wyzwolone być mogą odruchy, a zatem na każdej wysokości rdzenia mogą mieć miejsce przeniesienia odruchu, i że z każdego włókna czuciowego nastąpić może odruch na każde włókno ruchowe, jeżeli tylko obydwie połączone są ze sobą za pomocą chociaż i najmniejszej części rdzenia kręgowego. Z tego powodu mogą także powstawać odruchy z jednej połowy ciała na drugą, wtedy nawet, gdy rdzeń kręgowy podzielony jest wzdłuż na dwie połowy, z pozostawieniem w jednym miejscu mostka łączącego obydwie połowy. Przyjąc więc należy w ogólności, że każda komórka nerwowa tylnych rogów łącząca się z włóknem dośrodkowym jest w związku z każdą ruchową komórką zwojową przedniego rogu odpowiedniej strony, a to za pośrednictwem większej lub mniejszej ilości (stosownie do oddalenia) komórek, i że na każdej wysokości istnieją także połączenia z przednimi rogami drugiej strony; dalej przyjąc należy, że każde włókno czuciowe i ruchowe łączy

się bezpośrednio lub za pośrednictwem komórek z przyrządami duszy i z przyrządami tamującymi odruchy. To wszystko potwierdzone, jest nie tylko przez zjawiska odruchów ale także przez stosunki anatomiczne i przez doświadczenia pod względem przewodnictwa w rdzeniu kręgowym (zob. niżej).

W stanie prawidłowym nie wiele mięśni bierze udział przy odruchach, a to zwykle w pewnym porządku, tak że powstają ruchy mające jakiś cel. Celem tym jest usunięcie jakiejś niedogodności lub grożącego niebezpieczeństwa, albo też zarządzenie przykremu stanowi dającemu się poznać przez nerwy dośrodkowe. Ruchy pierwszego rodzaju spostrzegać się dają najlepiej u spiących lub u zwierząt po odcięciu głowy; drażnienia które przy istnieniu wiedzy dały by się uczuć jako ból, zostają w takich razach usuwane przez odpowiednie ruchy, (obcieranie płynu gryzącego, odsuwanie ciała dotykającego, nawet ruchy całego ciała w celu oddalenia się). W niektórych razach trudnem jest a nawet niemożliwem, objaśnić te ruchy jako następstwo samego tylko mechanizmu odruchu, i dla tego przypisywano nawet rdzeniu kręgowemu czynności duszy. Zobacz o tem niżej przy opisie czynności duszy. Przykłady odruchów drugiego rodzaju są: mimowolne wypróżnienie pęcherza moczowego lub kiszki prostej przy ich wypełnieniu, mimowolne wydalenie nasienia przy przepelnieniu pęcherzyków nasiennych, „nastrój odruchowy“ mięśni zginających (BRONDEEST), jeżeli takowy przyjęty być może i t. p. Dla wszystkich rozmaitych odruchów przyjęć należy, że na drodze, którą pobudzenie przechodzi, opory komórek nerwowych nadzwyczaj są małe. Jeżeli jednak np. przez otrucie strychniną wszystkie opory w ogólności zmniejszone zostaną, to po każdym drażnieniu czuciowem, chociaż najmniejszym, powstają drgawki mięśni całego ciała; te często trwają daleko dłużej niż sam bodziec (d r g a w k i o d r u c h o w e), tak, iż przyjęć należy, że pewne przyrządy pobudzone do czynności przez odruch są w takim razie jeszcze przez długi czas samodzielnie czynne.

### c. RDZEŃ PRZEDŁUŻONY.

Nie tylko ośrodki samodzielne rdzenia przedłużonego, o których już nadmieniliśmy, pobudzone być mogą na drodze odruchu do powiększonej lub odmienionej czynności, lecz są jeszcze oprócz tego oddzielne przyrządy ośrodkowe, których czynność zdaje się być tylko odruchowa. Prawa odruchu przytoczone na str. 389 wskazują już, że ośrodki rdzenia przedłużonego nadzwyczaj łatwo przez odruch pobudzone być mogą z każdego miejsca ciała.

1. Ośrodek oddechowy, oprócz wspomnianego już wpływu nerwu błędnego i krtaniowego górnego, może być drogą odruchu pobudzony do odmiennnej czynności z błony śluzowej całego przyrządu oddechowego (nos, krtani i t. d.), czego dowodem jest kichanie, kaszel i t. p. Stosunki te bliżej nie są zbadane. Wedle innych przypuszczeń (SCHIFF) drażnienie ka ż d e g o nerwu czuciowego wywoływać ma zmiany w ruchach oddechowych, które się zachowują tak samo, jak przy drażnieniu nerwu krtaniowego górnego; jednakowoż przy doświadczeniach tych wpływ woli nie był dostatecznie usunięty.

2. Ośrodek włókien nerwu błędnego regulujących ruchy serca może być drogą odruchu pobudzony (u żaby) przez rytmiczne dość silne wstrząsanie ściany brzusznej lub całego zwierzęcia, tak, że nawet ruchy serca ustają (GOLTZ).

3. W rdzeniu przedłużonym leży ośrodek dla wytwarzania cukru w wątrobie, o którego czynności odruchowej wspomnieliśmy już na str. 160. Oddzielnie od tego, lecz bardzo blisko znajduje się zapewne drugi ośrodek, którego drażnienie wywołuje powiększenie wydzielania m o c z u (str. 121).

4. Ośrodek dla r u c h ó w p o ł y k a n i a, leżący w rdzeniu przedłużonym (zob. niżej przy przewodnictwie), pobudzony zostaje do czynności drogą odruchu przez nerwy przytoczone na str. 135.

## d. M ó z g.

Z pośrednictwem nerwów mózgowych powstają równie obszerne i podobnie ułożone odruchy, jak przez nerwy rdzeniowe. Jako przykłady (już nie raz wspomniane) służyć mogą: zamknięcie powiek przy dotykaniu się łącznicy, zwięźenie źrenicy przy drażnieniu nerwu wzrokowego i trójdzielnego, przypuszczalne odruchy w uchu str. (341), powiększone wydzielanie łez przy drażnieniu błony śluzowej nosa.

## 3. Czynności duszy.

Dotychczas przypisywano czynności umysłowe tylko ośrodkom przyrządu mózgodzeniowego. Powszechnie przyjęto, że siedliskiem tych czynności są tylko półkule mózgu, zaś sprzeczne są zdania pod względem odbywania się ich w innych częściach mózgu i w rdzeniu kręgowym.

## PÓLKULE MÓZGU.

Następujące dowody przekonywają, że czynności duszy przypisywane być muszą półkulom mózgu: 1. W królestwie zwierząt znajdujemy tém większy rozwój mózgu w stosunku do całego ciała i całego mózgowia, im bardziej pod względem czynności umysłowych zwierzęta zbliżają się do człowieka. O stopniu rozwoju przekonywa ciężar mózgu, a oprócz tego liczba zawojów (gyri), gdyż powiększenie się tych ostatnich powiększa zarazem stosunkową wielkość powierzchni, a zatem i ilość substancji szarej, która głównie tu na uwagę zasługuje. Jednakowoż wnioski anatomii porównawczej z tego powodu nie są pewne, że znaczenie rozmaitych części mózgu u wielu zwierząt nie jest znane. 2. Przy małym rozwinięciu półkul mózgowych (Microcephalia, Cretinismus i t. d.), przy przerodzeniach tychże (Hydrocephalus i t. d.), istnieje jednocześnie odpowiednie zmniejszenie wyższych czynności duszy (niepełność umysłowa). 3. Ranienie, nacisk i stany chorobliwe mózgu prawie zawsze połączone są z utratą

przytomności, ospałością lub wzruszeniem umysłowem. 4. Oddzielenie półkul mózgu (u ptaków i zwierząt ssących) wywołuje stan podobny do snu, podczas którego brak wszystkich ruchów dowolnych i wszystkich objawów wrażeń czterech „wyższych“ zmysłów. Jednakże istnieje jeszcze oddziaływanie na wpływy znaczniejsze (zob. niżej). Przy odkrawaniu półkul mózgu warstwami powstawać ma powolne zmniejszenie się wszystkich czynności duszy (FLOURENS), jest to dowód, że czynności te nie odbywają się tylko w pewnych miejscach mózgu, lecz są jednostajnie rozdzielone. Dawniejsze przypuszczenia pod względem siedliska pewnych władz umysłowych w oddzielnych okolicach mózgu, (przedewszystkiem Frenologia), polegają na błędnych rozumowaniach.

Przypuszczają także, że różne stopnie rozwoju władz umysłowych u człowieka zależą od wielkości, rozwoju i ciężaru mózgu, z czem jednak wypadki otrzymane przy bliższem dochodzeniu często się nie zgadzają. Od rozwoju mózgu zależy wysokość, szerokość i sklepistość czoła; miarą sklepistości czoła jest kąt twarzowy, utworzony przez jedną linię przeprowadzoną przez punkt najbardziej wypukły czoła i połączenie górnej szczęki, i drugą linię przeprowadzoną przez podstawę czaszki. Im kąt ten jest ostrzejszy, tém twarz podobniejsza jest do zwierzęcej.

Innym częściom przyrządu mózgodzeniowego (środkowa część mózgu, mózdzek, rdzeń kręgowy) przypisują również pewne czynności duszy („Sensorium“), które jednak innego są rodzaju jak czynności mózgu. Ustrój po utracie mózgu ma się tak samo zachowywać jak podczas snu (zob. niżej), t. j. ruchy dowolne powstawać mają tylko przy pobudzeniach czuciowych, a wtedy zwykle celem ich jest uchronienie się od grożącego niebezpieczeństwa lub od przykrego uczucia. W takich razach przypuszczać nie można udziału czynności umysłowych i uważać je tylko wypadka za odruchy. Przeciw takiemu jednak rozumowaniu przytaczają (PFLÜGER): 1. że powstają również i takie ruchy, przy których wpływ czuciowy wykazać się nie daje lub też z wielką trudnością; 2. że mechanizmy odruchu mające być przyjętymi dla wytłumaczenia tych odruchów, musiałyby być bardzo złożone; 3. że jedno pobudzenie czuciowe może wywołać rozmaite ruchy, które tak są odpowiednie do każdego położenia ustroju, że

przyjąć koniecznie należy wiedzę, chociaż niedokładną (zob. niżej). Z tego powodu przyjmują niektórzy i w innych częściach przyrządu mózgodzeniowego małe ślady czynności duszy; ci jednak przyjąć muszą, że najmniejsze nawet cząsteczki tego przyrządu opatrzone są temi czynnościami, gdyż części zwierzęce, które zawierają małą tylko część rdzenia kręgowego, przedstawiają takie same zjawiska (PFLÜGER).

Najglówniejsze spostrzeżenia, na których powyższe wnioski opierają się, robione były na zwierzętach (szczególniej na żabach) po odjęciu głowy (PFLÜGER) lub po wydaleniu tylko mózgu lub też po oddzieleniu mózgu od rdzenia (za pomocą galwanoplastyki, GOLTZ). Najważniejsze z tych zjawisk są następujące: 1. Zwierzęta w niejaki czas po operacji przyjmują zwykle swe położenie (np. żaby przyjmują położenie siedzące) i starają się to położenie zachować nawet w warunkach niezwykłych np. przy pionowym ich zawieszaniu. Chcąc objaw ten uważać za samodzielny skurcz mięśni („nastrój“ zob. str. 382), to należałoby wprzód wykazać, że skurczenie istnieje jeszcze dalej po przyjęciu tego położenia, co jest bardzo nieprawdopodobne. Wytłomaczenie tego jako skurcz odruchowy („nastrój odruchowy“) zob. str. 382. 2. Na wpływy nieprzyjemne, zwłaszcza ranienia niebezpieczne, oddziaływa zwierzę przez wykonanie odpowiednich ruchów służących do obrony: odpycha szczypek, którymi się je dotyka, usiłuje wyrwać się z palców utrzymujących je, obciera kwas octowy upuszczony na skórę i t. p. Chcąc to tłumaczyć jako zmienione formy odruchu napotykamy następujące trudności: a. przyjąwszy w takim razie należało nadzwyczaj liczne i bardzo złożone mechanizmy odruchu, (nie tylko dla każdego miejsca ciała, ale oddzielną obronę dla każdego rodzaju bodźca);—b. ruchy te nie podlegają prawom, które służą dla niewątpliwych odruchów (zob. str. 389); najwyraźniej okazuje się to przy porównaniu ze zwierzętami otrutymi strychniną i t. p. Oddzieliwszy ogon u węgorza otrutego i drażniąc go, wtedy kurczą się mięśnie strony drażnionej; jeżeli bodźcem drażniącym jest płomień z boku przybliżony do ogona, to przy swem kurczeniu się takowy wpada do płomienia; urządziwszy to samo doświadczenie z ogonem węgorza nieotrutego, to takowy oddala się od płomienia, gdyż kurczy przeciwną swą stronę;—c. stosownie do potrzeby mogą ruchy zostać zmienione, zwierzę zatem ma wybór pomiędzy różnymi środkami obrony. Jeżeli np. odetniemy u żaby nogę, której używa do otarcia nalanego kwasu octowego, wtedy po kilku próbach poruszania odciętą kończyną, zwierzę używa drugiej kończyny do tego celu. Ogon węgorza pionowo zawieszony za zbliżeniem doń płomienia z boku kurczy mięśnie tej samej strony, a nie strony przeciwnej (jak to ma miejsce przy umieszczeniu go poziomo), gdyż w pierwszym razie skutkiem przesunięcia się środka ciężkości musiałby przy dalszych wachaniach wpaść do płomienia.—Dla zaprzeczenia obecności wiedzy w rdzeniu kręgowym przedstawiano doświadczenia, które polegały na porównaniu zachowania się zwierząt pozbawionych mózgu i zwierząt nieranionych, (dla ograniczenia tylko ich ruchów dowolnych pozbawiano ich wzroku), a głównie badano, jak dalece wybór ruchów obrony jest możebnym i jak bywa używany (GOLTZ). Co do pierwszego, to zamiast zastosowania bodźców

nagle działających użyto bodźców powoli powiększających się, na które tylko oddziaływało zwierzę nie pozbawione mózgu; co do drugiego, to urządzono sztuczne przenoszenie mięśni lub skóry z jednego miejsca na inne, tak że zwykłe ruchy obrony nie mogły do celu doprowadzić; pomimo tego ruchy te bezużyteczne a nawet przeciwne celowi były w tych razach dalej wykonywane. Pierwsze spostrzeżenie dowodzi jednak tego tylko, że zwierzęta pozbawione mózgu w ogóle oddziaływają tylko na bodźce silniejsze niż zwierzęta nie pozbawione mózgu, (bodźce i owoli powiększające się wszędzie słabiej działają, niż bodźce nagle wpływające zob. str. 218 i n., 275 i n.); drugie spostrzeżenie daje się tłumaczyć z powodu bardzo zawiśklanych warunków, w ogóle zwierzęta nie pozbawione mózgu przedstawiały takie same ruchy przeciwne celowi.

Przyjąwszy zasady podane na str. 378, to oczywiście jest, że kwestya ta w ogóle rozstrzygnąć się nie daje; gdyż w takim razie pod względem objawów nie byłoby żadnej różnicy pomiędzy odruchem i ruchem od wiedzy zależącym; obydwa byłyby prawidłowe. Czy jednak czynności ośrodkowe połączone są z wiedzą lub nie, na czem głównie nam zależy, tego w żaden sposób rozstrzygnąć nie można przy doświadczeniach na innym ustroju.

Badając dalej siedlisko czynności duszy, to przedstawia się nam tylko to prawdopodobieństwo, o którym kilkakrotnie już wspomnieliśmy, że dla każdego nerwu czuciowego istnieją oddzielne przyrządy duszy przyjmujące wrażenia, że zatem przyjąwszy np. należy takie przyrządy duszy, których pobudzenie wywołuje nie tylko wyobrażenie światła ale nadto pewnej barwy i pewnego miejsca. Daleko mniej pewnym jest, czy także przyrządy woli tak są urządzone, że pojedynczy przyrząd łączy się z pojedynczym włóknem nerwowym, że więc jego pobudzenie wywołuje wyobrażenie, podług którego włókno to ma wywołać skrócenie odpowiedniego mięśnia. Z wielu względów przypuszczać prędzej należy (zob. niżej przy przewodnictwie), że istnieją tu bardziej zawiśklane urządzenia. O istnieniu przyrządów duszy łączących przyrządy czucia i woli nic nie wiemy, i najrozmaitsze przypuszczenia są możebne, czy pobudzenie każdego pojedynczego przyrządu duszy (komórki zwojowej) połączone jest z pewnym tylko wyobrażeniem, czy też z wyobrażeniem pewnej grupy, a w takim razie jakie grupy wyobrażeń istnieją \*).

\*) Uznaliśmy za stosowne, opuścić tu w zupełności krótki ustęp o tak zwanej „psychofizyce“, znajdujący się w oryginale, ponieważ z jednej strony nie zawiera nic, coby się mogło przyczynić do wyjaśnienia czynności umysłowych, a z drugiej strony podana tam próba matematycznego określenia czynności duszy podług naszego zdania jeszcze wcale nie jest na czasie.

W przyrządach duszy wymieniają się regularnie dwa różne stany, których właściwa różnica nie jest znana, t. j. stan snu i jawu. Zdaje się istnieć pewien rodzaj snu, przy którym żadne czynności duszy nie mają miejsca, tak, że czynne są tylko samodzielne i odruchowe przyrządy ośrodkowe. Czynności od tych zależące t. j. krążenie, oddychanie, wydzielanie, trawienie i t. p., odbywają się dalej, a istniejące jeszcze oddziaływania na bodźce zewnętrzne, które się podobnie zachowują jak oddziaływania zwierząt pozbawionych głowy (str. 396), mogą być uważane podobnie jak te ostatnie albo jako odruchy, albo jako następstwa pozostałej jeszcze czynności duszy, odbywającej się czy to w mózgu, czy też w oddzielnych przyrządach duszy, nie biorących udziału we śnie (w rdzeniu kręgowym i t. p.).

Czy wyobrażenia istnieją podczas snu, o tym przekonać się można jedynie za pomocą przypomnienia, które naucza nas, że często bardzo podczas snu odbywają się niedokładne czynności duszy t. j. *marzenia senna*. Marzenia te połączone są z wyobrażeniami uczucia bez zewnętrznej przyczyny (przywidzenia), z wyobrażeniami woli bez skutku (łudzące wykonywanie ruchów, które jednak są niemożliwe) i ze sprawami myślenia bez zwykłej loiki (pozorne rozwiązanie zadań, które się potem okazują nierozsądnymi). Dla oznaczenia czasu trwania marzenia sennego nie posiadamy żadnych środków. Spostrzeżenia bardzo często zdarzające się zdają się wskazywać, że prawdopodobnie większa część marzeń ma miejsce w chwili *przebudzenia się* lub przynajmniej nagłego zmniejszenia się snu; gdyż często marzenie senna kończy się uczuciem zależącym od rzeczywistej przyczyny, która zarazem powoduje przebudzenie; jednocześnie okazuje się z tego, że z marzeniami połączone są nadzwyczajne złudzenia co do czasu.

Przebudzenie się ze snu zdaje się być spowodowane zwykle przez pewne *wrażenie*, które tym silniejsze być musi, im głębszy był sen. Bezpośrednie obliczenia głębokości snu oka-

zały (KOHLSCHÜTTER), że od początku snu powiększa się ona *na-samprzód* szybko, potem wolniej aż do końca pierwszej godziny, potem znów się zmniejsza z początku szybko następnie bardzo wolno. Czasami bez znannej przyczyny powstają zmniejszenia się snu, poczem znów następują powiększenia. Im głębszy jest sen w ogóle, tym dłużej trwa. Im głębszy jest sen, tym silniejszy musi być bodziec wywołujący uczucie i przebudzenie.

Najodpowiedniejszym warunkiem zasypiania jest oddalenie o ile możności wszelkich bodźców, dla tego też spokojność i ciemność nocy najwięcej tu sprzyjają. Sen zdaje się tym łatwiej powstawać i tym być głębszym, im większe były poprzednio *natężenia* przyrządów duszy. Podczas snu wracają te przyrządy do prawidłowego stanu, jak również i mięśnie znużone. Co do innych jeszcze szczegółów snu i marzeń, to możemy takowe pominąć.

#### 4. Przewodnictwo w przyrządach ośrodkowych.

Oprócz początku włókien odśrodkowych udających się do przyrządów pracy i końców włókien dośrodkowych przychodzących od przyrządów zmysłowych, posiadają przyrządy ośrodkowe jeszcze liczne włókna międzyośrodkowe (str. 287), łączące komórki zwojowe pomiędzy sobą. Substancja biała mózgu i rdzenia składa się wyłącznie z włókien.

Z włókien międzyośrodkowych wspomnieliśmy już: o *włóknach regulujących* t. j. o takich, które w ośrodkowym przyrządzie samodzielnym zmieniają rytm (str. 377); włókna te są albo dośrodkowe, albo pochodzą od innego przyrządu ośrodkowego; dalej wspomnieliśmy już o *włóknach*, które dla objaśnienia *odruchów* przyjęte być muszą jako istniejące pomiędzy komórkami czuciowymi i ruchowymi (str. 388); nakoniec jeżeli przypuścimy, że te same włókna dośrodkowe mogące być pobudzonemi drogą odruchu, mogą również być pobudzonemi *dobrowolnie* (str. 387), w takim razie istnieć jeszcze muszą oddzielnie włókna pomiędzy czuciowymi komórkami zwojowymi i przyrządami duszy przyjmującymi wrażenia, a podobnie pomiędzy rucho-

wemi komórkami i przyrządami woli. — Nadmienić tu jeszcze musimy o czwartym rodzaju włókien międzyośrodkowych, któreby nazwane być mogły włóknami powodującymi w spółruchy. Do przyjmowania takowych zniewalają nas zjawiska w spółruchu i współczucia.

