

JOLANTA GRAŻYNA ZUZDA
ROBERT LATOSIEWICZ
MANUEL SILLERO QUINTANA

**INNOWACYJNY
PROGRAM
ĆWICZEŃ
ROTACYJNYCH
JAKO PROFILAKTYKA
I LECZENIE
DYSFUNKCJI
STAWU
BIODROWEGO**



Jolanta Grażyna Zuzda
Robert Latosiewicz
Manuel Sillero Quintana

**INNOWACYJNY PROGRAM
ĆWICZEŃ ROTACYJNYCH
JAKO PROFILAKTYKA I LECZENIE
DYSFUNKCJI STAWU BIODROWEGO**



OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ
BIAŁYSTOK 2024

Recenzenci:
dr n. med. Tomasz Koronkiewicz
dr n. o zdr. Kamil Zaworski

Redaktor naukowy dyscypliny inżynieria biomedyczna:
prof. dr hab. inż. Jan Ryszard Dąbrowski

Korekta językowa:
Edyta Chrzanowska

Skład i okładka:
Marcin Dominów

Zdjęcie na okładce:
[https://www.freepik.com/free-photo/
top-view-woman-stretching-carpet_30555190.htm#fromView=search&page=13&position=22
&uuid=e198a7b5-39e7-47bd-b970-a422650ac09e](https://www.freepik.com/free-photo/top-view-woman-stretching-carpet_30555190.htm#fromView=search&page=13&position=22&uuid=e198a7b5-39e7-47bd-b970-a422650ac09e)

© Copyright by Politechnika Białostocka, Białystok 2024

ISBN 978-83-68077-06-3
ISBN 978-83-68077-07-0 (eBook)
DOI: 10.24427/978-83-68077-07-0



Publikacja jest udostępniona na licencji
Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0
(CC BY-NC-ND 4.0).

Pełną treść licencji udostępniono na stronie
creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pl.
Publikacja jest dostępna w Internecie na stronie Oficyny Wydawniczej PB.

Druk: Print Profit sp. z o.o.

Oficina Wydawnicza Politechniki Białostockiej
ul. Wiejska 45C, 15-351 Białystok
e-mail: oficina.wydawnicza@pb.edu.pl
www.pb.edu.pl

Spis treści

Wstęp	7
1. Anatomia miednicy i stawu biodrowego	13
2. Urazy i choroby stawu biodrowego – prewencja, leczenie i rehabilitacja	19
3. Program ćwiczeń rotacyjnych – podstawy teoretyczne	31
3.1. Program ćwiczeń rotacyjnych i zmiany temperatury skóry	32
4. Program ćwiczeń rotacyjnych stawu biodrowego (CRSB)	41
4.1. Struktura programu.....	42
4.2. Wskazówki wstępne programu.....	43
4.3. Rozgrzewka programu.....	43
4.4. Część główna programu	46
4.4.1. Poziom początkowy.....	46
4.4.2. Poziom średniozaawansowany	49
4.4.3. Poziom zaawansowany.....	55
4.5. Faza wyciszenia (<i>cool down</i>).....	59
Podsumowanie.....	63
Bibliografia	67
Spis tabel	77
Spis rysunków	79
Streszczenie	81
Summary	83

Wykaz skrótów i oznaczeń użytych w publikacji	
a.	tętnica (łac. <i>arteria</i>)
ang.	język angielski
ACR	Ameurykańskie Kolegium Reumatologiczne (ang. American College of Rheumatology)
AF	aktywność fizyczna (ang. <i>physical activity</i>)
art.	staw (ang. <i>articulatio</i>)
CAD	projektowanie wspomagane komputerowo (ang. Computer-Aided Design)
CRSB	ćwiczenia rotacyjne stawu biodrowego (ang. <i>hip rotation exercises</i>)
UE	Unia Europejska (ang. European Union, EU)
EULAR	Europejskie Stowarzyszenie Towarzystw Reumatologicznych (ang. European Alliance of Associations for Rheumatology)
EUROFIT	Europejski Test Sprawności Fizycznej
FABER	zgięcie, odwiedzenie i rotacja zewnętrzna (ang. <i>flexion, abduction, external rotation</i>)
FADIR	zgięcie, odwiedzenie, wewnętrzna rotacja (ang. <i>flexion, adduction, internal rotation</i>)
FAI	konflikt udowo-panewkowy (ang. <i>femoroacetabular impingement</i>)
HR max	maksymalna częstość skurczów serca (ang. <i>the maximum heart rate</i>)
ICSPFT	Międzynarodowy Test Sprawności Fizycznej
INEF	Wydział Nauk o Aktywności Fizycznej i Sportu (ang. <i>Faculty of Sciences for Physical Activity and Sport</i>)
IRT	Termografia w podczerwieni (ang. <i>infrared thermography</i>)
l.	więzadło (łac. <i>ligamentum</i>)
łac.	język łaciński
m.	mięsień (łac. <i>musculus</i>)
MEAT	ruch, ćwiczenia, analgezja, leczenie (ang. <i>movement, exercise, analgesics, treatment</i>)
METS	ekwiwalenty metaboliczne
mm.	mięśnie (łac. <i>musculi</i>)
n.	nerw (łac. <i>nervus</i>)
OA	osteoartroza, zmiany zniekształcająco-zwyrodnieniowe stawu (ang. <i>osteoarthritis, łac. arthrosis deformans, osteoarthritis</i>)
OARSI	Międzynarodowe Towarzystwo Badań nad Chorobą Zwyrodnieniową (ang. Osteoarthritis Research Society International)
PCR	Program ćwiczeń rekreacyjnych
PEACE & LOVE	P – ochrona (ang. <i>protection</i>), E – uniesienie (ang. <i>elevation</i>), A – unikanie środków przeciwzapalnych (ang. <i>avoid anti-inflammatories</i>), C – ucisk (ang. <i>compression</i>), E – edukacja (ang. <i>education</i>); L – obciążenie (ang. <i>load</i>), O – optymizm (ang. <i>optimism</i>), V – unaczynienie (ang. <i>vascularization</i>), E – ćwiczenia (ang. <i>exercises</i>)
PNF	proprioceptywne nerwowo-mięśniowe torowanie ruchu (ang. <i>proprioceptive neuromuscular facilitation</i>)
PRICE	P – ochrona (ang. <i>protection</i>), R – odpoczynek (ang. <i>rest</i>), I – schładzanie (ang. <i>ice</i>), C – kompresja (ang. <i>compression</i>), E – uniesienie (ang. <i>elevation</i>)
PWC ¹⁷⁰	Test do oceny wydolności fizycznej i adaptacji układu krążenia do wysiłku (ang. <i>Physical working capacity</i>)
ROI	wybrane obszary ciała (ang. <i>regions of interest</i>)
ROM	zakres ruchu (ang. <i>range of motion</i>)

Wykaz skrótów i oznaczeń użytych w publikacji	
RICE	R – odpoczynek (ang. <i>rest</i>), I – schładzanie (ang. <i>ice</i>), C – kompresja (ang. <i>compression</i>), E – uniesienie (ang. <i>elevation</i>)
RZS	reumatoidalne zapalenie stawów (łac. <i>polyarthritis reumatoidea</i>)
SD	odchylenie standardowe (ang. <i>standard deviation</i>)
SEBT	test gwiazdy – równowagi (ang. <i>Star Excursion Balance Test</i>)
SLM	masa tkanek miękkich (ang. <i>soft lean mass</i>)
SLST	test przysiadu jedno nogi (ang. <i>Single-leg Squat Test</i>)
SYSADOA	wolno działające leki objawowe – grupa leków stosowanych w leczeniu choroby zwyrodnieniowej stawów. (ang. <i>symptomatic slow acting drugs for osteoarthritis</i>)
Tsk	temperatura powierzchni skóry (ang. <i>temperature of skin</i>)
TISEM	Obrazowanie termowizyjne w medycynie sportu i ćwiczeń fizycznych (ang. <i>thermographic imaging in sports and exercise medicine</i>)
\bar{x}	średnia (ang. <i>mean</i>)
WHO	Światowa Organizacja Zdrowia (ang. <i>World Health Organization</i>)
3D	projektowanie trójwymiarowe (ang. <i>three-dimensional drawings</i>)

UWAGI OGÓLNE: Przestań ćwiczyć, jeśli odczuwasz ból, dyskomfort, nudności, zawroty głowy, ból w klatce piersiowej, nieregularne bicie serca i duszności.

ZASTRZEŻENIE: Program ani jego fragmenty nie mogą być przedrukowywane ani w żaden sposób reprodukowane lub odczytywane w środkach masowego przekazu bez pisemnej zgody autorów.

Wstęp

Dorota Lizak i współautorzy piszą: „Żyjąc w XXI w. – w czasie podlegającym szeroko pojętym przemianom, szybkiego tempa życia i często dehumanizacji człowieka, zdrowie – jedno z podstawowych dóbr niematerialnych, ciągle pozostaje jedną z najwyższ cenionych przez człowieka, niezmiennych wartości. Zdrowie jest wartością ponadczasową” [1]. Natomiast Samuel Auguste Tissot wyraził pogląd, że „ruchem można zastąpić niemal każdy lek, a ruchu nie można zastąpić żadnym lekiem” [2]. „Pasywność ruchową”, „brak aktywności fizycznej” definiujemy jako poziom aktywności fizycznej (AF) niewystarczający do spełnienia aktualnych zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) dotyczących poziomu AF niezbędnej dla zdrowia.

Gdyby ludność świata, zwłaszcza w krajach wysoko rozwiniętych, była bardziej aktywna, to roczna liczba zgonów mogłaby być o cztery–pięć milionów niższa. Siedzący tryb życia i brak AF są przyczynami globalnych problemów zdrowotnych mających negatywne konsekwencje dla zdrowia zarówno fizycznego, psychicznego, jak i społecznego [3, 4, 5]. Według WHO brak ruchu jest czwartym wiodącym czynnikiem ryzyka śmiertelności na świecie [6]. Zwiększa również ryzyko zgonu z powodu chorób układu sercowo-naczyniowego, cukrzycy typu 2 i wielu nowotworów [7, 8, 9, 10].

Niski poziom aktywności fizycznej jest także bardzo niepokojący wśród mieszkańców Unii Europejskiej (UE). Co piąta osoba podejmuje niewielką aktywność fizyczną lub nie podejmuje jej wcale, a dwie trzecie dorosłej populacji nie osiąga jej zalecanego poziomu. Jedno z badań WHO wykazało, że 13% obywateli UE w ciągu tygodnia nie chodziło nawet przez co najmniej 10 minut jednego dnia [11]. Polacy są jednym z najmniej aktywnych fizycznie społeczeństw w Europie. Pod tym względem Polska, z wynikiem 64%, pozostaje poniżej europejskiej średniej, która według Eurobarometru 2017 wynosi 71% aktywnych obywateli [12]. Większość osób dorosłych nie podejmuje AF wystarczająco systematycznie, aby zachować mobilność, elastyczność i wytrzymałość siłową potrzebną m.in. do prawidłowego funkcjonowania stawów biodrowych. Natomiast, jak podają McKenzie i inni [13], to właśnie większa liczba ćwiczeń, stopniowe zwiększenie poziomu AF (co prowadzi do poprawy sprawności motorycznej) są elementami najskuteczniejszej terapii bólu w układzie ruchu spowodowanego urazem mechanicznym. Taki ból ogranicza jednak poziom AF, czego konsekwencjami są pogorszenie się sprawności fizycznej, nadwaga lub otyłość, co skutkuje negatywnym wpływem na układ ruchu, a tym samym znacząco wpływa na sprawność funkcjonalną i jakość życia.

Nie tylko brak AF może być przyczyną problemów bólowych i dysfunkcji w obszarze stawów biodrowych i dolnego odcinka kręgosłupa. Zarówno długotrwała pozycja stojąca, jak i siedzenie w pozycji ze skrzyżowanymi nogami powodują przeciążenia struktur zlokalizowanych wewnątrz stawów biodrowych. Spędzanie czasu w pozycjach siedzącej i leżącej czy też spanie z nieprawidłowo ułożonymi stawami biodrowymi i dolnym odcinkiem kręgosłupa mogą skutkować patologicznymi naciskami albo wywoływać przeciążenia posturalne i ból [14, 15]. Nieprawidłowa postawa utrzymywana przez długi czas nadmiernie rozciąga lub przeciąża struktury zlokalizowane w obrębie stawów biodrowych i dolnego odcinka kręgosłupa, co z kolei może być przyczyną bólu [16].

Systematyczna AF o odpowiedniej intensywności to silny biologiczny stymulator należący do głównych determinantów zdrowia fizycznego i psychicznego człowieka. Badania naukowe wykazały, że taka aktywność ma zasadnicze znaczenie zarówno dla zdrowia fizycznego, psychicznego, społecznego, jak i dla funkcji poznawczych wszystkich populacji [17, 18]. U dzieci i młodzieży poprawia wydolność i sprawność motoryczną, zdrowie kardiometaboliczne i psychiczne, funkcje poznawcze, a także pozwala na utrzymanie należytej masy ciała [11]. U dorosłych AF wpływa na mniejszą śmiertelność z powodu chorób układu krążenia, nowotworów czy cukrzycy typu 2. Zmniejsza też objawy lęku i depresji [19], dzięki czemu człowiek lepiej funkcjonuje w codziennym życiu, poprawiają się również jakość i długość jego snu. Natomiast po 65. roku życia, kiedy to w narządzie ruchu zauważalne są pierwsze oznaki starzenia się, AF pomaga zapobiegać upadkom i związanym z nimi obrażeniami oraz pogorszeniu się jakości tkanki mięśniowej, kostnej i sprawności ruchowej [20, 21]. W tym okresie ludzie powinni podejmować wzmożony wysiłek fizyczny, gdyż zapewni im to zachowanie sprawności fizycznej i psychicznej na kolejne lata [8].

Zaburzenia mięśniowo-szkieletowe znajdują się w pierwszej piątce grup diagnostycznych w UE i generują znaczne koszty opieki zdrowotnej i wsparcia społecznego. Jeden z problemów tego rodzaju zaburzeń jest związany z dysfunkcjami w narządzie ruchu, a szczególnie w obszarze miednicy i dolnego odcinka kręgosłupa [22]. Wczesna interwencja i dobrze ułożony program ćwiczeń fizycznych mogą pomóc w: przywróceniu i utrzymaniu równowagi mięśniowej, zmniejszeniu poziomu bólu (wykorzystując fizjologiczny odruch z odpowiednich receptorów umieszczonych w ścięgnach mięśni, można zmniejszyć spoczynkowe napięcie mięśni) oraz zwiększeniu zakresu ruchów poprzez uzyskanie norm ich elastyczności oraz zapobieżenie urazom [23, 24].

W ostatnich latach systematycznie rozwija się oferta programowa w zakresie różnych form aktywności ruchowej. Jednak spora część osób korzystających z tych propozycji ulega kontuzjom w czasie zajęć z uwagi na ich niedostosowanie do swojego poziomu sprawności fizycznej. Wynika to też częściowo z faktu, że uczestniczą w nich coraz starsze osoby, które w czasach propagowania zdrowego stylu życia jako wyznacznika długowieczności pragną współtworzyć ten trend, a nie zawsze mają ku temu fizyczne predyspozycje. Tendencji tej nie może zmienić jedynie stosowanie leków oraz podstawowych zabiegów fizykalnych bez jednoczesnego wykorzystania specjalistycznych metod usprawniania osób uczestniczących w danej aktywności ruchowej.

Wdrożenie prawidłowych i indywidualnie dostosowanych form AF wymaga udziału fizjoterapeutów, trenerów i lekarzy posiadających odpowiednią wiedzę, współtworzących skuteczne programy ćwiczeń zdrowotnych. Jednym z nich jest autorski Program ćwiczeń rekreacyjnych wykorzystujących ruchy rotacyjne (PCR), który polega na wykonaniu sekwencji ruchów rotacyjnych w ćwiczonych stawach i odcinkach ciała. Ruchy te są istotne dla każdego rodzaju aktywności wymagającej jednoczesnego przemieszczenia się do przodu, w bok czy do tyłu. Z anatomicznego punktu widzenia wszystkie symetryczne aktywności całego ciała zawierają w sobie jakiś element rotacji, nawet te, podczas których wykonuje się zginanie czy wyprost. Wykonując ruch rotacji ciałem lub jego częścią, relacja z siłą grawitacji nie zostaje zakłócona w przeciwieństwie do ruchów zginania i prostowania, które zawsze zachodzą przeciwko albo zgodnie z siłą grawitacji [25]. Zginanie i wyprost to ruchy symetryczne, nie są natomiast ruchami rotacyjnymi! Rotacje całego ciała zawsze wykonywane są poprzez pary skośnie zorientowanych mięśni. Mięsień po jednej stronie ciała skraca się koncentrycznie, podczas gdy mięsień po drugiej stronie wydłuża się, opierając się skrętowi. Przykładem tego są zewnętrzne i wewnętrzne skośne mięśnie brzucha. Kiedy następuje skręt tułowia w prawo, prawe zewnętrzne i lewe wewnętrzne mięśnie skośne skracają się koncentrycznie, a prawe wewnętrzne i lewe zewnętrzne wydłużają się, tworząc opór. Mięśnie przebiegające pionowo – prawy i lewy mięsień prosty brzucha – oraz mięśnie przebiegające poziomo, takie jak mięsień poprzeczny brzucha, nie zmieniają swej długości w trakcie skrętu. Utrzymują jedynie identyczne po obu stronach napięcie izometryczne [26]. Ponadto ruchy zginania, wyprost i skłony nie zwiększają napięcia osiowego w ciele, skręty zaś powodują kompresję struktur leżących w osi skrętu – są one poddawane skręceniu i kompresji, która pozostaje w bezpośredniej proporcji do obciążenia [25].

Ruchy rotacyjne mogą zachodzić jako proste i złożone. Prostim rodzajem skrętu jest rotacja w stawach obwodowych, np. w obrębie części promieniowej stawu łokciowego, kiedy głowa kości promieniowej, otoczona więzadłem obrączkowym, wykonuje wyłącznie ruchy rotacyjne w stosunku do główki kości ramiennej. Złożonym rodzajem obrotu są natomiast ruchy obrotowe zachodzące w obrębie kręgosłupa [27]. Wykonywane są przez złożenie pojedynczych ruchów skrętu jednostek motorycznych (krąg–krążek międzykręgowy–krąg) na wielu poziomach w obrębie jednego odcinka lub wielu odcinków kręgosłupa.

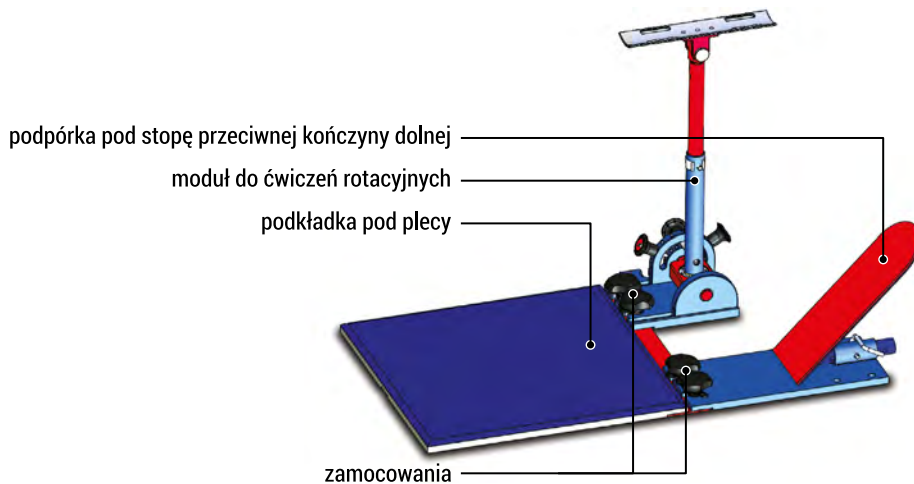
PCR został stworzony, opracowany i opublikowany przez Jolantę Grażynę Zuzdę i Roberta Latosiewicza w 2010 roku [27]. Ta forma aktywności ruchowej nie tylko zwiększa sprawność motoryczną, lecz także poprawia koordynację nerwowo-mięśniową oraz pobudza przemiany tłuszczowe w organizmie. Po raz pierwszy zaprezentowano go na arenie międzynarodowej w Stanach Zjednoczonych w 2013 roku na jednej z najbardziej prestiżowych konferencji organizowanej przez American College of Sports Medicine [28]. Z kolei wieloletnie wyniki badań naukowych, m.in. efekty fizjologiczne, przedstawiono w roku 2021 podczas międzynarodowej konferencji Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering w Warszawie [29, 30]. Zachęcano do doskonalenia metod treningowych stosowanych w tej formie aktywności ruchowej w celu podnoszenia jej skuteczności. Oprócz efektów samego treningu

przekazana wiedza dotyczyła zarówno biomechanicznych, fizjologicznych, jak i psychologicznych uwarunkowań tego typu aktywności. Umożliwia ona badaczom stworzenie wytycznych bezpiecznego wykonywania programu [31].

Prezentowana poniżej metoda, która umożliwia opanowanie umiejętności samodzielnego radzenia sobie z problemami w układzie ruchu, została stworzona przez dr Jolanę Grażynę Zuzdę i rozwinęła się dzięki jej ponadtrzydziestoletniej praktyce zawodowej. W ostatnich latach metoda ćwiczeń rotacyjnych została wykorzystana w leczeniu dolegliwości bólowych również innych obszarów ciała, takich jak obręcz barkowa, klatka piersiowa, kończyny dolne i staw skokowy.

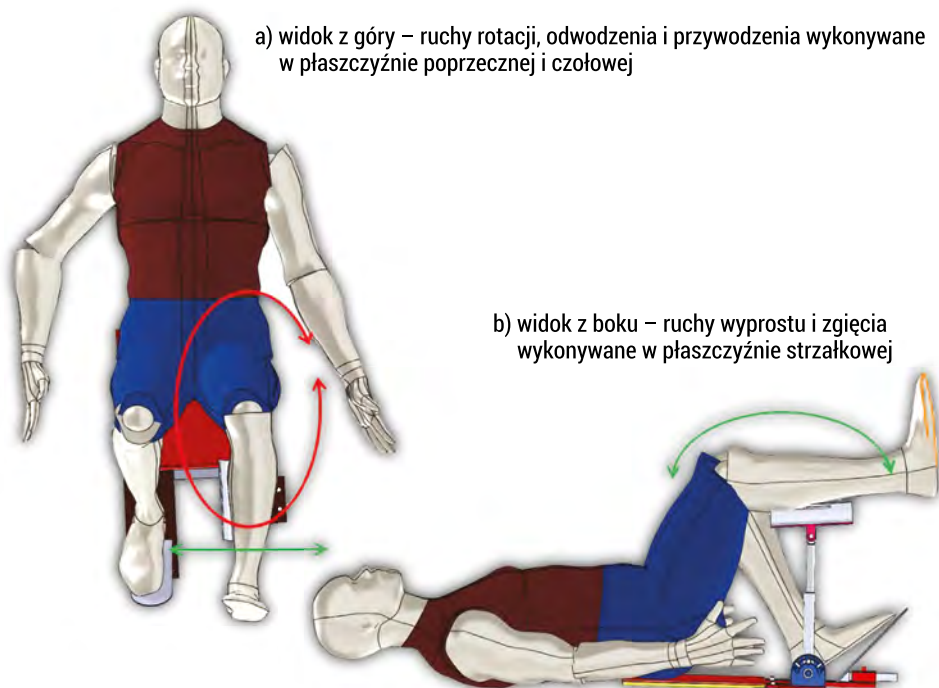
W roku 2018 w ramach projektu nr 2/II TPB/2018 zatytułowanego „Program rehabilitacji i zapobiegania schorzeniom zwyrodnieniowym narządu ruchu poprzez usprawnianie stawu biodrowego – opracowanie ćwiczeń oraz urządzeń wspomagających” [32], realizowanego przez konsorcjum Instytutu Innowacji i Technologii Politechniki Białostockiej, Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku oraz Uniwersytetu w Białymstoku, opracowano urządzenie wspomagające ćwiczenia rotacyjne stawu biodrowego (CRSB). Głównymi założeniami projektowymi były rehabilitacja stawu biodrowego, aktywne ćwiczenia jednożadne bez oporu lub z dawkowanym oporem, dwie konfiguracje (zgięcie–wyprost i rotacja wewnętrzna–zewnętrzna) z regulowanym zakresem kątowym. Urządzenie jest proste w konstrukcji, łatwe w obsłudze i możliwe do użytkowania w warunkach domowych. Jego pomysłodawcą była Jolanta Grażyna Zuzda. Opracowany przez nią program ćwiczeń w powiązaniu z powyższym urządzeniem stanowi oryginalne rozwiązanie pozwalające na przeprowadzenie kompleksowej kinezyterapii stawu biodrowego. Połączenie metod fizjoterapii z metodami inżynierii biomedycznej pozwala na łatwe usprawnianie stawu biodrowego w wielu płaszczyznach ruchu – strzałkowej, czołowej oraz poprzecznej. W efekcie można oczekiwać wymiernych efektów nie tylko leczenia, lecz także profilaktyki schorzeń w obszarze stawów biodrowych. Wykonane w ramach projektu badanie rynku konsumenckiego, przeprowadzone przez niezależną firmę zewnętrzną – Polski Instytut Innowacji Transferu Technologii SA w Białymstoku – wskazuje na to, że ani na rynku krajowym, ani zagranicznym nie ma podobnych urządzeń. W sporządzonym przez ten instytut raporcie czytamy: „Rehabilitację przy zastosowaniu sprzętu do ćwiczeń rotacyjnych opracowanego przez Projektodawców można zastosować zarówno w leczeniu zachowawczym, jak również operacyjnym (rehabilitacja przed- i pooperacyjna). Zastosowanie przyrządu opracowanego przez zespół naukowców Politechniki Białostockiej zwiększy ich efektywność oraz z pewnością uatrakcyjni ćwiczenia, co przyczyni się do odniesienia sukcesu w postaci poprawy sprawności motorycznej osoby ćwiczącej” [33].

Na rysunkach 1 i 2 zaprezentowano model 3D CAD oraz zasadę działania urządzenia wspomagającego realizację programu CRSB. Zostały one przedstawione na 22nd Polish Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering w Warszawie w dniach 19–21 maja 2021 roku [30]. Wcześniej zaś, 18 lutego 2021 roku, uzyskano pozytywną odpowiedź z Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej w Warszawie, który przyznał patent nr 426698 na Urządzenie do rotacyjnych ćwiczeń stawów człowieka [34].



RYS. 1. Model 3D CAD urządzenia wspomagającego realizację programu CRSB (autor: dr inż. P. Borkowski – Politechnika Białostocka)

ŹRÓDŁO: [30].

