

FIZJOTERAPIA I AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA JAKO PODSTAWY ZDROWIA CZŁOWIEKA

TOM 1



Redakcja:
Monika Maciąg
Alicja Danielewska

Lublin 2024

**Fizjoterapia i aktywność fizyczna
jako podstawy zdrowia człowieka
Tom 1**

Fizjoterapia i aktywność fizyczna jako podstawy zdrowia człowieka Tom 1

Redakcja:
Monika Maciąg
Alicja Danielewska

Lublin 2024

**Wydawnictwo Naukowe TYGIEL składa serdeczne podziękowania
zespołowi Recenzentów za zaangażowanie w dokonane recenzje
oraz merytoryczne wskazówki dla Autorów.**

Recenzentami niniejszej monografii byli:

- prof. dr hab. Tadeusz Ambroży
- dr hab. n. o zdr. Andrzej Knapik
- dr Monika Bal-Bocheńska
- dr n. o zdr. Joanna Fidut-Wrońska
- dr n. o zdr. Wojciech Garczyński
- dr Małgorzata Hałoń-Gołabek
- dr n. o zdr. Mariola Janiszewska
- dr Izabela Maciejewska-Paszek
- dr n. med. Marcin Sadłocha
- dr Beata Irena Sińska
- dr n. med. Dagmara Wasiuk-Zowada
- dr n. o zdr. Szymon Wyszyński

Wszystkie opublikowane rozdziały otrzymały pozytywne recenzje.

Skład i łamanie:
Monika Maciąg

Projekt okładki:
Marcin Szklarczyk

Korekta:
Katarzyna Ziola-Zemczak

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o.

ISBN 978-83-67881-48-7

Wydawca:
Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o.
ul. Głowackiego 35/341, 20-060 Lublin
www.wydawnictwo-tygiel.pl

Spis treści

Katarzyna Mazur

Wpływ aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne ludzi według wybranych
najnowszych badań naukowych..... 7

Alicja Jurecka, Kacper Śliwka, Artur Gądek

Właściwości powięzi piersiowo-lędźwiowej u pacjentów z niespecyficznym zespołem
bólówym kręgosłupa lędźwiowego 17

Adrianna Dzidek, Anna Piotrowska

Leptyna w otyłości – możliwości terapeutyczne 36

Dariusz Śledziwski, Jacek Bernaśkiewicz, Mateusz Surowiec

Wpływ nadmiernego otyśczenia dzieci 7-letnich na zdolność do wykonywania
wysiłku wytrzymałościowego..... 46

Klaudia Marek, Elżbieta Miller, Igor Zubrycki

Analiza prototypu urządzenia przeznaczonego do wyprostowania stawu nadgarstkowego dla
pacjentów po udarze mózgu z niedowładem kończyny górnej – studium przypadku 62

Róża Kucharewicz

Doświadczenie roli trenera podczas walki zawodników w boksie olimpijskim 73

Marcin Zaczek

Rehabilitacja i usprawnianie osób po amputacji fragmentu narządu ruchu w wyniku
chorób cywilizacyjnych..... 89

Marcin Zaczek

Elektrostymulacja w usprawnianiu osób po amputacji fragmentu narządu ruchu
w wyniku chorób cywilizacyjnych 103

Marta Chlebowska, Paulina Dziergas-Karczmīt

Częstość występowania otyłości a aktywność fizyczna dzieci przedszkolnych z populacji
oławskiej, województwo dolnośląskie..... 121

Magdalena Kociakowska, Anna Hryniewicz, Zofia Dziecioł-Anikiej

Bóle głowy u pacjentek z endometriozą..... 136

Monika Stefaniak

Fizjoterapia zaburzeń integracji sensorycznej u dzieci z wybranymi chorobami
genetycznymi..... 143

Iwona Krysiak-Zielonka	
MBST® – innowacyjne podejście do leczenia schorzeń narządu ruchu.....	156
Jadwiga Paściak, Andżelina Wolan-Nieroda, Bogumiła Pniak, Justyna Leszczak, Agnieszka Guzik	
Wpływ programu rehabilitacji na zmianę w zakresie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z zespołem bólowym odcinka szyjnego kręgosłupa	164
Dorota Szydłak, Anna Kowalczyk, Julia Żarnowska, Zofia Nowakowska, Sandra Rak, Kornelia Korzan	
Rola fizjoterapii po chorobie COVID-19.....	178
Indeks Autorów	201

Wpływ aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne ludzi według wybranych najnowszych badań naukowych

1. Wprowadzenie

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO, ang. *World Health Organization*) definiuje aktywność fizyczną (AF) jako ruch ciała wywołany przez mięśnie szkieletowe, który wymaga nakładu energii [1]. Według danych raportu końcowego Ministerstwa Sportu i Turystyki, podsumowującego ogólnopolskie badanie dotyczące aktywności fizycznej Polaków w wieku 15 i więcej lat, realizowanego wiosną oraz jesienią 2021 r., jedynie 29,5% kobiet i 37,1% mężczyzn w wieku 15-69 lat spełnia normy WHO dotyczące poziomu aktywności fizycznej (AF) w czasie wolnym (bez spacerowania) i 59,6% kobiet oraz 63,1% mężczyzn spełnia normy WHO w zakresie aktywności fizycznej w czasie wolnym lub regularnej aktywności transportowej [2]. Oznacza to, że prawie co druga kobieta i co trzeci mężczyzna nie dba o dostateczną aktywność fizyczną, która jak zostało udowodnione w wielu badaniach naukowych, przytoczonych w tym rozdziale – przyczynia się do zachowania zdrowia psychicznego. Średnia długość życia ludzi wciąż wzrasta, m.in. dzięki postępowi medycyny, jak również większej świadomości ludzi na temat profilaktyki wielu chorób, zdrowego trybu życia i wpływu tych czynników na życie i zdrowie. Zwiększa się również zainteresowanie społeczeństwa tematem poprawy jakości życia. Ludzie, coraz bardziej świadomi i wyedukowani, szukają sposobu na lepsze i dłuższe życie. Na jakość życia bezspornie wpływa zdrowie psychiczne [3]. Zdrowie psychiczne, według WHO, jest to dobrostan, w którym jednostka realizuje swoje możliwości i potrafi poradzić sobie z różnymi życiowymi sytuacjami, jest w stanie uczestniczyć w życiu społecznym oraz pracować produktywnie [4]. Stres, lęk czy depresja znacznie pogarszają zdrowie psychiczne, więc w rozdziale omówiono wpływ AF przede wszystkim na te trzy aspekty w kontekście zdrowia psychicznego.

1.1. Cel pracy

Celem pracy jest omówienie najnowszych badań naukowych na temat wpływu aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne ludzi w różnym wieku, w szczególności na stres, depresję i lęk, jak również podkreślenie zaleceń WHO, dotyczących rekomendowanej ilości AF w zależności od wieku.

2. Metody

Dokonano przeglądu najnowszych badań naukowych, opublikowanych w bazie PubMed i Google Scholar. Zebrane i podsumowane zostały anglojęzyczne oraz polskojęzyczne, najnowsze prace oryginalne oraz przeglądowe – od 2018 do 2024 r. (większość cytowanych prac została opublikowana w 2020 r. lub później) na temat wpływu aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne. Frazy, dzięki którym szukano odpowiedniej

¹ kasia.szkoła6@gmail.com, Studenckie Towarzystwo Naukowe, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Collegium Medicum, <https://cm.ujk.edu.pl>.

literatury, to m.in.: „aktywność fizyczna”, „aktywność fizyczna a zdrowie psychiczne”, „wpływ aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne”, „aktywność fizyczna i stres”, „aktywność fizyczna a depresja”, „depresja”, „niefarmakologiczne leczenie depresji”, „aktywność fizyczna w zaburzeniach lękowych” zarówno w języku polskim, jak i angielskim. Do przeglądu włączono badania kliniczne z udziałem dorosłych w różnym wieku oraz nastolatków powyżej 12. r.ż., którzy nie byli zawodowymi sportowcami. Kryteriami wyłączenia artykułów, branych pod uwagę były data przeprowadzenia badań (więcej niż 8 lat temu) oraz współistnienie chorób u uczestników innych niż depresja czy zaburzenia lękowe. Nie wzięto więc pod uwagę artykułów na temat wpływu AF na zdrowie psychiczne pacjentów onkologicznych, czy z zaburzeniami neurologicznymi, takimi jak choroba Alzheimera. Nie zostały uwzględnione również badania z udziałem kobiet w ciąży i dzieci poniżej 12. r.ż. W pracy uwzględniono informacje statystyczne dotyczące AF, pochodzące z raportów Głównego Inspektoratu Sanitarnego i Światowej Organizacji Zdrowia.

3. Wyniki

3.1. Rekomendacje WHO dotyczące ilości aktywności fizycznej w zależności od wieku

Zgodnie z najnowszymi wytycznymi WHO z 2020 r., dorośli w wieku od 18 do 64 lat powinni wykonywać co najmniej 150-300 minut tygodniowo umiarkowanie intensywnej aktywności aerobowej lub 75-150 minut tygodniowo intensywnej aktywności aerobowej [1]. Alternatywnie, można łączyć oba rodzaje aktywności, aby osiągnąć istotne korzyści zdrowotne. Do tych korzyści należą poprawa wydolności układu krążenia i oddechowego, utrzymanie siły mięśniowej, zdrowie układu kostnego, poprawa metabolizmu oraz zmniejszenie objawów lęku i depresji. Przykłady umiarkowanej aktywności to jazda na rowerze i taniec, a intensywnej – bieganie, skakanie na skakance czy pływanie. Ponadto dorośli powinni wykonywać ćwiczenia wzmacniające mięśnie, obejmujące wszystkie główne grupy mięśni, przynajmniej dwa razy w tygodniu [1]. Takie ćwiczenia, jak trening z użyciem ciężarów, przynoszą dodatkowe korzyści zdrowotne, w tym lepszą wydolność układu krążenia, większą siłę mięśniową i lepsze zdrowie psychiczne. Ogólne zalecenia WHO głoszą, że każda aktywność fizyczna jest lepsza niż jej brak. Nawet jeśli dorośli nie osiągają zalecanych poziomów aktywności, każda ilość ruchu jest korzystna dla zdrowia. Zaleca się, aby zaczynać od małej ilości aktywności fizycznej i stopniowo zwiększać jej częstotliwość, intensywność i czas trwania [1].

3.2. Wpływ aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne

3.2.1. Wpływ aktywności fizycznej na stres

XXI wiek to czas prężnego rozwoju osobistego, pogoni za pieniędzmi i jak najlepszym wykształceniem. Z tego powodu coraz więcej osób doświadcza stresu, szczególnie chronicznego. Stres to seria zdarzeń, zaczynających się od stresora (bodźca stanowiącego rzeczywiste lub wyobrażone zagrożenie), który uruchamia reakcję ośrodkowego układu nerwowego (postrzeganie stresu). To z kolei wywołuje reakcję stresową, czyli odpowiednie procesy fizjologiczne. Reakcja stresowa jest adaptacyjną odpowiedzią na nietypowe warunki otoczenia lub niewłaściwą reakcją na normalne warunki. W zależności od rodzaju bodźca i zdolności adaptacyjnych, reakcja stresowa może być krótkotrwała

(nagła reakcja behawioralna) lub długotrwała. Krótkotrwałej reakcji stresowej towarzyszy wydzielanie adrenaliny i noradrenaliny, co powoduje m.in. przyspieszenie pracy serca. Długotrwałe działanie stresora stymuluje przysadkę do wydzielania adrenokortykotropiny, substancji, która pobudza korę nadnerczy do produkcji kortyzolu, zwanego hormonem stresu [5, 6]. Krótkotrwały stres może mieć pozytywne działanie na zdrowie ludzi poprzez na przykład mobilizację organizmu do działania, natomiast przewlekły stres (nazywany również chronicznym) jest bardzo szkodliwy [7]. Długotrwały stres powoduje zarówno fizyczne, jak i psychiczne wyczerpanie organizmu. Może to prowadzić do wielu schorzeń układu krążenia, takich jak zawał serca, udar mózgu, a nawet do chorób nowotworowych. Przewlekły stres może także wywoływać zaburzenia psychiczne, takie jak depresja, które wymagają nie tylko redukcji stresu, ale również interwencji specjalistycznej pomocy medycznej [8]. Przyczynia się również do osłabienia odporności, co prowadzi do większej podatności na patogeny chorobotwórcze [9]. Naukowcy, lekarze i psychologowie wciąż szukają coraz to lepszych sposobów radzenia sobie ze stresem. Wielu z nich dowiodło, iż AF jest pomocna w redukcji poziomu kortyzolu, co przekłada się na zmniejszenie poziomu stresu i lęku oraz poprawia zdolności radzenia sobie z sytuacjami stresowymi [6, 10].

Udowodniono, iż AF przyczynia się do zmniejszenia poziomu stresu również w innym mechanizmie. Dzieje się to za sprawą wydzielanych podczas ćwiczeń fizycznych endorfin – hormonów, które pomagają zmniejszyć uczucie bólu i poprawić nastrój [11].

Naukowcy z Niemiec, Austrii i Stanów Zjednoczonych przeprowadzili badanie, w którym wzięło udział 51 zdrowych studentów, których średnia wieku wynosiła 23,5 roku. Studenci odpowiadali na sześć codziennych pytań przez 7 dni za pomocą specjalnie skonstruowanej przez badaczy metody w aplikacji mobilnej, którą uczestnicy mogli zainstalować w swoim telefonie komórkowym. Pytania dotyczyły stresu, doświadczeń emocjonalnych, czasu trwania aktywności fizycznej i zdrowego odżywiania. Zaobserwowano, że wyższy poziom aktywności fizycznej wiązał się ze zmniejszonym stresem i zredukowanymi negatywnymi emocjami oraz wzrostem pozytywnych emocji w późniejszym czasie po wykonaniu ćwiczeń fizycznych. Nie zaobserwowano takich efektów w kontekście stresu i emocji w odniesieniu do zdrowego odżywiania. Zaangażowanie się w aktywność fizyczną przekłada się na lepsze samopoczucie oraz mniejszy stres i negatywne emocje w ciągu kilku następnych godzin po wykonaniu ćwiczeń fizycznych. W ramach działań profilaktycznych warto więc promować aktywność fizyczną, szczególnie gdy poziom stresu lub negatywnych emocji jest wysoki, aby przerwać cykl beczynności, stresu i negatywnych emocji [12].

Badacze z Korei Południowej i Stanów Zjednoczonych sprawdzili efektywność programu aktywności fizycznej wykorzystującego telefon komórkowy w redukcji objawów depresji, stresu, poprawy samopoczucia i jakości życia wśród dorosłych. W tym celu zaprojektowali specjalny program treningowy, z którego uczestnicy badania mogli korzystać przy użyciu swojego telefonu we własnym domu. W badaniu wzięło udział 68 dorosłych z Korei Południowej w wieku między 18 a 65 lat. 41 osób zostało losowo przydzielonych do grupy badanej, a 27 do grupy oczekującej na swój program treningowy (kontrolnej). Uczestnicy grupy badanej brali udział w programie treningowym od momentu rekrutacji przez następne 4 tygodnie, ćwicząc przez około 30 min 3 razy w tygodniu. Były to ćwiczenia aerobowe o umiarkowanej do wysokiej intensywności z ciężarem własnego ciała. Zaobserwowano, iż poziom depresji znacząco zmniejszył

się w grupie badanej w porównaniu z uczestnikami oczekującymi na swój program. Wynik postrzeganego stresu również został znacząco redukowany u dorosłych ćwiczących, a w grupie kontrolnej nie zaobserwowano tego zjawiska. Badanie dostarczyło dowodów na to, że program aktywności fizycznej realizowany za pomocą telefonu komórkowego ma znaczący wpływ na redukcję stresu czy objawów depresji. Analizując potencjał takich programów jako metody leczenia, badanie miało na celu zwiększenie dostępności oraz zachęcenie do regularnego udziału w aktywności fizycznej, co w efekcie promuje lepsze zdrowie psychiczne u osób cierpiących na depresję i doświadczających stresu [13].

Naukowcy ze Stanów Zjednoczonych sprawdzili, czy joga ma wpływ na obniżenie stresu u ćwiczących ją osób. W ich badaniu wzięło udział 86 dorosłych w wieku od 18 do 64 lat, pracujących na pełen etat, którzy mieli niski poziom aktywności fizycznej na co dzień. Podczas rekrutacji osób do badania musiały one posiadać objawy stresu. Uczestnicy grupy badanej ćwiczyli jogę o umiarkowanej intensywności przez 8 tygodni, 3 razy w tygodniu po 50 min, a grupy kontrolnej – nie wykonywali ćwiczeń fizycznych. Wykazano istotne statystycznie zmniejszenie postrzeganego stresu oraz strachu i lęku ogólnego u osób zaangażowanych w ćwiczenia, w porównaniu z osobami nieaktywnymi fizycznie [14].

3.2.2. Dodatni wpływ aktywności fizycznej na poziom zaburzeń depresyjnych

Depresja to powszechne zaburzenie psychiczne. Cechuje się między innymi przedłużającym się smutkiem, utratą zainteresowań, zmęczeniem oraz osłabioną koncentracją [15]. Narodowy Fundusz Zdrowia w raporcie z 2023 r. podaje, iż co piąty dorosły w Polsce cierpi na tę chorobę. Według szacunków WHO do 2030 r. depresja będzie najczęściej występującą chorobą na świecie.

Zasadniczą rolę w leczeniu depresji pełni farmakoterapia. Wszystkie stosowane w tym schorzeniu leki charakteryzują się jednak wieloma działaniami niepożądanymi, a ich efekt leczniczy obserwowany jest dopiero po około 2 tygodniach przyjmowania. Ostatnimi laty obserwujemy znaczny wzrost zainteresowania naukowców terapiami niefarmakologicznymi depresji jako sposobami wspomagającymi leczenie tego schorzenia. Są to między innymi psychoterapia indywidualna lub grupowa, terapia behawioralna, terapia z wykorzystaniem muzyki czy aktywność fizyczna [16].

AF prowadzi do wytwarzania serotoniny, dopaminy czy noradrenaliny – neuroprzebieżników zaangażowanych w regulację nastroju oraz emocji [5, 17]. Dodatkowo, zauważanie postępów w danej aktywności fizycznej i osiąganie coraz lepszych wyników w danych ćwiczeniach może zwiększyć poczucie własnej wartości, co pomaga w radzeniu sobie z zaburzeniami depresyjnymi [18]. Doniesienia naukowe mówią, iż skuteczność AF w zwalczaniu objawów depresji jest porównywalna z leczeniem farmakologicznym tego schorzenia [18].

Naukowcy z Holandii przeprowadzili badanie, w którym wzięło udział 141 dorosłych pacjentów z depresją i/lub zaburzeniami lękowymi, których średnia wieku wynosiła 38,2 lata. Zostali losowo przydzieleni lub zaproponowano im preferowane 16-tygodniowe leczenie: lekami przeciwdepresyjnymi lub terapią biegową w grupie. Terapia biegowa składała się z 45-minutowych treningów biegowych co najmniej 2 razy w tygodniu na świeżym powietrzu. Przed podjęciem jednej z dwóch terapii wykonano oceny wstępne, które powtórzono w szesnastym tygodniu. Obejmowały wskaźniki zdrowia psychicz-

nego (nasilenie objawów i status diagnozy) oraz zdrowia fizycznego (tętno, waga, siła chwytu ręki, funkcja płuc, sprawność fizyczna). Spośród 141 uczestników, 45 otrzymało leki przeciwdepresyjne, a 96 podjęło się terapii biegowej. Analiza wyników w szesnastym tygodniu trwania badania wykazała porównywalne wyniki w obu grupach w aspekcie remisji depresji. Jednak grupy różniły się między sobą zmianami w zdrowiu fizycznym – ci, którzy wybrali terapię biegową, zmniejszyli wagę swojego ciała, obwód w talii, obniżyli ciśnienie tętnicze krwi w porównaniu z grupą zażywającą leki przeciwdepresyjne. Chociaż obie interwencje miały podobny wpływ na zdrowie psychiczne, terapia biegowa okazała się skuteczniejsza od leków przeciwdepresyjnych pod względem korzyści dla zdrowia fizycznego w grupie biegaczy, w przeciwieństwie do pogorszenia stanu zdrowia fizycznego w grupie zażywającej antydepresanty [19]. Dzięki temu dowiedziono, że regularna aktywność fizyczna może pomóc w leczeniu objawów i zapobieganiu depresji oraz innych zaburzeń nastroju.

W badaniu opublikowanym w artykule pt. „Psychological Well-Being and Perceived Life Satisfaction, Physical Activity and Sport and People Mature Adult and the Elderly” opisano, iż osoby regularnie uprawiające sport i wykazujące nim zainteresowanie deklarują, że czują się dobrze ze sobą, potrafią radzić sobie z każdym wyzwaniem, stawiają sobie cele, które nadają sens ich życiu, oraz mają przyjaciół, którym ufają [20].

Naukowcy z Belgii przeprowadzili badanie, w którym wzięło udział 52 nastoletnich pacjentów (w wieku między 12 a 19 lat), leczonych na oddziale psychiatrycznym. Zostali oni losowo przydzieleni do programu ćwiczeń fizycznych jako terapii wspomagającej w leczeniu depresji lub programu kontrolnego (bez ćwiczeń fizycznych). Programy te odbywały się 3 do 4 razy w tygodniu przez 6 tygodni (łącznie 20 godzin). Głównym rezultatem była ocena objawów lęku i depresji za pomocą Szpitalnej Skali Lęku i Depresji. Dodatkowo pacjentów tych konsultowano psychologicznie, wykonywano również badania diagnostyczne z zakresu psychiatrii i badania fizykalne. Naukowcy wykazali istotną interakcję między korzyścią z ćwiczeń fizycznych a redukcją średniego wyniku objawów depresji w porównaniu z grupą kontrolną. Nie stwierdzono natomiast istotnej interakcji w przypadku objawów lęku. Zorganizowany program ćwiczeń fizycznych jako terapia wspomagająca, włączona do psychiatrycznej hospitalizacji nastolatków, przyczynił się do zmniejszenia objawów depresji, co dowodzi jej skuteczności w leczeniu młodych pacjentów z depresją [21].

Brazylijscy naukowcy zaangażowali w swoje badanie 200 osób starszych – 100 aktywnych fizycznie i 100 nieaktywnych. Średni wiek osób prowadzących siedzący tryb życia i osób aktywnych fizycznie wynosił odpowiednio $72,49 \pm 5,6$ i $69,93 \pm 4,5$ lat. Za pomocą specjalnie przygotowanych kwestionariuszy oceniono stopień aktywności fizycznej, jakość życia, objawy depresji oraz lęku. Badanie pokazało, iż grupa aktywna fizycznie wykazała wyższe wyniki w zakresie jakości życia, a grupa prowadząca siedzący tryb życia i niewykonywująca ćwiczeń fizycznych – wyższe wyniki lęku i objawów depresji. Ocena danych pokazała silną korelację między jakością życia, poziomem aktywności a zdrowiem psychicznym. Wykazano, iż AF jest czynnikiem ochronnym przed depresją i lękiem u osób w starszym wieku [22].

W Iranie również przeprowadzono badanie z udziałem starszych ludzi, tym razem 60 kobiet po 62. r.ż., skierowanych do tamtejszego ośrodka zdrowia. Uczestniczki zostały losowo przydzielone do dwóch grup – badanej i kontrolnej, po 30 osób do każdej. Kobiety z grupy badanej ćwiczyły pilates trzy razy w tygodniu przez 8 tygodni. Pilates

to rodzaj aktywności fizycznej łączącej elementy jogi i gimnastyki, jak również ćwiczenia z ciężarem własnego ciała [23]. Grupa kontrolna nie wykonywała tych ćwiczeń. Mierzono poziom szczęścia oraz depresji za pomocą specjalnych testów przed badaniem oraz miesiąc i dwa miesiące po jego rozpoczęciu. Wyniki pod koniec pierwszego i drugiego miesiąca w grupie badanej znacząco się poprawiły w porównaniu z grupą kontrolną. Dowiedziono, iż uprawianie pilatesu przez 8 tygodni może pozytywnie wpływać na poziom szczęścia i depresji u osób starszych [24].

O wpływie pilatesu na zdrowie osób starszych (powyżej 60. r.ż.) napisano również w metaanalizie, w której zebrano 30 badań klinicznych o tej tematyce. Zawarte w nich wnioski mówią m.in., że ten rodzaj AF zwiększa zadowolenie z życia oraz jakość życia ćwiczących osób starszych, w porównaniu z osobami niewykonywającymi tych ćwiczeń, co zmniejsza ryzyko zachorowania na depresję osób aktywnych [23].

3.2.3. Dodatni wpływ aktywności fizycznej na poziom zaburzeń lękowych

Lęk to naturalne uczucie niepokoju w obliczu zagrożenia, które umożliwia jego dostrzeżenie i podjęcie właściwych działań. Kiedy lęk przedłuża się, mówi się o zaburzeniach lękowych (inaczej: zespół lękowy) [25]. Obecnie zaburzenia te leczy się przede wszystkim farmakologicznie, jednak coraz większą wagę przykładą się do nefarmakologicznych sposobów radzenia sobie z nimi. Aktywność fizyczna może mieć kluczowe znaczenie w radzeniu sobie z lękiem i zaburzeniami lękowymi [20, 21].

Przeprowadzono badanie przekrojowe 109 chętnych studentów z Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu w Peczu (Węgry), których średni wiek był równy 18,98 lat. Użyto m.in. pytań o nawyki sportowe oraz standaryzowane testy, pozwalające na ocenę poziomu lęku i agresji. Badacze z Węgier zauważyli, iż studenci regularnie trenujący, którzy brali amatorsko udział w zawodach sportowych, wykazują znacząco niższy poziom lęku niż studenci nieaktywni fizycznie [26]. Badanie to potwierdziło pozytywny wpływ AF na redukcję lęku osób ćwiczących w porównaniu z tymi, którzy nie podejmują się ćwiczeń fizycznych.

Naukowcy z Uniwersytetu w Göteborgu (Szwecja) udowodnili, iż zarówno umiarkowane, jak i intensywne ćwiczenia fizyczne skutecznie łagodzą objawy lęku, nawet przewlekłego. Badanie przeprowadzono na grupie 286 dorosłych pacjentów z zespołem lękowym, którzy leczyli się w placówkach podstawowej opieki zdrowotnej w Göteborgu. Połowa z nich zmagająca się z lękiem od co najmniej 10 lat, średnia wieku wynosiła 39 lat, a 70% uczestników stanowiły kobiety. Pacjentów losowo podzielono na trzy grupy: jedną ćwiczącą umiarkowanie, drugą forsownie oraz grupę kontrolną, niećwiczącą. Przez 12 tygodni uczestnicy aktywni mieli przestrzegać zaleceń treningowych. Wyniki pokazały, że w obu grupach ćwiczeniowych objawy lękowe znacznie się zmniejszyły w porównaniu z grupą kontrolną, nawet w przypadkach przewlekłego lęku [27]. Zaobserwowano istotną tendencję w zakresie odsetka pacjentów z poprawą objawów lękowych wraz ze wzrostem intensywności ćwiczeń [27].

Badacze z Berlina zrealizowali badanie z udziałem 33 dorosłych pacjentów z zaburzeniami lękowymi, których przydzielili losowo do 12-dniowego programu treningowego interwałowego o wysokiej intensywności (HIIT, ang. *High Intensity Interval Training*) lub do programu treningowego o niższej intensywności (LIT, ang. *Lower Intensity Training*). Na początku badania, po zakończeniu 12 dni treningów oraz 30 dni od rozpoczęcia badania za pomocą specjalnie dobranych kwestionariuszy oceniono u wszystkich poziom

lęku, depresji, objawy somatyczne, które były związane ze stresem, oraz poczucie kontroli nad bodźcami lękowymi. Obie interwencje przyniosły umiarkowane lub duże korzyści we wszystkich ocenianych aspektach klinicznych. Jednak efekty HIIT były zazwyczaj dwukrotnie większe niż LIT. Trening interwałowy o wysokiej intensywności okazał się bardzo skuteczny i szybko działający w leczeniu zaburzeń lękowych, dlatego może być wartościowym uzupełnieniem podstawowych metod leczenia tego zaburzenia [28].

Naukowcy z Irlandii, przeprowadzając randomizowane, kontrolowane badanie z udziałem młodych dorosłych, sprawdzili wpływ treningu oporowego na objawy lęku oraz poziom zmartwień i dowiedli, iż ten rodzaj treningu również ma na nie pozytywny wpływ [29]. Trening oporowy – zwany również treningiem siłowym, wykorzystuje opór (przy użyciu maszyn do ćwiczeń lub gum treningowych) do skurczu mięśni, a to przyczynia się do budowania siły, wytrzymałości, jak również rozmiaru mięśni szkieletowych [30].

Przekonujące dowody pokazują, że aktywność fizyczna może zapobiegać typowym zaburzeniom psychicznym, takim jak depresja i chroniczny lęk, oraz przynosi liczne inne korzyści dla zdrowia fizycznego i psychicznego, jak np. poprawa jakości życia, czy większe odczuwanie szczęścia. Na przestrzeni ostatnich dekad te wyniki zostały uwzględnione w krajowych i międzynarodowych wytycznych, które rekomendują włączenie aktywności fizycznej i ćwiczeń jako metod terapeutycznych w leczeniu zaburzeń psychicznych, szczególnie depresji i zaburzeń lękowych. Jednak wdrożenie tych zaleceń w praktyce klinicznej następuje powoli, prawdopodobnie z powodu barier związanych zarówno z pacjentami, jak i specjalistami zdrowia psychicznego [31].

4. Wnioski

Wielu badaczy z całego świata jest zainteresowanych tematem wpływu aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne ludzi w różnym wieku i powstaje coraz więcej badań naukowych na ten temat. Udowodniono, iż niezależnie od rodzaju ćwiczeń fizycznych, AF wpływa na redukcję stresu, pomaga w leczeniu depresji oraz zaburzeń lękowych. Wykazano, iż AF o wyższej intensywności silniej oddziałuje na te aspekty niż ta o niższej intensywności. Dowiedziono również, że treningi biegowe mogą być równie skuteczne jak farmakoterapia w leczeniu depresji, a pilates wpływa na większe zadowolenie z życia osób starszych. Zauważono, że joga skutecznie obniża stres. Istnieje potrzeba edukacji społeczeństwa na temat istotności wykonywania ćwiczeń fizycznych w celu zachowania dobrego zdrowia psychicznego, jak i zredukowania już istniejących symptomów jego pogorszenia.

4.1. Rekomendacje dla przyszłych badań

Potrzeba dalszych badań, szczególnie w aspekcie najbardziej wpływowego rodzaju aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne, w celu utworzenia dokładnych rekomendacji w tej dziedzinie. Przyszłe badania naukowe mogłyby skupić się na porównaniu konkretnych typów aktywności fizycznej (aerobowa, wytrzymałościowa, funkcjonalna, siłowa) i wskazać, który z nich ma największy wpływ na poprawę zdrowia psychicznego.

Literatura

1. World Health Organization, *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*, Geneva, 2020.
2. Ministerstwo Sportu i Turystyki, *Poziom aktywności fizycznej Polaków 2021, raport końcowy*, 2021.
3. Gawel-Luty E., *Wybrane konteksty jakości życia*, Colloquium, 3(47), 2022, s. 163-173.
4. Galderisi S., Heinz A., Kastrup M., Beezhold J., Sartorius N., *Toward a New Definition of Mental Health*, World Psychiatry, 14(2), 2015, s. 231-233.
5. Bagrowski B., *Stres, aktywność fizyczna i jakość snu a pamięć prospektywna i retrospektywna u studentów kierunków medycznych*, Polskie Forum Psychologiczne, 27, 2022, s. 45-61.
6. Bagrowski B., *Szkodliwy wpływ długotrwałego stresu na stan układu ruchu*, Edukacja Biologiczna i Środowiskowa, 3, 2018.
7. Woś-Szymanowska A., Bryl N., Szekięda A., Posadzy-Mańczyńska A., *Czynniki psychospołeczne w profilaktyce i leczeniu chorób układu krążenia*, Forum Medycyny Rodzinnej, 12(2), 2018, s. 64-69.
8. Sanacora G., Yan Z., Popoli M., *The Stressed Synapse 2.0: Pathophysiological Mechanisms in Stress-Related Neuropsychiatric Disorders*, Nature Reviews Neuroscience, 23(2), 2022, s. 86-103.
9. Kalkowski K., *Wpływ umysłu na zdrowie i ciało, czyli psychosomatyka i radzenie sobie ze stresem*, Tutoring Gedanensis, 6(1), 2021, s. 5-12.
10. Rybakowski F., *Wpływ aktywności fizycznej na czynność mózgu*, Wszechświat, 120(1-3), 2019.
11. Chaudhry S.R., Gossman W., *Biochemistry, Endorphin, StatPearls*, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.
12. Schultchen D., Reichenberger J., Mittl T., Weh T.R.M., Smyth J.M., Blechert J., Pollatos O., *Bidirectional Relationship of Stress and Affect with Physical Activity and Healthy Eating*, British Journal of Health Psychology, 24(2), 2019, s. 315-333.
13. Kim H., Lee K., Lee Y.H., Park Y., Park Y., Yu Y., Park J., Noh S., *The Effectiveness of a Mobile Phone-Based Physical Activity Program for Treating Depression, Stress, Psychological Well-Being, and Quality of Life Among Adults: Quantitative Study*, JMIR mHealth and uHealth, 11, 2023, s. e46286.
14. Phansikar M., Gothe N., Hernandez R., Lara-Cinisomo S., Mullen S.P., *Feasibility and Impact of a Remote Moderate-Intensity Yoga Intervention on Stress and Executive Functioning in Working Adults: A Randomized Controlled Trial*, Journal of Behavioral Medicine, 46(5), 2023, s. 720-731.
15. Podemska J., *Depresja i zachowania samobójcze wśród dzieci i młodzieży w dobie współczesnych zawirowań społecznych*, Społeczeństwo. Edukacja. Język, 16, 2022, s. 215-240.
16. *Treatment of a New Episode Of Depression: Depression in Adults: Evidence Review B*, NICE Evidence Reviews Collection, London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE), 2022.
17. Gieroba B., *Effect of Physical Activity on Mental Health and Cognitive Functions*, Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu, 25(3), 2019, s. 153-161.
18. Kulbat A., Karwańska A., Kulbat M., Brzywczy P., Majcher M., Górska D., Sierpień M., Majcher M., Świercz K., Pikulicka A., *Impact Of Physical Activity And Health Education On The Development Of Depression*, Journal of Education, Health and Sport, 13(4), 2023, s. 188-195.
19. Verhoeven J.E., Han L.K.M., Bianca A., Milligen L., Hu M.X., Revesz D., Hoogendoorn A.W., Batelaan N.M., Schaik D.J.F., Balkom A.J.L.M., Oppen P., Penninx B.W.J.H., *Antidepressants or Running Therapy: Comparing Effects on Mental and Physical Health*

- in Patients with Depression and Anxiety Disorders*, Journal of Affective Disorders, 329, 2023, s. 19-29.
21. Aquino Llinares N., González J.G., *Bienestar psicológico y satisfacción vital percibida, actividad física y deporte y personas adultas maduras y mayores*, Sociología del Deporte, 1(2), 2020, s. 49-59.
 22. Philippot A., Duois V., Lambrechts K., Grogna D., Robert A., Jonckheer U., Chakib W., Beine A., Bleyenheuft Y., Volder A.G.D., *Impact of Physical Exercise on Depression And Anxiety in Adolescent Inpatients: A Randomized Controlled Trial*, Journal of Affective Disorders, 301, 2022, s. 145-153.
 23. De Oliveira L.D.S.S.C.B., Souza E.C., Rodrigues R.A.S., Fett C.A., Piva A.B., *The Effects of Physical Activity on Anxiety, Depression, and Quality of Life in Elderly People Living in The Community*, Trends in Psychiatry and Psychotherapy, 41(1), 2019, s. 36-42.
 24. Pereira M.J., Mendes R., Mendes R.S., Martins F., Gomes R., Gama J., Dias G., Castro M.A., *Benefits of Pilates in the Elderly Population: A Systematic Review and Meta-Analysis*, European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 12(3), 2022, s. 236-268.
 25. Ravari A., Mirzaei T., Bahreman R., Raeisi M., Kamiab Z., *The Effect of Pilates Exercise on the Happiness and Depression of Elderly Women: A Clinical Trial Study*, The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 61(1), 2020.
 26. Andreescu C., Lee S., *Anxiety Disorders in the Elderly*, Anxiety Disorders, 1191, 2020, s. 561-576.
 27. Pálvölgyi Á., Ács P., Betlehem J., Morvay-Sey K., *The Effect of Differing Levels of Physical Activity on Dispositional Mindfulness, Trait Anxiety, and Trait Aggression, Health Problems of Civilization*, 14(3), 2020, s. 183-189.
 28. Henriksson M., Wall A., Nyberg J., Adiels M., Lundin K., Bergh Y., Eggertsen R., Danielsson L., Kuhn H.G., Westerlund M., Aberg N.D., Waern M., Aberg M., *Effects of Exercise on Symptoms of Anxiety in Primary Care Patients: A Randomized Controlled Trial*, Journal of Affective Disorders, 297, 2022, s. 26-34.
 29. Plag J., Schmidt-Hellinger P., Klippstein T., Mumm J.L.M., Wolfarth B., Petzold M.B., Strohle A., *Working out the Worries: A Randomized Controlled Trial of High Intensity Interval Training in Generalized Anxiety Disorder*, Journal of Anxiety Disorders, 76, 2020, s. 102311.
 30. Gordon B.R., McDowell C.P., Lyons M., Herring M.P., *Resistance Exercise Training for Anxiety and Worry Symptoms Among Young Adults: A Randomized Controlled Trial*, Scientific Reports, 10(1), 2020, s. 17548.
 31. Lasevicius T., Ugrinowitsch C., Schoenfeld B.J., Roschel H., Tavares L.D., De Souza E.O., Laurentino G., Tricoli V., *Effects of Different Intensities Of Resistance Training with Equated Volume Load on Muscle Strength and Hypertrophy*, EJSS, 2018.
 32. Schuch F.B., Vancampfort D., *Physical Activity, Exercise, and Mental Disorders: It Is Time to Move On*, Trends in Psychiatry and Psychotherapy, 43(3), 2021.

Wpływ aktywności fizycznej na zdrowie psychiczne ludzi według wybranych najnowszych badań naukowych

Streszczenie

Aktywność fizyczna (AF), definiowana przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) jako ruch ciała wywołany przez mięśnie szkieletowe wymagający nakładu energii, jest kluczowym elementem zdrowego stylu życia. Pomimo tego wielu Polaków nie spełnia zaleceń dotyczących minimalnej ilości AF. Według WHO, dorośli powinni podejmować co najmniej 150-300 minut umiarkowanej aktywności fizycznej tygodniowo lub przynajmniej 75-150 intensywniejszej aktywności. Wzrost świadomości na temat korzyści płynących z AF jest szczególnie istotny w kontekście zdrowia psychicznego. Celem pracy jest omówienie wybranych najnowszych badań dotyczących wpływu AF na zdrowie psychiczne oraz mechanizmów, dzięki którym

AF przyczynia się do poprawy zdrowia psychicznego. Badania uwzględnione w rozdziale pochodzą z renomowanych baz danych, takich jak PubMed i Google Scholar, i obejmują lata 2018-2024. Przegląd badań koncentruje się na wpływie AF na stres, depresję oraz zaburzenia lękowe. Badania pokazują, że regularna AF, w tym aerobik i trening siłowy, znacząco redukuje poziom stresu poprzez obniżenie poziomu kortyzolu i zwiększenie produkcji endorfin. Przykłady dowodów obejmują niemieckie badanie, które wykazało zmniejszenie stresu i negatywnych emocji po AF, oraz koreańsko-amerykańskie badanie, które potwierdziło efektywność specjalnie zaprojektowanych przez badaczy programów AF w redukcji stresu i depresji. Holenderskie badanie wykazało, że terapia biegowa jest porównywalnie skuteczna jak leki przeciwdepresyjne w redukcji objawów depresji, a dodatkowo przynosi korzyści fizyczne. AF, w tym joga, również przyczynia się do znacznego zmniejszenia poziomu lęku i poprawę zdrowia psychicznego u uczestników badań. Podsumowując, AF jest skutecznym narzędziem w poprawie zdrowia psychicznego, redukując stres, objawy depresji i lęk. Zalecenia WHO dotyczące minimalnej ilości AF powinny być promowane w społeczeństwie jako integralny element zdrowego trybu życia, szczególnie w kontekście rosnących problemów psychicznych. Słowa kluczowe: aktywność fizyczna, zdrowie psychiczne, depresja, stres

The Impact of Physical Activity on Human Mental Health According To Selected Recent Scientific Research

Abstract

Physical activity (PA), defined by the World Health Organization (WHO) as bodily movement produced by skeletal muscles that requires energy expenditure, is a key element of a healthy lifestyle. Despite this, many Poles do not meet the recommendations for the minimum amount of PA. According to the WHO, adults should engage in at least 150-300 minutes of moderate physical activity per week or at least 75-150 minutes of more intense activity. Raising awareness about the benefits of PA is particularly important in the context of mental health. This paper aims to discuss the latest selected research on the impact of PA on mental health and the mechanisms through which PA contributes to the improvement of mental health. The studies included in this chapter come from reputable databases such as PubMed and Google Scholar, covering the years 2018-2024. The review focuses on the impact of PA on stress, depression, and anxiety disorders. Studies show that regular PA, including aerobics and strength training, significantly reduces stress levels by lowering cortisol levels and increasing the production of endorphins. Examples of evidence include a German study that demonstrated a reduction in stress and negative emotions after PA, and a Korean-American study that confirmed the effectiveness of researcher-designed PA programs in reducing stress and depression. A Dutch study showed that running therapy is comparably effective to antidepressants in reducing symptoms of depression, and additionally provides physical benefits. PA, including yoga, also significantly reduces anxiety levels and improves mental health in study participants.

In conclusion, PA is an effective tool for improving mental health, reducing stress, depression symptoms, and anxiety. The WHO recommendations for the minimum amount of PA should be promoted in society as an integral part of a healthy lifestyle, especially in the context of rising mental health issues.

Keywords: physical activity, mental health, depression, stress

Właściwości powięzi piersiowo-lędźwiowej u pacjentów z niespecyficznym zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowego

1. Wprowadzenie

Ból odcinka lędźwiowego kręgosłupa stanowi istotny problem o znaczeniu ekonomicznym, społecznym i psychologicznym. Jest jedną z najczęściej występujących dolegliwości bólowych układu ruchu, ograniczającą aktywność fizyczną, stając się często przyczyną absencji w pracy [1, 2], wczesnej niepełnosprawności [3-5]. Częstość występowania bólu okolicy odcinka lędźwiowego w ciągu całego życia u osób dorosłych wynosi 65-80% [2].

Stosowany powszechnie w literaturze anglojęzycznej termin *low back pain* (LBP) opisuje wiele rodzajów bólu, zlokalizowanego poniżej brzoza żebrowego i powyżej dolnych fałdów pośladkowych (nocyceptywny, niespecyficzny itd.), których objawy są często tożsame [6, 7]. Wśród anatomicznych obszarów, których zmiany patologiczne mogą powodować LBP wymienia się krążki międzykręgowe, kręgi, stawy krzyżowo-biodrowe, otaczające kręgosłup lędźwiowy tkanki miękkie lub struktury nerwowo-naczyniowe. Dysfunkcja tej części ciała spowodowana jest przez różnego rodzaju bodźce, występujące razem lub oddzielnie. Również terapia bólu okolicy odcinka lędźwiowego kręgosłupa zależy w znacznym stopniu od jego pochodzenia zarówno ze względu na struktury anatomiczne, jak i źródło czynnika stresowego. Ze względu na złożoność potencjalnych przyczyn, a w związku z tym ograniczone możliwości diagnostyczne, terapia LBP nadal pozostaje tematem kontrowersyjnym [1, 6, 8].

Szacuje się ponadto, że około 90% przypadków LBP ma charakter niespecyficzny [1, 3-6], niezwiązany z żadną rozpoznaną, ściśle określoną patologią [6]. W dyskusji na temat powstawania bólu odcinka lędźwiowego kręgosłupa branych jest pod uwagę wiele czynników, m.in. genetyczne, środowiskowe, psychologiczne czy też morfologiczne [9].

Często dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego, zwłaszcza po ostrych lub spowodowanych powtarzanym ruchem urazach, związane są z bólem mięśniowo-powięziowym [2, 10]. Coraz częściej w dyskursie pojawiają się argumenty, przemawiające za wpływem mikrouszkodzeń tkanki łącznej okolicy lędźwiowej kręgosłupa na powstawanie bólu w tożsamej okolicy [11]. Przeprowadzone w ostatnich latach badania, wskazują na kluczową rolę powięzi w generowaniu bólu mięśniowo-powięziowego

¹ alicja.jurecka@uj.edu.pl, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Wydział Nauk o Zdrowiu, Instytut Fizjoterapii, Klinika Ortopedii i Fizjoterapii, <https://if.wnz.cm.uj.edu.pl/pl/strona-glowna/jednostki/klinika-ortopediii-fizjoterapii-nowa/>.

² kacper.sliwka@student.uj.edu.pl, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Wydział Nauk o Zdrowiu, Studenckie Towarzystwo Naukowe, <https://stn.cm-uj.krakow.pl/pl/>.

³ artur.gadek@uj.edu.pl, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Wydział Nauk o Zdrowiu, Instytut Fizjoterapii, Klinika Ortopedii i Fizjoterapii, <https://if.wnz.cm.uj.edu.pl/pl/strona-glowna/jednostki/klinika-ortopediii-fizjoterapii-nowa/>.

[12-14]. Wykazane ponadto w badaniach z zakresu anatomii powięzi, fizjologiczne właściwości powięzi głębokiej, świadczą o jej istotnej roli zarówno w przenoszeniu siły mięśniowej, jak również propriocepcji i nocycepcji [15-18]. Udowodniono ponadto, że koncentracja wolnych zakończeń nerwowych w obrębie powięzi głębokiej może być zwiększona u osób z przewlekłym stanem zapalnym i bólem [19]. Wstrzyknięcie natomiast hipertonicznego roztworu soli do powięzi piersiowo-lędźwiowej (TFL, ang. *Thoracolumbar Fascia*) spowodowało dłuższy czas trwania i wyższą szczytową wartość bólu w porównaniu ze wstrzyknięciem roztworu do mięśnia i tkanki podskórnej. Zatem eksperymentalna sensytyzacja powięzi głębokiej, wywołała zarówno spontaniczny ból, jak i nadwrażliwość na ból większą, niż ta odczuwana w tkance mięśniowej [20].

Powięź piersiowo-lędźwiowa stanowi kluczowy element otaczającego dolną część tułowia, mięśniowo-powięziowego pasa wspomagającego dynamiczną stabilizację i przenoszenie obciążeń pomiędzy kończynami [21]. Anatomiczne połączenia TLF z więzadłami kręgosłupa pozwalają natomiast wspomagać utrzymanie stabilności pasywnej kręgosłupa oraz przypuszczalnie uczestniczyć w mechanizmach proprioceptywnych [22]. TFL jest istotną częścią całego systemu powięziowego. Zapewniając przyczepy zarówno dla mięśni: najszerzego grzbietu, pośladkowego wielkiego [18, 19, 21], czworobocznego, równoległobocznego [18, 19], jak również głębokich mięśni brzucha, takich jak: poprzeczny brzucha, skośny wewnętrzny brzucha [22], odgrywa ważną rolę w integrowaniu przenoszenia obciążeń pomiędzy różnymi regionami ciała, wpływając prawdopodobnie na ich właściwości i funkcję. Obecność zmian strukturalnych, czy osłabienia któregośkolwiek z wymienionych mięśni może doprowadzić do redukcji przenoszenia siły przez TLF i osłabienia stabilności kręgosłupa. Zaburzenie trójwymiarowego ułożenia powięzi upośledza bowiem funkcje biomechaniczne [21]. Zaburzenie funkcji istotnego elementu łańcucha kinematycznego może prowadzić do zmniejszenia optymalnego wytwarzania siły lub wydajności [23], powstawania alternatywnych wzorców ruchowych, przeciążeń tkanek, zmiany ich właściwości, w efekcie zaburzeń stabilności kręgosłupa i powstawania LBP.

Wykazano, iż u osób z przewlekłym LBP występuje zwiększona grubość i echogeniczność TLF [24]. Badanie z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego (MRI, ang. *magnetic resonance imaging*) wykazało natomiast, że skrócenie długości powięzi przykręgosłupowej jest związane z występowaniem u badanych LBP o dużej intensywności [25].

W świetle powyższych ustaleń [11-22, 24, 25] oraz statystyk dotyczących częstości występowania niespecyficznego bólu okolicy odcinka lędźwiowego kręgosłupa (NLBP, ang. *non-specific low back pain*) [1, 3-6, 9], wydaje się istotne, aby w diagnostyce i opracowaniu strategii interwencyjnych podczas leczenia LBP wziąć pod uwagę TFL oraz połączone z nią w systemie powięziowym tkanki miękkie. Celem badania była ocena występowania zmian w zakresie mobilności, właściwości mechanicznych, wiskoelastycznych i napięcia tkanek miękkich w obrębie powięzi piersiowo-lędźwiowej u osób młodych z NLBP.

2. Materiał i metody

2.1. Charakterystyka badanych

Badaniem objęto 50 osób: 21 mężczyzn (42%) oraz 29 kobiet (58%), ochotników w wieku od 22 do 26 lat (średnia wieku: $23,7 \pm 1,03$ lat), których podzielono na grupę badaną z NLBP (22 osoby: średni wiek: $23,64 \pm 1,26$ lat; średnia masa ciała: $69,4 \pm 12,02$ kg; średni wzrost: $171 \pm 9,32$ cm; wskaźnik masy ciała $\pm$ SD: $22,3 \pm 2,23$ kg/m²) oraz grupę kontrolną bez NLBP (28 osób: średni wiek: $23,68 \pm 0,8$ lat; średnia masa ciała: $68,5 \pm 7,13$ kg; średni wzrost: $165 \pm 7,72$ cm; wskaźnik masy ciała: $23,09 \pm 2,1$ kg/m²). Grupa kontrolna obejmowała 10 mężczyzn (36%) i 18 kobiet (64%). W grupie badanej natomiast znalazło się 10 mężczyzn (45%) i 12 kobiet (55%).