1. **Współruchy.** Znajdujemy w wielu miejscach, że ruchy, które oddzielnie powstawać mogą, zwykle następują razem, a to albo jednocześnie albo też w pewnym kolejnym porządku. Wyjątkowo tylko możnaby to zachowanie się objaśnić drogą mechaniczną (np. ruch robaczkowy kiszek przez przypuszczenie podane na str. 135). W ogólności przyjąć należy pewne połączenie pomiędzy przyrządami ośrodkowymi rządzącymi odpowiednimi nerwami, a skutkiem tego połączenia pobudzenie albo się udziela z jednej komórki zwojowej do drugiej lub jednocześnie przeniesione zostaje na wszystkie komórki (przez odruch lub wolę). — Znane przykłady współruchów są następujące: 1. regularne następowanie po sobie skurczów pojedynczych części serca; 2. ruchy robaczkowe przewodu pokarmowego, polykanie i t. p.; 3. złożone ruchy dowolnie wykonywane np. ruchy gałki oka, chodzenie, żucie i t. d. Ponieważ, jak to wykazać się daje, wszystkie te ruchy wywołane być mogą w takim samym porządku drogą odruchu, dla tego nieprawdopodobnem jest i trudnem do pojęcia, aby wola wpływała oddzielnie na każdy mięsień tu odnoszący się (zob. str. 397); prędzej przyjąć należy, że pojedyncze przyrządy ośrodkowe nerwów udział w tem biorących (komórki ruchowe) połączone są ze sobą za pośrednictwem włókien międzyośrodkowych, i tworzą jeden wspólny przyrząd ośrodkowy, który w całości wprowadzony zostaje w czynność albo przez wolę, albo przez odruch. — Również jako „współruch“ przytoczone zjawisko, że wraz z ruchem umyślnym powstaje jednocześnie inny ruch mimowolny, jest tylko podrzędną odmianą tej ogólnej zasady.

2. **Współczucie, rozpromienienie.** Podstawą tych zjawisk jest ten fakt, że przy pobudzeniu jednego włókna czuciowego jednocześnie zdają się być pobudzone inne włókna sąsiednie lub tu się odnoszące t. j. że włókna te powodują

wrażenia, które umiejscowione zostają w ich przyrządach końcowych. O zjawiskach takich wspomnieliśmy już przy przyrządzie wzroku i dotyku, tu dodać jeszcze możemy, że drażnienie zewnętrznego przyrządu słuchowego w bliskości błony bębenkowej połączone jest z uczuciem łechtania w krtani i t. p. To wskazuje nam, że również i czuciowe przyrządy ośrodkowe pomiędzy sobą są połączone, a być może iż wiele z nich wspólnie doprowadzają do wiedzy jedno uczucie. Za tem przemawia także to, że przyrządy końcowe nerwów czuciowych nie znajdują się bezpośrednio w przyrządach duszy (mózg), lecz w innych częściach (zobacz niżej).

Zachodzi teraz pytanie, gdzie w przyrządach ośrodkowych szukać należy tych rozmaitych rodzajów włókien i przyrządów współpracujących. Dochodzenia anatomiczne jeszcze pod tym względem zbyt są niedokładne, aby rozstrzygnąć mogły to pytanie. Głównym więc punktem oparcia jest tu doświadczenie przez przecięcie i drażnienie, również bardzo trudne i niepewne. Dla tego też wszystkie tu następujące podania uważane być winny jako zupełnie jeszcze niepewne. Wiadomości dotyczące się nerwu sympatycznego podane są w dodatku.

#### a. RDZEŃ KRĘGOWY.

Korzenie nerwów rdzeniowych przechodzą aż do substancji szarej, gdzie przednie korzenie kończą się w wielkich komórkach wielowypustkowych znajdujących się w przednich rogach (komórki ruchowe), tylne korzenie kończą się w mniejszych komórkach tylnych rogów (komórki czuciowe)\*). Ulega jeszcze wątpliwości, czy pewna część tych korzeni, zamiast wnikania do substancji szarej, nie zagina się bezpośrednio w białej substancji i przebiega ztąd wprost do mózgu. Pomiędzy komór-

\*) Zbyt pewnikowo postawione twierdzenia, mianowicie co do zakończenia tylnych korzeni w komórkach tylnych rogów.



kami nerwowymi szarej substancji istnieją wszelkie możliwe połączenia międzyosrodkowe, mianowicie na jednej wysokości istnieją połączenia poprzeczne, krzyżowe i przedniotylnie, takie same połączenia istnieją pomiędzy komórkami leżącymi na rozmaitej wysokości, nakoniec istnieją połączenia komórek z włóknami podłużnymi białej substancji.

Doświadczenia okazują (BROWN-SÉQUARD, SCHIFF; VAN DEEN), że wszelkie drażnienia wszystkich części rdzenia kręgowego pozostają bez skutku (nie wywołują ani ruchów ani uczucia), z wyjątkiem drażnienia włókien korzeni przebiegających przez substancję białą poprzecznie lub ukośnie. Ponieważ jednak pomimo tego substancja rdzenia kręgowego działa przewodnicząco, dla tego przypuszczać należy, że włókna i komórki jej przewodniczą tylko, lecz bezpośrednio pobudzone być nie mogą. Doświadczenia wykonane za pomocą przecięć, jak również i spostrzeżenia stanów chorobliwych, wykazują: a. Przecięcie (lub przerodnienie) całego rdzenia kręgowego niszczy uczucie i ruch dowolny poniżej miejsca przecięcia; w ogólności więc przeprowadza rdzeń kręgowy włókna czuciowe i ruchowe całego tułowia do mózgu; b. inne sposoby przecięcia (nacięcia połowiczne na jednej lub na kilku wysokościach, przecięcia pojedynczych pęczków, częściowe przecięcia szarej substancji i t. p.) podług dokładnych podań (SCHIFF), wprawdzie jeszcze niepotwierdzonych, dają następujące wypadki: Przewodnictwo czuciowe odbywa się tylko przez białe pęczki tylne i przez substancję szarą w całej jej rozciągłości. Pomiedzy przewodnictwem obydwóch tych części zachodzi następująca różnica: substancja szara nie przewodniczy oddzielnie dla każdego miejsca t. j. częściowe przecięcia jej nie wywołują utraty uczucia miejscowo ograniczonej, lecz osłabiają i zwalniają uczucie dość jednostajnie na całej okolicy ciała opatrzonej nerwami wychodzącymi poniżej miejsca nacięcia. Również odbywa się to przewodnictwo we wszystkich kierunkach, jak to okazują doświadczenia, przy których cała substancja szara zostaje przecięta, a pozostawia się tylko w jakimkolwiek miejscu małą część łączącą. Odpowiednio do tego szara substancja służyć ma tylko do przewodni-

ctwa uczucia bólu łatwo rozpromieniającego się, lecz nie do przewodniczenia dokładnie umiejscowionych uczuć dotyku (i uczucia mięśni str. 371), tak, że po przecięciu jej powstaje „analgesia“ to jest możność uczucia dotykania, lecz utrata uczucia na ból (jak przy uspieniu chloroformem). Oddzielne przewodnictwo uczucia dotyku i t. d. ma należeć do pęczków tylnych białej substancji, których częściowe przecięcie lub przerodnienie wywołuje miejscową utratę uczucia ogólnego i zboczenia w uczuciu mięśni. Obydwie te substancje przewodniczą tylko uczuciu, lecz same bezpośrednio pobudzone być nie mogą. — Przewodnictwo ruchowe odbywa się przez białe pęczki przednie i również przez szarą substancję w całej jej rozciągłości; obydwie te substancje służą przewodnictwu ruchów, lecz same bezpośrednio pobudzone być nie mogą. Tu wykazano także, że substancja szara przewodniczy we wszystkich kierunkach (zob. niżej). Nie wykazano jeszcze, czy pomiędzy czynnością szarej substancji a czynnością białych pęczków przednich, (które przewodniczą oddzielnie dla każdego mięśnia), istnieje podobna różnica jak przy przewodnictwie czuciowym. — Po każdym częściowym przecięciu rdzenia kręgowego powstaje w częściach otrzymujących swe nerwy poniżej miejsca przecięcia powiększona pobudzalność (Hyperaesthesia, Hyperkinesis), której przyczyną, jak się zdaje, jest stan podrażnienia rdzenia kręgowego spowodowany ranieniem. Otworzenie kanału kręgowego osłabia u wszystkich zwierząt uczucie i ruch.

Podane tu fakta, chociaż niezupełnie dokładnie pojąć się dają, odpowiadają jednak w ogólności przypuszczeniom naszym podanym na str. 391, pod względem licznych połączeń komórek nerwowych w substancji szarej i znaczenia ich zwłaszcza dla spraw odruchów. Istnienie ośrodków rządzących ruchami skojarzonemi może być przypuszczane w szarej substancji rdzenia kręgowego; zatem przemawia nawet anatomicznie wykazany układ komórek ruchowych w przednich rogach; brak nam jednak do tego wszelkiego pewnego dowodu fizyologicznego. Dawniej utrzymywano, że mięśnie zginające i wyprostne kończyn posiadają w rdzeniu oddzielne ośrodki, dla tego że ranienie rdzenia na rozmaitych wysokościach wywołuje u góry zgięcie kończyn u dołu wyprostowanie (ENGELHARDT); skutek ten obecnie jednak inaczej się tłumaczy (SCHIFF).

#### b. RDZEŃ PRZEDŁUŻONY.

Cztery pęczki szarej substancji, leżące w rdzeniu kręgowym na około osi, zbliżają się w rdzeniu przedłużonym coraz bardziej

do tylnej powierzchni, i nakoniec wraz z kanałem środkowym rdzenia kręgowego (tylny kąt dołka skośnoczworokątnego czyli pióro pisarskie) przechodzą na samą powierzchnię, przyczem na dnie dołka skośnoczworokątnego pęczki dotychczas od tyłu będące leżą na zewnątrz pęczków przednich. Oprócz tego występują w rdzeniu przedłużonym nowe gromady szarej substancji, które po większej części parzysto są umieszczone w białej substancji i poprzecznie połączone przez włókna np. oliwki, oliwki dodatkowe, jądra nerwów podjęzykowych i t. d. Biała substancja, której grubość znacznie się tu powiększa, z trudnością rozpoznać daje dalszy przebieg białych pęczków rdzenia kręgowego. Jako dalszy ciąg białych pęczków przednich uważane są (SCHIFF) pęczki otaczające oliwki i pęczki boczne rdzenia przedłużonego, z pomiędzy których pierwsze głównie przewodniczyć mają do nerwów kończyn, drugie do nerwów oddechowych (nerwy przeponowe). O dalszym przebiegu tylnych pęczków nie posiadamy pewnych danych. Rdzeń przedłużony posiada znaczną ilość ośrodkowych przyrządów samodzielnych, odruchowych i rządzących współruchami. Z pomiędzy tych ostatnich wspomnieć należy o ośrodku dla współruchów twarzy, dla ruchów służących do żucia i polykania. Z powodu braku dowodów wstrzymać się musimy od podawania dokładniejszego opisu. Rdzeń przedłużony jest również przewodnikiem czucia i ruchu, lecz sam bezpośrednio pobudzony być nie może, wyjąwszy przechodzące tam korzenie nerwów.

### c. M ó z g.

Wiadomości nasze o przewodnictwie w mózgu są dla tego najmniej pewne, że tu przyrządy ośrodkowe rozmaitego rodzaju są skupione i włókna z nich odchodzące przedstawiają szczególne zjawisko krzyżowania się, o którym dochodzenia anatomiczne są bardzo mierne. Niepewność ta, czy krzyżowanie się istnieje lub nie, powoduje że doświadczenia fizyologiczne rozmaicie tłumaczone być mogą, i obecnie żadnych pewnych

wniosek pod względem przewodnictwa w mózgu wyprowadzić nie można.

Okazuje się to z następujących faktów: Głównym środkiem badania przewodnictwa ruchu w mózgu są występujące przy ranieniach pewnych części mózgu t. z. „ruchy przymusowe“, t. j. pozornie samodzielne ruchy w pewnych niezwykłych kierunkach, mianowicie: a. obieganie koła jak w ujeżdżalni; b. ruch skazówkowy, przy którym zwierzę porusza się jako promień koła, w środku którego tylne kończyny pozostają; c. obracanie się zwierzęcia na około jego osi podłużnej; d. kurczowe bieganie naprzód i cofanie się w tył. Ruchy te najrozmaiciiej tłumaczone być mogą; przedewszystkiem wątpliwem jest, czy one są skutkiem podrażnienia czy też sparaliżowania jakiego przyrządu ośrodkowego (rządzącego np. współruchem), lub też, czy tylko skutkiem zranienia pewnej części przewodniczącej dowolne usiłowania do ucieczki przełkniętego zwierzęcia przyjmują nieprawidłowy kierunek. (Jeżeli np. mięśnie szyi jednej strony są sparaliżowane lub kurczowo ściągnięte tak, że głowa nie znajduje się na osi ciała, to bieganie naprzód łatwo się zamieni na obracanie się w koło ku tej stronie, na którą głowa jest skierowana). Przyjąwszy ostatnie wytłumaczenie jako najprawdopodobniejsze (SCHIFF), to wątpliwem znów będzie, czy część przewodnicząca jest podrażniona czy sparaliżowana; każda z tych dwóch możliwości, jak to łatwo pojąć, pociąga za sobą oddzielne przypuszczenie o skrzyżowanym lub nieskrzyżowanym przebiegu części przewodniczących, gdyż jeżeli np. przy zranieniu prawej strony powstaje ruch przymusowy na prawo, to przyjąć można, że ten następuje wskutek sparaliżowania lewej strony lub podrażnienia prawej strony. W pierwszym wypadku włókna ranione przebiegają skrzyżowane, w drugim razie nieskrzyżowane. Ponieważ więc rodzaj i kierunek ruchów przymusowych, które powstają prawie przy wszystkich zranieniach jakiej części mózgu (mostu Varol'a, odnog mózgu, ciałek prążkowanych i t. d.), nie są stale ustanowione, dla tego też objaśnienie ich jest tu niemożliwem.

W ogólności ostatecznym wypadkiem wszelkich tu odnoszących się dowodzeń anatomicznych i fizyologicznych zdaje się być to, że mózg oprócz półkul mózgowych (zatem środek mózgu i mózdzek) jak również i rdzeń przedłużony zawierają w swiej substancji szarej głównie przyrządy rządzące współruchem i odruchem; wszystkie prawie nerwy całego ciała, tak ruchowe jako też i czuciowe, również przednie nerwy mózgowie mogą być w przebiegu swoim badane aż do tych części, a pomiędzy początkami pojedynczych nerwów w substancji szarej wykazane są rozliczne połączenia za pomocą włókien łączących; istnieją także symetryczne połączenia poprzeczne. Bliższe szczegóły tych dowodzeń są niepewne; za pomocą doświadczeń i spostrzeżeń chorobliwych zdaje się to tylko być dowiedzionem, że mózdzek

zawiera ośrodki rządzące współruchami dowolnemi, gdyż oddalenie jego powoduje niemożność utrzymania równowagi ciała trudność w chodzeniu i t. d. (WAGNER).

Przyrządy ruchu dowolnego i czucia każdej połowy ciała połączone są z półkulą mózgu strony przeciwnej, jak to okazuje się ze znanych następstw wylewów krwi w mózgu. Wszystkie zatem włókna nerwowe wstępujące do mózgu muszą w linii środkowej się krzyżować. Przy przejściu do mózgu, zatem w odnogach mózgu, skrzyżowanie się to już jest ukończone. Miejsce skrzyżowania się nie jest jeszcze dokładnie poznane. Skrzyżowanie się włókien ruchowych przychodzących od rdzenia kręgowego, które dawniej niesłusznie odnoszone było do rdzenia kręgowego, szukać należy w rdzeniu przedłużonym i w moscie Varol'a; ma ono miejsce na dość długiej przestrzeni (skrzyżowanie odbywa się kolejno). Anatomicznie wykazane skrzyżowanie się (decussatio) włókien piramid nie należy tutaj, gdy piramidy nie są dalszym przebiegiem ruchowych pęczków rdzenia kręgowego. Nie wiadomo zupełnie, gdzie się odbywa skrzyżowanie czuciowych włókien rdzenia kręgowego. Skrzyżowania się nerwów mózgowych wykazane są anatomicznie tylko przy niektórych z nich (zob. anat.).

### Dodatek. O nerwie sympatycznym.

W rozdz. XI nie podaliśmy szczegółowej fizjologii nerwu sympatycznego, odsyłając do rozdz. XIII zawierającego opis przyrządów środkowych, a to z przyczyny, którą z łatwością wykazują uwagi poprzedzające.

Jako nerwy sympatyczne oznaczamy w ogóle te, które zaopatrują trzewia i naczynia, bez względu na ich początek; również nazywamy „włóknami sympatycznymi“ włókna nerwowe bezrdzenne, które głównie w nerwach sympatycznych są zawarte. Początek nerwów sympatycznych nie jest dosyć pewnym. Liczne

komórki zwojowe, które się gromadnie znajdują w większych jamach ciała, a pojedynczo rozpostarte są w mięszu wielu trzewiów, muszą w ogóle być uważane za główne przyrządy ośrodkowe nerwu sympatycznego; lecz anatomicznie wykazano, że znaczna ilość włókien sympatycznych połączona jest z przyrządem mózgodzeniowym, w części za pośrednictwem gałązek łącznych nerwów rdzeniowych, a w części przez połączenie z nerwami mózgowymi. Przytoczyliśmy również odpowiednie fakta fizyologiczne, mianowicie o ośrodku ocznodzeniowym (centrum oculospinale str. 383) i o poszukiwaniach co do początku nerwów naczynioruchowych (str. 384). W każdym jednak razie żaden nerw sympatyczny nie zdaje się być połączonym z przyrządami woli, gdyż wszystkie ruchy trzewiów są mimowolne. Podobnie i czucie trzewiów bardzo jest nieznaczne, tak, że czucie to przypisywane jest nielicznym włóknom rdzennym („nerwy mózgodzeniowe“) zawartym w nerwach sympatycznych. Tylko mięśnie gładkie, a jak się zdaje wszystkie, rządzone są przez nerwy sympatyczne.

We właściwych sympatycznych przyrządach ośrodkowych wykazane są: czynności samodzielne (ruchowe i wydzielnicze str. 381), odruchy (str. 390) i ruchy skojarzone (str. 400). W układzie sympatycznym znany jest także mechanizm tamujący, mianowicie wstrzymanie ruchu robaczkowego kiszek cienkich przez drażnienie nerwu trzewiowego wielkiego (str. 136). Ponieważ włókna sympatyczne łączą się po części z przyrządem mózgodzeniowym, dla tego czynności tamujące nerwów sympatycznych może być ze strony przyrządu mózgodzeniowego (nerw błędny i serce), jak również może być w mózgu i rdzeniu kręgowym odruchy z nerwów sympatycznych na sympatyczne, lub z nerwów mózgodzeniowych na sympatyczne (odruchy smaku na gruczoł podszczękowy str. 103, kurczenie się macicy przy ssaniu brodawek sutkowych) lub też z nerwów sympatycznych na nerwy mózgodzeniowe (kurecze odruchowe pobudzone od trzewiów przy otruciu strychniną). O skutkach drażnienia nerwów sympatycznych dodać jeszcze musimy:

1. **Pasmo graniczne.** Drażnienie jego na szyi powoduje u góry rozszerzenie źrenicy i szpary powiekowej, (str. 307, 336), zwężenie tętnic głowy (str. 75) i powiększone wydzielanie ślinianek z właściwą wydzieliną (str. 103 i n.); ku dołowi: przyspieszenie rytmu serca (str. 63). Drażnienie części piersiowej wywołuje małe ruchy wszystkich prawie trzewiów jamy piersiowej i brzusznej; drażnienie części lędźwiowej i krzyżowej ruchy kiszki i przyrządów moczopłciowych, zwężenie naczyń w dolnej kończynie, nakoniec wydzielinę rozmaitych gruczołów (niepewne).

2. **Sploty.** Drażnienie splotów w ogóle wywołuje ten sam skutek, jak przy pasmie granicznym, lecz bardziej umiejscowiony. Drażnienie splotu śródbrzusznego i kiskowego wywołuje silny ruch robaczkowy kiszki cienkiej, drażnienie splotu śledzionowego wywołuje zmniejszenie śledziony (JASCHKOWITZ). O wpływie nerwu trzewiowego wspomnieliśmy już kilkakrotnie.

3. **Zwoje umieszczone w mięszu przyrządów.** Wiadomości nasze o ich czynności ograniczają się na tem, co wspomnieliśmy już przy sercu.

O znaczeniu zwojów w korzeniach czuciowych nerwów rdzeniowych, nerwu trójdzielnego i t. d., które również zaliczane bywają do nerwu sympatycznego, nic pewnego nie wiemy.

## CZEŚĆ CZWARTA.

### Powstawanie, rozwój i koniec ustroju.

## ROZDZIAŁ CZTERNASTY.

### A. OGÓLNY POGLĄD.

Powstawanie nowych ustrojów połączone jest z istnieniem ustrojów starych. Od tego czasu, jak wolne powstawanie komórek powszechnie odrzucone zostało, przyjąć w ogóle możemy, że żaden utwór ukształtowany powstać nie może z materiału nieukształtowanego, lecz tylko z utworu ukształtowanego poprzednio już istniejącego. Podstawą ogólną nowotworzenia się istot jest albo rozpad istniejącego ustroju na części, które odtąd samodzielnie się rozwijają, albo oddzielenie się pewnej części samodzielnie się rozwijającej od dawnego dalej jeszcze istniejącego tworu, który albo pozostaje z tamtą częścią jeszcze w związku, albo też od niej się oddziela.