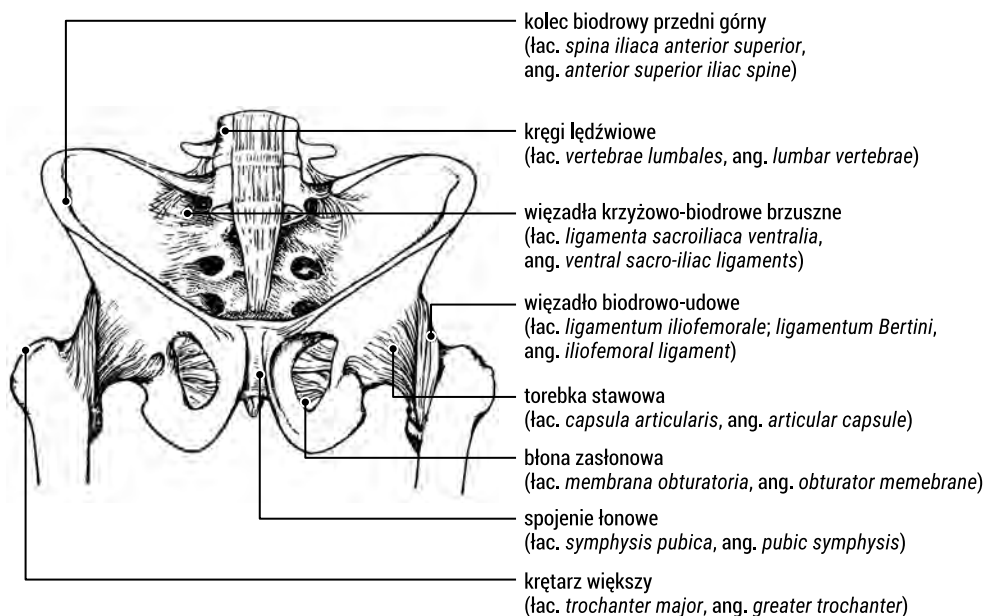


RYS. 2. Zasada działania urządzenia wspomagającego realizację programu CRSB

ŹRÓDŁO: [30].

1. Anatomia miednicy i stawu biodrowego

Miednicę ludzką (łac. *pelvis*) tworzą dwie kości miedniczne i kość krzyżowa (rys. 3). Kość miedniczna (łac. *os coxae*) składa się z kości: biodrowej (łac. *os ilium*), kulszowej (łac. *os ischii*) i łonowej (łac. *os pubis*). Głównymi częściami anatomicznymi kości miedniczej są: talerz kości biodrowej (łac. *crista iliaca*), panewka stawu biodrowego (łac. *acetabulum*) oraz guz kulszowy (łac. *tuber ischadicum*).



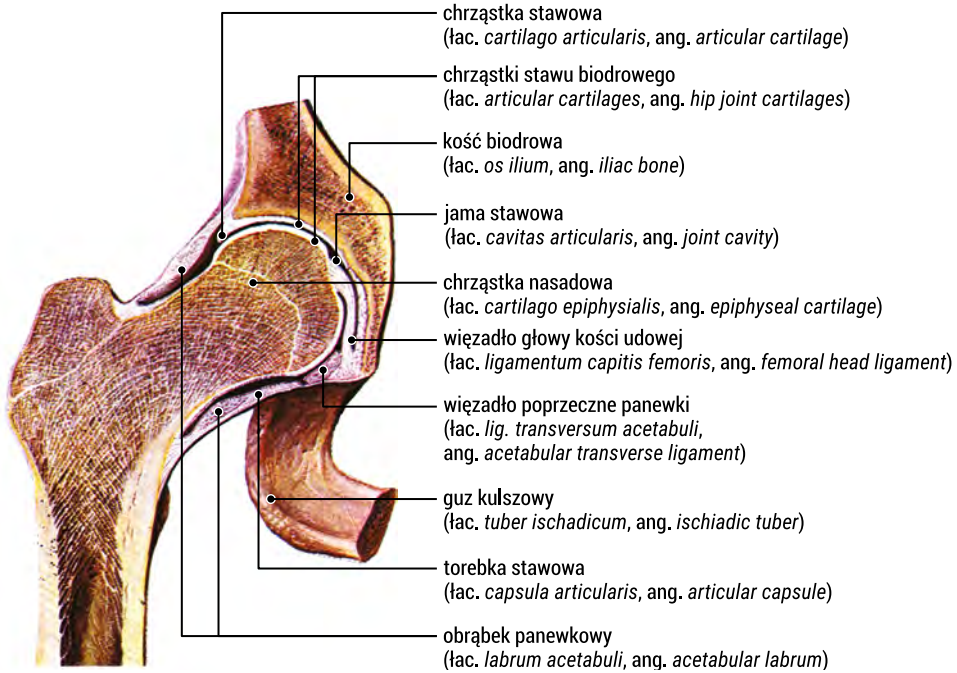
RYS. 3. Kości miednicy mężczyzny

ŹRÓDŁO: [35].

Dwie kości miedniczne łączą się w części przedniej chrząstkowym spojeniem łonowym (łac. *symphysis pubica*), natomiast w części tylnej łączą się z kością krzyżową włóknistymi stawami krzyżowo-biodrowymi (łac. *art. sacroiliace*). Wyraźnie widoczna na obu kościach miednicznych kresa graniczna (łac. *linea terminalis*) wyznacza umowną płaszczyznę przejścia miednicy większej w miednicę mniejszą. U ludzi miednica wykazuje zróżnicowanie płciowe. U kobiet ma większą szerokość

i mniejszą wysokość. Ściany jej kanału są położone w przybliżeniu równolegle, podczas gdy u mężczyzn – skośnie. Płaszczyzna wejścia miednicy żeńskiej ma kształt poprzecznie owalny, a męskiej – sercowaty.

Anatomicznie staw biodrowy (łac. *articulatio coxae*) to jeden z największych stawów w organizmie człowieka. Składa się z głowy kości udowej (łac. *caput femoris*) oraz panewki (łac. *acetabulum*) położonej w obrębie kości miednicznej (rys. 4).



RYS. 4. Budowa anatomiczna stawu biodrowego

ŹRÓDŁO: [35].

Głowę stawu biodrowego tworzy kulista głowa kości udowej (*caput femoris*), na której szczycie znajduje się dołek głowy kości udowej (łac. *fovea capitis femoris*). Głowa kości udowej porusza się w panewce stawu biodrowego (łac. *acetabulum*) składającej się z powierzchni księżycowej (łac. *facies lunata*) i dołu panewki (łac. *fossa acetabuli*). Panewka pogłębiona jest chrzęstnym obrąbkiem panewkowym (łac. *labrum acetabulare*). Staw biodrowy otoczony jest torebką stawową oraz chroniony przez więzadła. Odgrywają one istotną rolę w przenoszeniu sił zewnętrznych, a także w stabilizacji tego stawu, a ich głównym zadaniem jest hamowanie nadmiernych ruchów kończyn dolnych. Kompleks więzadeł stawu biodrowego to:

1. Więzadło biodrowo-udowe (łac. *ligamentum iliofemorale*).
2. Więzadło łonowo-udowe (łac. *lig. pubofemorale*).
3. Więzadło kulszowo-udowe (łac. *lig. ischiofemorale*).
4. Więzadło głowy kości udowej (łac. *lig. capitis femoris*).

Unaczynienie stawu biodrowego pochodzi od tętnicy głębokiej uda (łac. *a. femoris profunda*), od której odchodzą tętnice je okalające – przyśrodkowa i boczna (łac. *a. circumflexa femoris medialis et lateralis*). Od strony przedniej staw biodrowy jest unerwiony przez nerw udowy (łac. *n. femoralis*), od strony przyśrodkowej i dolnej przez nerw zasłonowy (łac. *n. obturatorius*), a od strony tylnej przez nerw kulszowy (łac. *n. ischiadicus*).

Kulisty charakter stawu biodrowego powoduje, że ruchy w nim odbywają się w wielu płaszczyznach:

- a) strzałkowej – ruchy zginania (łac. *flexio*) i prostowania (łac. *extensio*),
- b) czołowej – ruchy odwodzenia (łac. *abductio*) i przywodzenia (łac. *adductio*),
- c) poprzecznej – ruchy rotacji zewnętrznej (łac. *rotatio externa*) i rotacji wewnętrznej (łac. *rotatio interna*).

Połączenie powyższych ruchów w wielu płaszczyznach daje ruch obwodzenia (łac. *circumductio*).

Ruchomość czynną stawu biodrowego zapewniają mięśnie z przyczepami początkowymi w obrębie kręgosłupa lędźwiowego oraz miednicy i przyczepami końcowymi znajdującymi się na kości udowej.

W skład zespołu mięśniowego zginającego kończynę dolną w stawie biodrowym wchodzi:

1. Mięsień biodrowo-lędźwiowy (łac. *m. iliopsoas*).
2. Mięsień czworogłowy uda (łac. *m. quadriceps femoris*).
3. Mięsień przywodziciel wielki (łac. *m. adductor magnus*), mięsień przywodziciel średni – część przednia (łac. *m. adductor medius, pars anterior*) i mięsień przywodziciel krótki (łac. *m. adductor brevis*).
4. Mięsień krawiecki (łac. *m. sartorius*).
5. Mięsień naprężacz powięzi szerokiej uda (łac. *m. tensor fasciae latae*).
6. Mięsień pośladkowy mały (łac. *m. gluteus minimus*).

Na zespół mięśniowy prostujący kończynę dolną w stawie biodrowym składają się:

1. Mięsień pośladkowy wielki – część udowa (łac. *m. gluteus maximus, pars femoralis*), mięsień pośladkowy średni (łac. *m. gluteus medius*) i mięsień pośladkowy mały – część tylna (łac. *m. gluteus minimus, pars posterior*).
2. Mięsień przywodziciel wielki i krótki (łac. *m. adductor magnus et brevis*).
3. Mięsień półbłoniasty (łac. *m. semimembranosus*).
4. Mięsień półścięgnisty (łac. *m. semitendinosus*).
5. Mięsień czworogłowy uda (łac. *m. quadriceps femoris*).
6. Mięsień smukły (łac. *m. gracilis*).
7. Mięsień gruszkowaty (łac. *m. piriformis*).
8. Mięsień zasłaniacz zewnętrzny, wewnętrzny oraz mięśnie bliźniacze (łac. *m. obturatorius externus et internus, mm. gemelli*).

W płaszczyźnie czołowej wokół osi strzałkowej biegnącej przez środek głowy kości udowej zachodzą ruchy odwodzenia (łac. *abductio*) i przywodzenia (łac. *adductio*), a przy ustalonym udzie pochylenie boczne miednicy. Zespół mięśniowy przywodzący kończynę dolną w stawie biodrowym to:

1. Mięsień pośladkowy wielki – część udowa (łac. *m. gluteus maximus, pars femoralis*).
2. Mięsień przywodziciel wielki, długi i krótki (łac. *m. adductor magnus, longus i brevis*).
3. Mięsień biodrowo-łędźwiowy (łac. *m. iliopsoas*).
4. Mięsień półbłoniasty (łac. *m. semimembranosus*).
5. Mięsień dwugłowy uda (łac. *m. biceps femoris*).
6. Mięsień grzebieniowy (łac. *m. pectineus*).
7. Mięsień półścięgnisty (łac. *m. semitendinosus*).
8. Mięsień czworogłowy uda (łac. *m. quadriceps femoris*).
9. Mięsień smukły (łac. *m. gracilis*).
10. Mięsień zasłaniacz zewnętrzny, wewnętrzny oraz mięśnie bliźniacze (łac. *m. obturatorius externus et internus, mm. gemelli*).

W skład zespołu mięśniowego odwodzącego kończynę dolną w stawie biodrowym wchodzi:

1. Mięsień pośladkowy wielki (łac. *m. gluteus maximus*), mięsień pośladkowy średni (łac. *m. gluteus medius*) oraz mięsień pośladkowy mały (łac. *m. minimus*).
2. Mięsień prosty uda (łac. *m. rectus femoris*).
3. Mięsień naprężacz powięzi szerokiej (łac. *m. tensor fasciae latae*).
4. Mięsień krawiecki (łac. *m. sartorius*).
5. Mięsień gruszkowaty (łac. *m. piriformis*).

W płaszczyźnie poprzecznej wokół osi pionowej łączącej punkty środkowe stawów biodrowego, kolanowego i skokowego odbywają się ruchy obrotowe uda do wewnątrz i na zewnątrz. Przy ustalonym udzie zachodzą obroty miednicą. W tych ruchach obrót do wewnątrz jest hamowany przez więzadło kulszowo-udowe, na zewnątrz – przez więzadło biodrowo-udowe, a przy zgiętym udzie również przez więzadło głowy kości udowej. Przez połączenie ruchów dookoła osi czołowej i strzałkowej powstaje ruch obwodzenia [26, 36, 37].

Zespół mięśniowy rotujący zewnętrznie kończynę dolną w stawie biodrowym to:

1. Mięsień pośladkowy wielki, średni – część tylna i mały – część tylna (łac. *m. gluteus maximus, medius – pars posterior, minimus – pars posterior*).
2. Mięsień zasłaniacz zewnętrzny, wewnętrzny.
3. Mięśnie bliźniacze (łac. *mm. gemelli*).
4. Mięsień przywodziciel wielki, długi i krótki (łac. *m. adductor magnus, longus i brevis*).
5. Mięsień gruszkowaty (łac. *m. piriformis*).
6. Mięsień biodrowo-łędźwiowy (łac. *m. iliopsoas*).
7. Mięsień dwugłowy uda (łac. *m. biceps femoris*).

8. Mięsień czworogłowy uda (łac. *m. quadriceps femoris*).
9. Mięsień smukły (łac. *m. gracilis*).
10. Mięsień grzebieniowy (łac. *m. pectineus*).
11. Mięsień krawiecki (łac. *m. sartorius*).

Do zespołu mięśniowego rotującego wewnątrznie kończynę dolną w stawie biodrowym należą:

1. Mięsień pośladkowy średni (łac. *m. gluteus medius*) i mały (łac. *m. gluteus minimus*) – część przednia.
2. Mięsień naprężacz powięzi szerokiej (łac. *m. tensor fasciae latae*).
3. Mięsień prosty uda (łac. *m. rectus femoris*).
4. Mięsień dwugłowy uda (łac. *m. biceps femoris*) – głowa długa.
5. Mięsień przywodziciel wielki (łac. *m. adductor magnus*).
6. Mięsień smukły (łac. *m. gracilis*).

Z racji kulistej budowy staw biodrowy ma trzy stopnie swobody ruchu. Zakres ruchomości jest głównie związany z wiekiem i maleje wraz ze zmniejszaniem się elastyczności więzadeł oraz rozwojem na powierzchniach chrzęstnych zmian o typie chondromalacji lub zmian zwyrodnieniowych. W tabelach 1–3 przedstawiono normy ruchów w stawie biodrowym: zgięcia, wyprostu, przywodzenia, odwodzenia, rotacji zewnętrznej oraz rotacji wewnętrznej.

TABELA 1. Normy zakresów ruchów zgięcia i wyprostu w stawie biodrowym

Wiek (lata)	Zgięcie		Wyprost	
	ruch czynny	ruch bierny	ruch czynny	ruch bierny
18–40	120–125°	130°	15°	20°
41–60	110°	120°	10°	10–15°
61–85	100°	110°	5°	5–10°

ŹRÓDŁO: [38].

TABELA 2. Normy zakresów ruchów odwodzenia i przywodzenia w stawie biodrowym

Wiek (lata)	Odwiedzenie		Przywodzenie	
	ruch czynny	ruch bierny	ruch czynny	ruch bierny
18–40	40°	45°	30°	35°
41–60	30–35°	35–40°	25–30°	35°
61–85	25°	30–35°	25°	30°

ŹRÓDŁO: [38].

TABELA 3. Normy zakresów ruchów rotacji zewnętrznej i rotacji wewnętrznej w stawie biodrowym

Wiek (lata)	Rotacja zewnętrzna		Rotacja wewnętrzna	
	ruch czynny	ruch bierny	ruch czynny	ruch bierny
18-40	30-35°	30-40°	30-35°	40°
41-60	30°	35°	25-30°	35°
61-85	25°	30°	20-25°	30°

ŹRÓDŁO: [38].

2. Urazy i choroby stawu biodrowego – prewencja, leczenie i rehabilitacja

Aktualność problematyki poprawienia komfortu sprawnościowego współczesnego człowieka na drodze działań profilaktycznych wynika z cywilizacyjnych trendów naznaczonych przez rozszerzające swe zasięgi społeczne zjawisko hipokinezy i wynikającą z niego stopniową transformację przedstawicieli gatunku ludzkiego w tzw. *homo sedentarius* [39], którego dość wierne tłumaczenie oznacza „człowieka siedzącego”. Brak AF przede wszystkim przyczynia się do schorzeń układów kostno-stawowego i mięśniowego.

Schorzenia układu mięśniowo-szkieletowego to jedna z głównych przyczyn niepełnosprawności w Europie. Niepełnosprawności te powodują nie tylko istotny spadek jakości życia ludzi z powodu bólu, problemów z czynnościami życia codziennego lub współżycia społecznego, lecz także poważny problem finansowo-gospodarczy wielu krajów europejskich. Nieobecności w pracy, niezdolność do pracy czy dożywotnia renta stanowią duże obciążenie dla finansów i produktywności każdej gospodarki narodowej [22, 40, 41].

W literaturze istnieją wyraźne dowody na zależność typu „dawka–odpowiedź” pomiędzy AF a wydolnością układu mięśniowo-szkieletowego [42, 43, 44, 45, 46]. W 2012 roku Bergier opublikował pracę, w której pisze: „Od wielu lat, a obecnie może szczególnie wzrasta rola aktywności fizycznej jako środka w profilaktyce zdrowia człowieka” [47]. Dutton dodaje, iż w profilaktyce ważne są też: edukacja, wsparcie pacjenta oraz zmniejszenie ryzyka postępu choroby [48]. We wczesnej fazie choroby najważniejsze są jednak ostrożność i modyfikacja codziennych czynności pod kątem dolegliwości związanych z chorobą [23], a także eliminacja czynników ryzyka urazu w grupach osób młodych, a u osób w wieku starszym – ryzyka choroby zwyrodnieniowej, nauczanie pacjenta przestrzegania zasad profilaktyki oraz przekazanie mu wiedzy z zakresu prawidłowego chodzenia za pomocą kul, schodzenia w dół, noszenia ciężarów, siadania oraz wykonywania czynności dnia codziennego [14].

W profilaktyce kluczowe znaczenie mają ćwiczenia w obszarze dolnego odcinka kręgosłupa, miednicy, stawów biodrowych i kończyn dolnych [49, 50, 51, 52]. Większość problemów związanych z zaburzeniami narządów ruchu, zwłaszcza bioder, kręgosłupa i nieprawidłową postawą, jest odwracalna. Wczesna interwencja i dobrze dopasowany program treningowy pozwalają na zmniejszenie objawów bólu przy jednoczesnym zwiększeniu tempa ruchu w stawie biodrowym [53]. Natomiast AF o dużej

intensywności, niedostosowana do poziomu wydolności i sprawności motorycznej osoby ćwiczącej, sporty wymagające rywalizacji, bieganie czy upadki mogą prowadzić do przeciążeń i urazów w obszarach miednicy i stawów biodrowych.

Najczęstszymi obrażeniami stawów biodrowych i miednicy są:

- naciągnięcie (ang. *strain*) mięśni zginaczy stawu biodrowego. Przyczynami są: słaba wytrzymałość siłowa, mała elastyczność, pominięcie rozgrzewki przed ćwiczeniami, uraz, upadek. Nagłe ruchy, takie jak sprint, kopanie i zmiana kierunku podczas biegu lub ruchu, mogą rozciągnąć, a nawet rozerwać zginacze stawu biodrowego. Biegacze, osoby uprawiające sporty walki oraz piłkarze i hokeiści są najbardziej narażeni na tego typu kontuzje [54, 55, 56, 57, 58];
- uszkodzenie obrąbka stawu biodrowego (ang. *glenoidal labrum*). Jego przyczyną jest uraz panewki lub końca bliższego kości udowej [59];
- pourazowe zapalenie kaletki maziowej krętarza (ang. *bursitis*). Przyczynami mogą być urazy lub sumujące się mikrourazy, a także przeciążenia, np. wykonywanie intensywnych ćwiczeń niedostosowanych do poziomu sprawności fizycznej osoby ćwiczącej [59, 60]. Wśród przyczyn nieurazowych możemy wymienić długotrwałe utrzymywanie stawów w wymuszonej pozycji oraz schorzenia ogólnoustrojowe, takie jak: reumatoidalne zapalenie stawów, łuszczycowe zapalenie stawów, dna moczanowa, zakażenia bakteryjne, cukrzyca i inne [48];
- zwichnięcie stawu biodrowego (ang. *dislocation*) – to uszkodzenie, w którym dochodzi do chwilowej bądź trwałej utraty kontaktu powierzchni stawowych ze sobą. Głowa kości udowej traci kontakt z panewką w stawie biodrowym. Zwichnięcie jest powodowane przez ciężki uraz, zwykle związany z wypadkami drogowymi [61], choć przyczynić się do niego też mogą upadek z wysokości, a nawet uderzenie podczas uprawiania sportów kontaktowych. Z uwagi na budowę anatomiczną stawu biodrowego zwichnięciu towarzyszą mniej lub bardziej wyraźne uszkodzenia kości i powierzchni chrzęstnych tworzących staw;
- złamania panewki stawu biodrowego (ang. *acetabular fractures*) powstają wskutek bezpośredniego uderzenia głowy kości udowej w dno panewki i jej przemieszczenie się do jamy miednicy. Zwykle połączone są z uszkodzeniami innych okolic miednicy. Przyczynami są najczęściej ciężkie urazy w trakcie wypadków samochodowych, upadków z wysokości lub rzadziej urazów sportowych [22, 62];
- złamania szyjki kości udowej (ang. *femoral neck fractures*) stanowią prawie połowę złamań obszaru stawu biodrowego [62, 63]. Częstość ich występowania w populacji zachodniej rośnie wykładniczo wraz z wiekiem i jest zależna od płci – w ciągu 50 lat wskaźnik zapadalności wyniósł 3 : 1 u kobiet/mężczyzn [62]. Od 1990 roku nastąpił czterokrotny wzrost liczby złamań szyjki kości udowej – szacuje się, iż do roku 2050 ich liczba przekroczy sześć milionów [22]. Przyczynami są upadek (najczęściej) oraz wypadki komunikacyjne. Czynniki predysponującymi są obniżona z wiekiem gęstość kości (osteomalacja) i osteoporoza, a także uzależnienie od alkoholu [61, 63, 64];
- złamanie przezkrętarzowe kości udowej (ang. *trochanteric fractures*) stanowi jedną trzecią wszystkich złamań w obszarze stawu biodrowego. Najczęściej do niego

dochodzi podczas upadku z własnej wysokości. Tego rodzaju złamania zazwyczaj występują u osób w wieku podeszłym, u kobiet oraz osób, u których stwierdzono osteoporozę [63];

- złamania kości krzyżowej i miednicy (ang. *pelvis fractures*), które należą do najcięższych obrażeń narządu ruchu. Związane z nimi zagrożenie życia odnotowano u 10–50% osób [59]. Przyczynami są wypadki samochodowe oraz upadki z wysokości.

Problemy ze stawami biodrowymi prowadzą do zaburzeń funkcji statyczno-dynamicznych narządu ruchu i dotyczą całej populacji ludzkiej, również dzieci oraz młodzieży [65]. Wyprostowana postawa i chód dwunożny powodują, że człowiek przez swoje stawy biodrowe przenosi znacznie większe obciążenia jednostkowe niż czworonożne zwierzęta. Sprzyja to rozwojowi zaburzeń, u których podłoża leżą niedostateczność krążenia kostnej krwi i zużywanie się powierzchni chrzęstnych stawu.

Do najczęściej występujących przewlekłych chorób stawu biodrowego u dzieci i młodzieży należą:

- zwichnięcie rozwojowe (dysplazja) stawu biodrowego (ang. *Developmental Dislocation of the Hip*), które jest wynikiem zaburzeń rozwoju panewki stawu biodrowego – zamiast kształtu kulistej panewki przybiera kształt owalny, co powoduje nieprawidłowe ustawienie, a często „wyjście” głowy kości udowej poza panewkę. W Polsce częstość występowania dysplazji wynosi od 4% do 6% wszystkich urodzonych noworodków, częściej u tych płci żeńskiej (4 : 1) [66]. Zwichnięcie jest diagnozowane zwykle bezpośrednio po urodzeniu dziecka, w czym pomaga wykonanie badania USG metodą Grafa. Leczenie polega na utrzymywaniu nóżek dziecka w szerokim ustawieniu w okresie 3–6 miesięcy [48, 59, 67];
- choroba Legga–Calvégo–Perthesa (ang. *Legg–Calvé–Perthes disease*). Jest to aseptyczna martwica głowy kości udowej spowodowana rozwojowymi zaburzeniami ukrwienia bliższej nasady kości udowej o możliwym podłożu dziedzicznym. Najczęściej rozwija się w jednym biodrze i występuje u dzieci w wieku 2–12 lat, przy czym 3–5 razy częściej u chłopców niż u dziewcząt [48, 58]. Leczenie polega na odciążeniu kończyny oraz stosowaniu ortez i ćwiczeń (kinezyterapii). W bardziej zaawansowanych zmianach przeprowadza się leczenie operacyjne;
- przejściowe zapalenie błony maziowej stawu biodrowego (ang. *Transient Synovitis of the Hip*), zwane często zespołem drażliwego biodra. Jest to stan zapalny i obrzęk tkanek wokół stawu biodrowego o niejasnej etiologii. Występuje zwykle u dzieci w wieku od 2 do 12 lat, częściej u chłopców niż dziewcząt. Schorzenie zwykle dotyczy tylko jednego biodra i ustępuje samoistnie. U większości dzieci nie ma powikłań związanych z przejściowym zapaleniem błony maziowej stawu biodrowego [48];
- młodzieńcze złuszczenie głowy kości udowej (ang. *Slipped Capital Femoral Epiphysis*). Polega na tym, że głowa kości udowej „zsuwa się” z rosnącej nasady kości udowej. Zazwyczaj występuje podczas okresu intensywnego wzrostu młodzieńczego. Według Degi najczęściej dotyczy chłopców w przedziale wiekowym 12–16 lat i dziewczynek od 10 do 14 lat. Ponadto częściej występuje wśród populacji

czarnej niż białej, jest bardziej powszechna u chłopców niż dziewcząt w stosunku płci 2,4 : 1, a jej ryzyko jest wyższe u dzieci z nadwagą i otyłością [48, 66]. Schorzenie wymaga leczenia operacyjnego, które polega na nastawianiu i stabilizacji głowy kości udowej z szyjką. Używa się do tego łączników w postaci drutów i śrub. Stabilizacja trwa do czasu zrośnięcia się chrząstki nasadowej głowy kości udowej;

- chondromalacja (ang. *chondromalacia*). Schorzenie cechują zmiany patologiczne w obrębie chrząstki stawowej polegające na jej rozmiękaniu i tworzeniu się szczelin i ubytków chrząstki stawowej. Choroba występuje u młodzieży i dorosłych, częściej u dziewczynek i kobiet, pojawia się w wieku 14–16 lat [68]. Jest przewlekła, ale jej dolegliwości ustępują często po osiągnięciu dojrzałości płciowej.

W wieku dorosłym i w okresie starości do najczęstszych chorób stawu biodrowego należą konflikt udowo-panewkowy, choroba zwyrodnieniowa stawów (ang. *osteoarthritis* – OA) oraz reumatoidalne zapalenie stawów (RZS).