Do grupy badanej zakwalifikowano wyłącznie osoby z bólem przewlekłym lub nawracającym, utrzymującym się dłużej niż 3 miesiące, spełniające kryteria kwalifikacji do badania (tab. 1). Z badań wykluczono osoby z aktualnym bólem ostrym. Z grupy badanej wykluczono osoby ze schorzeniami kręgosłupa oraz współtowarzyszącymi, mającymi wpływ na przebieg i wyniki badań, a także przebyty w czasie ostatniego roku uraz (tab. 1). Kwalifikacja badanych do grupy kontrolnej obejmowała następujące kryteria włączenia: brak występowania aktualnie oraz w przeszłości LBP, aktualny ból określony na 0 w skali VAS. Kryteria wykluczenia dla osób bez NLBP były natomiast zbieżne z grupą badaną. Kryterium kwalifikacji dla obu grup stanowił wiek pomiędzy 18. a 40. r.ż.

Tabela. 1. Kryteria kwalifikacji osób z NLBP do badania

Kryteria włączenia	Kryteria wykluczenia
wiek: 18-40 lat	uraz w okresie < 1 rok przed rozpoczęciem badania
NLBP trwający > 3 miesięcy	schorzenia i/lub dysfunkcje układu ruchu
zgoda na udział w badaniu	schorzenia i/lub dysfunkcje neurologiczne
	choroba nowotworowa
	jakikolwiek przewlekłe zaburzenie bólowe inne niż LBP
	przyjmowanie leków przeciwbólowych
	brak współpracy badanego lub obecność innych czynników zakłócających pomiary

Wszyscy ochotnicy przed rozpoczęciem badania przeszli kwalifikację przeprowadzoną przez lekarza, specjalistę z zakresu ortopedii i traumatologii narządu ruchu oraz fizjoterapeutę.

Przeprowadzone badanie miało charakter obserwacyjny, przekrojowy, zostało zatwierdzone przez Komisję Bioetyczną Uniwersytetu Jagiellońskiego (nr KBET/196/B/2013). Badania przeprowadzono zgodnie z deklaracją helsińską. Każdy z uczestników wyraził świadomą, pisemną zgodę na udział w badaniu.

2.2. Metody

2.2.1. Kwestionariusz

Na potrzeby badania przeprowadzono anonimowy, kwestionariusz, udostępniony badanym w formie elektronicznej za pomocą programu Microsoft Forms (Office 365, Microsoft Sp. z o.o. Warszawa). Kwestionariusz zawierał pytania dotyczące: wieku,

płci, przyjmowanych leków przeciwbólowych, obecności LBP, oceny natężenia bólu z wykorzystaniem wizualnej skali analogowej (VAS, ang. *Visual Analogue Scale*), czasu trwania dolegliwości bólowych oraz promieniowaniu bólu.

2.2.2. Ocena właściwości fizycznych tkanek miękkich w obrębie TLF

Właściwości fizyczne tkanek w obrębie TLF zostały zmierzone miometrem (algometrem) – urządzeniem MyotonPro (MyotonPro, Myoton AS, Tallinn, Estonia). Jest to urządzenie do nieinwazyjnego pomiaru właściwości tkanek miękkich. Pojedynczy, generowany przez głowicę miometru impuls trwa 15 ms (milisekund) i posiada siłę 0,58 N (Newtona). System pozwala na badanie dowolnego obszaru ciała bez względu na orientację przestrzenną, czy też stan napięcia bądź relaksacji.

Urządzenie MyotonPRO pozwala na pomiar pięciu wartości fizycznych, obrazujących stan napięcia tkanek (częstotliwość), właściwości mechaniczne (sztywność dynamiczna, tłumienie), a także właściwości wiskoelastyczne (czas relaksacji, odkształcenie):

- częstotliwość (F, ang. *frequency*) naturalnej oscylacji w Hz (herc), będącej miarą napięcia biologicznych tkanek, charakteryzująca tonus badanych tkanek, a obliczana automatycznie jako maksymalna F z mocy widma sygnału akcelerometrycznego ($F=f_{max}$);
- sztywność (S, ang. *stiffness*) dynamiczna w N/m (Niuton/metr), charakteryzująca wytrzymałość biologicznych tkanek względem siły odkształcającej, obliczana automatycznie ze wzoru:

$$S = \frac{a_{max} \cdot m}{\Delta l} \quad (1)$$

gdzie: a_{max} – maksymalne przyspieszenie sądy pomiarowej; m – masa sondy pomiarowej; Δl – odległość, na jaką przesunęła się sonda pomiarowa w głąb tkanek;

- tłumienie (D, ang. *decrement*), jako wskaźnik elastyczności, wartość bezwymiarowa, obliczana ze wzoru:

$$D = \ln \frac{a_1}{a_2} \quad (2)$$

gdzie: $\ln$ – logarytm naturalny; a_1 – maksymalne przyspieszenie, w którym osiągnięta zostaje równowaga między siłą mechanicznego impulsu, a oporem tkanki miękkiej, a_2 – maksymalne przyspieszenie, występujące w czasie odzyskiwania magazynowanej energii mechanicznej w tkance, wyraża zdolność powrotu tkanki do naturalnej formy po zaprzestaniu działania czynnika zewnętrznego – im wyższa miara logarytmicznego tłumienia, tym niższa elastyczność;

- czas relaksacji (R, ang. *relaxation* – relaksacja) po zadziałaniu mechanicznego odkształcenia w ms (milisekundach), obliczany ze wzoru:

$$R = t_r - t_1 \quad (3)$$

gdzie: R – współczynnik deformacji, t_r – zerowy czas przed odkształceniem mechanicznym, t_1 – czas, w którym występuje maksymalna deformacja badanej tkanki miękkiej, będący miarą powrotu tkanek do kształtu przed mechanicznego odkształcenia; im wyższa sztywność/napięcie tkanek, tym szybciej tkanki odzyskują początkową formę, a więc wartość R będzie niższa;

- odkształcenie, będące miarą deformacji tkanki względem czasu (C, ang. *creep* – płynność), wartość bezwymiarowa, obliczana ze wzoru:

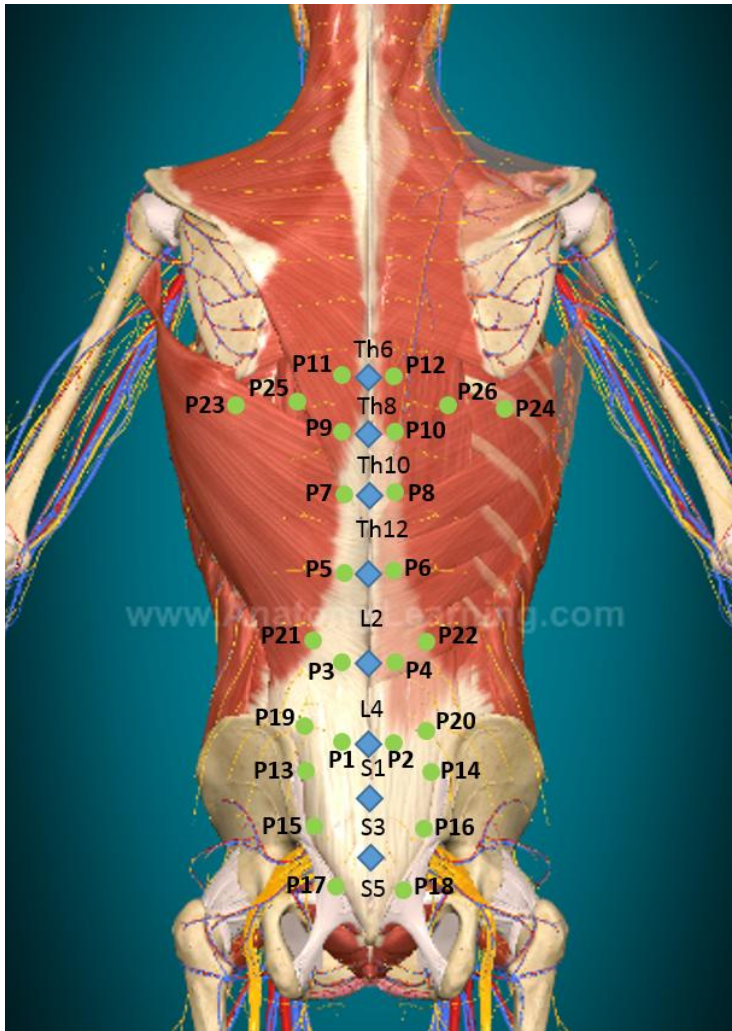
$$C = \frac{R}{t_1 - t_T} \quad (4)$$

gdzie: R – współczynnik deformacji, $t_1 - t_T$ – różnica czasu), charakteryzujące stopniową elongację tkanek pod wpływem działającego, zewnętrznego czynnika mechanicznego; im wyższa sztywność/napięcie/strukturalna integracja tkanek, tym większy opór, a więc wartość C będzie niższa.

Pomiar z wykorzystaniem algometru został przeprowadzony w 26 punktach. Punkty pomiarowe zostały naniesione symetrycznie, po obu stronach kręgosłupa, w miejscach o kluczowym znaczeniu, w położeniu anatomicznym powięzi piersiowo-lędźwiowej. Punkty: P1-P12 zostały umieszczone bocznie od wyrostków kolczystych, około 2 cm od więzadła międzykolcowego, na wysokości kręgosłupa lędźwiowego i piersiowego kolejno: L4, L2, Th12, Th10, Th8 oraz Th6. Punkty: P13 oraz P14 zostały umieszczone symetrycznie (po prawej i lewej stronie) na brzuchu mięśnia pośladkowego wielkiego (GM, łac. *glutius maximus*), na wysokości S1 (GMS1) zaraz po przejściu ścięgna w brzusiec. Para P15 oraz P16 została oznaczona analogicznie na wysokości S5 (GMS5). Ostatnie w tym obszarze punkty P17 i P18 znalazły się w połowie odległości między poprzednimi dwiema parami, a więc na wysokości S3 (GMS3). Kolejne dwa punkty pomiarowe: P19 i P20 zostały umieszczone w połowie odległości między szczytem talerzy biodrowych a wyrostkiem kolczystym L3, w położeniu anatomicznym mięśnia najszerszego grzbietu (LD1, łac. *latissimus dorsi* 1). Z kolei punkty: P21 oraz P22 znalazły się w połowie odległości między najbardziej dystalnym punktem 12 żebra, a wyrostkiem kolczystym L3 (LD2). Ostatnie dwie pary punktów zostały oznaczone nieco wyżej, lecz dalej w obrębie powięzi piersiowo-lędźwiowej. Punkty P23 i P24 w odległości 2 cm poniżej kątów dolnych łopatek (LD3), natomiast P25 oraz P26 w połowie odległości między odpowiednio punktem P23 lub P24, a wyrostkiem kolczystym Th7 (LD4) (rys. 1).

Warunki środowiskowe zostały dostosowane tak, aby zachować precyzję i wygodę pomiaru. Sala, w której odbywało się badanie, była dobrze oświetlona, wyciszona, nie-narażona na żadne czynniki mogące przerwać próbę.

Osoby badane przyjmowały pozycję leżącą przodem na stole rehabilitacyjnym z regulacją wysokości, umożliwiającym komfortowe utrzymanie ułożenia ciała przez cały okres badania. Pomiary miometryczne rozpoczynano zawsze po 3 minutach od przyjęcia przez badanego pozycji leżącej, tak aby zapewnić odpowiednią relaksację tkanek. W trakcie wykonywania pomiarów kończyny górne osoby badanej ułożone były wzdłuż ciała w pozycji anatomicznej, natomiast głowa w osi ciała, zwrócona twarzą w kierunku podłogi (twarz badanego ułożona była w pozycji komfortowej w otworze stołu rehabilitacyjnego). W ramach wykluczenia czynników uniemożliwiających pomiar z obszaru badanych części ciała, przed rozpoczęciem pomiarów osoby badane poproszono o zdjęcie ubrań i pozostanie na czas badania w białiznie.



Legenda: P1-P26 – punkty pomiarowe 1 - 26, Th 6, 8, 10, 12 – kręgi piersiowe: 6., 8., 10., 12.,
L 2, 4 – kręgi lędźwiowe: 2., 4., S 1, 3, 5 – kręgi krzyżowe: 1., 3., 5.,

- - anatomiczna lokalizacja punktów pomiarowych,
- ◆ - anatomiczna lokalizacja kręgów, kolejno Th: 7, 9, 11, L: 1, 5, S: 2, 4.

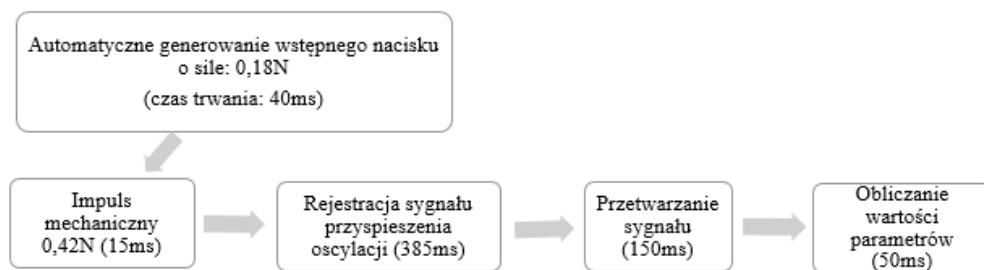
Rysunek 1. Schemat położenia punktów pomiarowych (P1-P26). Modyfikacja własna na podstawie [26]

Pomiar przeprowadzono w ściśle określonych, opisanych powyżej punktach, zgodnie z instrukcją producenta, w kilku etapach. Pierwotnie umieszczono sondę pomiarową urządzenia stycznie, prostopadłe do powierzchni skóry, nad punktem pomiarowym. Następnie opuszczano urządzenie w stronę skóry, co generowało pionowy ruch sondy pomiarowej, do momentu zaświecenia wokół sondy zielonego znacznika świetlnego. Algometr utrzymywano stabilnie w pozycji pomiaru, co umożliwiała automatyczny pomiar w zdefiniowanym punkcie. Pojedyncze badanie każdego punktu obejmowało

serię pomiarów, wykonywanych automatycznie w odstępie 0,8 sekundy. Pomiar składał się z następujących etapów:

1. wstępna kompresja podskórnej tkanki tłuszczowej,
2. generowanie mechanicznego impulsu, po którym następowało szybkie zwolnienie,
3. rejestracja odpowiedzi tkanki na impuls mechaniczny w postaci sygnału przyspieszenia tłumionych drgań własnych,
4. przetwarzanie surowego sygnału przyspieszenia,
5. jednoczesne obliczanie wartości wszystkich parametrów.

Rysunek 2 przedstawia schemat procesu pomiarowego.



Rysunek 2. Schemat procesu pomiarowego tkanek miękkich z zastosowaniem algometru

Impuls pomiarowy wymagał zatem minimalnej siły nacisku głowicy urządzenia (0,6 N: sumarycznie obciążenie wstępne oraz impuls), dzięki czemu nie powodował szczałkowych odkształceń mechanicznych ani reakcji neurologicznych badanych tkanek.

2.2.3. Ocena ruchomości kręgosłupa

Drugą część badania stanowił pomiar ruchomości kręgosłupa w płaszczyźnie poprzecznej podczas ruchów rotacji w prawą i lewą stronę w trzech położeniach kończyn górnych. Osoba badana przybierała pozycję siedzącą na krześle bez podparcia (z regulowaną wysokością), z kończynami dolnymi ugiętymi w stawach kolanowych i biodrowych do kąta prostego ze stopami ustawionymi na szerokość bioder. Elementem zmiennym w trakcie przyjmowania pozycji początkowej do badania było ułożenie kończyn górnych.

Pozycja pierwsza polegała na swobodnym ułożeniu kończyn górnych w pozycji pośredniej wzdłuż tułowia. W pozycji drugiej kończyny górne zostały skrzyżowane z przodu tułowia, w taki sposób, że dłoń kończyny prawej spoczywała swobodnie na lewym stawie ramiennym i analogicznie dłoń kończyny lewej na przeciwnym stawie ramiennym, łokcie pozostawione swobodnie na klatce piersiowej. Pozycja trzecia polegała na ułożeniu kończyn górnych ugiętych w stawach ramiennych do kąta 90°, w rotacji zewnętrznej oraz przywiedzionych w płaszczyźnie horyzontalnej, przy czym dłonie pozostawały w kontakcie, złączone brzegami przyśrodkowymi palców piątych.

Z każdej z wyżej wymienionych pozycji wyjściowych badani wykonywali trzy próby, polegające na możliwie maksymalnej czynnej rotacji tułowia naprzemiennie w prawą i lewą stronę. Przed próbami pomiarowymi wykonano jedną próbę testową.

Do pomiarów kątowych zakresów ruchów rotacji użyto czujnika ruchu Motion Sensor MOOVER (Sensor Medica, Guidonia Montecelio, Włochy). Urządzenie zostało przymocowane w linii kręgosłupa do elastycznego pasa, umiejscowionego (zgodnie z instrukcją producenta) wokół tułowia badanego, pod linią łopatek. Przed przystąpie-

niem do pomiarów skalibrowano czujnik w pozycji wyjściowej (0°). Sprzęt pozwala na bezprzewodowe przesłanie danych z czujnika ruchu do komputera, a następnie analizę wartości za pomocą dedykowanego oprogramowania. Do przeprowadzania badań wykorzystano funkcję goniometro-inklinometru urządzenia, pozwalającą na precyzyjny pomiar zakresu ruchu w zakresie rotacji kręgosłupa. Analizie statystycznej poddano średnią z trzech maksymalnych wartości zakresu ruchu.

2.2.4. Metody analizy statystycznej

Analizę statystyczną zebranych wyników pomiarów wykonano przy użyciu programów: arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel 2010 oraz STATISTICA 12. Za wartości istotne statystycznie uznano te, w których poziom istotności statystycznej (p) był niższy od 0,05. W celu porównania wartości parametrów fizycznych tkanek miękkich oraz zakresu ruchu kręgosłupa u osób z NLBP oraz osób zdrowych, zastosowano test t-Studenta dla prób niezależnych albo test U Manna-Whitney'a.

Dla zbadania zależności między nasileniem dolegliwości bólowych, a wybranymi parametrami fizycznymi, obrazującymi właściwości badanych tkanek miękkich, a także nasileniem dolegliwości bólowych, a zakresem ruchu kręgosłupa zastosowano współczynnik korelacji Spearmana.

3. Wyniki

3.1. Charakterystyka poziomu dolegliwości bólowych u badanych z NLBP

Średni poziom dolegliwości bólowych badanych z NLBP w skali VAS wynosił 5,05 ($\pm 0,93$), mieścił się w przedziale od 4 do 7 w 11-punktowej skali. Badani wskazywali ponadto jako obszar bólu okolicę odcinka lędźwiowego kręgosłupa (100% osób z NLBP) bez promieniowania bólu do kończyn dolnych.

3.2. Porównanie właściwości badanych tkanek miękkich u badanych z NLBP oraz osób zdrowych

Pomiędzy grupami badaną i kontrolną porównano sumaryczne wyniki właściwości fizycznych otrzymanych w kolejnych punktach pomiarowych położonych po prawej i lewej stronie kręgosłupa. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej stwierdzono występowanie istotnych różnic w punktach P1 i P2 (na wysokości L4). U osób z NLBP wykazano istotnie niższą wartość parametrów: czas relaksacji (R) i deformacja (odkształcenie, C) oraz istotnie wyższą wartość parametrów: częstotliwość (F), sztywność (S) oraz tłumienie (D) (tab. 2). Analiza statystyczna wykazała również istotną różnicę badanych parametrów miometrycznych u osób z NLBP w porównaniu z osobami zdrowymi w punktach P3 i P4 (na wysokości L2). W grupie badanej wykazano wyższą wartość parametrów: F, S, D oraz niższą R i C (tab. 2).

Podobnie istotna była różnica wyników pomiarów miometrycznych pomiędzy grupami badaną i kontrolną w punktach P5 i P6 (na wysokości Th12). U osób z NLBP niższe były wartości parametrów: R i C, natomiast wyższe F oraz D. W przypadku S nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic (tab. 2). W punktach P7 i P8 (na wysokości Th10) oraz punktach P9 i P10 (na wysokości Th8) istotną różnicę wartości badanych parametrów pomiędzy badanymi grupami wykazano jedynie dla tłumienia (D), które było wyższe u badanych z NLBP ($p < 0,01$).

W kolejnych punktach: od P11 do P22 (na wysokości Th6, GMS1, GMS5, GMS2, LD1, LD2) nie stwierdzono istotnej różnicy wartości badanych parametrów miometrycznych pomiędzy badanymi grupami.

Porównanie badanych parametrów fizycznych w grupie badanie i kontrolnej wykazało istotną różnicę w punktach P23 i P24 (na wysokości LD3), a także w punktach P25 i P26 (na wysokości LD4). U badanych z NLBP obserwowano niższą wartość pomiarów: R i C, natomiast wyższe: F, S oraz D (Tabela 2.).

Tabela. 2. Częstotliwość, sztywność, tłumienie, relaksacja oraz deformacja tkanek miękkich na wysokości wyrostków kolczystych kręgów L4, L2, Th12 oraz mięśnia najszerzego grzbietu (LD3, LD4) u osób z NLBP (n = 22) oraz zdrowych bez NLBP (n = 28)

	osoby badane (n = 50)				t	p
	bez NLBP		z NLBP			
	średnia	SD	średnia	SD		
poziom L4 (punkty P1 + P2)						
F (Hz)	13,46	1,75	15	1,9	-2,97	0,0046
S (N/m)	242,91	52,99	278,08	73,41	-2,0975	0,0412
D	0,98	0,09	1,12	0,23	-2,8789	0,0059
R (ms)	21,78	4,17	18,9	3,79	2,5194	0,0151
C	1,28	0,22	1,1	0,18	3,0832	0,0034
poziom L2 (punkty P3 + P4)						
F (Hz)	14,67	1,22	16,47	1,42	-4,8179	< 0,0001
S (N/m)	274	70,57	317,52	79,12	-2,0522	0,0456
D	1,05	0,11	1,18	0,25	-2,4986	0,0159
R (ms)	19,29	3,41	16,88	2,84	2,6718	0,0103
C	1,18	0,17	1,02	0,14	3,3748	0,0015
poziom Th12 (punkty P5 + P6)						
F (Hz)	15,41	1,28	17,66	2,1	-4,6522	< 0,0001
S (N/m)	340,66	89,68	381,57	86,59	-1,6254	0,1106
D	1,16	0,18	1,31	0,24	-2,4065	0,02
R (ms)	16,5	3,55	14,61	2,65	2,0853	0,0424
C	1	0,17	0,9	0,12	2,432	0,0188
poziom LD3 (punkty P23+P24)						
F (Hz)	12,69	0,85	14,74	1,81	-5,3108	< 0,0001
S (N/m)	197,71	38,33	260,83	74,34	-3,8893	0,0003
D	1,01	0,17	1,18	0,28	-2,6645	0,0105
R (ms)	22,17	2,32	19,85	3,43	2,8494	0,0064
C	1,29	0,13	1,13	0,15	3,7996	0,0004
poziom LD4 (punkty P25+P26)						
F (Hz)	14,94	1,6	16,23	2,2	-2,4025	0,0202
S (N/m)	269,75	64,58	305,05	74,27	-2,3963	0,0205
D	1,07	0,16	1,19	0,27	-2,1815	0,0341
R (ms)	18,78	2,21	16,82	2,91	2,6999	0,0096
C	1,12	0,12	1,02	0,13	2,6914	0,0098
F – częstotliwość naturalnej oscylacji; S – dynamiczna sztywność; D – logarytmiczne tłumienie (wartość bezwymiarowa); R – czas relaksacji po mechanicznym odkształceniu; C – deformacja tkanki względem czasu, charakteryzująca odkształcenie (wartość bezwymiarowa); SD – odchylenie standardowe; t – statystyka testu t-Studenta dla prób zależnych; p – poziom istotności; L4/ L2 / Th12– tkanki miękkie symetrycznie, ok. 2 cm od wyrostków kolczystych odpowiednio kręgów: L4; L2, Th12; LD3 – na wysokości mięśnia najszerzego grzbietu, ok. 2 cm poniżej kątów dolnych łopatek; LD4 – na wysokości mięśnia najszerzego grzbietu, w połowie odległości między odpowiednio punktem LD3, a wyrostkiem kolczystym Th7						

3.3. Porównanie zakresu ruchomości kręgosłupa u osób z NLBP oraz zdrowych bez NLBP

Zaobserwowano istotnie większy zakres ruchu kręgosłupa u osób zdrowych (bez NLBP) w odniesieniu do badanych z NLBP w pomiarze P3. W pozostałych przypadkach (pozycje P1 i P1) nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic (tab. 3).

Tabela. 3. Zakres ruchomości kręgosłupa u osób z NLBP (n = 22) w porównaniu z zakresem ruchomości u osób zdrowych, bez NLBP (n = 28)

	osoby badane (n = 50)				t	p
	bez NLBP		z NLBP			
	średnia	SD	średnia	SD		
Poz. 1 – prawo	47,78	7,89	45,64	9,08	0,8923	0,3767
Poz. 2 – prawo	50,66	8,86	49,87	7,54	0,3314	0,7418
Poz. 3 – prawo	54,2	9,96	48	8,24	2,3541	0,0227
Poz. 1 – lewo	51,67	8,22	50,38	6,45	0,6041	0,5486
Poz. 2 – lewo	52,14	8,3	53,76	8,54	-0,6767	0,5019
Poz. 3 – lewo	56,65	9,4	51,74	7,8	1,976	0,0539
Poz. 1 – globalnie	99,45	14,94	96,02	14,55	0,8156	0,4188
Poz. 2 – globalnie	102,8	15,77	103,64	15,44	-0,1878	0,8518
Poz. 3 – globalnie	110,86	18,19	99,74	15,06	2,311	0,0252
SD – odchylenie standardowe; t – statystyka testu t-studenta dla prób zależnych; p – poziom istotności; Poz. 1-3 – pozycje podczas pomiaru 1-3; Poz. 1-3 – globalnie – suma zakresu ruchu w prawą i lewą stronę dla danej pozycji wyjściowej, odpowiednio: 1, 2 lub 3						

3.4. Zależność między poziomem dolegliwości bólowych, a właściwościami fizycznymi badanych tkanek miękkich u osób z NLBP

Analiza statystyczna wykazała istotną zależność między nasileniem dolegliwości bólowych w skali VAS, a następującymi parametrami fizycznymi: F, S, D i R zmierzonymi sumarycznie w punktach pomiarowych P1 i P2 (poziom L4), P3 i P4 (poziom L2) oraz P7 i P8 (poziom Th10). Wraz ze wzrostem poziomu bólu wzrastały wartości: F, S, D (dodatnia korelacja), a ulegała obniżeniu wartość R (ujemna korelacja) (tab. 4).

Wykazano istotną, dodatnią korelację między poziomem bólu w skali VAS, a S, D, oraz R, zmierzonymi w punktach P5 i P6 (poziom Th12). Natomiast ujemną zależność dla tego poziomu pomiędzy nasileniem bólu w skali VAS, a wartością R (tab. 4).

Tabela. 4. Zależność między poziomem bólu w skali VAS, a badanymi parametrami fizycznymi, zmierzonymi u badanych z NLBP sumarycznie w punktach: P1 i P2 (poziom L4), P3 i P4 (poziom L2), P5 i P6 (poziom Th12), P7 i P8 (poziom Th10), P9 i P10 (poziom Th8), P11 i P12 (poziom Th6) (n = 22)

	F (Hz)	S (N/m)	D	R (ms)	C
VAS	poziom L4 (pp. P1 + P2)				
	rho = 0,579	rho = 0,634	rho = 0,477	rho = -0,427	rho = -0,315
	p = 0,005	p = 0,002	p = 0,025	p = 0,048	p = 0,153
	poziom L2 (pp. P3 + P4)				
	rho = 0,249	rho = 0,438	rho = 0,5	rho = -0,431	rho = -0,151
	p = 0,264	p = 0,041	p = 0,018	p = 0,045	p = 0,502
	poziom Th12 (pp. P5 + P6)				
	rho = 0,631	rho = 0,442	rho = 0,683	rho = -0,484	rho = -0,388
	p = 0,002	p = 0,04	p = 0,000	p = 0,023	p = 0,075
	poziom Th10 (pp. P7 + P8)				
	rho = 0,53	rho = 0,486	rho = 0,590	rho = -0,454	rho = -0,329
	p = 0,011	p = 0,022	p = 0,004	p = 0,035	p = 0,135

*Właściwości powięzi pierświowo-lędźwiowej
u pacjentów z niespecyficznym zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowego*

poziom Th8 (pp. P9 + P10)				
rho = 0,526	rho = 0,433	rho = 0,475	rho = -0,455	rho = -0,439
p = 0,012	p = 0,044	p = 0,026	p = 0,033	p = 0,048
poziom Th6 (pp. P11 + P12)				
rho = 0,55	rho = 0,467	rho = 0,450	rho = -0,503	rho = -0,466
p = 0,008	p = 0,029	p = 0,036	p = 0,017	p = 0,029
F – częstotliwość naturalnej oscylacji; S – dynamiczna sztywność; D – logarytmiczne tłumienie (wartość bezwymiarowa); R – czas relaksacji po mechanicznym odkształceniu; C – deformacja tkanki względem czasu, charakteryzująca odkształcenie (wartość bezwymiarowa); VAS – wizualna skala analogowa; p – poziom istotności; rho – współczynnik Spearmana; pp. – punkty pomiarowe				

W punktach: GMS1, GMS5, GMS2 analiza statystyczna nie wykazała istotnej zależności między nasileniem dolegliwości bólowych, a wartościami badanych parametrów fizycznych ($p > 0,05$).

Występowanie istotnej statystycznie, dodatniej zależności stwierdzono natomiast między nasileniem dolegliwości bólowych w skali VAS, a wartością S dla punktów P19 i P20 (poziom LD1) (tab. 5). Dodatnią, zmienną statystycznie zależność wykazano również w punktach P21 i P22 (poziom LD2) pomiędzy poziomem bólu w skali VAS, a F, S, D (tab. 5). Ujemną zależność natomiast w tych punktach pomiarowych zanotowano pomiędzy natężaniem bólu, a wartością R (tab. 5).

Analiza statystyczna wykazała także istotne, dodatnie korelacje między nasileniem dolegliwości bólowych w skali VAS, a F, S i D dla punktów P23 i P24 (poziom LD3) oraz punktów P25 i P26 (poziom LD4) (tab. 5).

Tabela. 5. Zależność między poziomem bólu w skali VAS, a badanymi parametrami fizycznymi, zmierzonymi u badanych z NLBP sumarycznie w punktach: P19 i P20 (poziom LD1), P21 i P22 (poziom LD2), P23 i P24 (poziom LD3), P25 i P26 (poziom LD4) ($n = 22$)

	F (Hz)	S (N/m)	D	R (ms)	C
poziom LD1 (pp. P19 + P20)					
VAS	rho = 0,352	rho = 0,483	rho = 0,270	rho = -0,242	rho = 0,024
	p = 0,108	p = 0,023	p = 0,224	p = 0,279	p = 0,915
	poziom LD2 (pp. P21+ P22)				
	rho = 0,643	rho = 0,719	rho = 0,488	rho = -0,484	rho = -0,109
	p = 0,001	p = 0,000	p = 0,021	p = 0,022	p = 0,629
	poziom LD3 (pp. P23 + P24)				
	rho = 0,433	rho = 0,447	rho = 0,466	rho = -0,344	rho = -0,046
	p = 0,044	p = 0,029	p = 0,029	p = 0,117	p = 0,840
	poziom LD4 (pp. P25 + P26)				
	rho = 0,445	rho = 0,465	rho = 0,437	rho = -0,349	rho = -0,297
	p = 0,038	p = 0,029	p = 0,042	p = 0,111	p = 0,179
	F – częstotliwość naturalnej oscylacji; S – dynamiczna sztywność; D – logarytmiczne tłumienie (wartość bezwymiarowa); R – czas relaksacji po mechanicznym odkształceniu; C – deformacja tkanki względem czasu, charakteryzująca odkształcenie (wartość bezwymiarowa); VAS – wizualna skala analogowa; p – poziom istotności; rho – współczynnik Spearmana; pp. – punkty pomiarowe; LD1 – w połowie odległości między szczytem talerza biodrowego, a wyrostkiem kolczystym L3; LD2 – w połowie odległości między najbardziej dystalnym punktem XII żebra, a wyrostkiem kolczystym L3; LD3 – na wysokości mięśnia najszerzego grzbietu, ok. 2 cm poniżej kątów dolnych łopatek; LD4 – na wysokości mięśnia najszerzego grzbietu, w połowie odległości między odpowiednio punktem LD3, a wyrostkiem kolczystym Th7				

3.5. Zależność między poziomem dolegliwości bólowych, a zakresem ruchomości kręgosłupa u osób z NLBP

Na podstawie przeprowadzonego testu nie stwierdzono istotnej zależności między nasileniem dolegliwości bólowych w skali VAS oraz zakresem ruchomości kręgosłupa u badanych z NLBP ($p > 0,05$).

4. Dyskusja

Wykazane w badaniach własnych różnice wartości parametrów fizycznych (miometrycznych) w punktach zlokalizowanych bocznie od wyrostków kolczystych kręgów lędźwiowych na wysokości: L4 (P1 i P2) i L2 (P3 i P4) oraz w punktach na mięśniu najszerszym grzbietu: LD3 (P23 i P24) i LD4 (P25 i P26) u badanych z NLBP oraz zdrowych, stanowią jednoznaczny dowód na wystąpienie zmian tonusu, właściwości mechanicznych i wiskoelastycznych tkanek miękkich w obrębie TFL osób młodych z NLBP. Częstotliwość, charakteryzująca stan napięcia tkanek, była wyższa wśród osób chorych, podobnie wyższe wartości zanotowano w przypadku parametrów reprezentujących właściwości mechaniczne, takie jak sztywność i odkształcenie. Tłumienie oraz czas relaksacji tkanek, charakteryzujące ich właściwości wiskoelastyczne, były z kolei u osób z NLBP niższe w porównaniu z osobami zdrowymi. Podobne różnice wykazano w punktach pomiarowych zlokalizowanych na wysokości Th12 (P5 i P6), w obrębie mięśnia prostownika grzbietu, bocznie od ostatniego wyrostka kolczystego kręgosłupa piersiowego. W okolicy wyższych kręgów piersiowych (w punktach na wysokości Th10 oraz Th8), poza tłumieniem, nie wykazano żadnych istotnych statystycznie różnic badanych wskaźników pomiędzy grupami. Otrzymane wyniki wskazują zatem, iż kluczowe zmiany właściwości tkanek miękkich w obrębie grzbietowej części TFL zlokalizowane są u osób z NLBP w bezpośrednim sąsiedztwie kręgosłupa lędźwiowego oraz na przejściu piersiowo-lędźwiowym, wzdłuż bruzdy przykręgosłupowej, a także na mięśniu najszerszym grzbietu w okolicy kąta dolnego łopatki.

Willard i wsp. [22] podkreślają udział napięcia mięśni oddających swoje włókna do TLF we wpływie na jej właściwości, stąd możliwe jest zwiększenie napięcia tkanek miękkich u osób z bólem tej okolicy, nie tylko w obrębie punktów pomiarowych L2 i L4, gdzie grubość powięzi jest znacząca [27, 28], ale również w obrębie przyczepów mięśnia najszerszego grzbietu – punkty LD3 i LD4 [27].

Nourbakhsh i wsp. (2002) [29] przeprowadzili szczegółowe badania dotyczące wpływu czynników biomechanicznych na ból odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Wśród branych pod uwagę znalazły się właściwości, takie jak: lordoza lędźwiowa, pochylenie miednicy, długość i siła mięśni brzucha, wytrzymałość i elastyczność mięśnia prostownika grzbietu, czy też długość mięśnia biodrowo-lędźwiowego. Wśród obszarów badania nie uwzględniono jednak bezpośrednio TLF. Znajdujący się w bezpośrednim, anatomicznym powiązaniu z TLF mięsień prostownik grzbietu został oceniony w badaniu w sposób globalny. Podczas zgięcia tułowia zmierzono jego elastyczność, natomiast wytrzymałość określono podczas maksymalnego czasu utrzymywania pozycji 30° wyprostu kręgosłupa z pozycji leżenia przodem. W powyższym badaniu [30] wykazano, iż zmniejszona wytrzymałość mięśnia prostownika grzbietu miała większy wpływ na pojawienie się dolegliwości bólowych, niż czynniki strukturalne.

Warty odnotowania pozostaje fakt, że w badaniach własnych, w żadnym z punktów pomiarowych rozmieszczonych w pobliżu wyrostków kolczystych, powyżej Th12, ani

w punktach pomiarowych w obrębie przyczepów mięśnia pośladkowego wielkiego do kości krzyżowej oraz w obrębie proksymalnej części mięśnia najszerzego grzbietu nie odnotowano istotnych różnic między badanymi grupami. Przywołane obserwacje mogą wskazywać, że te obszary anatomiczne w obrębie TFL nie stanowią kluczowych regionów, wpływających na generowanie niespecyficznego dolegliwości bólowych okolicy odcinka lędźwiowego kręgosłupa u osób młodych. Powyżej Th12 grubość TLF ulega stopniowemu zmniejszeniu [22], co może korzystnie wpływać na możliwość utrzymania właściwej elastyczności, pomimo działania czynników patologicznie zmieniających strukturę TFL. Badane obszary w obrębie mięśnia pośladkowego wielkiego (GMS1, GMS5 oraz GMS3) natomiast są prawdopodobnie częściej związane z bólem w okolicy stawów krzyżowo-biodrowych [31]. Ponadto poprzez udział mięśnia pośladkowego wielkiego w tworzeniu pasma biodrowo-piszczelowego, a także stabilizacji stawu kolanowego, zmiany strukturalne tej okolicy mogą być źródłem bólu promieniującego do kończyny dolnej. Uczestnicy badań własnych zgłaszali jedynie dolegliwości bólowe ograniczone do okolicy kręgosłupa lędźwiowego, bez obwodowego promieniowania bólu.

Almeida i wsp. (2020) [32] ocenili długość TLF oraz siłę mięśni, mających swój przyczep w jej obrębie. W grupie badanych znalazły się osoby z NLBP oraz zdrowe. Nie wykazano istotnych różnic między siłą mięśni: poprzecznego brzucha, skośnych zewnętrznych i wewnętrznych brzucha oraz najszerzego grzbietu pomiędzy badanymi grupami. Wykazano jednakże różnicę w zakresie ruchomości podczas ruchu rotacji tułowia, zarówno w stronę prawą ($8,42 \pm 1,57$ w grupie kontrolnej i $6,94 \pm 1,66$ w grupie badanej), jak i lewą ($8,52 \pm 1,52$ i $7,03 \pm 1,67$, analogicznie), w pozycji siedzącej na krześle z ramionami ustawionymi w zgięciu 90° , rotacji zewnętrznej i przywiedzeniu, która wydaje się znacznie zwiększać napięcie TLF. Nie odnotowano natomiast różnicy pomiędzy zakresem ruchomości podczas rotacji tułowia z kończynami górnymi ustawionymi w pozycji neutralnej, w której TLF prawdopodobnie nie zostaje wstępnie rozciągana.

Wyniki przywołanych badań [32] były zgodne z wynikami badań własnych. Biorąc pod uwagę wyniki oceny ruchomości kręgosłupa u osób zdrowych i chorych z NLBP, zanotowano różnice dla dwóch pomiarów rotacji: izolowanie, prawostronnie oraz globalnie, obustronnie przy ułożeniu kończyn górnych ugiętych w stawach ramiennych do kąta 90° , w rotacji zewnętrznej oraz przywiedzionych w płaszczyźnie horyzontalnej. Była to pozycja, która spośród badanych wydaje się tworzyć największe rozciągnięcie w obrębie TLF. Nieznaczne różnice między wynikami badań własnych w odniesieniu do wyników uzyskanych w przywołanych badaniach [32] mogą wynikać z rodzaju zastosowanego sprzętu oraz poziomu pomiarów. W badaniach własnych zastosowano: urządzenie Motion Sensor MOOVER, natomiast u Almeida i wsp. (2020) [32] urządzenie BROM II. Nie bez znaczenia pozostaje także różnica wysokości pomiaru – w badaniu własnym jako punktu odniesienia przy umieszczaniu sensora ruchu MOOVER w linii kręgosłupa użyto kąta dolnego łopatek, natomiast w przytoczonej powyżej pracy [32] urządzenie BROM II zostało umieszczone na wysokości odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Na różnicę w wynikach, a w związku z tym ocenę stanu TFL mogły również wpłynąć różnice kulturowe w zakresie np. uprawianej aktywności fizycznej, zawodu, czy też sposobu spędzania wolnego czasu, jako że powyższe badania przeprowadzone zostały w Indiach [32]. Podsumowując, otrzymane wyniki mogą wskazywać na ograniczenia mobilności TLF u osób młodych z NLBP w odniesieniu do osób zdrowych.

Oceny wpływu rozciągnięcia TLF na sztywność mięśni grzbietu dokonali również Blain i wsp. (2019) [30]. W badaniach wykorzystano pozycje, umożliwiające rozciągnięcie zarówno TLF, jak również mięśni: najszerzego grzbietu oraz pośladkowego wielkiego. Dowiedziono, że wstępne rozciągnięcie TLF, osiągnięte poprzez uniesienie ramienia, nie wpływa w sposób znaczący na sztywność mięśni przykręgosłupowych w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (poziom L4). Autorzy [30] podkreślają również specyficzne właściwości obszaru lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa, który otrzymuje napięcie zarówno z mięśnia najszerzego grzbietu, jak i pośladkowego wielkiego. Na relację mięsień-powięź na wielu poziomach kręgosłupa mają także wpływ różne warianty anatomiczne, obejmujące inne miejsca przyczepów mięśni, różną orientację włókien powięziowych, a także sztywność poszczególnych mięśni [30].

Z kolei Langevin i wsp. (2010) [33] udowodnili zmniejszenie wytrzymałości na odkształcenia ścinające, a także wzrost grubości TLF u osób z NLBP. Pomiary z zastosowaniem ultrasonografu przeprowadzono na wysokości wyrostków kolczystych L2, L3, 2 cm od więzadła międzykolcowego. Przywołane obserwacje [33] wydają się być spójne z wynikami badań własnych, w których wykazano istotną różnicę we właściwościach tkanek miękkich na wysokości L2 oraz nieco niżej, na wysokości L4. Wzrost grubości TLF oraz obniżenie wytrzymałości na odkształcenie ścinające, wykazane w powyższych badaniach [33], stanowią potwierdzenie możliwości zaistnienia, wykazanych w badaniach własnych, różnic we właściwościach mechanicznych, wiskoelastycznych i stanie napięcia tkanek na tym poziomie w obrębie TLF u osób z NLBP w odniesieniu do osób zdrowych. Podobne wyniki otrzymali także Tamartash i wsp. (2023) [34]. Dzięki zastosowaniu obrazowania ultrasonograficznego wykazali istotne zmiany w elastyczności TLF u osób z NLBP. Wykazano, że współczynnik sprężystości był o 25-30% niższy u osób w grupie z NLBP w stosunku do grupy kontrolnej. Punkty pomiarowe zostały rozmieszczone, podobnie jak w badaniach własnych, bilateralnie, 2 cm od więzadła międzykolcowego, na wysokościach L2-L3, a także L4-L5, a wyniki otrzymanych badań były zgodne z wynikami badań własnych.

Pirri i wsp. (2020) [35] zmierzili grubość oraz jakość ślizgu TLF u osób z NLBP oraz osób zdrowych. Pomiary przeprowadzono w osi podłużnej oraz poprzecznej, bocznie od wyrostka kolczystego kręgu L3. Grubość powięzi różniła się znacząco pomiędzy osobami z grupy kontrolnej i badanej, ale także pomiędzy pomiarami wykonanymi dla dwóch osi u osób zdrowych, czego nie odnotowano w grupie badanych z NLBP. Wyniki [35] jasno ukazały wzrost grubości TLF, a także utratę anizotropii w grupie osób z objawami bólowymi, co przekłada się na mniejsze możliwości adaptacyjne i może prowadzić do patologicznego remodelingu powięzi i powstania struktury alternatywnej, w stosunku do osób zdrowych. Takie zmiany spowodowane są powtarzalnymi przeciążeniami, następującymi w efekcie generowania alternatywnych wzorców ruchowych, uprawianym sportem, bądź nawykową postawą ciała. Podkreślono również większą sztywność powięzi w płaszczyźnie podłużnej, niż w płaszczyźnie poprzecznej, co może mieć znaczenie w przypadku wzajemnego ruchu powiązanych z TFL mięśni. W innych badaniach [36] do pomiaru długości TLF zastosowano rezonans magnetyczny. Ranger i wsp. [36] zbadali obszar przykręgosłupowy od Th12 do kości krzyżowej. Wykazano dodatnią zależność między zwiększoną intensywnością bólu, a występowaniem krótszej powięzi przykręgosłupowej.

Odwołując się do licznych badań [33-36], jako miejsce o największych, spodziewanych zmianach we właściwościach TLF można uznać badany obszar na wysokości L2-L4. W tych punktach pomiarowych kierunek włókien powięzi głębokiej wydaje się mieć przebieg zbliżony do powięzi powierzchownej i skóry [22]. Brak zmian w punktach położonych niżej – GMS1, GMS5, GMS2 może być także spowodowany większą ilością tkanki tłuszczowej w tym obszarze, co powoduje różnicę w płaszczyznach przebiegu powięzi głębokiej w stosunku do powierzchownej. Taki przebieg powięzi w obrębie tkanki tłuszczowej wydaje się tworzyć warunki do utrzymania wysokiej elastyczności tkanek miękkich.

Odnotowane zmiany w obszarach mięśnia najszerzego grzbietu: nieznacznie poniżej kątów dolnych łopatek (LD3) oraz w połowie odległości między odpowiednio punktem LD3, a wyrostkiem kolczystym Th7, mogą być spowodowane istotnym udziałem rozciągnięcia mięśnia najszerzego grzbietu w tworzeniu warstwy tylnej TLF [33]. Brak różnic w punktach pomiarowych LD1 oraz LD2 (odpowiednio: między szczytem talerzy biodrowych, a wyrostkiem kolczystym L3 oraz w połowie odległości między głową 12 żebra, a wyrostkiem kolczystym L3) pomiędzy badanymi grupami może wynikać ze zwiększonej obecności tkanki tłuszczowej w tym obszarze, co wpływa na wynik badania właściwości tkanek miękkich z zastosowaniem algometru.

Zaobserwowane różnice zakresu ruchomości kręgosłupa u badanych z NLBP w stosunku do osób zdrowych są przypuszczalnie konsekwencją zmiany struktury powięzi, wykazanej na poziomie wyrostków kolczystych kręgów L4; L2, Th12, jak również w obrębie mięśnia najszerzego grzbietu. Różnice zakresu ruchu zanotowano bowiem jedynie w przypadku pozycji, w której TLF wydaje się być najbardziej rozciągnięta.

Wśród badanych z NLBP w punktach położonych przyśrodkowo od masywu mięśnia prostownika grzbietu, wzdłuż wyrostków kolczystych kręgosłupa piersiowego, zaobserwowano istotną korelację między nasileniem dolegliwości bólowych, a właściwościami mechanicznymi, wiskoelastycznymi oraz tonusem badanych tkanek miękkich. Na wysokości wyrostków kolczystych Th6, a także Th8 korelację wykazano w każdym z pięciu parametrów tj. pomiędzy bólem, a tonusem (wartość parametru F), a także właściwościami mechanicznymi (wartości parametrów S i D) oraz wiskoelastycznymi (wartości parametrów R i C). Z kolei, na wysokości Th10 i Th12 dodatnią korelację odnotowano pomiędzy bólem, a tonusem (wartość parametru F), właściwościami mechanicznymi (wartości parametrów S i D) oraz czasem relaksacji (R) tkanek miękkich w obrębie powięzi. Istotnej korelacji w powyższych punktach nie odnotowano jedynie wobec parametru odkształcenie. Zmiany strukturalne w obrębie TLF mogą być przyczyną irytacji aferentnych zakończeń nocyceptywnych [37], co u osób młodych, bez zdiagnozowanych schorzeń kręgosłupa, może stać się źródłem dolegliwości bólowych.

Istotną zależność między nasileniem dolegliwości bólowych a właściwościami fizycznymi TLF odnotowano w punktach położonych obustronnie przykręgosłupowo oraz w obrębie mięśnia najszerzego grzbietu. Brak korelacji w punktach pomiarowych w obrębie mięśnia pośladkowego wielkiego: GMS1, GMS5 oraz GMS3 może być spowodowany, wspomnianymi wcześniej – zwiększoną ilością tkanki tłuszczowej oraz specyficznym ułożeniem warstw powięzi w tym obszarze, co z kolei prawdopodobnie przełożyło się na wyniki pomiarów właściwości tkanek miękkich w tym obszarze.

Przeprowadzone badania własne nie były pozbawione ograniczeń. Wiek badanych osób z NLBP nie pozwala na bezpośrednie przeniesienie otrzymanych wyników na po-

populację osób z niespecyficznym bólem okolicy kręgosłupa lędźwiowego. Ponadto wśród badanych znalazły się jedynie osoby z bólem zcentralizowanym w okolicy kręgosłupa lędźwiowego, bez promieniowania bólu do kończyn, co również ogranicza możliwość uogólnienia wyników na populację osób z LBP. Do badania zakresu ruchomości kręgosłupa wybrano ponadto jedynie rotacje tułowia, nie uwzględniając rozciągania TLF w płaszczyźnie strzałkowej.

W ostatnich latach coraz częściej porusza się temat terapii powięziowej, w kontekście jednego z możliwych sposobów leczenia dolegliwości bólowych chorych z LBP [38, 39]. Wyniki przeprowadzonych badań mają istotne znaczenie kliniczne, diagnostyczne przy określaniu anatomicznych obszarów o zmienionych właściwościach tkanek miękkich. Wyniki badań własnych mogą stanowić jeden z czynników branych pod uwagę przez fizjoterapeutę podczas badania chorego i planowania dalszych strategii terapeutycznych. Otrzymane wyniki badań stanowią również rozwinięcie dyskusji na temat źródeł niespecyficznego dolegliwości bólowych odcinka lędźwiowego kręgosłupa.