Temu przeciwną jest dotychczas jeszcze broniona nauka o s a m o r ó d z t w i e (generatio spontanea, aequivoca) t. j. o powstawaniu ustrojów z materiału nieukształtowanego, np. z substancji płynnych fermentujących lub gnijących. Pozornymi dowodami tego są: 1. powstawanie ustrojów roślinnych i zwierzęcych (grzyby, wymoczki) w nalaniach substancji organicznych; 2. powstawanie ustrojów w jamach zupełnie zamkniętych (wnętrzaki). Jednakowoż wykazano, że pierwsze powstają z a r o d k ó w istniejących w powietrzu, gdyż ustroje te nie powstają w nalaniach, jeżeli powietrze tam dochodzące wolne będzie od owych przymieszek (przez pokrycie naczynia bibułą), lub gdy przymieszki te poprzednio zniszczone zostaną (przez

przepędzenie powietrza przez rury rozżarzone). Wnętrza zaś z pewnością powstają z zarodków spożytych, a w pewnych stanach ich rozwoju mogą nawet wnikać do jam zupełnie zamkniętych. Pomimo to nauka ta, opierając się na tem, że ciepłota ziemi była kiedyś tak wysoką, że żadna istota organiczna istnieć nie mogła, głosi, że w jakimkolwiek bądź czasie samorództwo konieczne musiało mieć miejsce.

Podobieństwo ustrojów wytworzonych do ustrojów wytwarzających odnosi się nietylko do kształtu ogólnego, lecz i do szczegółowych utworów, które cechują nie gatunek (genus) lub rodzaj (species), lecz podgatunki (odmiany, rasy), tak, że nawet przypadkowo powstałe właściwości ukształtowania stają się z łatwością „dziedzicznymi“. Na tem polega usiłowanie wytłumaczenia, że rodzaje i gatunki powstały przez odziedziczenie i coraz dalej rozwinięte odmiany kształtu (DARWIN). Dla objaśnienia tego faktu, że raz istniejąca odmiana kształtu coraz dalej się rozwija, dostatecznym jest przypuszczenie, na którym opiera się systemat DARWIN'A, mianowicie że z ustrojów powstających mała tylko część znajduje odpowiednie warunki konieczne dla dalszego istnienia, że zatem powstające ustroje walczą z przyrodą o zachowanie swego bytu. Pomiędzy temi zwyciężają zwykle te, których własności najbardziej odpowiadają stosunkom miejscowym. Jeżeli więc w jakim rodzaju zwierząt jakimkolwiek sposobem powstała pewna odmiana kształtu, która istoty te robi odpowiedniejszymi dla warunków istniejących (np. do zbierania pokarmu, do znoszenia ciepłoty, do walki z nieprzyjacielem, do przyłączenia drugiej płci w celu spółkowania), to istoty te w walce o zachowanie swego bytu otrzymują w danych warunkach zwycięstwo, szczególne ich własności utrzymują się przez oddziedziczenie, a przez dalsze odmiany w tym samym kierunku coraz bardziej oddalają się od pierwotnego kształtu. W ten sposób przy pierwotnie jednakowem pochodzeniu rozwinąć się mogą w rozmaitych miejscowościach tak rozmaite odmiany, że w nich powstają nowe rodzaje, a z rodzajów gatunki. Że formy przejściowe pomiędzy jednym rodzajem a drugim istnieć nie mogą, daje się objaśnić tem przypuszczeniem, że pomiędzy wszystkimi formami pochodzącymi z formy pierwotnej właśnie formy końcowe najmniej udziału biorą w walce o zachowanie bytu, środkowe więc formy najłatwiej giną. — Dalsze przeprowadzenie tej zasady w odwrotnym kierunku pozwala wnosić, że wszystkie formy zwierzęce (i roślinne) pochodzą z niewielu, a być może z jednej tylko formy pierwotnej. — Pogląd DARWIN'A przedstawia jeszcze i z drugiej strony ważną korzyść; zastępuje on bowiem w szczególności wszystkie poglądy teleologiczne wykazując, jak z rozmaitych przypadkowo powstałych utworów zawsze utrzymywać się tylko mogą najodpowiedniejsze, inne zaś ginąć muszą. — Ponieważ sztuczne chodownictwo zwierząt również zasadza się na dziedziczności pewnych własności i takowe stara się dalej rozwinąć przez to, że zwierzęta najbardziej opatrzone temi własnościami szczególniejszą są pielęgnowane i do dalszego rozradzania użyte, dla tego podana tu zasada nazwaną została przez DARWIN'A „chodownictwem naturalnem“ (natural selection).

#### FORMY ROZRADZANIA SIĘ.

Zasadnicze formy rozradzania się są następujące:

1. Rozszczepienie się istniejącego ustroju na kilka jednako-

wych części, które samoistnie, a to oddzielnie lub też w połączeniu, dalej żyją i dochodzą do wielkości ustroju pierwotnego, — jest to rozradzanie się przez dzielenie. Tu odnosi się także życie oddzielne kawałków zwierzęcia sztucznie rozdzielonego, co często spostrzeżono.

2. Odszczepienie jednej części składowej ustroju pierwotnego, która oddzielnie lub w połączeniu z tamtem samodzielnie się rozwija, a pierwotny ustrój dalej istnieje. Jeżeli część odszczepiająca się jest wielokomórkową częścią składową ustroju pierwotnego, która na pewien czas lub na zawsze z nim pozostaje w połączeniu, to sprawa ta zowie się „rozradzaniem się przez pączkowanie“. Jeżeli część odszczepiająca się jest tylko pojedynczą komórką, która bez związku organicznego z ustrojem matczynym się rozwija, to powstaje „rozradzanie się przez wytwarzanie jajka“, a komórka rozwijająca się nazywa się „komórką zarodkową“ czyli „jajkiem“.

Rozradzanie się przez dzielenie i przez pączkowanie istnieje tylko u niższych zwierząt; rozradzanie się zaś przez wytwarzanie jajka ma miejsce u wszystkich innych zwierząt i u człowieka, a także u wielu niższych zwierząt obok poprzednich form rozradzania się.

Jajko jest wyrobem oddzielnego przyrządu t. j. jajnika. Tylko u niektórych zwierząt rozwija się jajko samo przez się aż do końca (parthenogenesis), (? H). Zwykłym jednak prawidłem jest, że dla rozwoju jajka w ogóle lub do pewnej granicy koniecznym jest dostęp do jajka osobnego pierwiastku. Pierwiastkiem tym jest nasienie, wyrób innego przyrządu, mianowicie jąder. Jajniki i jądra są albo rozdzielone (u wyższych zwierząt) na oddzielne istoty, a wtedy ta, która posiada jajniki, zwie się „żeńską“, posiadająca zaś jądra „męską“, — albo obydwa przyrządy znajdują się u jednej istoty, która wtedy zowie się „obupłciową“ (u wielu niższych zwierząt). Dostęp nasienia do jajek zowie się „zapłodnieniem“, a rozradzanie za pomocą jajek mających się zapłodnić „rozradzaniem płciowem“. Rozradzanie się przez dzielenie, pączkowanie

lub jajka nie zapłodnione (parthenogenesis) zwie się „rozradzaniem bezpłciowym“.

Rozradzanie się przez jajka niezapłodnione dotychczas u niewielu tylko rodzajów jest dowiedzione; istnieje ono tam wszędzie o b o k r o z r a d z a n i a p ł c i o w e g o i dostarcza zawsze istoty jednej tylko płci (np. u pszczoł męzkie, u Psychidów żeńskie). Najbardziej znany przykład takiego rozradzania się przedstawiają nam pszczoły: W ulu znajdują się trzy rodzaje: samce (trutnie), samice nieplodne (robotnice) i jedna samica zdolna do rozradzania (królowa). Królowa zostaje raz na rok zapłodniona na zewnątrz ula przez jednego samca i wraca napowrót do ula z wypełnionym zbiornikiem nasienia. Przy odkładaniu jajek jest ona w stanie zapłodnić takowe lub zostawić niezapłodnione (? H); jedno i drugie ma miejsce, a to stosownie do komórki, do której ona je składa; w komórkach samców znajdują się jaja niezapłodnione, a w komórkach robotnic jajka zapłodnione. Dodanie nasienia lub niedodanie jego zależy od woli (instynktu) królowej lub od stosunków mechanicznych komórki, do której ona wprowadza tylną część tułowia. Rozwój jajka zapłodnionego na robotnicę lub na królową zależy od karmienia gąsiennicy przez robotnice, a być może także od kształtu i wielkości komórki.

#### DOJRZAŁOŚĆ PŁCIOWA. PŁODNOŚĆ.

Warunki do rozmnażania występują we wszystkich ustrojach dopiero na pewnym stopniu ich rozwoju, zwykle dopiero wtedy, gdy wzrost ciała jest ukończony tak, że nadmiar przychodów ustroju, które dotychczas były zużyte na wzrost ciała, odtąd zużywany zostaje na wyrób zarodków lub (u żyworodzących) do odżywienia jajka rozwijającego się. U zwierząt, u których ma miejsce rozradzanie się płciowe, następuje dopiero w tym czasie (dojrzałości płciowej) zupełny rozwój przyrządów przygotowujących zarodek (jajniki i jądra). Od tego czasu odbywa się rozmnażanie przez dłuższy czas, nieraz aż do śmierci, a to w pewnych regularnych odstępach. U zwierząt bardzo różna jest liczba potomstwa pochodzącego z jednego zwierzęcia lub dwóch różnopłciowych, — czyli p ł o d n o ś ć. Ilościowo obliczyć się to daje w dwojaki sposób. Jeżeli uważać będziemy rozmnażanie jako czynność ustroju matki w związku z innymi czynnościami będącą, zatem jako r o z c h ó d w stosunku do reszty rozchodów i przychodów zmiany materii, w takim razie należy ozna-

czyć stosunek pomiędzy ciężarem zwierzęcia i ciężarem przez niego dostarczonego materiału do rozradzania w tym stanie, w jakim on opuszcza ciało, (zatem jaj u jajorodzących, noworodków u żyworodzących, nasienia u samców). Takie oznaczenia (LEUCKART) przedstawiają znaczną różnicę rozchodów rozradzania; i tak np. roczny rozchód rozradzania u kobiety wynosi  $\frac{1}{10}$  ciężaru ciała, u świni  $\frac{1}{5}$ , u myszy jest on prawie 3 razy większy od ciężaru ciała, u kury pięć razy, a u pszczoły (królowej) 110 razy większy. Jeżeli przeciwnie uważać będziemy rozradzanie odnośnie do zachowania rodzaju zwierzęcia, to zamiast porównania ciężaru oznaczyć musimy liczbę rzeczywiście powstającego potomstwa. Obliczenia poprzednie nie dają się tu zastosować, gdyż nasamprzód jednakowy ciężar materiału do rozradzania przedstawia u różnych zwierząt rozmałą liczbę zarodków istot, a powtóre, że dla zapłodnienia i dalszego rozwoju wiele warunków skupić się musi, tak że w ogóle mała tylko część materiału do rozradzania rzeczywiście wypełnia swoje przeznaczenie. Liczba potomstwa bezpośrednio oznaczyć się daje tylko w niewielu razach; ponieważ jednak przyjąć możemy, że ostateczny wypadek rozmnażania t. j. zachowanie rodzaju zwierzęcia ma miejsce w pewnej mniej więcej stałej liczbie istot, to ztąd wypada, że liczba potomstwa jest w pewnym stosunku do długości życia danego rodzaju zwierząt. Oznaczywszy lata życia przez  $n$ , stałą liczbę istot przez  $a$ , to w ciągu jednego roku powstaną  $\frac{a}{n}$  nowe istoty. Na pojedynczą więc istotę przypada w przecięciu rocznie  $\frac{1}{n}$  nowych istot. Wiele z tego wypada na każdą istotę pł o d z ą c ą, to zależy będzie: 1. od tego czy rozradzanie jest płciowe lub bezpłciowe, t. j. czy dwie istoty lub jedna w tém udział biorą; 2. od liczby istot płodzących w stosunku do ogólnej liczby, zatem od czasu trwania płodności w stosunku do długości życia. Liczba wytworzonych z a r o d k ó w przewyższać będzie w ogóle liczby tu wypadające tém więcej, im rzadziej warunki do zapłodnienia lub dalszego rozwoju są urzeczywistnione.

## Rozród płciowe.

Jajko (ovum, ovulum) w najprostszej swój formie przedstawia komórkę kulistą, opatrzoną błoną, której treść zwykle tłuszczą zawierająca zwana jest żółtkiem (vitellus). Jądro pęcherzykowate tej komórki zwie się pęcherzykiem zarodkowym (vesicula germinativa). W wielu zaś jajkach błona nie daje się z pewnością wykazać, a w największej liczbie wypadków znajdujemy tę komórkę opatrzoną inną jeszcze otoczką nienależącą do niej i rozmaity kształt posiadającą, która tam, gdzie istnieje błona jajka („błona żółtkowa“), uważana jest jako jej pokład. Otoczka ta w najprostszej swój formie jest błoną dosyć grubą, nieposiadającą żadnego utkania, tak, że na przecięciu poprzecznym pod drobnowidzem przedstawia się jako jasna obrączka (błona przezroczysta — zona pellucida, u zwierząt ssących i u człowieka \*). W jajkach ryb jest ona przedziurawiona przez liczne drobne kanaliki, w niektórych pokryta strzępkami, a najrozliczniejsze formy istnieją u zwierząt bezkręgowych. U wielu zwierząt otoczka ta posiada otwór większy właściwy do zapłodnienia (mikropyle, REICHERT); mianowicie istnieje to u wielu zwierząt bezkręgowych, u ryb, a być może także u wyższych zwierząt kręgowych.

W wielu razach otrzymuje jajko dodatkowe jeszcze powłoki, które po części zabiera z miejsca wytwarzania się w jajniku (np. krążek jajkowy, zob. niżej; dalej, żółtko jajka ptasiego jest całą torebką jajnika \*\*), gdy tymczasem jako jajko właściwe uważać należy t. z. „krążek zarodkowy“, po części otrzymuje je na drodze przy przejściu przez przewody wyprowadzające, (takim sposobem białko i skorupa jaj ptasich powstaje na około żółtka dopiero na drodze przez jajowody, które ono przebiega za pomocą ich ruchu robaczkowego, dla tego też znajdują się w białku węzownicowate skręty [chalazae]; w podobny sposób otrzymuje jajko królików otoczkę białkową w jajowodach).

\*) Błona ta prawdopodobnie jest zgrubiałą błoną komórkową, a nie otoczką dodatkową. H.

\*\*) Przypuszczenie to nie jest właściwem; nowsze poszukiwania wykazały, że całe żółtko w jajach ptaków, ryb i gadów łuskowatych stanowi prawdziwe jajko czyli powiększoną i zmienioną komórkę. H.

Nasienie składa się z rozlicznych ciałek, u każdego rodzaju zwierząt charakterystyczny kształt posiadających, które zawieszane są w płynie zawierającym znaczną ilość białka i odbywają zwykle ruchy szczególne. Kształt tych ciałek nasiennych (Spermatozoa, Zoospermia) zresztą podobny jest u wszystkich zwierząt kręgowych i wielu bezkręgowych; składają się one z kulistego, owalnego lub walcowatego (czasami grajcarkowato zwiniętego) tułowia czyli główki i z ogonka cienkiego, znacznie dłuższego, który bezustannie się porusza. U zwierząt bezkręgowych znajdują się inne formy rozmaite, po części nie okazujące wyraźnych ruchów.

Zapłodnienie polega na zetknięciu się nasienia z jajkiem. Odbywa się ono albo wewnątrz przyrządów płciowych przez wprowadzenie tam nasienia, lub też odbywa się na zewnątrz przez wylanie nasienia na jajka wypuszczone z ustroju żeńskiego lub przez przypadkowe doprowadzenie do nich nasienia (np. za pośrednictwem wody przepływającej). Również możebnem jest sztuczne zapłodnienie; bardzo małe nawet ilości nasienia dostateczne są do zapłodnienia, gdy tylko zawierają jeszcze ciałka nasienne (SPALLANZANI). Połączenie ciała męskiego z żeńskiem, które koniecznem jest w pierwszych z wymienionych wypadków, nazywa się spółkowaniem. U większej części zwierząt odbywa się ono w pewnych regularnych czasach, w których z obydwu stron materiał do rozrodzenia dostatecznie jest przygotowany. W związku ze stanem przyrządów wytwarzających zarodki obudza się w tym czasie (czas parzenia) w obydwóch płciach pociąg do spółkowania, „popęd płciowy“. Prawdopodobnie u wszystkich zwierząt spółkowanie połączone jest z wrażeniem lubieżnem.

Istota zapłodnienia nie jest jeszcze wyjaśniona. Najprawdopodobniej koniecznem jest wszędzie do zapłodnienia wnikanie jednego lub kilku ciałek nasiennych do wnętrza jajka. Przynajmniej na jajkach zapłodnionych rozmaitych zwierząt zauważano w zawartości jajka ciałka nasienne. Wnikanie odbywa się prawdopodobnie albo przez otwór już istniejący (mikropyle), albo przez czynne wdrażenie do



otoczki jajka; ślady jednego i drugiego sposobu spostrzegane były. Po zetknięciu się lub wniknięciu nasienia poczyną się rozwój jajka na zarodek. Ciałka nasienne, które się tam dostały, znikają wkrótce; niewiadomo, co się z nimi dzieje.

### Rozwój jajka zapłodnionego.

Rozwój jajka poczyną się zwykle wytwarzaniem licznych komórek, a to przez ciągłe dzielenie się jajka lub przynajmniej (zob. niżej) komórki w jajku występującej, — jest to t. z. „przewężanie się jajka“. Z wytworzonych komórek powstają przyrządy zarodka w sposób tak różnorodny, że ogólnych zasad odnoszących się do wszystkich zwierząt podać nie można. W pewnych rzędach zwierząt nie całe żółtko bierze udział w przewężaniu, lecz tylko mała część jego zawierająca pęcherzyk zarodkowy (przewężanie częściowe). W takich wypadkach odróżniamy „żółtko twórcze“, t. j. część żółtka przewężającą się, od reszty, która o ile się zdaje tylko pod względem chemicznym udział bierze przy tworzeniu zarodka, a to za pomocą zawartego w nim materiału odżywczego, który zwolna przechodzi do zarodka, czyli t. z. „żółtka odżywczego“; takie rozróżnienie np. koniecznym jest przy jajkach ryb. Zupełnie niesłusznie przyjmują niektórzy i przy jajkach ptaków i gadów łuskowatych żółtko odżywcze nie biorące udziału przy przewężaniu, lecz w każdym razie składające się tu z komórek (? H); substancja ta (przy jajku ptaków całe żółtko z wyjątkiem krążka zarodkowego) nie należy bynajmniej do jajka, lecz jest zawartością torebki jajnika (zob. str. 416 \*).

Rozwój jajka odbywa się w największej liczbie wypadków na zewnątrz ustroju matki, w najrozmaitszych miejscowościach do tego odpowiednich. W wielu razach koniecznym jest dla rozwoju pewien stopień ciepłoty, który po części istnieje w miej-

scowości wybranej do składania jajek, a po części otrzymany zostaje przez ciepło słoneczne, czasem nakoniec ten stopień ciepłoty oddany zostaje z ciepłoty ciała ustroju matki, która ciałem swoim przykrywa jajka („wylęganie“); ciepłota ta może także być sztucznie zastąpioną („sztuczne wylęganie“). Drugim warunkiem rozwoju jest dostęp tlenu. W jajku rozwijającym się odbywają się podobnie jak w ustroju już rozwiniętym sprawy utlenienia, które zużywają tlen, a dostarczają kwasu węglanego. Wymiana gazów z powietrzem zewnętrznym odbywa się przez dziurkowane otoczki jajka. — W wielu wypadkach (wewnętrznego zapłodnienia) odbywa się rozwój wewnątrz ustroju matki, w rozszerzeniu wyprowadzających przyrządów płciowych t. j. w macicy (np. u zwierząt ssących i u człowieka). Obydwa warunki rozwoju są tu najdokładniej wypełnione; ciepłota utrzymywana zostaje przez pozostawanie w ciele matki, które stałą zawsze posiada ciepłotę; oddychanie ma miejsce za pośrednictwem układu naczyniowego zarodka bardzo wcześnie się rozwijającego; w części zarodka przylegającej do ściany macicy powstaje z tego układu zbiór naczyń włoskowatych, których ściany w bezpośrednim są zetknięciu z naczyniami włoskowatymi matki, tu również bardzo rozwiniętymi. Tu zatem w „łożysku“ (placenta) ma miejsce przejście tlenu ze krwi matki do krwi zarodka, a przejście kwasu węglanego w przeciwnym kierunku. Ten sam przyrząd pośredniczy także przejściu substancji odżywczych z ustroju matki do płodu. Gdy rozwój doszedł już do pewnej granicy, natenczas jaje zostaje wydalone przez otwór zewnętrzny części płciowych; sprawa ta zowie się *p o r o d e m*.

### ODMIANY ROZWOJU.

Rozwinięcie się jaja zupełne na ustrój podobny do ustroju matki odbywa się nie zawsze nieprzerwanie. U niektórych zwierząt rozwój zatrzymuje się przez dłuższy czas na pewnym stopniu; na tych stopniach rozwoju przedstawia często ustrój takie same czynności, jak ustrój zupełnie rozwinięty, mianowicie ruchy dowolne, przyjmowanie pokarmów, trawienie i t. p.; stan ten

\*) Twierdzenie autora co do istotnej różnicy pomiędzy jajkami ryb i jajkami ptaków i gadów łuskowatych nie jest uzasadnione; co do ostatnich zob. przypisek na str. 416. H.

zowie się „stanem gąsienicy“; najbardziej znanym przykładem tego jest rozwój czyli przemiany („metamorfozy“) owadów. Nawet rozradzanie ma miejsce w takich stanach gąsienic, mianowicie dzielenie się lub pączkowanie; w takim razie sprawa ta zowie się „z m i a n ą p o k o l e n i a“ (Generationswechsel). Ponieważ gąsienice zwykle posiadają kształt zupełnie odmienny od ustroju rozwiniętego, a życie ich w niczem się nie odróżnia od życia zwierzęcia zupełnie rozwiniętego, dla tego liczne gąsienice opisane były jako oddzielne rodzaje, nim poznano sposób ich powstawania i dalszego rozwoju. Zwłaszcza w wypadkach zmiany pokolenia gąsienice (zwane także „mankami“) przez długi czas uważane były za oddzielne formy, nawet za zwierzęta należące do innej zupełnie klasy lub do innego rzędu, gdyż wszystkie czynności zwierzęcia rozwiniętego a nawet i rozmnażanie u nich się odbywają, a kształt ich zwykle nadzwyczaj się różni od kształtu ostatecznego.