- Konflikt udowo-panewkowy (ang. *femoroacetabular impingement*) zachodzi, gdy głowa kości udowej uciska na obrąbek panewki. Występuje u ok. 10–15% populacji, z częstością podobną u kobiet i mężczyzn, lecz typ konfliktu (panewkowy lub głowowy) jest uzależniony od płci. Przyczynami są wrodzone odchylenia w budowie anatomicznej stawu biodrowego, schorzenia, w których dochodzi do rozwojowej deformacji stawu biodrowego, oraz nieodpowiednia aktywność fizyczna [59].
- Choroba zwyrodnieniowa stawu biodrowego (koksartroza, ang. *coxarthrosis*) jest jednym z najpowszechniejszych schorzeń narządu ruchu u ponad połowy osób po 40. roku życia. Częstość występowania wynosi średnio od 3,5% do 8,0% populacji i jest uzależniona od wieku, częściej pojawia się u kobiet. Pierwotne zmiany zwyrodnieniowe mają podłoże genetyczne. Natomiast do przyczyn zmian wtórnych zalicza się m.in. odchylenia w budowie stawów biodrowych, nieprawidłową biomechanikę stawu, powtarzające się mikrourazy, zmiany zapalne, hemofilię i otyłość. Choroba przejawia się morfologicznymi, biochemicznymi i molekularnymi zmianami komórek macierzy kostnej. Zmiany chorobowe prowadzą do rozmiękania i włóknienkowatości chrząstki stawowej, stwardnienia i zagęszczenia tkanki kostnej, wytworzenia narośli kostnych (osteofitów) i torbieli podchrzęstnych [59, 69, 70]. Choroba postępuje przewlekłe, niezależnie od stosowanego leczenia i prowadzi do pogorszenia sprawności ruchowej, a tym samym do pogorszenia jakości życia chorego. Kliniczne objawy OA wiążą się przede wszystkim z bolesnością stawów, narastającą przy zmianie pozycji ciała, sztywnością, a w konsekwencji ograniczeniem ruchomości i niestabilnością, co prowadzi do niepełnosprawności, a nawet depresji wynikającej z niemożności pełnienia dotychczasowych funkcji w najbliższym otoczeniu i społeczeństwie.

Postępowanie diagnostyczne i terapeutyczne w chorobie zwyrodnieniowej stawów wymaga uwzględnienia wielu aspektów, m.in. wieku, płci, budowy ciała, stopnia nasilenia bólu, upośledzenia sprawności, lokalizacji zmian chorobowych

i stopnia zaawansowania zmian strukturalnych, chorób współistniejących oraz innych stosowanych terapii. Nie można też pomijać oczekiwań i potrzeb pacjenta i jego otoczenia. Przed rozpoczęciem postępowania terapeutycznego w chorobie zwyrodnieniowej stawu biodrowego należy podać pacjentowi cel, rodzaj, metody, zasady i formy leczenia, jak również poinformować go o konieczności zmiany stylu życia, w tym nawyków żywieniowych oraz poziomu aktywności fizycznej [69, 72]. Rekomendacje dotyczące postępowania terapeutycznego w tej chorobie publikowane są okresowo przez międzynarodowy zespół pod patronatem OARSI [69, 71, 72]. W rekomendacjach OARSI podkreśla się, że zasady dobrej praktyki klinicznej wymagają indywidualizacji postępowania, a jednocześnie wielodyscyplinarnego programu leczenia [73]. W pierwszej fazie choroby należy zastosować leczenie zachowawcze, obejmujące edukację pacjenta, zabiegi fizykalne, kinezyterapię oraz farmakoterapię [74, 75]. Do pozytywnych rekomendacji American College of Rheumatology (ACR) w leczeniu choroby zwyrodnieniowej należą także dostawowe iniekcje glikokortykosteroidów, zwłaszcza pod kontrolą ultrasonograficzną. W odróżnieniu od rekomendacji amerykańskich w zaleceniach European Alliance of Associations for Rheumatology (EULAR) dotyczących terapii choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego znalazł się siarczan chondroityny, należący do grupy wolno działających leków objawowych (*symptomatic slow acting drugs for osteoarthritis* – SYSADOA) o działaniu przeciwbólowym i chondroprotektoryjnym [76]. W przypadku zaawansowanych zmian chorobowych, np. zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego, stosuje się leczenie operacyjne. Obejmuje ono zabiegi artroskopowe połączone z podaniem płytkowych czynników wzrostu lub komórek macierzystych, zabiegi korekcyjne, a w zmianach mocno zaawansowanych – endoprotezoplastykę [14], w której wykorzystuje się leczenia tego rodzaju zmian jest alloplastyka, w której wykorzystuje się różnego rodzaju całkowite endoprotezy stawu cementowane [77, 78], bezcementowe [79] lub hybrydowe [77, 80]. Alloplastyka ma zmniejszyć dolegliwości bólowe, zredukować przykurcze, przywrócić jednakową długość kończyn, poprawić wydolność i estetykę chodu, a tym samym jakość życia pacjenta. Dostępnym powikłaniem tego rodzaju leczenia jest zwichnięcie protezy. Analizy ilościowe i jakościowe zwichnięć endoprotez stawu biodrowego przeprowadzone przez Karuś oraz Panasiuk i Urbaniak wskazują, iż dochodzi do nich najczęściej w pierwszych trzech miesiącach od dnia wykonanego zabiegu operacyjnego, a ich przyczyny są zróżnicowane i wieloczynnikowe, takie jak: niewydolność mięśni pośladkowych, nieprzestrzeganie zachowań motorycznych wymaganych po implantacji endoprotezy, proliferacja tkanek miękkich do przestrzeni sztucznego stawu oraz nieprawidłowe ustawienie elementów endoprotezy lub wadliwa jej konstrukcja [79, 81].

- Reumatoidalne zapalenie stawów (RZS) to przewlekła choroba tkanki łącznej o podłożu immunologicznym i postępującym charakterze [70]. Jest zaliczana do chorób reumatycznych. Dotyka kobiety trzy razy częściej niż mężczyzn, zwykle pomiędzy 30. a 50. rokiem życia [71]. Jej istotą jest przewlekły proces zapalny toczący się w błonie maziowej stawu i w stosunkowo krótkim czasie

doprowadzający do zniszczenia przylegających struktur (chrząstki, kości, więzadeł i ścięgien). Najbardziej charakterystycznymi objawami RZS są ból, nasilający się wraz z rozwojem choroby, oraz poranna sztywność stawów, zwykle trwająca nie dłużej niż godzinę. Nawet stosunkowo niewielka aktywność fizyczna może być jednak przyczyną bólu trwającego kilka godzin. Reumatoidalne zapalenie stawów cechuje ograniczenie ruchów rotacji i zgięcia w stawach biodrowych oraz obniżona zdolność do utrzymania masy ciała. Wraz z rozwojem choroby pacjenci mogą mieć problem z wchodzeniem po schodach czy z zakładaniem skarpet. Do skutków RZS zaliczamy zniszczenie chrząstki stawów, ciężką niesprawność ruchową, a także do uszkodzenia wielu narządów i przedwczesną śmierć [48]. Terapia farmakologiczna obejmuje ogólnoustrojowe stosowanie tzw. analgetyków podstawowych (np. paracetamol w rekomendacjach ACR). Podkreśla się jednak, iż podawanie paracetamolu powinno być ograniczone do sytuacji, w których występują nietolerancja niesteroidowych leków przeciwzapalnych lub przeciwwskazania do ich stosowania [74]. Kasprzak zaleca leczenie modyfikujące – metotreksat, sulfasalzynę oraz małe dawki glikokortykosteroidów [70]. Woźniak i inni stwierdzają, iż „zasadą leczenia RZS jest zintegrowanie leczenia farmakologicznego, rehabilitacyjnego i operacyjnego. Wczesne rozpoznanie choroby i wdrożenie odpowiedniego planu leczenia może opóźnić konieczność wykonania zabiegu operacyjnego”. Leczenie nieoperacyjne opiera się na farmakoterapii, tj. stosowaniu niesteroidowych leków przeciwzapalnych, glikokortykosteroidów oraz biologicznych i syntetycznych celowanych leków modyfikujących przebieg choroby [71]. Terapia nefarmakologiczna obejmuje fizjoterapię (kinezyterapię, fizykoterapię, masaż, metody specjalne fizjoterapii) i zaopatrzenie ortopedyczne, w tym przyrządy i urządzenia usprawniające samoobsługę oraz stanowiące cenną kompensację zewnętrzną pojawiających się niejednokrotnie zaburzeń w zakresie wzorca chodu, postawy czy utrzymania równowagi. W zaleceniach z 2019 roku ACR podaje, iż ważne są regularny kontakt z pacjentem pracowników medycznych i socjalnych oraz uczestnictwo pacjentów w grupach wzajemnej pomocy. Nie należy także zapominać o postępowaniu profilaktycznym i psychoterapii. U osób z nadwagą i otyłością zalecana jest redukcja masy ciała. Wczesna interwencja fizjoterapeutyczna i dobrze zaprogramowany program ćwiczeń fizycznych mogą pomóc w przywróceniu i utrzymaniu równowagi mięśniowej, zmniejszeniu bólu poprzez zmniejszenie spoczynkowego napięcia mięśni i wykorzystanie fizjologicznych odruchów z receptorów znajdujących się w przyczepach mięśni oraz zapobiec ponownym urazom [23, 24]. Jako przygotowanie do ćwiczeń stosowane są m.in. zabiegi ciepło- lub zimnolecznicze, laseroterapia, magnetoterapia. Korzystne wyniki dają masaże czy też metody specjalne, np. proprioceptywne nerwowo-mięśniowe torowanie ruchu (PNF). Ćwiczenia ogólnoustrojowe obejmują ćwiczenia kształtujące funkcje motoryczne, takie jak: równowagę, koordynację, szybkość, zwinność, czas reakcji oraz gibkość. Są one polecane ze względu na to, iż dzięki nim poprawia się mobilność stawów, występuje rozluźnienie mięśni oraz poprawia się samopoczucie chorego. Ćwiczenia te należy wykonywać codziennie i uzupełniać stretchingiem statycznym (10–30 s.)

lub metodą PNF. Jako ćwiczenia redukujące tkankę tłuszczową zaleca się chodzenie albo wspinanie się po schodach, jazdę na rowerze stacjonarnym bądź pływanie. Należy przy tym pamiętać, iż pływanie poprawia sprawność układu krążeniowo-oddechowego, lecz nie przyczynia się do zachowania gęstości mineralnej kości.

Urazy i schorzenia stawu biodrowego zarówno u dorosłych, jak i u dzieci i młodzieży wymagają odpowiedniego ogólnoustrojowego oraz miejscowego postępowania usprawniającego. Programy rehabilitacyjne w leczeniu ich następstw powinny zapewnić przywrócenie funkcjonalnego zakresu ruchu, poprawę stabilizacji kończyn dolnych, poprawę wzorców ruchowych, a także utrzymanie równowagi mięśniowej [63]. Kuryliszyn-Moskal i inni piszą, iż realizacja programów rehabilitacyjnych w leczeniu skutków urazów stawu biodrowego „wymaga współpracy specjalistów z wielu dziedzin: reumatologów, rehabilitantów, ortopedów, lekarzy rodzinnych, psychologów, a także odpowiednio przeszkolonych pielęgniarek i pracowników socjalnych” [69]. Jedynie holistyczne podejście do terapii może zapewnić choremu właściwą jakość życia oraz oddalić konieczność postępowania chirurgicznego lub nawet go uniknąć. W wytycznych rehabilitacji po wszelkiego rodzaju urazach i uszkodzeniach biodra i miednicy czytamy, że rehabilitacja wymaga „wczesnego, intensywnego i multidyscyplinarnego podejścia. We wczesnym okresie rehabilitacja powinna skupiać się na wczesnym uruchamianiu pacjenta oraz intensywnych i częstych ćwiczeniach” [63]. Zajęcia początkowo powinny koncentrować się na przywróceniu funkcjonalnego zakresu ruchomości. Zmniejszy to sztywność stawową, zredukuje ryzyko zakrzepicy żył głębokich oraz powikłań ze strony układu oddechowego. Następnie stopniowo należy rozpocząć wdrażanie ćwiczeń wzmacniających. W kolejnym etapie trzeba wypracowywać prawidłowe wzorce ruchów funkcjonalnych. Zakres obciążenia powinien zostać określony i kontrolowany przez ortopedę [63].

American College of Sports Medicine rekomenduje ćwiczenia aerobowe o umiarkowanej intensywności, tj. 70–85% HRmax (maksymalnej częstości skurczów serca), czasie trwania nie krótszym niż 30 minut, które powinny być wykonywane od 3 do 5 dni w tygodniu. Rekomenduje też ćwiczenia wzmacniające wszystkie główne grupy mięśni, przez 2 lub więcej dni w tygodniu, zwykle 2–3 serie po 10–15 powtórzeń każdego z nich z zachowaniem jednoninutowej przerwy między seriami [82]. Dutton sugeruje kilkunastotygodniowy program ćwiczeń rehabilitacyjnych (tzw. drabina rehabilitacyjna). Celem pierwszej fazy jest przywrócenie pełnego biernego zakresu ruchu w stawach oraz tzw. ruchów pomocniczych. W fazie drugiej oczekiwane są poprawa czynnego zakresu ruchu oraz wstępne wzmacnianie mięśni. Natomiast w fazie trzeciej wzmacniają się określone grupy mięśniowe zapewniające poprawę stabilności dynamicznej. Po wykonaniu ostatniego ćwiczenia fazy trzeciej pacjent może rozpocząć trening funkcjonalny lub sportowy [48]. Teng i Powers sugerują, że osłabienie prostowników biodra wymusza bardziej wyprostowane ułożenie tułowia, co może prowadzić do przeciążania mięśni prostowników stawu kolana. Aby to skompensować, biegacze obciążają stawy kolanowe, co może prowadzić nie tylko do bólu, lecz także do poważniejszych kontuzji, a na dłuższą metę może zwiększyć ryzyko

choroby zwyrodnieniowej stawów [83]. Ishøi i inni stwierdzili, że zawodnicy ze słabszymi przywodzicielami bioder są bardziej narażeni na kontuzje niż zawodnicy, którzy do swoich treningów dodają ćwiczenia skoncentrowane na wzmacnianiu wspomnianych partii mięśniowych [84]. Bourne i inni przedstawiają oparte na dowodach naukowych zalecenia dla lekarzy pozwalające zrozumieć i wdrożyć odpowiednią terapię ruchową w celu zapobiegania urazom. Autorzy uważają, że wzmocnienie głowy długiej mięśnia dwugłowego uda i mięśnia półbłoniastego pomaga w ruchach związanych z wyprostem bioder, a co za tym idzie – w lepszej aktywacji i sile krótkiej głowy mięśnia dwugłowego uda i mięśnia półścięgnistego pełniących kluczową funkcję w ruchu zgięcia kolana. Doszli do wniosku, że w praktyce ważne jest prawidłowe przepisywanie ćwiczeń, aby pacjent mógł pozbyć się swego głównego problemu [85]. Terapia ruchowa ze względu na jej charakter może nie tylko poprawić stan zdrowia fizycznego, lecz także obniżyć poziom stresu i dać poczucie kontroli nad własnym ciałem [86]. Program rehabilitacyjny opisany przez Gaździka i stosowany zwykle w leczeniu następstw urazów stawu biodrowego należy realizować w trzech fazach. Celem pierwszej – fazy ostrej – jest zmniejszenie poziomu bólu, przywrócenie pełnego biernego zakresu ruchu oraz ruchów pomocniczych. W fazie drugiej, podostrej, należy wprowadzać ćwiczenia poprawiające czynny zakres ruchu oraz rozpocząć wstępne wzmacnianie mięśni. Natomiast w fazie trzeciej, przewlekłej, kontynuować wzmacnianie mięśni w celu poprawy stabilności dynamicznej. W fazie ostrej pacjent wykonuje następujące ćwiczenia: izometryczne, czynne, wspomagane, podnoszenie wyprostowanej kończyny w pozycji leżącej we wszystkich płaszczyznach oraz przyciąganie kolan do klatki piersiowej. Jeśli powtórzy każde z nich po 8–12 razy i nie będzie odczuwał bólu, przechodzi do fazy podostrej. Wykonuje w niej kolejne cztery ćwiczenia: wypad na stopień, przysiad przy ścianie, stanie na jednej nodze oraz podnoszenie wyprostowanej kończyny dolnej we wszystkich płaszczyznach. Jeśli którekolwiek z ćwiczeń wywołuje ból, wraca do wykonywanego wcześniej, powtarzając je 5 razy w ciągu dnia przez 1 lub 2 dni. Potem podejmuje próbę przejścia do następnego ćwiczenia. Jeśli zrobi każde z nich z 8–12 powtórzeniami bez odczuwania bólu, przechodzi do fazy trzeciej. Wykonuje step up we wszystkich kierunkach, wypady w tył, ćwiczenia z wykorzystaniem taśm i z piłką gimnastyczną. Po zakończeniu programu jest gotowy do realizacji treningu funkcjonalnego lub sportowego [48].

Od wielu lat w pierwszych 24 godzinach po urazie, w celu zmniejszenia bólu, obrzęku oraz ograniczenia rozprzestrzeniania się skutków urazu, wykorzystuje się protokół PRICE/RICE [87, 88]. Nazwa ta powstała z pierwszych liter angielskich słów: P – *protection* (ochrona), R – *rest* (odpoczynek), I – *ice* (schładzanie), C – *compression* (kompresja) i E – *elevation* (uniesienie). Protokół RICE opisany przez doktora Gabe'a Mirkina w pracy *Sports Medicine Book* z 1978 roku był zalecany, by przyspieszyć proces rekonwalescencji. Według tej teorii po urazie należało odpoczywać i mocno owinąć obszar urazowy lodem, co miało przyspieszyć proces regeneracji uszkodzonych tkanek. Metoda ta jednak opierała się na niepotwierdzonych doniesieniach, sięgających ponad cztery dekady wstecz. W 2015 roku sam

twórca protokołu RICE wycofał się z popierania leczenia urazów układu mięśniowo-szkieletowego lodem. Najnowsze badania w kwestii opieki okołourazowej i pourazowej wskazują, iż zasadę PRICE powinno się stosować wyłącznie u osób, u których nie ma możliwości pionizacji.

Obecnie w zastępstwie protokołu PRICE wykorzystuje się przede wszystkim dwa protokoły – PEACE & LOVE oraz MEAT. Oba charakteryzują się także bardziej holistycznym podejściem do pacjenta i uważane są za skuteczne zasady postępowania w przypadku uszkodzenia tkanek miękkich [89]. Protokoły obejmują zarówno fazę ostrą, jak i fazę podostrą po urazie, wspomagają optymalne gojenie tkanek i zmniejszają ryzyko nawrotu kontuzji [89, 90, 91]. Nazwy tych protokołów są akronimami, zaproponowanymi w 2019 roku przez Dubois i Esculier. W fazie ostrej po urazie należy zastosować protokół PEACE:

- **Protect** (ochrona) – przez pierwsze 1–3 dni po urazie należy unikać czynności i ruchów, które powodują ból.
- **Elevate** (elewacja kończyny) – unoszenie kończyny ponad poziom serca tak często, jak to możliwe w ciągu dnia.
- **Avoid** (unikanie) – w miarę możliwości należy unikać stosowania leków przeciwzapalnych lub lodu, które zmniejszają stan zapalny w fazie ostrej po urazie (1–3 dni).
- **Compression** (kompresja) – wczesny ucisk za pomocą bandażu elastycznych lub taśmy do kinesiotapingu może zmniejszyć obrzęk, zmniejszyć ból i ułatwić szybszy powrót do codziennych czynności.
- **Education** (edukacja) – pacjent musi się dowiedzieć od lekarza lub fizjoterapeuty, w jaki sposób wczesna aktywność może przyspieszyć proces gojenia oraz które terapie są najlepsze dla rehabilitacji konkretnego urazu. Należy unikać terapii biernych albo metod, które nie mają naukowego potwierdzenia ich skuteczności w danym typie urazu.

W fazie podostrej, po pierwszych 3 dniach do około 6 tygodni od urazu, stosujemy protokół LOVE:

- **Load** (obciążenie) – należy stopniowo zwiększać obciążenie i wracać do normalnych czynności jak najszybciej. Trzeba jednak zachować daleko idącą ostrożność, by nie nasilić dolegliwości bólowych.
- **Optimism** (optymizm) – warto zachować optymizm podczas procesu gojenia, ponieważ negatywne emocje mogą mieć wpływ na optymalny powrót do zdrowia. Ważna jest poprawa zdrowia psychicznego, jak też większa motywacja podczas rehabilitacji.
- **Vascularization** (waskularyzacja) – po urazie należy rozpocząć bezbolesną aktywność o charakterze ćwiczeń aerobowych, takich jak spacer, rower stacjonarny itp., a także przyspieszyć rewaskularyzację obszaru urazu.
- **Exercise** (ćwiczenia) – celem ćwiczeń jest przywrócenie zakresu ruchu, siły i propriocepcji okolicy urazu, tak aby była możliwość powrotu do normalnych aktywności i redukcji ryzyka ponownego urazu.

Kolejnym protokołem, który obecnie jest stosowany w leczeniu fizjoterapeutycznym następstw urazów, jest protokół MEAT. Ważne w nim jest przejście od delikatnych ruchów do bardziej strukturalnego programu ćwiczeń. MEAT zwiększa przepływ krwi do obszarów z obrażeniami w celu przyspieszenia procesu gojenia. Struktury tkanek miękkich, takie jak więzadła, ścięgna i chrząstka, na ogół nie mają dużo krwi, dlatego ograniczenie jej przepływu za pomocą metody PRICE wydłuża proces gojenia. Kluczowymi zasadami protokołu MEAT są:

- *Movement* (ruch) – wczesne poruszanie uszkodzoną częścią ciała pomaga tkanekom goić się w najbardziej zorganizowany i efektywny sposób, tak aby wspomóc gojenie się całego obszaru po urazie. Ruch powinien być delikatny i w zakresie bezbolesnym.
- *Exercise* (ćwiczenia) – należy przywracać zakres ruchu, siłę i propriocepcję obszaru urazu, aby można było wrócić do normalnych aktywności i zmniejszyć ryzyko ponownego urazu.
- *Analgesia* (analgezja) – ból może negatywnie wpływać na cały proces gojenia się, dlatego ważna jest możliwość jego kontrolowania. Czynniki fizykalne i metody fizjoterapeutyczne, takie jak lód, ciepło, akupunktura, suche igłowanie lub elektroterapia, mogą być stosowane w celu złagodzenia bólu. Inne opcje to naturalne środki przeciwbólowe, takie jak zioła lub witaminy, kremy na skórę oraz leki dostępne w sprzedaży odręcznej bądź na receptę lekarską.
- *Treatment* (leczenie) – należy szukać wczesnej, wykwalifikowanej pomocy medycznej. Zwykle wczesna interwencja fizjoterapeuty znacznie pomaga w procesie gojenia.

Mimo że nadal brakuje wystarczających dowodów potwierdzających, że protokół MEAT jest w każdym przypadku lepszą metodą niż RICE, warto wiedzieć, że ruch, ćwiczenia i terapia fizyczna prowadzą do szybszego i bardziej kompletnego gojenia niż sam odpoczynek, uniesienie i kompresja [92, 93, 94]. Odpoczynek jest ważny, ale w umiarkowaniu. Gdy kontuzjowany obszar ciała jest utrzymywany stale w tej samej pozycji, włókna kolagenowe (tkanka bliznowata) mogą ukształtować się nieprawidłowo, a długoterminowa stabilność stawu może być zagrożona. Scialoia i Swartzendruber, opierając się na dostępnej literaturze, piszą, iż protokół rehabilitacji w przypadku ostrych urazów powinien na pierwszym miejscu zalecać ruch bez bólu w pełnym zakresie ruchu tak wcześnie, jak to możliwe, a następnie stopniowo rozwijać się w kierunku wyższych intensywności i bardziej złożonych ruchów. Zadaniem lekarza lub fizjoterapeuty jest ocena indywidualnego urazu i współpraca z pacjentem albo sportowcem w celu ustalenia odpowiednich modalności terapeutycznych. Jeśli pacjent bądź sportowiec uważają, że kompresja lub uniesienie są korzystne dla procesu rekonwalescencji, to obie te metody można stosować, ponieważ nie ma doniesień o ich negatywnych skutkach [95]. Natomiast pomimo sprzecznych dowodów dotyczących schładzania lodem metody tej nie należy lekceważyć jako potencjalnej opcji leczenia w przypadku doraźnego zmniejszenia bólu [95, 96].

W 2023 roku amerykańska Akademia Fizjoterapii Ortopedycznej zaktualizowała wytyczne z 2014 roku dotyczące praktyki klinicznej w leczeniu bólu stawu biodrowego i dysfunkcji ruchowych związanych z nieartretycznym bólem stawu biodrowego [97]. Protokół obejmuje cechy patoanatomiczne, przebieg kliniczny, rokowanie, diagnostykę, badanie i zabiegi fizjoterapeutyczne. Według nowych wytycznych protokół postępowania wygląda następująco:

- **diagnoza – ocena kliniczna i badania** (*diagnosis – clinical assessment and testing*). Na tym etapie należy wykonać testy, aby poznać przyczyny problemu w obszarze bioder i miednicy. Podczas oceny klinicznej fizjoterapeuci powinni wykorzystywać test zgięcia, przywiedzenia i rotacji wewnętrznej (FADIR) oraz test zgięcia, odwiedzenia i rotacji zewnętrznej (FABER) w celu zidentyfikowania osób, u których testy te wychodzą negatywnie, co sugeruje brak konfliktu udowo-panewkowego (FAI);
- **badanie – ocena wyników** (*examination – outcome measures*). Wykonuje się je w celu oceny wpływu upośledzenia funkcji i struktury ciała na ograniczenia aktywności i uczestnictwa. U osób z nieartretycznym bólem stawu biodrowego na etapie drugim należy przeprowadzić dogłębną analizę wykonanych testów i pomiarów;
- **badanie – utrata funkcji** (*examination – physical impairments*). Klinicyści powinni badać upośledzenie funkcji ciała, w tym oceniać nasilenie bólu, i wykonywać obiektywne oraz możliwe do powtórzenia testy ruchomości, siły mięśniowej, a także koordynacji ruchu. Powinni przeprowadzić pomiary zakresu ruchu (ROM) i siły mięśni dla rotacji wewnętrznej i rotacji zewnętrznej stawu biodrowego, zgięcia, wyprostowania, odwodzenia i przywodzenia na początkowym etapie i co najmniej w jednym punkcie kontrolnym np. z wypisaniem pacjenta z placówki/szpitala;
- **badanie – ograniczenie aktywności i ocena sprawności fizycznej** (*examination – activity limitation and physical performance measures*). Klinicyści powinni uwzględniać miary funkcji i kontroli postawy w formie testów wydolnościowych, takich jak test przysiadu jedno nogi (SLST), test gwiazdy (SEBT), odległość skoku oraz test wstawania na jednej nodze, a także czas wykonania testów funkcji na początkowym etapie i przynajmniej w jednym punkcie kontrolnym, np. przy wypisie pacjenta z placówki/szpitala;
- **zabiegi – działanie multimodalne** (*interventions – multimodal intervention*). Na tym etapie należy zmodyfikować aktywność fizyczną i dobrać odpowiednie ćwiczenia wzmacniające mięśnie specyficzne dla bioder (łędźwiowo-łędźwiowy, pośladkowy średni, pośladkowy wielki, rotatory wewnętrzne i zewnętrzne bioder), mięśnie tułowia (brzucha i mięśnie przykręgosłupowe) oraz mięśnie kończyn dolnych. Program należy stosować w połączeniu z innymi zabiegami, takimi jak terapia manualna, ćwiczenia korekcji postawy i ruchu, rozciąganie i ćwiczenia równowagi;
- **interwencje – trening wzorów ruchu** (*interventions – movement pattern training*). Podczas tego etapu należy realizować odpowiednio dobrane ćwiczenia i zajęcia

terapeutyczne obejmujące naukę i praktykę prawidłowego wzorca chodu w celu skorygowania deficytów mobilności;

- **zabiegi – ćwiczenia terapeutyczne** (*interventions – therapeutic exercise*). Etap ten obejmuje realizację innych ćwiczeń leczniczych i aktywność fizyczną w celu poprawy mobilności, gibkości oraz siły;
- **zabiegi – edukacja i poradnictwo dla pacjenta** (*interventions – patient education and counseling*). Poprzez edukację i porady należy przekazać pacjentom wiedzę dotyczącą sposobów modyfikowania czynników obciążających i leczenia bólu związanego z nieartretycznym bólem stawu biodrowego;
- **zabiegi – zaopatrzenie ortopedyczne** (*interventions – bracing*). Wyniki badań populacyjnych potwierdzają, że nie należy stosować zaopatrzenia ortopedycznego jako jedynej formy leczenia zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego;
- **zabiegi – terapia manualna** (*interventions – manual therapy*). Zaleca się wykonanie procedur mobilizacji stawów i tkanek miękkich z wykorzystaniem terapii manualnej;
- **zabiegi – reedukacja nerwowo-mięśniowa** (*interventions – neuromuscular re-education*). Podczas ostatniego etapu należy stosować procedury stopniowej reedukacji nerwowo-mięśniowej w celu poprawy koordynacji ruchowej pacjentów z nieartretycznym bólem w obszarze bioder [97].