5. Wnioski

Stan napięcia, właściwości mechaniczne i wiskoelastyczne tkanek miękkich w obrębie TLF u osób z NLBP różnią się od właściwości tych samych anatomicznych struktur u osób zdrowych. Istnieje dodatnia zależność między poziomem dolegliwości bólowych a właściwościami mechanicznymi i tonusem oraz ujemna między odczuwanym bólem, a właściwościami wiskoelastycznymi tkanek miękkich w obrębie TLF u osób z NLBP. Ruchomość kręgosłupa chorych z NLBP różni się od ruchomości u osób zdrowych jedynie w pozycji determinującej rozciągnięcie TLF. Przywołane obserwacje sugerują, że zmiany właściwości, a w związku z tym prawdopodobnie struktury tkanek miękkich w obrębie TLF mogą być zarówno źródłem bólu, jak i ograniczenia mobilności tkanek u osób młodych z NLBP. Algometr MyotonPRO stanowi natomiast istotne narzędzie diagnostyczne, pozwalające na obiektywne określenie zmian strukturalnych tkanek miękkich i zaplanowanie szczegółowych strategii interwencyjnych w zakresie terapii powięziowej u chorych z NLBP.

Literatura

1. Hoy D., March L., Brooks P., Blyth F., Woolf A., Bain C., Williams G., Smith E., Vos T., Barendregt J., Murray C., Burstein R., Buchbinder R., *The global Burden of Low Back Pain: Estimates From The Global Burden of Disease 2010 Study*, *Annals of the Rheumatic Diseases*, 73(6), 2014, s. 968-974.
2. Urits I., Burshtein A., Sharma M., Testa L., Gold P.A., Orhurhu V., Viswanath O., Jones M.R., Sidransky M.A., Spektor B., Kaye A.D., *Low Back Pain, a Comprehensive Review: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment*, *Current Pain and Headache Reports*, 23(3), 2019, s. 23.
3. Wall J., Meehan W.P., Trompeter K., Gissane C., Mockler D., Van Dyk W., *Incidence, Prevalence and Risk Factors for Low Back Pain in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis*, *British Journal of Sports Medicine*, 56, 2022, s. 1299-1306.
4. Vraa M., Pascoe S., Maddox D., Rhon D.I., Cleland J.A., Young J.L., *Prevalence and Extent of Low Back Pain and Low Back-Related Disability in Non-Care-Seeking Working-Age Adults*, *Musculoskeletal Science and Practice*, 60, 2022, s. 102572.
5. Fatoye F., Gebrye T., Odeyemi I., *Real-World Incidence and Prevalence of Low Back Pain Using Routinely Collected Data*, *Rheumatology International*, 39, 2019, s. 619-626.
6. Balagué F., Mannion A.F., Pellisé F., Cedraschi C., *Non-Specific Low Back Pain*, *Lancet*, 379, 2012, s. 482-491.

7. Sánchez Milá Z., Muñoz T.V., Ferreira Sánchez M.D.R., Frutos Llanes R., Barragán Casas J.M., Rodríguez Sanz D., Velázquez Saornil J.J., *Therapeutic Exercise Parameters, Considerations and Recommendations for the Treatment of Non-Specific Low Back Pain: International DELPHI Study*, Journal of Personalized Medicine, 13(10), 2023, s. 1510.
8. Knezevic N.N., Candido K.D., Vlaeyen J.W.S., Van Zundert J., Cohen S.P., *Low Back Pain*, Lancet, 398(10294), 2021, s. 78-92.
9. Kongsted A., Kent P., Axen I., Downie A.S., Dunn K.M., *What Have We Learned from Ten Years of Trajectory Research in Low Back Pain?*, BMC Musculoskeletal Disorders, 17, 2016, s. 220.
10. Partanen J.V., Ojala T.A., Arokoski J.P., *Myofascial Syndrome and Pain: A Neurophysiological Approach*, Pathophysiology, 17(1), 2010, s. 19-28.
11. Wilke J., Schleip R., Klingler W., Stecco C., *The Lumbodorsal Fascia as a Potential Source of Low Back Pain: A Narrative Review*, BioMed Research International, 2017, s. 5349620.
12. Fede C., Porzionato A., Petrelli L., Fan C., Pirri C., Biz C., De Caro R., Stecco C., *Fascia and Soft Tissues Innervation in the Human Hip and Their Possible Role in Post-Surgical Pain*, Journal of Orthopaedic Research, 38(7), 2020, s. 1646-1654.
13. Kondrup F., Gaudreault N., Venne G., *The Deep Fascia and Its Role in Chronic Pain and Pathological Conditions: A Review*, Clinical Anatomy, 35(5), 2022, s. 649-659.
14. Marpalli S., Mohandas Rao K.G., Venkatesan P., George B.M., *The Morphological And Microscopical Characteristics of Posterior Layer of Human Thoracolumbar Fascia; A Potential Source of Low Back Pain*, Morphologie, 105(351), 2021, s. 308-315.
15. Bordonì B., Mahabadi N., Varacallo M., *Anatomy, Fascia*, [w:] StatPearls [Internet]. Treasure Island, Floryda, Wydawnictwo: StatPearls LLC, 2023, 17 lipca.
16. Stecco C., Macchi V., Porzionato A., Duparc F., De Caro R., *The Fascia: The Forgotten Structure*, Italian Journal of Anatomy and Embryology, 116(3), 2011, s. 127-138.
17. Stecco C., Tiengo C., Stecco A., Porzionato A., Macchi V., Stern R., De Caro R., *Fascia Redefined: Anatomical Features and Technical Relevance in Fascial Flap Surgery*, Surgical and Radiologic Anatomy, 35(5), 2013, s. 369-376.
18. Schleip R., Klingler W., *Active Contractile Properties of Fascia*, Clinical Anatomy, 32(7), 2019, s. 891-895.
19. McCombe D., Brown T., Slavin J., *The Histochemical Structure of the Deep Fascia and Its Structural Response to Surgery*, The Journal of Hand Surgery, 26(2), 2001, s. 89-97.
20. Schilder A., Hoheisel U., Magerl W., Benrath J., Klein T., Treede R.D., *Sensory Findings after Stimulation of the Thoracolumbar Fascia with Hypertonic Saline Suggest Its Contribution To Low Back Pain*, Pain, 155, 2014, s. 222-231.
21. Vleeming A., Pool-Goudswaard A.L., Stoeckart R., van Wingerden J.P., Snijders C.J., *The Posterior Layer of the Thoracolumbar Fascia. Its Function in Load Transfer from Spine To Legs*, Spine, 20 (7), 1995, s. 753-758.
22. Willard F.H., Vleeming A., Schuenke M.D., Danneels L., Schleip R., *The Thoracolumbar Fascia: Anatomy, Function and Clinical Considerations*, Journal of Anatomy, 221(6), 2012, 507-536.
23. Silfies S.P., Ebaugh D., Pontillo M., Butowicz C.M., *Critical Review of the Impact of Core Stability On Upper Extremity Athletic Injury and Performance*, Brazilian Journal of Physical Therapy, 19, 2015, s. 360e368.
24. Stevens T.D., Langevin H.M., Fox J.R., Badger G.J., Bouffard N.A., Hkrag M., Wu J., Henry S.M., *Ultrasound Evidence of Altered Lumbar Connective Tissue Structure in Human Subjects with Chronic Low Back Pain*, BMC Musculoskeletal Disorders, 10, 2010, s. 151.
25. Ranger T.A., Teichtahl A.J., Cicuttini F.M., Wang Y., Wluka A.E., Jones G., Urquhart D. M., *Shorter Lumbar Paraspinal Fascia Is Associated with High Intensity Low Back Pain and Disability*, Spine, 41, 2015, s. 489e493.
26. Anatomy 3D Atlas. Catfish Animation Studio, online: <https://apps.apple.com/pl/app/anatomy-3d-atlas/id1034069206?l=pl>, [data dostępu: 19.06.2024].

27. Hodges P., Kaigle-Holm A., Holm S., Ekström L., Cresswell A., Hansson T., Thorstensson A., *Intervertebral Stiffness of the Spine Is Increased By Evoked Contraction of Transversus Abdominis and The Diaphragm: In Vivo Porcine Studies*, Spine, 28(23), 2003, s. 2594-2601.
28. Vleeming A., Schuenke M.D., Danneels L., Willard F.H., *The Functional coupling of the Deep Abdominal and Paraspinal Muscles: The Effects of Simulated Paraspinal Muscle Contraction on Force Transfer To the Middle and Posterior Layer of the Thoracolumbar Fascia*, Journal of Anatomy, 225(4), 2014, s. 447-462.
29. Nourbakhsh M.R., Arab A.M., *Relationship Between Mechanical Factors and Incidence of Low Back Pain*, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 32(9), 2002, s. 447-460.
30. Blain M., Bedretdinova D., Bellin M.F., Rocher L., Gagey O., Soubeyrand M., Creze M., *Influence of Thoracolumbar Fascia Stretching on Lumbar Back Muscle Stiffness: A Supersonic Shear Wave Elastography Approach*, Clinical Anatomy, 32(1), 2019, s. 73-80.
31. Langevin H.M., Stevens-Tuttle D., Fox J.R., Badger G., Bouffard N.A., Krag M.H., Wu J., Henry S.M., *Ultrasound Evidence of Altered Lumbar Connective Tissue Structure in Human Subjects with Chronic Low Back Pain*, BMC Musculoskeletal Disorder, 10, 2009, s. 151.
32. Almeida S., Eapen C., Krishnan S., *Association of Thoraco-Lumbar Fascia Length in Individuals with Non-Specific Low Back Pain - An Observational Study*, Journal of Bodywork and Movement Therapies, 24(4), 2020, s. 581-587.
33. Langevin H.M., Fox J.R., Koptiuch C., Badger G.J., Greenan-Naumann A.C., Bouffard N.A., Konofagou E.E., Lee W.N., Triano J.J., Henry S.M., *Reduced Thoracolumbar Fascia Shear Strain in Human Chronic Low Back Pain*, BMC Musculoskeletal Disorder, 12, 2011, s. 203.
34. Tamartash H., Bahrpeyma F., Mokhtari Dizaji M., *Ultrasound Evidence of Altered Lumbar Fascia in Patients with Low Back Pain*, Clinical Anatomy, 36(1), 2023, s. 36-41.
35. Pirri C., Pirri N., Guidolin D., Macchi V., Porzionato A., De Caro R., Stecco C., *Ultrasound Imaging of Thoracolumbar Fascia Thickness: Chronic Non-Specific Lower Back Pain versus Healthy Subjects; A Sign of a "Frozen Back"?*, Diagnostics (Basel, Switzerland), 13(8), 2023, s. 1436.
36. Ranger T.A., Teichtahl A.J., Cicuttini F.M., Wang Y., Wluka A.E., O'Sullivan R., Jones G., Urquhart D.M., *Shorter Lumbar Paraspinal Fascia Is Associated With High Intensity Low Back Pain and Disability*, Spine, 41 (8), 2016, s. E489-E493.
37. Barry C.M., Kestell G., Gillan M., Haberberger R.V., Gibbins I.L., *Sensory Nerve Fibers Containing Calcitonin Gene-Related Peptide in Gastrocnemius, Latissimus Dorsi and Erector Spinae Muscles and Thoracolumbar Fascia in Mice*, Neuroscience, 291, 2015, s. 106-117.
38. Ożóg P., Weber-Rajek M., Radzimińska A., Goch A., *Analysis of Muscle Activity Following the Application of Myofascial Release Techniques for Low-Back Pain-A Randomized-Controlled Trial*, Journal of Clinical Medicine, 10(18), 2021, s. 4039.
39. Devantéry K., Morin M., Grimard J., Gaudreault N., *Effects of a Myofascial Technique on the Stiffness and Thickness of the Thoracolumbar Fascia and Lumbar Erector Spinae Muscles in Adults with Chronic Low Back Pain: A Randomized before-and-after Experimental Study*, Bioengineering (Basel, Switzerland), 10(3), 2023, s. 332.

Właściwości powięzi piersiowo-lędźwiowej u pacjentów z niespecyficznym zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowego

Streszczenie

Niespecyficzny ból odcinka lędźwiowego kręgosłupa stanowi istotny problem o znaczeniu ekonomicznym, społecznym i psychologicznym. Wśród struktur anatomicznych potencjalnie odpowiedzialnych za ten rodzaj bólu coraz częściej wymienia się powięź piersiowo-lędźwiową (TFL). Reorganizacja struktury powięzi może powodować zmiany w jej właściwościach, a w konsekwencji być źródłem bólu oraz powstawania alternatywnych wzorców ruchowych. Celem badania była ocena występowania zmian w zakresie mobilności, właści-

wości mechanicznych, wiskoelastycznych i napięcia tkanek miękkich w obrębie powięzi piersiowo-lędźwiowej u osób młodych z NLBP.

Badaniami objęto 22 chorych (średnia wieku: $24,64 \pm 1,26$) z NLBP oraz 28 osób zdrowych (średnia wieku $23,68 \pm 0,8$). Wykorzystano następujące metody badawcze: miometrię z wykorzystaniem algometru (MyotonPro) umożliwiającego pomiar parametrów biomechanicznych, wiskoelastycznych i stanu napięcia tkanek oraz goniometrię z zastosowaniem urządzenia Motion Sensor MOOVER do pomiaru ruchomości kręgosłupa. Ból oceniono w skali VAS. Otrzymane u osób chorych wyniki badań porównano z osobami zdrowymi.

W obrębie kręgosłupa lędźwiowego na wysokości L4, L2 oraz mięśnia najszerzego grzbietu wykazano wyższą: częstotliwość, sztywność, tłumienie, natomiast niższy czas relaksacji i odkształcenie u chorych z LBP w porównaniu z osobami zdrowymi ($p < 0,05$). Zaobserwowano istotnie większy zakres ruchu kręgosłupa u osób zdrowych (bez NLBP) w odniesieniu do badanych z NLBP, wykonany w pozycji, rozciągającej TLF ($p < 0,05$). Wraz ze wzrostem dolegliwości bólowych w skali VAS zanotowano obniżenie częstotliwości, sztywności, tłumienia, natomiast wzrost relaksacji i odkształcenia u chorych z NLBP ($p < 0,05$).

Stan napięcia, właściwości mechaniczne i wiskoelastyczne tkanek miękkich w obrębie TLF u osób z NLBP różnią się od właściwości tych samych anatomicznych struktur u osób zdrowych. Istnieje dodatnia zależność między poziomem dolegliwości bólowych a właściwościami mechanicznymi i tonusem oraz ujemna między odczuwanym bólem, a właściwościami wiskoelastycznymi tkanek miękkich w obrębie TLF u osób z NLBP. Ruchomość kręgosłupa chorych z NLBP różni się od ruchomości u osób zdrowych jedynie w pozycji determinującej rozciągnięcie TLF. Przywołane obserwacje sugerują, że zmiany właściwości, a w związku z tym struktury tkanek miękkich w obrębie TLF mogą być zarówno źródłem bólu, jak i ograniczenia mobilności tkanek u osób młodych z NLBP.

Słowa kluczowe: niespecyficzny ból odcinka lędźwiowego kręgosłupa, powięź piersiowo-lędźwiowa, tkanki miękkie, ruchomość kręgosłupa, miometria

Properties of the Thoracolumbar Fascia in Patients with Non-Specific Low Back Pain

Abstract

Non-specific low back pain (NLBP) is a significant problem of economic, social and psychological importance. Among the anatomical structures potentially responsible for this disorders, the thoracolumbar fascia (TLF) is increasingly mentioned. Reorganization of the fascia structure may cause changes in its properties and, consequently, be a source of pain and the development of alternative movement patterns. The aim of the study was to assess the occurrence of changes in mobility, mechanical and viscoelastic properties and soft tissue tension within the thoracolumbar fascia in young people with NLBP.

The study included 22 patients (mean age: 24.64 ± 1.26) with LBP and 28 healthy people (mean age: 23.68 ± 0.8). The following research methods were used: myometry using an algometer (MyotonPro), enabling the measurement of biomechanical, viscoelastic parameters and the state of tissue tension, and goniometry using the Motion Sensor MOOVER device to measure spine mobility. Pain was assessed on the VAS scale. The test results obtained in patients with LBP were compared with those of healthy people. Results: In the lumbar spine at the level of L4, L2 and the latissimus dorsi muscle higher: frequency, stiffness, decrement, and lower relaxation time and creep in patients with LBP compared to healthy people ($p < 0.05$). As pain increased on the VAS scale, a decrease in frequency, stiffness and decrement was noted, while an increase in relaxation and deformation was observed in patients with LBP ($p < 0.05$).

The state of tension, mechanical and viscoelastic properties of soft tissues within the TLF in people with NLBP differ from the properties of the same anatomical structures in healthy people. There is a positive relationship between the level of pain and the mechanical properties and tone, and a negative relationship between the level of pain and the viscoelastic properties of soft tissues within the TLF in people with NLBP. The mobility of the spine in people with NLBP differs from that in healthy people only in the position determining the extension of the TLF. The above-mentioned observations suggest that changes in the properties and, therefore, the structure of soft tissues within the TLF may be a source of both pain and limited tissue mobility in young people with NLBP.

Keywords: non-specific low back pain, thoracolumbar fascia, soft tissues, spine mobility, myometry

Leptyna w otyłości – możliwości terapeutyczne

1. Wstęp i cel

Otyłość i związane z nią schorzenia stały się globalnym problemem medycznym – w 2022r. 43% osób dorosłych miało nadwagę, a 16% było otyłe. Według WHO (ang. *World Health Organization*, Światowa Organizacja Zdrowia) otyłość definiuje się jako *nieprawidłowe lub nadmierne gromadzenie się tkanki tłuszczowej, które może mieć niekorzystny wpływ na zdrowie*. Podstawową przyczyną otyłości jest brak równowagi pomiędzy kaloriami spożywanymi a wydatkowanymi. Nadwagę i otyłość, uważane dawniej za problem krajów o wysokich dochodach, coraz częściej obserwuje się obecnie w krajach o dochodach średnich oraz niskich. Nierzadko zdarza się, że otyłość paradoksalnie współistnieje z niedożywieniem w tym samym kraju, społeczności czy nawet w tym samym gospodarstwie domowym [1].

Rozwojowi otyłości sprzyja coraz częściej występujący siedzący tryb życia, brak aktywności fizycznej oraz spożywanie produktów o dużej zawartości energii w postaci cukrów prostych oraz tłuszczów [1]. Czynniki te obserwowano zwłaszcza w okresie pandemii COVID-19 [2, 3]. Ponadto wskazuje się także na inne czynniki predysponujące do otyłości, niezależne od bilansu kalorycznego, takie jak: wpływ neuroendokrynej aktywności mózgu, zmiany ilościowe i jakościowe mikrobioty jelitowej czy zmniejszenie masy mięśniowej i siły [4].

Nadmierne otluszczenie organizmu jest znanym czynnikiem ryzyka wystąpienia szeregu chorób cywilizacyjnych, do których zaliczyć można przede wszystkim: nadciśnienie tętnicze, chorobę niedokrwienną serca [5], cukrzycę typu 2 i inne zaburzenia metabolizmu węglowodanów [6], stłuszczenie wątroby [7], bezdech senny [8], łuszczycowe zapalenie stawów [9], zaburzenia miesiączkowania (prowadzące do braku owulacji i bezpłodności) [10] oraz niektóre rodzaje nowotworów (m.in. nerek, trzustki, żołądka, jelita grubego, piersi, jajnika, pęcherzyka żółciowego i tarczycy) [11]. Wszystkie te choroby mogą prowadzić w bliższej lub dalszej perspektywie czasu do zwiększonego ryzyka śmierci [5]. Pogłębiający się kryzys zdrowotny, jakim jest otyłość, odwraca niedawny wzrost średniej długości życia i stanowi ogromne obciążenie dla systemów opieki zdrowotnej. Wskazuje się także na duże obciążenie ekonomiczne i gospodarcze – opuszczone dni w pracy spowodowane chorobą [12, 13].

Otyłość to nie tylko zwiększona ilość tkanki tłuszczowej, ale także zwiększone uwalnianie adipokiny do krwiobiegu. Ze względu na ogólnoświatowy problem otyłości, adipokiny zyskują coraz większe znaczenie w diagnostyce i nowych strategiach farmakologicznych tej jednostki chorobowej [14].

W niniejszym przeglądzie dokonano analizy dostępnej literatury dotyczącej roli leptyny, jednej z najważniejszych adipokiny, w mechanizmach zapalnych otyłości oraz możliwości jej zastosowania jako markera diagnostycznego w monitorowaniu otyłości.

¹ adrianna.dzidek@doctoral.awf.krakow.pl, Szkoła Doktorska Nauk o Kulturze Fizycznej, Wydział Rehabilitacji Ruchowej, Akademia Wychowania im. Bronisława Czecha w Krakowie.

² anna.piotrowska@awf.krakow.pl Zakład Chemii i Biochemii, Instytut Nauk Podstawowych, Wydział Rehabilitacji Ruchowej, Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie.

2. Materiał i metoda

Dokonano przeglądu artykułów naukowych o charakterze przeglądowym oraz badawczym z lat 2017-2024. Przegląd oparto na pozycjach wyszukanych przy pomocy bibliometrycznej bazy danych PUBMED. Wyselekcjonowanie odpowiednich pozycji naukowych było możliwe dzięki zastosowaniu słów kluczy: otyłość (ang. *obesity*), tkanka tłuszczowa (ang. *adipose tissue*), adipokiny (ang. *adipokines*), leptyna (ang. *leptin*). Kryterium włączenia stanowił język (włączono prace napisane w języku polskim i angielskim) oraz dostępność do pełnej wersji publikacji naukowej. Prócz opisu pierwszych badań dotyczących leptyny, nie omawiano badań prowadzonych w modelu zwierzęcym.

3. Wyniki

3.1. Tkanka tłuszczowa

Tkanka tłuszczowa (AT, ang. *adipose tissue*) jest dynamicznym narządem, rozmieszczonym w całym organizmie. Należy do grupy tkanek łącznych, mających zapewnić spójność narządom i układom [15,16]. Zbudowana jest z komórek tłuszczowych – adipocytów, preadipocytów i komórek układu odpornościowego. Nieustannie ulega przebudowie, posiada niemal nieograniczoną zdolność do rozszerzania się w czasie otyłości [16,17]. Stanowi od 20-28% masy ciała zdrowych osób, w zależności od płci i stanu energetycznego. W otyłości może stanowić do 80% masy ciała [15].

Tkanka tłuszczowa, oprócz regulowania homeostazy energetycznej, pełni funkcję ochraniającą mechanicznie narządy, sama jest także narządem endokrynnym. Wydziela cytokiny zwane adipokinami, które wpływają na funkcje szeregu tkanek oraz całego organizmu [18–21].

Wyróżniono białą tkankę tłuszczową (WAT, ang. *white adipose tissue*) oraz brązową tkankę tłuszczową (BAT, ang. *brown adipose tissue*). Największa część AT to WAT, która składa się głównie z adipocytów, ale zawiera również preadipocyty, fibroblasty, komórki odpornościowe oraz komórki naczyniowe [15, 16, 22]. WAT znajduje się w głównych narządach i naczyniach krwionośnych w jamie brzusznej oraz w tkance podskórnej i wytwarza dużą liczbę adipokin i lipokin [15]. BAT stanowi średnio 4,3% całej AT u osoby dorosłej i można ją znaleźć w odcinku szyjnym, nadobojczykowym, pachowym, przykręgosłupowym, śródpiersiowym oraz w złogach brzusznych. Pełni funkcję ochronną przed hipotermią, poprzez rozpraszanie energii w postaci ciepła (termogeneza). Wskazuje się także na działanie BAT przeciw otyłości i cukrzycy [15, 16, 23].

Otyłość powoduje przewlekły stan zapalny tkanki tłuszczowej o niskim nasileniu. W obrazie otyłości, AT może się rozszerzać poprzez powiększenie istniejących adipocytów (hipertrofia) lub poprzez zwiększenie liczby adipocytów (hiperplazja). Maksymalna hipertrofia może skutkować wyczerpaniem zdolności magazynowania lipidów w adipocytach i wywołać ektopowe magazynowanie tłuszczu w innych narządach, takich jak wątroba, przyczyniając się tym samym do rozwoju zespołu metabolicznego. Ponadto, zwiększone magazynowanie lipidów powoduje niedotlenienie i zwiększoną śmierć komórek. Adipocyty zaczynają wydzielać cytokiny prozapalne, przede wszystkim: czynnik martwicy nowotworów (TNF- α , ang. *Tumor Necrosis Factor α*), interleukiny: IL-6, IL-8 oraz MCP-1 (białko chemotaktyczne monocytów) [16,22].

3.2. Adipokiny

W okresie obejmującym lata 50.-70. XX w., w badaniach prowadzonych w modelach zwierzęcych wykazano na istnienie czynników regulujących masę ciała występujących w krążeniu – adipokin. Odnotowano normalizację masy ciała otyłych gryzoni, po wprowadzeniu do ich krwioobiegu krwi pobranej od gryzoni szczupłych [24-26]. Odkrycia te rozpoczęły nowy kierunek badań związanych z patofizjologią otyłości.

Pełen garnitur ludzkich adipokin nadal nie jest w dokładnie scharakteryzowany, jednak wskazuje się na obecność 600 potencjalnych białek wydzielanych przez tkankę tłuszczową. Adipokiny wytwarzane przez AT są substancjami biologicznie aktywnymi, działającymi jak hormony. Komórkowe białka sygnalizacyjne regulują różne procesy biologiczne w narządach docelowych, w tym w mięśniach, sercu, mózgu, trzustce, wątrobie i układzie odpornościowym [17].

Adipokiny przyczyniają się do regulacji apetytu i sytości, dystrybucji tłuszczu, wydatku energetycznego, nasilenia stanu zapalnego oraz homeostazy węglowodanowej poprzez kontrolę wydzielania insuliny i wrażliwości tkanek na ten hormon [21]. U osób z prawidłowym stanem metabolicznym istnieje równowaga pro- i przeciwzapalnych adipokin [17]. W otyłości, wzrost WAT prowadzi do zmian w profilu adipokin – zwiększa się stężenie adipokin prozapalnych (leptyna, rezystyna) oraz obniża się stężenie adipokin przeciwzapalnych (adiponektyna) [19]. Trzewna akumulacja tkanki tłuszczowej związana jest z przerostem adipocytów, które rekrutują naciekające komórki odpornościowe. Uwalniane są adipokiny, które prowadzą do rozwoju ogólnoustrojowego stanu zapalnego o niskim nasileniu (LGI, ang. *Low Grade Inflammation*) oraz szeregu konsekwencji metabolicznych, w tym przede wszystkim insulinooporności.

Zwiększone zużycie energii, np. poprzez zastosowanie ćwiczeń fizycznych, będzie stymulowało termogenezę i poprzez poprawę metabolizmu węglowodanów związaną ze zwiększoną utylizacją glukozy przez tkanki insulinowrażliwe, będzie wywoływać obniżenie LGI [20]. Wydzielanie leptyny zmienia się w dysfunkcji tkanki tłuszczowej i może przyczyniać się do rozwoju chorób związanych z otyłością [21]. To dwustronne połączenie leptyna – AT pozwala na projektowanie szeregu możliwości terapeutycznych.

3.2.1. Leptyna i możliwości terapeutyczne

Leptyna, jedna z najbardziej znanych adipokin prozapalnych to hormon peptydowy, zawierający 167 reszt aminokwasów, wytwarzany głównie przez WAT [27]. Mniejsze ilości leptyny wykryto także w BAT, łożysku, żołądku, mięśniach, szpiku kostnym, zębach i mózgu. Leptyna krąży we krwi w postaci wolnej (forma aktywna biologicznie), jak i związanej z białkami osocza. Równowaga między wolną i związaną leptyną reguluje jej biodostępność [28]. Leptyna bierze udział w kontroli apetytu, uczucia sytości, przyjmowania pokarmu, wydatku energetycznym, funkcjach rozrodczych oraz płodności [27]. Jej stężenie we krwi jest wprost proporcjonalne do masy tkanki tłuszczowej i odzwierciedla stan metaboliczny organizmu – zwiększa się u pacjentów z otyłością oraz po spożyciu pokarmu i zmniejsza przy utracie wagi oraz podczas postu [29]. Mechanizm ten jest związany z adaptacyjną odpowiedzią fizjologiczną na stan głodu [28]. Wydzielanie leptyny jest stymulowane poprzez insulinę, kortykosteroidy oraz TNF- α , a hamowane pod wpływem katecholamin oraz hormonów tarczycy [28].

Hiperleptynemia wywołana otyłością stymuluje produkcję cytokin prozapalnych: TNF- α , IL-6, IL-2, IL-1 β oraz hamuje uwalnianie cytokiny przeciwzapalnej (IL-4)

oraz adiponektyny [17,20]. Leptyna stymuluje wydzielanie TNF- α , a z drugiej strony ekspozycja na TNF- α zwiększa ekspresję leptyny w tkance tłuszczowej. Taki mechanizm tworzy pętlę sprzężenia zwrotnego promującą stan zapalny, który u większości pacjentów otyłych przyjmuje formę LGI [28].

Pionierskie badania nad leptyną dotyczyły jej roli w regulacji homeostazy energetycznej i otyłości, a punkty uchwytu tego białka wskazywano na poziomie centralnego układu nerwowego. Zauważono, że u osób z niedoborem leptyny w dzieciństwie rozwija się otyłość. Pacjentów tych leczono substytucyjnie leptyną, która hamowała nadmierny apetyt i zwiększała wydatek energetyczny. Obecnie wiadomo, że większość otyłych pacjentów charakteryzuje się jednak podwyższonym stężeniem krążącej we krwi leptyny w porównaniu z osobami o prawidłowej masie ciała [30]. Wskazuje się, że u tych osób występować mogą mechanizmy związane z opornością na ten hormon [31]. Jednak dokładne poznanie tych mechanizmów wciąż pozostaje niezbadane. Wskazuje się między innymi na upośledzenie transportu leptyny przez barierę krew mózg [32]. W związku z tym, terapie farmakologiczne otyłości z zastosowaniem leptyny wymagają prowadzenia dalszych badań.

Tabela 1. Czynniki warunkujące zmiany stężenia leptyny

Bodziec	Kierunek zmian stężenia leptyny
Operacja bariatryczna [33]	↓
20 zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej BMI >30 [34]	↓
20 zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej BMI <24,9 [34]	→
20 zimowych kąpielí wodnych BMI prawidłowe [35]	↑
Dieta ketogeniczna [36]	↓
Zmodyfikowana dieta śródziemnomorska [37]	↓
Dieta bogata w błonnik [38]	↓
Dieta wysokobiałkowa i niskoglikemiczna [39]	↓
Stosowanie oleju z czarnuszki (<i>Nigella sativa</i> L.) [40]	↓
Trening aerobowy [41, 42]	↓
Trening oporowy [43]	→

Źródło: opracowanie własne; ↓ – spadek stężenia; ↑ – wzrost stężenia; → – brak zmian; BMI (ang. *Body Mass Index*) [kg/m²]

W pracy Wilhelm i wsp. (2021) porównano wyniki badań biochemicznych krwi 98 pacjentów – w tym wyniki 47 osób oczekujących na operację bariatryczną (wiek $45,04 \pm 10,67$ lat; BMI $46,92 \pm 7,42$ kg/m²) z wynikami 51 osób po operacji bariatrycznej (wiek $41,67 \pm 11,27$ lat; BMI $32,21 \pm 4,43$ kg/m²). Stwierdzono istotnie wyższe stężenia leptyny u skrajnie otyłych pacjentów przed operacją bariatryczną i wskazano na znaczące obniżenie stężenia tego białka w surowicy po operacji bariatrycznej ($p < 0,001$).

Wzrost masy tkanki tłuszczowej prowadzi do znacznej indukcji leptyny, a jej ekspresja zmniejsza się podczas utraty masy ciała [33].

Najskuteczniejszą aktywację BAT u ludzi uzyskuje się termogenezą wywołaną zimnem [44]. Leitner i wsp. (2019) wskazali, że aktywność BAT zbliża się do szczytowej funkcji tuż po rozpoczęciu chłodzenia. Po usunięciu ekspozycji na zimno aktywna objętość BAT spada, jednak proces dezaktywacji utrzymuje się nawet do kilku godzin. Kinetyka ludzkiego BAT charakteryzuje się zatem szybkim wzrostem w odpowiedzi na bodziec kriogeniczny, ale stopniowym spadkiem po ponowny ogrzaniu organizmu [45]. Na tej podstawie wskazuje się, że krótkotrwała ekspozycja na zimno, jaką jest krioterapia ogólnoustrojowa, może być stosowana w celu aktywacji BAT i leczenia otyłości oraz chorób współistniejących.

Leptyna, odgrywająca kluczową rolę w kontroli homeostazy energetycznej, działa poprzez wiązanie z receptorami LepR (receptor dla leptyny), występującymi głównie w podwzgórz. Biało to stymuluje termogenezę BAT poprzez aktywację ośrodkowych LepR działających głównie poprzez sympatyczny układ nerwowy [44]. Obniżenie stężenia leptyny podczas serii zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej, na co wskazują poniższe prace, może zatem być ściśle powiązane z aktywacją BAT.

Pilch i wsp. (2022) odnotowali znaczny spadek stężenia leptyny oraz TNF- α po serii 20 zabiegów krioterapii ogólnoustrojowej (WBC, ang. *Whole Body Cryotherapy*) u mężczyzn z różnymi stopniami otyłości (grupa o BMI 30-34,9 kg/m² oraz grupa o BMI > 35 kg/m²). W grupie kontrolnej, o prawidłowej masie ciała (BMI < 24,9) nie wskazano różnic w stężeniu leptyny po serii zabiegów WBC [34]. Ptaszek i wsp. (2023) analizowali zmiany stężeń wybranych adipokin, w tym także leptyny, pod wpływem 20 zabiegów WBC oraz 20 zimowych kąpiei wodnych (tzw. morsowanie). W badaniu tym uczestniczyła także grupa kontrolna, która nie była poddana żadnym zabiegom. Każda z grup składała się z 30 osób (15 mężczyzn i 15 kobiet). Wskazano na wzrost stężenia leptyny u kobiet i mężczyzn uprawiających zimowe pływanie oraz tendencję wzrostową u kobiet poddanych zabiegom WBC. Jedynie u mężczyzn po serii WBC odnotowano znamienne spadki stężenia leptyny [35]. Zaznaczyć jednak należy, że w badaniach tych wzięły udział osoby o BMI uznawanym za wartość prawidłową. Natomiast w projekcie Pilch i wsp. (2022) grupy eksperymentalne stanowiły osoby otyłe, których wyjściowe wartości stężenia leptyny wykaczały poza zakres referencyjny. Może to oznaczać, że pozytywne działanie kriostymulacji będzie zauważalne jedynie u osób z zaburzeniami funkcjonowania tkanki tłuszczowej lub że zmiana stężenia leptyny wywołana przez bodziec termiczny będzie inna u osób z prawidłową jej aktywnością oraz u osób z leptynoopornością. Tezę tę podkreślają kolejne badania, gdzie obniżenie stężenia leptyny wskazano po zastosowaniu 10 zabiegów WBC wykonywanych z częstotliwością raz/dwa razy w tygodniu u osób z cukrzycą typu II lub zespołem metabolicznym, których BMI wahało się w granicach 26,5-30,2 kg/m² i odpowiadało osobom z nadwagą i otyłością [46].

Poza bodźcowaniem organizmu niskimi temperaturami, badano także inne możliwości wpływu na skład ciała, a przez to modyfikowanie stężenia leptyny we krwi. Jako terapie uzupełniające, pomagające regulować czynniki zapalne, zaleca się niektóre składniki diety oraz ekstrakty ziołowe [47]. Obecnie wiadomo już, że zastosowanie diety ketogenicznej [36], zmodyfikowanej diety śródziemnomorskiej [37], diety bogatej w błonnik [38] oraz wysokobiałkowej i niskoglikemicznej [39] może znacząco obniżyć stężenie leptyny. Codzienna suplementacja olejem z czarnuszki (*Nigella sativa* L.) powoduje

obniżenie stężenia cytokin prozapalnych związanych z otyłością (IL-1, IL-1 β) oraz leptyny [40]. Lederer i wsp. (2022) wskazali na reakcję leptyny zależną od płci przy zmianie diety. W wyniku przejścia mężczyzn stosujących wcześniej dietę mieszaną (fleksitarianizm) na dietę bogatą w mięso po 4 tygodniach stwierdzono istotny wzrost stężenia leptyny. U kobiet nie odnotowano podobnych zależności [41]. Należy jednak zauważyć, że zmiana diety dotyczyła mężczyzn zdrowych o prawidłowym BMI. U wolontariuszy, prócz różnic w stężeniu leptyny, nie odnotowano żadnych niepożądanych aberracji w wynikach testów laboratoryjnych. Nie jest zatem jasne, czy wzrost stężenia leptyny w tym przypadku prowadził do patologicznie zwiększonego stanu zapalnego [41]. Brak negatywnego wpływu mimo wzrostu leptyny może także wynikać z krótkiego czasu prowadzenia obserwacji, co jednak wymagałoby potwierdzenia w kolejnych badaniach o przedłużonym protokole badawczym. Na uwagę zasługuje jednak obserwowana różnica reakcji na zmianę diety zależna od płci. Do podobnych wniosków doszli Kempf i wsp. (2022), którzy również potwierdzili, że stężenie leptyny w surowicy krwi koreluje z płcią [39].

Ośmiotygodniowy trening aerobowy o wysokiej intensywności połączony z dietą wysokobiałkową obniżył stężenie leptyny u chłopców z otyłością (wiek 5-12 lat; BMI pomiędzy 85. a 99. percentylem dla danej grupy wiekowej) [41]. Badania Li i wsp. (2022) wskazują, że już sam 16-tygodniowy trening aerobowy (4 dni w tygodniu po 60 min) wpłynął na znaczące obniżenie stężenia leptyny w surowicy krwi u otyłych, nastoletnich dziewczynek [42]. Praca Rezaeeshirazi (2022) wskazuje jednak, że nie każdy rodzaj treningu będzie tak efektywny jak trening aerobowy. W randomizowanych badaniach z udziałem otyłych mężczyzn wskazano, że trening aerobowy w porównaniu z oporowym może być użyteczną formą treningową u osób z grupy ryzyka rozwoju chorób metabolicznych, w tym poprzez obniżenie stężenia leptyny [43]. Wyniki badań na ten temat nie są jednak spójne. Valinejad i Khodaei (2022) odnotowali spadek stężenia leptyny zarówno w grupie z treningiem aerobowym, jak i oporowym. Uczestnicy badań mieli jednak dodatkowo stosowaną dietę ketogeniczną, a w grupie kontrolnej, która utrzymywała wyłącznie dietę ketogeniczną, również nastąpił spadek stężenia leptyny. Nie można zatem jednoznacznie stwierdzić, czy przy zastosowaniu samego treningu oporowego, bez diety ketogenicznej, wyniki byłyby podobne [48]. Pozytywny wpływ odpowiedniej diety i ćwiczeń fizycznych na stężenie leptyny potwierdzili także Salas-Salvadó i wsp. (2019) oraz Cipryan i wsp. (2021) [49,50].

Leptyna działa jako cytokina immunomodulująca, regulująca reakcje zapalne i funkcje odpornościowe [29]. Zdolność do magazynowania energii (regulowana przez sprzężenie zwrotne między tkanką tłuszczową a mózgiem), koordynowana przez leptynę, jest powiązana ze zdolnością tej adipokiny do aktywowania/wygaszania pewnych reakcji fizjologicznych na podstawie dostępności energii. Jedną z tych reakcji jest zdolność do aktywacji układu odpornościowego w celu zwalczania infekcji [51]. Receptor leptyny ulega ekspresji w całym układzie odpornościowym, a regulacyjne działanie leptyny obejmuje układ odporności wrodzonej i nabytej [52]. Przewlekłe LGI i podwyższone stężenie leptyny w otyłości zaburzają funkcje układu odpornościowego, zwiększając tym samym ryzyko ciężkiego przebiegu różnych chorób zakaźnych, co obserwowano chociażby na przykładzie choroby COVID-19 [51, 53].

Dodatkowo leptyna wykazuje działanie angiogenne i aterogenne, co wskazuje na jej potencjalny wpływ na rozwój chorób współistniejących w otyłości – cukrzycy typu II oraz chorób układu krążenia [17]. Obniżenie stężenia leptyny może być zatem również obiecującą strategią zapobiegania chorobom cywilizacyjnym współistniejącym z otyłością.

4. Wnioski

Adipokiny stają się obiecującym celem terapeutycznym u osób z otyłością. Leptyna, prozapalna adipokina, odgrywa ważną rolę w otyłości oraz w patogeniezie zaburzeń metabolicznych związanych z tą jednostką chorobową. W oparciu o dostępne dowody naukowe można stwierdzić, że istotne obniżenie stężenia leptyny jest możliwe do uzyskania poprzez zastosowanie odpowiedniej diety, treningów aerobowych oraz zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej. Pojawiają się dowody na korzystny efekt łączenia kilku bodźców, których celem ma być obniżenie stężenia leptyny (przede wszystkim połączenie treningu i diety). Na efektywność tych nefarmakologicznych metod obniżania stężenia leptyny wpływ może mieć płeć otyłego pacjenta. Modułacja stężenia leptyny tymi metodami może być stosowana jako główna lub wspomagająca terapia leczenia otyłości, zwłaszcza u osób, u których ze względów zdrowotnych nie można zastosować leczenia farmakologicznego.

Literatura

1. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [data dostępu: 18.07.2024].
2. Agurto H.S., Alcantara-Diaz A.L., Espinet-Coll E., Toro-Huamanchumo C.J., *Eating Habits, Lifestyle Behaviors and Stress during the COVID-19 Pandemic Quarantine among Peruvian Adults*, PeerJ, 11(9), 2021, s. e11431.
3. Alharbi H.F., Barakat H., *Effect of COVID-19 Pandemic on Dietary Habits and Sleep Quality Applying the Pittsburgh Sleep Quality Index in Adult Saudi Population: A Cross-Sectional Study*, International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(19), 2022, s. 11925.
4. Camacho S., Ruppel A., *Is the Calorie Concept a Real Solution to the Obesity Epidemic?*, Global Health Action, 10(1), 2017, s. 1289650.
5. Mayoral L.P., Andrade G.M., Mayoral E.P., Huerta T.H., Canseco S.P., Rodal Canales F.J., Cabrera-Fuentes H.A., Cruz M.M., Pérez Santiago A.D., Alpuche J.J., Zenteno E., Ruíz H.M., Cruz R.M., Jeronimo J.H., Perez-Campos E., *Obesity Subtypes, Related Biomarkers & Heterogeneity*, Indian Journal of Medical Research, 151(1), 2020, s. 11-21.
6. Piché M.E., Tchernof A., Després J.P., *Obesity Phenotypes, Diabetes, and Cardiovascular Diseases*, Circulation Research, 126, 2020, s. 1477-1500.
7. Polyzos S.A., Kountouras J., Mantzoros C.S., *Obesity and Nonalcoholic Fatty Liver Disease: from Pathophysiology to Therapeutics*, Metabolism, 92, 2019, s. 82-97.
8. Almendros I., Martinez-Garcia M.A., Farré R., Gozal D., *Obesity, Sleep Apnea, and Cancer*, International Journal of Obesity, 44(8), 2020, s. 1653-1667.
9. Kumthekar A., Ogdie A., *Obesity and Psoriatic Arthritis: A Narrative Review*, Rheumatology and Therapy, 7(3), 2020, s. 447-456.
10. Silvestris E., de Pergola G., Rosania R., Loverro G., *Obesity as Disruptor of the Female Fertility*, Reproductive Biology and Endocrinology, 16(1), 2018, s. 22.
11. Avgerinos K.I., Spyrou N., Mantzoros C.S., Dalamaga M., *Obesity and Cancer Risk: Emerging Biological Mechanisms and Perspectives*, Metabolism, 92, 2019, s. 121-135.
12. Elagizi A., Kachur S., Carbone S., Lavie C.J., Blair S.N., *A Review of Obesity, Physical Activity, and Cardiovascular Disease*, Current Obesity Reports, 9, 2020, s. 571-581.
13. Sakers A., De Siqueira M.K., Seale P., Villanueva C.J., *Adipose-Tissue Plasticity in Health and Disease*, Cell, 185, 2022, s. 419-446.
14. Zorena K., Jachimowicz-Duda O., Ślęzak D., Robakowska M., Mrugacz M., *Adipokines and Obesity. Potential Link to Metabolic Disorders and Chronic Complications*, International Journal of Molecular Sciences, 21, 2020, s. 3570.

15. Frigolet M.E., Gutiérrez-Aguilar R., *The Colors of Adipose Tissue*, Gaceta Medica de Mexico, 156(2), 2020, s. 142-149.
16. Koenen M., Hill M.A., Cohen P., Sowers J.R., *Obesity, Adipose Tissue and Vascular Dysfunction*, Circulation Research, 128, 2021, s. 951-968.
17. Kirichenko T.V., Markina Y.V., Bogatyreva A.I., Tolstik T.V., Varavaeva Y.R., Starodubova A.V., *The Role of Adipokines in Inflammatory Mechanisms of Obesity*, International Journal of Molecular Sciences, 23, 2022, s. 14982.
18. Liu L., Shi Z., Ji X., Zhang W., Luan J., Zahr T., Qiang L., *Adipokines, Adiposity, and Atherosclerosis*, Cellular and Molecular Life Sciences, 79(5), 2022, s. 272.
19. Ren Y., Zhao H., Yin C., Lan X., Wu L., Du X., Griffiths H.R., Gao D., *Adipokines, Hepatokines and Myokines: Focus on Their Role and Molecular Mechanisms in Adipose Tissue Inflammation*, Frontiers in Endocrinology, 13, 2022, s. 873699.
20. Kirk B., Feehan J., Lombardi G., Duque G., *Muscle, Bone, and Fat Crosstalk: the Biological Role of Myokines, Osteokines, and Adipokines*, Current Osteoporosis Reports, 18, 2020, s. 388-400.
21. Fasshauer M., Blüher M., *Adipokines in Health and Disease*, Trends in Pharmacological Sciences, 36, 2015, s. 461-470.
22. Taylor EB., *The Complex role of Adipokines in Obesity, Inflammation, and Autoimmunity*, Clinical Science, 135, 2021, s. 731-752.
23. Becher T., Palanisamy S., Kramer D.J., Eljalby M., Marx S.J., Wibmer A.G., Butler S.D., Jiang C.S., Vaughan R., Schoder H., Mark A., Cohen P., *Brown Adipose Tissue is Associated with Cardiometabolic Health*, Nature Medicine, 27(1), 2021, s. 58-65.
24. Coleman L., *Effects of Parabiosis of Obese with Diabetes and Normal Mice*, Diabetologia, 9(4), 1973, s. 294-298.
25. Hervey G.R., *The Effects of Lesions in the Hypothalamus in Parabolic Rats*, The Journal of Physiology, 145(2), 1959, s. 336-352.
26. Parameswaran S.V., Steffens A.B., Hervey G.R., Ruiter D.E., *Involvement of a humoral factor in regulation of body weight in parabolic rats*, American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 232(5), 1977, s. 150-157.
27. Chung H.S., Choi K.M., *Organokines in disease. In: Advances in Clinical Chemistry*, Academic Press Inc, 2020, s. 261-321.
28. Obradovic M., Sudar-Milovanovic E., Soskic S., Essack M., Arya S., Stewart A.J., Gojbori T., Isenovic E.R., *Leptin and Obesity: Role and Clinical Implication*, Frontiers in Endocrinology, 12, 2021, s. 585887.
29. Ren Y., Zhao H., Yin C., Lan X., Wu L., Du X., Griffiths H.R., Gao D., *Adipokines, Hepatokines and Myokines: Focus on Their Role and Molecular Mechanisms in Adipose Tissue Inflammation*, Frontiers in Endocrinology, 13, 2022, s. 873699.
30. Perakakis N., Farr O.M., Mantzoros C.S., *Leptin in Leanness and Obesity: JACC State-of-the-Art Review*, Journal of the American College of Cardiology, 77, 2021, s. 745-760.
31. Cui H., López M., Rahmouni K., *The Cellular and Molecular Bases of Leptin And Ghrelin Resistance in Obesity*, Nature Reviews. Endocrinology, 13(6), 2017, s. 338-351.
32. Izquierdo A.G., Crujeiras A.B., Casanueva F.F., Carreira M.C., *Leptin, Obesity, and Leptin Resistance: Where Are We 25 Years Later?*, Nutrients, 11, 2019, s. 2704.
33. Wilhelm J., Birkenstock A., Buchholz V., Müller A., Aly S.A., Gruner-Labitzke K., Koehler H., Lichtinghagen R., Jahn K., Groh A., Kahl K.G., de Zwaan M., Hillemacher T., Bleich S., Frieling H., *Promoter Methylation of LEP and LEPR before and after Bariatric Surgery: A Cross-Sectional Study*, Obesity Facts, 14(1), 2021, s. 93-99.
34. Pilch W., Piotrowska A., Wyrostek J., Czerwińska-Ledwig O., Ziemann E., Antosiewicz J., Zasada M., Kulesa-Mrowiecka M., Żychowska M., *Different Changes in Adipokines, Lipid Profile, and TNF-Alpha Levels between 10 and 20 Whole Body Cryostimulation Sessions in Individuals with I and II Degrees of Obesity*, Biomedicines, 10(2), 2022, s. 269.