Jako przykład najprostszej formy zmiany pokolenia przytoczyć możemy mszyce (Aphididae); u tych z jajek zapłodnionych powstają na wiosnę młode bezpłciowe, które rodzą żywe do nich podobne; to trwa przez kilka pokoleń, aż na koniec w późnej jesieni urodzone zostają młode samce i samice, które się zapładniają i wyrabiają jajka pozostające przez zimę, na wiosnę rozpoczynają się znowu ten sam szereg. Pokolenia żyworodzące nie mogą być uważane jako samice rozradzające się bez zapłodnienia (parthenogenesis str. 414), gdyż one nigdy zamienić się nie mogą na samice jajonośne końcowych pokoleń (LEUCKART). — Przykład bardziej złożony przedstawiają niektóre wnetrzniaki np. tasiemiec (*Taenia solium*). Tasiemiec żyjący w kiszce człowieka składa się z głowy opatrzonej ssawkami i wieńcem haczyków i z szeregu ogniów, które w bliskości głowy są najmniejsze, dalej zaś stają się dłuższe i szersze. Najmniejsze są zarazem najmłodsze i powstają ciągle przez oddzielanie się (pączkowanie) od szyi. Każde ogniwo uważane być winno za oddzielną istotę i posiada przyrządy płciowe męskie i żeńskie. Po między pojedynczymi ogniwami odbywają się zapłodnienia, tak, że najstarsze (ostatnie) zawierają już jajka zapłodnione rozpoczynające się rozwijać. Ogniwa te („proglottidy“) zostają od czasu do czasu oddzielone i z kałem na zewnątrz wydalone. Prawdopodobnie jajka te, gdy znowu bezpośrednio dostaną się do kiszki człowieka, mogą się rozwinąć na głowy tasiemca i wytwarzać nowe ogniwa\*), to byłoby zmianą pomiędzy dwoma pokoleniami, jedno ro-

\*) Ostatnie przypuszczenie wcale nie jest prawdopodobnym; jeżeli dojrziałe jajko tasiemca dostanie się przypadkiem napowrót do kanału pokarmowego człowieka, a mianowicie do żołądka, to uwalniający się tam zarodek przewędruje do innych części ciała i zamieni się tam samo jak u świni na pęcherzyk (*Cysticercus hominis*).

zwijające się przez pączkowanie, a drugie płciowe. Zwykle jednak sprawa ta odbywa się w ten sposób, że jajka rozwijają się w zwierzętach, do których one się dostają wraz z pokarmami, a zwykle u pewnego tylko rodzaju zwierząt, np. tasiemiec człowieka u świni. Tam powstający zarodek opatrzony haczykami prześwidrowywa się do części dla niego odpowiednich (wątroby, mózgu, mięśni i t. p., np. u świni dostaje się tasiemiec do tkanki podskórnej; — być może, że w drodze tej dostaje się także do krwi, która go przenosi do innego miejsca, gdzie znowu opuszcza naczynie), i rozwija tam pęcherzyk (czysta), do którego on może się wpuklać. W ten sposób powstają z tasiemca węgry (*Cisticercus cellulosae*) u świni, które wraz z mięsem znowu się dostają do kiszki człowieka, tracą tam pęcherzyk (przez strawienie) i wytwarzają ogniwa. Przy innych rodzajach np. wodnicach (*Echinococcus*) u człowieka i t. p. (w wątrobie i nerkach), pochodzących od tasiemca (*Taenia Echinococcus*) żyjącego w kiszce psa, powstają w pęcherzyku bez głowy („*Acephalocystis*“), rozwijającym się z zarodka, liczne małe pęcherzyki z głowami tasiemca, a często w tych powstają nowe pokolenia. Tu zatem z rozradzaniem płciowym wymieniają się dwa różne rodzaje rozradzania bezpłciowego, jeden przez pączkowanie z pęcherza zarodkowego, który przejść może przez kilka pokoleń, drugi przez pączkowanie z głowy tasiemca.

## B. PŁODZENIE U CZŁOWIEKA.

Rozmnażanie się człowieka odbywa się przez rozradzanie płciowe z zapłodnieniem wewnętrznym i rozwojem wewnątrz macicznym. Poród następuje mniej więcej w 280 dni po zapłodnieniu. Zwykle rozwija się jedno tylko jajko, rzadziej dwa, a jeszcze rzadziej trzy lub cztery razem.

Dojrzałość płciowa (pubertas) rozwija się u człowieka zwolna pomiędzy 14 i 18 rokiem życia; powstaje ona nieco wcześniej u kobiety niż u mężczyzny, wcześniej w gorących strefach niż w zimnych. Oprócz rozwoju przyrządów płciowych (i ich okolicznych części np. włosów na wzgórku łonowym) i czynności z temi się łączących (miesięczne odpływy u kobiety, odpływ nasienia u mężczyzny), okazują się w tym czasie i liczne inne zmiany ciała, jako to rozwój gruczołów sutkowych i tkanki tłuszczowej podskórnej u kobiety, zmiana głosu i zarost u mężczyzny. Jednocześnie powstają pewne zmiany umysłowe i powstaje także popęd płciowy.

Możność płodzenia trwa u kobiety do 45 — 50 roku życia; u mężczyzny nie wykazano jeszcze stałej granicy. U kobiety ustanie możności płodzenia (i odpływów miesięcznych, — „invo-

lutio<sup>4)</sup> również połączone jest z pewnymi zmianami ciała, zwłaszcza zaś części płciowych, przy czem jednak nie jesteśmy jeszcze w stanie dokładnie odróżnić stanu chorobliwego od stanu prawidłowego.

#### WYTWARZANIE JAJEK.

Jajko ludzkie (ovulum) stanowi kulkę, której wymiar wynosi 0,18—0,2<sup>mm</sup>. Otoczka zewnętrzna jest dość grubą błoną, jasną i bez żadnego utkania, przedstawia się ona jako jasna obrączka („błona przezroczysta“). Żółtko jest lepkie i ziarniste; w niem zwykle na obwodzie przedstawia się pęcherzyk z ar o d k o w y jako jasny pęcherzyk z ciemną p l a m k ą z a r o d k o w ą. Otworek („mikropyle“ — str. 416) dotąd wykazać się nie dał.

Jajka wytworzone zostają w pęcherzykach jajnika („pęcherzyki GRAAF'A „), które w stanie rozwiniętym są wielkości grochu i umieszczone są w podścielisku jajnika. Otoczka pęcherzyków składa się z pochewki warstwowej złożonej z tkanki łącznej naczyń krwionośnych zawierającej, wewnątrz wysłanej wielowarstwowym nabłonkiem („błona ziarnista“ — membrana granulosa v. germinativa). Nabłonek ten jest w jednym miejscu bardziej skupiony (krążek jajkowy, cumulus v. discus oophorus) i tam umieszczone jest jajko. Wnętrze pęcherzyka wypełnione jest żółtawym płynem białkowanym.

Rozwój jajek i pęcherzyków podług najnowszych poszukiwań (PFLÜGER) odbywa się u zwierząt ssących (i u człowieka) prawdopodobnie w następujący sposób: Nabłonek otrzewnej pokrywającej jajniki wysła miejscami wypustki do wnętrza jajnika, które w następstwie stają się wewnątrz próżne i przedstawiają k a n a l i k i walcowate, rozgałęziające się w jajniku i ślepo zakończone; uważać je można jako kanaliki gruczołowe, podobnie jak otrzewna i blony surowicze w ogólności przedstawiają najprostszą formę gruczołu (zob. str. 99). Komórki nabłonkowe wysielają ścianę kanaliku, zaś na obwodowym końcu jego pozostaje część komórek w samym środku, które z powodu szybkiego wzrostu ich jądra (pęcherzyka zarodkowego) znacznie się powiększają, są to t. z. „jajka pierwotne“. Przy właściwych ruchach substancji twórczej czyli treści komórek (protoplasma) następuje w jajkach pierwotnych dzielenie się pęcherzyka zarodkowego, przy czem w jednej połowie tworzy się nowa plamka zarodkowa. To dzielenie się coraz dalej poste-

puje, tak, że w końcu powstaje szereg pęcherzyków zarodkowych leżących we wspólnej komórce znacznie wydłużonej; na końcu pomiędzy każdymi dwoma pęcherzykami następuje zupełne oddzielenie zawartości komórkowej, tak, że w osi kanalika znajduje się szereg j a j e k, które miejscami jeszcze połączone są ze sobą wspólną błoną. Natenczas w każdym miejscu kanalika, w którym jajko się znajduje, powstaje rozszerzenie t. j. zaczątek pęcherzyka GRAAF'A, i w końcu przez rozdzielenie się dotychczas wspólnej błony kanalika powstaje szereg oddzielnych pęcherzyków GRAAF'A, z których każdy zawiera jedno jajko, czasami więcej. — Nakoniec (SCHRÖN) w jednym miejscu, gdzie komórki nagromadzone są w pęcherzyku, powstaje jamka wypełniona płynem, który dzieli gromadkę komórek na dwie warstwy, jedną przylegającą do ściany pęcherzyka i drugą otaczającą jajko; tylko w jednym miejscu obydwie te warstwy pozostają z sobą w połączeniu. Przez znaczniejsze nagromadzenie się płynu pęcherzyk GRAAF'A powiększa się, warstwa komórek otaczająca jajko tworzy krążek jajkowy, a warstwa przylegająca do ściany pęcherzyka tworzy błonę ziarnistą. — Komórki nabłonkowe pęcherzyka, które zwykle z łatwością oddzielić się dają od jajka, często w jednym miejscu mocniej z nim są połączone; tam znaleźć można komórkę połączoną z drugą komórką leżącą p o d błoną przezroczystą jajka lub w niej samą; połączenie to ma miejsce za pośrednictwem wyrostka przebiegającego błonę przezroczystą. Ta okoliczność służyć może do objaśnienia powstawania otworu (mikropyle) w jajku (PFLÜGER). — Z tego okazuje się, że pęcherzyki są niczem więcej, jak oddzielenymi wyrostkami worka otrzewnej, nabłonek ich jest dalszym ciągiem nabłonka otrzewnej, a jajko przeobrażoną komórką tego nabłonka, — nakoniec że jajnik jest gruczołem rurkowatym zupełnie na podobieństwo jąder.

Z licznych pęcherzyków jajnika w pewnych odstępach czasu jeden lub kilka „dojrzewają“, t. j. skutkiem powiększenia się płynnej zawartości objętość ich powiększa się, powstaje znaczniejsze ciśnienie na ściany, a skutkiem tego pękają. Ponieważ pęcherzyki dojrzewające zawsze zbliżają się do powierzchni jajnika, a przed pęknięciem znajdują się bezpośrednio pod powłoką jajnika złożoną z tkanki łącznej, dla tego wypływająca zawartość wraz z jajkiem otoczonym komórkami krążka jajkowego dostaje się wprost do jamy brzusnej. W skutek tego zaś, że przed pęknięciem pęcherzyka otwór jajowodów przylega do powierzchni jajników w ten sposób, że otacza w kształcie kielicha to miejsce jajnika, w którym się znajduje pęcherzyk dojrzały, zatem dostaje się jajko do jajowodu (z rzadkimi bardzo wyjątkami, które natenczas mogą się stać powodem ciąży brzusznej), a przez ruch migawkowy nabłonka tego przewodu, skierowany

na zewnątrz, \*) jajko przechodzi do macicy. Sprawa uwalniania się jajka połączona jest z krwawieniem naczyń włoskowatych błony śluzowej macicy, które znane jest jako o d p ł y w y m i e s i ę c z n e (menstruatio). Uwalnianie się jajka ma miejsce u kobiety podczas jej życia płciowego co 4 tygodnie, z wyjątkiem czasu ciąży i karmienia; zwykle jedno jajko bywa na raz wydzielone, rzadziej dwa lub więcej razem; — krwawienie trwa zwykle przez kilka dni. U zwierząt ssących uwalnianie się jajek odbywa się rzadziej (raz lub kilka razy na rok) i tu zwykle wydalone zostaje w krótkim czasie kilka jajek; tu również istnieje odpływ krwi z części płciowych. — Pęknięta ściana pęcherzyka, który często zawiera kroplę krwi przeszłej tam przy pęknięciu, ulega szczególnym zmianom. Komórki błony ziarnistej rozmnażają się i wypełniają żółtym tłuszczem, gdy tymczasem sama otoczka coraz trudniej odróżnić się daje od pościeliska jajnika. Tym sposobem powstaje t. z. „ciało żółte“ (corpus luteum), które coraz bardziej się wsuwa do wnętrza jajnika. Po dojściu do pewnej wielkości (zwykle jeszcze przed powstaniem następnego odpływu miesięcznego, gdyż w jajniku znajduje się zwykle jedno tylko ciało żółte), ściąga się ono i tworzy bliznę zawierającą czasem kryształki barwnika (pochodzącego z kropli krwi). Również w miejscu rozdarcia otoczki jajnika powstaje blizna, tak, że powierzchnia jajnika pierwiastkowo gładka staje się coraz bardziej nierówną. Podczas ciąży ciało żółte na ostatku utworzone rozwija się do znacznej wielkości, a dawniej, nim jeszcze poznano, że wytwarzanie jajek odbywa się w pewnych odstępach czasu, nazywano tylko te ciała „prawdziwymi ciałkami żółtymi“ (corpora lutea vera). — Krew wydalona przy odpływie miesięcznym zmieszana jest ze śluzem macicy, szczególnie zaś z nabłonkiem i ciałkami śluzowymi; prawdopodobnie ztąd pochodzi jej większa alkaliczność i niemożność krzepnięcia.

\*) Ruchy robaczkowe jajowodów prawdopodobnie także się przyczyniają do przeprowadzenia jajka do macicy. H.

Sprawy odbywające się przy odpływie miesięcznym są pod wieloma względami bardzo jeszcze ciemne; szczególnie zaś niedostatecznie wyjaśnioną jeszcze jest przyczyna czasowego dojrzewania pęcherzyków GRAAF'A, związek tego z krwawieniem macicy, właściwa droga, jaką obiera pęcherzyk w jajniku przed pęknięciem i potem, szczególnie zaś przybliżanie końca jajowodów do jajnika. — Odkrycie gładkich włókien mięsnych w szczególny sposób umieszczonych w zdwojeniu otrzewnej obejmującej macicę, jajowody i jajniki (ROUGER) wskazuje objaśnienie większej części tych zjawisk. Mają one przybliżyć wolne końce jajowodów do jajników i przez nacisk pni żylnych zastój krwi w przyrządach płciowych; następstwem tego ma być naprężenie naczyń zbudowanych nakształt ciał jamistych (corpora cavernosa, zob. niżej), które w macicy wywołuje krwawienie, zaś w jajniku powiększenie zawartości pęcherzyka GRAAF'A przez przesiąkanie, co w końcu prowadzi do pęknięcia tego pęcherzyka. Dotychczas zdanie to nie zostało jeszcze potwierdzone.

O dalszych zmianach uwolnionych jajek wspomnimy niżej przy opisie zapłodnienia.

#### WYTWARZANIE NASIENIA.

Nasienie człowieka w tym stanie, w jakim wydzielone zostaje, jest płynem bardzo lepkiem, ciągnącym się, białawym, oddziaływa alkalicznie, zapach ma właściwy, na powietrzu staje się rzadszym. Jest on mieszaniną wydzielin gruczołów otwierających się do drogi wyprowadzającej przyrządów płciowych wraz z wydzieliną jąder, która jest alkaliczną lub obojętną, bez zapachu i szybko zasycha. — Nasienie zawiera znaczną ilość ciałek nasiennych, długich mniej więcej na  $0,05^{mm}$ , których ciało podobne jest do migdału, kończącego się delikatnym ogonkiem. Ruchy ich powstają przez wahadłowe lub faliste drgania ogonka, wskutek których ciało przesunięte zostaje w prostym kierunku z szybkością mniej więcej  $0,05 - 0,15^{mm}$  na sekundę, dopóki opór jaki nie zmieni kierunku. Ruch jest najszybszy w nasieniu świeżo wydalonym, a bardzo wolny lub wcale nie istnieje w wydzielinie samych jąder. Trwanie ruchów zależy od wielu okoliczności, w ogólności od tych samych warunków, co ruch migawkowy (str. 234). Najdłużej utrzymuje się on w płynach, których gęstość równą jest gęstości nasienia, zwłaszcza w wydzielinach przewodów wyprowadzających nasienie (wydzielina gruczołu krokowego, gruczołów COWPER'A i t. d.), prawdopodobnie

bnie także w wydzielinach części płciowych kobiecych. W plynach bardzo rozcieńczonych ruch wkrótce ustaje, w wodzie i ślinie natychmiast. Niezależnie od stopnia zgęszczenia niszczą ruch następujące substancje: sole metaliczne, kwasy mineralne, substancje wyskokowe i eteryczne i t. d. Zaś alkalia gryzące mocno rozcieńczone pobudzają ten ruch. Przyczyna ruchu jest zupełnie nieznaną; przypuszczenia nie objaśniające podobne do tych, o których wspomnieliśmy przy ruchach migawkowych, możemy zupełnie tu opuścić, zwłaszcza że obecnie bardzo się zajmują badaniami ruchów utworów drobnowidzowych.

Wytwarzanie nasienia odbywa się w jądrach w ten sposób, że komórki kanalików jąder dostarczają ciałek nasiennych. Podania pod względem powstawania tychże u człowieka nie są jeszcze pewne. Najprawdopodobniej w jednej komórce powstają liczne ciałka nasienne, a mianowicie z owalnych pęcherzyków, podobnych do jąder, (u żaby odróżnić się one dają wyraźnie od właściwego jądra komórki); każdy pęcherzyk na jednym końcu przedłuża się i tworzy ogonek ciałka; w końcu rozpada się komórka, przy czem ciałka uwalniają się; czasami spostrzedz na nich można resztki komórki (KÖLLIKER). Komórki zaś wytwarzające nasienie powstają przez dzielenie z komórek gruczołowych znajdujących się w osi kanalików jąder. Płyn nasienia powstaje przez nieznaną wydzielanie kanalików jąder; możebnem jest, że części składowe właściwe płynu powstają z tych samych komórek, które dostarczają ciałek nasiennych. Ciałka nasienne w kanalikach jąder nie przedstawiają żadnych ruchów lub bardzo słabe tylko. Wytwarzanie nasienia odbywa się zapewne ciągle.

Wytworzone nasienie po przejściu gąbczastych jam ciała HİGHMOR'A i kanalików przyjądrza dostaje się przez przewód nasienny (vas deferens) do pęcherzyków nasiennych, w których ono się nagromadza (? H). Na tej drodze miesza się nasienie z wydzieliną błony śluzowej przewodu nasiennego, która w dolnym końcu zawiera liczne gruczołki gronkowate, jak również z wydzieliną pęcherzyków nasiennych.

Wydalenie nasienia odbywa się albo samodzielnie w połączeniu z lubieżnym wzruszeniem („pollutiones nocturnae“), albo też drogą odruchu przez drażnienie prącia przy spółkowaniu. W stanie prawidłowym zawsze poprzedzać to musi naprężenie prącia, t. j. silne wypełnienie krwią trzech ciał jamistych, przez co prącie zostaje przedłużone, sztywne i przyjmuje kształt pryzmatu

zaokrąglonego; jednocześnie podnosi się ono do góry (z powodu krótkości więzu wieszadłowego—lig. suspensorium penis) i przyjmuje zakrzywienie z wklęsłością obróconą do brzucha. Samo naprężenie nie jest jeszcze dotychczas dostatecznie wyjaśnione. Ciała jamiste tworzą układ jamek łączących się ze sobą, a do których otwierają się najdelikatniejsze rozgałęzienia tętnic przebiegających w przegrodach; z jamek tych powstają znowu żyły. Ponieważ przegrody jamek zawierają gładkie włókna mięsne, a zatem czynnie zmienić mogą objętość ciał jamistych, dla tego oprócz przypuszczenia, że naprężenie powstaje przez zaciśnięcie pni żylnych odprowadzających, możebnem jeszcze są dwa inne przypuszczenia, a mianowicie: 1. że wstrzymuje się odpływ krwi przez częściowe skurczenie gładkich włókien mięsnych; 2. że powiększony zostaje dopływ krwi skutkiem rozkurezu owych mięśni, które w stanie spoczynku prącia ciągle są skurczone (KÖLLIKER). Ostateczne rozstrzygnięcie tej kwestyi nie jest jeszcze możebnem, gdyż pod względem wpływu nerwów na naprężenie nie posiadamy żadnych spostrzeżeń, wyjąwszy tylko, że u konia po przecięciu nerwów grzbietowych prącia (nervi dorsales penis) naprężenie już więcej nie powstaje (HAUSMANN i GUENTHER), i że drażnienie pewnych włókien odchodzących u psa ze splotu kulszowego do splotu podbrzusznego („nn. erigentes“) wywołuje naprężenie prącia (ECKHARD); obwodowe jednak zakończenie tych nerwów nie jest znane. W ostatnich czasach przyjmowano, że obok rozszerzenia przestrzeni jamistych ma miejsce nacisk żył odprowadzających: a. przez mięsień poprzeczny krocza (musculus transversus perinaei), przez który przechodzą żyły wewnętrzne (venae profundae, HENLE); b. przez przegrody (trabeculae) złożone z gładkich włókien mięsnych, które wystają do światła żył splotu Santorini'ego (LANGER); c. przez to, że żyły wewnętrzne same przechodzą przez ciała jamiste (LANGER).