3. Program ćwiczeń rotacyjnych – podstawy teoretyczne

Pierwsze opracowanie naukowe dotyczące Programu ćwiczeń rekreacyjnych wykorzystujących ruch rotacyjny (PCR) zostało opublikowane w roku 2010 [27]. Przedstawiało ono jego podstawowe założenia mówiące o tym, że włączenie ruchów rotacyjnych i obwodzenia w stawach zwiększyło efektywność treningu i poprawiło motoryczność ćwiczących. Program ten w łagodny sposób rozwija muskulaturę ciała, zapewnia nad nim pełną kontrolę oraz nie przeciąża stawów, więzadeł czy ścięgien. Podtrzymuje więc sprawność ruchową, a w dalszej mierze – zdrowie. Realizacja programu równoważy siłę mięśni po obu stronach ciała, podnosi sprawność fizyczną, kształtuje sylwetkę i estetykę oraz harmonię ruchów i poczucie rytmu. Program wpływa pozytywnie na psychikę uczestników, zwiększając ich samodyscyplinę i aktywizację umysłu, a jednocześnie daje głębokie rozluźnienie i relaksację w końcowej części ćwiczeń.

W ostatnich latach autorzy niniejszej monografii przeprowadzili wielozespołowo szereg analiz potwierdzających skuteczność PCR. W badaniach opublikowanych w 2012 roku, obejmujących grupę 116 osób, ocenie poddano wpływ tego programu na gibkość. W ciągu roku akademickiego badano ją trzykrotnie za pomocą prób wchodzących w skład Międzynarodowego Testu Sprawności Fizycznej (ICSPFT) oraz Europejskiego Testu Sprawności Fizycznej (EUROFIT). Wykazano pozytywny wpływ PCR na poziom gibkości w płaszczyźnie strzałkowej, który po roku ćwiczeń zwiększył się o 1 cm u kobiet, a u mężczyzn o 2 cm. Podobnie pozytywny wpływ zaobserwowano w zakresie gibkości w płaszczyźnie czołowej podczas wykonywania skłonu do prawego boku – zakres zwiększył się o 2 cm u kobiet, u mężczyzn zaś o 1,5 cm. Natomiast podczas wykonywania skłonu do lewego boku zakres zwiększył się o 0,5 cm u kobiet, a u mężczyzn o 1,5 cm [98].

W badaniach opublikowanych w 2013 roku [28] wykazano pozytywny wpływ PCR na gibkość w płaszczyźnie czołowej w dolnym odcinku kręgosłupa. Badania objęły grupę 192 osób. Pozytywny wpływ zaobserwowano w grupie eksperymentalnej, ale istotną różnicę ($p < 0,05$) stwierdzono tylko między obiema grupami przy wykonywaniu skłonu w prawą stronę. Wykazano ponadto, iż PCR może się znacząco przyczynić do poprawy równowagi – w grupie eksperymentalnej zwiększyła się ona o 34% w porównaniu z grupą kontrolną (17%).

Celem innych badań opublikowanych w 2013 roku była ocena zmian parametrów wydolności fizycznej i poziomu wybranych cech motorycznych w ciągu dwóch

semestrów roku akademickiego [99]. Badaniami, które przeprowadzono trzykrotnie (pierwsze na początku semestru zimowego, kolejne po 15 tygodniach, a ostatnie po 30 tygodniach), objęto 27 studentek Politechniki Białostockiej w wieku 19,7 roku, o średniej masie ciała 59,3 kg. Do pomiaru wydolności fizycznej zastosowano test PWC170. Oceny sprawności ruchowej dokonano za pomocą wybranych prób z testu ICSPFT: wytrzymałości siłowej mięśni brzucha (*sit-ups*), siły mięśni ramion i obręczy barkowej w warunkach statyki, siły maksymalnej chwytu ręki prawej i lewej oraz siły eksplozywnej mięśni kończyn dolnych. Wykazano, iż PCR nie powoduje zwiększenia wydolności tlenowej, natomiast poprawia wytrzymałość siłową mięśni brzucha o 10% mierzoną liczbą siadów w ciągu 30 s, o 14,3% mierzoną liczbą siadów w ciągu 30 s oraz wskaźnik siły mięśni ramion i obręczy barkowej o 20%.

Interesujących informacji dostarczyły wyniki badań zespołu Kacpura, Dziura i Zuzda, który skupił się na analizie parametrów obciążenia stóp i ocenie dolegliwości bólowych okolicy lędźwiowej po programie CRSB (specjalnie zmodyfikowany program PCR, pozwalający na przeprowadzenie kompleksowej kinezyterapii stawu biodrowego). Badaniem objęto 23 osoby w średnim wieku 49,4 roku. Do oceny parametrów obciążenia stopy i poziomu bólu wykorzystano pojemnościowe urządzenie do pomiaru nacisku Footwork Pro (Amcube, Wielka Brytania) oraz standaryzowany kwestionariusz skandynawski na temat występowania bólu w dolnej części pleców przed i po CRSB. Wyniki wskazały, że program CRSB był skuteczny i powodował zmniejszenie występowania bólu o 21,7% w odcinku lędźwiowym kręgosłupa oraz lepsze wyrównanie parametrów obciążenia stopy w śródstopiu, bocznym i ogólnym obszarze stopy. Autorzy konkludują, że zwiększenie nacisku na śródstopie i boczną stronę stopy potencjalnie zmniejsza koślawość stawu skokowego i nacisk na podłużny łuk stopy [100].

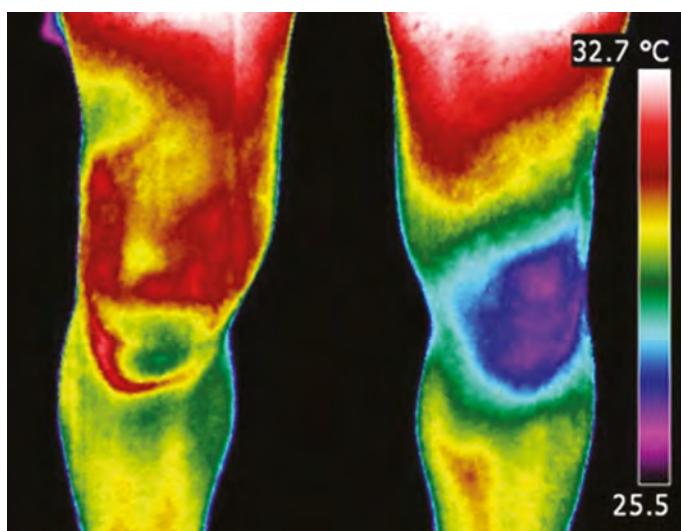
3.1. Program ćwiczeń rotacyjnych i zmiany temperatury skóry

Ciało ludzkie jest określane jako homeotermiczne, tzn. ma stałą temperaturę wewnętrzną – optymalnie $36,8 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ – niezależnie od czynników zewnętrznych, takich jak wilgotność, wiatr czy temperatura [101]. Stałość temperatury wewnętrznej człowieka zapewniają fizjologiczne mechanizmy produkcji, wymiany i oddawania ciepła oraz mechanizmy behawioralne polegające na używaniu odzieży adekwatnie do warunków i temperatury otoczenia. Złożony system termoregulacji wewnętrznej składa się nie tylko z narządów wewnętrznych (np. wątroby) i tkanek ciała (np. skóry), lecz także z naczyń krwionośnych i współczulnego układu nerwowego, który zarządza procesami wymiany ciepła poprzez układy cholinergiczny i adrenergiczny [102].

Pierwsze urządzenia pozwalające na obrazowanie cieplne zostały opracowane w USA około roku 1950. Już 10 lat później technika termografii została wykorzystana w medycynie i sporcie, m.in. do rejestracji obrazów termicznych skóry

i pośrednio do oceny funkcji narządów wewnętrznych w sposób nieinwazyjny [103]. Obraz wytwarzany za pomocą kamer termowizyjnych, nazywany termogramem, odzwierciedla promieniowanie rejestrowanej powierzchni w zakresie podczerwieni. Dzięki temu termografia w podczerwieni (IRT) może zapewnić obrazy wizualne w czasie rzeczywistym, które dokładnie mierzą temperaturę powierzchni skóry (T_{sk}) w obszarach całego ciała.

IRT to potężne narzędzie badawcze o wielu możliwych zastosowaniach, które wykorzystywano kiedyś w dziedzinach mechanicznych, elektrycznych, weterynaryjnych lub wojskowych, obecnie zaś używa się go m.in. w architekturze, technologii medycznej, a nawet astronomii. Bouzas Marins i inni w przeglądzie dotyczącym zastosowań IRT podsumowali aplikacje w dziedzinie medycyny (zespoły bólowe, interwencje kardiologiczne, niedomagania naczyniowe, zaburzenia neurologiczne, nowotwory), które w większości przypadków były wykorzystywane jako narzędzie pomocnicze mające pomóc lekarzowi w wyborze odpowiedniej i obiektywnej metody diagnostycznej [104]. W obszarze aktywności fizycznej i sportu IRT jest uważana za ważną, szybką, tanią i nieszkodliwą technikę, a jej codzienne zastosowanie umożliwia prowadzenie w czasie rzeczywistym obserwacji temperatury ciała zawodników (rys. 5).



RYS. 5. Pierwszy termogram zarejestrowany przez Research TermolNEF (Hiszpania) w 2006 roku przedstawiający obszar hipertermiczny w okolicy prawego kolana w trakcie procesu rekonwalescencji po zwichnięciu rzepki

ŹRÓDŁO: badania własne Manuela Sillero Quintany.

Zwiększone ciepło metaboliczne, które pojawia się w trakcie ćwiczeń fizycznych, aktywuje kilka mechanizmów termoregulacyjnych w celu wyeliminowania jego nadmiaru wytwarzanego przez skurcze mięśni i fizjologiczne adaptacje sportowca.

Istnieją dwa ważne procesy termoregulacji powierzchniowej: skurcz naczyń krwionośnych skóry i rozszerzenie naczyń mięśniowych spowodowane zapotrzebowaniem na krew do aktywnych mięśni podczas ćwiczeń [105], a gdy ćwiczenia są przedłużone w czasie, rozszerzenie naczyń krwionośnych skóry potrzebne do zwiększenia przepływu krwi do skóry w celu jej osuszenia [106]. Badania odpowiedzi termicznych na różną AF dowodzą, że w zależności od rodzaju ćwiczeń można obserwować wzrosty lub spadki Tsk bezpośrednio po ćwiczeniach. Zontak stwierdził, że rodzaj wykonywanego ćwiczenia może zmieniać dynamikę zmian Tsk. Wykazał, że trening oporowy, szczególnie w początkowej fazie pracy mięśniowej, powoduje skurcz naczyń krwionośnych w celu lepszego rozprowadzenia ciepła endogennego nad powierzchnią skóry [107].

W interesującej pracy Fernández-Cuevas i inni wykazali specyficzne odpowiedzi cieplne treningów siłowych i aerobowych. Główne zmiany Tsk obserwowane w ćwiczonych mięśniach klatki piersiowej i ud po treningu siłowym polegały na obniżeniu temperatury bezpośrednio po wysiłku i stopniowym jej wzroście podczas 8-godzinnego okresu regeneracji, przy czym Tsk osiągnęła szczyt około 6 godzin po zakończeniu ćwiczeń. Wartość ta podczas okresu regeneracji nigdy nie była wyższa niż 1°C w porównaniu z początkowymi wartościami spoczynkowymi. Autorzy zaobserwowali, że wpływ ćwiczeń siłowych na Tsk w odniesieniu do zaangażowanych stawów (kolanowego i łokciowego) był mniejszy i bardziej niejednorodny, z temperaturami miejscowo się zwiększającymi lub umiarkowanie zmniejszającymi w ROI po treningu siłowym. W tej samej pracy autorzy stwierdzili, że efekty termiczne były bardziej istotne po treningu aerobowym zarówno w przedniej części kolan, jak i tylnej części ramion. Jednak powrót do stanu wyjściowego albo wartości wyjściowych trwał tylko jedną bądź dwie godziny. Dlatego autorzy wnioskuje, że zastosowanie IRT może dostarczyć ważnych informacji na temat miejscowych lokalnych adaptacji w odpowiedzi na przywrócenie wyjściowej temperatury skóry po treningu. Może to wskazywać na to, czy sportowiec zregenerował się wystarczająco dobrze, aby efektywnie ponownie trenować lub rywalizować [108].

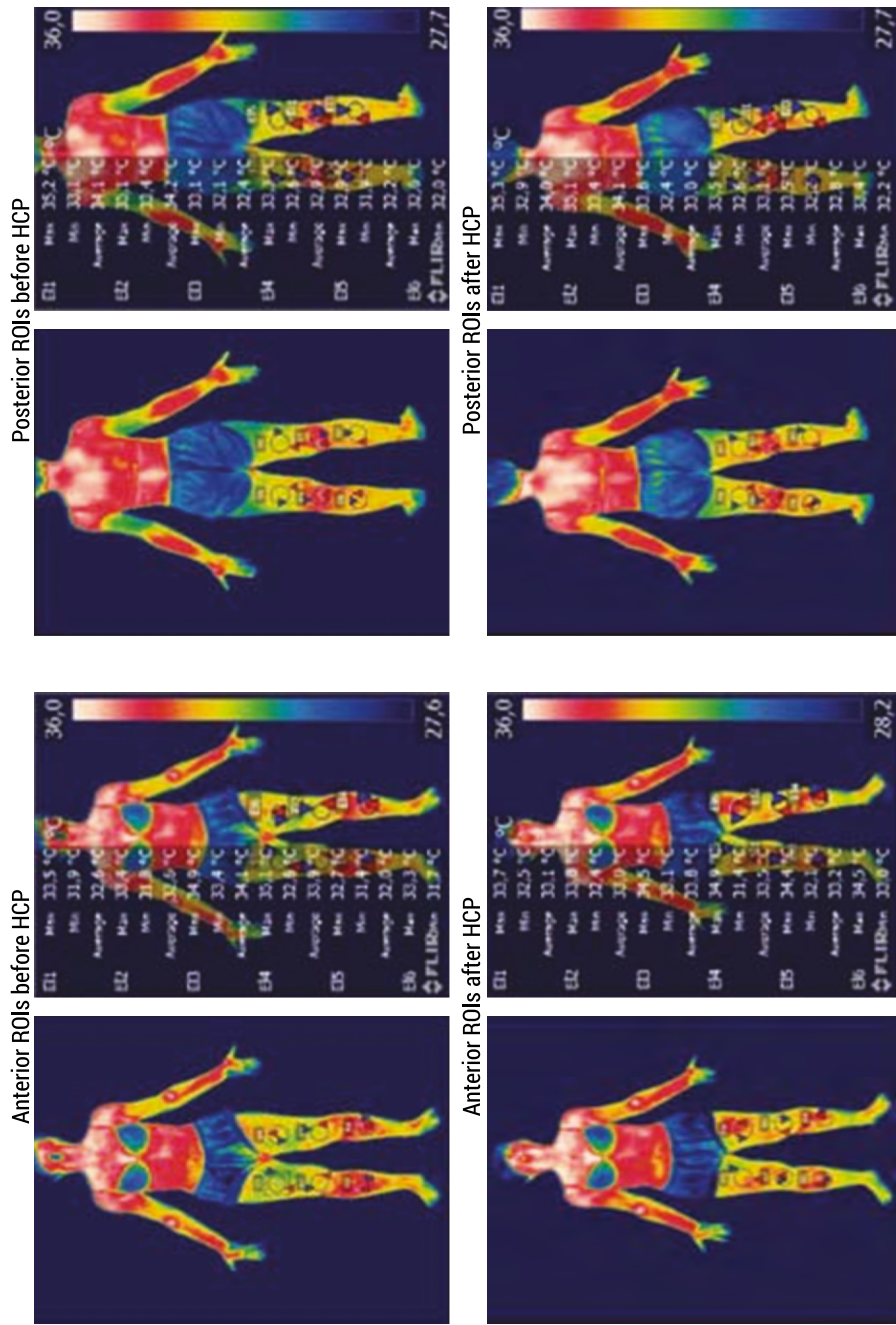
Na podstawie koncepcji proporcjonalności anatomicznej i homeotermii można oczekiwać, że przeciwległe regiony ciała (np. kończyny górne) są symetryczne cieplnie [109]. W kilku pracach porównujących Tsk różnych przeciwległych regionów zainteresowania uznano za dopuszczalne różnice do $0,25^{\circ}\text{C}$ [110], $0,4^{\circ}\text{C}$ [111] lub $0,5^{\circ}\text{C}$ [112, 113], a nawet $0,62^{\circ}\text{C}$ [114] w obszarze szyi. Większe różnice cieplne w dwóch przeciwległych obszarach skóry wskazują zwykle na to, że zachodzi tam proces zapalny (*hipertermia*) lub degeneracyjny (*hipotermia*) [115, 116].

Sillero-Quintana i inni [117] oraz Gómez-Carmona i inni [118] ustalili „skalę asymetrii Tsk”. Za różnice „prawidłowe” badacze przyjęli różnice między $0,00^{\circ}\text{C}$ a $0,29^{\circ}\text{C}$, za różnice wymagające „obserwacji” – między $0,30^{\circ}\text{C}$ a $0,49^{\circ}\text{C}$, za różnice wymagające „prewencji” – między $0,50^{\circ}\text{C}$ a $0,99^{\circ}\text{C}$, za różnice „ostrzegawcze” – między $1,00^{\circ}\text{C}$ a $1,49^{\circ}\text{C}$, a za „ciężką asymetrię” różnice $\geq 1,50^{\circ}\text{C}$. W odniesieniu do urazów sportowych autorzy konkludują, że protokół prewencji urazu należy rozpocząć, gdy obustronne różnice Tsk wynoszą $\geq 0,5^{\circ}\text{C}$.

Jak widać, zastosowanie IRT może być kluczowe dla obiektywnego pomiaru temperatury. Może też pomóc naukowcom i badaczom w ocenie funkcji narządów ciała, wydolności fizycznej i zastosowaniu środków zapobiegawczych, szczególnie w obszarach medycyny sportowej i rehabilitacji, w których istnieje duże zapotrzebowanie na skuteczne metody i podejścia zmierzające do maksymalizacji wydolności sportowców oraz zapewnienia zdrowia u osób chorych.

Badania opublikowane w 2018 roku, zrealizowane przez zespół Zuzda i inni, dotyczyły wpływu PCR na temperaturę skóry osób ćwiczących. Celem badań była ocena aktywności energetyczno-metabolicznej wybranych mięśni kończyn górnych i dolnych podczas ćwiczeń wchodzących w zakres programu. Zmiany temperatury mięśni dwugłowych i trójgłowych ramienia oraz czworogłowych i dwugłowych uda badano u 18 studentów Politechniki Białostockiej: 9 kobiet w wieku $20,02 \pm 0,4$ lat i 9 mężczyzn w wieku $19,89 \pm 0,7$ roku. Badania przeprowadzono za pomocą kamery termowizyjnej CEDIP Titanium 560M IR (USA). Wykazano, że 9-miesięczny trening spowodował statystycznie istotne ($p < 0,05$) zmniejszenie Tsk mięśni czworogłowych i dwugłowych ud oraz dwugłowych i trójgłowych ramion zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn. Autorzy PCR stwierdzili, iż dzięki jego zastosowaniu poprawił się rozkład temperatury powierzchni ciała podczas wysiłku, nastąpił szybszy powrót do wartości wyjściowej podczas okresu restytucji, a tym samym nastąpiła poprawa wydolności fizycznej [119].

Wpływ poziomu AF, umięśnienia nóg i elastyczności na Tsk podczas programu CRSB przy użyciu IRT został ostatnio oceniony w kolejnych badaniach przeprowadzonych we współpracy Politechniki Białostockiej z grupą badawczą Wydziału Aktywności Fizycznej i Nauk o Sporcie (INEF) Uniwersytetu Politechnicznego w Madrycie (Hiszpania) [29]. Celem była analiza ewolucji zmian Tsk na wybranych obszarach ciała u osób uczestniczących w programie CRSB. W badaniu udział wzięło 35 pracowników PB w wieku $48,89 \pm 11,53$ roku, o wzroście $1,67 \pm 0,08$ m, masie ciała $69,89 \pm 12,53$ kg. Wszyscy byli oceniani za pomocą protokołu termograficznego przed sesją CRSB i po niej zgodnie z zaleceniami TISEM [120]. W przedniej części ciała zdefiniowano sześć ROI: udo lewe (AL Thigh), udo prawe (AR Thigh), kolano lewe (AL Knee), kolano prawe (AR Knee), podudzie lewe (AL Leg), podudzie prawe (AR Leg). W tylnej części ciała wyodrębniono sześć ROI: udo lewe (PL Thigh), udo prawe (PR Thigh), kolano lewe (PL Knee), kolano prawe (PR Knee), podudzie lewe (PL Leg), podudzie prawe (PR Leg) (rys. 4). Oceny dokonano w grupach o niskim i wysokim poziomie AF (niskich i wysokich wartościach ekwiwalentu metabolicznego METs), gibkości oraz w zależności od stopnia rozwoju masy mięśniowej kończyn dolnych (*Soft Lean Mass* – SLM).



RYS. 6. Wybór ROI w przedniej i tylnej części ciała oraz przykład danych wygenerowanych przez oprogramowanie AltairTM 5.80 (USA)

ŹRÓDŁO: [29].

Poniżej przedstawiono wartości Tsk (°C) przed sesją CRSB (tab. 4) i po sesji (tab. 5) w dwóch grupach charakteryzujących się niskim i wysokim poziomem AF (METs).

TABELA 4. Tsk (°C) ROI ciała osób o niskich i wysokich wartościach METs przed sesją CRSB (*p < 0,05)

ROI	METs niski (N = 15)		METs wysoki (N = 20)		Różnica	t ₍₃₃₎	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
AR Knee	30,04	1,46	29,74	0,86	0,30	0,755	0,456
AL Knee	29,97	1,59	29,85	0,90	0,12	0,288	0,776
AR Leg	31,93	1,15	32,11	0,58	-0,18	-0,619	0,540
AL Leg	31,71	1,44	32,08	0,64	-0,37	-1,023	0,314
AR Thigh	29,08	1,96	30,06	0,92	-0,98	-1,973	0,057
AL Thigh	29,07	1,94	30,08	0,92	-1,00	-2,039	0,050
PR Knee	31,48	1,03	31,88	0,67	-0,40	-1,377	0,178
PL Knee	31,29	1,12	31,85	0,75	-0,56	-1,768	0,086
PR Leg	30,75	2,06	30,89	0,89	-0,14	-0,272	0,787
PL Leg	30,35	2,12	30,66	0,69	-0,31	-0,613	0,544
PR Thigh	30,08	1,73	31,04	0,82	-0,96	-2,184	0,036
PL Thigh	30,15	1,77	30,81	0,79	-0,66	-1,492	0,145

ŹRÓDŁO: [29].

TABELA 5. Tsk (°C) ROI ciała osób o niskich i wysokich wartościach wskaźnika METs po sesji CRSB (*p < 0,05)

ROI	METs niski (N = 15)		METs wysoki (N = 20)		Różnica	t ₍₃₃₎	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
AR Knee	30,67	0,95	30,29	0,84	0,38	1,098	0,282
AL Knee	30,65	0,80	30,30	0,85	0,34	1,054	0,301
AR Leg	32,02	0,58	31,93	0,64	0,09	0,354	0,726
AL Leg	31,72	0,71	31,84	0,66	-0,12	-0,449	0,657
AR Thigh	30,58	0,86	31,02	0,64	-0,44	-1,565	0,129
AL Thigh	30,62	0,92	30,96	0,69	-0,34	-1,123	0,271
PR Knee	31,99	0,70	31,93	0,86	0,06	0,180	0,859
PL Knee	31,77	0,46	31,86	0,82	-0,09	-0,327	0,746
PR Leg	31,02	1,44	30,85	1,00	0,17	0,366	0,718
PL Leg	30,44	1,07	30,69	0,83	-0,25	-0,686	0,499
PR Thigh	30,88	1,00	31,17	0,79	-0,29	-0,849	0,403
PL Thigh	30,98	1,22	31,02	0,98	-0,03	-0,080	0,937

ŹRÓDŁO: [29].

Na podstawie powyższych danych istotną statystycznie różnicę Tsk ($p < 0,05$) pomiędzy grupami o niskich i wysokich wartościach ekwiwalentu metabolicznego METs przed wysiłkiem stwierdzono tylko w obszarach AL Thigh. Po programie CRSB nie odnotowano żadnej istotnej statystycznie różnicy ($p > 0,05$) między grupami we wszystkich ocenianych obszarach ROI.

W kolejnych dwóch tabelach podsumowano wartości Tsk ($^{\circ}\text{C}$) przed sesją treningową CRSB (tab. 6) i po niej (tab. 7) dla dwóch grup o różnych wartościach wskaźnika SLM.

TABELA 6. Tsk ($^{\circ}\text{C}$) poszczególnych ROI osób o niskich i wysokich wskaźnikach SLM przed CRSB (* $p < 0,05$)

ROI	Poziom niski (N = 23)		Poziom wysoki (N = 12)		Różnica	$t_{(33)}$	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
AR Knee	29,77	1,04	30,05	1,36	-0,28	-0,675	0,504
AL Knee	29,80	1,06	30,10	1,53	-0,30	-0,674	0,505
AR Leg	31,95	0,72	32,18	1,11	-0,23	-0,751	0,458
AL Leg	31,97	0,76	31,83	1,51	0,14	0,360	0,721
AR Thigh	29,72	1,25	29,49	1,98	0,23	0,424	0,674
AL Thigh	29,74	1,22	29,48	2,00	0,26	0,474	0,638
PR Knee	31,63	0,85	31,86	0,88	-0,23	-0,742	0,463
PL Knee	31,61	0,98	31,61	0,95	0,01	0,022	0,982
PR Leg	30,60	0,94	31,26	2,17	-0,66	-1,259	0,217
PL Leg	30,54	1,03	30,50	2,12	0,04	0,082	0,935
PR Thigh	30,61	1,09	30,66	1,82	-0,05	-0,108	0,915
PL Thigh	30,58	1,04	30,44	1,79	0,14	0,292	0,772

ŹRÓDŁO: [29].