35. Ptaszek B., Podsiadło S., Wójcik A., Czerwińska-Ledwig O., Teległów A., *The Influence of Whole-Body Cryotherapy or Winter Swimming on the Lipid Profile and Selected Adipokines*, BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 15(1), 2023, s. 135.
36. Brenton J.N., Lehner-Gulotta D., Woolbright E., Banwell B., Bergqvist A.G.C., Chen S., Coleman R., Conaway M., Goldman M.D., *Phase II Study of Ketogenic Diets in Relapsing Multiple Sclerosis: Safety, Tolerability and Potential Clinical Benefits*, Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 93(6), 2022, s. 637-644.
37. Gioxari A., Grammatikopoulou M.G., Katsarou C., Panagiotakos D.B., Toutouza M., Kavouras S.A., Sidossis L.S., Maraki M.I., *A Modified Mediterranean Diet Improves Fasting and Postprandial Glucoregulation in Adults with Overweight and Obesity: A Pilot Study*, International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(22), 2022, s. 15347.
38. Triffoni-Melo A. de T., de Castro M., Jordão A.A., Leandro-Merhi V.A., Dick-De-Paula I., Diez-Garcia R.W., *High-fiber diet promotes metabolic, hormonal, and satiety effects in obese women on a short-term caloric restriction*, Arquivos de Gastroenterologia, 60(2), 2023, s. 163-171.
39. Kempf K., Röhling M., Banzer W., Braumann K.M., Halle M., Schaller N., McCarthy D., Predel H.G., Schenkenberger I., Tan S., Toplak H., Martin S., Berg A., *Early and Strong Leptin Reduction Is Predictive for Long-Term Weight Loss during High-Protein, Low-Glycaemic Meal Replacement—A Subanalysis of the Randomised-Controlled ACOORH Trial*, Nutrients, 14(12), 2022, s. 2537.
40. Razmpoosh E., Safi S., Mazaheri M., Khalesi S., Nazari M., Mirmiran P., Nadjarzadeh A., *A Crossover Randomized Controlled Trial Examining the Effects of Black Seed (Nigella sativa) Supplementation on IL-1 β , IL-6 and Leptin, and Insulin Parameters in Overweight and Obese Women*, BMC Complementary Medicine and Therapies, 24(1), 2024, s. 22.
41. Lederer A.K., Storz M.A., Huber R., Hannibal L., Neumann E., *Plasma Leptin and Adiponectin after a 4-Week Vegan Diet: A Randomized-Controlled Pilot Trial in Healthy Participants*, International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(18), 2022, s. 1137.
42. Li C., Lyu S., Zhang J., *Effects of Aerobic Exercise on the Serum Leptin Level and Heart Rate Variability in the Obese Girl Children*, Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, s. 2298994.
43. Rezaeeshirazi R., *Aerobic Versus Resistance Training: Leptin and Metabolic Parameters Improvement in Type 2 Diabetes Obese Men*, Research Quarterly Exercise and Sport, 93(3), 2022, s. 537-547.
44. Seoane-Collazo P., Martínez-Sánchez N., Milbank E., Contreras C., *Incendiary Leptin*, Nutrients, 12, 2020, s. 472.
45. Leitner B.P., Weiner L.S., Desir M., Kahn P.A., Selen D.J., Tsang C., Kolodny G.M., Cypess A.M., *Kinetics of Human Brown Adipose Tissue Activation and Deactivation*, International Journal of Obesity, 43(3), 2019, s. 633-637.
46. Lushchik M., Danilova L., Tuzava H., Dudzik N., Zhauneryk S., *Whole Body Cryotherapy Effect on Weight Gain and Metabolic Parameters of Metabolic and Type 2 Diabetic Patients*, Endocrine Abstracts, 63, 2019, s. 930.
47. Teng L., Lee E.L., Zhang L., Barnes J., *Herbal Preparations for Weight Loss in Adults*, Cochrane Database of Systematic Reviews, 4, 2020, s. CD013576.
48. Valinejad A., Khodaei K., *Does Exercise During a Ketogenic Diet Effectively Alter Appetite Sensation, Appetite-Regulating Hormones, and Body Composition?*, Experimental Biology and Medicine, 247(21), 2022, s. 1898-1906.
49. Salas-Salvadó J., Díaz-López A., Ruiz-Canela M., Basora J., Fitó M., Corella D., Serra-Majem L., Wärnberg J., Romaguera D., Estruch R., Vidal J., Martínez J.A., Arós F., Vázquez C., Ros E., Vioque J., López-Miranda J., Bueno-Cavanillas A., Tur J.A.,

- Tinahones F.J., Martín V., Lapetra J., Pintó X., Daimiel L., Delgado-Rodríguez M., Matía P., Gómez-Gracia E., Díez-Espino J., Babio N., Castañer O., Sorlí J.V., Fiol M., Zulet M.Á., Bulló M., Goday A., Martínez-González M.Á., *Effect of a Lifestyle Intervention Program with Energy-Restricted Mediterranean Diet and Exercise on Weight Loss and Cardiovascular Risk Factors: One-Year Results of the PREDIMED-Plus Trial*, *Diabetes Care*, 42(5), 2019, s. 777-788.
50. Cipryan L., Dostal T., Plews D.J., Hofmann P., Laursen P.B., *Adiponectin/Leptin Ratio Increases after A 12-Week Very Low-Carbohydrate, High-Fat Diet, and Exercise Training in Healthy Individuals: A Non-Randomized, Parallel Design Study*, *Nutrition Research*, 87, 2021, s. 22-30.
51. Guglielmi V., Colangeli L., D'adamo M., Sbraccia P., *Susceptibility and Severity of Viral Infections in Obesity: Lessons From Influenza To Covid-19. Does Leptin Play a Role?*, *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 2021, s. 1-20.
52. Pérez-Pérez A., Vilariño-García T., Fernández-Riejós P., Martín-González J., Segura-Egea J.J., Sánchez-Margalet V., *Role of Leptin As a Link Between Metabolism and the Immune System*, *Cytokine and Growth Factor Reviews*, 35, 2017, s. 71-84.
53. Muskiet F.A.J., Carrera-Bastos P., Pruimboom L., Lucia A., Furman D., *Obesity and Leptin Resistance in the Regulation of the Type I Interferon Early Response and the Increased Risk for Severe COVID-19*, *Nutrients*, 14(7), 2022, s. 1388.

Leptyna w otyłości – możliwości terapeutyczne

Streszczenie

Otyłość to globalny problem będący uznanym czynnikiem występowania szeregu chorób cywilizacyjnych i, w konsekwencji: przedwczesnej śmierci. W patogenezie oraz przebiegu tej choroby obserwuje się zaburzenia związane z wytwarzaniem oraz aktywnością adipokin. Jest to zróżnicowana grupa związków wytwarzanych przez komórki tkanki tłuszczowej o szerokim wpływie tak na tkanki lokalne, jak i cały organizm. Wpływają na kolejne etapy procesów metabolicznych, modulując jednocześnie nasilenie stanu zapalnego i stresu oksydacyjnego, rozwój otyłości i innych chorób współistniejących. W niniejszym przeglądzie opisano funkcje jednej z najwcześniej poznanych, prozapalnych adipokin – leptyny. Podkreślono jej rolę w badaniach dotyczących patogenezy otyłości i jej powikłań, w regulacji apetytu i uczucia sytości, a przez to w ilości przyjmowania pokarmu. Opisano także szereg form niwelowania jej patologicznie wysokiego stężenia, w tym zastosowanie diety ketogenicznej oraz bodźców fizykalnych, w tym krioterapii ogólnoustrojowej. Opisano znaczenie aktywności fizycznej oraz metod łączonych w postaci interwencji dietetyczno-treningowych. Obiecujące wyniki notuje się dla zastosowania ćwiczeń aerobowych o wysokiej intensywności. Leptyna wciąż pozostaje ważnym markerem oraz celem terapeutycznym dla skutecznych interwencji związanych z leczeniem otyłości.

Słowa kluczowe: otyłość, adipokiny, leptyna

Leptin in Obesity – Therapeutic Options

Abstract

Obesity is a global problem that is a recognized factor in a number of diseases of civilization and, consequently: premature death. In the pathogenesis and course of this disease, disorders related to the production and activity of adipokines are observed. This is a diverse group of compounds produced by adipose tissue cells with a wide impact on both local tissues and the whole body. They influence the subsequent stages of metabolic processes while modulating the severity of inflammation and oxidative stress, the development of obesity and other comorbidities. This review describes the functions of one of the earliest known pro-inflammatory adipokines - leptin. Its role in studies of the pathogenesis of obesity and its complications, in the regulation of appetite and satiety sensation, and thus in the amount of food intake, is highlighted. Also described are a number of forms of leveling its pathologically high concentration, including the use of ketogenic diets and physical stimuli, including systemic cryotherapy. The importance of physical activity and combined methods in the form of dietary and training interventions are described. Promising results are noted for the use of high-intensity aerobic exercise. Leptin still remains an important marker and therapeutic target for effective interventions related to the treatment of obesity.

Keywords: obesity, adipokines, leptin

Wpływ nadmiernego otluszczenia dzieci 7-letnich na zdolność do wykonywania wysiłku wytrzymałościowego

1. Wprowadzenie

Wszelkiego rodzaju wynalazki techniki stały się nieodłączną częścią życia człowieka, a w szczególności młodych ludzi, co niestety wpływa na wybieranie przez dzieci i młodzież coraz bardziej statycznych form spędzania czasu. Podwórka opustoszały, młode pokolenie rzadziej spotyka się ze znajomymi na świeżym powietrzu, by tam organizować sobie aktywność. Godziny spędzone przed telewizorem, komputerem, z telefonem w rękę, a także sięganie po przekąski i dania typu fast food wpływają na nasilanie się problemu otyłości na świecie [1].

Ograniczenie aktywności fizycznej dzieci obserwujemy również na lekcjach wychowania fizycznego. Przyczyn możemy doszukiwać się zarówno po stronie prowadzących zajęcia, jak i po stronie rodziców. Dzieje się tak, ponieważ konsekwencje oraz roszczenia ze strony rodziców w przypadku nieszczęśliwych wypadków są bardzo duże. Nauczyciele przygotowują zajęcia w ten sposób, aby uniknąć jakichkolwiek urazów czy kontuzji u swoich podopiecznych. W związku z tym nie wykonuje się elementów gimnastycznych, lekkoatletycznych, które są fundamentalne do prawidłowego rozwoju. Ponadto bardzo dużym problemem są notoryczne zwolnienia uczniów przez ich prawnych opiekunów z zajęć sportowych, często z przyczyn, które są niedorzeczne. Rodzice nie zdają sobie sprawy, iż robią swoim dzieciom niesamowitą krzywdę, nie tylko odbierając dobrą zabawę, ale również sprawność i zdrowie [2].

Badania pokazują znaczny spadek sprawności fizycznej dzieci na przełomie ostatnich lat. Jeśli młody człowiek nie uczęszcza na zajęcia pozaszkolne, między innymi do klubów sportowych, to jego aktywność fizyczna jest bardzo mocno ograniczona. Samodzielne wyjścia dzieci na podwórka stają się rzadkością, a rodzice zazwyczaj są tak zapracowani, że wracają do domów późnym wieczorem, co nie wpływa na wybór aktywnego spędzenia czasu ze swoimi dziećmi [3].

Sytuacja epidemiologiczna w czasie pandemii wpłynęła negatywnie na możliwości aktywnego spędzania wolnego czasu. Ograniczenie swobodnego wychodzenia z domu, zamknięcie siłowni, stoków narciarskich, boisk szkolnych i placów zabaw, zakaz wychodzenia bez opiekuna trwające przez wiele miesięcy skutkowało utrwalaniem niebezpiecznego nawyku siedzenia w domu. Dodatkowo nauka zdalna wymuszała wiele godzin spędzania przed komputerem podczas zajęć lekcyjnych a później podczas odrabiania zadań domowych i przygotowania się do kolejnych zajęć. Czynności te wymuszają pozycję siedzącą, która nie sprzyja prawidłowemu rozwojowi postawy [4].

¹ Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Zakład Teorii Sportu.

² Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Zakład Teorii Sportu.

³ Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Zakład Teorii Sportu, Studenckie Koło Naukowe.

Kolejnym problemem są złe nawyki dotyczące odżywiania. Niestety często sięgamy po tzw. „śmieciowe jedzenie”, czyli fast foody. Nie są one zdrowe i na pewno nie stanowią dobrego sposobu odżywiania dla dzieci, które do prawidłowego rozwoju potrzebują odpowiednio zbilansowanej diety. Owoce, warzywa, mięso i inne produkty spożywcze, które kupujemy w supermarketach na przestrzeni lat stają się coraz bardziej zmodyfikowane genetycznie. Producenci szpikują je substancjami, które mają sprawić jak najszybszy wzrost oraz jak najdłuższą żywotność produktu. Rolnicy do upraw używają coraz większej ilości nawozów i oprysków, a żywność ekologiczna jest bardzo droga.

Wytrzymałość fizyczna definiowana jest jako zdolność organizmu do długotrwałego wysiłku. Ponadto określa się ją również jako zbiór zjawisk, które występują w celu zapewnienia równowagi procesów biologicznych podczas długotrwałego obciążenia fizycznego mięśni ludzkiego ciała. W zależności od definicji, również dwojako rozumie się pojęcie zmęczenia. W pierwszym przypadku wyznacznikiem wytrzymałości jest czas trwania wysiłku w określonej formie i intensywności. Czas ten ograniczony będzie zmęczeniem, które pojawi się w miarę przedłużania wysiłku. Natomiast w drugim przypadku o zmęczeniu możemy mówić, gdy organizm nie będzie już w stanie zapewnić równowagi procesów przebiegających w nim podczas wykonywania pracy mięśniowej. W literaturze znaleźć można jeszcze jedną definicję wytrzymałości uzależnioną od wydolności oraz biorącą pod uwagę również aspekt wpływu psychicznego. W tym podejściu wytrzymałość zdefiniowana jest jako *zdolność do długotrwałego znoszenia przez organizm stanów stresowych, wywołanych działaniem kompleksowych bodźców biologicznych i psychicznych związanych z wykonywaniem wysiłków fizycznych* [5].

Poziom wytrzymałości określają: sprawność układu sercowo-naczyniowego, układu oddechowego, metabolizm, nastawienie psychiczne (motywacja, siła woli, wysoka tolerancja na zmęczenie) oraz procesy energetyczne (tlenowe i beztlenowe). Należy również przyrzeć się klasyfikacjom wytrzymałości. Ze względu na wykorzystanie źródeł energetycznych wyróżniamy wytrzymałość tlenową, wytrzymałość tlenowo-beztlenową oraz wytrzymałość beztlenową [6].

Istotnym czynnikiem wpływającym na poziom wytrzymałości jest budowa i skład ciała. Do ustalenia poziomu tkanki tłuszczowej w naszym organizmie możemy posłużyć się kalkulatorem poziomu tkanki tłuszczowej (BFI, ang. *Body Fat Index*). Kalkulator ten uwzględnia płeć badanego, różną dla dziewczynek i chłopców. Wynik należy porównać z danymi przedstawionymi w tabeli 1 zawierającej odpowiednią klasyfikację [7].

Tkanka tłuszczowa jest niezbędna w organizmie dla:

- utrzymania odpowiedniej rezerwy energetycznej – „paliwo metaboliczne”;
- zachowania ciepłoty ciała – „izolator”;
- ochrony narządów wewnętrznych i stawów – amortyzacji, np. podczas upadków;
- reprodukcji – tkanka tłuszczowa i płodność są ze sobą związane, ze względu na produkcję hormonów steroidowych;
- rozpuszczania witamin z grupy A, D, E, K [8].

Jednak, aby funkcje te zostały prawidłowo spełnione, tkanka tłuszczowa powinna być utrzymywana na prawidłowym poziomie. Norma u dzieci w wieku 6-8 lat wynosi 12-16% masy ciała u dziewczynek i 11-15% u chłopców (tab. 1). Jej ilość w dużym stopniu zależy od stylu życia, szczególnie od ilości aktywności fizycznej oraz sposobu odżywiania. Przekroczenie ustalonych norm, zarówno nadmiar jak i niedobór, uważa się za szkodliwe dla zdrowia człowieka. Zaburzenie funkcjonowania tkanki tłuszczowej

może prowadzić do rozwoju: otyłości, chorób układu krążenia, chorób układu kostno-stawowego, chorób metabolicznych, wzrostu ryzyka wystąpienia niektórych nowotworów, chorób nerek, zaburzeń hormonalnych, w tym bezpłodności. Nadmierna ilość tkanki tłuszczowej to także brak pożądaney sylwetki, wykreowanej we współczesnym świecie, co może prowadzić do zaburzeń psychicznych, takich jak depresja oraz zaburzenia emocjonalne i lękowe [8].

Do obliczenia poziomu tkanki tłuszczowej wykorzystuje się współcześnie mechanizm bioimpedancji elektrycznej (jest metodą pomiaru składu ciała polegającą na zmierzeniu impedancji – rodzaju oporu elektrycznego tkanek, przez które jest przepuszczany prąd o niskim natężeniu; poszczególne tkanki, tj. kości, tkanka tłuszczowa, tkanka mięśniowa, wykazują inną oporność elektryczną ze względu na odmienny ich skład – zawartość wody i rozpuszczonych w niej elektrolitów). Specjalnie skonstruowane wagi określają nie tylko poziom tkanki tłuszczowej, ale również poziom tkanki mięśniowej, tkanki tłuszczowej wisceralnej, masę kości, całkowitą zawartość wody w organizmie, dobowe zapotrzebowanie na energię, wagę ciała i wiek metaboliczny.

Tabela 1. Kategorie składu ciała ze względu na zawartość procentową tkanki tłuszczowej dla dziewczynek i chłopców w wieku 7 lat

Klasyfikacja	Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej	
	Dziewczynki	chłopcy
Znaczny niedobór tkanki tłuszczowej	>12%	>10,5%
Niedobór tkanki tłuszczowej	12-12,6%	10,5-11,2%
Mała ilość tkanki tłuszczowej	12,6-13,4%	11,2-12%
Norma	13,4-15,2%	12-14%
Podwyższony poziom tkanki tłuszczowej	15,2-16%	14-15,1%
Wysoki poziom tkanki tłuszczowej	16-17%	15,1-16%
Wysokie otłuszczenie	>17%	>16%

Źródło: opracowano na podstawie [7].

Body Mass Indeks (BMI) wskaźnik wzrostowo-wagowy pozwala na ustalenie, czy właściwe są proporcje masy ciała w stosunku do wzrostu danej osoby. Jego wartość jest pomocna w ocenie ryzyka wystąpienia miażdżycy, cukrzycy czy choroby niedokrwiennej serca, które są związane z nadwagą i otyłością. Wzór na ustalenie wartości BMI:

$$\text{BMI} = \text{waga [kg]} / \text{wzrost}^2 \text{ [m]}.$$

Otrzymany wynik porównuje się z międzynarodową klasyfikacją BMI, którą przedstawia tabela 2. Wyniki odpowiednie są dla osoby dorosłej, natomiast BMI dzieci oblicza się w ten sam sposób, jednak wynik należy porównać ze średnimi wynikami z danej grupy wiekowej. Wyniki te zostały przedstawione na siatkach centylowych odpowiednio dla dziewcząt i dla chłopców [9].

Tabela 2. Przedziały centylowe wskaźnika BMI dla dzieci w wieku 7 lat

Klasyfikacja	BMI	
	Dziewczynki	chłopcy
Otyłość	>20	>17,5
Nadwaga	17 – 20	15,9 – 17,5
Norma	13,2 – 17	13,4 – 15,9
Niedowaga	<13,2	<13,4

Źródło: opracowano na podstawie [9].

2. Cel pracy

Celem pracy była ocena zależności pomiędzy budową i składem ciała dzieci klas pierwszych a poziomem ich wytrzymałości ogólnej.

Celem poznawczym pracy była próba określenia, jak liczna grupa dzieci z klas pierwszych zagrożona jest nadwagą lub otyłością.

2.1 Pytania badawcze

1. Jaki był poziom wytrzymałości warszawskich dziewczynek i chłopców uczęszczających do klas pierwszych szkół podstawowych na tle standardów populacyjnych?
2. Jaka była wartość wskaźnika budowy ciała (BMI) u dziewczynek i chłopców warszawskich uczęszczających do klas pierwszych szkół podstawowych na tle standardów populacyjnych?
3. Jaka była wartość wskaźników tkanki tłuszczowej u dziewczynek i chłopców uczęszczających do klas pierwszych szkół podstawowych w Warszawie na tle standardów populacyjnych?
4. Czy istnieją istotne relacje statystyczne pomiędzy wskaźnikami budowy i składu masy ciała, a wytrzymałością ogólną i wydolnością tlenową dziewczynek i chłopców uczęszczających do klas pierwszych szkół podstawowych w Warszawie?

3. Materiał badań

Badania zostały przeprowadzone wśród uczniów z klas pierwszych warszawskich szkół podstawowych. Średnia wieku wyniosła 6,93 lat u dziewcząt i 7,03 u chłopców. Badane dzieci były z klas ogólnych, nie stwierdzono u nich żadnego stopnia niepełnosprawności oraz nie były to dzieci ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Charakterystyki grup badanych dzieci skategoryzowanych pod kątem płci przedstawiono w tabelach 3 i 4.

W dzień wykonywania badań i testów nikt nie zgłosił żadnych dolegliwości bólowych, które mogłyby mieć wpływ na wyniki testu.

Analizując grupę dziewczynek pod względem wieku i wysokości można zaobserwować podobieństwo badanych, o czym świadczy niski współczynnik zmienności. Największa niejednorodność występuje w parametrze procentowej zawartości tkanki tłuszczowej – współczynnik zmienności wynosi 32%, podobnie pod względem masy ciała również grupa charakteryzuje się sporym zróżnicowaniem – współczynnik zmienności to 19%.

Tabela 3. Grupa badana dziewczynki

Dziewczęta	Wiek	Wysokość	Masa	BMI	Tkanka tłuszczowa
N = 232					
średnia	6,93	122,64	23,83	15,81	14,92
SD	0,49	5,59	4,56	1,98	4,78
CV	7%	5%	19%	13%	32%
MIN	6,08	110,00	13,60	12,30	6,70
MAX	8,45	144,00	51,00	26,00	34,70

Źródło: opracowanie własne.

W grupie chłopców, podobnie jak w grupie dziewcząt, parametry wieku i wysokość ciała świadczą o jednorodności badanej grupy, natomiast procentowa zawartość tkanki tłuszczowej osiąga największą niejednorodność. Współczynnik zmienności tego parametru wynosi aż 49%. Również duże zróżnicowanie występuje w masie ciała, gdzie współczynnik zmienności wynosi 21%.

Tabela 4. Grupa badawcza chłopców

Chłopcy	Wiek	Wysokość	Masa	BMI	Tkanka tłuszczowa
N = 289					
Średnia	7,05	124,50	25,29	16,26	13,82
SD	0,51	5,57	5,23	2,27	6,78
CV	7%	4%	21%	14%	49%
MIN	6,10	111,00	13,40	13,20	5,50
MAX	8,38	142,00	52,80	27,40	50,10

Źródło: opracowanie własne.

4. Metody badań

a. Badania procentowej zawartości tkanki tłuszczowej

Zostały one wykonane metodą bioimpedancji elektrycznej przy wykorzystaniu analizatora składu ciała Tanita BC 418 MA.

b. Wielostopniowy Test Wahadłowy 20m (beep-test)

Wykonywany był on na sali gimnastycznej, gdzie wyznaczone zostały strefy dla każdego ucznia. Jednorazowo w biegu brało udział 9 uczniów plus prowadzący, który pomagał dzieciom w doborze odpowiedniego tempa biegu.

Wszystkie próby badanych dzieci zostały wykonane jednego dnia podczas zajęć w szkole. Kolejność zadań była następująca: pomiar wysokości ciała, pomiar składu ciała metodą bioimpedancji na analizatorze składu ciała Tanita, beep-test (uczniowie biegali na sali gimnastycznej).

Przed rozpoczęciem ważenia została zmierzona wysokość ciała badanego dziecka, oraz zebrane zostały dane, takie jak data urodzenia, niezbędne do wprowadzenia podczas badania. Badanie wykonywane było w sportowym stroju gimnastycznym, bez obuwia, skarpetek oraz wszelkiego rodzaju zegarków i biżuterii, która mogłaby mieć wpływ na wynik badania. Badania przeprowadzono zgodnie ze standardem producenta urządzenia.

Wielostopniowy Test Wahadłowy pozwala na wyznaczenie wytrzymałości krążeniowo-oddechowych zawodników. Polega on na biegu wahadłowym, na dystansie 20 m w określonym, stale rosnącym tempie, którego zmiana sygnalizowana jest przez sygnał dźwiękowy. Dodatkowo w niniejszych badaniach tempo biegu pomagał wyznaczyć jeden z prowadzących, który biegł razem z testowanymi dziećmi. Podczas sygnału zawodnik powinien znajdować się za linią lub na linii wyznaczającej odcinek 20 m. Jeśli dobiegnie szybciej, czeka za linią na kolejny sygnał. Test składa się z 23 etapów, co daje 23 min biegu. Zawodnik przerywa test w momencie, gdy przez dwa kolejne sygnały dźwiękowe nie uda mu się dobiec do wyznaczonej linii. Wynik testu to liczba ukończonych etapów. Ponadto liczona jest łączna liczba 20-metrowych odcinków lub też łączny dystans. Osiągnięte wyniki porównywane są z normami z tabel określających poziom wytrzymałości tlenowej zawodników. Tabela 5 zawiera szczegółowe dane dotyczące procedury beep-testu [10, 11].

Tabela 5. Parametry kolejnych etapów beep-testu

Etap	Liczba Odcinków	Prędkość (km/h)	Sekund na odc.	Czas etapu (s)	Dystans (m)	Dystans skumulowany (m)	Czas skumulowany (min : sek.)
1	7	8.5	9.00	63.00	140	140	1:03
2	8	9.0	8.00	64.00	160	300	2:07
3	8	9.5	7.58	60.63	160	460	3:08
4	9	10.0	7.20	64.80	180	640	4:12
5	9	10.5	6.86	61.71	180	820	5:14
6	10	11.0	6.55	65.50	200	1020	6:20
7	10	11.5	6.22	62.61	200	1220	7:22
8	11	12.0	6.00	66.00	220	1440	8:28
9	11	12.5	5.76	63.36	220	1660	9:31
10	11	13.0	5.34	60.92	220	1800	10:32
11	12	13.5	5.33	64.00	240	2120	11:36
12	12	14.0	5.14	61.71	240	2360	12:38
13	13	14.5	4.97	64.55	260	2620	13:43
14	13	15.0	4.80	62.40	260	2880	14:45
15	13	15.5	4.65	60.39	260	3140	15:46
16	14	16.0	4.50	63.00	280	3420	16:49
17	14	16.5	4.36	61.09	280	3700	17:50
18	15	17.0	4.24	63.53	300	4000	18:54
19	15	17.5	4.11	61.71	300	4300	19:56
20	16	18.0	4.00	64.00	320	4620	21:00
21/23	16	18.5	3.89	62.27	320	4940	22:03

Źródło: opracowano na podstawie [10].

Do oceny wyników beep-testu na tle danych populacyjnych wykorzystano siatki centylowe opracowane przez Dobosza [12]. Przyjęto, że wynik poniżej 25 centyla, to wyniki poniżej normy, wynik pomiędzy 25 a 75 centylem to zakres normy, natomiast wynik powyżej 75 centyla to wyniki powyżej normy. Szczegółowe dane zawiera tabela 6.

Tabela 6. Normy beep-testu dla dziewczynek i chłopców wg wieku

Wiek (lat)	Dziewczynki			Chłopcy		
	6	7	8	6	7	8
Poniżej normy	<9	<10	<12	<10	<11	<13
Norma	9-18	10-20	12-23	10-18	11-21	13-26
Powyżej normy	>18	>20	>23	>18	>21	>26

Źródło: opracowanie własne.

4.1. Metody statystyczne

Do opracowania wyników wykorzystano test korelacji porządku rang Spearmana. Wynik testu jest zapisany wartością z przedziału [-1 do 1], gdzie wartości dodatnie oznaczają zależność dodatnią, czyli wraz ze wzrostem jednego parametru rośnie drugi, natomiast ujemna wartość ukazuje odwrotną zależność, czyli spadek jednej zmiennej powoduje wzrost drugiej. Liczba ukazuje siłę zależności zmiennych, czym bliżej jedynki tym mocniejsza zależność, natomiast wartości bliższe zeru świadczą o coraz mniejszym związku obu zmiennych [13].

W tabeli 7 przedstawiono interpretację dotyczącą siły korelacji badanych zmiennych.

Tabela 7. Siła korelacji – interpretacja

Wartość współczynnika korelacji	Interpretacja
-1 do -0,91	Korelacja bardzo silna
Od -0,9 do -0,71	Korelacja silna
Od -0,7 do -0,41	Korelacja średnia
Od -0,4 do -0,21	Korelacja słaba
0 do -0,2	Brak korelacji
0 do 0,2	
Od 0,21 do 0,4	Korelacja słaba
Od 0,41 do 0,7	Korelacja średnia
Od 0,71 do 0,9	Korelacja silna
Od 0,91 do 1	Korelacja bardzo silna

Źródło: opracowano na podstawie [14].

5. Wyniki badań

5.1. Poziom wytrzymałości badanych dziewczynek i chłopców

Wyniki pomiaru poziomej wytrzymałości dziewczynek i chłopców wyznaczony wynikami beep-testu zawiera tabela 8 (wartości średnie plus wskaźniki statystyczne). Grupa badanych dziewcząt liczyła 232 osoby. Uczennice z klas pierwszych średnio przebiegły 19 odcinków (380 metrów). Najślabszy wynik w grupie dziewcząt to 3 odcinki (60 metrów), natomiast najlepszy – 45 odcinków (900 metrów).

Grupa badanych chłopców liczyła 289 osób. Chłopcy średnio przebiegli 22 odcinki, czyli 440 metrów. Najślabszy wynik w tej grupie to 5 odcinków (100 metrów), a najlepszy – 67 odcinków (1340 metrów).

W grupach występuje duże zróżnicowanie wyników, odchylenie standardowe u dziewczynek wynosi 8,92 natomiast u chłopców 11,67. Również współczynnik zmienności wśród badanych dziewczynek (47%) i chłopców (54%) jest wysoki, co podkreśla duże zróżnicowanie wytrzymałości.

Tabela 8. Wytrzymałość dziewczynki i chłopcy wyrażona liczbą przebiegniętych odcinków w beep-teście

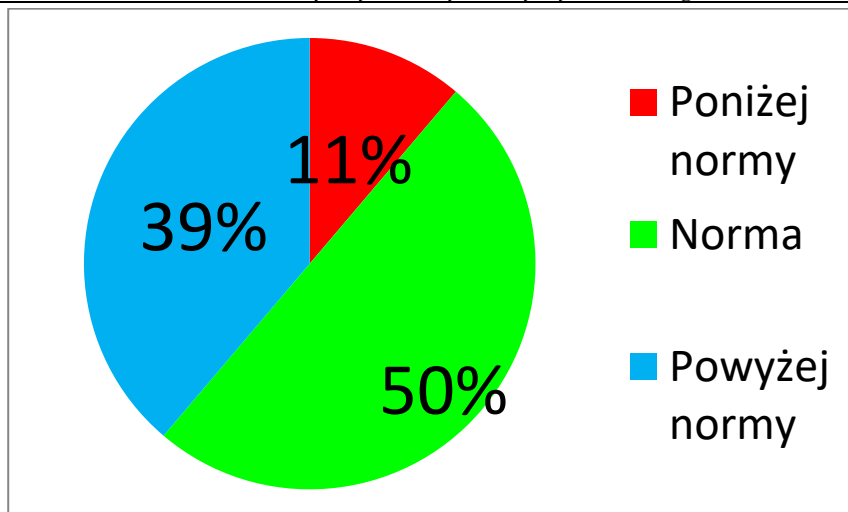
Liczba odcinków	Dziewczęta N = 232	Chłopcy N = 289
Średnia	19,00	21,76
SD	8,92	11,67
CV	47%	54%
MIN	3	5
MAX	45	67

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki beep-testu dziewczynek i chłopców odniesiono do siatek centylowych [12] i zakwalifikowano je do jednego z trzech poziomów:

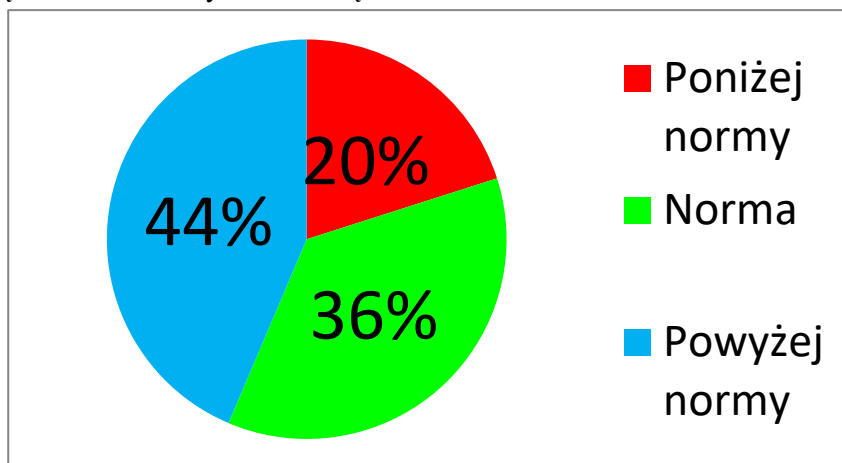
1. poniżej normy,
2. norma,
3. powyżej normy,

wszystko zgodnie z kryteriami zawartymi w tabeli 6. Procentowe wyniki wytrzymałości zamieszczono na wykresie 1 (dziewczynki) i na wykresie 2 (chłopcy).



Wykres 1. Poziom wytrzymałości dziewczynek ocenianych beep-testem w świetle przyjętych norm.
Źródło: opracowanie własne

Z wykresu 1 wynika, że w grupie 232 badanych dziewczynek, 11% uzyskało wynik poniżej normy, 50% znalazło się w strefie normy populacyjnej, a wynik powyżej normy osiągnęło 39% testowanych dziewcząt.



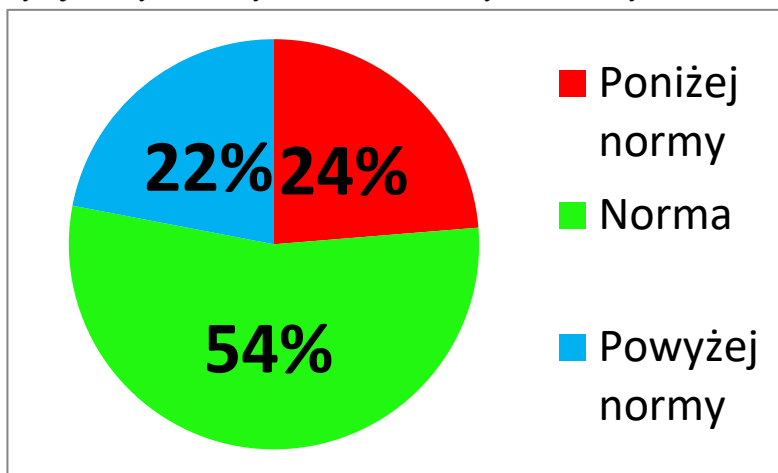
Wykres 2. Poziom wytrzymałości chłopców ocenianych beep-testem w świetle przyjętych norm.
Źródło: opracowanie własne

Z wykresu 2 wynika, że w grupie 289 osób 20% uzyskało wynik poniżej normy, 36% chłopców znalazło się w strefie normy populacyjnej, a wynik powyżej normy osiągnęło 44% testowanych chłopców.

5.2. Poziom wskaźnika Body Mass Index (BMI) badanych dziewczynek i chłopców

Na wykresach 3 i 4 przedstawiono procentowy rozkład ilościowy dziewczynek i chłopców według wskaźnika wzrostowo-wagowego Body Mass Index (BMI). Wyniki BMI zostały porównane z normami wynikającymi z siatek centylowych [9], których wartości

graniczne zamieszczono w tabeli 2. Rezultaty poniżej normy świadczą o niedowadze badanych, wyniki w normie to odpowiedni do wieku i płci badanych wskaźnik BMI, wynik powyżej normy świadczy o nadwadze lub otyłości badanych.

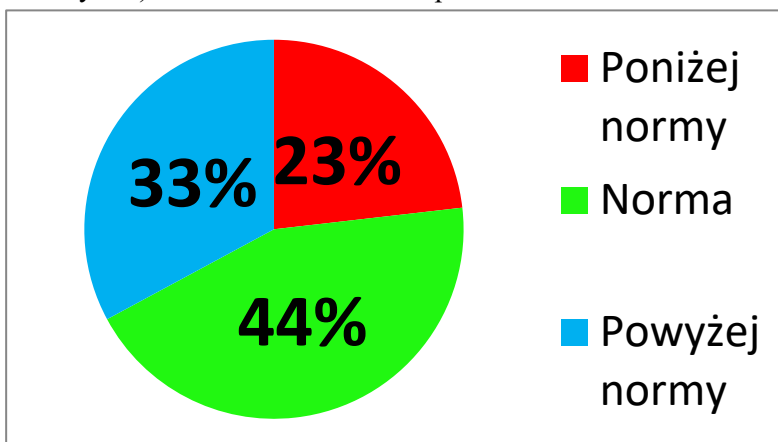


Wykres 3. Wskaźnik Body Mass Index dziewczynek w świetle przyjętych norm składu ciała.

Źródło: opracowanie własne

Stwierdzono, że 54% badanych dziewczynek charakteryzuje się wartością BMI w normie. Wyniki poniżej normy uzyskało 24% badanych dziewczynek, a powyżej normy 22% (wyk. 3).

U chłopców wyniki składu ciała wypadły słabiej (wyk. 4). Normę wskaźnika BMI uzyskało 44% badanych, niedowaga wystąpiła u 23%, natomiast rezultat powyżej normy (nadwaga lub otyłość) stwierdzono u 33% chłopców.

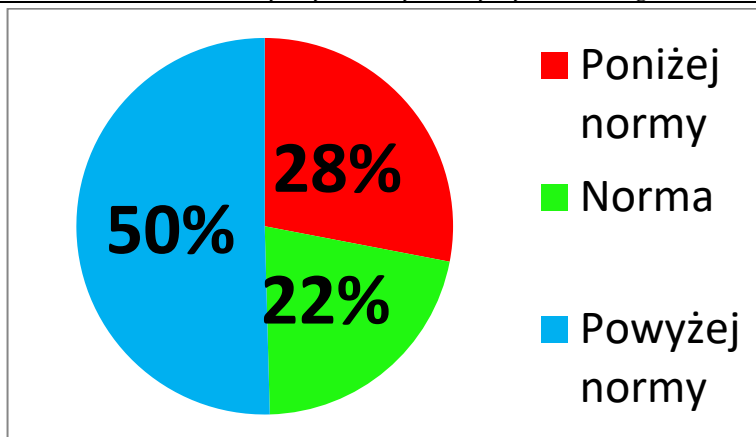


Wykres 4. Wskaźnik Body Mass Index chłopców w świetle przyjętych norm składu ciała.

Źródło: opracowanie własne

5.3. Poziom tkanki tłuszczowej w składzie ciała badanych dziewczynek i chłopców

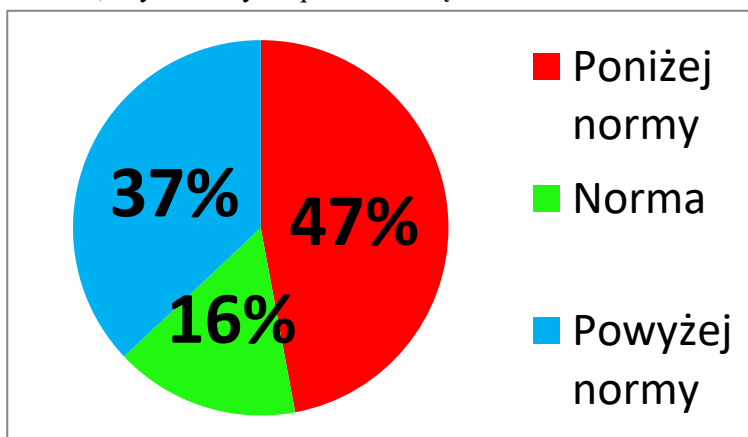
Na wykresach 5 i 6 przedstawiono poziom zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała badanych dziewczynek i chłopców.



Wykres 5. Poziom tkanki tłuszczowej w składzie ciała dziewcząt w świetle przyjętych norm.

Źródło: opracowanie własne

Wykres 5 przedstawia procentowy rozkład wyników poziomu tkanki tłuszczowej w grupie badanych dziewcząt. Wyniki zostały porównane do norm opublikowanych przez Stupnickiego [9]. Wyniki poniżej normy uzyskało 23% spośród badanych 232 dziewczyn, w granicach normy sklasyfikowanych zostało 22%, natomiast najwięcej dziewcząt, bo 50%, uzyskało wynik ponad normę.



Wykres 6. Poziom tkanki tłuszczowej w składzie ciała chłopców w świetle przyjętych norm.

Źródło: opracowanie własne

W grupie chłopców najmniej, bo 16%, z 289 badanych uzyskało wyniki w normie. Powyżej normy znalazło się 37% badanych chłopców, natomiast aż 47% badanych znalazło się w strefie poniżej normy.

W obu grupach wartości wskaźnika procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w składzie ciała są bardzo niepokojące i znacznie odbiegają od panujących norm. Dominację przejmują wyniki poniżej normy, co świadczy o nieodpowiednim odżywianiu, a w konsekwencji wiąże się z nieodpowiednim rozwojem biologicznym dziecka oraz zwiększonym ryzykiem chorób związanych ze złym odżywianiem.

5.4. Analiza statystyczna

Wykorzystując test statystyczny korelacji porządku rang Spearmana, określono korelację pomiędzy wskaźnikami:

- poziom wytrzymałości a BMI,
- poziom wytrzymałości a procentowa zawartość tkanki tłuszczowej.

W tabeli 9 przedstawiono korelację badanych wskaźników w grupie dziewczynek. Wykazano brak korelacji (-0,135) pomiędzy liczbą pokonanych odcinków w beep-teście, a wskaźnikiem BMI.

Drugą badaną zależnością był wskaźnik liczby pokonanych odcinków w beep-teście do zawartości tkanki tłuszczowej. Korelacja tych danych, przyjmując istotność statystyczną na poziomie $p < 0,05$, osiągnęła wartość -0,147, co oznacza brak zależności testowanych wskaźników od siebie.

Tabela 9. Korelacja porządku rang Spearmana dla badanych dziewcząt

Dziewczynki	Korelacja porządku rang Spearmana. Korelacje są istotne dla $p < 0,05$		
	N odcinków	BMI	Tkanka tłuszczowa
N odcinków	1,000	-0,135	-0,147
BMI	-0,135	1,000	0,917
Tkanka tłuszczowa	-0,147	0,917	1,000

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 10 przedstawiono korelacje tych samych wskaźników w grupie chłopców. Obie zależności zbadano na poziomie istotności $p < 0,05$, a wskaźnik korelacji osiągnął wyższe wartości niż u dziewczynek. Wskaźnik korelacji dla liczby przebiegniętych odcinków do BMI wyniósł - 0,240, a dla liczby przebiegniętych odcinków do poziomu tkanki tłuszczowej -0,283. Obie wartości wskazują na niski poziom korelacji, a jej ujemny znak na relację odwrotnie proporcjonalną: wyższą wytrzymałością charakteryzowali się chłopcy o niższym BMI i niższym poziomie tkanki tłuszczowej w składzie ciała.

Tabela 10. Korelacja porządku rang Spearmana dla badanych chłopców

Chłopcy	Korelacja porządku rang Spearmana. Korelacje są istotne dla $p < 0,05$		
	N odcinków	BMI	Tkanka tłuszczowa
N odcinków	1,000	-0,240	-0,283
BMI	-0,240	1,000	0,909
Tkanka tłuszczowa	-0,283	0,909	1,000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 11 prezentuje wartości korelacji wyżej analizowanych wskaźników globalnie, w całej badanej grupie dzieci (521 osób). Przyjęta została istotność statystyczna na poziomie $p < 0,05$. Wraz ze wzrostem wytrzymałości (N pokonanych odcinków biegowych) malał poziom tkanki tłuszczowej (wartość wskaźnika -0,244, korelacja słaba). Korelacja pomiędzy wynikami beep-testu a BMI nie wystąpiła (wartość wskaźnika korelacji -0,184).

Tabela 11. Korelacja porządku rang Spearmana – dla całej grupy badanych dzieci

Cała grupa	Korelacja porządku rang Spearmana. Korelacji są istotne dla $p < 0,05$		
	N odcinków	BMI	Tkanka tłuszczowa
N odcinków	1,000	-0,184	-0,244
BMI	-0,184	1,000	0,864
Tkanka tłuszczowa	-0,244	0,864	1,000

Źródło: opracowanie własne.

6. Dyskusja

Zdrowie jest najważniejszą i jedną z najbardziej bezcennych wartości dla każdego człowieka. Ogromne znaczenie w utrzymaniu prawidłowego funkcjonowania naszego organizmu mają takie czynniki, jak odpowiednia zbilansowana dieta oraz regularny wysiłek fizyczny. Pozwalają one utrzymać odpowiednie, optymalne dla organizmu wartości składu ciała, które zmniejszają ryzyko chorób oraz pomagają w prawidłowym rozwoju i funkcjonowaniu dziecka. Z przeprowadzonych badań wynika, że wśród dzieci z klas pierwszych warszawskich szkół 54% dziewczynek i 44% chłopców znajduje się w normie wskaźnika Body Mass Index, co oznacza, że ich stosunek wagi ciała do wysokości jest prawidłowy. Poniżej normy w grupie dziewczynek jest 24% badanych i 23% chłopców – jest to grupa w której możemy mówić o zbyt małym bilansie kalorycznym. Wynik powyżej normy osiąga 22% dziewczynek i 33% chłopców – w grupie tej najprawdopodobniej jest zbyt niska aktywność fizyczna lub za wysoki bilans kaloryczny. Szczegółowa analiza składu masy ciała podkreśla problem odpowiedniej diety. Zarówno wśród dziewcząt, jak i chłopców jest niski procent osób z prawidłową zawartością tkanki tłuszczowej, co świadczy o nieodpowiednim odżywianiu i stanowi zagrożenie w prawidłowym funkcjonowaniu młodego organizmu, oraz może wiązać się z problemami zdrowotnymi.

Kopelman w swoim artykule „Otyłość jako problem medyczny” przedstawia ten problem jako zjawisko epidemii i stwierdza, że staje się ona podstawowym czynnikiem złego stanu zdrowia. Uważa, że epidemia otyłości jest połączeniem genetyki, dużej dostępności żywności wysokokalorycznej i coraz mniejszego zapotrzebowania na aktywność w naszym społeczeństwie [15].

Zagrożenia wynikające z nasilenia otyłości wymagają działań do jej zwalczania. Światowa Organizacja Zdrowia zajęła się problemem, ogłaszając swoją strategię w tym zakresie [16]. W Polsce opracowano Program POL-HEALTH, który ma za zadanie zwiększać świadomość społeczeństwa na temat roli aktywności fizycznej i żywienia dla zachowania odpowiedniego stanu zdrowia [17]. Problematyka prawidłowego odżywiania się i wynikającej z tego troski o optymalną masę ciała, szczególnie dzieci i młodzieży (zarówno otyłość jak i niedożywienie), jest istotną składową naukowej debaty w tym obszarze [18-22].

W badanej grupie dziewcząt warszawskich dominowały osoby z nadwagą i otyłością (50% grupy), z kolei wśród badanych chłopców na plan pierwszy wysunęły się osoby z niedowagą (47%). Zaledwie 22% dziewczynek i 16% chłopców miało wskaźnik zawartości tkanki tłuszczowej w normie. To zastanawiający wynik obserwacji, szczególnie w obliczu faktu, że badane dzieci były w wieku 6-8 lat, czyli w okresie o najszybszym tempie wzrastania.

Badania dotyczące oceny odżywiania w kontekście parametrów Body Mass Index oraz zawartości tkanki tłuszczowej przeprowadziła Błaszczyk-Bębenek [23]. Przeprowadzono 347 uczniów (193 dziewczynki i 154 chłopców) z rejonu Małopolski. Większość, bo 66,8% badanych, charakteryzowała się odpowiednią proporcją masy ciała do wysokości według interpretacji wskaźnika BMI. Nadwagę natomiast stwierdzono u 9,8% dziewczynek i 10,4% chłopców, co stanowiło 10,1% wszystkich badanych. Otyłość zdiagnozowano u 6,1% badanych – więcej, bo 6,2%, w grupie dziewczynek oraz 5,8% u chłopców. Niedobory masy ciała występowały u 6,1% uczniów, w tym u 4,6% chłopców i u 7,3% dziewczynek. W badanej grupie stwierdzono nieodpowiedni skład ciała u znacznej części uczniów. Nadmierną ilość tkanki tłuszczowej miało 16,2% badanych ogółem (19,2% dziewcząt oraz 12,3% chłopców).

Drugim czynnikiem, obok odpowiedniej diety, mającym na celu utrzymanie odpowiedniego stanu zdrowia, samopoczucia oraz wyglądu fizycznego jest aktywność fizyczna. Ma ona duży wpływ na utrzymanie odpowiednich parametrów składu ciała, pomaga w spalaniu tkanki tłuszczowej co niewątpliwie jest zjawiskiem prozdrowotnym. Na przestrzeni lat obserwujemy W Polsce spadek aktywności fizycznej dzieci, co potwierdziły liczne badania [2, 12, 22, 24].

Według zaleceń WHO dzienny wysiłek dzieci w wieku 7 lat powinien wynosić co najmniej 60 minut aktywności o umiarkowanej lub dużej intensywności. Dodatkowo najmniej 3 razy w tygodniu powinno się dodać ćwiczenia o dużej intensywności i ćwiczenia wzmacniające mięśnie i kości. Zbyt statyczny (siedzący) tryb życia u dzieci wiąże się z otyłością, mniejszą sprawnością fizyczną, gorszym metabolizmem oraz krótszym czasem [25].

W pracy za pomocą beep-testu zbadano wytrzymałość dzieci, porównując jej poziom z normami określonymi przez Dobosza [11, 12]. Większość badanych uzyskała wyniki zadowalające, kwalifikujące się w normach lub powyżej norm. Rozkład wyników wytrzymałości biegowej w grupie dziewczynek rangował się: poniżej normy – 11%, norma – 50% i powyżej normy – 39%. Z kolei w grupie chłopców 20% badanych uzyskało wynik poniżej normy, w normie było 36% badanych, a powyżej normy 44%.

W pracy sprawdzono zależności pomiędzy osiąganymi rezultatami wytrzymałości, a parametrami budowy i składu ciała tylko w grupie chłopców. Analiza korelacyjna nie wykazała silnych zależności. Wartość wskaźnika korelacji w grupie chłopców pomiędzy poziomem wytrzymałości a ilością tkanki tłuszczowej w organizmie wynosiła -0,283, co oznacza słabą korelację. Także korelacja pomiędzy wytrzymałością a BMI była słaba – wartość wskaźnika wyniosła -0,240. Być może liczebność badanych grup była za mała.

Zależności wskaźników budowy i składu ciała od wybranych zdolności motorycznych w grupie dzieci trenujących piłkę nożną zbadali Byzdra i inni (2015) [14]. Korelacje między wartościami budowy i składu ciała a osiągniętymi wynikami w testach motorycznych wskazały na istotną statystycznie zależność tylko w niektórych parametrach. Korelacja tkanki tłuszczowej (FAT) wyrażonej w % ze wskaźnikiem VO_2max osiągnęła wartość -0,29 (słaba korelacja), z wysokością wysoku wartość -0,51 a z mocą wysoku -0,66 (obie korelacje średnie). BMI do VO_2max osiągnęła korelację słabą, natomiast z wysokością i mocą wysoku uzyskała korelację średnią.