Tętnice prowadzące krew do ciał jamistych, t. z. tętnice wężykowate (arteriae helicinae — v. Mülleri), mają przebieg bardzo kręty, skutkiem czego możebnem jest znaczne powiększenie objętości prącia bez rozciągania tętnic.

## SPÓŁKOWANIE.

Naprężenie prącia powstaje przy każdym pobudzeniu pędu płciowego, poprzedza ono zwykle wydalenie nasienia. Wydalenie to jednak następuje po mechanicznym drażnieniu naprężonego prącia, co ma miejsce przy spółkowaniu przez tarcie prącia o nierówne ściany pochwy. Powstaje ono więc drogą o d r u c h u.

Wypróżnienie nasienia z jego zbiorników do cewki moczowej odbywa się prawdopodobnie przez robaczkowe skurczenie przewodów i pęcherzyków nasiennych, wydalenie zaś z cewki moczowej ma miejsce przez rytmiczne skurczenie mięśni (mm. bulbocavernosi et ischiocavernosi). Droga do pęcherza moczowego zamknięta jest przez naprężenie grzebienia cewki (caput gallinaginis), który zarazem wstrzymuje wydalenie moczu podczas naprężenia. Do wydzielającego się nasienia domieszana zostaje wydzielina gruczołu krokowego i gruczołów COWPER'A (zob. niżej). Podobnież i w częściach płciowych niewieścich powstają przy spółkowaniu wskutek drażnienia czuciowego pewne odruchy, które prawdopodobnie głównie ułatwiają przyjmowanie nasienia do wewnętrznych części płciowych. Pomiędzy temi przytaczają: ustawienie się macicy prostopadle (może skutkiem naprężenia jęj, — ROUGER) i prawdopodobnie ruchy robaczkowe macicy i jajowodów w kierunku do jajnika, które przynajmniej u zwierząt spostrzegane były. Ruchy te objaśniłyby, jak pewna część nasienia pomimo ruchu migawkowego mającego przeciwny kierunek zostaje przeprowadzoną do jajnika; nie zdaje się być prawdopodobnem, iżby ruchy samych ciałek nasiennych wystarczały do przeprowadzenia ich aż do tego miejsca. Po wydaleniu nasienia ustaje bardzo szybko naprężenie prącia i wzruszenie umysłowe i fizyczne, u mężczyzny ustaje to prędzej niż u kobiety; w obudwu płciach następuje potem znużenie trwające przez dłuższy czas.

## ZAPŁODNIENIE.

Miejsce zetknięcia się jajka z nasieniem nie jest jeszcze dokładnie znane, najprawdopodobniej odbywa się to na samym jaj-

niku lub w bliskości jego w jajowodach, gdyż często znaleźć można u zwierząt ssących po spółkowaniu powierzchnię jajników pokrytą ciałkami nasiennymi (BISCHOFF); tym sposobem też objaśnić się dają cięższe jajnikowe i brzuszne, czasami się zdarzające. Bardzo ściśle z tem połączoną jest i ta kwestya, czy przy spółkowaniu ma miejsce uwalnianie się jajka podobnie jak przy miesiącze, lub też przy spółkowaniach płodnych te tylko jajka zapłodnione zostają, które się uwalniają przez odpływ miesięczny poprzedni lub następny. Za tem ostatnim przemawia podobieństwo do sprawy zapłodnienia u zwierząt ssących, które tylko podczas parzenia się zapłodnione być mogą. Ponieważ więc kobieta w każdym czasie zapłodnioną być może, to skoro spółkowanie bezpośrednio spowodować nie może uwolnienia się jajka, przyjąć należy, albo że istniejące jeszcze jajko ostatniej miesiączki zapłodnione zostaje, lub że nasienie utrzymuje się aż do następnego uwolnienia się jajka w stanie zdolnym do zapłodnienia w częściach płciowych kobiecych, a może na samym jajniku. Rozstrzygnięcie tego nie jest jeszcze możebne.

O sprawie zapładniania, jak również o pierwszych stanach rozwoju u człowieka nie posiadamy bezpośrednich spostrzeżeń. Musimy więc tu opierać się na podobieństwie tych spraw do objawów, jakie zbadano u zwierząt ssących, co też rzeczywiście zastosowaliśmy przy całym prawie dalszym opisie rozwoju płodu. Zapłodnione jajka człowieka, jakie otrzymujemy przy poronieniach lub po śmierci matki, pochodzą już z późniejszych stanów rozwoju.

Jajko zapłodnione prawdopodobnie przez ruch migawkowy błony śluzowej (i ruch robaczkowy ? H) jajowodów dostaje się do macicy, a na jęj błonie śluzowej osadza się. Zawsze znajdujemy je pokryte błoną śluzową macicy. O ile się zdaje odbywa się sprawa ta w ten sposób, że sąsiednie części błony śluzowej w skutek silnego bujania wyrastają po nad jajkiem, i ta część przerosła (błona doczesna zagięta, — membrana decidua reflexa) powiększa się wraz z jajkiem. Według innego zdania dostaje się jajko za błonę śluzową macicy (błona doczesna prawdziwa, — membrana decidua vera), (według FUNKE'go wnika jajko do gru-

czołu błony śluzowej macicy i przebija dno gruczołu, co rzeczywiście wykazano u świnki morskiej \*) i wypukła ją ku przodowi jako błonę doczesną zagiętą. Następnie po rozwinięciu się naczyń zarodkowych powstaje ściśle połączenie tych ostatnich z naczyniami błony śluzowej macicy (łożysko — placenta). — Znaczne rozwinięcie się jednego ciała żółtego (t. z. prawdziwego zob. str. 424) podczas ciąży przemawia za tém, że uwalnianie się jajek podczas ciąży jest przerwane. Ta przerwa trwa dalej przez cały czas karmienia, czego dowodem jest brak odpływów miesięcznych, a więcej jeszcze brak świeżych ciał żółtych podczas karmienia.

## C. ROZWÓJ JAJKA U CZŁOWIEKA.

### PRZEWĘŻANIE SIĘ JAJKA.

Pierwszą sprawą rozwoju jajka jest p r z e w ę ż a n i e się jego. Rozpoczyna się ono u zwierząt ssących już w kilka godzin po zetknięciu się nasienia z jajkiem (po wnikięciu ciałek nasiennych do żółtka), tak, że jajko dochodzi do macicy już w dalszym stopniu rozwoju. O ile niewątpliwem jest znaczenie przewężania, o tyle różnemi są zdania pod względem szczegółów tej sprawy. Przewężanie w istocie polega na ciągłym dzieleniu się komórek, przy którym każda komórka kulista rozpada się na dwie półkule. Wątpliwem jednak jest najprzód powstawanie pierwszej komórki, a powtórnie sposób dzielenia się komórek. Przewężanie bowiem poczyna się usuwaniem się żółtka od błony przezroczystej i znikaniem pęcherzyka zarodkowego, w miejsce którego wkrótce powstaje nowe jądro komórkowe również pęcherzykowane. Ci, którzy przypuszczają obecność błony żółtkowej, utrzymują, że ta również się oddziela od błony przezroczystej, tak, że pierwsza komórka przewężna i wszystkie następne oto-

\*) Dokładne poszukiwania wykazały, że u wszystkich zwierząt ssących, (a zatem prawdopodobnie także i u człowieka), błona doczesna zagięta powstaje podług pierwszego powyżej przytoczonego sposobu. Spostrzeżenia mające dowodzić wnikania jajka do gruczołów błony śluzowej są mylne.

czone są błoną komórkową. Inni zaś, którzy zaprzeczają istnieniu błony żółtkowej, uważają pierwszą komórkę przewężną i wszystkie następne jako pozbawione błony. Samo przewężanie uważają ci ostatni za rozpad kul żółtkowych, w których poprzednio powstało dzielenie się jądra lub powstawanie dwóch nowych jąder po zniknięciu pierwotnego. Dzielenie się komórek mających posiadać błony w rozmaity sposób uważane jest: w komórce rozpada się zawartość na dwie części, na około których nowe błony się tworzą; te komórki nowoutworzone uwolnione zostają przez zniknięcie błony komórki pierwotnej i dopiero wtedy otrzymują swoje jądra (REICHERT); — lub: błona komórki pierwotnej przewęża się wzdłuż równika coraz bardziej aż do zupełnego rozdzielenia się razem z żółtkiem (REMAK). — Przewężanie nadzwyczaj szybko postępuje (u człowieka czas trwania nie jest znany, u królika kilka dni, u psa przeszło 8 dni) i dostarcza w końcu znaczną ilość małych komórek kulistych, mocno światło załamujących, które w połączeniu podobne są do morwy.

Podczas przewężania traci jajko w jajowodach krążek jajkowy (str. 423) i otacza się albo jak jajko królika otoczkami dodatkowemi, albo też błona przezroczysta otrzymuje potem w macicy (np. u człowieka) pierwszy związek kosmków promienisto ułożonych \*), które się rozgałęziają i tworzą gęstą otoczkę na około jajka; błona przezroczysta otrzymuje wtedy nazwę k o s m ó w k i (chorion).

### ZAWIĄZEK PŁODU.

Zużycie komórek powstałych przez przewężanie się jajka na rozwój płodu rozpoczyna się odkładaniem większej ich części na ścianie błony przezroczystej dla utworzenia zamkniętej błony (blastoderma, błona otoczna — REICHERT), czyli p ę c h e r z a z a r o d k o w e g o (vésicule blastodermique — C o s t e). W je-

\*) Według Reichert'a błona przezroczysta zupełnie znika, a kosmówka, stanowiąca wtedy jedyną powłokę jajka czyli pierwszą otoczkę zarodkową, powstaje z błony otocznej (zob. niżej). Błona przezroczysta zdaje się dla tego ginąć, że po ukończeniu sprawy przewężania jajko przez nabieranie od zewnątrz płynu znacznie się powiększa i zamienia się na pęcherz zarodkowy (zob. niżej), przyczem pierwotna błona jajka pęka i odpada.

dnem miejscu tego pęcherza nagromadza się większa ilość komórek które przeznaczone są bezpośrednio do rozwoju płodu, jest to t. z. krążek zarodkowy (tache embryonnaire — discus proli-gerus). Jama powstała przez odkładanie się komórek na ścianie błony zarodkowej, jak również przez powiększenie się samego jajka, wypełniona jest płynem, a przy jajkach zawierających żółtko odżywcze (str. 418) wypełniona jest tem żółtkiem.

W celu łatwiejszego zrozumienia rozwoju płodu wystawić sobie musimy ciało rozwinięte w sposób nieco różny od opisu przyjętego zwykle w anatomii. Wyobrażając sobie zwierzę ssące z krótkim przewodem pokarmowym prosto wyciągniętym i nie zważając wcale na wszelkie gruczołowe trzewia w niem zawarte, to uważać możemy całe ciało jako kanał, którego światłem jest światło przewodu pokarmowego, a ściana jego złożona jest z wielu warstw współśrodkowych, mianowicie licząc od wewnątrz ku zewnątrz: z błony śluzowej przewodu pokarmowego, błony mięsnej i błony surowiczkiej tego przewodu, błony surowiczkiej ciała (listek ścienny otrzewnej), warstwy mięśni ciała wraz z kośćmi i ze skóry. Wszystkie te warstwy są ze sobą zrosnięte, tylko pomiędzy błoną surowiczą przewodu pokarmowego i błoną surowiczą ciała (pomiędzy listkiem trzewiowym i ściennym otrzewnej) nie ma zrosnięcia, wyjąwszy kreskę znajdujących się na tylnej linii środkowej, lecz za to znajduje się tu jama oplucno-otrzewiowa, która jednak jest próżną, a ściany jej zupełnie stykają się ze sobą. Cały kanał jest zupełnie symetryczny, kończyny uważane być mogą jako pełne wyrostki zewnętrznej ściany kanału.

Powstawanie tego kanału jest następujące: Ściana jego powstaje jako płaskie zgrubienie pęcherza zarodkowego nasamprzód utworzonego i otaczającego całe jajko; — jest to krążek zarodkowy; miejsce to zgrubiałe rozdziela się powoli na rozmaite listki odpowiadające warstwom ściany. Światło zaś (światło przewodu pokarmowego, zob. wyżej) jest częścią światła pęcherza zarodkowego, która w ten sposób od reszty się oddziela, że część zgrubiała pęcherza zarodkowego, która staje się potem ścianą płodu, odwęża się od reszty („części obwodowej“) pęche-

rza w kształcie podłużnego kanału. Odwężona reszta pęcherza zarodkowego zwie się wtedy pęcherzem pępkowym (przy jajkach zawierających żółtko odżywcze zwie się: workiem żółtkowym), a otwór łączący światło płodu (światło przewodu pokarmowego) ze światłem pęcherza pępkowego, który to otwór coraz bardziej się zwęża i w końcu w kształcie przewodu się wyciąga, nazywa się przewodem pępojelitowym (ductus omphalo-entericus). Samo zaś zdwojenie ściany powstałe przez odwężenie się pęcherza, które potem zamienia się na obrączkę, zwie się pępkim. Ponieważ zgrubienie i rozdzielenie się na warstwy pęcherza zarodkowego nie ogranicza się tylko na część odwężającą się, ale rozprzestrzenia się także na część obwodową pęcherza zarodkowego, dla tego ściana pępka również się składa z kilku warstw odpowiednich warstwom zarodka.

Tworzenie się warstw w krążku zarodkowym czyli w ścianie zarodka, które następuje po większej części jeszcze przed rozpoczęciem się odwężania, opisywane bywa rozmaicie. Głównie przeprowadzimy tu jeden pogląd (REMAK'a), o innych zaś wspomnimy przy danej okoliczności. W płaskim zgrubieniu pęcherza zarodkowego, z początku owalnem, następnie po bokach zakłesającym się, powstają trzy warstwy t. z. listki zarodkowe. Zewnętrzny czyli górny listek zmysłowy jest zawiązkiem nabłonka skóry z jego dodatkami, t. j. z gruczołami, i zawiązkiem układu ośrodków nerwowych (mózgowia i rdzenia kręgowego) z jego wyrostkami, to jest przyrządami zmysłowemi. Układ ośrodków nerwowych powstaje ze środkowej (osiowej) części tego listka, który się nazywa listkiem rdzeniowym, nabłonek zaś powstaje z części obwodowej zwaną listkiem rogowym. — Wewnętrzny (dolny) listek zarodkowy jest listkiem gruczołowym przewodu pokarmowego, to jest zawiązkiem nabłonka tego przewodu i jego przedłużeń, mianowicie komórek gruczołowych i nabłonkowych, które należą do gruczołów otwierających się do przewodu pokarmowego. — Pomiędzy temi dwoma listkami leży środkowy czyli listek ruchowy, z którego tworzą się wszystkie inne części ciała złożone z substancji łącznej, mięśni, naczyń i nerwów. Ten listek



dzieli się wcześniej na dwie warstwy, zewnętrzna tworzy ścianę tułowia, wewnętrzna (warstwa włóknista przewodu pokarmowego) tworzy ścianę przewodu pokarmowego z wyjątkiem nabłonka; przestrzeń powstała przez to rozdzielenie stanowi wspomnioną już powyżej jamę opłucnootrzewiową. Przez to, że w linii środkowej rozdzielenie nie ma miejsca, utrzymuje się tu zrośnięcie pomiędzy ścianą tułowia i ścianą przewodu pokarmowego, j. t. związek kretek i niektórych przyrządów (zobacz niżej fig. II, III, IV).

#### ROZWÓJ ODBYWAJĄCY SIĘ W KRAŻKU ZARODKOWYM.

W każdej z trzech warstw odbywają się, oprócz wspomnianego już odwołania się, jeszcze pewne sprawy rozwoju, które są podstawą późniejszego ich stanu. Najważniejsze z tych są: 1. w zewnętrznym listku zarodkowym oddzielenie się listka rdzeniowego od rogowego i przemiana pierwszego na kanał; — 2 w średnim listku rozwijanie się kości, poczynające się utworzeniem kręgów, wspomniane już powyżej rozdzielenie się tego listka i utworzenie układu naczyniowego; — 3. w wewnętrznym listku wzrastanie przedłużeń nabłonka do ściany przewodu pokarmowego, przez co ściana ta wypukloną zostaje tworząc wystające do jamy tułowia związki gruczołów.

1. Najwcześniej objawia się sprawa z początku wymieniona. Listek rdzeniowy otrzymuje na linii środkowej zagłębienie podłużne, a utworzone przez to obydwie boczne połowy podnoszą się i zbliżają do siebie, przyczem blaszki listka rogowego z boków do nich przyczepione ze sobą się zchodzą, tworząc nad nimi powłokę. Przyczyną tej sprawy jest wyrastanie wyrostków średniego listka, które usiłują wniknąć pomiędzy podnoszącymi się listkami rdzeniowymi i listkiem rogowym. W końcu zamykają się listki rdzeniowe tworząc kanał rdzeniowy, a blaszki listka rogowego, przyczepione tam jeszcze, zostają nakoniec zupełnie oddzielone od kanału rdzeniowego w skutek połączenia się obustronnych wyrostków średniego listka, tak, że kanał rdzeniowy natenczas zupełnie obrośnięty jest przedłużeniem średniego listka. Obrośnięcie

to tworzy kanał kręgowy, mianowicie na grzbiecie tworzy późniejsze łuki kręgowe, wraz z mięśniami, więzami i skórą grzbietu, a ta ostatnia pokryta zostaje listkiem rogowym (naskórek); — na przednim końcu (głowa) tworzy czaszkę. Kanał rdzeniowy zamienia się na rdzeń i mózg, jego światło staje się kanałem środkowym rdzenia kręgowego z jego przedłużeniami t. j. z komórkami mózgowymi (zob. fig. II, III, IV).

2. Jednocześnie rozpoczynające się sprawy rozwoju w średnim listku zarodkowym tyczą się nasamprzód układu kręgów. Ośrodkiem ich jest pręga przebiegająca w linii środkowej i bardzo wcześniej już ukazująca się, t. j. struna grzbietowa (chorda dorsalis). Z obudwu stron tejże okazują się dwie blaszki podłużne t. z. blaszki kręgów pierwotnych, które przez linie poprzeczne dzielą się na pewną liczbę kręgów pierwotnych. Reszta średniego listka zarodkowego, o ile takowy należy do krążka zarodkowego, tworzy blaszki boczne. Przeznaczenie kręgów pierwotnych jest następujące: Wysyłają one ku strunie grzbietowej „wyrostki łuków kręgowych“, o wpływie których na utworzenie kanału dla przyrządu mózgodzeniowego i ostateczne połączenie pomiędzy tymi oddzielnymi listkiem rogowym wspomnieliśmy już powyżej. Ku wewnątrz zaś obrastają one strunę grzbietową (zob. fig. II i n.). Substancja ich zamienia się na rozliczne twory, mianowicie na stos kręgowy z jego wypustkami t. j. żebrami, na mięśnie tu należące, na nerwy rdzeniowe i skórę grzbietu. Trzony kręgów powstają z części otaczającej strunę grzbietową, a to w ten sposób, że w środkowym przecięciu poprzecznym każdego kręgu pierwotnego powstaje chrząstka międzykręgowa, a z dwóch graniczących ze sobą połówek dwóch kręgów pierwotnych powstaje jeden stały trzon kręgowy.

W blaszkach bocznych odbywa się wspomniane już powyżej rozdzielenie się ściany zarodkowej na dwie warstwy, na wewnętrzną warstwę włóknistą przewodu pokarmowego i na zewnętrzną warstwę trzewiową czyli blaszkę skórną. Miejsce rozdzielenia się tworzy jamę opłucnootrzewiową; wewnętrzne brzegi blaszek bocznych nie-

rozdzielone, zbliżające się do siebie w linii środkowej na stronie brzusznej stosu kręgowego, tworzą blaszki środkowe, to jest związek kręzek, a zarazem pierwotne przyrządy moczopłciowe.

„Nerki pierwotne“ czyli „ciała WOLFFA“ są to dwie rurki przebiegające wzdłuż aorty, a które otwierają się do t. z. „kloaki“ (tylka część kiszki i początek omocznój, zob. niżej). W górnej swej części ciała te opatrzone są z jednej strony szeregiem krótkich ślepo zakończonych rurek, które zawierają kłębki naczyniowe (glomeruli). Przyrządy płciowe składają się z przyrządów tworzących nasienie lub jajka (związek jąder lub jajników) i z kanału przebiegającego wzdłuż przewodu nerek pierwotnych, t. z. przewodu MÜLLER'A, który w górnej części pęcherzykowato jest zakończony, a u dołu zaś otwiera się wraz z przewodem nerek pierwotnych.

Trzecią sprawą odbywającą się w średnim listku zarodkowym jest powstawanie układu naczyniowego. Pierwszy rozwój jego odbywa się w rozdwojonej części średniego listka zarodkowego t. j. w warstwie włóknistej przewodu pokarmowego, a następnie rozprzestrzenia się na zewnątrz w części obwodowej średniego listka jeszcze nie rozdwojonej. Sposób wytwarzania się naczyń i krwi prawdopodobnie polega na tem, że wiązki komórek siatkowato ze sobą się łączące oddzielają się od innych komórek tego listka; obwodowa warstwa komórek w tych wiązках staje się ścianą naczyń, środkowe zaś komórki zamieniają się na ciała krwi początkowo bezbarwne i zawierające jądra. Granica wytwarzania się naczyń przekracza znacznie zdwojenie odwężenia (zob. niżej); rozwój naczyń obejmuje znaczną część pęcherza zarodkowego kolisto ograniczoną, która zowie się polem naczyń (area vasculosa). Pierwsze naczynie, które powstaje na krótko przed ogólnym rozwojem naczyń, znajduje się w warstwie włóknistej przewodu pokarmowego, a mianowicie w jego części przedniej, zamienionej już na kanał skutkiem przewężania się, — naczyniem tem jest serce.