TABELA 7. Tsk ($^{\circ}\text{C}$) poszczególnych ROI osób o niskich i wysokich wskaźnikach SLM po CRSB (* $p < 0,05$)

ROI	Poziom niski (N = 23)		Poziom wysoki (N = 12)		Różnica	$t_{(33)}$	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
AR Knee	30,51	0,95	30,29	0,78	0,22	0,642	0,526
AL Knee	30,54	0,86	30,23	0,81	0,31	0,971	0,340
AR Leg	31,87	0,57	32,12	0,68	-0,25	-1,054	0,301
AL Leg	31,87	0,65	31,68	0,71	0,19	0,733	0,470
AR Thigh	31,12	0,69	30,44	0,64	0,68	2,663	0,013*

ROI	Poziom niski (N = 23)		Poziom wysoki (N = 12)		Różnica	t ₍₃₃₎	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
AL Thigh	31,11	0,74	30,42	0,68	0,69	2,540	0,017*
PR Knee	31,95	0,78	31,95	0,86	-0,01	-0,026	0,979
PL Knee	31,91	0,76	31,71	0,61	0,20	0,735	0,469
PR Leg	30,73	0,90	31,21	1,47	-0,49	-1,110	0,277
PL Leg	30,67	0,91	30,48	0,94	0,19	0,534	0,598
PR Thigh	31,19	0,84	30,88	0,90	0,31	0,936	0,358
PL Thigh	31,11	1,00	30,84	1,15	0,27	0,675	0,505

ŹRÓDŁO: [29].

Przed programem CRSB nie występowały istotne statystycznie różnice Tsk między grupami o niskim i wysokim wskaźniku masy mięśniowej kończyn dolnych. Po zakończeniu tego programu zaobserwowano różnice pomiędzy grupami (spadek Tsk) tylko w przednich ROI okolicy ud: dla AR Tigh oraz dla AL Thigh.

W tabelach 8 i 9 przedstawiono wartości Tsk odpowiednio przed sesją treningową CRSB i po niej, biorąc pod uwagę dwie przyjęte grupy w zależności od poziomu elastyczności badanych.

TABELA 8. Tsk (°C) obszarów ROI u osób o niskim i wysokim poziomie gibkości – wyniki przed CRSB (*p < 0,05)

ROI	Poziom niski (N = 23)		Poziom wysoki (N = 12)		Różnica	t ₍₃₃₎	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
AR Knee	29,62	1,20	30,10	1,07	-0,48	-1,247	0,221
AL Knee	29,53	1,25	30,26	1,13	-0,73	-1,819	0,078
AR Leg	31,67	0,98	32,37	0,57	-0,70	-2,615	0,013*
AL Leg	31,48	1,19	32,33	0,72	-0,85	-2,572	0,015*
AR Thigh	29,34	1,60	29,93	1,42	-0,59	-1,150	0,258
AL Thigh	29,46	1,71	29,83	1,32	-0,37	-0,720	0,476
PR Knee	31,48	1,03	31,92	0,60	-0,43	-1,532	0,135
PL Knee	31,28	1,11	31,92	0,67	-0,64	-2,097	0,044*
PR Leg	30,80	1,84	30,85	1,09	-0,05	-0,100	0,921
PL Leg	30,31	1,80	30,73	1,07	-0,43	-0,858	0,397
PR Thigh	30,36	1,53	30,88	1,15	-0,52	-1,133	0,265
PL Thigh	30,37	1,58	30,68	1,04	-0,31	-0,679	0,502

ŹRÓDŁO: [29].

TABELA 9. Tsk (°C) obszarów ROI u osób o niskim i wysokim poziomie gibkości – wyniki po CRSB (*p < 0,05)

ROI	Niski (N = 23)		Wysoki (N = 12)		Różnica	t ₍₃₃₎	p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD			
AR Knee	30,19	1,00	30,64	0,71	-0,45	-1,403	0,172
AL Knee	30,21	0,93	30,62	0,72	-0,41	-1,319	0,198
AR Leg	31,79	0,62	32,12	0,58	-0,33	-1,452	0,158
AL Leg	31,48	0,61	32,09	0,59	-0,60	-2,712	0,012*
AR Thigh	30,75	0,95	30,97	0,48	-0,22	-0,808	0,426
AL Thigh	30,75	0,95	30,94	0,60	-0,19	-0,663	0,513
PR Knee	31,75	0,97	32,13	0,56	-0,39	-1,322	0,197
PL Knee	31,59	0,77	32,06	0,57	-0,47	-1,893	0,069
PR Leg	30,92	1,44	30,90	0,85	0,02	0,055	0,957
PL Leg	30,38	0,97	30,81	0,84	-0,42	-1,265	0,217
PR Thigh	30,85	0,91	31,28	0,79	-0,43	-1,362	0,184
PL Thigh	30,87	1,20	31,13	0,91	-0,26	-0,658	0,516

ŹRÓDŁO: [29].

Statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$) Tsk na poziomie wyjściowym zaobserwowano pomiędzy grupami o niskich i wysokich poziomach gibkości w obszarach AR Leg, AL Leg oraz PL Knee. Po programie CRSB stwierdzono statystycznie istotną różnicę Tsk między grupami o niskich i wysokich wynikach elastyczności gibkości tylko w obszarze AL Leg [$31,45 \pm 0,61^\circ\text{C}$ vs. $32,09 \pm 0,59^\circ\text{C}$ ($p < 0,05$)].

Na podstawie tych wyników można stwierdzić, że zastosowanie termografii w podczerwieni wydaje się interesującym narzędziem do oceny zależności pomiędzy procesami termoregulacji, poziomem AF i cechami osobniczymi.

4. Program ćwiczeń rotacyjnych stawu biodrowego (CRSB)

Miejscowe dolegliwości bólowe ze strony stawu biodrowego oraz choroby w tym obszarze mogą wystąpić w każdej grupie wiekowej. U osób młodych i w średnim wieku dominującymi przyczynami są zapalenie kałek maziowych, choroby reumatoidalne oraz choroba zwyrodnieniowa stawów. U osób w wieku podeszłym ból najczęściej jest konsekwencją złamań okołokrętarzowych, a także złamań szyjki kości udowej. W zależności od stadium schorzenia (ostre/przewlekłe) odpoczynek, leki przeciwzapalne lub fizjoterapia (kinezyterapia, fizykoterapia, masaż leczniczy) mogą przynieść poprawę.

Jedną z metod fizjoterapii są ćwiczenia mobilizujące staw biodrowy, zwiększające jego ruchomość oraz wzmacniające mięśnie obręczy biodrowej. Autorski Program ćwiczeń rotacyjnych stawu biodrowego (CRSB) jest nakierowany na wzmacnianie grup mięśniowych kończyn dolnych odpowiedzialnych za wykonywanie ruchów oraz uelastycznienie ścięgien i więzadeł zapewniających stabilizację bierną okolicy stawów biodrowych. Wzmacnianie mięśni okolic stawów biodrowych ma na celu poprawę ich stabilności czynnej, zmniejszenie bólu oraz ryzyka urazu.

Program CRSB składa się z prostych ruchów – rotacji. Ten rodzaj ruchu jest funkcjonalny, biorąc pod uwagę zarówno aspekt biomechaniczny, jak i fizjologię człowieka. Program CRSB może być dobrą metodą leczenia i profilaktyki zaburzeń, pozwalającą na poprawę jakości życia codziennego osób z dysfunkcjami stawu biodrowego.

Poniższy program powinien być kontynuowany przez okres od 6 do 12 tygodni, o ile lekarz lub fizjoterapeuta nie określi inaczej. Po uzyskaniu zadowalających rezultatów można go kontynuować jako program prewencji urazów czy bólu w obszarze miednicy. Wykonanie ćwiczeń z programu od dwóch do trzech razy w tygodniu zapewni utrzymanie siły i zakresu ruchów w obszarze miednicy i dolnego odcinka kręgosłupa. Podczas autoterapii wykorzystującej program CRSB aktywne w tych obszarach są następujące mięśnie:

1. Mięsień pośladkowy wielki, średni i mały (łac. *m. gluteus maximus, medius and minimus*).
2. Mięsień gruszkowaty (łac. *m. piriformis*).
3. Mięśnie bliźniaczy górny i dolny (łac. *m. gemellus superior et inferior*).
4. Mięsień zasłaniacz zewnętrzny i wewnętrzny (łac. *m. obturator externus et internus*).

5. Mięsień przywodziciel wielki, długi, krótki (łac. *m. adductor magnus, longus et brevis*).
6. Mięsień smukły (łac. *m. gracilis*).
7. Mięsień krawiecki (łac. *m. sartorius*).
8. Mięsień grzebieniowy (łac. *m. pectineus*).
9. Mięsień czworogłowy uda (łac. *m. quadriceps femoris*).
10. Mięsień dwugłowy uda (łac. *m. biceps femoris*).
11. Mięsień najszerszy grzbietu (łac. *m. latissimus dorsi*).
12. Mięsień prostownik grzbietu (łac. *m. erector spine*).

4.1. Struktura programu

Prezentowany program ćwiczeń rotacyjnych należy realizować, uwzględniając początkowy poziom sprawności motorycznej. Składa się on z trzech etapów, z których każdy praktykuje się przez okres od dwóch do czterech tygodni.

W podstawowej strukturze programu ćwiczeń wykorzystujących ruchy rotacyjne stawu biodrowego wyróżnia się następujące części: wskazówki wstępne (*pre-class instructions*), rozgrzewkę (*warm up*), zajęcia właściwe (*main program*) i wyciszenie (*cool down*).

I. Etap początkowy programu CRSB (rotacje i stretching bierny)

Celami tego etapu są: zmniejszenie objawów bólu przez zmniejszenie spoczynkowego napięcia mięśni, poprawa mobilności, zwiększenie zakresu ruchów oraz przywrócenie równowagi mięśniowej w obszarze miednicy i dolnego odcinka kręgosłupa. Jak sugerują Lisowski i Hagner, podczas tego etapu należy także wyeliminować negatywne czynniki emocjonalne ze środowiska [121]. Frisch i Roex piszą, iż pominięcie sfery psychicznej jako jednej ze stref negatywnej stymulacji narządu ruchu zmniejsza szanse osiągnięcia sukcesu terapeutycznego [122].

Zalecenia treningowe:

1. Częstotliwość (dni/tydz.): 2–3.
2. Intensywność w skali Borga: 6–8.
3. Czas autoterapii: 15–20 min.
4. Rodzaj ćwiczeń: stretching bierny.
5. Czas utrzymania napięcia: 15–30 s.
6. Czas przerwy między ćwiczeniami w serii: 25–30 s.
7. Powtórzenia: 3–6 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).
8. Czas przerwy między kolejnymi ćwiczeniami: 2–4 min.

II. Etap średniozaawansowany programu CRSB – rotacje i stretching czynny

Etap ten ma zmniejszyć ból, zwiększyć zakres ruchów, przywrócić i utrzymać równowagę mięśniową oraz zapobiegać urazom w obszarze miednicy i dolnego odcinka kręgosłupa poprzez uzyskanie norm ich elastyczności.

Zalecenia treningowe:

1. Częstotliwość (dni/tydz.): 2–3.
2. Intensywność w skali Borga: 8–10.
3. Czas autoterapii: 15–20 min.
4. Rodzaj ćwiczeń: stretching czynny z zatrzymaniem pozycji od 1–3 s.
5. Powtórzenia: 9–12 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).
6. Czas przerwy między kolejnymi ćwiczeniami: 2–4 min.

III. Etap zaawansowany programu CRSB – rotacje i obwodzenie

Celami tego etapu są uzyskanie norm elastyczności mięśni i poprawa wytrzymałości siłowej w obszarze miednicy i dolnego odcinka kręgosłupa.

Zalecenia treningowe:

1. Częstotliwość (dni/tydz.): 3–4.
2. Intensywność w skali Borga: 10–11.
3. Czas autoterapii: 15–20 min.
4. Rodzaj ćwiczeń: stretching bierny i czynny, rotacje.
5. Powtórzenia: 9–15 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).
6. Czas przerwy między kolejnymi ćwiczeniami: 30–60 s.

4.2. Wskazówki wstępne programu

W tej części programu ćwiczącym należy udzielić wstępnych informacji na temat zamierzonej aktywności oraz zapoznać ich z celem i zadaniem zajęć.

Podczas realizacji programu trzeba obserwować u uczestników objawy tolerancji wysiłku i charakter bólu. Osoby ćwiczące powinny zostać poinstruowane, że gdy pojawią się objawy tolerancji wątpliwej lub patologicznej albo gdy dolegliwości bólowe okolicy stawów biodrowych będą się nasilały i utrzymywały do następnego dnia, powinny zgłosić się do lekarza.

4.3. Rozgrzewka programu

Przykładowe ćwiczenia zastosowane w rozgrzewce pokazano niżej.

Instrukcja ćwiczenia R1 (rys. 7)

Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: siad skrzyżny (rys. 7a). Brzuch wciągnąć*. Klatkę piersiową rozciągnąć. Kończyny górne z boku tułowia. Ręce na podłożu.

* Uwaga: Ustabilizować kręgosłup w odcinku lędźwiowym w pozycji neutralnej poprzez aktywizację mięśni core (komenda: wciągnij brzuch).

Ruch: wdech, wznieść kończyny górne (przez odwiedzenie). Supinacja (odwrócenie) przedramion (rys. 7b). Głęboki wydech, zrotować tułów w prawo, opuścić kończyny górne, pronacja (nawrócenie) przedramion (rys. 7c). Wdech, wznieść kończyny górne przez odwiedzenie, supinacja przedramion. Głęboki wydech, zrotować tułów w prawo, opuścić kończyny górne, pronacja przedramion. Wdech, wznieść kończyny górne przez odwiedzenie, supinacja przedramion. Powrócić do pozycji wyjściowej (rys. 7a).

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 7a).

Powtórzenia: kontynuować ruch przez minimum 30 s.

a)



b)



c)



RYS. 7. Rozgrzewka – rotacja tułowia z unoszeniem kończyn górnych w siadzie skrzyżnym: a) pozycja wyjściowa, b) supinacja przedramion, c) pozycja z rotacją tułowia

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osial.

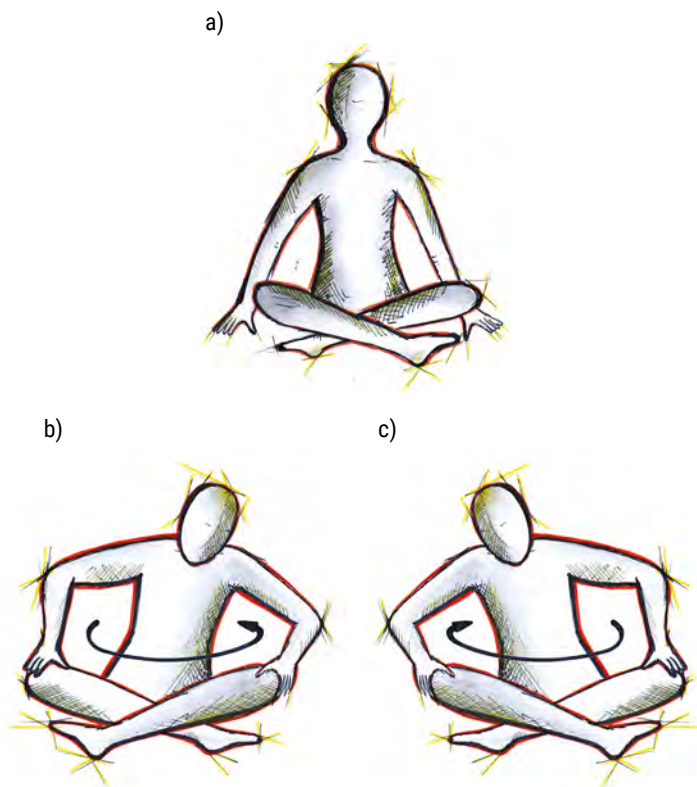
Instrukcja do ćwiczenia R2 (rys. 8)

Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: siad skrzyżny. Brzuch wciągnąć. Klatkę piersiową rozciągnąć. Kończyny górne z boku tułowia. Ręce na podłodze (rys. 8a).

Ruch: głęboki wdech i wydech, ręce położyć na kolana, ruch obwodzenia tułowia w lewo przez minimum 30 s (rys. 8b). Oddychać swobodnie i głęboko. Następnie wykonać ruch obwodzenia tułowia w prawo (rys. 8c). Wdech, wydech, powrócić do pozycji wyjściowej.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 8a).



RYS. 8. Rozgrzewka – ruch obwodzenia tułowia w siadzie skrzyżnym: a) pozycja wyjściowa, b) ruch obwodzenia w lewo, c) ruch obwodzenia w prawo

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

4.4. Część główna programu

4.4.1. Poziom początkowy (rotacje i stretching bierny)

Instrukcja do ćwiczenia GP1 (rys. 9)

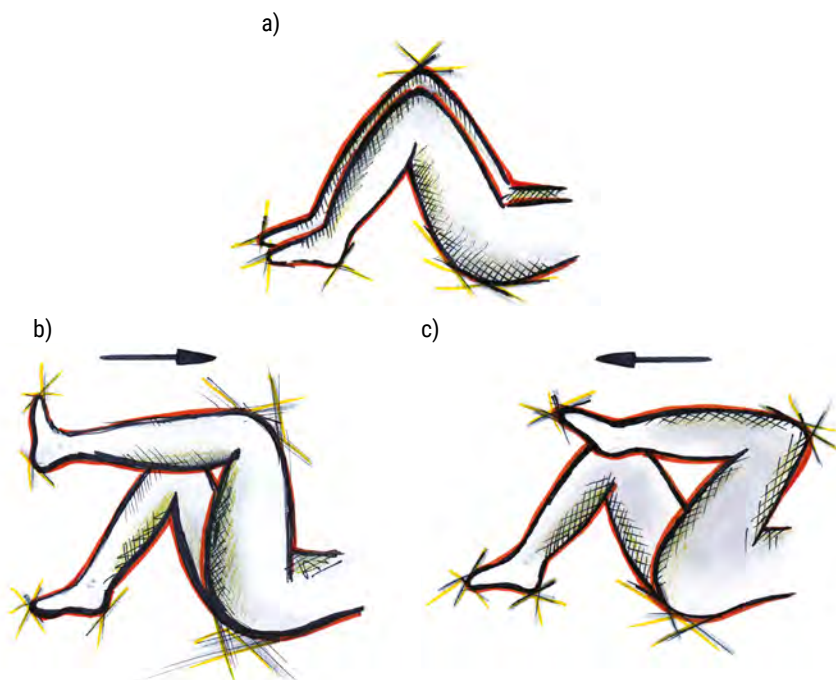
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgiąć w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Brzuch wciągnąć. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 9a).

Ruch: głęboki wdech i wydech. Unieść lewą kończynę dolną (podudzie ustawić równoległe do podłoża – rys. 9b). Przywieść lewą kończynę dolną w kierunku klatki piersiowej (rys. 9c). Przytrzymać w tej pozycji przez 15–30 s, a następnie rozluźnić i powtórzyć ruch od 3 do 6 razy. Wydech, powrócić do pozycji początkowej. Powtórzyć czynność prawą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 9a).

Powtórzenia: 3–6 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 9. Rozciąganie mięśnia pośladkowego wielkiego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyny dolnej w stawie biodrowym, c) ruch wyprostowania kończyny dolnej w stawie biodrowym

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GP2 (rys. 10)

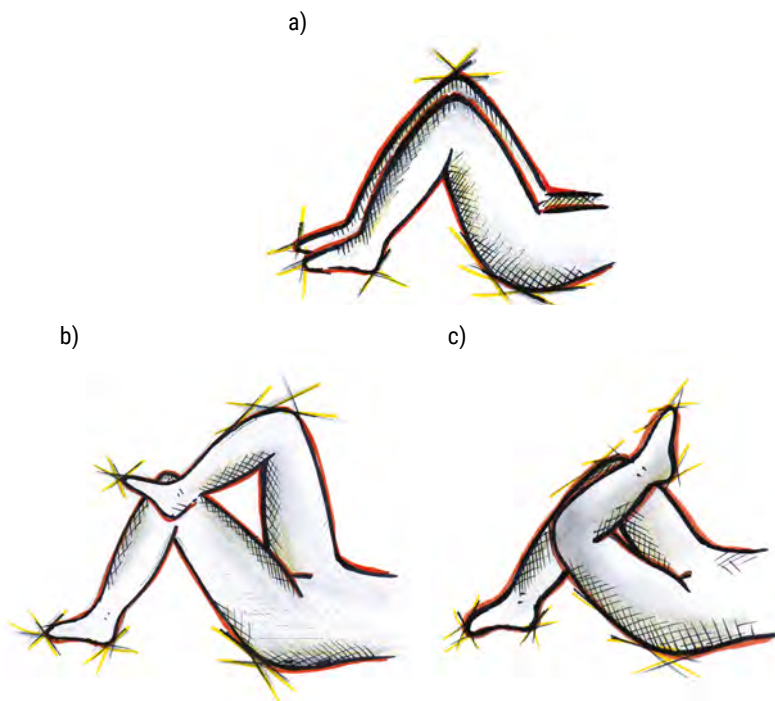
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 10a).

Ruch: kończynę dolną ugiąć i ustawić stopę na ziemi. Prawą kończynę unieść, łydkę położyć na kolanie lewej nogi, stopa w pozycji zgiętej (*flex*), (rys. 10b). Swobodny wdech i wydech. Rotacja zewnętrzna prawej kończyny dolnej w stawie biodrowym (rys. 10c). Przytrzymać w pozycji przez 15–30 s, a następnie rozluźnić i powtórzyć ruch od 3 do 6 razy. Wydech, powrócić do pozycji początkowej. Powtórzyć ruch lewą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 10a).

Powtórzenia: 3–6 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 10. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) dolna część podudzia na udzie, c) rotacja zewnętrzna kończyny w stawie biodrowym

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GP3 (rys. 11)

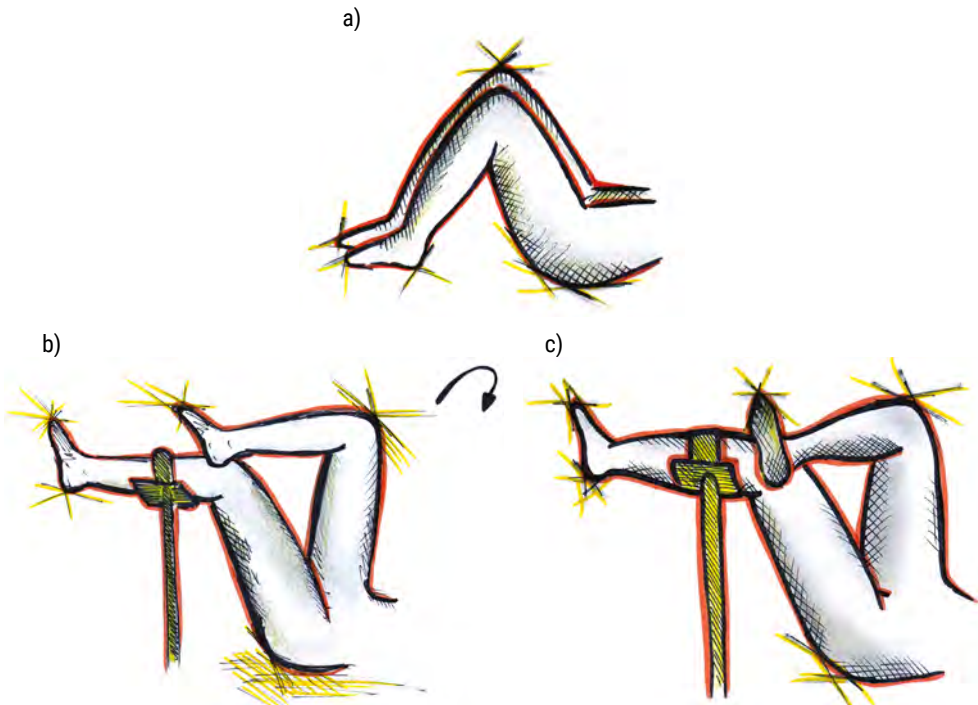
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna, urządzenie wspomagające wykonywanie CRSB [123].

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgiąć w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Brzuch wciągnąć. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 11a).

Ruch: lewą kończynę unieść, łydkę położyć na podpórcie podudzia (rys. 11b). Prawą kończynę dolną położyć na kolanie lewej nogi, stopa w pozycji zgiętej (*flex*). Głęboki wdech i wydech. Rotacja zewnętrzna prawej kończyny dolnej w stawie biodrowym (rys. 11c). Przytrzymać w pozycji przez 15–30 s, a następnie rozluźnić i powtórzyć ruch od 3 do 6 razy. Wydech, powrócić do pozycji początkowej. Powtórzyć ćwiczenie prawą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 11a).

Powtórzenia: 3–6 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 11. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia: a) pozycja wyjściowa, b) podudzie ułożone na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB, c) rotacja zewnętrzna kończyny w stawie biodrowym

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

4.4.2. Poziom średniozaawansowany – rotacje i stretching czynny

Instrukcja do ćwiczenia GS1 (rys. 12)

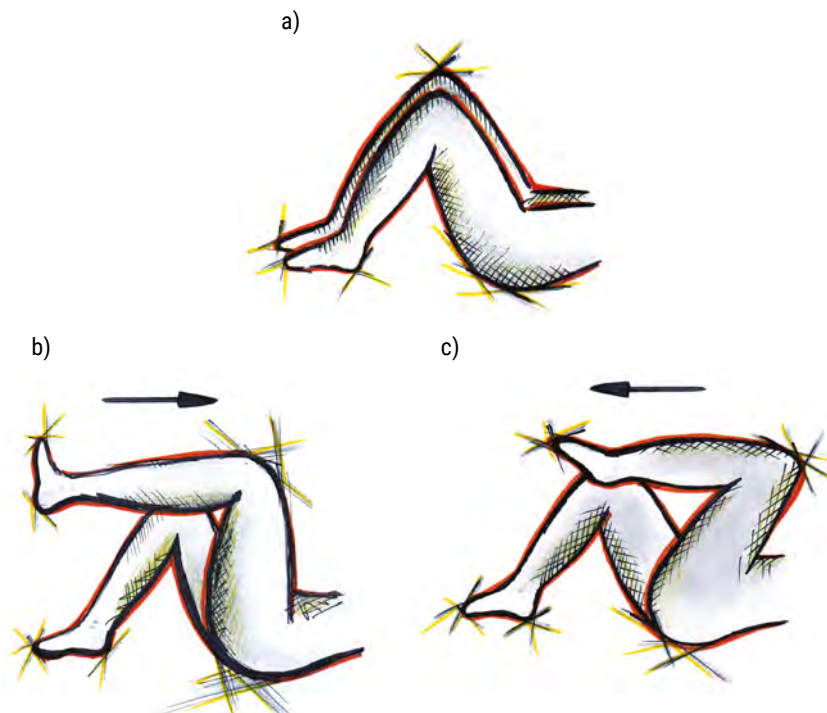
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Brzuch wciągnąć. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 12a).

Ruch: prawą kończynę dolną ugiąć i ustawić stopę na ziemi. Lewą kończynę unieść (rys. 12b). Głęboki wdech i wydech. Lewą kończynę dolną zgiąć w stawie biodrowym i przywieść w kierunku klatki piersiowej (rys. 12c). Przytrzymać w pozycji przez 1–3 s, wrócić do pozycji wyjściowej, następnie powtórzyć ruch 9–12 razy. Wdech, powrócić do pozycji wyjściowej. Powtórzyć ćwiczenie lewą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 12a).