7. Wnioski

1. Poziom wytrzymałości biegowej 7-letnich dzieci ze szkół warszawskich, na tle standardów populacyjnych zdefiniowanych przez Dobosza (2012) [12], należy określić jako dobry. Wyniki dziewcząt i chłopców zmieściły się w wyznaczonej siatkami centylowymi normie lub ją przekroczyły.
2. Wskaźniki charakteryzujące budowę i skład ciała badanych dzieci (BMI i % tkanki tłuszczowej) dają mocno zróżnicowany i zaskakujący obraz. W grupie 7-letnich dziewcząt zarówno ocena BMI jak i poziom tkanki tłuszczowej wykazywały podobną frakcję osób z niedowagą. Z kolei w grupie 7-letnich chłopców analogiczna ocena BMI i poziomu tkanki tłuszczowej wykazała bardzo odmienną frakcję osób z niedowagą.
3. Z kolei ocena BMI i poziomu tkanki tłuszczowej dziewcząt w obszarze tzw. nadwagi wykazała bardzo odmienny obraz tego zjawiska. W świetle wyników badań wydaje się, że pilnej aktualizacji, a być może także i walidacji, należałoby poddać przebiegi siatek centylowych opisujących procesy rozwojowe dojrzewania i różnicowania biologicznego dzieci w wieku szkolnym.
4. Analizy statystyczne przeprowadzone w pracy zmierzały do określenia zależności pomiędzy poddanymi ocenie wskaźnikami. Niewielkie korelacje wykryto jedynie w grupie chłopców. Stwierdzono, że poziom wytrzymałości biegowej 7-letnich chłopców koreluje ujemnie zarówno z BMI, jak i ilością tkanki tłuszczowej w składzie ciała badanych.
5. Kluczowym wnioskiem o charakterze postulatycznym jest stwierdzenie faktu, że w aktualnej sytuacji ekonomicznej, cywilizacyjnej i demograficznej Polski, należy dążyć ze wszystkich sił do takiego stanu rzeczy, aby dzieci rozpoczynające edukację w szkołach podstawowych realizowały aktywność fizyczną na poziomie standardów wyznaczonych przez WHO.

Literatura

1. Malczyk E, *Stan odżywienia dzieci i młodzieży w Polsce na podstawie piśmiennictwa z ostatnich 10 lat (2005–2015)*, Annales Academiae Medicae Silesiensis, 70, 2016, s. 56-65.
2. Woynarowska B., Mazur J., Oblacińska A., *Participation of Students in Physical Education Lessons in Schools in Poland*, Hygeia Public Health, 50, 2015, s. 183-190.
3. Bójko M., Dzielska A., *Zdrowie uczniów w 2018 roku na tle nowego modelu badań HBSC*, Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 2018.
4. Ipsos, *Covid 365+. Wyniki badań po roku pandemii*, www.ipsos.com, [data dostępu: 09.04.2021].
5. Raczek J., *Wytrzymałość dzieci i młodzieży*, Biblioteka Trenera COS, Warszawa 1991.
6. Sozański H. (red.), *Podstawy teorii treningu sportowego*, Biblioteka Trenera COS, Warszawa 1999.
7. Stupnicki R., Tomaszewski P., Milde K., Czeczulewski J., Lichota M., Głogowska J., *Body Fat-Based Weight Norms for Children and Youth*, Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism, 15, 2009, s. 141-145.
8. Obuchowicz A., *Epidemiologia nadwagi i otyłości narastającego problemu zdrowotnego w populacji dzieci i młodzieży*, Endokrynologia Otyłości Zaburzeń Przemian Materii, 1, 3, 2005, s. 9-12.
9. Stupnicki R., *Relacje wagowo-wzrostowe i stosowanie wskaźnika BMI u dzieci i młodzieży*, e-Wydawnictwo 38 NCBKF, 2014.
10. Léger L.A., Lambert J., *A Maximal Multistage 20-M Shuttle Run Test to Predict $\dot{V}O_{2max}$* , European Journal of Applied Physiology 49(1), 1982, s. 1-12.

11. Dobosz J., *Tabele punktacyjne testów Eurofit, Międzynarodowego i Coopera dla uczniów i uczennic szkół podstawowych*, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Warszawa 2012.
12. Dobosz J., *Kondycja fizyczna dzieci i młodzieży w wieku szkolnym. Siatki Centylowe*. 2012, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, Warszawa 2012.
13. Sobczyk M., *Statystyka*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2002.
14. Byzdra K., Jacyno O., Mikołajczyk J., Piątek M., Kamrowska-Nowak M., *Poziom wybranych zdolności motorycznych a komponentów składu ciała u dzieci trenujących piłkę nożną*, Journal of Education, Health and Sport, 5(12), 2015, s. 345-376.
15. Kopelman P.G., *Obesity as a medical problem*, Nature, 404, 2000, s. 635-643.
16. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance, Numer dokumentu: WHO/EURO:2021-12040-40953-5821.
17. Jarosz M., Rychlik E., *Otyłość – problem coraz bardziej powszechny*, Family Medicine & Primary Care Review, 11(3), 2009, s. 646-653.
18. Wądołowska L., Cichoń R., *Charakterystyka stanu odżywienia młodzieży o zróżnicowanej sytuacji ekonomicznej*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Suwalsko-Mazurskiej, 4, 2001, s. 43-58.
19. Cole T.J., Flegal K.M., Nicholls D., Jackson A.A., *Body Mass Index cut-offs to Define Thinness in Children and Adolescents: International Survey*, British Medical Journal, 335, 2007, s. 194-197.
20. Charzewska J., *Zagrożenia otyłością dzieci i młodzieży w Polsce*, [w:] S. Nowacka-Dobosz, A. Zarychta, J. Dobosz (red.), *Raport z ogólnopolskiej debaty o uwarunkowaniach edukacji fizycznej w Polsce*, Akademia Wychowania Fizycznego, Warszawa 2012.
21. Wasiluk A., Saczuk J., *Underweight, Overweight, and Obesity in Boys and Girls at the Age Of 7–18 Years from Eastern Poland in the Years 1986–2006*, Medical Studies, 2, 2015, s. 99-105.
22. Molik B. (red.), *Raport merytoryczny projektu WF z AWF. Aktywny dzisiaj dla zdrowia w przyszłości*, MEiN, AWF Warszawa, Warszawa, 2024.
23. Błaszczyk-Bębenek E., Żwirski J., Schlegel-Zawadzka M., *Ocena stanu odżywienia dzieci z regionu Małopolski*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 98 (4), 2017, s. 381-386.
24. Przewęda R., Dobosz J., *Growth and Physical Fitness of Polish Youths*. University of Physical Education Editions, Warsaw 2003.
25. Mazur J. (red.), *Aktywność fizyczna młodzieży szkolnej w wieku 9-17 lat*, Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 2013.
26. World Health Organization, *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*, Geneva 2020.
27. Osiński W., *Wielokierunkowe związki zdolności motorycznych i parametrów morfologicznych*, AWF, Poznań 1998.
28. Osiński W., *Morfologiczne uwarunkowania motoryczności człowieka*, [w:] *Motoryczność człowieka, jej struktura, zmienność i uwarunkowania*, Monografia nr 310, AWF, Poznań, 1993, s. 175-188.
29. Tomkinson G.R., *Global Changes in Anaerobic Fitness Test Performance of Children and Adolescents (1958–2003)*, Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 17, 2007, s. 497-507.
30. Maciaszek J., Szeklicki R., *Otluszczenie ciała a inne elementy sprawności fizycznej związane ze zdrowiem*, AWF, Poznań 1998.
31. Solan J., *Związki korelacyjne wskaźników budowy ciała z wybranymi zdolnościami motorycznymi dziewcząt uprawiających różne dyscypliny sportu w województwie lubuskim*, Wydawnictwo Promocyjne „Albatros”, Szczecin 2014.

Wpływ nadmiernego otluszczenia dzieci 7-letnich na zdolność do wykonywania wysiłku wytrzymałościowego

Streszczenie

W skali globalnej otyłość staje się coraz większym wyzwaniem dla polityki zdrowotnej i społecznej. Zgodnie z danymi WHO w 2022 r. na całym świecie otyłych było aż 879 mln osób dorosłych i 159 mln dzieci. W 1990 r. na świecie jedynie 1,7% dziewczynek było otyłych, w 2022 r. było to już 6,9%. Wśród chłopców z 2,1% w 1990 r. liczba otyłych powiększyła się w 2022 r. do 9,3%. Tendencja zmian jest zatem bardzo niekorzystna. Zagrożenie chorobami cywilizacyjnymi narasta.

W pracy zbadano budowę i skład masy ciała dzieci (232 dziewczynek oraz 289 chłopców) z klas pierwszych szkół podstawowych w Warszawie. Wyliczono wskaźnik Body Mass Index (BMI) oraz określono zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie (metoda bioimpedancji elektrycznej). Dodatkowo przeprowadzono biegowy test wytrzymałości tlenowej (beep-test) wg procedury zaproponowanej przez Legera i Lamberta (1982).

Celem badawczym pracy było zbadanie zależności pomiędzy budową i składem ciała dzieci 7-letnich a poziomem ich wytrzymałości biegowej.

Zgodnie z opracowanymi przez Stupnickiego (2014) nowymi normami BMI i poziomu tkanki tłuszczowej u dzieci stwierdzono, że 22% badanych dziewczynek przekroczyło normę BMI (17,1), a 50% normę prawidłowej ilości tkanki tłuszczowej (powyżej 16%). W grupie chłopców 33% badanych przekroczyło normę BMI (17,6), a 37% normę prawidłowej ilości tkanki tłuszczowej (powyżej 15%). Wyniki badań poziomu wytrzymałości wykazały, że dzieci z klas pierwszych w większości (89% dziewczynek i 89% chłopców) spełniały lub przekraczały normy populacyjne opracowane dla polskich dzieci (Dobosz 2012).

Analiza statystyczna wykazała, że w grupie dziewcząt nie było korelacji pomiędzy poziomem wskaźnika BMI i poziomem tkanki tłuszczowej a poziomem wytrzymałości biegowej. W grupie chłopców stwierdzono niewielką, ujemną korelację pomiędzy poziomem wskaźnika BMI i poziomem tkanki tłuszczowej a poziomem wytrzymałości biegowej. Poziom wytrzymałości biegowej 7-letnich dzieci ze szkół warszawskich, na tle standardów populacyjnych zdefiniowanych przez Dobosza (2012), należy określić jako dobry.

Słowa kluczowe: dzieci 7-letnie, niedowaga, otyłość, BMI, beep-test

The Impact of Excessive Fatness in Seven-Year-Old Children on Ability to Perform Endurance Exercise

Abstract

On a global scale, obesity is becoming an increasing challenge for health and social policy. According to WHO data, in 2022, as many as 879 million adults and 159 million kids. In 1990, only 1.7 percent in the world girls were obese, in 2022 it was already 6.9%. Among boys, 2.1 percent in 1990, the number of obese people increased to 9.3% in 2022. Tendency changes is therefore very unfavorable. The threat of lifestyle diseases is growing.

The study examined the structure and body composition of children from the first grades of primary schools in Warsaw (232nd grade) girls and 289 boys). The Body Mass Index (BMI) was calculated and determined body fat content (bioelectrical impedance method). Additionally, a running aerobic endurance test (Beep-test) was performed according to procedure proposed by Leger and Lambert (1982). The research aim of the study was to examine the relationship between the structure and body composition of 7-year-old children the level of their running endurance. In accordance with the new BMI and body fat levels developed by Stupnicki (2014) in children, it was found that 22% of the examined girls exceeded the BMI norm (17.1), and 50% exceeded the norm correct amount of adipose tissue (above 16%). In the group of boys, 33% of respondents exceeded normal BMI (17.6), and 37% normal amount of body fat (above 15%). Findings level of endurance showed that the majority of first-grade children (89% of girls and 89% boys) met or exceeded population standards developed for Polish children (Dobosz 2012).

Statistical analysis showed that in the group of girls there was no correlation between the level of the indicator BMI, body fat level and running endurance level. In a group of boys a small, negative correlation was found between the BMI level and the tissue level fat and the level of running endurance. The level of running endurance of 7-year-old children from Warsaw schools, against the population standards defined by Dobosz (2012), should be described as good.

Keywords: 7-year-old children, underweight, obesity, BMI, Beep-test

Analiza prototypu urządzenia przeznaczonego do wyprostu stawu nadgarstkowego dla pacjentów po udarze mózgu z niedowładem kończyny górnej – studium przypadku

1. Wprowadzenie

Udar mózgu jest główną przyczyną niepełnosprawności dorosłych oraz trzecią przyczyną zgonów w Europie [1, 2]. Termin ten oznacza nagły epizod niedokrwienności lub krwotoczny, który doprowadza do zakłócenia wytwarzania i integracji połączeń nerwowych z obszarów czuciowo-ruchowych kory mózgowej [3]. Pomimo zauważalnego spadku częstości występowania udarów w krajach o wysokich dochodach, globalne obciążenie udarem nadal wzrasta [4], dlatego Światowa Organizacja Zdrowia oraz Organizacja Narodów Zjednoczonych uznają za priorytet zmniejszenie obciążenia chorobami niezakaźnymi [5]. Częstymi powikłaniami po udarze mózgu są upośledzenia motoryczne kończyn, zaburzenia czuciowo-ruchowe, zaburzona kontrola motoryczna, spastyczność [6, 7]. Ich obecność wpływa negatywnie na życie codziennie, utrudniając wykonywanie podstawowych czynności, takich jak chwytanie przedmiotów, chodzenie, sięganie i wiele innych [8].

Niedowład połowiczny jest poważnym zaburzeniem motorycznym, które dotyczy około 65% pacjentów po udarze mózgu [9]. Tradycyjna definicja niedowładu mówi o zmianie zdolności do wytwarzania normalnej siły mięśniowej, co skutkuje zaburzoną postawą ciała, utratą dobrowolnego ruchu oraz występowaniem odruchów rozciągania [10]. Osłabiona siła mięśniowa wiąże się ze zjawiskiem zmęczenia, obniżoną wytrzymałością i nieefektywnym wykonywaniem zadań ruchowych [11]. Niedowład objawia się po stronie przeciwnej od uszkodzenia mózgu [12]. Hemiplegii często towarzyszą przykurcze stawów. Najbardziej podatny jest staw nadgarstkowy, którego przykurcz rozwija się w szybkim tempie u pacjentów, którzy nie odzyskali wcześniej sprawności ruchowej [13, 14]. Niezależna kontrola bliższych i dalszych stawów kończyny górnej w przewlekłej hemiplegii ulega ograniczeniu [15]. Skomplikowana złożoność objawów sprawia, że obraz pacjenta z niedowładem połowicznym jest niejednorodny [16]. Stopień upośledzenia po udarze jest zmienny, ale zawsze ma wpływ na koszty opieki zdrowotnej i jakość życia osób po udarze i ich rodzin [17]. Dysfunkcje motoryczne nadgarstka zazwyczaj utrzymują się przez całe życie, dlatego stanowi to duże wyzwanie dla zespołów medycznych i pacjentów z przewlekłym niedowładem [18]. Rekonwalescencja ruchowa stawu nadgarstkowego jest przedmiotem dużego zainteresowania i niepokoju klinicystów. Rozpoczynając rehabilitację neurologiczną, nie należy zapominać o stawie nadgarstkowym [19].

¹ Klinika Rehabilitacji Neurologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi.

² Klinika Rehabilitacji Neurologicznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi.

³ Instytut Automatyki i Robotyki, Politechnika Łódzka.

Dziedzina robotyki rehabilitacyjnej szybko się rozwija, a liczba robotów nieustannie wzrasta. Badania dokonane w ostatnich dwóch dekadach potwierdzają skuteczność włączania urządzeń do rehabilitacji. Terapia zaopatrzona w nowoczesnego robota zapewnia trening o wcześniej ustalonej dawce i intensywności, co pozwala na dużą liczbę powtórzeń, tak bardzo istotną w rehabilitacji neurologicznej [20]. Roboty mogą utrzymać zaangażowanie pacjenta na wysokim lub stałym poziomie, podczas gdy powtarzalne zadania fizyczne mogą okazać się trudne do osiągnięcia i monotonne przy konwencjonalnej terapii ruchowej z terapeutą. Wyróżnia się roboty terapeutyczne, których celem jest szkolenie zadaniowe, oraz roboty asystujące, których zadaniem jest kompensacja utraconych bądź zaburzonych funkcji [21]. Postęp technologiczny robotów stał się na tyle duży, że dostęp do urządzeń ułatwiających terapię w interwencjach rehabilitacyjnych nie stanowi problemu [22]. Ćwiczenia przeznaczone dla stawu nadgarstkowego i przedramienia służą zwiększaniu użyteczności ręki, co zauważalne jest w poprawie samoobsługi i samodzielności pacjenta. Ważną rolę odgrywa przyjmowanie różnych pozycji względem innych stawów, między innymi stawu łokciowego. Współpraca pobliskich stawów będzie punktem krytycznym dla umiejętności manipulowania przedmiotami [23]. W wielu przypadkach nadal nie jest rozstrzygnięte, która interwencja z zastosowaniem robota jest najbardziej skuteczna i przynosi największe efekty terapii [24].

Celem badania była weryfikacja, czy autorskie urządzenie Balonikotron, wspomagające ćwiczenie ruchu wyprostowania w stawie nadgarstkowym ręki niedowładnej, przyczynia się do zmian w obwodach w obrębie śródręcza i stawu nadgarstkowego, a także wpływa na napięcie mięśniowe, zakres ruchu stawu i ból u pacjenta z niedowładem po udarze mózgu.

2. Materiał i metody

Pacjent lat 53 ze zdiagnozowanym udarem niedokrwiennym mózgu w stanie podostym (3 tygodnie po wystąpieniu udaru) i niedowładem po stronie lewej uczestniczył w badaniu z urządzeniem Balonikotron, skonstruowanym przez inżynierów z Wydziału Automatyki i Robotyki Politechniki Łódzkiej. Stopień niepełnosprawności według Zmodyfikowanej Skali Rankina (mRS, ang. *Modified Rankin Scale*) w momencie przyjęcia wynosił 4. Przed hospitalizacją pacjent był w pełni sprawny według mRS (0). Zastosowano następujące metody pomiaru: Skala Ashworth, Wizualna Skala Analogowa (VAS, ang. *Visual Analogue Scale*), Zakres Ruchu (ROM, ang. *Range of Motion*) wyprostowania i zgięcia stawu nadgarstkowego przy użyciu goniometru, zmiany obwodu w obrębie stawu nadgarstkowego i śródręczno-palcikowego zmierzone przy pomocy miarki centymetrowej. Dodatkowo sprawdzono czucie głębokie i powierzchowne za pomocą Radła Wartenburga.

Mężczyzna został przyjęty na oddział rehabilitacji neurologicznej i odbywał konwencjonalną rehabilitację oraz terapię zajęciową. Ponadto 3 razy w tygodniu uczestniczył w 45-minutowej sesji z urządzeniem do wyprostowania stawu nadgarstkowego. Na sesję ćwiczeń składało się 10 minut ćwiczeń ruchu wyprostowania oraz 5 minut przerwy z 3-krotnym powtórzeniem. Balonikotron ma formę prostokątnego kartonu, w którym schowana jest elektronika. Unoszenie stawu nadgarstkowego jest możliwe za pomocą balona, który napęcznieje się powietrzem (rys 1.). Po założeniu urządzenia na niedowładną rękę ustala się początkowy oraz końcowy zakres ruchu. Odcinek końcowy odpowiada za najbardziej możliwy ruch wyprostny, który nie powoduje odczuć bólowych u pacjenta. Wyprost

stawu nadgarstkowego ustalany jest przy pomocy fizjoterapeuty, lecz po instruktażu dla pacjenta może włączać urządzenia i wyznaczać zakres ruchu samodzielnie. System wbudowany w urządzenie zapamiętuje zakres ruchu i w czasie badań nie przekracza go. Balonikotron samodzielnie unosi i opuszcza rękę pacjenta. Na obudowie urządzenia znajduje się mały ekran, na którym wyświetla się instrukcja użytkowania Balonikotronu.

Ćwiczenia z urządzeniem Balonikotron mogą być wykonywane w pozycji siedzącej i leżącej. Zespół wraz z pacjentem dokonali wyboru wykonywania ćwiczeń w pozycji leżącej ze względu na występującą niestabilność tułowia.

Pierwszego dnia badania pacjent uzyskał następujące wyniki kończyny górnej lewej:

- Skala Ashworth – 2;
- Skala VAS – 1;
- Czucie powierzchowne – zaburzone;
- Czucie głębokie – zaburzone;
- Zakres ruchu wyprostu stawu nadgarstkowego – 30° ;
- Zakres ruchu zgięcia stawu nadgarstkowego – 40° ;
- Obwód stawu nadgarstkowego przed badaniem – 18,5 cm;
- Obwód stawu śródręczno-paliczkowy lewy przed badaniem – 20 cm;
- Obwód stawu nadgarstkowego po badaniu – 17 cm;
- Obwód stawu śródręczno-paliczkowego po badaniu – 19,5 cm.



Rysunek 1. Pacjent podczas ćwiczeń w pozycji leżącej z urządzeniem Balonikotron

Badanie odbyło się w oddziale rehabilitacji neurologicznej, Miejskiego Centrum Medycznego im. dr Karola Jonschera w Łodzi. Uzyskano zgodę ordynatora oddziału oraz zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (RNN/281/20/KE). Badanie zostało wykonane w ramach projektu naukowo-badawczego: grant 0203/L-11/2019 „Jednorazowe i personalizowane narzędzia wspomagające rehabilitację ręki”, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. W czasie pobytu pacjenta w szpitalu wykonano 31 sesji ćwiczeń z urządzeniem Balonikotron.

3. Wyniki

Wyniki otrzymane w trakcie badań poddano macierzy korelacji. Oznaczone korelacje są istotne z $p < ,05000$ $N = 5$.

Występuje przeciętna, dodatnia korelacja ($r = 0,42$) między zmianą napięcia mięśniowego a dolegliwościami bólowymi. W początkowych sesjach ćwiczeń z Balonikotronem pacjent nie odczuwał większych dolegliwości bólowych ze strony stawu nadgarstkowego (VAS 0/1). Sytuacja zaczęła się zmieniać od 10 do 27 sesji. Pacjent oceniał swój ból na 6/5/4 w skali VAS. Następnie w sesji 28, 29, 30 i 31 ból wynosił kolejno 3/0/0/0 (tab. 1). Przez 28 sesji ćwiczeń napięcie mięśniowe ulegało ciągłej zmianie, kończąc od 29 do 31 sesji na stanie 1 w skali Ashworth. Wraz ze zmianą napięcia mięśniowego możliwe były zmiany w odczuciach bólowych pacjenta. Wzrost napięcia mięśniowego w obrębie stawu nadgarstkowego lewego mógł spowodować zwiększenie bólu.

Zaburzenie czucia powierzchownego występowało od 1 do 6 sesji ćwiczeń, a czucia głębokiego od 1 do 7. W kolejnych sesjach, aż do zakończenia badania stwierdzano prawidłowe czucie.

Tabela 1. Zebrane wyniki napięcia mięśniowego, bólu nadgarstka, czucia powierzchownego i głębokiego kończyny górnej lewej

Kolejne dni zabiegowe	Napięcie mięśniowe/Ashworth	Ból/VAS	Czucie powierzchowne	Czucie głębokie
1	2	1	Zaburzone	Zaburzone
2	2	1	Zaburzone	Zaburzone
3	2	1	Zaburzone	Zaburzone
4	2	1	Zaburzone	Zaburzone
5	2	1	Zaburzone	Zaburzone
6	2	0	Zaburzone	Zaburzone
7	2	0	Norma	Zaburzone
8	3	0	Norma	Norma
9	3	0	Norma	Norma
10	3	6	Norma	Norma
11	2	0	Norma	Norma
12	2	2	Norma	Norma
13	3	6	Norma	Norma
14	3	6	Norma	Norma
15	2	6	Norma	Norma
16	3	6	Norma	Norma
17	3	6	Norma	Norma
18	2	6	Norma	Norma
19	2	6	Norma	Norma
20	2	6	Norma	Norma
21	2	5	Norma	Norma
22	2	5	Norma	Norma
23	2	5	Norma	Norma
24	2	4	Norma	Norma
25	2	4	Norma	Norma
26	2	4	Norma	Norma
27	2	4	Norma	Norma

28	2	3	Norma	Norma
29	1	0	Norma	Norma
30	1	0	Norma	Norma
31	1	0	Norma	Norma

Występuje silna, dodatnia korelacja (0,73) między zmianą zakresu ruchu wyprostu i zgięcia stawu nadgarstkowego. Oznacza to, że wraz ze wzrostem zakresu ruchu wyprostu stawu nadgarstkowego następowała możliwie jednoczesna poprawa ruchu zgięcia (tab. 2).

Tabela 2. Zebrane wyniki zakresu ruchu wyprostu i zgięcia stawu nadgarstkowego lewego

Kolejne dni zabiegowe	Zakres ruchu wyprostu stawu nadgarstkowego lewego [°]	Zakres ruchu zgięcia stawu nadgarstkowego lewego [°]
1	30	40
2	30	40
3	55	65
4	50	65
5	65	50
6	60	60
7	50	45
8	20	30
9	20	30
10	20	20
11	30	30
12	32	25
13	35	20
14	35	30
15	35	25
16	45	25
17	35	35
18	35	35
19	35	35
20	20	35
21	20	30
22	25	30
23	25	25
24	25	30
25	30	30
26	30	30
27	30	35
28	35	35
29	40	45
30	40	35
31	40	40

Występuje słaba, dodatnia korelacja ($r = 0,26$) między zmianą obwodu stawu nadgarstkowego po badaniu a zakresem ruchu zgięcia, oraz nieznacznie wyższa, ale nadal słaba korelacja ($r = 0,32$) między zmianą obwodu stawu śródrečno-paliczkowego a zakresem ruchu wyprostu stawu nadgarstkowego (tab. 3).

Tabela 3. Zebrane wyniki zmian obwodów stawu nadgarstkowego i śródrečno-paliczkowego kończyny górnej lewej przed i po badaniu

Kolejne dni zabiegowe	Staw nadgarstkowy lewy przed badaniem [cm]	Staw śródrečno-paliczkowy lewy przed badaniem [cm]	Staw nadgarstkowy lewy po badaniu [cm]	Staw śródrečno-paliczkowy lewy po badaniu [cm]
1	18,5	20	17	19,5
2	17	20,5	17,5	19,5
3	17	20	17,5	19
4	18,5	20	18	19
5	16,5	20,5	17	20
6	18	21	18	21
7	18	21	18	21
8	20	21	18	22
9	16	18	17	18
10	16	19	15	18
11	16	19	16	18
12	16,5	20,5	16,5	20,5
13	17	18	17	19
14	18	20	14	19
15	18	21	17,5	21
16	16,5	20,5	18	20,5
17	17,5	20,5	17,5	20,5
18	18,5	20,5	18	21
19	18	20,5	18	20,5
20	16	19	18,5	17,5
21	14,5	18,5	17,5	18
22	18	20	17	18
23	16	18,5	16,5	19
24	18	21	18	20,5
25	15	18	18	16
26	16,5	20	19,5	20
27	17,5	20,5	17,5	21
28	17	20,5	17	20,5
29	18,5	18,5	17	20
30	17	22	16	20
31	17	19	17	19

4. Dyskusja

Ból jest częstym powikłaniem po udarze mózgu, stwierdzanym u 19-74% pacjentów. Codzienny, o silnych charakterze może doprowadzić do obniżonej jakości życia, rozwinięcia depresji, stanów lękowych, zaburzenia snu oraz utrudniać rehabilitację i zdrowienie [25, 26]. Pomimo początkowego braku bólu u pacjenta rozwinęły się odczucia bólowe, które maksymalnie osiągały 6 w skali VAS. Wraz z rosnącą liczbą sesji ćwiczeń z urządzeniem Balonikotron i prowadzoną konwencjonalną fizjoterapią ból zmniejszył się do 0 według skali VAS.

Pod względem stopni swobody staw nadgarstkowy jest drugim, po stawie ramiennym, najbardziej skomplikowanym stawem kończyny górnej. Z powodu złożoności stawu trudna jest również rehabilitacja. W ciągu ostatnich lat opracowano wiele robotów do rehabilitacji stawu nadgarstka. Urządzenia zapewniają intensywną i powtarzalną terapię, a ich koszt nie jest wysoki [27]. Coraz częściej zespoły techniczno-medyczne skupiają

się na projektowaniu i wykorzystywaniu robotów do rehabilitacji stawu nadgarstkowego. Wyniki badania przeprowadzonego przez Hu i wsp. (2015) za pomocą robota do treningu stawu nadgarstkowego sugerują poprawę motoryczną funkcji barku oraz łokcia, jak i nadgarstka oraz dłoni. Poprawa utrzymywała się do 3 miesięcy od zakończenia treningów. W tym celu wykorzystano skalę The Upper Extremity Fugl Meyer Assessment (FMA-UE). Ponadto rezultaty wykazane za pomocą Modified Ashworth Scale (MAS) wskazują złagodzenie spastyczności mięśni w stawach nadgarstkowych i łokciowych, a efekt może utrzymać się również do 3 miesięcy [28]. Robot zaprojektowany przez Krebs i wsp., pozwalał na przeprowadzanie ćwiczeń przy zastosowaniu interaktywnych gier wideo. Urządzenie zbierało informację o ocenie ilościowej ćwiczeń całego procesu rehabilitacji. Robot charakteryzował się dużym rozmiarem, co stanowiło ograniczenie zastosowania go w innym środowisku niż szpitalnym. Obsługa urządzenia okazała się trudna, a koszt produkcji duży, dlatego nie jest wskazane, aby pacjenci samodzielnie przeprowadzali cykl ćwiczeń przy zastosowaniu robota bez osób pomocniczych [29]. Roboty przeznaczone do rehabilitacji stawu nadgarstkowego powinny cechować się praktycznością, wydajnością oraz bezpieczeństwem w swoim zastosowaniu. Spełnienie powyższych właściwości pozwala na swobodę w stosowaniu robotów na co dzień, w warunkach domowych, odciążając fizjoterapeutów [30]. Porażenie oraz niedowład w obrębie stawu nadgarstkowego są częstymi konsekwencjami uszkodzeń neurologicznych u pacjentów po udarze mózgu. Większość przeprowadzonych badań nad tematyką rehabilitacji z użyciem robota dotyczy jednak stawów ramiennych i łokciowych [31]. Balonikotron jest prostym urządzeniem z jednym stopniem swobody. Zbudowany z kartonu i łatwo dostępnych tworzyw jest tani w produkcji. Mała waga i niewielki rozmiar urządzenia (od palców dłoni do stawu łokciowego) stwarzają warunki do wykorzystywania go w warunkach nie tylko szpitalnych, ale również domowych.

Celem naszego badania była weryfikacja, czy prosty robot Balonikotron przeznaczony do powtarzalnych ćwiczeń wyprostu nadgarstka u pacjentów z niedowładem po udarze mózgu może wpłynąć na zmianę w odczuciach bólowych pacjenta, napięcia mięśniowego, czy obwodów stawów. Intensywność sesji ćwiczenia pokazuje, że krótka rehabilitacja nie daje takich samych efektów jak długa. W połowie całego badania (15 sesja) zauważalna jest tendencja do zmniejszenia zakresu ruchu wyprostu i zgięcia stawu nadgarstkowego, zwiększenia napięcia mięśniowego oraz bólu nadgarstka. Dopiero zbliżając się do 30 sesji, zauważa się poprawę w zmniejszającym się bólu, napięciu mięśniowym i zwiększających się możliwościach wykonania ruchu wyprostu i zgięcia stawu nadgarstkowego. Pacjent nie odmówił żadnej sesji ćwiczeń z użyciem Balonikotyonu. Wyrażał duże zainteresowanie i zaciekawienie technologią robotów. Po pierwszym tygodniu stosowania nowego urządzenia potrafił samodzielnie założyć Balonikotron, po 20 sesji samodzielnie wyznaczał zakres ruchu wyprostu stawu nadgarstkowego do ćwiczenia dla robota za pomocą drugiej, niezajętej ręki.

Dużym wyzwaniem w procesie rehabilitacji jest motywacja pacjenta do codziennych ćwiczeń. Konieczne jest opracowanie alternatywnych metod czy narzędzi, które pozwolą na długotrwałą terapię, niezależnie od obecności fizjoterapeuty oraz będą w pełnej dostępności w placówkach ochrony zdrowia [32, 33]. We wcześniejszych badaniach stwierdzono, że terapia ruchem biernym jest skuteczna u pacjentów z zaburzeniami neurologicznymi, w tym po udarze mózgu [34]. Podczas terapii wykorzystującej ruch bierny staw jest poruszany według ustalonej sekwencji przez określony czas. Ruch stawu jest

możliwy przez siły zewnętrzne, nie powinien pokonywać bariery sztywności stawu. Siła przy wykonywaniu ruchu biernego uwzględnia stopień swobody ograniczonego stawu [35].

Przy wypisie pacjent był niepełnosprawny w stopniu umiarkowanym, ale poruszał się samodzielnie, bez bólu kończyny górnej (mRS 3). Jednym z ograniczeń badania była pozycja pacjenta w trakcie ćwiczeń. Zespół wspólnie z pacjentem dokonał wyboru wykonywania ćwiczeń z urządzeniem w pozycji leżącej, ze względu na komfort pacjenta, ale przede wszystkim z powodu niestabilnego tułowia. Pozycja siedząca jest lepszym wyborem pod kątem siły grawitacji. W pozycji leżącej kontrola wzrokowa jest utrudniona, co jest kolejną wadą. W następnym badaniu z urządzeniem należy opracować kryteria wyłączenia, które będą klasyfikować niestabilność tułowia, celem wykluczenia pozycji leżącej na rzecz pozycji siedzącej. Przyszłe badania z urządzeniem Balonikotronu powinny być wykonane na dużej grupie pacjentów (powyżej 10 osób) oraz zawierać jeszcze więcej niż 31 prób, aby potwierdzić użyteczność robota w rehabilitacji neurologicznej. Metody badawcze powinny zostać poszerzone o specjalistyczne skale kliniczne, takie jak The Upper Extremity Fugl Meyer Assessment (FMA-UE), która uwzględnia bardziej szczegółowe cechy, by określić stan funkcjonalny pacjenta. W przyszłości należy przeprowadzić randomizowane badanie z dużą ilością pacjentów i grupą kontrolną w celu przedstawienia wyników na większej grupie badanej.

5. Wnioski

Zwiększenie zakresu ruchu wyprostowania stawu nadgarstkowego może powodować równoczesne zwiększenie zakresu ruchu zgięcia. Wraz ze wzrostem napięcia mięśniowego mogą wzrastać odczucia bólowe. Robotyka w rehabilitacji neurologicznej może stanowić ciekawe oraz interesujące dla pacjenta uzupełnienie rehabilitacji konwencjonalnej w szpitalu.

Literatura

1. Wafa H.A., Wolfe C.D., Emmett E., Rot G.A., Johnson C.O., Wang Y., *Burden of Stroke In Europe: Thirty-Year Projections of Incidence, Prevalence, Deaths, and Disability-Adjusted Life Years*, *Stroke*, 51(8), 2020, s. 2418-27.
2. Feigin V.L., Brainin M., Norrving B., Martins S., Sacco R.L., Hacke W., Fisher M., Pandian J., Lindsay P., *World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022*, *International Journal of Stroke*, 17(1), 2022, s. 18-29.
3. Song D., Lan N., Loeb G., Gordon J., *Model-Based Sensorimotor Integration for Multi-Joint Control: Development of a Virtual arm Model*, *Annals of Biomedical Engineering*, 36, 2008, s. 1033-1048.
4. The GBD 2016 Lifetime Risk of Stroke Collaborators, *Global, regional, and country-specific lifetime risks of stroke, 1990 and 2016*. *New England Journal of Medicine*, 379(25), 2018, s. 2429-37.
5. Włodarczyk L., Cichoń N., Karbownik M.S., Saso L., Saluk J., Miller E., *Circulating Serum VEGF, IGF-1 and MMP-9 and Expression of Their Genes as Potential Prognostic Markers of Recovery in Post-Stroke Rehabilitation—A Prospective Observational Study*, *Brain Sciences*, 13(6), 2023, s. 846.
6. Peri E., Ambrosini E., Pedrocchi A., Ferrigno G., Nava C., Longoni V., Monticone M., Ferrante S., *Can FES-Augmented Active Cycling Training Improve Locomotion in Post-Acute Elderly Stroke Patients?*, *European Journal of Translational Myology*, 26(3), 2016.

7. Chen C.L., Chen H.C., Tang S.F.T., Wu C.Y., Cheng P.T., Hong W.H., *Gait Performance With Compensatory Adaptations in Stroke Patients With Different Degrees of Motor Recovery*, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 82(12), 2003, s. 925-35.
8. Rech K.D., Salazar A.P., Marchese R.R., Schifino G., Cimolin V., Pagnussat A.S., *Fugl-Meyer Assessment Scores Are Related With Kinematic Measures in People with Chronic Hemiparesis After Stroke*, Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 29(1), 2020, s. 104463.
9. Cauraugh J.H., Kim S.B., *Chronic Stroke Motor Recovery: Duration of Active Neuro-muscular Stimulation*, Journal of the Neurological Sciences, 215(1-2), 2003, s. 13-19.
10. Wist S., Clivaz J., Sattelmayer M., *Muscle Strengthening for Hemiparesis After Stroke: A Meta-Analysis*, Annals of Physical And Rehabilitation Medicine, 59(2), 2016, s. 114-124.
11. Rabelo M., Nunes G.S., da Costa Amante N.M., de Noronha M., Fachin-Martins E., *Reliability of Muscle Strength Assessment in Chronic Post-Stroke Hemiparesis: A Systematic Review and Meta-Analysis*, Top Stroke Rehabilitation, 23(1), 2016, s. 26-36.
12. Pak S., Patten C., *Strengthening to Promote Functional Recovery Poststroke: An Evidence-Based Review*, Topics in Stroke Rehabilitation, 15(3), 2008, s. 177-199.
13. Pandyan A., Cameron M., Powell J., Stott D., Granat M., *Contractures in the Post-Stroke Wrist: A Pilot Study of Its Time Course Of Development and Its Association with Upper Limb Recovery*, Clinical Rehabilitation, 17(1), 2003, s. 88-95.
14. Lannin N.A., Cusick A., McCluskey A., Herbert R.D., *Effects of Splinting on Wrist Contracture after Stroke: A Randomized Controlled Trial*, Stroke, 38(1), 2007, s. 111-116.
15. McPherson L.M., Dewald J.P., *Differences Between Flexion and Extension Synergy-Driven Coupling at the Elbow, Wrist, and Fingers of Individuals with Chronic Hemiparetic Stroke*, Clinical Neurophysiology, 130(4), 2019, s. 454-468.
16. Owen M., Ingo C., Dewald J.P., *Upper Extremity Motor Impairments and Microstructural Changes in Bulbosplinal Pathways in Chronic Hemiparetic Stroke*, Frontiers in Neurology, 8, 2017, s. 257.
17. Katan M., Luft A., *Global Burden of Stroke*, Seminars in Neurology, Thieme Medical Publishers, New York, 38 (2), 2018, s. 208-211
18. Lu R.R., Zheng M.X., Li J., Gao T.H., Hua X.Y., Liu G., Huang S.H., Xu J.G., *Motor Imagery Based Brain-Computer Interface Control of Continuous Passive Motion for Wrist Extension Recovery in Chronic Stroke Patients*, Neuroscience Letters, Elsevier, 718, 2020, s. 134727.
19. Sun Y., Ledwell N.M., Boyd L.A., Zehr E.P., *Unilateral Wrist Extension Training after Stroke Improves Strength and Neural Plasticity in Both Arms*, Experimental Brain Research, 236, 2018, s. 2009-21.
20. Chang W.H., Kim Y.H., *Robot-Assisted Therapy in Stroke Rehabilitation*, Journal of Stroke, 15(3), 2013, s. 174.
21. Lum P.S., Godfrey S.B., Brokaw E.B., Holley R.J., Nichols D., *Robotic Approaches for Rehabilitation of Hand Function After Stroke*, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 91(11), 2012, s. 242-S54.
22. Sivan M., O'Connor R., Makower S., Levesley M., Bhakta B., *Systematic Review of Outcome Measures Used in the Evaluation of Robot-Assisted Upper Limb Exercise in Stroke*, Journal of Rehabilitation Medicine, 43(3), 2011, s. 181-189.
23. Waxman S.G., *Design and Performance Analysis of a Parallel Wrist Rehabilitation Robot (PWRR)*, Elsevier, Robotics and Autonomous Systems, 2020, s. 103390.
24. Payedimarri A.B., Ratti M., Rescinito R., Vanhaecht K., Panella M., *Effectiveness of Platform-Based Robot-Assisted Rehabilitation for Musculoskeletal or Neurologic Injuries: A Systematic Review*, Bioengineering, 9(4), 2022, s. 129.
25. Klit H., Finnerup N.B., Jensen T.S., *Central Post-Stroke Pain: Clinical Characteristics, Pathophysiology, and Management*, The Lancet Neurology, 8(9), 2009, s. 857-868.

26. Scuteri D., Mantovani E., Tamburin S., Sandrini G., Corasaniti M.T., Bagetta G., Tonin P., *Opioids in Post-Stroke Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis*, *Frontiers In Pharmacology*, 11, 2020, s. 587050.
27. Hussain S., Jamwal P.K., Vliet P.V., Brown N.A., *Robot Assisted Ankle Neuro-Rehabilitation: State of the Art and Future Challenges*, *Expert Review of Neurotherapeutics*, 21(1), 2021, s. 111-121.
28. Hu X.L., Tong R.K.Y., Ho N.S., Xue J.J., Rong W., Li L.S., *Wrist Rehabilitation Assisted by an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation Robot After Stroke*, *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(8), 2015, s. 767-776.
29. Krebs H.I., Volpe B.T., Williams D., Celestino J., Charles S.K., Lynch D., Hogan N., *Robot-Aided Neurorehabilitation: A Robot for Wrist Rehabilitation*, *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 15(3), 2017, s. 327-335.
30. Wang Y., Xu Q., *Design and Testing of a Soft Parallel Robot Based on Pneumatic Artificial Muscles for Wrist Rehabilitation*, *Scientific Reports*, 11(1), 2021, s. 1273.
31. Squeri V., Masia L., Giannoni P., Sandini G., Morasso P., *Wrist Rehabilitation in Chronic Stroke Patients by Means of Adaptive, Progressive Robot-Aided Therapy*, *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 22(2), 2013, s. 312-325.
32. Kash, S., Polak R.F., Lerner B., Rokach L., Levy-Tzedek S., *A Machine-Learning Model for Automatic Detection of Movement Compensations in Stroke Patients*, *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 9(3), 2020, s. 1234-1247.
33. Feingold-Polak R., Barzel O., Levy-Tzedek S., *A Robot Goes to Rehab: A Novel Gamified System for Long-Term Stroke Rehabilitation Using a Socially Assistive Robot—Methodology and Usability Testing*, *Journal Of Neuroengineering and Rehabilitation*, 18(1), 2021, s. 1-18.
34. Dirette D., Hinojosa J., *Effects of Continuous Passive Motion on the Edematous Hands of Two Persons with Flaccid Hemiplegia*, *The American Journal of Occupational Therapy*, 48(5), 1994, s. 403-409.
35. Borboni A., Villafañe J.H., Mullè C., Valdes K., Faglia R., Taveggia G., Negrini S., *Robot-Assisted Rehabilitation of Hand Paralysis After Stroke Reduces Wrist Edema and Pain: A Prospective Clinical Trial*, *Journal Of Manipulative And Physiological Therapeutics*, 40(1), 2017, s. 21-30.

Analiza prototypu urządzenia przeznaczonego do wyprostowania stawu nadgarstkowego dla pacjentów po udarze mózgu z niedowładem kończyny górnej – studium przypadku

Streszczenie

Udar mózgu to poważne schorzenie naczyniowe, będące trzecią przyczyną zgonów w Polsce, po chorobach serca i nowotworach. Około 65% pacjentów po udarze mózgu doświadcza powikłania – niedowładu połowicznego, który charakteryzują się zaburzeniem motorycznym w postaci utraty częściowej bądź całkowitej ruchu dobrowolnego, zmniejszeniem siły mięśniowej, ograniczeniem zakresu ruchu stawów, zaburzeniami koordynacji i wiele innych, wpływając na pogorszenie poziomu jakości życia i funkcji samoobsługi. Rehabilitacja neurologiczna, aby była skuteczna, powinna być intensywna, z dużą liczbą powtórzeń, nastawiona na konkretne zadanie ruchowe i motywująca. Robotyka w rehabilitacji zdaje się spełniać powyższe wymagania, wpływając na neuroplastyczność, dlatego warto przeprowadzać stałe badania w powyższej dziedzinie. Skonstruowaliśmy urządzenie Balonikotron przeznaczone do wyprostowania stawu nadgarstkowego dla 53-letniego pacjenta po udarze niedokrwinnym mózgu z niedowładem. Celem badania była weryfikacja, czy prosty robot przeznaczony do powtarzalnych ćwiczeń wyprostowania nadgarstka może wpłynąć na zmianę w odczuciach bólowych pacjenta, napięcia mięśniowego czy obwodów stawów. Pacjent odbywał na oddziale rehabilitacji neurologicznej konwencjonalną rehabilitację oraz 3 razy w tygodniu uczestniczył w 45-minutowej sesji z urządzeniem. Zastosowano następujące metody pomiaru: Skala Ashworth, VAS, ROM wyprostowania i zgięcia stawu nadgarstkowego przy użyciu goniometru, zmiany obwodu w obrębie stawu nadgarstkowego i śródrečno-palcikowego zmierzone za pomocą miarki centymetrowej. Sprawdzone czucie głębokie

i powierzchowne za pomocą Radła Wartenburga. Wykazano słabą ujemną korelację pomiędzy poziomem napięcia mięśniowego a obwodem w stawie nadgarstkowym i śródreżnym (nadgarstek = -0,18, śródreżne = -0,27), słabą ujemną korelację pomiędzy poziomem napięcia mięśniowego a ROM wyprostu stawu nadgarstkowego i stawów śródreżno-paliczkowych (zgięcie = -0,26, wyprost = -0,40). W grupie badanej występowały wyższe średnie obwody nadgarstka i śródreżca niż w grupie kontrolnej. Wariancje i odchylenia standardowe odnoszące się do obwodów nadgarstka i śródreżca są większe w grupie kontrolnej niż w grupie badanej. Zwiększenie zakresu ruchu wyprostu stawu nadgarstkowego może powodować równoczesne zwiększenie zakresu ruchu zgięcia, a wraz ze wzrostem napięcia mięśniowego mogą wzrastać odczucia bólowe. Robotyka w rehabilitacji neurologicznej może stanowić ciekawe oraz interesujące dla pacjenta uzupełnienie rehabilitacji konwencjonalnej w szpitalu.

Słowa kluczowe: udar mózgu, rehabilitacja neurologiczna, niedowład połowiczny, roboty rehabilitacyjne

Analysis of A Prototype Device for Wrist Extension for Post-Stroke Patients with Upper Limb Paresis – A Case Study

Abstract

Stroke is a serious vascular disease, being the third cause of death in Poland, after heart disease and cancer. Approximately 65% of post-stroke patients experience a complication - hemiparesis, which is characterised by motor impairment in the form of partial or total loss of voluntary movement, reduced muscle strength, restricted joint range of motion, coordination disorders and many others, impairing quality of life and self-care functions. To be effective, neurological rehabilitation should be intensive, with high repetition, focused on a specific movement task and motivating. Robotics in rehabilitation seems to satisfy the above requirements by influencing neuroplasticity, so it is beneficial to carry out continuous research in the above field. We have constructed a 'Ballonikotron' device for wrist joint extension for a 53-year-old post-ischaemic stroke patient with paresis. The aim of the study was to verify whether a simple robot designed for repetitive wrist extension exercises could make a difference to the patient's pain sensations, muscle tone or joint circumference. The patient received conventional rehabilitation in the neurological rehabilitation department and attended a 45-minute session with the device three times a week. The following methods of measurement were used: Ashworth Scale, VAS, ROM of wrist joint extension and flexion using a goniometer, changes in circumference at the wrist and metacarpophalangeal joint measured using a centimetre gauge. Deep and superficial sensation was checked using the Wartenburg Radle. There was a weak negative correlation between the level of muscle tone and circumference at the wrist and metacarpal joints (wrist = -0.18, metacarpal = -0.27), a weak negative correlation between the level of muscle tone and ROM of the wrist and metacarpophalangeal joints (flexion = -0.26, extension = -0.40). The study group had higher mean wrist and metacarpal circumferences than the control group. The variances and standard deviations relating to wrist and metacarpal circumferences are greater in the control group than in the study group. An increase in the extension range of motion of the wrist joint may result in a concomitant increase in the flexion range of motion, and pain sensations may increase as muscle tone increases. Robotics in neurological rehabilitation can be an interesting and patient-interesting complement to conventional rehabilitation in hospital.

Keywords: stroke, neurological rehabilitation, hemiparesis, rehabilitation robots

Doświadczenie roli trenera podczas walki zawodników w boksie olimpijskim

1. Wprowadzenie

Motyacją przeprowadzenia badań jakościowych było poszerzenie wiedzy na temat doświadczenia roli trenera podczas walki zawodników w boksie olimpijskim. Zawodnicy w ringu są zmuszeni do samodzielnych działań, jednak w narożniku zawsze jest obecny trener. Czekają on w gotowości do pomocy lub właściwej reakcji na różne sytuacje podczas walki. Wspiera również sportowców przed walką. Pomaga im pozbierać myśli i ułożyć odpowiednio skupienie. Podczas pojedynku cały czas służy dobrą radą, podrzuca konkretne wskazówki potrzebne do odniesienia sukcesu. Po werdykcie potrafi podzielać radość razem z zawodnikiem z wygranej, ale także pociesza po przegranej walce. Wyciąga konkretne wnioski i daje lekcje na przyszłość analizując przebieg całego pojedynku.

2. Historia powstania boks olimpijskiego na podstawie literatury XX wieku

Boks po raz pierwszy ukazany jest na staroegipskich malowidłach sprzed 4000 lat p.n.e. Pokazani na nich wojownicy zadają ciosy bokserskie w rękawicach. Pięściarstwo zapoczątkowano jako sztukę walki oraz obrony w czasach prehistorycznych. Pięści w owych czasach decydowały o zachowaniu życia. Boks przyjęto także do programu szkolenia wojskowego.

Historycy boks, badając i opisując dzieje tego sportu, wyodrębniają pewne okresy upływające pod znakiem hegemonii jakiejś wybitnej indywidualności pięściarskiej, jakiegoś arcy mistrza, który przez dłuższy czas był bezkonkurencyjny, nie znajdował równych sobie rywali. Odróżniają więc erę Sullivana w ostatnim etapie walk na gołe pięści, a później erę Dempseya czy erę Louisa [1].