W celu wyjaśnienia położenia serca posłużyć mogą następujące uwagi: Odwężenie kanału tułowia od pęcherza pępkowego dopełnia się wcześniej w części głowowej i ogonowej niż w innych częściach zarodka. Zatem na pewnym stopniu rozwoju odwężająca się ściana zarodkowa przedstawia podobieństwo do trzewika z tyłu nieco odgiętego (zob. niżej fig. 1), którego wolne brzegi zaginając się przechodzą w pozostałą część pęcherza zarodkowego.

Otworem trzewika jest pępek bardzo jeszcze szeroki, przestrzeń wewnętrzna staje się światłem przewodu pokarmowego; wzdłuż linii środkowej na podszwie (na grzbiecie zarodka) przebiega kanał mózgodzeniowy. Ściany trzewika są wszędzie podwójne, wyjąwszy jednego pasa przebiegającego w linii środkowej (kręzki); na przednim końcu trzewika i górnej części przedniej blaszki ściana również jest pojedynczą, tworząc wspólną ścianę ciała i przewodu pokarmowego; górna część przedniej blaszki nierozdwojona zowie się blaszką gardzielową. Z pęcherza zarodkowego dostać się można przez pępek do przedniej części próżni w zarodku zamienionej już na kanał, — część ta, która się zamienia na przednią część kanału pokarmowego, zowie się „zagłębieniem sercowym“ („fovea cardiaca“), — podobnież wnikać można do tylnego zagłębienia nieco płytszego („fovea posterior“). Ściana zagłębienia sercowego obrócona do pęcherza zarodkowego, (wierzchnia część trzewika) stanowiąca dalszy ciąg blaszki gardzielowej, jest tak samo zdwojona, jak hoczne blaszki zarodka (boczne ściany trzewika). Z obydwóch blaszek owę ściany blaszka wewnętrzna tworzy przednią ścianę przedniej części przewodu pokarmowego, blaszka zewnętrzna zaś tworzy część przedniej ściany zarodka znajdującą się powyżej pępka. Przestrzeń pomiędzy temi blaszkami stanowi część jamy opłucnootrzewiowej, znajdującą się przed przewodem pokarmowym (zob. fig. I, V, VIII).

Serce powstaje w przedniej linii środkowej powyżej pępka jako walcowate zgrubienie przedniej ściany, przedniej części przewodu pokarmowego (zob. fig. V, VI), które wkrótce staje się wewnątrz próżne i łączy się z innymi naczyniami. Zgrubienie nie wzrasta ku tyłowi (do jamy przewodu pokarmowego), lecz naprzód do jamy samej ściany. Naczynia łączące się z sercem przebiegają w dwóch kierunkach. Tętnice poczynają się dwoma łukami aorty odchodzącymi od przedniego końca serca, które zaginają się wzdłuż blaszek gardzielowych od zewnątrz ku wewnątrz i ku tyłowi, a z początku oddzielone w dalszym zaś stopniu rozwoju połączone przebiegają wzdłuż struny grzbietowej ku dołowi jako aorta i rozdzielają się na dwie końcowe gałęzie, tętnice biodrowe wspólne (art. iliacae communes). Często zamiast jednego łuku aorty z każdej struny znajduje się ich więcej (trzy), które jednak z każdej strony znowu się łączą tworząc aortę lub korzeń aorty. Z boku odchodzi z tych naczyń cały szereg prostopadle zstępujących tętnic, które na warstwie włóknistej przewodu pokarmowego przebiegają po bokach, nakoniec przekraczają zdwojenie odwężne (otwór pępkowy) i przechodzą na pole naczyniowe, w celu rozgałęzienia się tutaj; naczynia te nazywają się tętnicami pępkokreżkowymi (arteriae omphalo-me-

sentericae). Z tylnego końca serca odchodzą wspólnym krótkim pniem dwa pnie żyłne, które przekraczając blizkie zdwojenie odwężne również się rozgałęziają na polu naczyńniowem, — są to żyły pępkokreżkowe (venae omphalo-mesentericae). Obydwa te rozgałęzienia łączą się ze sobą za pośrednictwem naczynia kolisto otaczającego pole naczyńniowe, jest to zatoka końcowa (sinus terminalis), zob. fig. I. To rozgałęzienie naczyń służy najprawdopodobniej do pierwszego oddychania, jako też do odżywiania płodu za pośrednictwem substancyj zawartych w pęcherzu zarodkowym; rozgałęzienie to zanika tém wcześniej, im mniejszą jest zawartość pęcherza zarodkowego służąca do odżywiania, i zastąpione potem zostaje przez omoczną (allantois) służącą do tych samych celów. Serce natychmiast po powstaniu zaczyna się kurczyć rytmicznie, tak, że w nowopowstałych naczyniach ciałka krwi rozpoczynają już swoje krążenie, które wprawdzie nie jest jeszcze regularne.

3. Z wewnętrznego listka zarodkowego, który najpóźniej zaczyna się rozwijać, utworzone zostają przez wypuklenie przedłużeń wzrastających do warstwy włóknistej przewodu pokarmowego, która należy do średniego listka zarodkowego, tak małe gruczołki przewodu pokarmowego \*), jako też wątroba i trzusteczka, a oprócz tego płuca i (obydwie) nerki. Łatwo pojąć, że wypuklenie wewnętrznego listka zarodkowego tworzyć musi nabłonek gruczołów czyli właściwe komórki gruczołowe, zaś wypuklona warstwa włóknista tworzyć musi otoczkę kanału pokarmowego zawierającą tkankę łączną, naczynia, nerwy i mięśnie (podścielisko gruczołów). Jeżeli wypuklenie tak daleko postępuje, że nawet warstwa włóknista wypukloną zostaje, tak jak to ma miejsce przy wszystkich większych gruczołach, w takim razie wypuklona ściana kiszki wnikać musi do jamy opłucnootrzewiowej, w której rzeczywiście znajdują się wszystkie gruczoły otwierające się do kiszek, (są otoczone otrzewną).

\*) Gruczoły żółtka nie powstają przez wypuklenie, lecz przez to, że na pewnym stopniu rozwoju każda słupkowata komórka nabłonkowa buja i wytwarza gromadę komórek, która potem staje się we środku próżną (REMARK).

Wątroba powstaje przez wypuklenie dwóch wewnątrz próżnych przedłużeń („przewody wątrobowe pierwotne“) z przedniej ściany kiszki, blisko pępka (powyżej niego, a poniżej serca); obydwie rozgałęziają się tworząc pełne, walcowate gałęzie, a najdelikatniejsze gałązki tworzą bardzo złożoną siatkę „krokiek wątroby“ (BEALE), których ścisłe połączenie z naczyniami stanowi miąższ zrazików wątroby; kanaliki wewnątrz próżne stanowią przewody żółciowe; wypuklenie jednego przewodu pierwotnego tworzy pęcherz żółciowy. Wątroba otacza pień żyły pępkokreżkowej (zob. wyżej), która z jej naczyniami tworzy połączenia; jedna żyła kiszki do wątroby otwierająca się, która i nadal pozostaje, tworzy później wraz z tamtymi połączeniami żyłę wrotną. — Naprzeciw wątroby z tylnej ściany kiszki powstaje trzusteczka przez rozgałęzienie i następne wydrążenie wypuklenia z początku pełnego. — Dalsze wypuklenie przedniej ściany kiszki, lecz powyżej serca, które z obydwóch stron wstępuje do jamy opłucno-otrzewiowej, stanowi płuca z ich układem oskrzelowym; wejście zaś do płuc znajduje się w przedniej części kanału pokarmowego (następnie przelyku). — Podobnie przez wypuklenie tylnej części przewodu pokarmowego powstają „nerki stałe“ (o „nerkach pierwotnych“ zob. str. 436), przy których kanaliki moczowe, utworzone z warstwy gruczołowej przewodu pokarmowego, swymi końcami (torebkami) otaczają kłębki powstałe jednocześnie w warstwie włóknistej przewodu pokarmowego, tak, że kłębki zdają się być wpuklone do torebek (zob. str. 117). — Nakoniec wspomnieć jeszcze musimy o „gruczołach odwężonych“, to jest o gruczołach tarczowym i o grasicy; pierwszy powstaje jako pęcherzykowate wypuklenie przedniej ściany przedniej części przewodu pokarmowego, które to wypuklenie odwęża się i przez dalsze odwężanie dzieli się na dwie jamy symetryczne, które ze swej strony nowe odwężające się jamki tworzą; grasica powstaje w podobny sposób (zob. niżej). — Śledziona; gruczoły limfatyczne, torebki limfatyczne i przynercza powstają ze średniego listka zarodkowego, śledziona powstaje ze środkowej części tego listka (z blaszek środkowych).

#### SPRAWY ROZWOJU NA OBWODZIE PŁODU.

Jednocześnie z opisanym powyżej rozwojem, odbywającym się w krążku zarodkowym, mają miejsce inne sprawy rozwoju w obwodowej części pęcherza zarodkowego, których znaczenie zdaje się być to, że one ułatwiają wszechstronne rozwinięcie się zarodka przez umieszczenie jego w płynie (w wodzie płodowej zawartej w owodnej) i przez ułatwienie sprawy przesiąkania pomiędzy krwią płodu i krwią matki, skutkiem czego możebnem się staje oddychanie i odżywianie płodu (za pomocą omocnej).

1. Powstawanie owodnej (amnion). Wyżej już wspomnieliśmy, że rozdzielenie się krążka zarodkowego na listki

przekracza zdwojenie odwężne (otwór pępkowy) i rozprzestrzenia się na część obwodową pęcherza zarodkowego (na pęcherz pępkowy), podobnie i rozdzielenie się średniego listka zarodkowego na blaszkę zewnętrzną i warstwę włóknistą przewodu pokarmowego. Te ostatnie rozdzielenie się nie rozszerza się na cały pęcherz zarodkowy, lecz tak daleko tylko, jak daleko sięga pole nacyniowe. Tu kończy się blaszka zewnętrzna, tak, że w tym miejscu po przebicciu listka rogowego dojść możemy do odstepu pomiędzy dwiema warstwami średniego listka zarodkowego i na koniec do jamy opłucnootrzewiowej. Dalszy ciąg owej blaszki oddziela się na obwodzie od pęcherza zarodkowego, wolne jej brzegi unoszą się w górę posuwając przed sobą listek rogowy, otaczają ze wszystkich stron płód i zamykają się nareszcie w kształcie worka na około płodu odwężając pewną część górnego listka zarodkowego t. j. listka rogowego, który wyściela wewnętrzną powierzchnię worka t. j. owodnej (zob. IV, VII, VIII). Owodna wypełniona jest płynem surowicznym, którym płód ze wszech stron jest otoczony; płyn ten zawiera oprócz zwykłych części składowych przesięków, jeszcze wydzieliny skórne i azotowe wyroby utlenienia, prawdopodobnie przeszłe tu przez przesiękanie z omocznąj.

2. **Powstawanie omocznej (allantois).** W okolicy zdwojenia odwężnego przy końcu ogonowym płodu powstają dwie gromady komórek, które wyrastają z zewnętrznej warstwy średniego listka zarodkowego (z blaszki skórnej str. 435) i wkrótce ze sobą się łączą. Do tego wyrostka, który ściśle przylega do warstwy włóknistej przewodu pokarmowego, wrasta wypuklenie tylnej części przewodu pokarmowego, tak, że zamieniony zostaje na pęcherz; pęcherz ten czyli omoczna wyrasta z płodu pomiędzy blaszką skórną i warstwą włóknistą przewodu pokarmowego (przez „pępek skórny“ zob. niżej) i rozpościera się w ten sposób pomiędzy owodną i pęcherzem zarodkowym; bujając coraz dalej (zob. fig. VIII) otacza ona owodną i rozpościera się do wewnętrznej ściany kosmówki, do której ona na większej lub mniejszej przestrzeni przylega. Połączenie pomiędzy tylną częścią kiszek i omoczną stanowi kloakę, do której

otwierają się nerki pierwotne i przewody MÜLLER'A (str. 486); część omocznej zwięzająca się, która przechodzi przez pępek skórny, zowie się moczowniciem (urachus). Omoczna opatrzona jest wielu naczyniami. Tętnice jej t. j. tętnice pępkowe (artt. umbilicales) pochodzą z tętnic biodrowych wspólnych; prowadzą one do znacznie rozwiniętego układu naczyń włoskowatych, którego pętlice wrastają do strzępków kosmówki; żyły jej łączą się i tworzą jedną żyłę pępkową, która znów wstępując do płodu otwiera się do żyły pępkokrezkowej i tym sposobem łączy się z naczyniami wątroby (jak żyła wrotna); jedną gałąź odsyła ona bezpośrednio do żyły głównej dolnej (przewód żylny Arantiusz'a). Strzępy kosmówki bardzo rozwinięte, zawierające naczynia omocznej, ściśle wrastają do błony śluzowej macicy, w której w odpowiednim miejscu również rozwijają się pętlice naczyń włoskowatych znacznej wielkości. Obydwa razem tworzą łożysko (placenta), w którym odbywa się przesiękanie pomiędzy krwią płodu i krwią matki, służące do oddychania i odżywiania; krew żyły pępkowej musi zatem być jaśniejsza niż krew tętnic pępkowych, tak samo, jak później się zachowuje krew w żyłach płucnych i w tętnicy płucnej. Pęcherz pępkowy wraz z polem nacyniowym traci teraz swoje znaczenie i ściąga się wraz z naczyniami i przewodem pępojelitowym (ductus omphalo-entericus) tworząc cienki sznurek. Płyn zawarty w omocznej jest przesiękiem, do którego domieszana jest wydzielina nerek pierwotnych; zawiera on zatem azotowe wyroby utlenienia.

#### UKOŃCZENIE SIĘ ROZWOJU PŁODU \*).

Gdy odwężanie się płodu od pęcherza zarodkowego zupełnie jest ukończone, wtedy pępek składa się z dwóch współrodkowych kanałów: wewnętrzny czyli pępek kiszkowy

\*) Sprawy rozwoju nie są tu przytoczone podług ich czasowego przebiegu, a to głównie w celu łatwiejszego zrozumienia. Czasowy przebieg rozwoju jaja człowieka zresztą nie jest dokładnie znany w początkowych stanach.

(przewód pepojelitowy) łączy ścianę kanału pokarmowego z pęcherzem żółtkowym; zewnętrzny, krótszy pępek skórnym łączy ścianę brzuszną płodu z owodną. Pomiędzy obydwoma zostaje przestrzeń obrączkowa, która prowadzi do jamy opłucno-trzewiowej i przez którą moczownik występuje (str. 440).

Sama sprawa odweżania przyczynia się do utworzenia przewodu pokarmowego ze wszech stron zamkniętego, który z kanałem tułowia jest zrośnięty (zob. str. 436) w tylnej linii środkowej (krezki) i w całym górnym końcu (blaszka gardzielowa). Przedni i tylny otwór przewodu pokarmowego powstaje w następujący sposób: W blaszce gardzielowej powstaje z przodu w samym środku pod przednią częścią mózgowia wpuklenie, do którego także listek rogowy się zapuszcza; wpuklenie to staje się coraz głębsze i w końcu powstaje szpara otwierająca się do górnego końca przewodu pokarmowego (przełyku). Wpuklenie to jest początkiem jamy ustnej i nosowej. Dalej tworzą się na bocznych częściach blaszki gardzielowej po trzy z każdej strony rynienkowate wypuklenia wewnętrzne listka idące od przodu ku tyłowi, które przebijają blaszkę gardzielową i tym sposobem tworzą trzy szpary gardzielowe, a potem czwartą, przez odkładanie się na zewnątrz listka wewnętrznego, tak jak błona śluzowa odkłada się na wargach. Pomiędzy każdymi dwoma szparami gardzielowymi powstaje łuk gardzielowy (łuki trzewiowe, skrzelowe), a mianowicie są one tak umieszczone, że na stronie ich wewnętrznej przy każdym przebiega jeden łuk aorty od przodu ku tyłowi. Wzdłuż łuków gardzielowych wyrastają zgrubienia od tyłu ku przodowi, które nareszcie się łączą. Przestrzeń pomiędzy czaszką i pierwszym łukiem gardzielowym zajęta zostaje przez jamę ustną i nosową, pierwsza para łuków trzewiowych zamienia się na dolną szczękę i na sąsiednie części czaszki; przez to, że łuki te wysyłają do przestrzeni jamy ustnej i nosowej dwie gałęzie wzrastające ku sobie, które następnie zamieniają się na górną szczękę i podniebienie twarde, powstaje oddzielenie jamy nosowej od jamy ustnej, (jeżeli zrośnięcie tych wyrostków nie jest zupełne, to powstaje t. z. warga zajęcza, wilcza paszcza i t. d.).

Reszta szpar gardzielowych znowu się zrasta, łuki gardzielowe tworzą kość gnykową, część chrząstek krtaniowych, skórę szyi i t. d. Język powstaje jako wyrostek na wewnętrznej stronie dolnej szczęki. Tylny otwór przewodu pokarmowego powstaje tym sposobem, że kloaka (str. 440), czyli wspólny koniec przewodu pokarmowego i omocznój, otwiera się do zagłębienia, które od zewnątrz się tworzy. Wspólny ten otwór rozdzielony potem zostaje na oddzielny otwór dla kiszek (otwór stoleowy) i oddzielny dla omocznój, a to przez wyrastanie przegrody t. j. międzykroczka, (utworzonego przez wyrastanie ściany rozdzielającej pomiędzy kiszka i omoczną). O dalszem przeznaczeniu omocznój zob. niżej.

Ze szpar gardzielowych zrasta się pierwsza zostawiając mały otwór, j. t. początek zewnętrznego przewodu słuchowego. Druga, trzecia i czwarta zstają się zupełnie. Ponieważ łuki aorty oddalają się od wewnętrznej strony łuków gardzielowych i przez to zabierają ze sobą od zewnątrz warstwę gruczołową przewodu pokarmowego, dla tego trzecia i czwarta szpara więcej się zagłębiają; wskutek następnego zamknięcia się tego zagłębienia od zewnątrz i odweżania się na wewnątrz od przewodu pokarmowego tworzy ta część warstwy gruczołowej z każdej strony dwa worki zamknięte, które przez dalsze wypuklenie i następne połączenie się zamieniają się na grasicę.

Z pomiędzy innych spraw rozwoju wspomnieć tu jeszcze musimy o następujących:

1. Kanał rdzeniowy (str. 434), którego światło coraz bardziej się zwęża przez zgrubienie ścian, przedstawia bardzo weześnie już na pęcherzykowatym końcu mózgowym dwa rowki poprzeczne, skutkiem czego powstają trzy pęcherzyki mózgowy. Każdy pęcherzyk wysyła z każdej strony wyrostek pęcherzykowaty, który następnie otrzymuje szypułkę; są to zawiązki trzech wyższych przyrządów zmysłowych wraz z ich nerwami, (pierwszy nerw węchowy, drugi wzrokowy, trzeci słuchowy); pęcherzyki są zawiązkiem obwodowego rozgałęzienia nerwów. — Do pęcherzyka ocznego, który bezpośrednio pod skórą się znajduje, wpukła się od przodu skóra w kształcie pęcherzyka, który następnie się odweża i tworzy (wewnątrz pęcherzyka ocznego) soczewkę wraz z jej torebką. Pęcherzyk oczny w ten sposób wpuklony zamienia się na półkulę przez to, że przednia połowa

jego ściany (siatkówka) przylega do tylnej połowy ściany (naczyniówki). Pomiędzy soczewką i siatkówką powstaje wtedy ciało szkliste, a przez okładanie się średniego listka zarodkowego na około powstaje błona biała, która zrasta się z pokrywającą ją częścią skóry (rogówka). — Trzy pęcherzyki mózgowe przedstawiają (kolejno licząc od przodu): trzecią komórkę mózgową, jamę wzgórków czworaczych (aquaeductus Sylvii) i czwartą komórkę. Pierwszy wysyła z każdej strony nowy pęcherzyk, którego jama przedstawia komórkę boczną (pierwszą i drugą); połączenia ich z pierwotnym pęcherzykiem mózgowym stanowią otwory MONRO' a; ściana pęcherzyków przedstawia półkule mózgowe; te pęcherzyki boczne rozwijają się u człowieka bardziej niż wszystkie inne. W podobny sposób wysyła trzeci pęcherzyk obydwie pęcherzyki mózgu. Pomiędzy pierwszym i drugim pęcherzykiem powstaje już wczesnie wyraźne zagięcie, tak, że pierwszy zagina się na przednią stronę płodu. Zwoje (wzgórek wzrokowy i t. d.) powstają jako zgrubienia ścian pęcherzyków.

2. Przewód pokarmowy tworzy z początku prosty kanał, tylko we środku, gdzie krezki są najdłuższe, nieco zgięty (zob. fig. VIII). W nim tworzy się w okolicy wątroby znaczne rozszerzenie, zawiązek żołądka, który następnie przez obrócenie się przyjmuje zwykle swe położenie i przez to otrzymuje dno i obydwie zagięcia. Przez przedłużenie się przewodu pokarmowego i jednocześnie przedłużenie się krezek tworzą się pętlice kiszek cienkich i zakrzywienia kiszek grubych. Część przewodu pepekowego, znajdująca się w płodzie, odrywa się przy pępku i tworzy przy dolnej części kiszek cienkich pozostający nieznaczny odrostek.