Powtórzenia: 9–12 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 12. Rozciąganie mięśnia pośladkowego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyny dolnej w stawie biodrowym, c) ruch wyprostowania kończyny dolnej w stawie biodrowym

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GS2 (rys. 13)

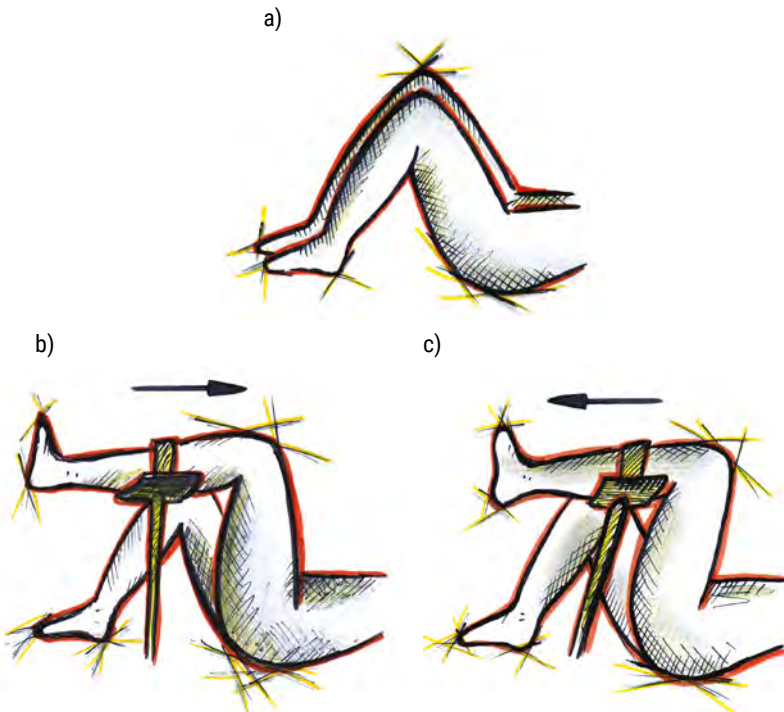
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna, urządzenie wspomagające wykonywanie CRSB.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 13a).

Ruch: lewą kończynę dolną ugiąć i ustawić stopę na podłożu. Prawą kończynę położyć na podpórcie urządzenia (rys. 13b). Miednica w pozycji neutralnej. Głęboki wdech i wydech. Przywieść lewą kończynę dolną do klatki piersiowej (rys. 13c). Przytrzymać w pozycji przez 1–3 s, wyprostować kończynę i powtórzyć ruch przywiedzenia 9–12 razy. Wdech, powrócić do pozycji początkowej. Powtórzyć ćwiczenie prawą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 13a).

Powtórzenia: 9–12 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 13. Rozciąganie mięśnia pośladkowego w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyny dolnej w stawie biodrowym, c) ruch wyprostowania kończyny dolnej w stawie biodrowym

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GS3 (rys. 14)

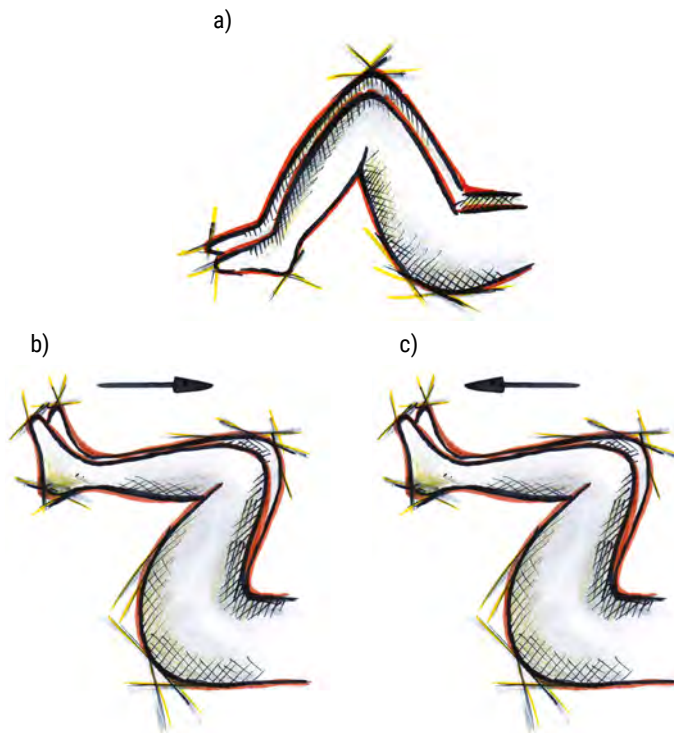
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Brzuch wciągnąć. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 14a).

Ruch: swobodny wdech i wydech. Kończyny dolne ugiąć, unieść. Ustawić łydki równoległe do podłoża (rys. 14b). Zgiąć obie kończyny dolne w stawach biodrowych (rys. 14c). Przywieść w kierunku klatki piersiowej i przytrzymać w tej pozycji przez 1–3 s, a następnie powtórzyć ruch od 9 do 12 razy. Swobodny wdech i wydech – kilka razy. Powrócić do pozycji wyjściowej.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 14a).

Powtórzenia: 9–12 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 14. Rozciąganie mięśni pośladkowych w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyn dolnych w stawie biodrowym, c) ruch wyprostowania kończyn dolnych w stawie biodrowym

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GS4 (rys. 15)

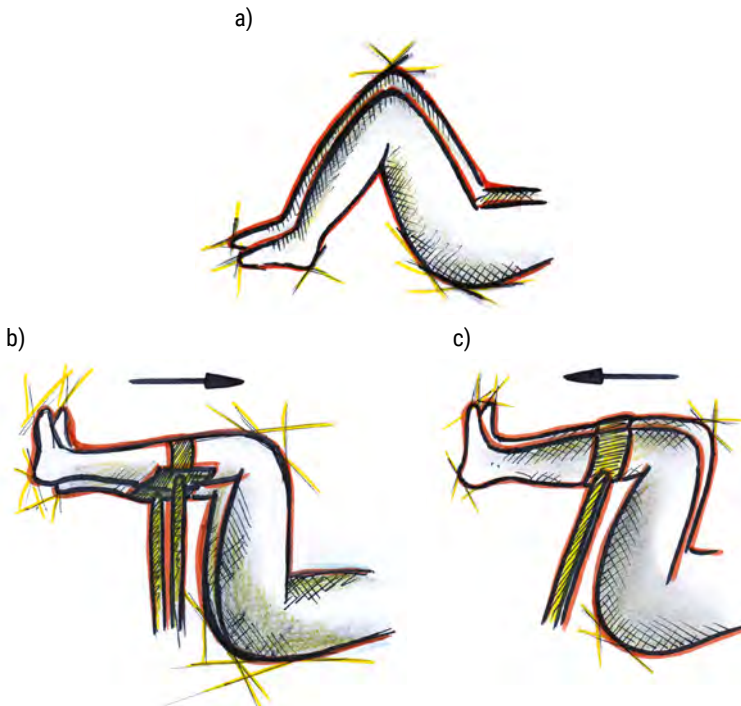
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna, urządzenie wspomagające wykonywanie ćwiczeń CRSB.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Brzuch wciągnąć. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 15a).

Ruch: swobodny wdech i wydech. Kończyny dolne ugiąć, unieść i położyć na podpórce urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB (rys. 15b). Przywieść kończyny dolne w kierunku klatki piersiowej (rys. 15c). Przytrzymać w tej pozycji przez 1–3 s, a następnie powtórzyć ruch od 9 do 12 razy. Wdech i wydech – kilka razy. Powrócić do pozycji wyjściowej.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 15a).

Powtórzenia: 9–12 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 15. Rozciąganie mięśni pośladkowych w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyn dolnych w stawie biodrowym, c) ruch wyprostu kończyn dolnych w stawie biodrowym

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GS5 (rys. 16)

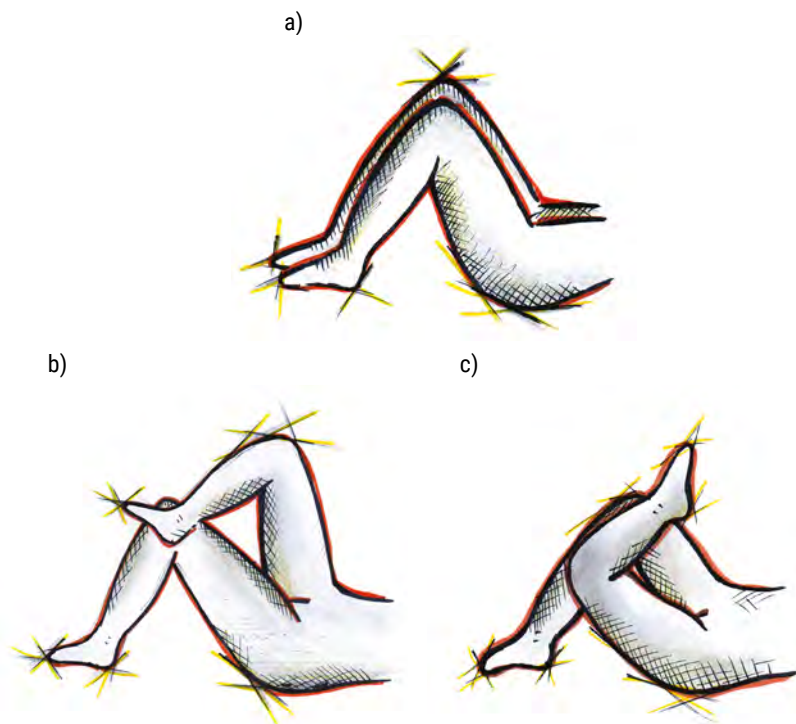
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 16a).

Ruch: lewą kończyną dolną ugiąć i ustawić stopę na ziemi. Prawą kończyną unieść, dolną część podudzia położyć na kolanie lewej nogi, stopa w pozycji zgiętej (*flex*) (rys. 16b). Swobodny wdech i wydech. Rotacja zewnętrzna prawej kończyny dolnej w stawie biodrowym (rys. 16c). Przytrzymać w pozycji przez 1–3 s, a następnie rozluźnić i powtórzyć ruch 9–12 razy. Wdech, wydech, powrócić do pozycji wyjściowej. Powtórzyć ćwiczenie lewą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 16a).

Powtórzenia: 9–12 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 16. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) dolna część podudzia na kolanie, c) rotacja kończyny

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GS6 (rys. 17)

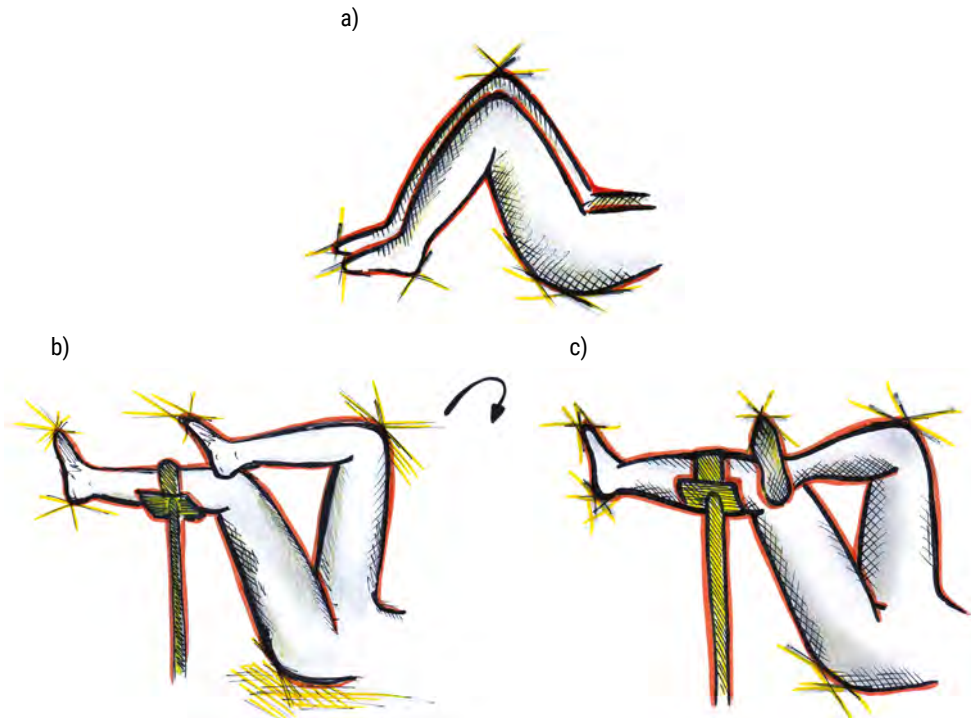
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna, urządzenie wspomagające wykonywanie CRSB.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 17a).

Ruch: lewą kończyną dolną ugiąć i położyć na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonanie CRSB. Prawą kończyną unieść, dolną część podudzia położyć na kolanie lewej kończyny dolnej. Stopa w pozycji zgiętej (*flex*) (rys. 17 b). Swobodny wdech i wydech. Rotacja zewnętrzna prawej kończyny dolnej w stawie biodrowym (rys. 17c). Przytrzymać w pozycji przez 1–3 s, rozluźnić i następnie powtórzyć ruch 9–12 razy. Wydech, powrócić do pozycji wyjściowej. Powtórzyć ćwiczenie przeciwną kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 17a).

Powtórzenia: 9–12 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 17. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB: a) pozycja wyjściowa, b) kostka na udzie, c) rotacja kończyny

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

4.4.3. Poziom zaawansowany – rotacje i obwodzenie

Uwaga: Ćwiczenia GZ1, GZ2, GZ3, GZ4 należy powtórzyć, zmieniając kierunek ruchu (do wewnątrz).

Instrukcja do ćwiczenia GZ1 (rys. 18)

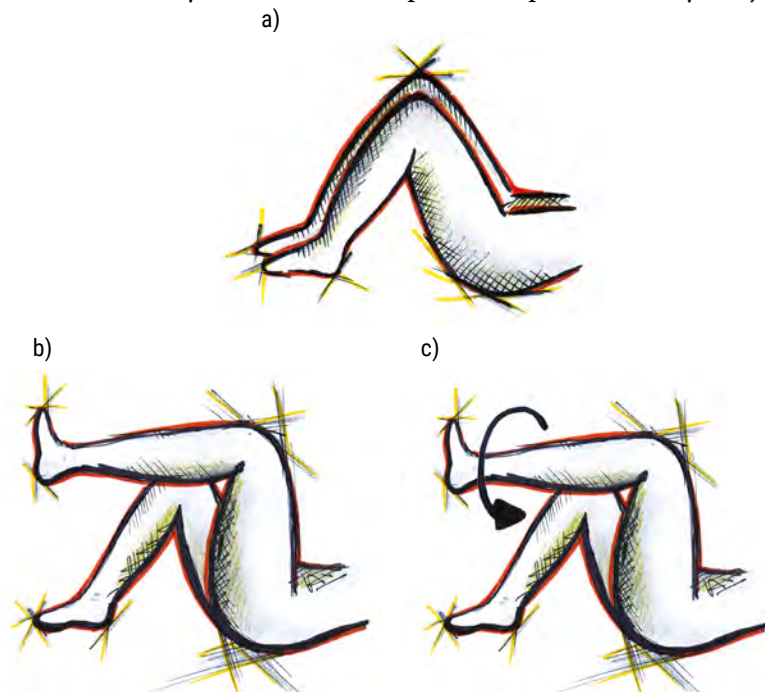
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 18a).

Ruch: lewą kończyną dolną unieść. Ustawić łydkę równoległe do podłoża (rys. 18b). Głęboki wdech i wydech. Wykonać w stawie biodrowym ruch obwodzenia na zewnątrz od 9 do 15 razy (rys. 18c). Wdech, wydech, powrócić do pozycji wyjściowej. Powtórzyć ćwiczenie prawą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 18a).

Powtórzenia: 9–15 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 18. Obwodzenie kończyny dolnej w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego: a) pozycja wyjściowa, b) uniesienie kończyny, c) ruch obwodzenia kończyny

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GZ2 (rys. 19)

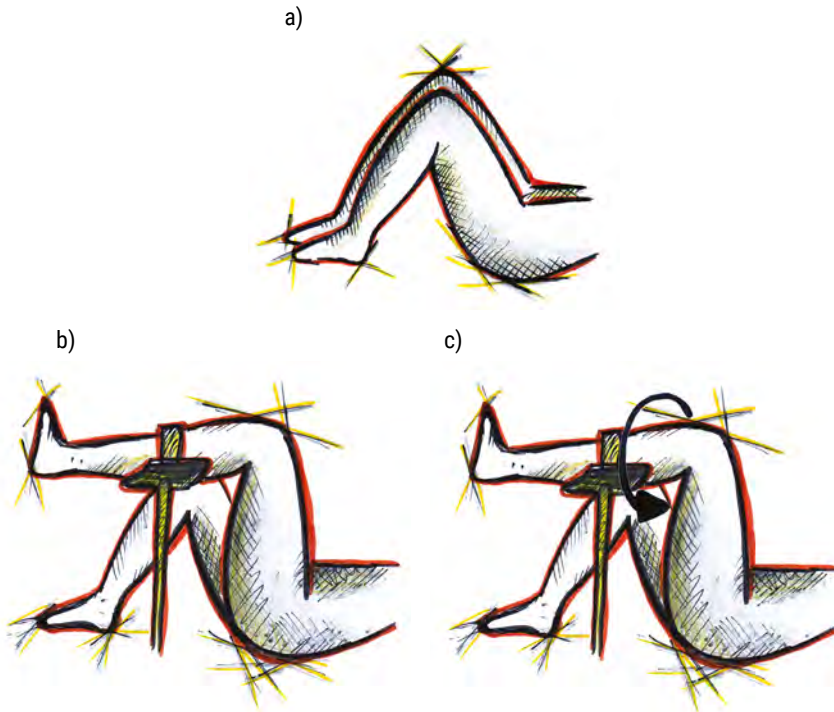
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna, urządzenie wspomagające wykonywanie CRSB.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 19a).

Ruch: unieść lewą kończynę dolną, położyć ją na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB (rys. 19b). Wykonać w stawie biodrowym ruch obwodzenia kończyny dolnej na zewnątrz (rys. 19c). Powtórzyć od 9 do 15 razy. Swobodny wdech, wydech, powrócić do pozycji wyjściowej. Powtórzyć ćwiczenie prawą kończyną dolną.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 19a).

Powtórzenia: 9–15 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 19. Obwodzenie kończyny w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego z urządzeniem: a) pozycja wyjściowa, b) ułożenie kończyny na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB, c) obwodzenie kończyny

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osial.

Instrukcja do ćwiczenia GZ3 (rys. 20)

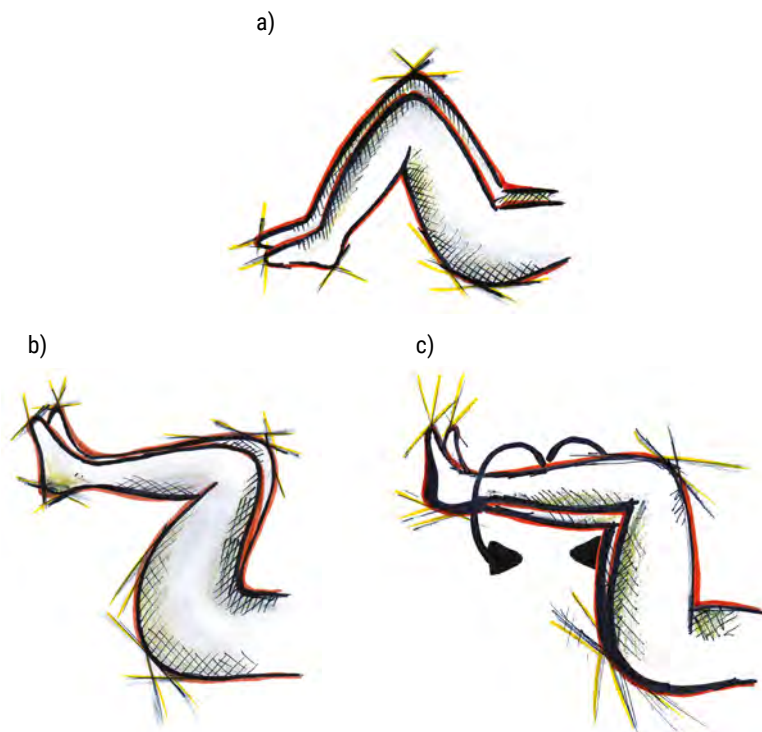
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych. Miednica w pozycji neutralnej. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie (rys. 20a).

Ruch: ustawić łydki równoległe do podłoża. Swobodny wdech i wydech. Przyciągnąć kończyny dolne do klatki piersiowej (rys. 20b). Głęboki wdech, wykonać ruch obwodzenia kończyn dolnych w stawie biodrowym na zewnątrz od 9 do 15 razy (rys. 20c). Wdech, wydech – kilka razy. Powrócić do pozycji wyjściowej.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 20a).

Powtórzenia: 9–15 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 20. Obwodzenie kończyn w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego: a) pozycja wyjściowa, b) uniesienie kończyn, c) ruch obwodzenia kończyn

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja do ćwiczenia GZ4 (rys. 21)

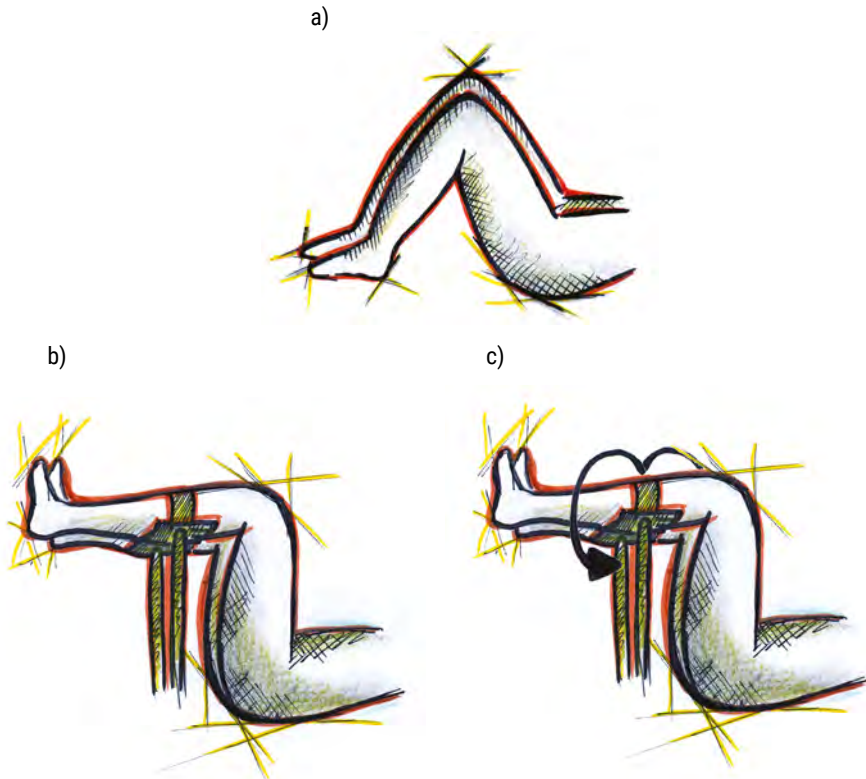
Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna, urządzenie wspomagające wykonywanie CRSB.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych (rys. 21a). Miednica w pozycji neutralnej. Brzuch wciągnąć. Kończyny górne ułożyć wzdłuż ciała, barki opuścić, szyję wydłużyć, brodę zbliżyć w kierunku klatki piersiowej. Wzrok skierować przed siebie.

Ruch: głęboki wdech i wydech. Przywieść kończyny dolne w kierunku klatki piersiowej. Łydki kończyn dolnych położyć na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB (rys. 21b). Wykonać ruch obwodzenia obiema kończynami dolnymi na zewnątrz od 9 do 15 razy (rys. 21c). Wdech, wydech, powrócić do pozycji wyjściowej.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 21a).

Powtórzenia: 9–15 razy (w zależności od poziomu sprawności fizycznej).



RYS. 21. Obwodzenie kończyny w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego z urządzeniem: a) pozycja wyjściowa, b) ułożenie kończyn na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB, c) obwodzenie kończyn

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

4.5. Faza wyciszenia (*cool down*)

Po zakończeniu części głównej należy przejść do kolejnej fazy programu – wyciszenia (*cool down*). Pozwala ona na łagodne przejście ze stanu pobudzenia do uspokojenia wszystkich układów organizmu oraz przywrócenie parametrów układu ruchu sprzed treningu. Powinno ono obniżyć temperaturę ciała, zmniejszyć rytm serca i oddychania. Łagodna aktywność fizyczna następująca po zakończeniu wykonywania ćwiczeń w części głównej ułatwia powrót krwi żyłnej, pozwala wyeliminować zawroty głowy, zaburzenia koordynacji i koncentracji spowodowane nieodpowiednim krążeniem krwi i uniknąć gromadzenia się produktów metabolizmu w organizmie. Faza wyciszenia powinna trwać od 5 do 8 min.

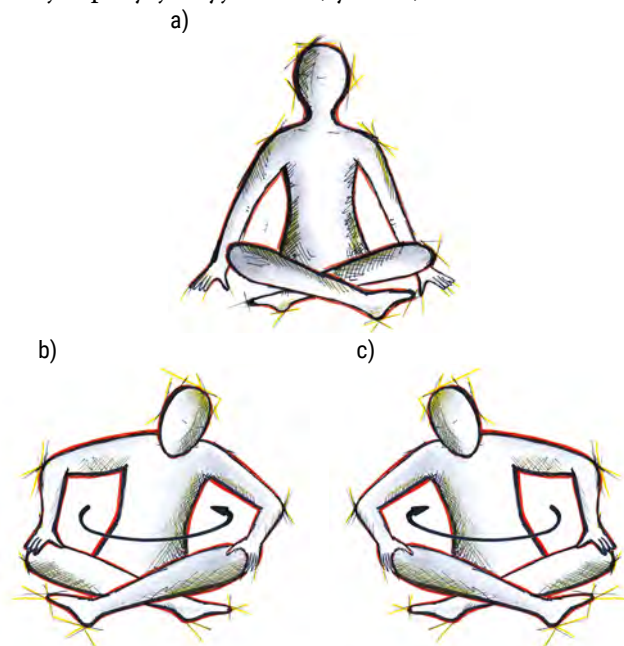
Instrukcja do ćwiczenia C1 (rys. 22)

Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: siad skrzyżny. Brzuch wciągnąć. Klatkę piersiową rozciągnąć. Kończyny górne z boku tułowia. Ręce na podłodze (rys. 22a).

Ruch: głęboki wdech i wydech, położyć ręce na kolana, ruch obwodzenia tułowia w lewo przez minimum 30 s (rys. 22b). Swobodnie i głęboko oddychać. Następnie wykonać ruch obwodzenia tułowia w prawo (rys. 22c). Wdech, wydech, powrót do pozycji wyjściowej.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 22a).



RYS. 22. Wyciszenie (*cool down*) – ruch obwodzenia tułowia w siadzie skrzyżnym: a) pozycja wyjściowa, b) obwodzenie tułowia w lewo, c) obwodzenie tułowia w prawo

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Instrukcja ćwiczenia C2 (rys. 23)

Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: siad skrzyżny. Brzuch wciągnąć. Klatkę piersiową rozciągnąć. Kończyny górne z boku tułowia. Ręce na podłożu (rys. 23a).

Ruch: głęboki wdech i wydech, swobodnie i głęboko oddychać.

Pozycja końcowa: jak pozycja wyjściowa (rys. 23a).

Powtórzenia: kontynuować oddech przez minimum 4–5 min.

Uwaga: po 2–2,5 min należy zmienić ustawienie (skrzyżowanie) kończyn dolnych.

a)



RYS. 23. Wyciszenie (*cool down*) – swobodny, głęboki i płynny oddech w siadzie skrzyżnym:
a) pozycja wyjściowa

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osial.