Pierwszym mistrzem olimpijskim w 688 r. na 23 Igrzyskach Olimpijskich został Onomastus, który stworzył reguły dyscypliny boks olimpijskiego. Charakteryzowały się one prostotą. Nie istniał podział zawodników na kategorie wagowe. Nie było przerw w walce ani wymiaru rund. Walki odbywały się tak długo, aż jeden z przeciwników nie był w stanie kontynuować pojedynku lub poddawał się poprzez uniesienie wskazującego palca prawej ręki do góry. Uderzać można było w: twarz, głowę, ramiona oraz ręce. Inne uderzenia powodowały dyskwalifikację zawodnika. W sytuacji, gdy po wielu godzinach walki obu sportowców dopadała bezsilność i nie mogli kontynuować pojedynku, o wygranej decydował jeden cios w głowę przeciwnika, który nie mógł się bronić. Kolejność uderzeń wyznaczał los [2]. Kolejne przepisy zostały wprowadzone przez Jacka Broughtona. Następnie zastąpiono je przez *London Prize Ring Rules*. Zasady te zmieniono dopiero w boksie nowoczesnym na *Quendberry Rules*, które były podstawą wszystkich późniejszych reguł. Wprowadzono wtedy walki w rękawicach, a nie jak dotychczas na gołe pięści. Zaczęto również uprawiać boks amatorski, ponieważ wcześniej walczono

¹ roza1999127@interia.pl, Uniwersytet w Białymstoku.

tylko o nagrody pieniężne. Najważniejsze paragrafy regulaminu w boksie nowoczesnym to: walka powinna odbywać się na kwadratowym ringu o wymiarach 7,3 x 7,3 metra, rundy trwają po 3 minuty z 1-minutową przerwą pomiędzy nimi, pięściarzom nie wolno używać chwytów zapaśniczych, zawodnik po upadku w wyniku otrzymanego ciosu lub z osłabienia jest liczony przez sędziego i ma czas do 10 sekund na podjęcie dalszej walki.

Wraz z nowymi zasadami stworzono pierwszy w historii podział zawodników na grupy wagowe. Były to trzy kategorie: lekka (63,5 kg), średnia (71,6 kg) oraz ciężka (powyżej 71,6 kg). W kolejnych latach powstawały nowe kategorie, które ulegały różnym wahaniom. Tak samo ewoluowały rękawice bokserskie, od zupełnie obcisłych, niczym niewypchanych, do rozmiarów występujących obecnie. Różnią się one u kobiet (mniejsze) i mężczyzn (większe). W kolejnych zasadach boksu dopracowanych przez New York State Boxing Communion określono, że pięściarz wypadający z ringu ma obowiązek powrotu do niego samodzielnie w czasie nieprzekraczającym 10 sekund, a zawodnik, który doprowadzi do upadku swojego przeciwnika, udaje się do neutralnego rogu. Do czasu, aż nie stanie w bezstronnym narożniku, sędzia nie może zacząć wyliczać leżącego.

30 kwietnia 1900 r. w Brooklynie odbyła się walka o największej różnicy wagi, jakkolwiek odnotowano w boksie. Był to pojedynek Eda Dunkhorsta ważącego 141,5 kg z Frintzem ważącym 78 kg. Różnica wag wynosiła aż 63,5 kg. Natomiast najdłuższa walka bokserska w dziejach pięściarstwa z użyciem rękawic utrzymywała się aż 110 rund, czyli przez 7 godzin i 19 minut. Odegrała się ona 16 kwietnia 1893 r. w Nowym Orleanie, w stanie Luizjana. Była to walka pomiędzy Amerykanami Andym Bowenem i Jackiem Burke'em.

W dawnych czasach walki odbywały się na arenach i były oglądane przez tysiące widzów na żywo. Nie nagrywano walk oraz nie podawano w radiu ich przebiegu. Chcąc zobaczyć pojedynek, należało udać się na miejsce walki. Pierwszy raz sfilmowano walkę na wybudowanej specjalnie w tym celu arenie 17 marca 1897 r. w Carson City w stanie Nevada. Był to pojedynek Corbett – Fizzsimmons.

2 lipca 1921 r. podczas pojedynku Georges Carpentier – Jack Dempsey w Jersey City, USA, obok filmowców postawiono mikrofon na statywie. Pierwszymi komentatorami radiowymi byli Andrew White i J.O. Smith. W trakcie tej walki wskazywano na odmienne charaktery sportowców.

Na ringu stała para pięściarzy całkowicie odmiennych od siebie budową fizyczną i stylem walki. Błyskotliwy technik, a przy tym taktyk, miał się zmierzyć z pięściarzem obdarzonym olbrzymią siłą, istnym ludzkim czołgiem, który potrafi wyładować tę siłę w straszliwych zwarciach, a równocześnie był bardzo odporny na ciosy i nie znał zmęczenia. Inteligencja i sztuka pięściarska miały się zmierzyć z przemożoną siłą i zadziwiającym instynktem walki [2].

Podczas walki Willard - Depsey w Toledo (Ohio), USA 4 lipca 1919 r. po raz pierwszy w Ameryce oceniało pojedynek trzech sędziów, a nie jak dotychczas tylko jeden. Dwóch sędziów obserwowało walkę poza ringiem, a jeden w ringu. Ustalono, że jeżeli opinie sędziów będą sprzeczne, zwycięzcę wskaże arbiter w ringu. Tak oto powstało w boksie rozwiązanie walki 2:1. W początkach historii boks walki odbywały się w większości *no decision*. Oznacza to, że jeżeli zawodnik nie zakończy pojedynku nokautem, to wynik walki nie zostanie ogłoszony.

3. Boks jako dyscyplina sportowa w kontekście książki *Bracia Kliczko*

Boks to dyscyplina sportowa, która polega na walce dwóch zawodników na pięści odbywającej się w ringu, przy stosowaniu się do określonych zasad i reguł.

Walka bokserska polega na pokonaniu przeciwnika w sensie fizycznym, ale nie tylko.

Głównym celem nie jest psychiczne, lecz mentalne złamanie rywala. Konkurent powinien oddać walkę, zanim opadnie z sił. Dlatego też pięściarz przeprowadza analizy – nie tylko przed walką, ale również w trakcie pojedynku – i dlatego nie działa w sposób nieprzemyślany i impulsywny. Walki bokserskie rozstrzygają się w głowie [3].

Boks jest dość brutalnym sportem. Zawodnik ma za zadanie złamać przeciwnika, posuwając się niekiedy do, można by rzec, granic człowieczeństwa. Pięściarz stara się dobijać przeciwnika, aby ten był niezdolny do walki. Przykładowo, w przypadku rozcięcia łuku brwiowego podczas walki przeciwnik stara się celować właśnie w krwawiącą ranę. Lekarz, widząc nieustający krwotok, często jest zmuszony do przerwania walki, nawet w momencie, gdy krwawiący zawodnik ją wygrywa, prowadząc na punkty. Celem pięściarza jest doprowadzenie przeciwnika do stanu, w którym jest on niezdolny do kontynuowania pojedynku.

Walki bokserskie wyrabiają charakter zawodnika. Wypompuje się on nie tylko fizycznie, ale w znacznym stopniu męczy on również swoją psychikę. Nie każdy zawodnik jest w stanie udźwignąć presję wychodzenia do ringu. Niejeden człowiek na treningu może dorównywać mistrzom świata, ale wychodząc do ringu, nie potrafi poradzić sobie ze stresem i przegrywa, mając dużo korzystniejsze warunki fizyczne do odniesienia sukcesu niż przeciwnik. Tak naprawdę o wygranej nie decyduje siła zawodnika, lecz w dużym stopniu wytrzymałość psychiczna.

Każdy zawodnik powinien mieć świadomość, że do sukcesu nigdy nie dojdzie sam. Jedną z najważniejszych osób wspierających w dążeniu do celu jest trener. To on właśnie jest obiektywny w różnych sytuacjach. Pomaga, wspiera i motywuje.

Związek trenera z bokserem jest specyficzny, wydaje się, że trener i podopieczny tworzą jedność, ponieważ jedną osobę w dwóch częściach. Pierwsza część układa plany treningowe, opracowuje strategię i taktykę, formuje i rozwija kondycję sportowca, wzmacnia odporność psychiczną i wytrzymałość fizyczną, a druga część realizuje to wszystko w hali i na ringu bokserskim. Bokser jest w zasadzie dziełem trenera [3].

Trener jest przyjacielem zawodnika, ale na treningu często nie ma sumienia. Stara się z podopiecznego wydobyć siódme poty, aby podczas walki zobaczyć efekt tej współpracy. Podczas treningu potrafi być bezlitosny, mając przekonanie, że sportowiec powinien przekroczyć swoją granicę bólu.

Każdy opiekun musi racjonalnie podejmować decyzje dotyczące walki. Niekiedy zawodnik nie potrafi zrozumieć ich od razu. Trener, nie chcąc szkody pięściarza, czasem jest zmuszony do poddania go. Walczący musi ochłónąć po takiej sytuacji, aby zrozumieć słuszność jej zaistnienia. Należy zawsze stosować się do odpowiedniej taktyki i nie dawać się ponieść agresji w ringu. Doświadczony sportowiec powinien odznaczać się szczególnymi cechami, w szczególności wysoką estetyką wykonywanych ciosów,

zdolnością do szybkiej zmiany technik i taktyk oraz stosowania tego w ringu. Tylko dzięki taktyce można dojść do sukcesu, mierząc się z najlepszymi.

Każdy sport po dłuższym czasie staje się monotony, jeżeli nie ma w nim nic zmiennego. Człowiek, który cały czas przegrywa, jest zmuszony do poddania się lub do cięższej pracy nad sobą, aby w końcu coś zmienić i wygrać. Same sukcesy również nie dają satysfakcji, człowiek zawsze powinien zdobywać nowe horyzonty, a nie w kółko powtarzać to samo. Wiadomo, że najlepsze wyniki zawsze cieszą fanów, ale jedno potknięcie potrafi wstrząsnąć zawodnikiem i właściwie go zmotywować.

Sportowiec zawsze musi liczyć się z przeciwnikiem. Nawet najslabszy przeciwnik może mieć akurat lepszy dzień lub przypadkowo trafić czysty cios i znokautować faworyta. W przeszłości miało miejsce wiele przypadków, w których faworyt musiał uznać wyższość mało znanego rywala, bo nie potrafił go docenić.

W boksie o wygranej decydują umiejętności zawodnika, jednak jednym z najważniejszych motywów działania w boksie jest ambicja. To ona pozwala na właściwy rozwój człowieka, ponieważ nie ma granic. Ma potężniejszą wagę niż wiedza, która jest ograniczona. Nie będąc ambitnym, nie da się osiągnąć pożądaných celów i sukcesów.

4. Reguły boksu olimpijskiego w czasach współczesnych

Celem walki sportowej jest wykazanie wyższości nad konkurentem lub wykazanie doskonałości pod określonym względem [4].

Boks jako dyscyplina sportowa ma wyjątkowy charakter, poprzez zdefiniowaną przepisami przestrzeń, która wyodrębnia akt sportowej rywalizacji od aktu przemocy [5].

Reguły boksu są ściśle określone. Sędziowie, trenerzy oraz zawodnicy muszą koniecznie ich przestrzegać, aby zachowywać fair play. Podczas walki zawodnicy muszą zwracać szczególną uwagę na swoje zachowania w ringu, aby nie zostać zdyskwalifikowanym za nieprzestrzeganie zasad. Podstawowe reguły boksu to: zakaz uderzania poniżej pasa, przytrzymywania, kopania, gryzienia, uderzania głową, nie wolno zadawać ciosów, podtrzymując się lin, oraz nie można uderzać leżącego.

Pozycja bokserka to takie ustawienie zawodnika, które stwarza najkorzystniejsze warunki do prowadzenia walki [6].

W boksie olimpijskim pięściarze ochraniani są nie tylko przez bandażę bokserkie i rękawice – młodszy zawodnicy zakładają też do walki kaski. Kobiety są zobowiązane zakładać ochraniacze na piersi, zaś mężczyźni na krocze tak zwane suspensory. Wszyscy muszą mieć również ochraniacz na zęby. Chojecki i in. (2013) przeprowadzili badania wśród pięściarzy w boksie, dotyczące kontuzji i urazów. Doszli do wniosku, że używanie ochraniaczy zmniejsza ryzyko kontuzji [7] Wesołowski i in. (2012) uznali, że konieczne jest propagowanie stosowania ochraniaczy, zwiększenie świadomości trenujących, jak i zindywidualizowane podejście do każdej dyscypliny sportowej [8]. Do kontuzji w boksie zalicza się: urazy nosa, złamania szczęki, złamania żuchwy, urazy krtani i szyjnego odcinka tchawicy, urazy ucha oraz przerwanie mięśnia piersiowego większego [9].

Na chwilę obecną walki w boksie olimpijskim prowadzone są w wymiarze 3 rund z jednominutowymi przerwami. Rundy różnią się czasem trwania w zależności od wieku zawodników. Starsi pięściarze walcą dłużej, zaś młodszy krócej. Przykładem jest kategoria senior, w której runda trwa 3 minuty, zaś w kategorii młodzik runda trwa tylko 1,5 minuty. Walki odbywają się także w różnych kategoriach wagowych. Jest wiele przedziałów wagowych, ale do igrzysk olimpijskich zalicza się tylko kilka.

Na ten moment pojedynek zakończyć się może w momencie upływu czasu walki, trener również ma możliwość poddać swojego zawodnika, gdy widzi, że ten nie potrafi sprostać przeciwnikowi. Sam zawodnik także może się poddać w trakcie trwania pojedynku. Poza tym sędzia ma możliwość zakończenia pojedynku poprzez liczne liczenia pięściarza lub jego dyskwalifikację. Sędziowie niezwłocznie reagują na faule zawodników. Pięściarze są uczeni zasad fair play i zobowiązują się do stosowania ich w każdej walce.

Współcześnie każdy zawodnik przed odbyciem walki zobowiązany jest odwiedzić lekarza oraz udać się na ważenie. Wszystko zorganizowane jest podczas zawodów, przy ringu w gotowości zawsze stoją na wszelki wypadek ratownicy medyczni oraz lekarz. Niejednokrotnie lekarz jest zmuszony do przerywania walki, po wezwaniu przez sędziego. Przykładem może być nieustający krwotok z nosa po ciosie na twarz.

5. Trening bokserski z perspektywy historycznej i nowoczesnej

Trening fizyczny prowadzony regularnie jest jedynym sposobem na poprawę siły, mocy oraz wytrzymałości mięśni szkieletowych człowieka [10].

Jednym z powodów, dla których ludzie są skłonni do rozpoczęcia treningów bokserskich, jest zamiar wyładowania drzemiącej w nich agresji.

Agresja to fizyczne bądź werbalne zachowanie intencjonalne, ukierunkowane na wyrządzenie krzywdy fizycznej, psychicznej lub moralnej drugiej jednostce. Niezależnie od tego czy takie działanie przynosi pożądany efekt, czy kończy się niepowodzeniem nazywamy je agresją [11].

Uprawianie sportu rzutuje również na inne emocje – może wywoływać złość, frustrację i gniew w sytuacji odniesienia porażki po konfrontacji z lepiej przygotowanym do startu zawodnikiem [12].

Podczas treningu bokserskiego używane są różne przyrządy oraz sprzęt według zapotrzebowania. Najczęściej kojarzonym się z boksem przyrządem jest worek bokserski. W dawnych czasach worki używane do treningów były wykonane ze skóry i wypełniano je piaskiem oraz ziarnami fig. Później wynaleziono rękawicę bokserską, która w pierwotnym stanie miała postać bandaży z miękkiej skóry. Owijano nią duży palec, dłoń, nadgarstek i przedramię w celu ochrony przed złamaniem kości i zwichnięciem stawów. Następnie rękawica bokserska przerodziła się w broń ofensywną. Wykonywano ją z twardej wołowej skóry nabijanej guzami. Kolejne modyfikacje następowały w czasach degeneracji sportów w Rzymie. Pięściarze mieli wówczas rękawice wzmocnione metalem i naszpikowane kolcami, co skutkowało ciężkimi ranami i często śmiercią przeciwnika. W tamtych czasach boks cyrkowych aren był jedną z form gladiatorskiej walki na śmierć i życie.

Zawodnicy w dzisiejszych czasach ochraniają nadgarstki bandażami bokserskimi o różnych długościach. Są one niezbędne do prowadzenia walki, ale także do treningu techniki oraz sparingów. Ochraniają pięściarza przed urazami i kontuzjami dłoni lub nadgarstków. Sędzia ringowy obowiązkowo sprawdza za każdym razem obecność bandaży bokserskich na rękach zawodników.

Trening bokserski różni się w zależności od kształtowanych w danym czasie cech motorycznych. Szybkość jest zdolnością do wykonania ruchu w jak najkrótszym czasie [13]. Najczęściej szlifuje się ją na interwałach szybkościowych, wykorzystując worki

boksyerskie. Polega to na jak najszybszym zadawaniu ciosów w krótkim czasie z krótką przerwą wypoczynkową. Koordynacja ruchowa jest zdolnością do sterowania ruchami zgodnie z zamiarem [13]. Koordynację ruchową kształtuje się poprzez tor przeszkód z wykorzystaniem całego magazynu przyrządów oraz przyborów sportowych. Siła jest zdolnością do pokonywania oporów zewnętrznych lub do przeciwstawiania się im [13]. Siłę doskonalą się na przyrządach ustanowionych na siłowni. Wytrzymałość jest zdolnością do wykonania wysiłku bez spadku jego intensywności [13]. Najczęściej dopracowuje się ją poprzez treningi biegowe. Gibkość jest zdolnością do wykonania ruchów o dużej amplitudzie, która umożliwia stawom ruch, mięśniom skurcze, a więzadłom wydłużanie i skracanie [13]. Gibkość zawodnika budowana jest podczas rozciągania. Najważniejsze cechy motoryczne to szybkość, koordynacja ruchowa, siła, wytrzymałość oraz gibkość.

Analiza badań Ambrożego i in. (2015) wykazała istotną rolę wytrzymałości ogólnej i specjalnej w walce boksyerskiej. Zawodnik powinien być dokładnie przygotowany do startu w zawodach pod względem techniki oraz motoryczności [14]. Do takiego samego wniosku doszedł Bujak (2006), badając zawodników sportu walki teakwon-do. Określił on, że zawodnik powinien być przygotowany do walki pod względem technicznym, jak również i motorycznym [15].

Najczęstszym treningiem boksyerskim jest trening techniki i taktyki. Technika w boksie polega na wyprowadzaniu określonych ciosów, taktyka polega na korzystnym posługiwaniu się obroną lub atakiem.

Różnica reguł historycznych od teraźniejszych polega na polu zadawania ciosów. Współcześnie podczas walki zadajemy ciosy na twarz oraz na korpus. Także technika i taktyka są unowocześnione dzięki możliwości zadawania ciosów na korpus. Dawniej taktyka polegała na prowadzeniu walki w taki sposób, aby przeciwnik miał twarz skierowaną w stronę słońca i był przez nie oślepiiony. Wtedy trudniej jest trafić zawodnika w głowę.

W dawnych czasach pojedynki odbywały się na odległość zamachową, nie wykorzystywano parowania ciosów, unikano ich dzięki uskokom lub skrętom tułowia.

Na ten moment obrona polega na ruchach rąk, tułowia lub nóg. Wykorzystuje się techniki, takie jak: blokowanie, zabicie, odchylenie, unik oraz odejście. Atak w boksie polega na zdecydowanej technice wyprowadzonej do przeciwnika. Różni się on względem doświadczenia i umiejętności techniki boksyerskiej. Trening boksyerski wykształca także charakter zawodnika. Większość z nich nabiera pewności siebie, kształtuje swoje cechy wolicjonalne, przez co ćwiczy nie tylko swoje ciało, ale także psychikę.

Reasumując, sala boksyerska jest miejscem nie tylko doskonalenia swoich cech motorycznych, ale także uwalniania swojej emocjonalnej sfery, dzięki wyładowaniu smutku, złości oraz zmartwień dnia codziennego. Poprzez treningi uwalniane są hormony – endorfiny (tzw. hormony szczęścia), co skutkuje lepszym samopoczuciem.

Trening wspomaga człowieka, wspiera jego zdrowie, poprawę jego postawy, prawidłowy rozwój psychofizyczny oraz rezultaty tych zachowań.

6. Rola trenera w przygotowaniu zawodników do walki na przykładzie wybitnego trenera Feliksa Stamma

Podczas przygotowań zawodników do walki w boksie olimpijskim trener jest kimś, kto odgrywa jedną z najważniejszych ról. Przeprowadza z pięściarzem wiele treningów, na których jednym z elementów doskonalących technikę boksyerską jest wykonywanie tarczowania.

Tarczowanie przez doświadczonego trenera jest najskuteczniejszą metodą doskonalenia techniki. Polega na uderzaniu w różnego rodzaju łapy bokserskie lub tajskie tarcze pao. Podstawową zaletą takiego treningu jest możliwość doskonalenia kombinacji technik z użyciem pełnej siły, czego nie można wyćwiczyć w trakcie walk zadaniowych z przeciwnikiem. Nie bez znaczenia jest także praca nad wyczuciem dystansu [16].

Aby osiągnąć wynik, trenerzy czasami są zmuszeni do naginania prawdy przed swoimi zawodnikami. Przykładem jest sytuacja, w której Feliks Stamm dał nadzieję zawodnikowi, że pojędzie na igrzyska olimpijskie, gdy wygra walkę z bardziej doświadczonym pięściarzem. Walka została przez niego wygrana, jednak po czasie został on poinformowany, że i tak na igrzyska pojędzie jego przeciwnik. Zawodnik czuł się oszukany. Po czasie zrozumiał zachowanie swojego trenera, który od początku wiedział, że na zawody pojędzie jego przeciwnik. Robiąc mu nadzieję, sprawił, że ten stał się bardzo wymagającym sparingpartnerem. Przygotował go w ten sposób do igrzysk, na których wypadł wyśmienicie.

Wyjeżdżając na bardzo ważne zawody do innego kraju, gdzie obowiązuje inna strefa czasowa, zawodnicy często potrzebują kilku dni, aby się zaaklimatyzować. Wyjazd na kilka dni przed startem kilkunastu osób, w tym zawodników i trenerów, to dość duży koszt. Tymczasem Feliks Stamm miał na to sposób. Trzy tygodnie przed podróżą w centralnym ośrodku szkolenia wszystko pozmieniano pod kątem czasu obowiązującego w Tokio: okna zostały przyciemnione kocami, kuchnia przygotowywała posiłki w innym czasie, przesunięto treningi. Efekt był taki, że na igrzyskach w Tokio zawodnicy nie doświadczali zmiany czasu i udało się przywieźć worek medali zdobytych przez pięściarzy.

Trener miał swoją słuszość w momencie, gdy zabierał swoich zawodników na zabawy taneczne podczas zgrupowania. Większość osób pomyślałoby, że chodzi o bójki z miejscowymi chłopakami. Tymczasem szkoleniowiec uważał, że tańcem można poprawić takie cechy motoryczne, jak koordynacja i zwinność. Kupował dziewczynom czekolady, aby tańczyły ze sportowcami. Mężczyźni byli przekonani o swoim uroku osobistym, gdy kobiety wypełniały swoje zobowiązania.

Zawodnicy przed każdą walką muszą udać się na ważenie i nie mają prawa przekroczyć określonego limitu wagowego. Nie każdemu to łatwo przychodzi. Niektórzy są zmuszeni do zrzucenia kilku kilogramów w kilka dni przed startem, co osłabia i wykańcza organizm. Niewiedza zmusza pięściarzy do głodówki przy wymagających treningach. Feliks Stamm jednak, znając prawidłową dietę, potrafił pokierować zawodnikiem we właściwy sposób, aby bez głodówki zrzucić nadmiar wagowy. Trener porozdzielał składniki posiłków tak, aby sportowiec jadł najpierw same węglowodany (ziemniaki, ryż, kasze), a następnie po godzinie spożywał samo białko (kotlety, wędliny, pieczenie). W efekcie waga spadała, a on był najedzony i nie musiał głodować.

Każdy trener zobowiązany jest do opracowania taktyki walk swoich zawodników. W zależności od przeciwnika różni się ona technikami oraz kombinacjami. Wiedząc przed walką, z którym pięściarzem ma się do czynienia, łatwiej jest dopracować odpowiednią taktykę. Na zawodnika, który umiejętnościami dorównuje swojemu przeciwnikowi, często robi podobne akcje, ma podobne doświadczenie oraz nieraz już się z nim walczyło, najlepiej jest obrać taktykę, która potrafi zaskoczyć wszystkich. Na bezustanny atak od pierwszej rundy zaskoczeniem może być zwyczajny brak ataku i oczekiwanie

na ruch konkurenta. Taką taktykę obrał Feliks Stamm i doprowadziło to do zwycięstwa jego zawodnika.

W walce bokserskiej zdarzają się sytuacje, które są dla zawodnika szczególnie trudne. Jest to otrzymywanie mocnych ciosów w specyficzne dla tej dyscypliny miejsca ciała. Przykładem tego jest celny cios na wątrobę. Brak doświadczenia w takim momencie weryfikuje sportowców. Po otrzymaniu takiego uderzenia automatycznie ciało odmawia posłuszeństwa i człowiek zwija się z bólu. Trener powinien w takiej sytuacji poinstruować swojego podopiecznego, aby nie dawał po sobie poznać, jakiego w danej chwili bólu doświadcza. Feliks Stamm, jeden z najwybitniejszych polskich trenerów, podczas walki swojego reprezentanta podsunął mu bardzo trafną wskazówkę. Gdy po ciosie na wątrobę rozległ się gong, a jego zawodnik ledwo dotarł do swojego narożnika, on posłużył mu radą, aby ten nie siadał i po prostu się uśmiechał, nie dając po sobie nic poznać. W takiej chwili rywal nie zrozumiał sytuacji, w jakiej się znalazł, i przegrał pojedynek.

Mój rywal nie wpadł na to, że nie mogę usiąść z bólu, widziałem w jego oczach wyraz zrezygnowania. Myślał sobie, że bił najmocniej, jak się da, że dawał z siebie wszystko, a ja, zamiast odczuwać jego ciosy, w przerwie nawet nie usiadłem, gdyż jak domniemywał, nie byłem zmęczony, a do tego jeszcze się uśmiechałem, rozmawiając z trenerem. Złamałem go tym psychicznie [16].

Boks olimpijski jest sportem, w którym najczęściej nie jest wiadomo, z kim przyjdzie stoczyć najbliższą walkę. Rywala spotyka się dopiero w ringu i wtedy poznaje się jego umiejętności oraz mocne i słabe strony. W takim wypadku należy szybko wymyślić i zastosować odpowiednią taktykę do osiągnięcia zwycięstwa. Jeżeli dana taktyka nie daje rezultatów, trzeba ją zmienić i jak najszybciej znaleźć nowe rozwiązanie. Myśląc, analizując i wykonując dane techniki, łatwo jest wygrać walkę, nawet gdy ma się silnego fizycznie przeciwnika. Najsilniejszy rywal może zostać pokonany przez spryt i inteligencję. Jeżeli ktoś bezwzględnie chce wygrać za pośrednictwem siły fizycznej, to najczęściej blokuje mu się myślenie.

Trener nie jest w pełni odpowiedzialny za przygotowanie do walki swojego zawodnika. Stara się on przekonać go do swoich poglądów, lecz nie zawsze jego podopieczni biorą to sobie do serca i nie stosują tych zasad w swoim życiu. Chodzi tu przykładowo o dietę, spożywanie alkoholu, wysypianie się, doping czy też palenie papierosów co wpływa na kondycję. Wynik sportowy zależy w głównej mierze od samego sportowca, od jego wyborów i wyrzeczeń.

Każdy zawodnik, aby nabrać doświadczenia i stać się lepszym, musi odbywać sparringi z dominującym rywalem. W takich sytuacjach uczymy się nowych rzeczy. Szybko reagujemy na zadawane ciosy, aby nie zostać trafionym, kontrujemy przeciwnika i stosujemy jak najwięcej znanych technik i taktyk, aby nabrać dużo wprawy w dyscyplinie boksu olimpijskiego. W pewnym momencie dochodzi do odwrócenia ról albo przynajmniej zawodnik słabszy uczy się na tyle, aby móc dorównać przeciwnikowi. Tylko w taki sposób można podnieść swoje umiejętności na wyższy poziom. Przynosi to korzyść obu pięściarzom, ponieważ słabszy w końcu staje się wartościowym sparingpartnerem.

Przygotowując się do walki, każdy zawodnik musi zwracać szczególną uwagę na swoją dietę. Nie może w dniu walki objadać się niestrawnymi rzeczami, aby nie powodować problemów żołądkowych. Należy również spożywać dużo wody. Według Feliksa Stamma najlepiej jest wchodzić do ringu na lekkim głodzie, ponieważ skutkuje to szybkością i świeżością zawodnika.

Wykonując w ringu dane taktyki, należy pamiętać o ich estetyce wykonania. Sędziowie zwracają uwagę nie tylko na trafność zadawanych ciosów, ale również na ich wygląd i sposób wykonania. Często mówi się, że lepiej brzydko wygrać, niż ładnie przegrać, jednak w wyrównanej walce sędziowie oddają zwycięstwo zawodnikowi, który bardziej zachwycił swoją techniką. Powinno się stosować do zasad i przepisów w każdej walce.

Wyróżniamy dwie pozycje bokserskie. Podstawowa to: silniejsza – prawa ręka jest z tyłu, zaś lewa wysunięta do przodu. Odwrotna pozycja polega na odwrotnym ustawieniu zawodnika: lewa silniejsza ręka z tyłu, prawa z przodu. Stając do walki z zawodnikiem posługującym się odwrotną pozycją, należy zachodzić go w lewo. Kontrowanie takiego zawodnika najlepiej wykonywać jest, zdaniem większości trenerów, prawym prostym. Najwybitniejsi (w tym Feliks Stamm) jednak uważają, że najlepszą techniką jest kontrowanie lewym sierpowym. To znakomity przykład, że każdy szkoleniowiec powinien się nieustannie edukować w danej dziedzinie.

Nie dziwię się, że zawodnicy mu ufają, gdyż angażuje się w treningi całym sobą i w przeciwieństwie do wielu innych trenerów sam cały czas się uczy, analizuje i rozwija jako trener. To ważna cecha, bo niestety, większość szkoleniowców jest przekonana o swojej nieomyślności, choć cały czas stosują te same metody treningowe [16].

7. Zagadnienia metodologiczne badań jakościowych

Przedmiotem badań jest doświadczenie roli trenera w boksie olimpijskim.

Cel badań jakościowych to zrozumienie oraz interpretacja doświadczenia roli trenera podczas walki zawodników w boksie olimpijskim.

Głównym problemem badawczym jest kwestia doświadczenia roli trenera klubu „UKS Boxing Sokółka” podczas walki zawodników w boksie olimpijskim.

Dodatkowo sformułowano pytania szczegółowe:

1. Jak trener klubu „UKS Boxing Sokółka” nakierowuje skupienie zawodników boksu olimpijskiego przed walką?
2. Jakimi sposobami trener klubu „UKS Boxing Sokółka” wpływa na postępowanie zawodników podczas walki boksu olimpijskiego?
3. Jak trener klubu „UKS Boxing Sokółka” kieruje zachowaniem zawodników po walce boksu olimpijskiego?

Zastosowano metodę indywidualnych przypadków. Techniką badawczą jest wywiad bezpośredni. Narzędziem badawczym jest kwestionariusz wywiadu. Zawiera on kilkanaście pytań dotyczących rozwiązania postawionego problemu badawczego.

Badanym jest trener klubu „UKS Boxing Sokółka” pracujący z zawodnikami boksu olimpijskiego, którzy odnoszą wielkie sukcesy, w tym ok. 60 złotych medali rangi mistrzostw Polski. Staż pracy trenera wynosi 22 lata. Sekunduje on walki zawodników w kategoriach wiekowych: młodzik, kadet, junior, młodzieżowiec oraz senior. Ma doświadczenie głównego trenera Młodzieżowej Kadry Narodowej Kobiet, asystenta Olimpijskiej Kadry Narodowej Seniorek oraz sekundowania walk zawodowych. Dobór osoby badanej jest celowy.

Badania zostały przeprowadzone w grudniu 2022 r., po okresie startowym. Odbyły się w klubie bokserskim „UKS Boxing Sokółka” w Sokółce. Badania przeprowadzono przy zachowaniu anonimowości.

8. Wyniki badań

Przeprowadzono wywiad z trenerem klubu „UKS Boxing Sokółka”. Odpowiedzi na pytania podane w kwestionariuszu wywiadu przedstawiono poniżej.

WYWIAD

1. Jak długo jest Pan trenerem boksu olimpijskiego?
 - Trenerem boksu olimpijskiego jestem od 22 lat.
2. Co skłoniło Pana do trenowania zawodników dyscypliny sportowej boks olimpijskiego?
 - Po zakończeniu kariery zawodniczej chciałem dalej być w sporcie, więc postanowiłem, że dotychczasową wiedzę zawodniczą przekażę młodszemu pokoleniu, zostając trenerem.
3. Jakie sukcesy odniósł Pan jako trener boksu?
 - Do największych sukcesów trenerskich w mojej karierze zaliczam wicemistrzostwo świata do lat 18, mistrzostwo Europy do lat 16, dwa medale srebrne do lat 18, brązowy medal mistrzostw Europy do lat 18. Wszystkie wyżej wymienione osiągnięcia należą do moich wychowanków. Będąc głównym trenerem Młodzieżowej Kadry Narodowej Kobiet podczas Młodzieżowych Mistrzostw Europy, udało się wywalczyć 6 medali – 2 srebrne i 4 brązowe. Podczas Młodzieżowych Mistrzostw Świata Kobiet w boksie moje podopieczne wywalczyły 4 medale – dwa srebrne i dwa brązowe. Będąc asystentem w Olimpijskiej Kadrze Narodowej Seniorek podczas pierwszych Igrzysk Europejskich moje podopieczne wywalczyły 3 medale tej rangi – 1 medal srebrny oraz 2 medale brązowe. Podczas mojej całej kariery trenerskiej moi wychowankowie w klubie macierzystym Boxing Sokółka wywalczyli około 60 medali złotych rangi mistrzostw Polski.
4. Na czym według Pana powinien skupić się zawodnik przed walką boks olimpijskiego?
 - Zawodnik przed walką powinien skupić się nie na osiągnięciu wyniku i nie myśleć o medalu, a tylko o tym, jak pokonać rywala. Nie należy myśleć o wygranej, a o tym, aby należycie wykonać powierzone zadanie taktyczne.
5. Jak ocenia Pan poziom przygotowania psychicznego zawodników do walki boks olimpijskiego?
 - Nie zawsze poziom przygotowania psychicznego jest traktowany na równi z poziomem przygotowania fizycznego. Aspekt psychologiczny często jest zapominany i pomijany w szkoleniu. Na szczęście ten trend się zmienia. Duży nacisk podczas przygotowań jest kładziony właśnie na aspekt psychologiczny. M-a to duże znaczenie w późniejszym osiąganiu wyników sportowych. Jest on również potrzebny w razie ewentualnej porażki, a nie tylko sukcesu.
6. W jaki sposób odwraca Pan uwagę zawodników od stresu przed walką?
 - Każdy trener ma inną metodę. Najlepsze są metody sprawdzone, które przynoszą efekt finalny. Często próbuję odwrócić uwagę zawodnika od pojedynku. Przed samym wyjściem do ringu należy przekazać zawodnikowi, że nie jest sam. Mimo iż toczy pojedynek w ringu tylko on, to musi wiedzieć, że jest ktoś, kto w ewentualnym zagrożeniu przekaze wskazówki w czasie przerwy między rundami. W dniu walki jest to zwykła rozmowa przy kawie podczas

śniadania lub obiadu. Wtedy również zawodnik musi czuć bliskość osób, które są z nim na co dzień. Czasami jest to zwykły żart w celu rozluźnienia atmosfery przedstartowej.

7. Jak objawia się stres zawodników przed walką?
 - W czasie mojej kariery trenerskiej stres objawiał się u mnie w różnorodny sposób. Od śmiechu przed samym pojedynkiem do płaczu przed wejściem do ringu. Nadmierne pocenie się i wydzielanie zapachu, który na co dzień się nie objawia, również było często spotykane. To było najczęściej przed samym wejściem do ringu. Gdy nie miałem kontaktu wzrokowego z zawodnikiem, który ewidentnie się stresował i unikał konfrontacji, było wiadomo, że zawodnik jest bardzo zestresowany. Należało szybko reagować.
8. Najwyższy poziom stresu przed walką zawodnicy odczuwają przed jej rozpoczęciem czy podczas jej trwania?
 - Najwyższy poziom stresu zawodnicy moim zdaniem odczuwają przed samym wejściem z szatni do ringu. Jest to około 5-10 min od momentu wyjścia z szatni do wejścia do ringu. Wtedy u większości zawodników widać największy stres.
9. Jaki jest wpływ stresu na umiejętności techniczne zawodników podczas walki?
 - Stres podczas walki jest potrzebny do większej koncentracji i skupienia uwagi na samym pojedynku. Jeżeli jest go za dużo, paraliżuje do tego stopnia, że pojedynki, niestety, przegrywamy. Musi być odpowiednie dozowanie stresu, aby zawodnik osiągnął sukces. Jest to wszystko uzależnione od doświadczenia zawodnika i jego przygotowania fizycznego i psychicznego. Często nadmiar stresu powoduje brak skupienia na możliwościach technicznych zawodnika. Nie wykonuje wtedy podstawy techniczno-taktycznej w czasie pojedynku. Nie wykonuje on w połowie tego, co powinien zrobić podczas zajęć treningowych.
10. Czy potrafi Pan odpowiednio wpłynąć na zachowania taktyczne zawodników podczas walki boks olimpijskiego?
 - Z racji doświadczenia jest to już coś normalnego, kiedy podczas pojedynku umiejętnie potrafi się wpłynąć na pojedynek. Długa, często kilkuletnia paca z zawodnikiem pomaga rozpracować go pod względem mentalnym, psychicznym i fizycznym. Pomaga to poznać go z każdej strony, poznać jego mocne i słabe strony.
11. W jaki sposób uspokaja Pan zawodnika w przypadku liczenia go przez sędziego podczas walki boks olimpijskiego?
 - Wszystko zależy od tego, jaki zawodnik i z jakim doświadczeniem technicznym wchodzi do ringu. Takie rzeczy są omawiane często w czasie zajęć treningowych i przed samym pojedynkiem. Zawodnik doświadczony wie, jak musi się zachować. Często spojrzenie pomiędzy zawodnik-trener wystarcza do tego, aby rozwiązać problem.
12. Jak kieruje Pan zawodnikiem po liczeniu przez sędziego przeciwnika podczas walki boks olimpijskiego?
 - Często od trenera zależy, czy można kontynuować pojedynek, czy jednak należałoby go przerwać. Od tego jest również sędzia ringowy, który sam decyduje, czy zawodnik jest w stanie kontynuować pojedynek, czy też nie. To trener odpowiada za zdrowie swojego zawodnika i to w większości na nim spoczywa odpowiedzialność za nie.

13. Czy zobowiązuje Pan swoich zawodników do przestrzegania wszystkich zasad boksu olimpijskiego podczas walki?
 - Każdy zawodnik zna przepisy i zasady obowiązujące w boksie olimpijskim. Są one często omawiane podczas różnego rodzaju wyjazdów, zgrupowań i konsultacji szkoleniowych. Aspekty przepisów są wdrażane podczas każdego treningu sportowego. Często niewiedza trenera i zawodnika powoduje przegranie walki tuż po jej rozpoczęciu. To trener odpowiada za przygotowanie zawodnika pod względem fizycznym, psychicznym, ale również pod względem przepisów i zasad obowiązujących w danej dyscyplinie. Podczas zajęć treningowych często omawiane są zasady, jakie obowiązują w danej dyscyplinie.
14. Czy zawodnicy boksu olimpijskiego wykonują wszystkie polecenia sędziego podczas walki?
 - Zawodnicy boksu olimpijskiego powinni wykonywać wszystkie polecenia sędziego ringowego. Niedostosowanie się do zasad i przepisów w czasie walki może skutkować ostrzeżeniem, odjęciem punktów lub dyskwalifikacją zawodnika. Również trener może zostać odsunięty od sekundowania danego pojedynku. Zawodnik powinien przestrzegać zasad *fair play* w czasie każdego pojedynku.
15. Jak zawodnicy reagują w sytuacji otrzymania ostrzeżenia przez sędziego?
 - Zawodnicy reagują w różny sposób. Czasami jest to niepodjęcie jakiegokolwiek dyskusji z sędzią ringowym. Zawodnik przyjmuje z pokorą ostrzeżenie. Jednak często zdarza się tak, że zawodnik nie godzi się z ostrzeżeniem i próbuje dyskutować z sędzią. Konsekwencją takich zachowań jest często odjęcie kolejnych punktów lub dyskwalifikacja. Sędziowie punktowi siedzący obok ringu również szybko reagują na tego typu zachowania. Nie tolerują dyskusji i nagannej postawy. Zatem każdy doświadczony zawodnik wie, jak jego zachowanie wpływa na przebieg pojedynku. Niedoświadczeni płacą karę w postaci przegranej.
16. W jakich wypadkach podczas walki boksu olimpijskiego steruje zawodnikami agresja?
 - Bardzo rzadko się spotyka typową agresję podczas pojedynku w boksie olimpijskim. Jeżeli taka sytuacja ma miejsce, to w większości przypadków jest to spowodowane nagminnym faulowaniem przez przeciwnika, brakiem reakcji sędziego ringowego na faule i prowokacjami przeciwnika oraz niesportowym zachowaniem.
17. Jaki wpływ na zachowanie zawodnika podczas walki boksu olimpijskiego ma jego doświadczenie?
 - Podczas samego pojedynku zawodnik powinien okazywać szacunek swojemu rywalowi. Wychodząc pomiędzy liny, należy pamiętać, że jest to sport walki. Sytuacje, które miały miejsce niejednokrotnie podczas pojedynków, uświadamiają zawodnikowi, że bez względu na doświadczenie, szacunek oddajemy każdemu rywalowi. Zawodnicy podczas pojedynków spotykają się ze sobą, często będąc o różnym poziomie wyszkolenia. Przewaga jednego z nich może doprowadzić do kontuzji, a nawet kalectwa. Przywitanie podczas każdego pojedynku i podziękowanie po jego zakończeniu to podstawa każdej walki w boksie olimpijskim. Jest to wręcz wymagane i przestrzegane przez samych walczących, jak i przez sędziego.

18. Jak wpływa Pan na punkt widzenia zawodnika po werdykcie?

- Wiele lat doświadczenia nauczyło mnie, aby nie mówić tuż po zakończeniu pojedynku, kto wygrał. Werdykty często są zaskakujące i niezrozumiałe dla samego trenera, jak zawodnika, jak i kibica. Częste dyskusje na ten temat są tuż po pojedynku, w szatni lub po przyjeździe do klubu. Najważniejszą częścią werdyktu jest późniejsza rozmowa z samym zawodnikiem. Jeśli przegrał walkę, jest to trudniejsze. Zazwyczaj należy uświadomić zawodnikowi, że trzeba trenować dalej, naprawiać błędy, analizować przebieg pojedynku oraz przygotować się do tego pojedynku. Należy przeanalizować błędy popełnione podczas walki, a może i błędy popełnione przed pojedynkiem.

19. Czy zawsze analizuje Pan z zawodnikiem przebieg walki po jej zakończeniu?

- Analiza pojedynku jest niezbędną częścią każdego przygotowań i startów. Jest to bardzo ważna część każdego zajęć sportowych i samych startów. Bardzo ważną sprawą jest bezpośrednia analiza tuż po zakończeniu pojedynku. Wtedy jest to mocno zapamiętywane przez zawodnika. Trener widzi z boku więcej błędów niż sam zawodnik podczas trwania pojedynku. Najważniejsze z nich należy przekazać bezpośrednio po jego zakończeniu. Całościowa analiza walki powinna odbyć się na spokojnie, po wyciszeniu zawodnika.

9. Podsumowanie

Trener ma ogromny wpływ na odniesienie sukcesu sportowca. Razem z zawodnikiem tworzą nierozdzielny związek, bez którego nie da się obejść. K. Kurzawski stwierdza, że trener w wielkim stopniu oddziałuje na sportowca, ponieważ to kierownictwo kształtuje wspólne codzienne doświadczenia [17]. W wynikach badań Czechowski (2013) ujął, iż trener w aspekcie wychowania ukazuje wychowankowi różne wzory wartości. Pomaga w ten sposób ukształtować samego siebie [18]. Profesjonalni trenerzy kształtują umiejętności potrzebne do życia w społeczeństwie [19]. Na jakość doświadczeń w sporcie, jak również wynik sportowy, ogromny wpływ ma związek trener-zawodnik [20]. Odnosnie do relacji trener-zawodnik ponadto Czechowski pisze, że trener wykonuje początkowe rozeznanie w możliwościach młodego sportowca i przy pomocy swojego kierownictwa dąży z nim do odniesienia sukcesu [21]. T. Seweryniak zakłada, że celem pracy trenera jest odniesienie sukcesu przez sportowca [22]. G. Koprucki spostrzegł, że rola trenera polega również na istocie bycia wychowawcą zawodnika [23]. Wychowanie to kształtowanie integralnej osobowości zawodnika. Fundamentem tego jest relacja wychowawcza pomiędzy trenerem a sportowcem [24]. Z. Naglak twierdzi, że sukces jest efektem wspólnej pracy mądrego, o nieprzeciętnej osobowości, uzdolnionego sportowca oraz doskonale wykształconego trenera [4]. Rolę sportu w świetle wychowania określił również J. Czechowski, definiując ją jako proces ukierunkowany na osiągnięcie rozwojowego dobra każdego człowieka. Sport to fenomen cywilizacyjny oraz wychowania [25]. Centralną postacią w przebiegu szkolenia sportowego jest trener. Do jego zadań zalicza się opracowywanie planów treningowych, taktyk oraz planowanie rozwojowe karier sportowych zawodników, ale również modelowanie zespołu i współpraca z grupami wspierającymi proces treningowy [26]. T. Seweryniak wyodrębnił role trenera sportowego, tj. pedagog, coach, lider, kierownik lub menadżer oraz trener [27]. Natomiast J. Pocica wskazał role trenera, tj.: autorytet, doradca, ekspert, prezenter, instruktor, coach, fasilitator oraz moderator [28]. Trener z perspektywy pedagogicznej jest zobowiązany do umiejętności słuchania oraz przekazywania uwag, w szczególności

krytycznych w sposób optymalny, pod względem efektów uczenia się oraz konsekwencji natury psychospołecznej [29]. Jako wychowawca w sferze kultury fizycznej według wymagań społecznych prowadzi młodych adeptów sportu do wartości, które winni oni prezentować w swoim postępowaniu [30]. Z przeprowadzonych badań A. Kostenckiej i E. Lewandowskiej (2015) na temat wpływu trenera na rozwój osobowy zawodnika wynika, że zdecydowana większość respondentów (77,97% kobiety, 64,71% mężczyźni) dostrzegła pozytywny wpływ trenera na to, jakim zawodniczką/zawodnik jest teraz człowiekiem [31]. Badania młodzieży uprawiającej sport wykazują istotę relacji z trenerem w rozwoju aktywności sportowej. Wyszczególniono elementy, tj. podkreślenie przez trenera korzyści związanych z uprawianiem sportu, budowanie dobrych relacji w drużynie sportowej oraz podkreślanie przez trenera znaczenia rozwoju osobistego sportowca [32]. J. Czechowski sformułował pouczenia stawiane przez trenerów (jak i nauczycieli wychowania fizycznego oraz wykładowców uczelni sportowych) dotyczą: zachowania, pilności, wzajemnego szacunku oraz wygranej [33].

W dawnych czasach to trenerzy lub sekundanci stawiali swojego zawodnika na nogi podczas przerw po liczeniu przez sędziego w trakcie walki. Boks jest specyficzną dyscypliną sportową. Reguły dyscypliny sportowej są twardo określone. Dobrze opracowany i przeprowadzony trening jest kluczem do wygranej. Podczas przygotowania do walki dużą rolę gra trener.

Celem pracy było zrozumienie oraz interpretacja doświadczenia roli trenera podczas walki zawodników w boksie olimpijskim. Badanym był trener klubu „UKS Boxing Sokółka”. Wykorzystano metodę indywidualnych przypadków, techniką badawczą był wywiad bezpośredni. Wyniki badań wykazały na to, że trener potrafi umiejętnie wpłynąć na zachowanie zawodnika podczas pojedynku. Często to trener decyduje, czy zawodnik może kontynuować pojedynek, czy też należy go przerwać. Trener, wykorzystując doświadczenie, potrafi radzić sobie z zawodnikami w różnych sytuacjach. Przygotowuje sportowców w aspekcie nie tylko fizycznym, ale też psychicznym i mentalnym. Wspomaga wychowanków podczas pojedynków wskazówkami do osiągnięcia sukcesu. Po wygranej lub też przegranej walce wpływa na zawodnika, aby ten poprawiał błędy i kontynuował przygodę ze sportem.

Literatura

1. Reksza A., *Słynne pojedynki*, Krajowa Agencja Wydawnicza, Warszawa 1988, s. 143, 162-163.
2. Osterloff W.K., *Historia sportu*, Nasza Księgarnia, Warszawa 1976, s. 130, 139.
3. Linder L.G., *Bracia Kliczko*, Feeria, Łódź 2014, s. 69, 152.
4. Naglak Z., *Metodyka trenowania sportowca*, Wydawnictwo AWF Wrocław, Wrocław, 1999, s. 18.
5. Wierski D., *Boks w kadrze. Wybrane strategie inscenizacyjne w polskich filmach o boksie z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku*, *Images The International Journal of European Film Performing Arts and Audiovisual Communication*, 27(36), 2020, s. 183-196.
6. Ambroży T., Zalas M., Mucha D., Snopkowski P., Piwowarski J., *Analiza skuteczności ciosów zawodników boksu zawodowego w wadze ciężkiej*, *Security, Economy & Law*, 3, 2016, s. 21.
7. Chojecki S., Napierała M., Cieśliska M., Muszkieta R., Zukow W., Karaskova V., *Kontuzje i urazy w boksie w opinii bokserów*, *Journal of Health Sciences*, 3(16), 2013, s. 193-208.
8. Wesołowski P., Mańka-Malara K., Tokarska P., Wojtowicz A., *Ocena częstości stosowania ochraniaczy jamy ustnej w różnych stylach walki sportowej*, *Nowa Stomatologia*, 4, 2012, s. 156-160.