3. S e r c e, będące z początku prostym kanałem środkowym (str. 437), zmienia już wczesnie swój kształt tak, że koniec jego żylny (tylny, dolny) zagina się do góry, zbliżając się do końca tętniczego, i przyjmuje (wraz z początkami żył) kształt litery S (zob. fig I). Przyczyną tego jest to, że przez niejaki czas liczba łuków aorty ku tyłowi skierowanych powiększa się, gdy tymczasem przednie łuki zanikają; skutkiem tego przedni koniec serca przesunięty zostaje ku tyłowi, zaś koniec żylny zachowuje swoje

miejsce. Natenczas rozpoznać można w sercu trzy części oddzielne, które kolejno się kurczą: zatoka żylna, (z której następnie wypuklają się obydwie uszka), komórka i opuszka aorty. Następnie tworzy się przegroda wzdłuż przebiegająca, z początku w komórce, następnie w zatoce żylniej (niezpełna), przez co powstają dwie oddzielne komórki i dwa przedsionki, łączące się ze sobą przez otwór owalny. — Z trzech pozostałych par aorty pierwsza dostarcza tętnice szyjne i podobojczykowe, (z prawej strony pozostaje wspólny pień jako tętnica bezimienna); druga tworzy z lewej strony łuk aorty, który prowadzi do aorty zstępującej i od którego odchodzą naczynia pierwszej pary; prawa gałąź tej pary zanika. Trzecia para oddaje tętnice płucne; prawy łuk zanika zostawiając tylko tętnicę płucną, lewy zaś łączy się z aortą zstępującą, część łącząca zwie się przewodem Botall'a. Nakoniec dzieli się opuszka aorty tak, że część oddająca tętnice płucne łączy się z prawą komórką, pozostałość zaś (wraz z łukiem aorty) łączy się z lewą komórką. Jednakowoż może jeszcze cała krew z prawego serca dostać się do aorty, bez poprzedniego przejścia przez płuca, mianowicie w części przez otwór owalny, a w części przez przewód Botall'a. Dopiero wtedy, gdy oddychanie płucne poczyna się, t. j. po urodzeniu, zamykają się obydwie te drogi, tak, że odtąd cała krew prawego serca przeprowadzoną zostaje do płuc.

4. Pr z y r z ą d y m o c z o p ł c i o w e tak się zmieniają, że przewody nerek pierwotnych albo też włókna MÜLLER'a stają się przewodami wyprowadzającymi przyrządów płciowych, a nerki stałe zaczynają wypełniać swą czynność. U wszystkich płodów jakiegokolwiek płci pewna część kanalików ślepych nerki pierwotnej łączy się z gruczolem przeznaczonym do wytwarzania zawiązków. Jeżeli gruczoł ten staje się j ą d r e m, to powstaje bezpośrednie połączenie gałązek nerki pierwotnej z kanalikami nasiennymi tworzącymi się w jądrach; kanaliki nerki pierwotnej znacznie się przedłużają, skłębiają i zamieniają na przyjądrza, przewód nerki pierwotnej zamienia się na przewód nasienny (vas efferens) z jego rozszerzeniami, pęcherzykami nasiennymi, a kanaliki ślepe nie zrosnięte z jądrem są to t. z.

vasa aberrantia Halleri; — włókna zaś MÜLLER'A po większej części zanikają. — Jeżeli gruczoł zarodkowy zamienia się na jajnik, to zróżnicowanie jego ze skręconymi kanalikami ślepymi nerki pierwotnej nie prowadzi do utworzenia kanału łączącego, lecz przyrząd odpowiadający przyjądrzu (przyrząd ROSENMÜLLER'A, przyrząd przyjajnikowy) zanika z pozostawieniem nieznacznej pozostałości. Przewód zaś MÜLLER'A nie daleko górnego końca swego, w bliskości jajnika, otrzymuje otwór otoczony strzępami; sam przewód MÜLLER'A zamienia się na jajowód; dolne końce obydwóch przewodów zrastają się i wspólna ta część rozszerza się i grubiej tworząc macię i pochwę; czasami rozszerzenie rozciąga się także do przewodów oddzielonych od siebie (macica dwurózkowa — uterus bicornis). U mężczyzny zostaje również rozszerzenie przewodu MÜLLER'A, na podobieństwo macicy, jako pęcherzyk gruczołu krokowego (vesicula prostatica, — E. H. WEBER). Górne końce pęcherzykowate przewodu MÜLLER'A zwykle pozostają nadal, u kobiety jako pęcherzyk w bliskości jajowodu, u mężczyzny jako „hydatis Morgagni“. — Skoro po zamknięciu się pępek moczownik został odwęzowany, wtedy część omocznej pozostała w płodzie tworzy pęcherz moczowy, (którego wierzchołek pozostaje w połączeniu z pępkiem przez moczownik zamieniony na więz pęcherzopępkowy). Dolna część omocznej, zawierająca otwory przyrządów moczopłciowych, zwie się zatoką moczopłciową (sinus urogenitalis). Z obydwóch stron tej zatoki powstają dwa zgrubienia skórne, które u kobiety tworzą wargi sromne większe, a u mężczyzny zrastają się tworząc mosznę, przyczem powstaje pozostający szew (raphe). Przed otworem powstaje ciało podłużne, posiadające na dolnej swej stronie rowek przedłużający się do zatoki moczopłciowej. Brzegi tego rowka zamykają się u mężczyzny, w skutek czego powstaje cewka moczowa, która otwiera się na wierzchołku tego ciała podłużnego, to jest prącia, tylną część cewki moczowej tworzy zatoka moczopłciowa. U kobiety zaś rowek ten pozostaje otwarty, brzegi jego wyrastają i tworzą wargi sromne mniejsze, a samo ciało zamienia się na lechtaczkę; zatoka moczopłciowa

skraca się tak, że tworzy tylko dołek pomiędzy mniejszemi wargami sromnemi, do którego oddzielnie się otwiera pochwa i pęcherz moczowy (jako krótka cewka moczowa). — U płodu męskiego następuje w 8 miesiącu zstępowanie jąder do moszny (descensus testicularum); bliższy opis tego znaleźć można w dziełach anatomicznych.

Wpływy, od których zależy płeć płodu, zupełnie nie są znane. Statystyka wykazała, że stosunek wieku rodziców ma wpływ na przeważenie jednej lub drugiej płci; lecz i ten wpływ rozmaicie podawany bywa.

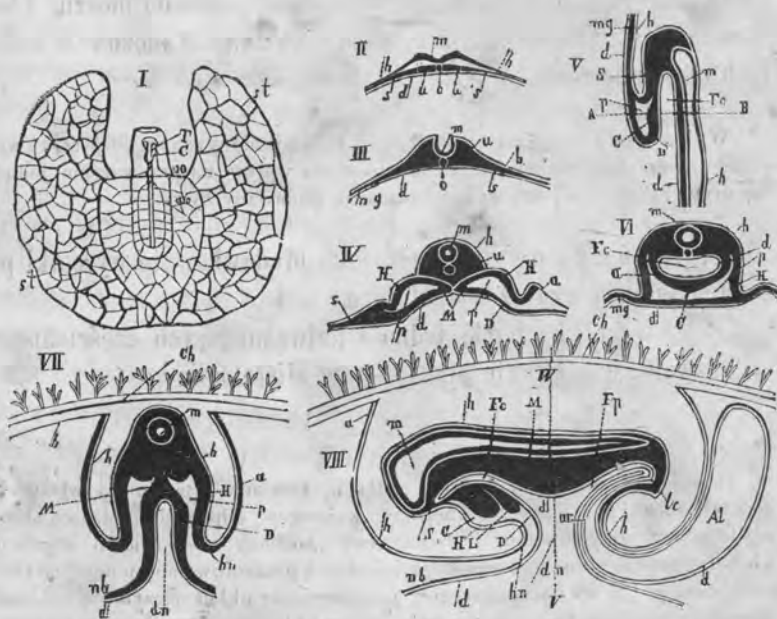
5. Kończyny powstają jako brodawkowate wyrostki po bokach tułowia wzdłuż wyrastające.

Rozwój tkanki, jedna z najważniejszych części historii rozwoju, jest zwykle przedmiotem Histologii.

Dawniejsze poglądy (PANDER, v. BAFR, BISCHOFF) przyjmują właściwie dwa tylko listki zarodkowe, zewnętrzny „zwierzęcy“ odpowiedni blaszce skórnej i listkowi zmysłowemu, i wewnętrzny „roślinny“ odpowiedni warstwie włóknistej przewodu pokarmowego i listkowi gruczołowemu; pomiędzy temi z oddzielnego „listka naczyniowego“ powstawała układ naczyniowy. Listek rdzeniowy uważany tu jest tylko jako „massa okładowa“ kanału powstającego w listku zwierzęcym. — Inne zdanie (REICHERT) przyjmuje wprawdzie rozdzielnie średniego listka zarodkowego (nazwanego „stratum intermedium“), odróżnia się jednak od zdania REMAK'A tćm, że nie przyjmuje listka zmysłowego, lecz, że pierwotny pęcherz zarodkowy dalej istnieje jako „błona otaczająca“, a właściwe listki zarodkowe odkładają się na nią dopiero następnie od wewnątrz; pomiędzy błoną otaczającą i pokładem środkowym (stratum intermedium) powstawała ma jako oddzielny listek zarodkowy „górną“ listek układu nerwowego ośrodkowego, który następnie się zamienia na kanał rdzeniowo-mózgowy. Błona otaczająca w jej części odwęzowanej przez owodną tworzy warstwę rogową skóry, a na wewnętrznej stronie owodnej jej nabłonek (endamnion).

Następne figury służyć mogą do uwydatnienia niektórych ważniejszych punktów rozwoju; oprócz I przedstawiają wszystkie przecięcia poprzeczne płodu. — I przedstawia powierzchnię płodu od wewnątrz widzianą (t. j. od jamy pęcherza zarodkowego); przedstawia ona płód kształtu trzewika (str. 436) z naczyniami pola naczyniowego. Przez przednią część trzewika widzieć się daje serce zakrzywione w kształcie litery S, od którego odchodzą do góry dwa korzenie aorty, u dołu obydwie żyły pępokreżkowe; przez otwór trzewika (pępek) widać obydwie rozdzielone jeszcze aorty z parzystymi tętnicami popokreżkowemi; w polu naczyniowym linie wąskie oznaczają tętnice, grube zaś żyły. Inne figury są po części przecięciem poprzecznym (II, III, IV, VI, VII), po części przedstawiają środkowe przecięcia podłużne płodu (V i VIII). Prze-

cięcie poprzeczne VI odpowiada linii AB przecięcia podłużnego V, przecięcia poprzeczne VII odpowiada linii VW w fig. VIII. — Znaczenie liter wszędzie jest to samo:



- |   |  |
|---|--|
| h listek rogowy.                            | hn pępek skórny.   |
| m listek rdzeniowy, kanał rdzeniowy.        | Fc dołek sercowy (fovea cardiaca), przednia część przewodu pokarmowego.  |
| mg listek przyrządów ruchowych i płciowych. | Fp dołek tylny, tylna część przewodu pokarmowego.  |
| d listek gruczołowy przewodu pokarmowego.   | a owodna (oddzielona i odwrócona część obwodowa blaszki skórnej; na fig. IV z lewej strony połączona jeszcze z warstwą włóknistą przewodu pokarmowego, z prawej strony oddzielona już i unosząca się). |
| c struna grzbietowa (chorda dorsalis).      | Al omoczna.  |
| u blaszki kręgów pierwotnych.               | ur moczownik.  |
| s blaszki boczne.                           | cl kloaka (bez otworu stolcowego).   |
| p jama opłucnootrzewiowa.                   | vo żyła pępokrezkowa.  |
| H blaszki skórne.                           | ao tętnica pępokrezkowa.   |
| D warstwa włóknista przewodu pokarmowego.   | st zatoka końcowa (sinus terminalis).  |
| M blaszki środkowe (krezki).                | L wątroba.   |
| S blaszka gardzielowa.                      |  |
| Ch kosmówka (chorion frondosum).            |  |
| nb pęcherz pępkowy.                         |  |
| C serce.                                    |  |
| T łuk aorty.                                |  |
| dn pępek kiszkowy (przewód pępokiszkowy).   |  |

Dla ułatwienia zrozumienia figur na przecięciach poprzecznych IV i VII nie oznaczyliśmy w blaszkach średnich przecięcia obydwóch aort, obydwóch ciał WOLFF'a i t. p.

## PORÓD.

Jajko rozwijające się w macicy rozszerza takową coraz bardziej, tak, że w końcu zanika też i szyja macicy. Jednocześnie grubość ścian macicy znacznie się powiększa przez wzrost i utworzenie nowych włókien mięsnych, jak również przez znaczny rozwój naczyń krwionośnych. Nakoniec w 280 dni po zapłodnieniu, z przyczyny zupełnie nam nie znaniej, rozpoczyna się wydalenie jaja obecnie zupełnie już dojrzałego. Wydalenie to odbywa się przez rytmiczne i bolesne kurczenie się włókien mięsnych macicy, które to sprawy zwiemy bóla mi porodowemi, a to wspomagane bywa przez tłocznię brzuszną.

U człowieka jajo płodowe nie zostaje wydalone w całości, lecz po rozdarciu pokryw występuje płód, a następnie pozostałe części jaja. Pokrywy jaja są następujące, licząc od zewnątrz do wewnątrz: 1. błona doczesna zagięta; 2. kosmówka, która w miejscu, gdzie przylega omoczna, tworzy łożysko (w położeniu prawidłowem miejsce to nie znajduje się przy otworze wyjścia macicy), przy otworze więc ust macicznych nie posiada strzępów; 3. owodna (pęcherz pępkowy bardzo nieznaczny przylega do łożyska)\*. Pokrywy te wskutek ciśnienia spowodowanego przez pierwsze bóle porodowe wypuklają się w kształcie pęcherza przez usta maciczne, rozdierają się nareszcie w jednym miejscu i po wypłynięciu znacznej części wód płodowych (liquor amnii) nastawia się część płodu, zwykle czaszka. Teraz następuje wydalenie płodu, które odbywa się prędzej lub wolniej, a to stosownie do oporu, jaki przedstawiają wymiary miednicy, obszerność ust macicznych, pochwy i sromu. Jednocześnie oddziela się też i ło-

\*) Pokrywa dojrzałego płodu składa się istotnie tylko z owodnej powleczonej od zewnątrz omoczną; błony te pomiędzy sobą są ściśle połączone za pośrednictwem galarety Wharton'a. Z błony doczesnej i kosmówki, rozdartych skutkiem powiększania się jaja, znajdują się tylko pozostałości, tu i owdzie przychepione do poprzednich błon.



żyisko, nie tylko płodowe, ale i maciczne, zatem pewna część błony śluzowej macicy, następuje to skutkiem kurczenia się ściany macicy; cała ta sprawa oczywiście połączoną być musi z krwawieniem. Po urodzeniu się płodu łożysko wraz z błonami jajowemi do brzegów jego przyczepionemi znajduje się zwykle jeszcze w macicy, chociaż od niej już oddzielone, a płód połączony z niem jest przez długi sznurek pępkowy. Sznurek ten składa się z następujących części: 1. z szypułki omocznój (dalszy ciąg moczownika) z naczyniami pępkowemi, dwie tętnice jeszcze pulsujące i jedna żyła, które z przyczyny niedostatecznie jeszcze dowiedzionej \*) zwykle węzownicowato są skręcone; 2. z przewodu pępokrezwowego mocno pokurezonego i pozostałości pęcherza pępkowego; 3. rurkowata szypułka owodnej odchodząca od pępka skórniego powleka cały sznurek pępkowy, przechodzi następnie na wewnętrzną powierzchnię łożyska, a na brzegu jego przechodzi na kosmówkę. Główną część sznurka pępkowego stanowią trzy naczynia pępkowe umieszczone w miękkiej tkance łącznej (tkance śluzowej), która się zowie galaretą WHARTON'A.

Skoro łożysko zaczyna się oddzielać, ustaje oddychanie płodu przez krew matki, i skutkiem tego powstaje brak tlenu we krwi, który powoduje pierwsze wdychanie przez płuca (SCHWARTZ zob. str. 85). łożysko znajdujące się w macicy jest teraz dla płodu zupełnie niepotrzebne, i sznurek pępkowy, który teraz przestaje tętnić, może być przecięty po poprzednim podwiązaniu go w części należącej do płodu, jeżeli nie chcemy czekać, aż łożysko wraz z błonami jajowemi wydalone zostanie. Urodzone dziecko pokryte jest nagromadzoną mazią skórną (vernix caseosa). Po wydaleniu łożyska i błon i po ustaniu krwawienia przez ciągłe kurczenie się macicy („bóle poporodowe“) poczyna się odradzanie błony śluzowej macicy i zmniejsza-

\*) Według słusznego przypuszczenia Dr'a L. Neugebauer'a szczególna ta forma sznurka pępkowego powstaje przez nierówne wydłużenie się jego naczyń pod wpływem ciśnienia krwi. Ponieważ te naczynia ściśle ze sobą są złączone, więc naczynie najmocniej wydłużające się obwinąć się musi na około drugich naczyń, których ściany stosunkowo mniej są podatne. H.

nie warstwy mięśniowej z wytwarzaniem nowych włókien; odradzanie się błony śluzowej połączone jest z odpływem śluzowym, z początku krwistym (lochial). — Przy porodzie gruczoły mleczne matki, które podczas ciąży mocniej się rozwinęły, zaczynają wydzielać, i dopiero po ustaniu tej wydzieliny, po 10 mniej więcej miesiącach, wracają znów odpływy miesięczne, które ustały od czasu zapłodnienia.

#### D. ZMIANY DZIECKA ZEWNĄTRZ MACICY.

Z ukończeniem się porodu jak wiadomo nie są jeszcze ukończone wszystkie sprawy rozwoju. Początek życia zamacicznego i następny czas aż do dojrzałości płciowej odznacza się ważnymi sprawami rozwoju. W tym to czasie (wiek niemowlęcy i dziecienny) przypada rozwój kości, pierwsze i drugie zębowanie, znaczny wzrost ciała, przedewszystkiem zaś rozwijanie się czynności duszy, które coraz bardziej się wykształcają, począwszy od najniższego stopnia podobnego do odruchu; pobudką tego rozwoju jest rozmaitość wpływów zewnętrznych (doświadczenie, nauka).

Wzrost jest to powiększenie się ciała we wszystkich wymiarach i co do ciężaru; spowodowane to jest przewyżką dochodów nad rozchodami. Wszystkie tkanki i części ciała biorą w tem udział, tak, że w ogólności wzajemny stosunek wszystkich części ciała zachowany zostaje. Wzrost polega głównie na powiększeniu się ilości pierwiastków tkankotwórczych, jest to zatem następstwo dzielenia się komórek; — mniejszą wartość przedstawia powiększenie się objętości pierwiastków już istniejących; jednakowoż i to stanowi rodzaj wzrostu. Zwykłą miarą wzrostu jest powiększenie się długości ciała, a to głównie zależy od wzrostu kości. Ta sprawa ściśle połączona ze sprawą kostnienia trwa, dopóki w osi podłużnej kości istnieje materiał mogący się zamienić na kość, zatem przy kościach długich dopóty, dopóki jądra kostne obydwóch nasad (epiphyses) oddzielone są jeszcze od trzonu kości (diaphyses) przez warstwę chrząstkową. To trwa mniej więcej do 22

roku życia, gdzie kości długie stanowią już jedną całość, zatem gdy wzrost co do długości już jest ukończony. — Wzrost w innych wymiarach i powiększenie się ciężaru trwa blisko do 40 roku życia.

Ubywanie ciężaru ma miejsce w pierwszych dniach życia po porodzie; dalej po 40 — 50 roku życia; a w 50 roku życia poczyna się także zmniejszenie długości ciała.

Życie człowieka dzielimy zwykle na: 1. Wiek niemowlęcy od urodzenia do pierwszego ząbkowania (pierwsze 7 — 9 miesięcy): największy wzrost, powiększanie się długości o  $\frac{2}{5}$  (około 20 centym.). — 2. Wiek dziecięcy do drugiego ząbkowania (od 9 miesiąca do 7 roku): wzrost w drugim roku o 10, w trzecim o 7, potem co rok o  $5\frac{1}{2}$  centym. w przybliżeniu. — 3. Wiek dojrzewania trwa do dojrzałości płciowej (od 7 do 14 roku). — 4. Wiek młodzieńczy aż do ukończenia się wzrostu co do długości (od 15 do 22 roku). — 5. Wiek dojrzały trwa aż do ustania płodności u kobiety, a u mężczyzn do rozpoczęcia się przemiany wstecznej (od 22 do 45 roku). — 6. Wiek powolnej przemiany wstecznej trwa od 45 roku życia aż do końca.

Przemiana wsteczna w późniejszym wieku polega na rozmaitych sprawach zużycia, zmarszczenia i rozpadu; jednakowoż pod tym względem niedostatecznie jeszcze ustanowiono granicę pomiędzy stanem chorobliwym i prawidłowym, z tego powodu szczególnych objawów podać tu nie możemy.

## E. ŚMIERĆ.

Śmierć wstrzymuje w ustroju sprawy cechujące życie (zob. wstęp), a natomiast rozpoczynają się tam sprawy, które objęte są nazwiskiem „gnicie“.

Znaki cechujące ustanie życia rozmaicie podawane bywają. Za naturalne cechy życia uważane są prace ustroju, mianowicie ruchy i wytwarzanie ciepła, głównie zaś ruchy z powodu łatwości ich rozpoznania; pomiędzy rozmaitemi ruchami zaś jako oznakę życia uważać tylko można ruchy samodzielne (automatyczne), a najważniejszym z nich i najbardziej regularnym jest ruch serca. Zwykle więc ustanie ruchów serca uważane jest za znak śmierci.

Chociaż twierdzeniu temu zarzucają, że ustanie jednej pracy ustroju nie powinno być uważane za znak ustania wszystkich prac, jednakowoż wstrzymany ruch serca jest pewnym znakiem bliskiej śmierci, gdyż praca każdego przyrzędu zależy od dopływu do niego krwi zawierającej tlen, a dowóz krwi zależy od serca; ustanie więc ruchów serca jest jedną z najważniejszych przyczyn śmierci.