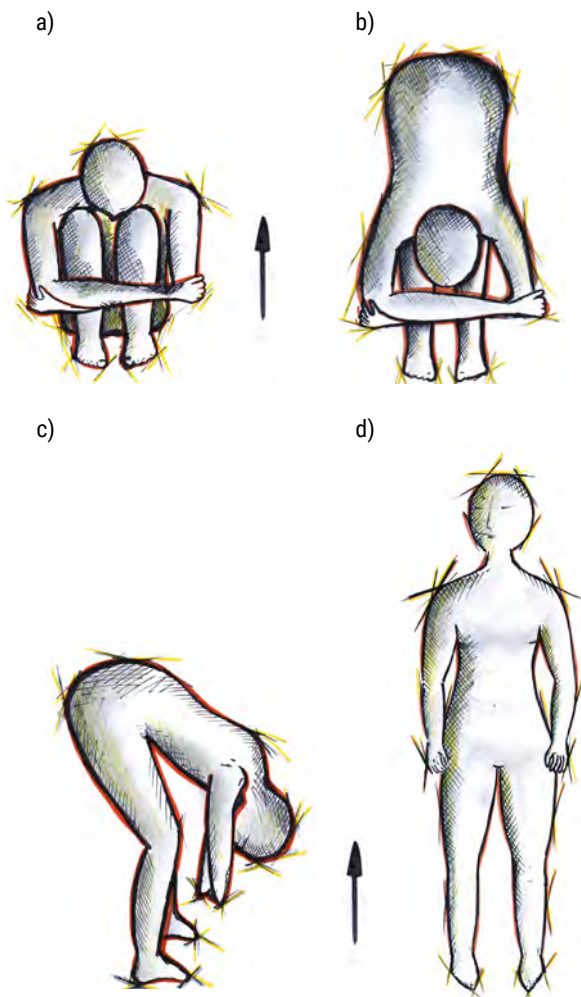
Instrukcja ćwiczenia C3 (rys. 24)

Przyrządy i przybory: mata rehabilitacyjna.

Pozycja wyjściowa: siad kuczny (rys. 24a).

Ruch: głęboki wydech. Skłon do przodu, kończyny górne zgięte w stawach łokciowych, chwyt za łokcie (rys. 24a). Przenieść ciężar ciała na pięty, kolejno na palce i na całe stopy. Kończyny dolne ugięte w stawach kolanowych (rys. 24b). Powoli prostować tułów, wdech, wydech (rys. 24c).

Pozycja końcowa: stojąca, wyprostowana (rys. 24d).



RYS. 24. Wyciszenie (*cool down*) – powrót do pozycji stojącej: a) pozycja początkowa, b-c) pozycje pośrednie, d) pozycja końcowa

ŹRÓDŁO: oprac. Magdalena Osiał.

Podsumowanie

Światowa Organizacja Zdrowia określiła minimalną codzienną dawkę aktywności fizycznej (ruchu) na 10 tys. kroków dla osoby pracującej fizycznie i 15 tys. dla pracującej umysłowo, minimalny zaś ciągły czas AF nie powinien być krótszy niż 60–90 min. Bravata wraz z zespołem pisze, że korzystanie z krokomierza wiąże się ze wzrostem aktywności fizycznej oraz spadkiem ciśnienia krwi i masy ciała [124].

Podjmując bardziej intensywną AF, należy zachować ostrożność. Jak podaje Kuński: „Ta ostrożność nie może być jednak bezmyślnym strachem i ustępstwem przed uciążliwością ćwiczeń. Powinna być ostrożnością racjonalnie uzasadnioną, wynikającą z dwóch głównych źródeł informacji o sobie” [125]. Jednym z nich jest opinia lekarza o zdrowiu i zagrożeniach, które mogą się pojawić podczas ćwiczeń, a drugie źródło to samokontrola organizmu. Obciążenia fizyczne, jak podaje autor, to kompromis między programem ćwiczeń dostosowanym do wieku, płci i wydolności a tolerancją tego programu przez organizm osoby ćwiczącej [125]. Intensywność wysiłku podczas rehabilitacji można dozować na podstawie wzoru Karvonena. Najprostszym wskaźnikiem bezpieczeństwa przy aktywności fizycznej jest nieprzekraczanie granicy bezpiecznej częstotliwości skurczów serca. U osób młodych maksymalna częstotliwość skurczów serca to $200 - \text{wiek}$, a u osób w wieku podeszłym, prowadzących siedzący tryb życia oraz osób, które wcześniej nie uczestniczyły w jakiegokolwiek formie aktywności ruchowej lub umiarkowanie trenujących, nie powinno przekraczać wartości $170 - 0,5 \text{ wiek} \pm 10$ [125, 126]. Należy jednak pamiętać, iż wprowadzenie nawet niewielkich zmian w AF i nawykach żywieniowych może w dużym stopniu się przyczynić do polepszenia stanu zdrowia i tym samym do zmniejszenia ryzyka wystąpienia chorób przewlekłych.

Ruch, tak jak każde inne lekarstwo, w nadmiarze lub nieodpowiednio dawkowany może zaszkodzić. Nawet zdrowy kręgosłup źle znosi wysiłki o dużych obciążeniach, ekstremalne, z dużą liczbą gwałtownych zgięć i obrotów. Ponadto gdy w czasie powtarzających się ruchów zgięcia występuje nałożenie rotacji, zginania bocznego oraz kompresji, może dojść do rozerwania pierścienia włóknistego i uszkodzenia krążka międzykręgowego. Co roku wiele osób korzystających z różnych form ćwiczeń i treningów ulega kontuzjom w czasie zajęć z uwagi na niedostosowanie programów do poziomu sprawności fizycznej uczestników. Wynika to częściowo z faktu uczestniczenia w tych zajęciach osób w wieku podeszłym, które w czasach propagowania zdrowego stylu życia jako wyznacznika długowieczności pragną współtworzyć ten trend, a nie zawsze przejawiają w tym kierunku predyspozycje fizyczne.

Leczenie ruchem zyskuje na popularności. W ostatnich latach systematycznie rozwija się oferta programowa w zakresie różnych form aktywności. Powstało wiele nowych terapii, jednak część z nich szybko przemija. Pozostają formy wykorzystujące najprostsze ćwiczenia, zmuszające człowieka do elementarnego ruchu [127], a do takich należą CRSB. Ich szerokie wdrożenie będzie możliwe przy udziale wyposażonych w odpowiednią wiedzę fizjoterapeutów, trenerów i lekarzy współtworzących skuteczne programy ćwiczeń zdrowotnych. Niezależnie od obserwowanych korzyści w sferze sprawności motorycznej u pacjentów tylko „ćwiczenia indywidualnie dobrane do pacjenta, jego schorzenia, sprawności fizycznej, wieku i przebytych chorób oraz wyuczone pod nadzorem specjalisty w zakresie leczenia bólu [...] mogą przynieść najlepsze efekty” [128].

Wraz ze starzeniem się populacji istotne znaczenie mają skuteczne i oszczędne metody radzenia sobie z zaburzeniami układu mięśniowo-szkieletowego, takimi jak np. choroby zwyrodnieniowe stawów, reumatoidalne zapalenie stawów lub urazy. Do najczęściej występujących przewlekłych chorób, zwłaszcza u osób w wieku średnim i podeszłym, zaliczana jest niezapalna choroba stawów maziówkowych o różnej etiologii, charakteryzująca się bólem, zapaleniem, zużyciem powierzchni stawowych i kościotworzeniem. Cechują ją zmiany patologiczne w obrębie chrząstki stawowej. „Przejawia się morfologicznymi, biochemicznymi, molekularnymi i biomechanicznymi zmianami komórek macierzy, które prowadzą do rozmiękania, włóknikowatości, owrzodzeń i utraty masy chrząstki stawowej, stwardnienia i zagęszczenia tkanki kostnej, osteofitów i torbieli podchrzęstnych” [38, 129]. Choroba ta postępuje przewlekle niezależnie od stosowanego leczenia oraz prowadzi do pogorszenia sprawności i tym samym jakości życia pacjentów, ale nie jego długości. Jest ona jedną z najpowszechniej występujących schorzeń, widoczna jest u ponad połowy osób po 40. roku życia. Każdego dnia co 13 osoba przyjmuje leki przeciwbólowe ze względu na duże dolegliwości w okolicy stawu biodrowego [130].

Leczenie zmian zwyrodnieniowych uzależnione jest od stanu pacjenta oraz zaawansowania choroby. Jest to leczenie objawowe wymagające indywidualizacji i dostosowania do charakteru dolegliwości i preferencji pacjenta w celu zmniejszenia bólu, poprawy funkcji stawu oraz hamowania postępu choroby [72]. Stosuje się w nim profilaktykę, leczenie zachowawcze, farmakologiczne, a w zaawansowanych postaciach choroby techniki operacyjne [31, 74].

Do terapii niefarmakologicznej należą: kinezyterapia, fizykoterapia, zaopatrzenie ortopedyczne, redukcja masy ciała. Z kolei terapia farmakologiczna to: paracetamol, w dawce do 4 g dziennie, niesteroidowe leki przeciwzapalne czy opioidowe leki przeciwbólowe, iniekcje sterydowe, a w początkowej fazie choroby inhibitory cyklooksygenazy. Wśród leczenia chirurgicznego możemy wymienić: osteotomię, artroskopię, cheilektomię i inne zabiegi korekcyjne oraz protezoplastykę. Większość ludzi w pewnym okresie życia doświadcza problemów z układem mięśniowo-szkieletowym. W związku z tym postanowiliśmy wykorzystać autorski program CRSB w tematyce profilaktyki i promocji zdrowia, aby stworzyć punkt wyjścia dla innych badaczy celem umożliwienia bardziej szczegółowych analiz. Opracowany program CRSB

w powiązaniu z zaprojektowanym urządzeniem stanowi oryginalne rozwiązanie pozwalające na kompleksową kinezyterapię stawu biodrowego. Połączenie metod fizjoterapii z metodami inżynierii biomedycznej pozwala na łatwe usprawnianie lecznicze stawu biodrowego w wielu płaszczyznach ruchu, co skutkuje polepszeniem jego funkcji. W efekcie można oczekiwać wymiernych efektów leczenia i możliwie najlepszej poprawy funkcji uszkodzonego stawu. Program można realizować samodzielnie, co zwiększa jego skuteczność, dając efekty samoleczenia. Jak pisze McKenzie: „Samoleczenie daje [...] narzędzie pozwalające zachować dobry stan zdrowia” [13].

Bibliografia

1. Lizak D., Goździalska A., Seń M., Jaśkiewicz J., Satora R., *Promocja zdrowia i edukacja zdrowotna – obowiązek czy wyzwanie dla pracowników ochrony zdrowia w XXI?* [w:] *Działania opiekuńcze w profilaktyce i terapii*, red. A. Goździalska, J. Jaśkiewicz, G. Dębska, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2014, s. 35–44.
2. Starosta W., *Znaczenie aktywności ruchowej w zachowaniu i polepszeniu zdrowia człowieka*, „Lider – promocja zdrowia. Kultura zdrowotna i fizyczna” 1997, nr 4(75), s. 3–9.
3. Nielsen H.D.G., *Increased Physical Activity in a Public Health Perspective* [w:] *Physical Therapy Effectiveness*, ed. M. Bernardo-Filho, D. Cunha de Sá-Caputo, R. Taiar, Intech Open, London 2019, DOI: 10.5772/intechopen.89526.
4. WHO, *Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world*, Geneva 2018, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf> (dostęp: 3.06.2022).
5. Darfour-Oduro S.A., Buchner D.M., Andrade J.E., Grigsby-Toussaint D.S., *A comparative study of fruit and vegetable consumption and physical activity among adolescents in 49 Low-and-Middle-Income Countries*, „Scientific Reports” 2018, vol. 8(1), s. 1623, DOI: 10.1038/s41598-018-19956-0.
6. *The global health observatory. Explore a world of health data*, World Health Organization 2023, <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/3416> (dostęp: 21.10.2023).
7. Ekelund U., Brown W.J., Steene-Johannessen J., Fagerland M.W., Owen N., Powell K.E., Bauman A.E., Lee I.M., *Do the associations of sedentary behavior with cardiovascular disease mortality and cancer mortality differ by physical activity level? A systematic review and harmonized meta-analysis of data from 850 060 participants*, „British Journal of Sports Medicine” 2019, vol. 53(14), s. 886–894, <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098963>.
8. *WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior*, World Health Organization 2020, <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf?sequence=1>.
9. Zhu P., Lao G., Li H., Tan R., Gu J., Ran J., *Replacing of sedentary behavior with physical activity and the risk of mortality in people with prediabetes and diabetes: a prospective cohort study*, „International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity” 2023, vol. 20, <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01488-0>.
10. Ralapanawa U., Sivakanesan R., *Epidemiology and the Magnitude of Coronary Artery Disease and Acute Coronary Syndrome: A Narrative Review*, „Journal of Epidemiology and Global Health” 2021, vol. 11(2), s. 169–177, <https://doi.org/10.2991/jegh.k.201217.001>.
11. *Wytyczne WHO dotyczące aktywności fizycznej i siedzącego trybu życia*, WHO, Genewa 2021, <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/341120/WHO-EURO-2021-1204-40953-58211-pol.pdf> (dostęp: 3.06.2022).

12. *Special Eurobarometer 472. Report. Sport and physical activity*, European Commission 2018, <https://www.europarc.org/wp-content/uploads/2020/01/Special-Eurobarometer-472-Sports-and-physical-activity.pdf> (dostęp: 3.06.2022).
13. McKenzie R., Watson G., Lindsay R., *Wylecz swoje kolano*, Omega Press Sp. z o.o., Sosnowiec 2012.
14. Kwon Y.R., Kim J.W., Heo J.H., Jeon H.M., Choi E.B., Eom G.M., *The effect of sitting posture on the loads at cervico-thoracic and lumbosacral joints*, „Technology Health Care” 2018, vol. 26(51), s. 409–418, DOI: 10.3233/THC-174717.
15. Malińska M., *Dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego u operatorów komputerowych*, „Medycyna Pracy” 2019, nr 70(4), s. 511–521, <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00810>.
16. Jung K.S., Jung J.H., In T.S., *The Effects of Cross-Legged Sitting on the Trunk and Pelvic Angles and Gluteal Pressure in People with and without Low Back Pain*, „International Journal of Environmental Research and Public Health” 2020, vol. 17(13), 4621, <https://doi.org/10.3390/ijerph17134621>.
17. Hurley M., Dickson K., Hallett R., Grant R., Hauari H., Walsh N., Stansfield C., Oliver S., *Exercise interventions and patient beliefs for people with hip, knee or hip and knee osteoarthritis: a mixed method review*, „Cochrane Database of Systematic Reviews” 2018, vol. 4(4), DOI: 10.1002/14651858.CD010842.pub2.
18. Guthold R., Stevens G.A., Riley L.M., Bull F.C., *Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants*, „The Lancet Child and Adolescent Health” 2020, vol. 4(1), s. 23–35, DOI: 10.1016/S2352-4642(19)30323-2.
19. Uddin R., Lee E.Y., Khan S.R., Tremblay M.S., Khan A., *Clustering of lifestyle risk factors for non-communicable diseases in 304,779 adolescents from 89 countries: A global perspective*, „Preventive Medicine” 2020, vol. 131, DOI: 10.1016/j.ypmed.2019.105955.
20. Larsson L., Degens H., Li M., Salviati L., Lee Y.I., Thompson W., Kirkland J.L., Sandri M., *Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function*, „Physiological Reviews” 2019, vol. 99(1), s. 427–511, <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>.
21. Sanchez M., Vidal J.S., Bichon A., Mairesse C., Flouquet Ch., Hanon O., Raynaud-Simon A., *Impact of a public open-access community-based physical activity and fall prevention program on physical performance in older adults*, „European Journal of Public Health” 2023, vol. 33(1), s. 132–138, <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac186>.
22. *Musculoskeletal Health in Europe. Report v5.0*, Eumusc.net, <http://www.eumusc.net/myUploadData/files/Musculoskeletal%20Health%20in%20Europe%20Report%20v5.pdf> (dostęp: 12.06.2022).
23. Fletcher G.F., Baldy G.J., Amsterdam E.A., Chaitman B., Eckel R., Fleg J., Froelicher V.F., Leon A.S., Piña I.L., Rodney R., Simons-Morton D.A., Williams M.A., Bazzarre T., *Exercise standards for testing and training. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association*, „Circulation” 2001, vol. 104(14), s. 1694–1740, DOI: 10.1161/hc3901.095960.
24. OrthoInfo, *Diseases & Conditions*, <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/?bodyPart=HipThigh> (dostęp: 3.02.2022).
25. Coulter H.D., *Anatomia Hatha Yogi. Podręcznik dla uczniów, nauczycieli i praktykujących*, tłum. R. Gadomski, IBR Focus sp. z o.o., Warszawa 2008.
26. Bochenek A., Reicher M., *Anatomia człowieka*, t. 1, PZWL, Warszawa 2010.

27. Zuzda J.G., Latosiewicz R., *Innowacyjny program zajęć rekreacyjnych wykorzystujący ruchy rotacyjne*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2010.
28. Zuzda J.G., Latosiewicz R., O'Hara K., Esteves D., Brás R., *Effects of Rotational Exercise on fitness training*, „Medicine and Science in Sports and Exercise” 2013, vol. 45(5), Supplement 1, s. 661.
29. Zuzda J.G., Kacpura J., Dziura J., Sillero Quintana M., Latosiewicz R., *The Influence of Hip Conditioning Program with Rotational Movements on Thermal Response of Lower Limbs* [w:] *Biocybernetics and Biomedical Engineering – Current Trends and Challenges*, red. D.G. Pijanowska, K. Zieliński, A. Liebert, J. Kacprzyk, Springer, Cham 2022, s. 74–87, DOI: 10.1007/978-3-030-83704-4_8.
30. Zuzda J.G., Kacpura J., Dziura J., Borkowski P., Latosiewicz R., *An Innovative Approach for Hip Disorders Rehabilitation* [w:] *Biocybernetics and Biomedical Engineering – Current Trends and Challenges*, red. D.G. Pijanowska, K. Zieliński, A. Liebert, J. Kacprzyk, Springer, Cham 2022, s. 38–50, DOI: 10.1007/978-3-030-83704-4_5.
31. Zuzda J.G., Esteves D., Brás R., Latosiewicz R., Pasek M., *The role of rotational movements in traditional fitness activities as an innovative form of tourist activity in the countryside* [w:] *Terapia zajęciowa jako innowacyjna forma turystyki zdrowotnej na wsi*, red. M. Roman, A. Roman, Niepubliczna Placówka Doskonalenia Nauczycieli „Edukacja, Wychowanie i Bezpieczeństwo”, Białystok 2016, s. 177–189.
32. *Program rehabilitacji i zapobiegania schorzeniom zwyrodnieniowym narządu ruchu poprzez usprawnianie stawu biodrowego – opracowanie ćwiczeń i urządzeń wspomagających*, Instytut Innowacji i Technologii Politechniki Białostockiej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Uniwersytet w Białymstoku, Program Inteligentny Rozwój 2014–2020, Program „Inkubator Innowacyjności+”, umowa nr 2/IITPB/2018 zawarta w dniu 13.02.2018.
33. *Badanie rynku konsumenckiego wykonane w ramach projektu NR 2/IITPB/2018. Analiza i perspektywy rozwoju branży rehabilitacyjnej. Kompleksowy program rehabilitacji i zapobiegania schorzeniom zwyrodnieniowym narządu ruchu*, Polski Instytut Innowacji i Transferu Technologii SA, Białystok 2018.
34. Zuzda J.G., Borkowski P., Latosiewicz R., Instytut Innowacji i Technologii PB Spółka z Ograniczoną Odpowiedzialnością, twórca patentu nr 426698, Urządzenie do rotacyjnych ćwiczeń stawów człowieka, Urząd Patentowy RP, Warszawa, 18.02.2021.
35. Schünke M., Schulte E., Schumacher U., *Prometeusz. Atlas anatomii człowieka*, t. 1, tłum. J.S. Gielecki, A. Żurada, MedPharm, Wrocław, 2013.
36. Borowiec S., *Anatomia człowieka*, t. 1: *Układ kostno-stawowy i mięśniowy. Podręcznik dla studentów wyższych szkół wychowania fizycznego*, wyd. 2, Sport i Turystyka, Warszawa 1965.
37. Marciniak T., Ziółkowski M., *Anatomia prawidłowa człowieka*, t. 3, RU ZSP AM Wrocław 1992.
38. Zembaty A., *Kinezyterapia – ćwiczenia z kinezyterapii i metody kinezyterapeutyczne*, t. 2, Kasper, Kraków 2003.
39. Levine J.A., *Lethal sitting: homo sedentarius seeks answers*, „Physiology” 2014, vol. 29(5), s. 300–301, <https://doi.org/10.1152/physiol.00034.2014>.
40. *Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU*, European Agency for Safety and Health at Work, <https://osha.europa.eu/en/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe> (dostęp: 3.02.2022).

41. *Innowacyjny model postępowania diagnostyczno-terapeutycznego i prewencyjnego u osób z zaburzeniami czynnościowymi kręgosłupa szyjnego i szyjno-piersiowego*, red. T. Adamczewski, J. Kujawa, Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, Łódź 2021.
42. Grabara M., *The association between physical activity and musculoskeletal disorders – a cross-sectional study of teachers*, „PeerJ” 2023, vol. 11, e14872, <https://doi.org/10.7717/peerj.14872>.
43. Jain R., Verma V., Rana K.B., Meena M.L., *Effect of physical activity intervention on the musculoskeletal health of university student computer users during homestay*, „International Journal of Occupational Safety and Ergonomics” 2023, vol. 29(1), s. 25–30, DOI: 10.1080/10803548.2021.2014090.
44. Grabara M., Sadowska-Krępa E., *Musculoskeletal disorders and the physical activity of territorial army soldiers during the COVID-19 pandemic*, „BMC Musculoskeletal Disorders” 2021, vol. 22, 796, <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04654-2>.
45. Weyh Ch., Pilat Ch., Krüger K., *Musculoskeletal disorders and level of physical activity in welders*, „Occupational Medicine” 2020, vol. 70(8), s. 586–592, <https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa169>.
46. Aktürk S., Büyükavcı R., Aktürk Ü., *Relationship between musculoskeletal disorders and physical inactivity in adolescents*, „Journal of Public Health” 2019, vol. 27, s. 49–56, <https://doi.org/10.1007/s10389-018-0923-7>.
47. Bergier J., *Aktywność fizyczna społeczeństwa – współczesny problem (przegląd badań)*, „Człowiek i Zdrowie” 2012, nr 6(1), s. 3–22.
48. Dutton M., *Ortopedia Duttona*, t. 3: *Staw biodrowy, staw kolanowy, stopa, stawy stopy*, red. T. Gaździk, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014.
49. Collings T.J., Bourne M.N., Barrett R.S., Meinders E., Gonçalves B.A.M., Shield A.J., Diamond L.E., *Gluteal Muscle Forces during Hip-Focused Injury Prevention and Rehabilitation Exercises*, „Medicine and Science in Sports and Exercise” 2023, vol. 55(4), s. 650–660, <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003091>.
50. Kolokythas N., Metsios G.S., Galloway S.M., Allen N., Wyon M.A., *11+ Dance: A Neuromuscular Injury Prevention Exercise Program for Dancers*, „Strength and Conditioning Journal” 2022, vol. 44(5), s. 1–9, <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000692>.
51. O’Sullivan L., Preszler J., Tanaka M., *Hamstring Injury Rehabilitation and Prevention in the Female Athlete*, „International Journal of Sports Physical Therapy” 2022, vol. 17(6), s. 1184–1193, <https://doi.org/10.26603/001c.38254>.
52. Hägglund G., Alriksson-Schmidt A., Lauge-Pedersen H., Rodby-Bousquet E., Wagner P., Westbom L., *Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy. 20-year results of a population-based prevention programme*, „The Bone Joint Journal” 2014, vol. 96-B(11), s. 1546–1552, DOI: 10.1302/0301-620X.96B11.34385.
53. Lopes D.G., Costa D., Cruz E.B., Mendonça N., Henriques A.R., Branco J., Canhão H., Rodrigues A.M., *Association of physical activity with physical function and quality of life in people with hip and knee osteoarthritis: longitudinal analysis of a population-based cohort*, „Arthritis Research & Therapy” 2023, vol. 25, 14, <https://doi.org/10.1186/s13075-023-02996-x>.

54. Tyler T.F., Nicholas S.J., Campbell R.J., McHugh M.P., *The Association of Hip Strength and Flexibility with the Incidence of Adductor Muscle Strains in Professional Ice Hockey Players*, „The American Journal of Sports Medicine” 2001, vol. 29(2), s. 124–128, DOI: 10.1177/03635465010290020301.
55. Lynch T.S., Bedi A., Larson Ch.M., *Athletic Hip Injures*, „The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons” 2017, vol. 25(4), s. 1, DOI: 10.5435/JAAOS-D-16-00171.
56. Feeley B.T., Powell J.W., Muller M.S., Barnes R.P., Warren R.F., Kelly B.T., *Hip injuries and labral tears in the national football league*, „The American Journal of Sports Medicine” 2008, vol. 36(11), s. 2187–2195.
57. Eckar T.G., Padua D.A., Dompier T.P., Dalton S.L., Thorborg K., Kerr Z.Y., *Epidemiology of Hip Flexor and Hip Adductor Strains in National Collegiate Athletic Association Athletes, 2009/2010–2014/2015*, „The American Journal of Sports Medicine” 2017, vol. 45(12), s. 2713–2722, <https://doi.org/10.1177/0363546517716179>.
58. Gilmore J., *Groin pain in the soccer athlete: fact, fiction, and treatment*, „Clinics in Sports Medicine” 1998, vol. 17(4), s. 787–793, [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70119-8](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70119-8).
59. *Fizjoterapia w ortopedii*, red. D. Białoszewski, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2022.
60. Stasiewicz M., Krawczyk M., Ślężyński J., *Urazowość wśród biegaczy*, „Polish Journal of Sports Medicine” 2020, nr 36(1), s. 17–29, DOI: 10.5604/01.3001.0014.2472.
61. Pitera T., Guzik G., Biega P., *Inveterate (42-year-old) Hip Dislocation Treated with Arthroplasty. A Case Study*, „Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja” 2017, vol. 19(2), s. 175–182, <https://doi.org/10.5604/15093492.1238034>.
62. Chan K.M., Anderson M., Lau E.M.C., *Exercise interventions: defusing the world’s osteoporosis time bomb*, „Bulletin of the World Health Organization” 2003, vol. 81(11), s. 827–830, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2572346/pdf/14758410.pdf>.
63. Cheatham S.W., Kolber M.J., *Postępowanie ortopedyczne w chorobach biodra i miednicy*, red. W.J. Marczyński, Urban & Partner, Wrocław 2019.
64. Sekeitto A.R., Sikhauli N., van der Jagt D.R., Mokete L., Pietrzak J.R.T., *The management of displaced femoral neck fractures. A narrative review*, „EFORT Open Reviews” 2021, vol. 6(2), s. 139–144.
65. Paprocka-Borowicz M., Zawadzki M., *Fizjoterapia w chorobach układu ruchu. Podręcznik dla studentów licencjatów wydziałów fizjoterapii*, Górnicze Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2019.
66. *Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja. Wybrane zagadnienia z zakresu chorób i urazów narządu ruchu dla studentów i lekarzy*, wyd. 2, red. J. Kruczyński, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2022.
67. Zgoda M., Wasilewski P., Wasilewska I., Golicki D., *Influence of the treatment of developmental dysplasia of the hip by the abduction brace on locomotor development in children*, „Journal of Children s Orthopaedics” 2009, vol. 4(1), s. 9–12.
68. Kruczyński J., *Chonodromalacja* [w:] *Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja. Wybrane zagadnienia z zakresu chorób i urazów narządu ruchu dla studentów i lekarzy*, wyd. 2, red. J. Kruczyński, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2022, s. 671–672.