9. Nalazek A., Ostrowska M., *Wybrane problemy kontuzji i urazów w sporcie*, Problemy Kultury Fizycznej i Sportu, 2017, s. 121.
10. Żołądź J.A., *Co warunkuje siłę, moc i wytrzymałość mięśni szkieletowych człowieka?*, StatSoft, Kraków 2003, https://media.statsoft.pl/_old_dnn/downloads/moc.pdf [data dostępu: 17.07.2023]
11. Suwała S., Suwała K., Gębska-Tołoczko M., Urtnowska K., Kołodziej K., *Zrozumieć agresję – dalekowschodnie sztuki walki jako regulator kontroli agresji – rozważania teoretyczne*, [w:] E. Zieliński, A. El-Essa, P. Dzięgielewski, K.a Sas, A. Wielgus (red.), *Medycyna, zdrowie i kultura fizyczna: wybrane meandry*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Bydgoszcz 2018.
12. Derbich J., *Edukacja oparta na uniwersalnych wartościach sportu i olimpizmu szansą na społeczne włączenie młodzieży*, Warszawa, 2014, https://dspace.uni.lodz.pl/bitstream/handle/11089/12504/8-151_159-Derbich.pdf?sequence=1&isAllowed=y [data dostępu: 17.07.2024].
13. Piepiora P.A., Witkowski K., Migasiewicz J., *Przygotowanie motoryczne zawodnika karate do walki sportowej kumite*, Roczniki WSWFiT I kw. 2017, https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-7cb3fb86-314d-408c-9976-fb5c91e3270b/c/Piepiora_Pawel_1.pdf [data dostępu: 17.07.2024].
14. Ambroży T., Snopkowski P., Mucha D., Tota Ł., *Obserwacja i analiza walki sportowej w boksie*, Security, Economy & Law, 4, 2015, s. 58-71.
15. Bujak Z., *Dynamika walki sportowej najlepszych zawodników taekwon-do*, Biała Podlaska, 2006, https://bazhum.muzhp.pl/media/files/Id_Ruch_dla_Kultury_rocznik_naukowy_filozofia_nauka_tradycje_wschodu_kultura_zdrowie_educacja_/Id_Ruch_dla_Kultury_rocznik_naukowy_filozofia_nauka_tradycje_wschodu_kultura_zdrowie_educacja_-r2006-t6/Id_Ruch_dla_Kultury_rocznik_naukowy_filozofia_nauka_tradycje_wschodu_kultura_zdrowie_educacja_-r2006-t6-s113-122/Id_Ruch_dla_Kultury_rocznik_naukowy_filozofia_nauka_tradycje_wschodu_kultura_zdrowie_educacja_-r2006-t6-s113-122.pdf [data dostępu: 17.07.24]
16. Najman M., *Jerzy Kulej. Mój Mistrz*, W.A.B., Warszawa 2014, s. 21.
17. Kurzawski K., *Dobry trener zły trener*, Strzelectwo sportowe. Nowoczesne rozwiązania szkoleniowe, 10, 2013, s. 67-72.
18. Czechowski J., *Trener skutecznym wychowawcą*, Białystok, 2013, s. 29, https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/81158527/RocznikiNaukowe2013-libre.pdf?1645445921=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRoczniki_Naukowe_Roczniki_Naukowe.pdf&Expires=1721230094&Signature=LLYTYkBBvXJTWyfjCxA2cljXdy2P1938IXYeTX4xTuKaromSTOOHKV0NGVUCCSM9LUNcsJvKMGwfSKUoqbejlYX4h0fS2FbrSsBXEdZDX2r~N4htBNgfcKN9kKG7W20mxH6vJshEN4Ni6KCAIDFgB7OiObMNCS01~2LlsSljhOC~T3Z6j4Y~0y6Nm1~l8iJAM7Yu~Xh41DmXZ7WohGcEF3ROhxwUZD3LXFRw2jYzCwI2NJmiSD9fHSI0UHF~F0yBCb5S2AxvzMCgPMqG-MbDYfv8SVXMQUOKQfTTx90YNliMG3rWVv1~hpsAF6fvePZuY~xovj-ymAoMxvri-a4Q__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=28 [data dostępu: 17.07.2024]
19. Kurzawski K., *Profesjonalny trener*, Strzelectwo sportowe. Nowoczesne rozwiązania szkoleniowe, 5, 2008, s. 95-99.
20. Poczwardowski A., Barot J.A., Jowett S., *Diversifying approaches to research on athlete-coach relationships*, Psychology of Sport and Exercise, 7, 2006.
21. Czechowski J., *Trener – jego rola w wychowaniu do dorosłości*, Edukacja Ustawiczna Dorosłych 4, 2015, s. 17-26.
22. Seweryniak T., *Rola coacha w pracy trenera sportowego*, Strzelectwo sportowe. Nowoczesne rozwiązania szkoleniowe, 9, 2012, s. 47-58.
23. Koprukowiak G., *Rola trenera w przygotowaniu współczesnej młodzieży do profesjonalnego uprawiania piłki nożnej*, Ogrody Nauk i Sztuk, 11, 2021, s. 15-29.

24. Zimny J., *Oblicza trenera w rzeczywistości sportu*, [w:] ks. prof. dr hab. J. Zimny (red.), *Koloryt ojcostwa*, Jan Zimny, Katowice 2018, s. 15.
25. Czechowski J., *Sport w perspektywie procesu wychowawczego*, Kraków, 2015, <https://repozytorium.ukw.edu.pl/bitstream/handle/item/3676/Jan%20Czechowski%20Sport%20w%20perspektywie%20procesu%20wychowawczego.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [data dostępu: 17.07.2024].
26. Stosik A., *Współczesne wyzwania w procesie prowadzenia grupy sportowej*, *Strzelectwo sportowe. Nowoczesne rozwiązania szkoleniowe*, 4, 2007, s. 33-37.
27. Seweryniak T., *Inne spojrzenie na motywowanie w praktyce sportowej*, *Strzelectwo sportowe. Nowoczesne rozwiązania szkoleniowe*, 15, 2018, s. 31-38.
28. Pocica J., *Etyczny wymiar pracy trenera*, [w:] A. Kuźniak (red.), *Vademecum trenera*, Księgarnia Akademicka, Kraków 2010, s. 39.
29. Sas-Nowosielski K., *O niektórych społeczno-pedagogicznych aspektach roli trenera*, „Sport Wyczynowy”, 1-3, 2008, s. 69-81.
30. Chmiel P., *Sport jako wartość etyczna w życiu człowieka*, [w:] ks. prof. dr hab. J. Zimny (red.), *Kultura sportu XXI wieku*, Stalowa Wola 2016, s. 182.
31. Wieteska A., *Psychologiczne i zdrowotne konteksty aktywności fizycznej adolescentów*, *Humanum. Międzynarodowe Studia Społeczno-Humanistyczne*, 25(2), 2017, s. 79-86.
32. Czechowski J., *Wychowanie moralne w sporcie*, *Rozprawy Społeczne/Social Dissertations*, 9(3), 2015, s. 77-86.

Doświadczenie roli trenera podczas walki zawodników w boksie olimpijskim

Streszczenie

Celem przeprowadzenia badań jakościowych było zrozumienie oraz interpretacja doświadczenia roli trenera podczas walki zawodników w boksie olimpijskim. Dokonano analizy literatury dotyczącej podjętego tematu. Badania przeprowadzono z trenerem klubu „UKS Boxing Sokółka” pracującym z zawodnikami boksu olimpijskiego. Zastosowano metodę indywidualnych przypadków oraz technikę badawczą, jaką jest wywiad bezpośredni. Z badań wynika, że należy skupić się przed walką nie na osiągnięciu wyniku, a tylko na pokonaniu rywala. Sportowiec powinien nie myśleć o wygranej, a o prawidłowym wykonaniu powierzonych zadań taktycznych. Trener zawsze stara się odwrócić uwagę zawodników od stresu przed walką różnymi sposobami. Wpływa na wychowanków umiejętnie podczas trwania pojedynku. Podczas długiej pracy z podopiecznym poznaje go pod względem fizycznym, psychicznym oraz mentalnym. Uwidacznia jego mocne i słabe strony. Zachowanie zawodników po walce boksu olimpijskiego trener wskazuje podczas późniejszej rozmowy z samym zawodnikiem. Uświadamia bokserowi, że należy poprawić błędy i trenować dalej. Analizuje pojedynek sportowca oraz przygotowanie do walki po jej zakończeniu.

Słowa kluczowe: trener, zawodnik, walka, boks, zachowanie

The Experience of the Role of a Coach During the Fight of Athletes in Olympic

Abstract

The aim of conducting qualitative research was to understand and interpret the experience of the role of a coach during the fight of athletes in Olympic boxing. An analysis of the literature on the topic was performed. The research was conducted with a trainer of the "UKS Boxing Sokółka" club working with Olympic boxing players. The method of individual cases and the research technique of direct interview were used. Research shows that before a fight you should focus not on achieving the result, but only on defeating your opponent. The athlete should not think about winning, but about the correct performance of the assigned tactical tasks. The coach always tries to distract the players from stress before the fight in various ways. He influences students skillfully during the duel. During long-term work with the person under his care, he gets to know him physically, psychologically and mentally. It highlights its strengths and weaknesses. The coach indicates the players' behavior after an Olympic boxing fight during a subsequent conversation with the player himself. It makes the boxer realize that they need to correct their mistakes and continue training. Analyzes an athlete's duel and preparation for the fight after its completion.

Keywords: coach, player, fight, boxing, behavior

Rehabilitacja i usprawnianie osób po amputacji fragmentu narządu ruchu w wyniku chorób cywilizacyjnych

1. Wprowadzenie

Utrata jakiegś zewnętrznego części ciała, bez względu na to, czy to palec, oko czy kończyna, oznacza dla człowieka nie tylko stratę części ciała jako takiego, ale w pewnym stopniu utratę osobowości. Amputacja stanowi uraz zarówno psychiczny, jak i fizyczny, dlatego konieczne jest możliwie największe zmniejszenie jej ujemnego wpływu zarówno na ciało, jak i psychikę chorego. Do głównych przyczyn amputacji można zaliczyć następstwa chorób cywilizacyjnych, którymi są stopa cukrzycowa, zabiegi onkologiczne oraz urazy wypadkowe. W ramach przedstawionej pracy można postawić hipotezę badawczą, która dotyczy pytania związanego z koniecznością stosowania terapii i wpływ rehabilitacji na przyszłą aktywność osób po amputacji, np. po amputacji kończyny dolnej, którą zaopatrzone w protezę.

Głównym celem rehabilitacji osób po amputacji kończyny jest poprawa ogólnej kondycji fizycznej pacjenta i osiągnięcie prawidłowych zakresów ruchomości w stawach oraz wypracowanie kikutu o odpowiednim kształcie i wytrzymałości biomechanicznej. Należy przygotowany kikut poamputacyjny zapewnić efektywne wykorzystanie protezy, dając tym samym szansę na skuteczny i bezpieczny powrót do samodzielności. Kikut jest fragmentem kończyny wytworzonym na skutek amputacji. To ona stanowi fragment kończyny, do którego bezpośrednio przylegać będzie część mocująca (leż) protezy. Oznacza to, że od formy i kondycji kikutu zależeć będzie sukces protezowania i powodzenie wykorzystania protezy przez osobę po amputacji. Proces przywracania sprawności osobom amputowanym jest bardzo złożony i długotrwały, a to źle wpływa zarówno na psychikę, jak i sprawność fizyczną chorego, dlatego próbuje się go maksymalnie skrócić, by najszybciej przywrócić utraconą zdolność i ograniczenia fizyczne za pomocą protezowania [1, 2].

Głównymi przyczynami amputacji są choroby naczyniowe, miażdżyca, cukrzyca oraz wypadki komunikacyjne. Przyczyną 80-90% amputacji kończyn dolnych w krajach rozwiniętych jest zaburzenie ukrwienia w następstwie chorób naczyniowych i zespołu stopy cukrzycowej [3].

Z raportu „NFZ o zdrowiu. Cukrzyca” wynika, że w Polsce liczba amputacji z roku na rok rośnie około 22,5%. Raport pokazał również, iż procentowy udział amputacji wykonanych u pacjentów z cukrzycą wśród wszystkich amputacji (z wyłączeniem amputacji związanych z nowotworem, urazami i działaniem czynników zewnętrznych) wzrósł do poziomu 60,1%. Jest to ponad połowa wszystkich wykonanych amputacji w latach 2018-2023 z powodów innych niż wymienione [3]. Polskie Stowarzyszenie Diabetyków również potwierdza, że nadal rośnie liczba amputacji związanych ze stopą

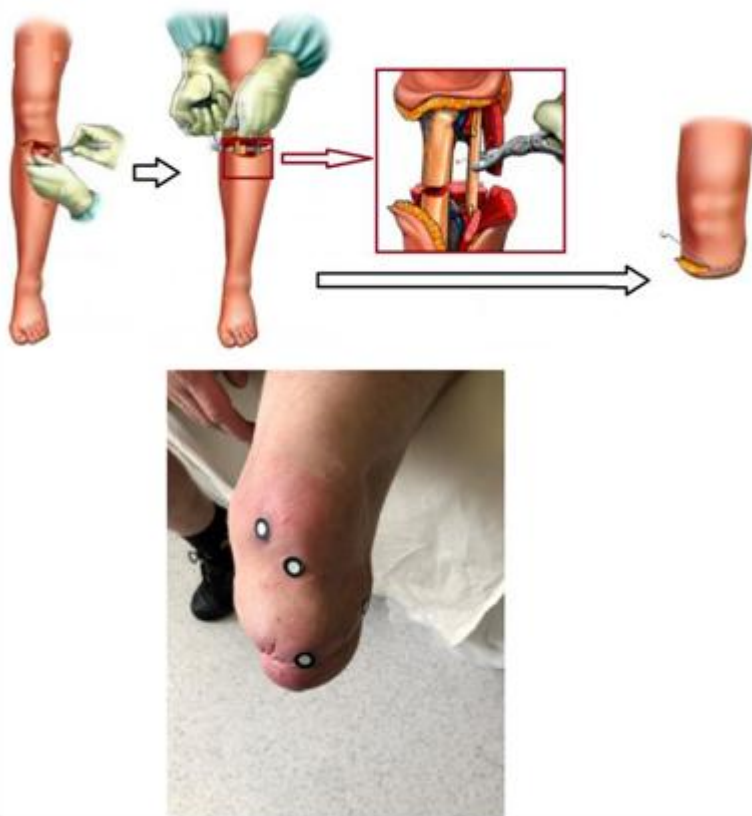
¹ marcin.zaczek@pw.edu.pl, Instytut Mikromechaniki i Fotoniki, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, www.pw.edu.pl.

cukrzycową. Gdy stosuje się efekt skali, liczba osób potrzebujących zaopatrzenia protezy jest naprawdę znaczna i stale rosnąca.

Eliminację skutków już zaistniałych amputacji realizuje się przez uruchamianie szeregu różnych terapii. W celu poprawienia bądź utrzymania w akceptowalnym stanie pacjenta wykorzystuje się dostępne w rehabilitacji terapie. W celu utrzymania pacjenta w dobrej kondycji fizycznej, często wykorzystuje się elektrostymulację prądami poszczególnych narządów ruchu/części ciała.

2. Amputacje

Amputacja (z łac. *amputatio* – odjęcie) to zabieg operacyjny polegający na usunięciu narządu lub jego części. Amputacja jest jednym z najstarszych zabiegów chirurgicznych, znanym już w starożytności. W nomenklaturze ortopedycznej wyróżniamy amputacje oraz wyluszczenie w stawie. Przykładem może być amputacja Syme’a, amputacja podudzia (rys. 1), amputacja na poziomie uda, wyluszczenie w stawie. Pojęcie amputacji używa się w odniesieniu do operacji usunięcia kończyny dolnej lub górnej, w wyniku której wytworzony zostaje kikut. Amputacje kończyny określa się od wysokości, na której następuje odjęcie, i tak np. amputacja udowa to odjęcie kończyny na wysokości uda z przecięciem kości udowej [4-6]. W zależności od długości kikuta poszczególne zabiegi można sklasyfikować jako amputacje tworzące kikut bardzo krótki, krótki, długi. Amputacje można podzielić na bezwzględnie (pierwotnie i wtórne) oraz względne. Obok klasycznej amputacji występuje zabieg polegający na odjęciu kończyny poprzez rozdzielenie kości w stawie i usunięciu wybranego fragmentu narządu ruchu. Zabieg ten nazywany jest wyluszczeniem w stawie. Wyluszczenie – odjęcie kończyny polega na rozdzieleniu kości w stawie, a nie jej przecięciu. Przykładem może być wyluszczenie w stawie nadgarstkowym, wyluszczenie w stawie skokowym, wyluszczenie w stawie kolanowym i wyluszczenie w stawie biodrowym. W kontekście zabiegów ingerujących w narząd ruchu przez odjęcie jego fragmentu należy wspomnieć o hemipelwektomii. Polega ona na odjęciu całej kończyny wraz z częścią miednicy. Zabieg ten wykonuje się zazwyczaj z powodów onkologicznych. Zabieg polegający na amputacji wykonywany jest najczęściej, aby ratować życie lub poprawić funkcjonowanie pacjenta, po poprawę wyglądu przez amputacje kosmetyczne. Amputacja i wyluszczenie prowadzą do nieodwracalnych zmian w obrębie kończyny, zarówno na poziomie tkankowym, jak i biomechaniki narządu ruchu. Nie należy traktować amputacji jako niepowodzenia w prowadzonym leczeniu – jest ona jednym z elementów przywrócenia choremu dawnej sprawności i funkcjonalności. Forma realizacji zabiegu jest podyktowana wieloma czynnikami, zarówno związanymi z ratowaniem życia, jak i również z przyszłym użytkowaniem narządu ruchu pozbawionego pierwotnych funkcji. Obecny stan techniki (zaopatrzenia protezy) pozwala przywrócić utracone funkcje narządu ruchu, ale pod warunkiem że podczas realizacji zabiegu amputacyjnego zaplanowane jest przyszłe zaopatrzenie protezy. Niektóre amputacje są kłopotliwe do zaprotezowania, doprowadzając czasem do pełnego wykorzystania możliwości zaopatrzenia protezy (protez).



Rysunek 1. Przykład procesu amputacji na poziomie podudzia w której powstaje krótki kikut podudzia.
Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 7]

Zabiegi amputacji można podzielić ze względu na przyczyny jej realizacji na amputacje urazowe lub planowane. Każdego roku w Polsce wykonuje się około 10 000 zabiegów w tym większość (80%) to zabiegi planowane (na podstawie danych z lat 2023-2019 podanych przez Narodowy Fundusz Zdrowia). Urazowe mają miejsce, kiedy kończyna została uszkodzona w wyniku wypadku, urazu, zgorzeli lub odmrożenia, w stopniu uniemożliwiającym jej rekonstrukcję. Amputacje o charakterze planowym są przeprowadzane, gdy przewlekły proces chorobowy (choroby nowotworowe, cukrzyca, miażdżyca, choroba Bürgera, przewlekłe stany zapalne lub zakażenia niepoddające się leczeniu i doprowadzające do martwicy tkanek) prowadzi do uszkodzenia tkanek kończyny w takim stopniu, że staje się to poważnym zagrożeniem dla zdrowia i życia człowieka i konieczne jest odjęcie chorego fragmentu narządu ruchu. Główną przyczyną amputacji są zdarzenia losowe o charakterze urazowym (wypadki), choroby metaboliczne, choroby nowotworowe oraz choroby naczyniowe. Przyczyną amputacji mogą też być wady wrodzone, np. niewykształcenie się kończyny lub jej fragmentu; może dotyczyć jednej lub kilku kończyn.

W procesie leczenia pacjenta u którego musi być wykonany zabieg amputacji, powinien być wdrożony proces rehabilitacyjny. Proces ten powinien obejmować rehabilitację przed zabiegiem (o ile możliwa jest rehabilitacja przygotowująca pacjenta do zabiegu), jak i po zabiegu, jako forma usprawniania pacjenta.

Na skuteczność leczenia za pomocą zabiegu opartego na amputacji wpływa wiele czynników. W pierwszej kolejności są to: gojenie się rany pooperacyjnej (czynniki miejscowe), występowanie stanu zapalnego, występowanie chorób współistniejących i wiek pacjenta (czynniki ogólne). Czynniki, które wpływają na skuteczność leczenia pacjenta po amputacji, to głównie kondycja fizyczna pacjenta lub źle gojące się rany kikuta, a także zmiany niedokrwienne zachowanej kończyny, przykurcze w stawach kończyny amputowanej, problemy psychiczne jak depresja, otępienie; problemy kardiologiczne w tym niewydolność serca czy oddechowa. Problemy mogą występować również u chorych ze schorzeniami neurologicznymi, które same w sobie zaburzają funkcję chodu.

Na efekty usprawniania pacjenta po amputacji oprócz wymienionych powyżej czynników o charakterze medycznym ma wpływ stan psychiczny pacjenta oraz jego determinacja powrotu do aktywności fizycznej z przed zabiegu. W celu ograniczenia negatywnych następstw stosuje się różnorodne terapie rehabilitacyjne [7, 21, 22].

3. Techniki usprawniania pacjenta po amputacji

3.1. Faza rehabilitacji po amputacji przedprotetyczna

Przedprotetyczny etap rehabilitacji rozpoczyna się od chirurgicznego zamknięcia rany i kończy się usunięciem szwów i wygojeniem rany. Pacjent, który przeszedł amputację kończyny dolnej z powodu zmian naczyniowych, często już przed operacją ma zaburzoną wydolność oraz zaburzenia nastroju.

Program rehabilitacji przedprotetycznej powinien rozpoczynać się jak najwcześniej po zabiegu odjęcia fragmentu narządu ruchu (amputacji). Już w czasie leczenia rany poamputacyjnej można wdrażać pierwsze zabiegi rehabilitacyjne w postaci masażu (o ile stan pacjenta na to pozwala). Lekarz i fizjoterapeuta, a także psycholog powinni zakładać i oczekiwać, że pacjent osiągnie wysoki poziom funkcjonalności po zakończeniu procesu leczenia i usprawniania. Wszyscy uczestnicy procesu leczenia i usprawniania pacjenta powinni pomagać pacjentowi osiągnąć cel, jakim jest wysoki poziom funkcjonalności leczonego narządu ruchu. Dlatego wszyscy pacjenci powinni uczestniczyć w programie wielodyscyplinarnej opieki rehabilitacyjnej. Cele na tym etapie to kontrola bólu, utrzymanie zakresu ruchu i siły oraz promowanie gojenia się ran. Aby przygotować się do tego etapu, pacjenci powinni, o ile to możliwe, zostać poddani programowi kondycjonowania krążeniowo-oddechowego przed amputacją. Gdy tylko stan pacjenta po amputacji będzie stabilny, należy wdrożyć ogólne ćwiczenia wytrzymałościowe i wzmacniające; ćwiczenia powinny kłaść nacisk na mięśnie stabilizujące, mięśnie proksymalne i unikanie przykurczów stawów. Na tym etapie rozpoczyna się również interwencje rehabilitacyjne mające na celu poprawę równowagi. Wzmocnienie mięśni kończyn górnych jest niezbędne do poruszania się na wózku inwalidzkim, przenoszenia i chodzenia przy pomocy kul lub chodzika [6].

Rehabilitacja powinna obejmować cały narząd ruchu (całe ciało) z dodatkowymi dedykowanymi ćwiczeniami dla kikuta. Czas realizacji procesu rehabilitacji po amputacji i jego intensywność powinien być dobierany indywidualnie, zgodnie z możliwościami fizycznymi pacjenta oraz szybkością gojenia się ran pooperacyjnych. Najistotniejsze w procesie rehabilitacji po amputacji są pierwsze tygodnie po zagojeniu się ran. W pierwszym miesiącu po zabiegu, kiedy zachodzi kształtowanie kikuta, liczba zabiegów i ich intensywność powinny być dobierane tak, by pacjent akceptował wygenerowany

wysiłek fizyczny w zabiegach, zachowując jego wysoką skuteczność. W tym okresie należy wdrożyć ćwiczenia wzmacniające zarówno cały narząd ruchu, jak i kikut. W okresie tym należy też wprowadzić ćwiczenia ogólnorozwojowe dla całego ciała w postaci ćwiczeń z oporem, na przemian z ćwiczeniami izometrycznymi i izotonicznymi. Intensywność tych ćwiczeń powinna być dobrana indywidualnie, w zależności od kondycji i możliwości pacjenta. Cały zabieg może obejmować kilka 5-10-minutowych ćwiczeń rozłożonych w czasie 45-60-minutowego zabiegu. Przygotowanie pacjenta do samodzielności może trwać od kilku tygodni do kilku miesięcy, w których powinno się przeprowadzić systematycznie wiele takich zabiegów. Rezultaty są widoczne już po kilku pierwszych zabiegach. Formę i typ ćwiczeń powinno się dobierać w zależności od występujących deficytów w narządzie ruchu pacjenta. W tym okresie można też wdrożyć zabiegi z elektrostymulacją prądami TENS/EMS i inne fizykoterapie (zabiegi zimnem, zabiegi ciepłem). Zabiegi te mają na celu zminimalizowanie efektów pooperacyjnych jakim mogą być przykurcze mięśniowe, spastyczność oraz uformowanie geometrii kikutu jako powierzchni pod przyszłe mocowanie protezy.

Pierwszym bardzo ważnym etapem rehabilitacji jest zadbanie o prawidłowe gojenie się kikutu. Zbyt szybkie protezowanie niezagojonej rany może grozić otwarciem rany, a nawet koniecznością reamputacji na wyższym poziomie. Powikłania pooperacyjne po amputacji obejmują ból, krwaki, infekcje i martwicę tkanek, przykurcze stawów, osłabienie mięśni oraz ból fantomowy lub ból w ogóle; w związku z tym konieczne jest właściwe postępowanie pooperacyjne z kikutem po amputacji. Ponadto ważne jest utrzymanie kształtu kikutu po operacji amputacji, i to, aby osoba po amputacji przeszła szkolenie w zakresie noszenia i użytkowania protezy. Należy również nadmienić, że pooperacyjny uraz kikutu spowodowany upadkiem jest dość powszechny, często z powodu niepamiętania o braku kończyny, potęgowanego przez upośledzenie funkcji poznawczych lub majaczenie. Kikuty po amputacji mogą wymagać rewizji, czasami do wyższego poziomu.

Leczenie bólu często odgrywa kluczową rolę w radzeniu sobie z problemem pooperacyjnego bólu rany i bólem fantomowym. W profilaktyce bólów pooperacyjnych i fantomowych stosuje się fizjoterapię i farmakoterapię. Ból fantomowy może być dość skutecznie leczony za pomocą kombinacji amitryptyliny i gabapentyny lub pregabaliny jako farmakoterapii pierwszego rzutu. Istnieją niejednoznaczne dowody na to, że dobra analgezja przedoperacyjna może zmniejszyć ból fantomowy w dłuższej perspektywie (analgezja wyprzedzająca) [7-9].

3.2. Pierwsza faza rehabilitacji kikutu

3.2.1. Desensytyzacja, hartowanie kikutu

Hartowanie kikutu polega na wykonywaniu zabiegów, których celem jest wyeliminowanie lub zminimalizowanie fizycznych oraz psychologicznych reakcji na bodziec. Hartowanie kikutu najczęściej rozpoczyna się w momencie całkowitego zagojenia się rany pooperacyjnej, a pozostaje jedynie obrzęk i zaschnięty strup (najczęściej przypada to na drugi tydzień po zabiegu). Po amputacji kikut jest bardzo wrażliwy i wymaga procedur odczulania, które mogą obejmować delikatny masaż, lekkie stukanie, wibracje, stały nacisk i nakładanie różnych tkanin na wrażliwy obszar. Po całkowitym wygojeniu kikutu zaleca się aktywną terapię masażem, aby zapobiec przyleganiu skóry i umożliwić dodatkową transmisję sensoryczną do kikutu, ponieważ masowanie tego obszaru

uczy pacjenta tolerowania nacisku związanego z kontaktem między kikutem a lejem w późniejszym etapie rekonwalescencji. Chociaż zaleca się, aby odczulanie było wykonywane 2 do 3 razy dziennie przez co najmniej 5 minut, nie ma standardowych wytycznych określających, kiedy należy przystąpić do odczulania. Metoda i czas odczulania mogą się różnić w zależności od stanu kikuta, a odpowiednie metody należy wybrać i zastosować na podstawie dyskusji z zespołem rehabilitacyjnym. W etapie tym rozpoczyna się próby całkowitego obciążania kikuta. Proces ten można zrealizować przy użyciu tymczasowej protezy bądź wykorzystując uniwersalne linery i leje protezowe.

W 2018 r. Horne i wsp. zbadał wpływ odczulania na ból, depresję i lęk u 13 pacjentów po amputacji kończyny dolnej. W badaniu tym hartowanie przeprowadzono poprzez delikatny masaż i stukanie kikuta raz na 3 godziny, co doprowadziło do średniego zmniejszenia punktacji bólu o 1,92 punktu (mierzonej za pomocą krótkiego kwestionariusza McGill Pain Questionnaire-2, zakres: 0-10 punktów) od drugiej do szóstej doby pooperacyjnej oraz średnią redukcję wyników depresji i lęku odpowiednio o 1,65 i 1,49 punktu (mierzone za pomocą Szpitalnej Skali Lęku i Depresji, zakres: 0-21 punktów). Wykazano zatem, że odczulanie było znacząco skuteczne, a 85% pacjentów pomogło im kontrolować ból po operacji amputacji. Wiele ośrodków stosuje elastyczne opatrunki uciskowe jako alternatywę odczulania [10]. W fazie hartowania kikuta istotna jest kompresja (ucisk) kikuta. Proces ten realizuje się poprzez bandażowanie (metoda dawna, którą stosuje się coraz rzadziej). Obecnie stosuje się specjalne linery wykonane z silikonu bądź żelu, które mają przewagę nad bandażowaniem dzięki możliwości utrzymania wysokiej higieny kikuta oraz łatwości ich zakładania.

3.3. Formowanie – modelowanie kikuta

To najważniejsze elementy programu rehabilitacji przed założeniem protezy, ponieważ niewłaściwe obkurczanie i modelowanie może pogorszyć krążenie krwi i gojenie się rany. Metody obkurczania i kształtowania obejmują zastosowanie miękkich, półsztywnych lub sztywnych opatrunków, a także dopasowanie tymczasowej protezy. Proces ten rozpoczyna się w pierwszej dobie po zabiegu amputacyjnym w formie bandażowania rany poamputacyjnej. Bandaże powinny być nakładane na miednicę w przypadku amputacji powyżej kolana i na kość udową w przypadku amputacji poniżej kolana. Powinny być wymieniane 3 do 5 razy dziennie, aby utrzymać odpowiedni nacisk na kikut i zmniejszyć obrzęk. Miękki opatrunek jest powszechnie stosowaną metodą unieruchamiania kikuta, jednak gdy opatrunek jest stosowany nieprawidłowo, gojenie rany może być opóźnione, lub dotknięty obszar może mieć nieregularny kształt, co może opóźnić dopasowanie protezy. Zastosowanie w tej fazie mają opatrunki miękkie. Po zagojeniu się rany stosuje się bandażowanie elastyczne bądź inne techniki ucisku kikuta (za pomocą linera silikonowego lub z żelem). Celem zastosowania tego rodzaju opatrunku jest unieruchomienie kikuta, poprzez owinięcie go w kształt ósemki bandażem. Wykorzystuje się najczęściej bandaż elastyczny lub liner silikonowy albo żelowy, aby promować gojenie i „dojrzewanie” kikuta po operacji amputacji. Metoda ta zmniejsza obrzęk kikuta i zapobiega powstawaniu krwiaków, ułatwia kształtowanie stożka kikuta i zmniejsza ekspozycję na bakterie, aby zapobiec infekcji lub zapaleniu spowodowanym czynnikami zewnętrznymi. Podczas zakładania miękkiego opatrunku należy zadbać o to, aby przepływ krwi nie był ograniczony poprzez zastosowanie optymalnego ucisku,

a w celu uzyskania stożkowatego kształtu kikuta część dystalna powinna być owinięta ciaśniej niż część proksymalna.

Opatrunki półsztywne to kolejna metoda mocowania stosowana w celu zmniejszenia obrzęku i ułatwienia dojrzewania kikuta. Metoda ta wykorzystuje zalety sztywnego opatrunku i wykorzystuje elastyczne materiały do mocowania kikuta, wspomagając proces gojenia. Jednym z przykładów tego rodzaju rozwiązania jest szyna powietrzna; pacjent nosi szynę zawierającą kieszeń z powietrzem na zabandażowanym kikucie, która ściska go i ułatwia prawidłowe obkurczanie. Zaletą tej metody jest to, że szyna powietrzna jest łatwa do noszenia, a stan kikuta łatwy do wizualizacji diagnostycznej. Minusem jest jednak to, że prawidłowy trening chodu w niej jest często niemożliwy [11].

Inną opcją jest opatrunek sztywny, który polega na unieruchomieniu kikuta za pomocą opatrunku gipsowego po operacji amputacji kończyny. Cel opatrunku sztywnego jest taki sam jak w przypadku opatrunku miękkiego, przy czym zapewnia on kikutowi lepszą ochronę przed urazami dzięki twardszej powierzchni. Dodatkowo sztywne opatrunki są bardziej skuteczne niż bandaże elastyczne w zapobieganiu obrzękom i krwiakom, a wczesne obkurczenie kikuta można osiągnąć łatwiej. Istnieją jednak również wady sztywnych opatrunków; na przykład są one cięższe niż opatrunki miękkie, mogą powodować otarcia [12-14]. W ich przypadku niewygodne jest sprawdzanie stanu kikuta, ocena procesu gojenia się rany lub kontrola temperatury i wilgotności kikuta i otaczającego go środowiska. Jeśli temperatura i wilgotność pod opatrunkiem gipsowym nie są kontrolowane, a z kikuta sączy się wydzielina lub rana nie jest zagojona, prawdopodobne jest wystąpienie infekcji bakteryjnej, wymagającej szczególnej opieki i uwagi.

Jeszcze innym rozwiązaniem jest zastosowanie protezy tymczasowej. Podczas oczekiwania na całkowite zagojenie się rany kikuta po amputacji można nosić tymczasową protezę, aby pomóc pacjentowi w treningu przed założeniem ostatecznej protezy. Metoda ta ma wyższy komfort użytkowania, jest wygodniejsza od owinięcia kikuta bandażem elastycznym. Zastosowanie protezy tymczasowej z linerem silikonowym dające prawidłową kompresję (ucisk) kikuta pozwala stymulować hartowanie kikuta, a jednocześnie może posłużyć do oceny potencjału rehabilitacyjnego i usprawniania osoby po amputacji. Dodatkowo, w przypadku amputacji kończyny dolnej chodzenie w protezie ułatwia adaptację, skracając czas potrzebny do osiągnięcia chodu dwunożnego. Technika ta działa jako pozytywny motywator dla osoby po amputacji; upraszcza złożone programy ćwiczeń i zwiększa prawdopodobieństwo szybkiego wypisu i reintegracji społecznej. Podczas wytwarzania tymczasowej protezy powinna ona w jak największym stopniu przypominać stałą protezę. Tymczasowe protezy nie powinny być stosowane w przypadku amputacji z oparzeniami, przeszczepami skóry, otwartymi ranami, infekcjami, bolesnymi kikutami i schorzeniami dermatologicznymi i innymi. Pierwszą czynnością jest nauczanie pacjenta zakładania i zdejmowania protezy oraz przyzwyczajanie kikuta do obecności protezy poprzez zakładanie jej na krótki czas (np. 20-30 minut) bez obciążania kończyny. Jeśli nie ma problemów, kolejnym krokiem jest nauka stania w protezie oraz ćwiczenia utrzymywania równowagi realizowane dla bezpieczeństwa pacjenta w barierkach z asekuracją fizjoterapeuty. Trzeba tu zachować ostrożność, pamiętając, że dla niektórych pacjentów jest to przyjęcie pozycji stojącej pierwszy raz nawet od kilku miesięcy. Następnym etapem jest nauka chodzenia.

Proteza pooperacyjna zakładana natychmiast po operacji jest też jedną z opcji, którą można zaproponować pacjentowi zaraz po operacji; polega na mocowaniu po operacji

amputacji kikuta za pomocą sztywnego opatrunku, a pylon jest połączony z protezą stopy, umożliwiając amputowanemu jak najszybsze przystąpienie do ćwiczeń, takich jak siedzenie, stanie i chodzenie. W zależności od sytuacji metoda ta może być zastosowana w ciągu dwóch tygodni po operacji amputacji w celu zmniejszenia obrzęku kikuta. Metoda ta zapewnia możliwość kontrolowania czynności związanych z obciążeniem i chodzeniem. Zastosowanie tej metody może zapobiec lub zmniejszyć problemy związane z bólem fantomowym. Dodatkowo metoda ta chroni kikut przed urazami, takimi jak upadki, a przykurcze w zgięciu stawów mogą być kontrolowane lub można im zapobiegać. Korzystając z protezy i różnych jej części we wczesnym okresie po operacji, osoba po amputacji może zdobyć doświadczenie z protezą z wyprzedzeniem, co pozwala jej lepiej dostosować swoje oczekiwania do późniejszej rzeczywistości noszenia stałej protezy i usprawnia proces gojenia. Takie postępowanie ułatwia osobie po amputacji osiągnięcie niezależności w wykonywaniu codziennych czynności, umożliwiając szybszą reintegrację społeczną i skracając okres hospitalizacji, co wiązałoby się z korzyścią ekonomiczną i społeczną. Metoda ta jednak nie jest często stosowana z powodu obawy pacjenta przed noszeniem protezy zaprojektowanej ze sztywnych materiałów.

Należy też podkreślić, że w literaturze podnosi się, że kombinacja miękkich i sztywnych opatrunków w porównaniu z zastosowaniem tylko samych miękkich opatrunków powoduje znaczne zmniejszenie obrzęku kikuta [15]. Okres rehabilitacji pacjentów otrzymujących sztywne opatrunki był znacznie krótszy niż w przypadku pacjentów leczonych miękkimi opatrunkami, a proces gojenia się ran i hospitalizacji po amputacji były krótszy w przypadku stosowania opatrunków sztywnych niż w przypadku stosowania opatrunków miękkich. Moore i wsp. oraz Schon i wsp. stwierdzili, że częstość występowania powikłań, takich jak infekcje kończyn, siniaki, martwica lub owrzodzenia, była niższa u pacjentów stosujących natychmiastowe protezowanie niż u pacjentów stosujących opatrunki miękkie lub sztywne [15, 16]. Dlatego też literatura sugeruje, że w porównaniu z miękkimi opatrunkami, zastosowanie sztywnego opatrunku lub natychmiastowej protetyki ułatwia szybszą regenerację kikuta i prowadzi do mniejszej liczby powikłań pooperacyjnych.

Ważnym aspektem jest również utrzymanie zakresu ruchu i zapobieganie deformacjom i przykurczom. Kikut ma tendencję do przykurczu w płaszczyźnie, w której następuje jego zginanie i prostowanie a im kikut krótszy, to przykurcz jest większy (w niektórych przypadkach może nawet dojść do 35°). Przy nieodpowiednim utrzymywaniu kikuta może dojść do przykurczów stawów. Dlatego aby zapobiec przykurczom i utrzymać dobrą pozycję w spoczynku, nie zaleca się siadania ani korzystania z wózka inwalidzkiego przez dłuższy czas. Nie należy opierać kikuta o kule i kłaść na poduszce. Powyższe wskazania należy traktować jako profilaktykę przeciwprzykurczową. Kikut ma tendencję do przykurczu zgięciowego. Im mniejszy jest przykurcz, tym łatwiej jest zaprotestować kończynę. Przykurcz zgięciowy jest skorelowany z długością kikuta. Im kikut większy, tym przykurcz zgięciowy jest większy, a tym samym wymaga większego zaangażowania rehabilitacyjnego, aby go zmniejszyć bądź wyeliminować.

Zalecane są za to ćwiczenia przed założeniem protezy, które poprawiają przepływ krwi i zwiększają siłę mięśni kończyn oraz zakres ruchomości w stawach; zapobiegają przykurczom stawów lub mogą je zmniejszyć; mogą też poprawiać wydolność krążeniowo-oddechową. Ćwiczenia izotoniczne mające na celu zwiększenie siły mięśni

należy rozpocząć po zmniejszeniu bólu lub obrzęku kikuta, co zwykle następuje około 3 tygodni po operacji. Realizowane ćwiczenia powinny kłaść nacisk na wzmacnianie mięśni antagonistycznych w szczególności w początkowej fazie rehabilitacji (w procesie hartowania kikuta) w odniesieniu do poziomu amputacji.

Do ćwiczeń można używać też elastycznych taśm oporowych TheraBand. Taśmy dostępne są w ośmiu kolorach, w zależności od poziomu oporu, co pozwala na ich dobór do indywidualnego poziomu sprawności. Taśmy oporowe TheraBand mogą być stosowane na różne sposoby do ćwiczeń kikuta; ćwiczy się różne mięśnie kończyn dolnych, jak mięśnie pośladkowe, czworogłowy uda, dwugłowy uda, półścięgnisty i półbłoniasty [16].

Realizując zabiegi rehabilitacyjne całego narządu ruchu równolegle, należy prowadzić rehabilitację powstałego kikuta. Formę i typ ćwiczeń powinno się dobierać w zależności od występujących deficytów w kikucie. Należy zadbać, aby kikut miał ustabilizowany obrzęk (stabilną objętość), a intensywność realizowanych na nim ćwiczeń pozwalała na regenerację jego mięśni wraz z nowo utworzonymi przyczepami. Istota rehabilitacji kikuta to utrzymanie równowagi par antagonistycznych mięśni, tak aby zniwelowane były pojawiające się przykurcze w płaszczyźnie zginania i prostowania kikuta. W okresie tym można też wdrożyć zabiegi z elektrostymulacją prądami TENS/EMS i inne fizykoterapie (zabiegi zimnem, zabiegi ciepłem). Zabiegi te mają na celu zminimalizowanie efektów pooperacyjnych, jakim mogą być przykurcze mięśniowe, spastyczność kikuta.

Bardzo ważnym aspektem w rehabilitacji po amputacji jest pielęgnacja skóry kikuta pacjenta. Wykonuje się głęboki masaż wokół linii blizny. W czasie noszenia protezy tymczasowej mogą pojawić się problemy związane z tarciem, takie jak otarcia, pęcherze, obrzęki, czyraki i inne infekcje bakteryjne; dlatego konieczna jest odpowiednia higiena. Spośród tych powikłań szczególnie ważne jest leczenie obrzęków. Jeśli obrzęk nie jest leczony, mogą pojawić się przebarwienia, pęcherze lub owrzodzenia. Ponieważ obrzęk nasila się w wysokich temperaturach, kontrolować temperaturę kikuta, bandaży i panewki. Ogólne metody leczenia obrzęków obejmują rozciąganie, kompresję przy użyciu bandaży elastycznych, kompresję pneumatyczną lub chłodzącą, masaż węzłów chłonnych oraz zastosowanie prądu impulsowego o wysokim napięciu. Metody fizykoterapeutyczne będą opisane dokładnie poniżej. W ciężkich przypadkach obrzęku stosuje się leki, np. przeciwzapalne, lub bardziej inwazyjne metody, takie jak zastrzyki z kortykosteroidów. Aby zapobiec nasileniu się innych problemów skórnych, skóra i nasada muszą być regularnie myte, aby utrzymać je w czystości, a pończochy, skarpetki lub bandaż elastyczny noszone na kikucie muszą być odpowiednio wysuszone po umyciu przed użyciem. W miarę możliwości należy również unikać golenia, ponieważ może ono powodować powstawanie nowych blizn na powierzchni skóry. Produkty oczyszczające lub perfumy zawierające alkohol nie powinny być stosowane na amputowanym obszarze, ponieważ skóra może stać się sucha, powodując pękanie lub łuszczenie. Dodatkowo, rany i owrzodzenia na pozostałych kończynach mogą być leczone przy użyciu podciśnieniowego systemu zawieszenia protezy. Takie rozwiązanie może zapobiec codziennej utracie objętości kikuta, która występuje w przypadku konwencjonalnego osadzenia protezy, i zminimalizować podrażnienie skóry kikuta poprzez zmniejszenie naprężeń [18].

4. Bóle fantomowe

Istotnym problemem klinicznym są bóle fantomowe kończyny, co jest częstym powikłaniem amputacji, a ich częstość występowania wynosi 75-80%. Chociaż dokładna przyczyna i patofizjologia bólu fantomowego kończyny nie zostały wyjaśnione, jest on często uważany za ból neuropatyczny z powodu dysfunkcji ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego. Ból fantomowy wpływa na jakość życia i utrudnia rehabilitację, w tym korzystanie z protez. Ból może występować w części ciała, która została amputowana (ból fantomowy), lub w miejscu amputacji (ból kikuta), albo w obu tych miejscach [11, 16]. Ból zwykle zmniejsza się wraz z upływem czasu od amputacji. Patofizjologia bólu fantomowego nie jest jasna, chociaż ogólnie przyjmuje się, że zaangażowane są tu procesy nocycyptywne i neuropatyczne, a zmiany neuropatyczne obejmują reorganizację i adaptację w obwodowym i ośrodkowym układzie nerwowym. Ból fantomowy kończyny ma wysoki poziom intensywności i obniża jakość życia osób po amputacji; jest trudny do opanowania i leczenia [11, 21].

W bólu fantomowym stosowane są multimodalne strategie leczenia, w tym leki przeciwbólowe, zwiotczające mięśnie, rozszerzające naczynia krwionośne, blokady współczulne, sympatektomie, chirurgiczna rewizja kikuta, techniki przeciwbólowe indukowane stymulacją i terapia lustrzana [6,7, 12, 21]. Pomimo wielu metod leczenia, badanie 92 osób po amputacji wykazało, że tylko 9% z nich było wolnych od bólu [11]. W 2002 r. w systematycznym przeglądzie dostępnych schematów leczenia stwierdzono, że nie jest możliwe określenie optymalnych metod leczenia bólu fantomowego kończyn na podstawie dostępnych dowodów [4, 8]. Istnieje jednak wiele metod leczenia, które pomagają w jego zwalczaniu. Należy dostosować je indywidualnie do potrzeb pacjenta. Leki stosowane w celu zmniejszenia dolegliwości bólowych: NLPZ (niesteroidowe leki przeciwzapalne) – np. ibuprofen, leki przeciwdrgawkowe – np. karbamazepina czy gabapentyna, leki przeciwdepresyjne – np. amitryptylina czy nortryptylina, opioidy – np. kodeina czy morfina, iniekcje steroidowe [19].

Bóle kikuta mogą mieć również wiele innych przyczyn, takich jak otarcia od protezy czy też uszkodzenia nerwów powstałych podczas zabiegu amputacji itp. Istnieje także kilkanaście nieinwazyjnych technik pozwalających zmniejszyć dolegliwości bólowe. Zalicza się do nich: masaż, zimne lub ciepłe okłady, elektrostymulacja prądami i inne. Przezskórna elektryczna stymulacja nerwów prądami TENS to technika, która poprzez impulsowe prądy elektryczne przez nienaruszoną powierzchnię skóry może stymulować nerwy obwodowe [16, 17]. Elektrostymulacja TENS jest stosowana głównie w celu łagodzenia bólu i jest podawana przy użyciu standardowego urządzenia zwanego elektrostymulatorem.

5. Podsumowanie

Prawidłowa amputacja i rehabilitacji po zabiegu wpływa pozytywnie na kształtowanie się wielu czynników u pacjenta po amputacji, m.in. zdrowotnych i funkcjonalnych. Technicznie usprawnianie osoby po amputacji na poziomie kończyny dolnej jest procesem trudniejszym od procesu usprawniania chorego po amputacji na poziomie kończyny górnej. Kończyna dolna pełni funkcję lokomocyjną, co wpływa na stopień aktywności takiej osoby, dlatego też przywrócenie pierwotnych funkcji kończyny staje się standardem i koniecznością za sprawą uzupełnienia amputowanego fragmentu narządu ruchu sztuczną kończyną-protezą. Rozwój techniki sprawił, że na rynku pojawiło się bardzo

dużo rozwiązań protez od prostych konstrukcji po złożone z układami aktywnego wsparcia procesu chodu/biegania/jazdy na rowerze czy jazdy na nartach.

Pełne wykorzystanie możliwości technicznych dostępnych rynkowo protez jest konieczne, aby użytkownik miał odpowiednią mobilność i prawidłowo przygotowany narządu ruchu w szczególności kikut poamputacyjny. Prawidłowo przeprowadzona rehabilitacja narządu ruchu po amputacji a w szczególności kikuta poamputacyjnego przyczynia się do tego, że u pacjenta można uzyskać wysoki poziom funkcjonalności narządu ruchu. W przypadku amputacji kończyny dolnej po odpowiednim zaopatrzeniu protetycznym uzyskuje się wysoki stopień mobilności.

Po amputacji kończyny górnej po odpowiednim zaopatrzeniu protetycznym można uzyskać wysoki stopień manipulacji i funkcjonalności utraconej kończyny za pomocą protezy. Prawidłowa rehabilitacja ułatwia realizację zaopatrzenia protetycznego w protezę oraz pozwala powrócić do normalnego życia osobie po amputacji. Analiza realizacji amputacji oraz analiza przeznaczenia dla wybranych protez pokazuje, że konieczne jest odpowiednie przygotowanie pacjenta pod zaopatrzenie protetyczne.

Osoba po amputacji musi być przygotowana psychologicznie oraz fizycznie do nowej rzeczywistości – do życia z deficytem narządu ruchu. Osoba po zaopatrzeniu protetycznym powinna być przeszkolona z użytkowania i obsługi protezy. Dla zapewnienia skuteczności zaopatrzenia protetycznego narząd ruchu, a w szczególności kikut, musi być odpowiednio przygotowany. Przygotowanie kikuta polega na jego desensytyzacji w trakcie jego gojenia oraz hartowaniu, aby uzyskać jego uformowaną i stabilną objętość oraz oczekiwaną wrażliwość czuciową. Uzyskanie odpowiednio przygotowanego narządu ruchu po amputacji, staje się możliwe dzięki zastosowaniu odpowiedniej terapii rehabilitacyjnej. Prawidłowe przygotowanie osoby po amputacji z dobrym procesem rehabilitacyjnym i właściwą adaptacją do nowych biomechanicznych i fizycznych uwarunkowań narządu ruchu pozwala na uzyskanie zbliżonej aktywności fizycznej (mobilności) i prowadzenie normalnego trybu życia tej [21, 22].