Badając przyczyny śmierci wyprowadzamy sobie następujące wnioski: Ponieważ prace ustroju są następstwem spraw utlenienia, okazują się zatem następujące trzy rodzaje ogólnej śmierci: 1. Brak materiału do utlenienia lub też substancyj nieorganicznych niezbędnych dla spraw życia, zatem niedostateczne odżywienie; 2. niedostateczny dowóz krwi tlen zawierającej; 3. brak odpowiednich warunków dla właściwego wpływu tlenu. Stosownie do tego, czy te okoliczności działają na pojedyncze części ciała czy na wszystkie, nastąpić może śmierć ogólna lub miejscowa. Ta ostatnia (zgorzelina — gangrena) spowodować może śmierć ogólną, gdy dotknięte nią zostają przyrzędy, których zniszczenie śmierć sprowadza. — Z powodu ścisłego związku wszystkich spraw życia nie możemy dokładnie rozgraniczyć tamte trzy rodzaje śmierci; każda z tych trzech okoliczności zwykle pociąga za sobą dwie drugie; rozważmy je więc pojedynczo o tyle tylko, o ile one stanowią pierwotną przyczynę śmierci.

I. Niedostateczne odżywianie stanowi często przyczynę śmierci, lecz zwykle pośrednio tylko działającą (wstrzymanie pracy w mięśniach serca lub oddechowych). Wywołuje ono zwykle śmierć powolną; tu należy śmierć z głodu (str. 177), śmierć wskutek braku wody (np. przy cholery), śmierć ze „starości“, a w części także i śmierć miejscowa z powodu miejscowych przeszkód w krążeniu.

II. Dowóz krwi tlen zawierającej może być niedostateczny lub zupełnie wstrzymany: 1. wskutek braku krwi, skutkiem utraty krwi przez otworzenie większych naczyń lub serca. Jeżeli krwotok nie jest śmiertelny, jeżeli ubytek krwi

zastąpiony zostaje przez wodę (str. 162), to jednakże ilość czerwonych ciałek krwi może być tak małą, że nie jest w stanie utrzymać potrzebną wymianę tlenu; — 2. w skutek przeszkód w krążeniu krwi; następuje to: a. miejscowo przez zamknięcie tętnicy doprowadzającej (podwiązanie, zator, skrzep lub przecięcie) lub wstrzymanie odpływu krwi z powodu przeszkód w żyłach; — następstwem tego jest śmierć miejscowa (zob. niżej) lub też bezpośrednio śmierć ogólna, zwłaszcza wtedy, gdy przeszkoda w krążeniu krwi tyczy się głównych pni naczyń; b. ogólnie przez ciśnienie dodatnie w klatce piersiowej (str. 71) lub osłabienie i ustanie ruchów serca; to znów nastąpić może: w skutek zniszczenia lub wadliwego odżywiania (zanik) substancji serca, w skutek wstrzymania krążenia krwi w tętnicach wieńcowych serca, silnego drażnienia rdzenia przedłużonego lub nerwów błędnych, (co patologicznie prawdopodobnie nigdy się nie zdarza); porażenie zwójów nerwowych w sercu przez właściwe wpływy (trucizny sercowe) lub w skutek niedostatecznego dowozu tlenu. — Również wyobrazić sobie możemy ustanie krążenia z powodu bezskuteczności ruchów serca np. przy zniszczeniu lub niedziałalności zastawek sercowych. — 3. w skutek przeszkodzenia przyjmowania tlenu do krwi; tu odnoszą się wszystkie wpływy wywołujące uduszenie, o których wspomnieliśmy na str. 92 i n.; jeden z nich, mianowicie ustanie czynności ruchów oddechowych, zasługuje tu na bliższą uwagę. To spowodowane być może: a. przez sparaliżowanie ośrodków oddechowych w rdzeniu przedłużonym w skutek zranienia lub zniszczenia (np. przez wylew krwi), niedostatecznego dowozu krwi lub tlenu (z przyczyn już wyżej wspomnianych), nakoniec w skutek działania trucizn paraliżujących (opium i t. p.); b. przez przeszkody w przewodnictwie nerwów do mięśni oddechowych np. przecięcie lub nacisk nerwów przeponowych, otrucie kurarą; c. przez sparaliżowanie mięśni oddechowych, przepony; d. tężec mięśni oddechowych np. przez otrucie strychniną lub drażnienie nerwów błędnych; e. przez mechaniczne przeszkody rozszerzenia klatki piersiowej np. przyciśnienie.

III. O warunkach spraw utleniania bardzo mało wiemy. Wspomnieliśmy już poprzednio (str. 200), że niezbędnym warunkiem życia jest średnia ciepłota ciała. Znaczne lub dłużej trwające podwyższenie lub niżenie ciepłoty ciała (rozgrzanie lub ochłodzenie ciała przy jednoczesnem usunięciu wszelkich środków regulujących ciepłotę) sprowadza śmierć. Prawdopodobnie istnieją także trucizny, które podobnie jak środki tamujące fermentacją wstrzymują sprawy utleniania.

Zadaniem patologii jest badać, w jaki sposób wpływy szkodliwe na ustrój działające (choroby, ranienia, nieprawidłowe stosunki zewnętrzne) śmierć sprowadzają. Jako śmierć fizyologiczną („naturalną“) oznaczamy zwykle śmierć ze starości j. t. rodzaj śmierci, którego najbliższa przyczyna nie jest znaną, dalszych zaś przyczyn jej szukać musimy w zmniejszeniu się w starości zdolności do pracy wszystkich przyrządów ciała, a to skutkiem ich zaniku lub przemiany.

Ciało obumarłe, po przejściu objawów stężenia pośmiertnego, zaczyna gnić, jeżeli przez szybkie zasuszenie ciała lub za pomocą innych środków sprawy tej nie wstrzymamy. Gnicie, o którym wiadomości nasze bardzo są mierne, polega na powolnem utlenieniu części składowych organicznych przez tlen zawarty w powietrzu, a to pod wpływem fermentu. Fermentem tym prawdopodobnie są w y m o c z k i (PASTEUR). „Plamy pośmiertne“ (livores) poprzedzają zwykle gnicie i wraz ze stężeniem pośmiertnem uważane są za prawdopodobne znaki śmierci; powstają one przez przesiąkanie barwnika ciałek krwi nasampród do surowicy, następnie do płynów zawartych w ścianach naczyń, mięszkach i skórze.

K O N I E C.



## NAJWAŻNIEJSZE OMYŁKI W DRUKU.

Str.	wiersz	zamiast	czytaj
5	1 <i>od dołu</i>	roślinny m.	i roślinnym.
19	6 —	na dalej	ta dalej
19	3 —	utlecić:	utlenić:
31	1 —	kwasu chlorowodorowego właściwą hematyną	kwasu chlorowodorowego z właściwą hematyną
38	1 <i>od góry</i>	tlen	tea
43	8 —	w tym płynie stykają się z sobą i prawie bezpośrednio	w tym płynie i stykają się z sobą prawie bezpośrednio
65	9 <i>od dołu</i>	jeżeli, że ta ciecz podobnie jak woda, lub krew	jeżeli ta ciecz, podobnie jak woda lub krew,
70	8 —	dostatnie	dotatnie
84	5 —	wdychanie,	wdychanie;
86	14 <i>od góry</i>	charkanie)	(charkanie)
91	9 —	2 części o	2 części O
92	4 <i>od dołu</i>	ruchów oddechowych wywołać nie może.	nie może wywołać ruchu oddechowego.
99	13 <i>od góry</i>	zewnątrz	wewnątrz
111	6 —	sole ciała białkowane	sole, ciała białkowane
143	10 <i>od dołu</i>	REUKLINGHACSEN'A	RECKLINGHAUSEN'A
157	7 <i>od góry</i>	sustabncyj	substancyj
158	17 —	Wodory	Wodany
191	7 <i>od dołu</i>	utleienia	utlenienia
191	3 —	wodór węglowodór	wodór i węglowodór
193	5 —	więc, tu	więc tu
193	5 —	siła żywa lecz	siła żywa, lecz
219	10 —	bo	to
222	1 <i>od góry</i>	da l <sup>o</sup> ko	daleko
222	9 —	powiększa się w razie	powiększanie się—w razie
228	4 <i>od dołu</i>	skurczem	skurczem
231	15 <i>od góry</i>	skurczył się i tężcowo w tym stanie pozostaje	skurczył się tężcowo i w tym stanie pozostaje
234	8 —	Pryczyny	Przyczyny
246	1 —	biodrokulszowy	biodropiszczelowy

Str.	wiersz	zamiast	czytaj
252	16	od góry	uderzeniem
273	18	—	(calectrotonus)
289	17	—	żucia
291	1	od dołu	Przypuszczenie
300	3	od góry	dla promienia wpadające- go mu
305	5	od dołu	znane nerw okoruchowy
305	2	—	przedniej
307	8	od góry	sphincter
336	3	od dołu	orka
345	14	od góry	b oniaista

## SPIS ALFABETYCZNY.

- A**berracya chromatyczna (Zboczenie lamliowości) 309; sferyczna (Zboczenie kulistości) 309.  
**A**komodacya (Nastrajanie się oka) 303.  
**A**lbuminaty (Ciała białkowe) 20, 24.  
**A**lbuminoidy (Ciała pochodzące z ciał białkowych) 21, 28.  
**A**llantoina 34.  
**A**llantois (Owodna) 440, 449.  
**A**mion (Owodna) 162, 439, 449.  
**A**nelectrotonus (Nastój elektryczny wsteczny) 273, 276.  
**A**orta, powstawanie jej 437, 445.  
**A**rea vasculosa (Pole naczyńowe) 436.  
**A**stigmatismus 310.  
**A**zot 17, 23, 52, 87, 175.
- B**arwniki 31, 32; krwi 31, 111, 153; moczowe 31, 116; substancj rogowych 32.  
**B**arwy 314; dopełniające 315; przeciwnne 319.  
**B**iałko 25.  
**B**ieganie 250.  
**B**ilifulvin, bilifein, biliverdin 31, 109.  
**B**łaszka gardzielowa 437, 442.  
**B**łaszki środkowe 436; trzewiowe 435.  
**B**łędnik (Labirynt) 344.  
**B**łona bębenkowa 340, 354; błona **SCHNEIDER**'A 358; doczesna 429.
- B**odźce 217, 271, 275; chemiczne 218, 278; mięśni 217.  
**B**óle porodowe 450; porodowe 449.  
**B**rodawki języka 361.
- C**atelectrotonus (Nastój elektryczny równobieżny) 273, 276.  
**C**erebryna 29.  
**C**erumen (Woszczek) 124, 360.  
**C**halazae 416.  
**C**hodzenie 249.  
**C**holepyrrhin 31, 109.  
**C**holestearyna 39, 109.  
**C**hondryna 29.  
**C**horda dorsalis (Struna grzbietowa) 435; tympani (Struna bębenkowa) 104.  
**C**horioidea (Naczyniówka) 304, 311.  
**C**horion (Kosmówka) 431, 440, 441, 449.  
**C**hrząstki krtani 254.  
**C**hylus (Mlecz pokarmowy) 147.  
**C**iała azotowe 20, 157; białkowe 20, 24.  
**C**iała **WOLFF**'A czyli nerki pierwotne 436, 445.  
**C**iała dotykowe 363; krwi 43, 151, 436; limfatyczne 45, 148, 151; nasienne 417, 425; **PACINI**'EGO v. **VATER**'A 363, 364.  
**C**iało żółte 424.

Ciepłoty ciała 197, 199, 201.  
 Ciśnienie krwi 64.  
 Cisticercus 421.  
 Clitoris (Łechtaczka) 446.  
 Colostrum (Siara) 127.  
 Cornea (Rogówka) 295.  
 Corpora cavernosa (Ciała jamiste) 427.  
 Corpus luteum (Ciało żółte) 424.  
 Cukier 22, 56, 158; mleczny 36, 126; mięsny 37.  
 Cystalis oophorus (Krażek jajkowy) 422.  
 Cystyna 33.  
 Części składowe krwi 31, 44; moczu 31, 116.  
 Czucie mięśni 371.  
 Czuciowe komórki zwojowe 388, 391, 401.  
 Czynność mięśni 217; nerwów 271, 279.

**D**alekowzroczność 306.  
 Daltonismus (Niemożność rozpoznawania barw) 316.  
 Decidua (Błona doczesna) 429, 449.  
 Dextryna 36.  
 Diathermiania (Przebieganie) 314.  
 Diffusio (Przesiakiwanie) 49, 95.  
 Discus oophorus (Krażek jajkowy) 422; proligerus (Krażek zarodkowy) 432.  
 Diadactylus 205.  
 Dojrzałość płciowa (Pubertas) 414, 421.  
 Doświadczenie PURKINIE'GO i SANDERSONA 304; SCHEINER'A 303, 306, 315; STENSONA 216.  
 Ductus Botalli (Przewód Botalla) 445; omphalo-entericus (Przewód popokiszkowy) 433; thoracicus (Przewód piersiowy) 149.  
 Dusza 8, 374, 378, 394.  
 Dwupłciowość 413.  
 Dyspnoea (Duszność) 85, 92, 385.  
 Dziwki 251, 349.

Elastyna 28.  
 Electrotonus (Nastój elektryczny) 273, 276.

Elektryczność mięśni 210, 221; nerwów 270, 275, 375; jako bodziec 275.  
 Endosmosis (Wsiąkanie) 96.

**F**ermenta 29, 30.  
 Ferment wątroby 159.  
 Fibrinum (Włóknik), fibrinogenium (Substancja wytwarzająca włóknik), substantia fibrinoplastica (Substancja wywołująca skrzepienie włóknika) 26, 46.  
 Figura naczyniowa PURKINIE'GO 313, 320.  
 Filtratio (Przesączenie) 95.  
 Fluorescencya w oku 310.  
 Fovea centralis retinae (Dołek środkowy siatkówki) 313.

**G**alareta Wharton'a 450.  
 Ganglion submaxillare (Zwój podszczękowy) 105.  
 Gardziel 133.  
 Gazy kiszek 19, 87; krwi 49; szkodziwe 93.  
 Generatio spontanea (Samoródtwo) 411.  
 Glandula thyreoidea (Gruczoł tarczowy) 151, 439; sublingualis (Ślinianka podjęzykowa) 102; submaxillaris (Ślinianka podszczękowa) 102.  
 Globulina 26, 27.  
 Glutyna 29.  
 Glyceryna 35, 38.  
 Glycyna 33, 41.  
 Glykogen 35, 159, 162.  
 Głodzenie 176.  
 Głód 167.  
 Głos 251.  
 Gnicie 455.  
 Grasicia 151, 439.  
 Gruczoł krokowy 425; tarczowy 151, 439.  
 Gruczoły BRUNNERA 114; kiszkowe 114; LIEBERKÜHN'A 114; limfatyczne 147, 151; MEIBOM'A 125; PEYER'A 147, 151; śluzowe żołądka 101, 438; ślinne 102; trawienne 105.

**H**armonia (Zgodność tonów) 352.  
 Hematodynamometr 66, 69.  
 Hematoidyna 31, 111.  
 Hematokrytalina 27, 44.  
 Hematyna 31, 153.  
 Hemina 31.  
 Hermaphroditismus (Dwupłciowość) 413.  
 Horopter 325.  
 Hypoxantyna 34, 220.

Ilość krwi 53, 162.  
 Inductio 319, 400.  
 Inozyt 37.  
 Iris (Tęczówka) 305, 307.  
 Irradiatio (Rozpromienianie) 319, 370, 400.

**J**ajko 413, 416, 422.  
 Jajka pierwotne 422.  
 Jajnik zob. ovarium.  
 Jajowód 429, 446.  
 Jama ustna 132; powstawanie 442.  
 Jądra 413, 426, 436, 445.  
 Język 132, 361; powstawanie 443.

**K**anal rdzeniowy 434, 443.  
 Kaszel 86.  
 Kazeina (Sernik) 25, 126.  
 Kąt widzenia 301, 318, 335.  
 Kichanie 86.  
 Keratyna 28.  
 Kiszki 134, 138; powstawanie 432, 444.  
 Klej 29.  
 Kloaka 440.  
 Komórki kurezliwe 233; migawkowe 234; zwojowe 375, 381, 388.  
 Kosmki kiszek 142.  
 Kosmówka zob. chorion.  
 Kostki słuchowe 343.  
 Krażek jajkowy (Discus oophorus) 422.  
 Krażenie krwi 54, 64; limfy 149.  
 Kreatyna, kreatynina 34, 116, 118, 220.  
 Krew 13, 43, 150.  
 Krezki (Mesenterium) 437.  
 Krtań 254.  
 Krok 250.

Krzyżowanie się włókien nerwowych 404, 406.  
 Kwas cholalowy 40, 109; glikocholowy 33, 109; hippurowy 33, 42, 116; inozynowy 33; mleczny 22, 37, 128, 220; moczowy 34, 116; węglany 17, 51, 88, 93, 220.  
 Kwasy tłuszczowe 22, 37, 39.  
 Kymografion 69.

**L**abirynt (Błądźnik) 344.  
 Laryngoskop (Zwierciadło krtańowe) 258.  
 Leucyna 33, 113.  
 Limfa 147, 148.  
 Linie kierunkowe 301.  
 Listek gruczołowy przewodu pokarmowego 433; rdzeniowy 433, 434; rogowy 433.  
 Listki zarodkowe 433, 447.  
 Livores (Plamy pośmiertne) 455.  
 Lochia (Odchody połogowe) 451.

**Ł**uki gardzielowe i szpary gardzielowe 442.  
 Łykanie 132.  
 Łzy 129, 336.

**M**acula germinativa (Plamka zarodkowa) 422; lutea (Plama żółta) 313.  
 Marzenia senne 398.  
 Maź skórna 125, 450; stawowa 101, 242.  
 Medulla oblongata (Rdzeń przedłużony) 384, 393, 403; spinalis (Rdzeń kręgowy) 382, 391, 396, 401.  
 Membrana granulosa (Błona ziarnista) 422.  
 Menstruatio (Odpływ krwi miesięczny) 424.  
 Mesenterium (Krezki) 437.  
 Micropyle (Otwór zarodkowy) 416, 422, 423.  
 Mięśnie 204; gładkie 232; poprzecznie prążkowane 204.  
 Mlecz pokarmowy 147.  
 Mleko 126.  
 Mocz 115.  
 Mocznik 23, 34, 116, 120, 194.

Moczownik (Urachus) 441.  
 Moczowody (Ureteres) 122.  
 Moczna (Scrotum) 446.  
 Mouches volantes 320.  
 Mowa 260.  
 Mózg 387, 394, 404; powstawanie 443.  
 Mózdzek 405.  
 Mszyce (Aphididae) 420.  
 Mucyna 28.  
 Multiplikator 209, 221.  
 Muszla ucha 339, 357.  
 Myografion 224.  
 Myopia (Krótkowzroczność) 306.

**N**aczynia włoskowate 54, 69; limfatyczne 141; pępkowe 441, 450.  
 Naczyniówka 304, 311.  
 Naprężenie brodawki sutkowej 128; części płciowych kobiecych 425, 428; prącia 427.  
 Nasienie 413, 417, 425.  
 Nastrajanie się błony bębenkowej 341; oka 303.  
 Nastroj elektryczny 273, 276.  
 Nastroj mięśniowy 123, 382.  
 Nastroj odruchowy 382.  
 Nerki 117; powstawanie 439; pierwotne 436, 445.  
 Nervi trophici 284, 289.  
 Nervus accessorius 290; acusticus 290, 346; facialis 103, 290; glossopharyngeus 290, 361; laryngeus 84, 290, 292; lingualis 104; oculomotorius 288, 307; olfactorius 288, 358; opticus 288, 307, 312; recurrens 290; splanchnicus 136; trigeminus 103, 289, 307, 308, 361; tympanicolingualis 104; vagus 62, 84, 136, 160, 168, 290.  
 Nerw sympatyczny 63, 103, 293, 307, 381, 390, 406.  
 Nerwy mózgowie 288; naczynioruchowe 74, 383, 391; rdzeniowe 292; regulujące 377; tamujące 63, 136, 377; wydzielnicze 98, 103, 121, 284.  
 Noeud vital (Ośrodek oddechowy) 83, 284.  
 Nos 358.

**O**braz, punkt obrazowy 297, 316.  
 Obrazy podmiotowe 318; wewnętrzne 320; wtórne 318, 335.  
 Obumaracie mięśnia 215; nerwu 271, 272.  
 Ocenianie wielkości 234.  
 Oddychanie 76; kiszkowe 87; mięśniowe 90, 208; skórne 86.  
 Odruchy zob. reflex.  
 Odżywianie 163.  
 Oedema (Puchlina) 147.  
 Oesophagus (Przełyk) 133.  
 Oftalmometr 297.  
 Oftalmoskop (Zwierciadło oczne) 1.  
 Oko 295; powstawanie 443.  
 Okrag rozpierchły 302.  
 Okrywy jaja dodatkowe 416, 431; w macicy 449.  
 Okulary 306, 310.  
 Omięśna (Sarcolemma) 205.  
 Omoczna (Allantois) 440, 449.  
 Optometr 306.  
 Ośrodek oddechowy 83, 384.  
 Ośrodki nerwowe 7, 373.  
 Oś widzenia 321.  
 Otolity 346, 348.  
 Otwór stolcowy, powstawanie 443.  
 Ovarium (Jajnik) 413, 422, 436, 446.  
 Owodna (Amnion) 162, 439, 449.  
 Ozon 17, 51.

**P**ancreas (Trzuszczka) 113, 439.  
 Parotis (Slinianka przyuszna) 102.  
 Parthenogenesis 414.  
 Pączkowanie 413, 420.  
 Penis (Prącie) 426, 427, 446.  
 Pepsyna 106.  
 Peptony 25, 106.  
 Perspiratio (Oddychanie skórne) 86.  
 Pęcherz moczowy 122; powstawanie jego 446; pępkowy 433, 441; zarodkowy 431.  
 Pęcherzyk GRAAF'A 422; zarodkowy 416, 422.  
 Pęcherzyki nasienne 426.  
 Pęczki rdzenia kręgowego 402.  
 Pepek 433, 441.  
 Pepowina 450.

611/612  
Hermann  
Rys