69. Kuryliszyn-Moskal A., Kucharz E.J., Wiland P., Mastalerz-Migas A., Sudoł K., Jabłoński R., *Algorytm diagnostyczny choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego – rekomendacje dla lekarzy rodzinnych*, „Lekarz POZ. General Practitioner” 2022, nr 1(8), s. 2450–3517.
70. *Fizjoterapia kliniczna*, red. W. Kasprzak, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2011.
71. Woźniak W., Rabski M., Kaczmarek L., Samborski W., *Choroby reumatyczne z punktu widzenia ortopedycznego* [w:] *Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja. Wybrane zagadnienia z zakresu chorób i urazów narządu ruchu dla studentów i lekarzy*, wyd. 2, red. J. Kruczyński, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2022, s. 277–287.
72. Klimiuk P.A., Kuryliszyn-Moskal A., *Choroba zwyrodnieniowa stawów*, „Reumatologia” 2012, nr 50(2), s. 162–165.
73. Bannuru R.R. i in., *OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis*, „Osteoarthritis Cartilage” 2019, vol. 27(11), s. 1578–1589, DOI: 10.1016/j.joca.2019.06.011.
74. Kolasinski S.L. i in., *2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee*, „Arthritis Care & Research” 2020, vol. 72(2), s. 149–162, DOI: 10.1002/acr.24131.
75. Misiło A., Sosna M., *Obesity and osteoarthritis – analysis of relationships in patients undergoing primary hip arthroplasty*, „Journal of Education, Health and Sport” 2023, vol. 33(1), s. 91–99.
76. Zhang W. i in., *EULAR evidence based recommendations for the management of hip osteoarthritis: report of a task force of the EULAR Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutics (ESCISIT)*, „Annals of Rheumatic Diseases” 2005, vol. 64(5), s. 669–681, DOI: 10.1136/ard.2004.028886.
77. Stodolnik B., *Endoproteza cementowa stawu biodrowego typu ORTOMED*, „Kwartalnik Ortopedyczny” 2001, nr 2, s. 141.
78. Przedborska A., Kopec J., Smyj K., *Ocena wczesnych wyników alloplastyki cementowej jako metody leczenia zaawansowanej choroby zwyrodnieniowej stawu biodrowego*, „Kwartalnik Ortopedyczny” 2006, nr 1, s. 44.
79. Panasiuk M., Urbaniak I., *Wyniki całkowitej alloplastyki stawów biodrowych z użyciem trzpieni krytych powłoką hydroksyapatytową w materiale Oddziału Ortopedyczno-Urazowego Szpitala Specjalistycznego im. M. Kopernika w Łodzi*, „Kwartalnik Ortopedyczny” 1999, nr 3, s. 253.
80. Williams J.T., Ragland P.S., Clarke S., *Constrained for the unstable hip following total hip arthroplasty: a literature review*, „International Orthopaedics” 2007, vol. 31(3), s. 273–277, DOI: 10.1007/s00264-006-0191-y.
81. Karuś A., *Analiza przyczyn zwichnięć endoprotez stawu biodrowego*, rozprawa doktorska, CM UJ, Kraków 2010.
82. Blair S., Diehi P., Massarni M., Sarto P., Sallis R., Searle J., *Exercise is Medicine. Quick guide to exercise prescription*, Technogym Medical Scientific Department, Cesena, Italy 2010.
83. Teng H.L., Powers Ch.M., *Hip-Extensor Strength, Trunk Posture, and Use of the Knee-Extensor Muscles During Running*, „Journal of Athletic Training” 2016, vol. 51(7), s. 519–524, DOI: 10.4085/1062-6050-51.8.05.

84. Ishøi L., Sørensen C.N., Kaae N.M., Jørgensen L.B., Hölmich P., Serner A., *Large eccentric strength increase using the Copenhagen Adduction exercise in football: A randomized controlled trial*, „Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports” 2016, vol. 26(11), s. 1334–1342, DOI: 10.1111/sms.12585.
85. Bourne M.N., Timmins R.G., Opar D.A., Pizzari T., Ruddy J.D., Sims C., Williams M.D., Shield A.J., *An Evidence-Based Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Injury*, „Sports Medicine” 2018, vol. 48(2), s. 251–267, DOI: 10.1007/s40279-017-0796-x.
86. Cabilan C.J., Hines S., Munday J., *The effectiveness of prehabilitation or preoperative exercise for surgical patients: a systematic review*, „JBI Database System Database of Systematic Reviews and Implementation Reports” 2015, vol. 13(1), s. 146–187, DOI: 10.11124/jbisrir-2015-1885.
87. Busby C., *The PRICE of Injury Treatment: Out With the Old and In With the New*, „ACSM’s Health & Fitness Journal” 2023, vol. 27(1) s. 5–7, DOI: 10.1249/FIT.0000000000000825.
88. Moninger S., *Is the RICE Method Actually Helpful for Acute Injuries?*, BTE TherapySpark, <https://www.btetechnologies.com/therapyspark/is-the-rice-method-actually-helpful-for-acute-injuries/> (dostęp: 28.02.2024).
89. Dubois B., Esculier J.F., *Soft-tissue injuries simply need PEACE and LOVE*, „British Journal of Sports Medicine” 2020, vol. 54(2), s. 72–73, <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101253>.
90. Rotellu E., Shinde N., *Optimal management of acute soft tissue injury using Peace & Love: Observational study*, „International Journal of Physical Education, Sports and Health” 2023, vol. 10(3), s. 249–253.
91. Żmijewska K., Fařara A., Feluř J., Gaędek A., *Physical Therapy Following Saucerisation of Discoid Meniscus – a Case Study*, „Medical Rehabilitation” 2021, vol. 25(4), s. 40–43, DOI: 10.5604/01.3001.0015.7035.
92. Bleakley Ch.M., McDonough S.M., MacAuley D.C., *Some conservative strategies are effective when added to controlled mobilisation with external support after acute ankle sprain: a systematic review*, „Australian Journal of Physiotherapy” 2008, vol. 54(1), s. 7–20, DOI: 10.1016/s0004-9514(08)70061-8.
93. Wees Ph.J. van der, Jamtvedt G., Rebbeck T., Bie R.A. de, Dekker J., Hendriks E.J., *Multifaceted strategies may increase implementation of physiotherapy clinical guidelines: a systematic review*, „Australian Journal of Physiotherapy” 2008, vol. 54(4), s. 233–241, DOI: 10.1016/s0004-9514(08)70002-3.
94. Bisset L., Beller E., Jull G., Brooks P., Darnell R., Vicenzino B., *Mobilization with movement and exercise, corticosteroid injection, or wait and see for tennis elbow: randomised trial*, „British Journal of Medicine” 2006, vol. 333(7575), s. 1–6, DOI: 10.1136/bmj.38961.584653.AE.
95. Scialoia D., Swartzendruber A.J., *The R.I.C.E Protocol is a MYTH: A Review and Recommendations*, „The Sport Journal” 2020, <https://thesportjournal.org/article/the-r-i-c-e-protocol-is-a-myth-a-review-and-recommendations/>.
96. Kwicien S.Y., *Is it the End of the Ice Age?*, „International Journal of Sports Physical Therapy” 2023, vol. 18(3), s. 547–550, <https://doi.org/10.26603/001c.74273>.
97. Enseki K.R. i in., *Hip Pain and Movement Dysfunction Associated With Nonarthritic Hip Joint Pain: A Revision*, „Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy” 2023, vol. 53(7), s. CPG1–CPG70, <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2023.0302>.

98. Zuzda J.G., Barańczuk E., *Wpływ programu ćwiczeń wykorzystującego ruchy rotacyjne i programu Step Reebok na gibkość ciała studentów Politechniki Białostockiej*, „Roczniki Naukowe Wyższej Szkoły Wychowania Fizycznego i Turystyki w Białymstoku” 2012, nr 8, s. 24–33.
99. Zuzda J.G., Latosiewicz R., Barańczuk E., *Wpływ 30-tygodniowego treningu rotacyjnego na siłę i VO₂max [w:] Ruch a zdrowie. Wybrane problemy*, red. D. Kozłowska, K. Sobolewski, Wyższa Szkoła Wychowania Fizycznego i Turystyki w Białymstoku, Białystok 2013, s. 193–201.
100. Kacpura J., Dziura J., Zuzda J.G., *Impact of Hip Conditioning Program with Rotational Movements on the lumbar pain occurrence and foot load parameters*, „International Journal of Sport, Exercise and Health Research” 2020, vol. 4(2), s. 61–64, DOI: 10.31254/sportmed.4206.
101. Hoover K.C., Burlingame S.E., Lutz C.H., *Opportunities and challenges in concrete with thermal imaging*, „Concrete International” 2004, vol. 26(12), s. 23–27.
102. Liu Y., Mimura K., Wang L., Ikuda K., *Physiological benefits of 24-style Tai-Chi exercise in middle-aged women*, „Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science” 2003, vol. 22, s. 219–225, DOI: 10.2114/jpa.22.219.
103. Fernández-Cuevas I., Bouzas Marins J.C., Arnáiz Lastras J., Gómez Carmona P.M., Piñonosa Cano S., García-Concepción M.A., Sillero-Quintana M., *Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review*, „Infrared Physics & Technology” 2015, vol. 71, s. 28–55, <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007>.
104. Bouzas Marins J.C., Fernández-Cuevas I., Arnáiz-Lastras J., Fernandes A.A., Sillero-Quintana M., *Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte: Una revisión*, „Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física del Deporte” 2015, vol. 15, s. 805–824, <http://hdl.handle.net/10486/669154>.
105. Tanda G., *The use of infrared thermography to detect the skin temperature response to physical activity*, „Journal of Physics. Conference Series” 2015, vol. 655(1), DOI:10.1088/1742-6596/655/1/012062.
106. Merla A., Mattei P.A., Di Donato L., Romani G., *Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise*, „Annals of Biomedical Engineering” 2010, vol. 38(1), s. 158–163, DOI: 10.1007/s10439-009-9809-8.
107. Zontak A., *Dynamic thermography: analysis of hand temperature during exercise*, „Annals of Biomedical Engineering” 1998, vol. 26(6), s. 988–993, DOI: 10.1114/1.33.
108. Fernández-Cuevas I., Sillero-Quintana M., García-Concepción M.A., Serrano J.R., Gómez Carmona P., Bouzas Marins J., *Monitoring skin thermal response to training with infrared thermography*, „New Studies in Athletics” 2014, vol. 29(1), s. 57–71, <https://termografia.ufv.br/wp-content/uploads/2017/09/2014-NSA-Monitoring-Skin-Thermal-Response-to-Training-with-Infrared-Thermography-1.pdf>.
109. Brisoschi M.L., Macedo J.F., de Almeida Coelho Maced R., *Termometria cutânea: novos conceitos*, „Jornal Vascular Brasileiro” 2003, vol. 2(2), s. 151–160, <https://www.jvascbras.org/article/5e21f58c0e8825a7456d0101/pdf/jvb-2-2-151.pdf>.
110. Vardasca R., Plassmann P., Ring E.F.J., Jones C.D., *Symmetry of temperature distribution in the upper and the lower extremities*, „Thermology International” 2008, vol. 18(4), s. 154–155.
111. Pichot C., *Aplicación de la termografía en el dolor lumbar crónico*, „Revista de la Sociedad Española del Dolor” 2001, vol. 8(2), s. 43–47, <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-155172?lang=es>.

112. Uematsu S., *Symmetric of skin temperature comparing one side of the body to the other*, „Thermology” 1985, vol. 1, s. 4–7.
113. Niu H.H., Lui P.W., Hu J.S., Ting C.K., Yin Y.C., Lo Y.L., Liu L., Lee T.Y., *Thermal symmetry of skin temperature: normative data of normal subjects in Taiwan*, „Zhonghua Yi Xue Za Zhi” (Taipei) 2001, vol. 64(8), s. 459–468, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11720145/>.
114. Feldman F., Nickoloff E.L., *Normal thermographic standards for the cervical spine and upper extremities*, „Skeletal Radiology” 1984, vol. 12(4), s. 235–249.
115. Garagiola U., Giani E., *Use of telethermography in the management of sports injuries*, „Sports Medicine” 1990, vol. 10(4), s. 267–272, DOI: 10.2165/00007256-199010040-00005.
116. Hildebrandt C., Zeilberger K., Ring E.F.J., Raschner Ch., *The application of medical Infrared Thermography in Sports Medicine [w:] An International Perspective on Topics in Sport Medicine and Sports Injury*, ed. K.R. Zaslav, In Tech, Rijeka 2012, s. 257–274.
117. Sillero-Quintana M., Fernández-Jaén T., Fernández-Cuevas I., Gómez Carmona P.M., Arnáiz-Lastras J., Pérez M.D., Guillén P., *Infrared Thermography as a Support Tool for Screening and Early Diagnosis in Emergencies*, „Journal of Medical Imaging and Health Informatics” 2015, vol. 5(6), s. 1223–1228, DOI: 10.1166/jmhi.2015.1511.
118. Gómez Carmona P., Fernández-Cuevas I., Sillero-Quintana M., Arnáiz-Lastras J., Navandar A., *Infrared thermography protocol on reducing the incidence of soccer injuries*, „Journal of Sport Rehabilitation” 2020, vol. 29(8), s. 1222–1227, DOI: 10.1123/jsr.2019-00.
119. Zuzda J.G., Topczewska M., Borkowski P., Latosiewicz R., *The Influence of Rotational Training on Muscle Activity of Young Adults in Thermographic Imaging*, „Studies in Logic, Grammar and Rhetoric” 2018, vol. 56(69), s. 91–105, DOI: 10.2478/slgr-2018-0043.
120. Moreira D.G. i in., *Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature*, „Journal of Thermal Biology” 2017, vol. 69, s. 155–162, DOI: 10.1016/j.jtherbio.2017.07.006.
121. Lisowski J., Hagner W., *Terapeutyczna moc rozciągania mięśni: ćwiczenia w procesie autoterapii i profilaktyki najczęstszych dolegliwości i dysfunkcji narządu*, Remedium, Włocławek 2005.
122. Frisch H., Roex J., *Terapia manualna. Poradnik wykonywania ćwiczeń*, wyd. 2, PZWL, Warszawa 2015.
123. Borkowski P., Zuzda J.G., Latosiewicz R., *Program rehabilitacji i zapobiegania schorzeniom zwyrodnieniowym narządu ruchu poprzez usprawnianie stawu biodrowego – opracowanie ćwiczeń oraz urządzeń wspomagających [w:] Prace przedwdrożeniowe sfinansowane w ramach Inkubatora Innowacyjności 2.0*, Inkubator Innowacyjności, Białystok 2019, s. 37–42.
124. Bravata D.M., Smith-Spangler C., Sundaram V., Gienger A.L., Lin N., Lewis R., Stave Ch.D., Olkin I., Sirard J.R., *Using Pedometers to Increase Physical Activity and Improve Health: A Systematic Review*, „JAMA” 2007, vol. 298(19), s. 2296–2304, DOI: 10.1001/jama.298.19.2296.
125. Kuński H., *Trening zdrowotny osób dorosłych. Poradnik lekarza i trenera*, Medsport, Warszawa 2012.
126. Fox S.M., Naughton J.P., Haskell W.L., *Physical activity and the prevention of coronary heart disease*, „Annals of Clinical Research” 1971, vol. 3(6), s. 404–432.
127. Szabuniewicz S., Orlikowska A., Niestuchowski W., *Ćwiczenia usprawniające kręgosłup. Poradnik*, Harmonia, Gdańsk 2011.

128. Dziak A., *Leczenie bólów krzyża*, „Rehabilitacja Medyczna” 2002, nr 6(1), s. 30–36.
129. Lewandowski N., Sierakowski S., Kita K., Klimiuk P.A., Muklewicz E., *Biodro – przyczyny najczęstszych dolegliwości*, „Nowa Medycyna” 2002, nr 2, s. 31–26.
130. Leszczyński P., Pawlak-Buś K., *Choroba zwyrodnieniowa stawów – epidemia XXI wieku*, „Farmacja Współczesna” 2008, nr 1, s. 79–87.

Spis tabel

Tabela 1. Normy zakresów ruchów zgięcia i wyprostowania w stawie biodrowym	17
Tabela 2. Normy zakresów ruchów odwodzenia i przywodzenia w stawie biodrowym.....	17
Tabela 3. Normy zakresów ruchów rotacji zewnętrznej i rotacji wewnętrznej w stawie biodrowym	18
Tabela 4. Tsk (°C) ROI ciała osób o niskich i wysokich wartościach METs przed sesją CRSB (*p < 0,05)	37
Tabela 5. Tsk (°C) ROI ciała osób o niskich i wysokich wartościach wskaźnika METs po sesji CRSB (*p < 0,05).....	37
Tabela 6. Tsk (°C) poszczególnych ROI osób o niskich i wysokich wskaźnikach SLM przed CRSB (*p < 0,05).....	38
Tabela 7. Tsk (°C) poszczególnych ROI osób o niskich i wysokich wskaźnikach SLM po CRSB (*p < 0,05).....	38
Tabela 8. Tsk (°C) obszarów ROI u osób o niskim i wysokim poziomie gibkości – wyniki przed CRSB (*p < 0,05)	39
Tabela 9. Tsk (°C) obszarów ROI u osób o niskim i wysokim poziomie gibkości – wyniki po CRSB (*p < 0,05)	40

Spis rysunków

Rys. 1. Model 3D CAD urządzenia wspomagającego realizację programu CRSB (autor: dr inż. P. Borkowski – Politechnika Białostocka)	11
Rys. 2. Zasada działania urządzenia wspomagającego realizację programu CRSB	11
Rys. 3. Kości miednicy mężczyzny.....	13
Rys. 4. Budowa anatomiczna stawu biodrowego	14
Rys. 5. Pierwszy termogram zarejestrowany przez Research ThermoINEF (Hiszpania) w 2006 roku przedstawiający obszar hipertermiczny w okolicy prawego kolana w trakcie procesu rekonwalescencji po zwichnięciu rzepki.....	33
Rys. 6. Wybór ROI w przedniej i tylnej części ciała oraz przykład danych wygenerowanych przez oprogramowanie Altair™ 5.80 (USA)	36
Rys. 7. Rozgrzewka – rotacja tułowia z unoszeniem kończyn górnych w siadzie skrzyżnym: a) pozycja wyjściowa, b) supinacja przedramion, c) pozycja z rotacją tułowia.....	44
Rys. 8. Rozgrzewka – ruch obwodzenia tułowia w siadzie skrzyżnym: a) pozycja wyjściowa, b) ruch obwodzenia w lewo, c) ruch obwodzenia w prawo	45
Rys. 9. Rozciąganie mięśnia pośladkowego wielkiego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyny dolnej w stawie biodrowym, c) ruch wyprostowania kończyny dolnej w stawie biodrowym	46
Rys. 10. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) dolna część podudzia na udzie, c) rotacja zewnętrzna kończyny w stawie biodrowym	47
Rys. 11. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia: a) pozycja wyjściowa, b) podudzie ułożone na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB, c) rotacja zewnętrzna kończyny w stawie biodrowym	48
Rys. 12. Rozciąganie mięśnia pośladkowego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyny dolnej w stawie biodrowym, c) ruch wyprostowania kończyny dolnej w stawie biodrowym	49
Rys. 13. Rozciąganie mięśnia pośladkowego w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyny dolnej w stawie biodrowym, c) ruch wyprostowania kończyny dolnej w stawie biodrowym	50

Rys. 14. Rozciąganie mięśni pośladkowych w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyn dolnych w stawie biodrowym, c) ruch wyprostu kończyn dolnych w stawie biodrowym.....	51
Rys. 15. Rozciąganie mięśni pośladkowych w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB: a) pozycja wyjściowa, b) ruch zgięcia kończyn dolnych w stawie biodrowym, c) ruch wyprostu kończyn dolnych w stawie biodrowym.....	52
Rys. 16. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach: a) pozycja wyjściowa, b) dolna część podudzia na kolanie, c) rotacja kończyny.....	53
Rys. 17. Rozciąganie rotatorów zewnętrznych stawu biodrowego w leżeniu na plecach z wykorzystaniem urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB: a) pozycja wyjściowa, b) kostka na udzie, c) rotacja kończyny	54
Rys. 18. Obwodzenie kończyny dolnej w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego: a) pozycja wyjściowa, b) uniesienie kończyny, c) ruch obwodzenia kończyny	55
Rys. 19. Obwodzenie kończyny w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego z urządzeniem: a) pozycja wyjściowa, b) ułożenie kończyny na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB, c) obwodzenie kończyny	56
Rys. 20. Obwodzenie kończyn w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego: a) pozycja wyjściowa, b) uniesienie kończyn, c) ruch obwodzenia kończyn	57
Rys. 21. Obwodzenie kończyny w leżeniu na plecach – rozciąganie rotatorów zewnętrznych i wewnętrznych stawu biodrowego z urządzeniem: a) pozycja wyjściowa, b) ułożenie kończyn na podpórcie urządzenia wspomagającego wykonywanie CRSB, c) obwodzenie kończyn	58
Rys. 22. Wyciszenie (<i>cool down</i>) – ruch obwodzenia tułowia w siadzie skrzyżnym: a) pozycja wyjściowa, b) obwodzenie tułowia w lewo, c) obwodzenie tułowia w prawo.....	59
Rys. 23. Wyciszenie (<i>cool down</i>) – swobodny, głęboki i płynny oddech w siadzie skrzyżnym: a) pozycja wyjściowa	60
Rys. 24. Wyciszenie (<i>cool down</i>) – powrót do pozycji stojącej: a) pozycja początkowa, b–c) pozycje pośrednie, d) pozycja końcowa.....	61

Streszczenie

Monografia jest adresowana do fizjoterapeutów, trenerów i instruktorów fitness oraz pacjentów zainteresowanych problematyką szeroko rozumianej rehabilitacji stawów biodrowych. Celem jest przedstawienie autorskiego, innowacyjnego programu ćwiczeń skoncentrowanego na wykorzystaniu ruchów rotacyjnych fizjologicznie zachodzących w stawach biodrowych. Program ćwiczeń rotacyjnych stawu biodrowego (CRSB) może być pomocny w zapobieganiu i leczeniu następstw urazów oraz zmian zwyrodnieniowych. W części wstępnej monografii (rozdziały 1–2) przedstawiono m.in. rolę aktywności fizycznej w życiu człowieka, anatomię funkcjonalną miednicy oraz najczęstsze urazy i schorzenia stawu biodrowego. W rozdziale 3 zaprezentowano możliwości wykorzystania termografii w podczerwieni do nieinwazyjnej oceny reakcji mięśni na trening. Opisano badania międzynarodowe, a także przedstawiono wyniki badań własnych nad wykorzystaniem termografii do oceny ćwiczeń rotacyjnych. W tym samym rozdziale omówiono zachęcające wyniki międzynarodowych badań naukowych autorów niniejszej monografii dotyczących CRSB. W rozdziale 4 zaprezentowano założenia metodologiczne i choreografię ćwiczeń wchodzących w skład kolejnych faz programu CRSB: rozgrzewki, części właściwej i fazy wychłodzenia. We wszystkich ćwiczeniach opisano niezbędne przybory, pozycję wyjściową, sekwencję ruchów oraz pozycję końcową. Opisy zostały zilustrowane przejrzystymi rycinami. Publikacja w sposób kompleksowy podaje podstawy teoretyczne i uzupełnia wiedzę praktyczną pozwalającą na bezpieczne prowadzenie i wykonywanie CRSB.

Summary

This monograph is addressed to physiotherapists, fitness trainers and instructors, as well as patients interested in the problems of hip joint rehabilitation. The aim is to present the author's innovative exercise program focused on the use of rotational movements physiologically occurring in the hip joints. The Hip Joint Rotational Exercise Program, can help prevent and treat the sequelae of injuries and degenerative changes. The introductory part of the monograph (Chapters 1–2) presents, i.a. the role of physical activity in human life, the functional anatomy of the pelvis and the most common injuries and diseases of the hip joint. Chapter 3 presents the potential for using infrared thermography to non-invasively assess muscle response to training. International studies are described, and the results of personal researches on the use of thermography to evaluate rotational exercises are presented. The same chapter describes the encouraging results of the international scientific research of the authors of this monograph on the Hip Joint Rotational Exercise Program. Chapter 4 describes the methodological assumptions and choreography of the exercises that make up the successive phases of the Hip Joint Rotational Exercise Program: the warm-up, the main part and the cool down phase. In all exercises, the necessary utensils, starting position, movement sequence and finishing position are described. The descriptions are illustrated with clear figures. The entire publication comprehensively provides the theoretical basis and adds the practical knowledge to safely conduct and perform the Hip Joint Rotational Exercise Program.



DR N. MED. INŻ. JOLANTA GRAŻYNA ZUZDA

Ukończyła studia magisterskie na kierunku wychowanie fizyczne w Akademii Wychowania Fizycznego im. Józefa Piłsudskiego w Warszawie oraz na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej. W roku 2011 uzyskała stopień doktora nauk medycznych na Uniwersytecie Medycznym w Białymstoku. Podczas staży i kursów w Polsce i za granicą (Irlandia, Szwajcaria, Niemcy, Wielka Brytania, Francja, USA, Portugalia, Słowenia i Białoruś) ukończyła certyfikowane szkolenia: Body ART, Pilates, Step Reebok, Personal Trainer. Jest współautorką 3 książek, 4 patentów i ponad 80 artykułów. Uczestniczyła w projektach naukowo-dydaktycznych dotyczących problematyki aktywności fizycznej jako elementu profilaktyki zdrowotnej oraz sprawności fizycznej jako kluczowego miernika zdrowia realizowanych w ramach badawczej i dydaktycznej współpracy przedstawicieli naukowych Polski, Portugalii i Białorusi w latach 2008–2024.



PROF. DR HAB. MED. ROBERT LATOSIEWICZ

Absolwent Akademii Medycznej w Białymstoku (1982), pracownik Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (1982–2009), w latach 2005–2023 pracownik Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Specjalizacje: ortopedia i traumatologia, rehabilitacja medyczna, balneologia i medycyna fizykalna. Opublikował 4 książki i monografie, ponad 100 artykułów w czasopismach polskich i zagranicznych. Jest promotorem 14 prac doktorskich. Zainteresowania naukowe: biologia przeszczepów więzadłowych, materiały biowchłaniające, zastosowanie metod balneofizykalnych w leczeniu schorzeń narządu ruchu.



PROF. MANUEL SILLERO QUINTANA

Doctor in Physical Activity and Sport Sciences, Bachelor in Physical Activity and Sport Sciences, National Trainer in Athletics (Spain), member of the executive board of the European Association of Thermology. Currently: Professor at the Faculty of Physical Activity and Sport Sciences (INEF) of the Universidad Politécnica de Madrid and Vice-Dean for Quality and International Affairs at the INEF of Madrid. Member investigator more than 12 research projects funded by the National Sports Council (CSD–MEC) in the areas of "Sports Nutrition", "Athletics". Member investigator 3 research projects funded by the Spanish Ministry of Education. Member investigator 4 research projects funded by different European Institutions. Director of 4 research projects funded by the National Sports Council (CSD–MEC) in the areas of "Sport Vision". Areas of interest: thermography applied to humans, mainly in preventing and monitoring sport injuries, visual perception, sports vision, kinantropometry, body composition. Publications: more than 15 book chapters, more than 60 articles published in JCR impact journals, more than 50 entries in congresses proceeding books. Oral presentations in different national and international congresses (BASES, ECSS, EAT).