Proces usprawniania osoby po amputacji jest złożony, a współczesne dostępne materiały zaopatrzenia ortopedycznego wymagają pracy wielu osób (zespołu interdyscyplinarnego o różnych kompetencjach – fizjoterapeutów, lekarzy, techników ortopedów, inżynierów biomechaników) w celu uzyskania wysokiej sprawności i aktywności pacjenta po amputacji, zarówno w aspekcie społecznym jaki i zawodowym osób po amputacji.

Podziękowania

Praca powstała dzięki WZSO S.A. oraz PFRON, w szczególności osób, które były w temat zaangażowane. Szczególne podziękowania za merytoryczne wsparcie i inspirację do podjęcia tej tematyki należą się Pani prof. Beacie Tarnackiej z Narodowego Instytut Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji.

Literatura

1. Yoo J.Ch, Hwan K.D.H., Chang M.Ch., *Amputation Stump Management, A Narrative Review*, World Journal of Clinical Cases, 10(13), 2022, s. 3981-3988.
2. Miller R., Ambler G.K., Ramirez J., Rees J., Hinchliffe R., Twine C., Rudd S., Blaze J., Avery K., *Patient Reported Outcome Measures for Major Lower Limb Amputation Caused by Peripheral Artery Disease or Diabetes, A Systematic Review*, European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 61(3), 2021, s. 491-501.

3. Curyło M., Ciukszo A., Zaczek M., *Ocena wpływu elastyczności podparcia stopy protezowej na chód pacjenta po amputacji kończyny dolnej na poziomie uda*, Fizjoterapia Polska, Kraków, 21(2), 2021, s. 56-63.
4. Horne C.E., Engelke M.K., Schreier A., Swanson M., Crane P.B., *Effects of Tactile Desensitization on Postoperative Pain After Amputation Surgery*, Journal of PeriAnesthesia Nursing, 33(5), 2018, s. 689-698.
5. May B.J., *Stump Bandaging of the Lower-Extremity Amputee*, Physical Therapy & Rehabilitation Journal, 1964, s. 808-814.
6. Baker W.H., Barnes R.W., Shurr D.G., *The Healing of Below-Knee Amputations: A Comparison of Soft and Plaster Dressing*, The American Journal of Surgery, 133(6), 1977, s. 716-718.
7. Schon L.C., Short K.W., Soupiou O., Noll K., Rheinstein J., *Benefits of Early Prosthetic Management of Transtibial Amputees: A Prospective Clinical Study of a Prefabricated Prosthesis*, Foot & Ankle International, 23(6), 2002, s. 509-514.
8. Miller L.K., Jerosch-Herold C., Shepstone L., *Effectiveness of Edema Management Techniques for Subacute Hand Edema, A Systematic Review*, Journal of Hand Therapy, 30(4), 2017, s. 432-446.
9. Traballesi M., Delussu A.S., Fusco A., Iosa M., Averna T., Pellegrini R., Brunelli S., *Residual Limb Wounds or Ulcers Heal in Transtibial Amputees Using An Active Suction Socket System a Randomized Controlled Study*, European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 2012, s. 613-623.
10. Li H., Li Y., Guo Z., Hao L., Tang Y., Guo Y., Zhang D., He L., Wang Y., Meng Y., Li F., Ni J., *Low-Temperature Plasma Radiofrequency Ablation In Phantom Limb Pain. A Case Report*, Brain Circulation, 4(2), 2018, s. 62-64.
11. Mioton L.M., Dumanian G.A., Shah N., Qiu C.S., Ertl W.J., Potter B.K., Souza J.M., Valerio I.L., Ko J.H., Jordan S.W., *Targeted Muscle Reinnervation Improves Residual Limb Pain, Phantom Limb Pain, and Limb Function: A Prospective Study of 33 Major Limb Amputees*, Clinical Orthopaedics and Related Research, 478(9), 2020, s. 2161-2167.
12. Aternali A., Katz J., *Recent Advances in Understanding and Managing Phantom Limb Pain*, F1000Research, 8, 2019, s. 8-10.
13. Folch A., Gallo D., Miró J., Salvador-Carulla L., Martínez-Leal R., *Mirror Therapy for Phantom Limb Pain in Moderate Intellectual Disability. A Case Report*, European Journal of Pain, 26(1), 2022, s. 246-254.
14. Segal N., Pud D., Amir H., Ratmansky M., Kuperman P., Honigman L., Treister R., *Additive Analgesic Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Together with Mirror Therapy for the Treatment of Phantom Pain*, Pain Medicine, 22(2), 2021, s. 255-265.
15. Gunduz M.E., Pacheco-Barrios K., Bonin Pinto C., Duarte D., Vélez F.G.S., Gianlorenco A.C.L., Teixeira P.E.P., Giannoni-Luza S., Crandell D., Battistella L.R., Simis M., Fregni F., *Effects of Combined and Alone Transcranial Motor Cortex Stimulation and Mirror Therapy in Phantom Limb Pain: A Randomized Factorial Trial*, Neurorehabilitation and Neural Repair, 35(8), 2021, s. 704-716.
16. Mark I., Matthew J., Mulvey R., and Bagnall A.M., *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) for Phantom Pain and Stump Pain Following Amputation in Adults Monitoring Editor*, Cochrane Pain, Palliative and Supportive Care Group, About the Cochrane Database of Systematic Reviews, 2015, s. 8-12.
17. Silveira P.C., Ferreira K.B., *Effect of Low-Power Laser and Light-Emitting Diode on Inflammatory Response in Burn Wound Healing*, Inflammation, 39, 2016, s. 20-26.
18. Brassolatti P., Andrade A.L.M., *Evaluation of The Low-Level Laser Therapy Application Parameters for Skin Burn Treatment in Experimental Model: A Systematic Review*, Lasers in Medical Science, 33, 2018, s. 1213-1214.

19. Houreld N., *Shedding Light on a New Treatment for Diabetic Wound Healing: A Review On Phototherapy*, Scientific Word Journal, 2014, s. 89-96.
20. Dompe C., Moncrieff L., Matys J., *Photobiomodulation - Underlying Mechanism and Clinical Applications*, Journal of Clinical Medicine, 9(6), 2020, s. 1724.
21. Zaczek M., *Influence of Correct Prosthetic Equipment in a Person with Motor Organ Dysfunction in Relation to its Mobility – a Pilot Study*, Rehabilitacja Medyczna, 28(1), 2021, s. 18-24.
22. Zaczek M., *Validation of Gait Process Evaluation in People with Lower Limb Amputation*, Rehabilitacja Medyczna, 27(3), 2023, s. 66-72.

Rehabilitacja i usprawnianie osób po amputacji fragmentu narządu ruchu w wyniku chorób cywilizacyjnych

Streszczenie

W pracy przedstawiono zagadnienia związane z rehabilitacją osób po amputacji wybranego fragmentu narządu ruchu. W pracy postawiono hipotezę, w której zapytano o czynniki determinujące prawidłowe usprawnienie pacjenta jego przyszłym zaopatrzeniu protetycznym. W ramach przedstawionej pracy postawiono hipotezę badawczą, która dotyczy pytania związanego o konieczność terapii i wpływ rehabilitacji na przyszłą aktywność osób po amputacji kończyny dolnej, którą zaopatrzone w protezę kończyny dolnej.

Z przeprowadzonej analizy danych w literaturze wynika, że proces rehabilitacyjny kikutu poamputacyjnego jest realizowany w formie fizjoterapii i ma na celu utrzymanie odpowiedniej jego kondycji biomechanicznej. Proces rehabilitacyjny ma prowadzić do utrzymania stabilnej objętości kikutu oraz uzyskania jego niskiej wrażliwości dotykowej. Niska wrażliwość dotykowa naskórka kikutu ma na celu uzyskanie zdolności do założenia na niego sztucznych materiałów wchodzących w skład sztucznej kończyny-protezy. Przygotowanie kikutu polega na jego desensytyzacji w trakcie gojenia oraz hartowaniu, aby uzyskać jego uformowaną i stabilną objętość oraz oczekiwaną wrażliwość czuciową.

Prawidłowe przygotowanie osoby po amputacji z dobrym procesem rehabilitacyjnym i właściwą adaptacją do nowych biomechanicznych i fizycznych uwarunkowań narządu ruchu pozwala na uzyskanie zbliżonej aktywności fizycznej (mobilności) i prowadzenie normalnego trybu życia.

W pracy przedstawiono również efekt bólów fantomowych i sposoby ich eliminacji. Z przeprowadzonej analizy wynika, że rehabilitacja kikutu pooperacyjnego jest bardzo ważna w procesie usprawniania pacjenta po amputacji, zarówno w aspekcie medycznym, jak i funkcjonowaniu psychofizycznym pacjenta. Prawidłowo wykonana rehabilitacja przyspiesza zakończenie procesu leczenia oraz umożliwia przywrócenie pierwotnej sprawności pacjenta przez zaopatrzenie go w sztuczny narząd ruchu, jakim jest np. proteza stopy bądź proteza dłoni.

Słowa kluczowe: rehabilitacja po amputacji, amputacja kończyn dolnej, hartowanie kikutu, bóle fantomowe, protezowanie

Rehabilitation and Streamlining of People after Amputation of a Fragment of The Locomotor Organ As a Result of Civilisation Diseases

Abstract

The study presents issues related to the rehabilitation of people after amputation of a selected part of the locomotor system. A hypothesis was formulated in the study, which asks about the factors that determine the correct improvement of the patient's future prosthetic supply. The research hypothesis presented in this study addresses the question of the necessity of therapy and the impact of rehabilitation on the future activity of people with an amputation of a lower limb, which was provided with a prosthetic limb.

The analysis of data in the literature shows that the rehabilitation process of the post-amputation stump is carried out in the form of physiotherapy and is aimed at maintaining its proper biomechanical condition. The rehabilitation process is aimed at maintaining a stable volume of the stump and achieving its low tactile sensitivity. The low tactile sensitivity of the stump's epidermis is aimed at achieving the ability to put artificial materials on it that are part of the artificial limb-prosthesis. Stump preparation involves desensitizing the stump as it heals and hardening the stump to achieve a formed and stable volume and the expected tactile sensitivity.

A properly prepared amputee with a good rehabilitation process and proper adaptation to the new biomechanical and physical conditions of the musculoskeletal organ allows for an approximation of physical activity (mobility) allowing for a normal lifestyle for this person.

The paper also presents the effect of phantom pains and ways to eliminate them. The analysis shows that the rehabilitation of the stump, postoperative is very important in the process of improving the patient after amputation, both in the medical aspect and in the psychophysical functioning of the patient. Properly performed rehabilitation accelerates the completion of the treatment process and enables the patient to restore his original fitness by supplying him with an artificial organ of locomotion, such as a prosthetic foot or a prosthetic hand.

Keywords: amputation rehabilitation, lower limb amputation, stump hardening, phantom pains, prosthetic

Elektrostymulacja w usprawnianiu osób po amputacji fragmentu narządu ruchu w wyniku chorób cywilizacyjnych

1. Wprowadzenie

Elektrostymulacja w rehabilitacji jest przedmiotem wielu badań naukowych. W wyniku analiz treści dostępnych publikacji można stwierdzić, że stosowanie w rehabilitacji elektrostymulacji przynosi pozytywne rezultaty. Sposób stosowania elektrostymulacji prądami w terapiach rehabilitacyjnych uzależniony jest od problemu terapeutycznego oraz od mobilności osoby rehabilitowanej. Najczęściej elektrostymulację wykorzystuje się przy łagodzeniu wszelkiego rodzaju bólu. Zjawisko występowania bólu staje się powszechne i towarzyszy większości chorób. Dotkliwość i intensywność bólu nabierają siły w przypadku zabiegów o dużej inwazyjności w organizmie. Jednym z nich jest amputacja wybranego fragmentu narządu ruchu. Amputacja to zabieg chirurgiczny, w trakcie którego usuwa się fragment ciała bez możliwości przywrócenia pierwotnych jego funkcji dostępnymi metodami leczenia. Amputacje wykonywane są w wyniku urazów, w których brak możliwości odbudowy narządu ruchu, w konsekwencji chorób nowotworowych, chorób układu krążenia. Jest wiele typów i klasyfikacji amputacji, których wspólnym mianownikiem jest jej umiejscowienie. O miejscu amputacji decyduje miejsce urazu albo stan chorobowy narządu ruchu, którego uratowanie możliwe jest przez odjęcie chorego fragmentu. W wyniku przeprowadzonej amputacji powstaje zmodyfikowany zmieniony narząd ruchu, który w połączeniu z zaopatrzeniem protetycznym (protezą) powinien spełniać pierwotne funkcje odjętego fragmentu narządu ruchu. W wyniku amputacji modyfikacja narządu ruchu polega na utworzeniu miejsca w narzędziu ruchu (kikut), który będzie służył do mocowania zaopatrzenia protetycznego (protezy). Powstający kikut to powstały fragment narządu ruchu, którego najistotniejsza jest anatomia i jego biomechanika, po fizjologii tkanek miękkich na kikucie. Amputacja jest zabiegiem bardzo inwazyjnym, który zaburza funkcje ruchowe, samoobsługę osoby z amputacją, a nawet samopoczucie psychologiczne. Odpowiednie przygotowanie rehabilitacyjne kikuta przyczynia się finalnie do powrotu pacjenta do codziennego życia.

Amputacja jest źródłem szeregu rodzaju bólów, zarówno związanych z gojeniem się rany pooperacyjnej przez nadwrażliwość naskórka, po bóle fantomowe. Ból w organizmie to sygnalizacja ostrzegawcza, której celem jest uświadomienie organizmu o zagrożeniu i niebezpieczeństwie jakie może zaistnieć bądź już istnieje [1]. Pojawienie się bólu w organizmie stanowi informuje dla organizmu, że występuje jakieś zagrożenie i bez takiego ostrzeżenia, zagrożenie byłoby niewykrywalne, co może skończyć się urazem ważnych organów ciała. Chociaż ból jest czymś koniecznym, to może przydarzać się zbyt często, niż wynikałoby to z jego naturalnego przeznaczenia. Poza diagnostyczną funkcją bólu, jego długie utrzymywanie się jest szkodliwe. Stanowi on też nieodłączną

¹ marcin.zaczek@pw.edu.pl , Instytut Mikromechaniki i Fotoniki, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, www.pw.edu.pl.

część większości chorób cywilizacyjnych. Częste występowanie bólu może zaburzać pierwotną funkcję bólu. Mechanizm powstawania bólu jest złożony. Ból powstaje w miejscu, gdzie występuje jakieś zagrożenie dla organizmu. Istotne jest, czy odpowiednio zaszyfrowany komunikat dotrze do mózgu i zostanie rozszyfrowany, przeanalizowany, aby ostatecznie wywołać odpowiednią reakcję. Droga tego komunikatu rozpoczyna się od chorej tkanki, skąd wzdłuż małych włókien nerwowych przebiega do rdzenia kręgowego, gdzie poprzez odmienną grupę nerwów dociera do mózgu. W mózgu ból jest interpretowany, odnoszony do właściwego źródła i w końcu odczuwany. Po zabiegu amputacji, kiedy następuje trwałe uszkodzenie narządu ruchu, ból towarzyszy osobie z amputacją ciągle, z różną intensywnością. U osób po amputacji pojawiają się bóle o różnym podłożu wraz z bólem fantomowym [2, 3]. Leczenie bólów towarzyszących amputacji jest bardzo trudne, jednakże obecne standardy w leczeniu tworzą konieczność eliminowania ich bądź zmniejszania częstotliwości występowania, także bólów fantomowych. Jedną z metod eliminacji bólów są terapie rehabilitacyjne z wykorzystaniem elektrostymulacji prądami. Elektrostymulacja prądem to bezpieczna, bezinwazyjna i niefarmakologiczna metoda leczenia bólu i realizacji procesu rehabilitacji.

Elektrostymulacja może wspierać proces rehabilitacji kikutu poamputacyjnego, aby uzyskać odpowiednią stabilność struktury szkieletowej, poprawę siły mięśniowej utraconej w trakcie zabiegu, zwiększenie zakresu ruchu i eliminację niekorzystnych przykurczy. Zabieg oparty na elektrostymulacji prądem można realizować jako zabieg ogólnorozwojowy przeznaczony dla osób po amputacji o ograniczonej ruchowości na całym narządzie ruchu, oraz do elektrostymulacji nowo powstałego narządu-kikutu. Zabiegi można prowadzić zarówno na kikucie mioplastycznym, jak i oporowym. Kikut mioplastyczny wykonywany jest, aby utrzymać silne jego umięśnienie. Elektrostymulacja kikutu mioplastycznego powinna odnosić się do utrzymania umięśnienia i odpowiednich objętości, aby tworzył on prawidłowe osadzenie protezy w długiej perspektywie czasu.

W kikucie oporowym obciążenia wynikające z ruchu narządu ruchu przenoszone są bezpośrednio przez niego. W tym przypadku mogą pojawiać się zaburzenia równowagi mięśniowej na skutek zmienionej biomechaniki (długości ramienia przenoszenia siły np. w trakcie chodu) narządu ruchu lub powstawania przykurczy zgięciowo-odwiedzeniowych. Te niekorzystne zjawiska można wyeliminować za pomocą zabiegów opartych na elektrostymulacji prądami. Dodatkowo można w ten sposób uzyskać poprawę krążenia oraz jakości tkanek miękkich (odczulanie) [4].

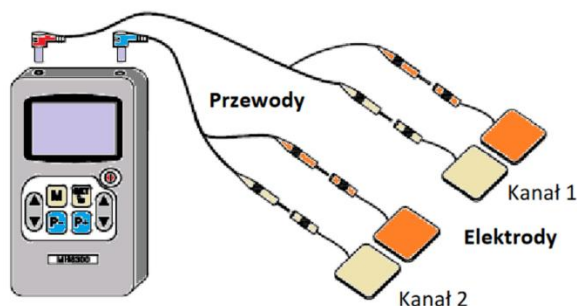
Stosowanie elektrostymulacji prądami obecnie jest jednym z podstawowych zabiegów rehabilitacyjnych, wymienianym w praktycznych przewodnikach jako zabieg dotyczący postępowania przeciwbólowego. Przewodnik praktyki Philadelphia Panel (USA, 2001) rekomenduje stosowanie elektrostymulacji prądami TENS (ang. *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*) i EMS (ang. *Electrical Muscle Stimulation*) w przypadku bólów stawów, a przewodnik praktyki Ottawa Panel (USA/Kanada 2004) zaleca stosowanie elektrostymulacji ALTENS jako samodzielną terapię przeciwbólową w celu zwiększenia siły mięśniowej w reumatoidalnym zapaleniu stawów. Zalecenia NICE (Wielka Brytania, 2014) zawierają rekomendację dla specjalistów ochrony zdrowia, którzy powinni rozważać stosowanie elektrostymulacji TENS jako dodatkowych zabiegów wobec zasadniczych metod działania przeciwbólowego w chorobie zwyrodnieniowej stawów oraz przewlekłych niespecyficznych bólach w narządzie ruchu [4, 6].

Pierwsze udokumentowane próby stosowania elektrostymulacji przeciwbólowej z zastosowaniem specjalnych urządzeń miały miejsce w początkach XX w. Rozwój metod elektrostymulacji prądami wynikał z opublikowania w 1965 r. przez Melzacka i Walla teorii „kontrolowanego przepustu rdzeniowego” (zwanej niekiedy w uproszczeniu teorią „bramki kontrolnej”). Kolejnym etapem w elektrostymulacji była decyzja Medycznego Komitetu Doradczego, który dopuścił stosowanie elektrostymulacji prądami przez sportowców przygotowujących się do olimpiady odbywającej się w 1972 r. Kulturyści, sportowcy wyczynowi, fizjoterapeuci, lekarze sportowi, lekkoatleci z całego świata zaczęli stosować elektrostymulację prądami jako uzupełnienie swojego treningu. Elektrostymulacja prądami stała się narzędziem wspomagającym nie tylko terapię rehabilitacyjną, ale jest również wsparciem treningów sportowców. Jej mobilność sprawia, że może być wykorzystywana poza gabinetami fizjoterapeutycznymi oraz między treningami w salach wyposażonych w profesjonalny sprzęt. Kompaktość urządzeń stosowanych do elektrostymulacji prądami umożliwia wykonywanie jej w dowolnym miejscu. Producenci urządzeń do elektrostymulacji dopuszczają używanie ich w domu, biurze czy w trakcie relaksowania się na spacerze. Przekrętna elektryczna stymulacja narządu ruchu przeznaczona jest do objawowego leczenia przewlekłego i opornego bólu, wzmacniania mięśni i połączeń nerwowych po zabiegach operacyjnych [4, 7].

Przedstawione zalety terapii opartej na elektrostymulacji prądami sprawiły, że rozpoczęto ją stosować również jako wsparcie przy usprawnianiu pacjentów po amputacjach. Przydatna staje się elektrostymulacja w rehabilitacji tych części ciała, które utraciły pierwotną funkcję, w przypadku gdy klasyczna fizjoterapia z ćwiczeniami fizycznymi jest trudna bądź niemożliwa do realizacji. Obecnie rehabilitacja z użyciem prądów uważana jest za bezpieczną, bezinwazyjną jednocześnie niefarmakologiczną metodę wykorzystywaną w leczeniu bólu oraz w usprawnianiu wybranego fragmentu narządu ruchu.

2. Budowa elektrostymulatora prądami wykrzywianego w rehabilitacji

Elektroterapia jest realizowana za pomocą urządzenia o handlowej nazwie elektrostymulator prądami. Elektrostymulator to urządzenie, które składa się z jednostki sterującej w formie generatora impulsów elektrycznych o odpowiedniej częstotliwości i nasyceniu prądu, który posiada wyjścia pod elektrody. Wyjścia pod elektrody są połączone przewodowo z elektrodami, które mocowane są na powierzchni ciała w miejscu realizacji terapii (rys. 1). Jednostka sterująca umożliwia ustawienie trybu terapii oraz parametrów prądu stymulacji. Rozbudowane urządzenia mogą posiadać również możliwość rejestracji aktywności mięśniowej.

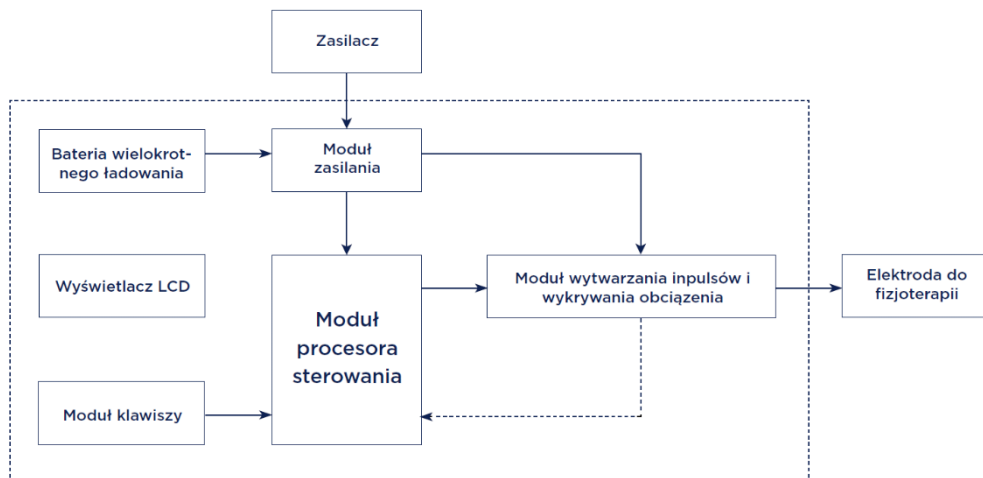


Rysunek 1. Budowa standardowego elektrostymulatora.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych katalogowych do elektrostymulatorów

3. Zasada działania elektrostymulacji

W elektrostymulatorze jednostka sterująca (rys. 2) generuje prąd o odpowiedniej częstotliwości i natężeniu, przesyłając go za pomocą przewodów elektrycznych do miejsc, w których realizowana jest terapia. Prawidłowość stymulacji uzyskuje się za pomocą specjalnych par elektrod (najczęściej samoprzylepnych) mocowanych na powierzchni ciała w miejscach, w których chcemy wykonać elektrostymulację.



Rysunek 2. Schemat blokowy jednostki sterującej. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych katalogowych do elektrostymulatorów

Montaż elektrod na powierzchni skóry osoby rehabilitowanej sprawia, że terapia ma postać przezskórnej elektrycznej stymulacji (rys. 3).



Rysunek 3. Zasada działania elektrostymulacji prądami. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych katalogowych do elektrostymulatorów

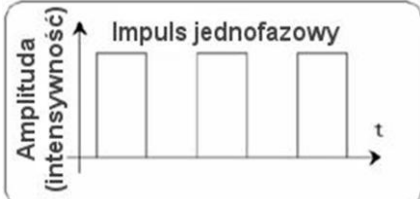
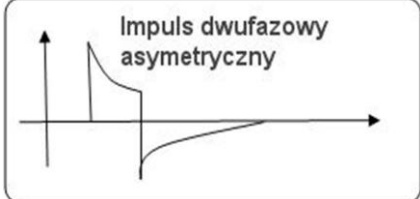
Za pomocą tych elektrod urządzenie przekazuje do mięśni delikatne impulsy elektryczne. W procesie elektrostymulacji mięśnie reagują na impulsy elektryczne poprzez rytmiczne skurcze przerywane rozkurczami, zgodnie z trybem ustawienia urządzenia. Gdy w wyniku stymulacji mięsień się kurczy, reakcje chemiczne zachodzące w mięśniu są podobne do tych, które powstają w czasie skurczu fizjologicznego, w trakcie normalnej pracy mięśnia. Reakcje chemiczne podczas skurczu wykorzystują glikogen, tłuszcze i inne substancje odżywcze, przechowywane w mięśniach. Stymulowane w ten sposób serie skurczów mięśni pozwalają utrzymać tonus mięśni, wzmacniać i przeciwdziałać wiotczeniu oraz poprawiają ich kształt. W urządzeniach do elektrostymulacji występują dwa tryby EMS i TENS zapewniające najefektywniejszy proces rehabilitacji. W urządzeniu można ustawić różne częstotliwości impulsów elektrycznych zarówno o charakterze ciągłym jak i uderzeniowym w postaci cykli i serii. Ustawieniu podlega również natężenie prądu elektrycznego. Ustawienia te określone są przez użytkownika lub fizjoterapeutę/lekarza zlecającego terapię z wykorzystaniem elektrostymulacji.

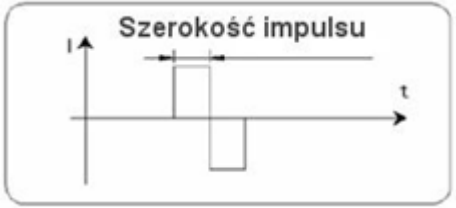
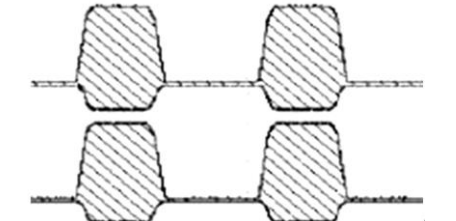
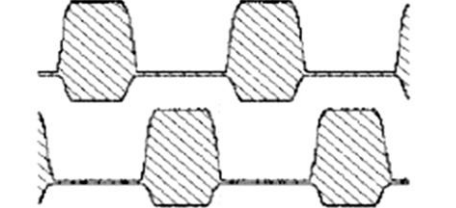
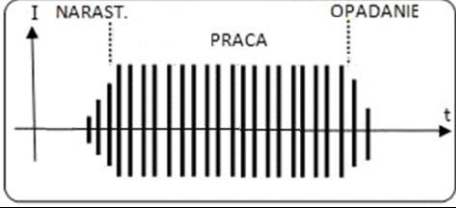
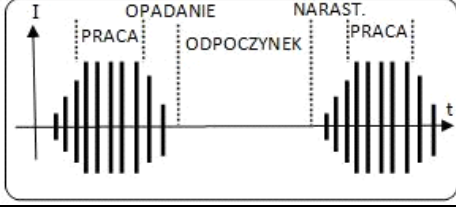
3.1. Tryby stymulacji EMS

EMS, czyli elektryczna stymulacja mięśni (a właściwie stymulacja nerwowo-mięśniowa), jest powszechnie akceptowaną na świecie i uznaną metodą leczenia schorzeń mięśniowych, głównie związanych z zanikiem mięśni lub ich osłabieniem. EMS wysyła impulsy elektryczne, które dochodzą do nerwów motorycznych, czyli odpowiedzialnych za pracę mięśni, co ćwiczy mięśnie w sposób pasywny [5-8].

Stymulacja mięśni za pomocą impulsów elektrycznych ma charakter przerywany, tzn. czas trwania stymulacji, czyli tzw. czas pracy, oraz czas przerwy między stymulacjami może być regulowany. Faza stymulacji rozpoczyna się łagodnie poprzez stopniowe narastanie amplitudy impulsów, a kończy się poprzez stopniowe opadanie. Czas narastania/opadania również może być regulowany. Dzięki temu skurcz wzrasta stopniowo i osiąga maksymalną wartość, po czym stopniowo opada i dochodzi do relaksacji mięśni, co zapewnia odpowiedni komfort stymulacji [9]. Główne parametry elektrostymulacji zestawiono w tabeli 1 w odniesieniu do kształtu charakterystyki w funkcji czasu.

Tabela 2. Parametry elektrostymulacji

Parametr	Tryb pracy parametru	Charakterystyka przebiegu parametru w czasie	Uwagi
Amplituda impulsu/ intensywność	Tryb jednofazowy		
	Tryb dwufazowy		

Szerokość impulsu			
Biegunowość impulsu	Jednokierunkow a faza dodatnia fali impulsów		+
	Jednokierunkow a faza ujemna fali impulsów		-
	Jednokierunkow a przemiana faza dodatnia i ujemna		+
Tryb impulsów między kanałami	synchroniczne		Naprzemien na stymulacja na obu kanałach
	asynchroniczne		Jednoczesna stymulacja na obu kanałach.
Tryb pracy	Praca ciągła		
	Praca przerywana		

	Praca w trybie TENS regulacja częstotliwości		
--	--	---	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych katalogowych do elektrostymulatorów.

Efekty terapeutyczne wpływu stymulacji elektrycznej uwarunkowane są ustawieniem parametrów prądu elektrostymulacji. Elektrostymulacja prądami wykorzystuje impulsy elektryczne, które działają zewnętrznie poprzez skórę w celu stymulacji nerwów unerwiających określoną grupę mięśni. Mięsień reaguje w odmienny sposób w odniesieniu od natężenia impulsu, czasu trwania impulsu (szerokości) i częstotliwości impulsu elektrycznego. Odmienność reakcyjna mięśni na daną elektrostymulację wynika z budowy mięśnia. Mięśnie są zbudowane z dwóch różnych typów włókien. Rozróżniamy włókna czerwone, wolniejsze i przystosowane do pracy tlenowej, oraz włókna białe. Włókna białe działają szybciej i są zdolne do pracy beztlenowej. Proporcje włókien białych i czerwonych zależą od sposobu wykorzystywania mięśni. Włókno może być przekształcane z jednego w drugie w zależności od odbieranych sygnałów. Jest to znane jako efekt troficzny. Różne częstotliwości impulsów stymulacji dają zupełnie odmienne efekty. Niska częstotliwość (1-10 Hz) w połączeniu z większą szerokością impulsu ma działanie oczyszczające i relaksujące przy poszczególnych skurczach, przy czym jednocześnie w leczonym mięśniu poprawia się krążenie krwi i usuwane są produkty przemiany materii za sprawą drenażu limfatycznego. Poprawia się zaopatrzenie mięśni w tlen. W przeciwieństwie do niskich częstotliwości średnie częstotliwości (20-50 Hz) mogą wytworzyć wysoki poziom napięcia mięśnia, co sprzyja rozbudowie ich struktur. Bardzo wysokie częstotliwości (60-90 Hz) mogą rozwijać kształt i rozmiar mięśni [3, 9].

Impulsy EMS zostały wynalezione przez Johna Faradaya w roku 1831, mają niską częstotliwość i posiadają kształt prostokątny, dzięki czemu potrafią pobudzić działanie płytek motorycznych obsługujących określone grupy mięśniowe. Odpowiednie parametry impulsów EMS mogą również doprowadzić mięśnie do drgań, co jest wykorzystywane do relaksacji mięśni i masażu rozluźniającego.

Przy posiadaniu wielokanałowego elektrostymulatora możliwa jest jednoczesna elektrostymulacja kilku grup mięśniowych. Przy jednoczesnej stymulacji wykorzystującej dwa kanały możliwe są skurcze grupy mięśniowej. Elektrostymulacja, a więc skurcz/rozluźnienie grupy mięśniowej „podłączonej” do jednego kanału może odbywać się w tym samym czasie co drugiej grupy mięśniowej „podłączonej” do drugiego kanału.

3.2. Tryb stymulacji TENS

TENS jest przeskorną elektryczną stymulacją nerwów przeznaczoną do objawowego leczenia bólów. Wykorzystywana jest przy zwalczaniu przewlekłego i opornego bólu i zalicza się do metod nefarmakologicznych. Terapia ta polega na łagodzeniu bólu wskutek wysyłania do podstawowych włókien nerwowych małych impulsów elektrycznych za pomocą elektrod umieszczonych w pobliżu lub na powierzchni ogniska bólu, lub punktu nacisku. Zgodnie z założeniami teoretycznymi metody TENS uznaje się ją za dedykowaną elektrostymulację nerwów, która umożliwia sterowanie bólem

[4]. W teorii TENS istnieją dwa mechanizmy uśmierzające ból. Aplikowanie stałego i łagodnego prądu elektrycznego powoduje, że ludzie doświadczają zmniejszonych doznań bólowych. Mechanizm działania TENS opiera się zaburzeniu energią elektryczną sygnałów bólowych płynących do mózgu z obszarów chorobowych. Energia elektryczna z elektrod stymuluje nerwy w obszarze chorobowym przez blokowanie sygnałów bólowych płynących do mózgu. Jeśli sygnał bólu nie dociera do mózgu, ból nie jest odczuwany. Teoria ta jest często określana jako „teoria kontroli bramki”. W drugiej teorii mówi się, że elektryczna stymulacja nerwów może pomóc organizmowi uruchomić własny, naturalny mechanizm kontroli bólu. Niska częstotliwość prądu elektrycznego może spowodować uwolnienie substancji zwanych endorfinami, będącymi naturalnymi, silnymi analgetykami. Bez względu na wykorzystywany mechanizm hamowania bólu, udowodniono, że TENS jest skuteczny w jego leczeniu [6, 7, 11, 12]. Wiele osób zauważa natychmiastowe korzyści ze stosowania terapii TENS, jednakże większość odczuwa je dopiero po wielu sesjach w dłuższym okresie czasu. Stosowanie TENS stanowi tzw. leczenie objawowe, które łagodzi ból. W trakcie terapii łagodzenia bólu wysyłane są do podstawowych włókien nerwowych małe impulsy elektryczne za pomocą elektrod umieszczonych w pobliżu lub na powierzchni ogniska bólu, lub punktu nacisku. Urządzenie TENS można ustawić na różne częstotliwości impulsów elektrycznych. Ustawienia te określone są przez fizjoterapeutę lub lekarza zlecającego zabieg elektrostymulacji TENS w leczeniu bólu.

Określenie TENS odnosi się do grupy prądów impulsowych niskiej częstotliwości, o zastosowaniu przeciwbólowym (neuromodulacyjnym, znieczulającym) [13].

Prąd dostarczany jest z jednego lub większej liczby obwodów prądu (kanałów). Jest to prąd impulsowy niskiej częstotliwości (najczęściej w granicach od około 1 do około 130 impulsów na sekundę, 1-130 Hz). Impulsy są bardzo krótkie (najczęściej od około 0,1 do około 0,4 milisekundy, 100-400 μ s). Prąd może płynąć w jednym kierunku (prąd jednofazowy, unipolarny, jednokierunkowy) lub w dwóch kierunkach (prąd dwufazowy, bipolarny, dwukierunkowy), a impulsy mogą mieć różne kształty [14].

Odmiany TENS występujące w różnych elektrostymulatorach to:

- TENS konwencjonalny (TENS tradycyjny, wysokiej częstotliwości, HF-TENS): stosunkowo wysoka częstotliwość prądu (ok. 90-130 Hz) i krótki czas impulsu (około 50-150 μ s);
- TENS akupunkturowy (TENS niskiej częstotliwości, ALTENS): stosunkowo niska częstotliwość (typowo 2-5 Hz) i długi czas impulsu (około 200-300 μ s);
- TENS krótki intensywny: stosunkowo duża częstotliwość, długi czas impulsu i duża intensywność (natężenie);
- TENS burst: prąd tradycyjny (lub nawet o wyższej częstotliwości, do 200 Hz), płynący w postaci pakietów (wybuchów, ciągów impulsów) o częstotliwości takiej, jak prąd ALTENS;
- TENS modulowany: może występować w postaci zmienności wszystkich parametrów, ale zazwyczaj przy zachowaniu granic przyporządkowania do kategorii HFTENS lub ALTENS.

Efekty przynoszone przez poszczególne odmiany stymulacji TENS to:

- natężenia czucia elektrostymulacji: natężenie prądu generuje wartość uzyskiwanej siły stymulacji, dając tym samym odmienne rodzaje reakcji i wrażeń czuciowych; w przypadku niektórych odmian prądu TENS (ALTENS, TENS burst) natężenie

prądu jest wystarczająco wysokie, aby oprócz wrażeń czuciowych wywołać skurcze mięśni szkieletowych;

- zakładanego działania przeciwbólowego, w którym można uzyskać:
 - mechanizm kontrolowanego przepustu rdzeniowego (TENS konwencjonalny i w pewnym stopniu TENS burst);
 - efekt endogenny (wewnętrzny, naturalny) systemu opioidowego (pozostałe cztery odmiany prądów);
- stopień szybkości uzyskania efektu przeciwbólowego (znieczulenia);
- stopień długości utrzymywania się efektu przeciwbólowego (znieczulenia).

Dobór poszczególnych rodzajów prądu stosowanego w TENS zależy przede wszystkim od nasilenia bólu. Im silniejszy ból, tym – w uproszczeniu – należy zastosować mniej drażniący prąd do TENS (i z mniejszą intensywnością). Powinno się także brać pod uwagę możliwości prowadzenia terapii. Zastosowanie stacjonarnych aparatów w ramach opieki w poradni można traktować jako zabieg doraźny o stosunkowo krótkim czasie trwania, a stosowanie aparatów osobistych używanych w normalnym cyklu życia jako stymulację długotrwałą. W tabeli 2 zestawiono charakterystyki działania wybranych trybów prądów TENS [15, 16].

Tabela 3 Podstawowe trybów działania czterech zasadniczych odmian prądu do TENS

Działanie wybranych trybów prądów TENS	TENS tradycyjna, HF-TENS	TENS akupunkturowa, ALTENS	TENS krótka intensywna	TENS burst
Natężenie prądu	Komfortowe, poniżej progu skurczów mięśni	Komfortowe/silne, powyżej progu skurczów mięśni	Komfortowe/silne, powyżej progu skurczów mięśni	Komfortowe, na granicy skurczów mięśni
Wystąpienie efektu przeciwbólowego	Szybkie (w ciągu minut)	Wolne (w ciągu godzin)	Szybkie (w ciągu minut)	Wolne (w ciągu godzin)
Trwałość efektu przeciwbólowego	Miała (do kilku godzin)	Duża (powyżej kilku godzin)	Duża (powyżej kilku godzin)	Duża (powyżej kilku godzin)

Źródło: opracowanie własne.

Podstawowe charakterystyki poszczególnych odmian prądu do TENS wraz z zakresami częstotliwości i szerokości impulsu prądu zestawiono w tabeli 3.

Tabela 4. Zestawienie charakteru wykorzystania elektrostymulacji w zależności od wartości i charakteru parametrów prądu stymulacji

Tryb sygnału	Odczucia indywidualne elektrostymulacji	Zastosowanie	Częstotliwość [Hz]	Szerokość Impulsu [μs]
Ciągły	Mrowienie, ciarki. Zwiększaj wolno moc, aż odczucia będą silne, ale przyjemne	Bramka bólowa	110	50
Ciągły asymetryczny	Pulsowanie i klucie w połączeniu ze skurczami mięśni. Zwiększaj moc do poziomu, który uaktywni mięśnie	Uwalnianie Endorfin. Nie stosować przy uszkodzeniach mięśni	4	200

Uderzenia (Burst)	Stymulacja aplikowana jest w postaci uderzeń serią impulsów. Uzyskasz aktywność mięśni przy niższym natężeniu i w ten sposób może to być odczuwalne jako bardziej przyjemne	Bramka bólowa i uwalnianie endorfin Nie stosować przy uszkodzeniach mięśni	100 serie 2Hz	200
Ciągły jednofazowy	Częstotliwość zalecana przy mdłościach, chorobie lokomocyjnej czy porannych nudnościach (zobacz pozycje elektrod na mapie ciała)	Uwalnianie endorfin. Bóle menstruacyjne, mdłości, choroba lokomocyjna, poranne nudności. Niestosować przy uszkodzeniach mięśni	10	200
Ciągły asymetryczny	Głębsze działanie aj j jednofazowy o głębszym działaniu i silniejszych odczuciach. Większa szansa skurczy mięśni przy mniejszej mocy impulsów	Bramka bólowa	110	200
Modulacja natężenia	Podobny do trybu sygnału jednofazowego, ale o modulacji amplitudy impulsu, daje przyjemne odczucie powolnego masażu odprężającego	Bramka bólowa	110	200
Modulacja częstotliwości	Stopniowa zmiana częstotliwości od 2 do 110 Hz (2, 10, 50, 80, 90, 100, 110 Hz) co 3 min. Taka zmiana zapobiega akomodacji	Bramka bólowa	2-110 w 7 krokach	200
Modulacja mieszana	Stopniowa zmiana częstotliwości od 2 do 100 Hz co 3 sekundy. Bardzo efektywna stymulacja TENS, ale mniej komfortowa	Bramka bólowa i uwalnianie endorfin	100/2	100/200

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych katalogowych do elektrostymulatorów.

3.3. Zastosowanie elektrostymulacji prądami

Terapia oparta o elektrostymulację EMS jest przeznaczona do stosowania w celu:

- łagodzenia skurczów mięśni;
- zapobiegania lub opóźnienia zaników mięśni;
- zwiększenia lokalnego krążenia krwi;
- reedukacji mięśniowej;
- bezpośrednio po zabiegu chirurgicznym do stymulacji mięśni łydki, zapobiegania zakrzepicy żyłnej;
- utrzymania lub zwiększenie zakresu ruchu.

Terapia oparta o elektrostymulację TENS znajduje zastosowanie w wielu stanach chorobowych, pourazowych i dysfunkcjach, którym towarzyszy ból. TENS jest stosowany w leczeniu objawowym opornego, przewlekłego bólu pourazowego i pooperacyjnego.

Najczęściej wskazywane zastosowania TENS to:

- reumatoidalne zapalenie stawów;
- choroba zwyrodnieniowa stawów;
- neuropatie i radikulopatie;
- ból pourazowy;

- ból pooperacyjny (operacje na jamie brzusznej i operacje okolicy klatki piersiowej, operacje ortopedyczne, urologiczne i inne);
- ból poamputacyjny;
- ból po zabiegach stomatologicznych;
- ból głowy/migrena;
- ból, spastyczność i dysfunkcja po udarze mózgu;
- bolesne miesiączkowanie.

4. Umiejscowienie elektrod dla elektrostymulacji

Elektrody mocowane są w miejscach, w których chcemy zadziałać prądami na tkankę, chyba że występują inne przeciwwskazania.

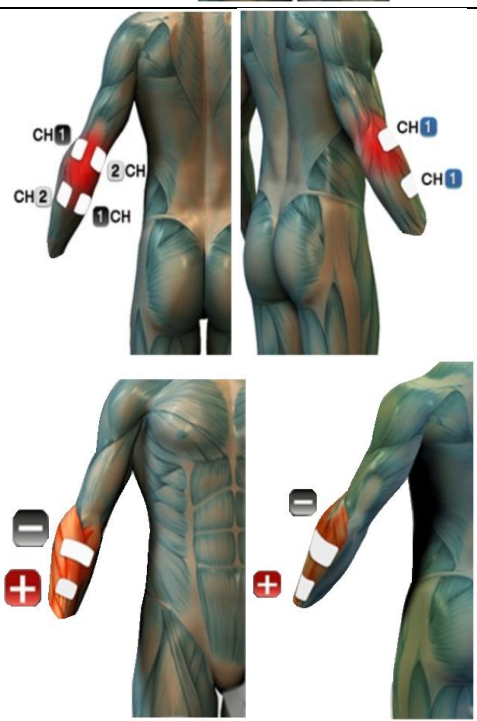
Typowe lokalizacje umiejscowienia elektrod na ciele pacjenta są następujące:

- w miejscu (obszarze) bolesnym w okolicy odpowiednich dermatomów (sklerotomów, miotomów) – obszarów na powierzchni skóry o wspólnym unerwieniu z bolesnym obszarem w specjalnych punktach – tzw. punktach akupunkturowych, punktach wyzwalających (spustowych), punktach motorycznych w okolicach korzeni nerwów,
- należy umiejscawiać elektrody na skórze w okolicach o zaburzonym (podwyższonym lub obniżonym) progu czucia.

Elektrody powinny być usytuowane tak, aby obejmowały powierzchnię mięśni, w szczególności uwzględniając nowe pozycje powstałych przyczepów mięśni, np. przywodzicieli, prostowników. Przy prowadzeniu zabiegów z udziałem elektrostymulacji mięśniowej należy dołożyć starań, aby utrzymywały one równowagę bądź korygowały ją w antagonistycznych zespołach dynamizacji kikuta. Elektrody w trakcie zabiegu elektrostymulacji kikuta powinny być usytuowane tak, aby wspierać podstawowe funkcje kikuta. Należy uwzględniać powierzchnię naskórka, aby umożliwiała ona przenoszenie energii kinetycznej z narządu ruchu na elementy zaopatrzenia protetycznego-protezy. Utytułowanie elektrod pod elektrostymulację prądami określa się indywidualnie, uwzględniając cechy anatomiczne pacjenta typu i specyfikę amputacji (amputacja mioplastyczna, amputacja na kikut oporowy).

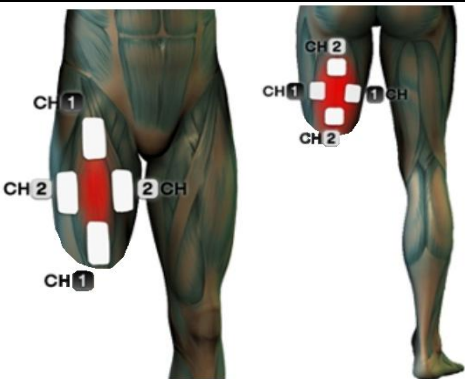
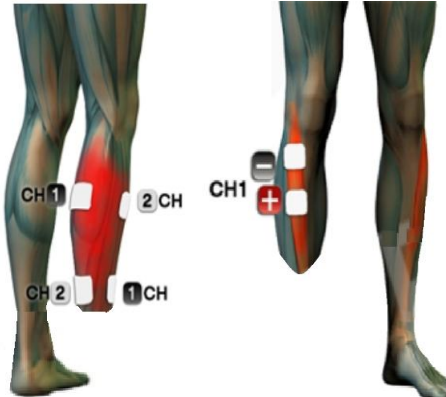
Przedstawione w pracy usytuowanie elektrod na kikucie obejmuje amputację anatomiczną o klasycznej jej realizacji. Usytuowanie elektrod przedstawiono w sytuacji gdy elektrostymulację wykonujemy przy użyciu jednego zestawu elektrod, jak i w cyklu równoległym, wykorzystując wiele kanałów. Miejsca położenia elektrod dla kikutów poamputacyjnych zestawiono w tabelach 4 i 5.

Tabela 5. Ułożenie elektrod pod elektrostymulację EMS/TENS dla amputacji na poziomie kończyny górnej

Typ amputacji	Terapia grup mięśniowych	Położenie elektrod
Amputacja kończyny górnej	Na poziomie ramienia – terapia dla mięśnia dwugłowego ramienia	
	Na poziomie przedramienia – terapia dla mięśni przedramienia	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych o elektrodach EMS.

Tabela 6. Ułożenie elektrod pod elektrostymulację EMS/TENS dla amputacji na poziomie kończyny dolnej

Typ amputacji	Terapia grup mięśniowych	Położenie ułożenia elektrod
Amputacja kończyny dolnej	Na poziomie uda – terapia dla mięśnia czworogłowego uda i dwugłowego uda przy elektrostymulacji jednokanałowej	
	Na poziomie uda – terapia dla mięśnia czworogłowego uda i dwugłowego uda przy elektrostymulacji dwukanałowej	
	Na poziomie podudzia – terapia dla mięśni podudzia	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych o elektrodach EMS.

4.1. Przeciwwskazania do stosowania elektrostymulacji prądami

TENS nie należy stosować w przypadkach bólów o nieokreślonym miejscu powstawania (bóle trzewne) i bólów psychogennych.

Przeciwwskazania (względne i bezwzględne) stosowania elektrostymulacji:

- u pacjentów z rozrusznikiem serca i innymi implantami elektronicznymi w okolicach metalowych implantów (zagrożenie przegrzaniem);

- w sytuacjach uszkodzeń skóry lub zagrożenia takimi uszkodzeniami albo wylewami podskórnymi, a także w przypadku chorób dermatologicznych w okolicach;
- czynnej lub podejrzewaney zmiany nowotworowej brzucha i miednicy u kobiet w ciąży klatki piersiowej, oczu, przedniej powierzchni szyi i tętnic szyjnych, w sytuacjach zagrożenia krwawieniami i wysiękami (np. po uszkodzeniu tkanek miękkich), w okolicach jąder kostnienia (okolic wzrostu kości) u dzieci u pacjentów o znaczącym zaburzeniu krążenia w przypadku chorób przebiegających z gorączką,
- w przypadkach bólów o nieokreślonym miejscu powstawania (bóle trzewne) i bólów psychogennych;
- nie wykonuje się zabiegów w miejscach silnie owłosionych [18, 19].

5. Podsumowanie

W rehabilitacji osób, które mają trwale uszkodzony narząd ruchu w wyniku amputacji, wymagane jest indywidualne podejście przy usprawnianiu i rehabilitacji takiego pacjenta. W szczególności największe trudności sprawia rehabilitacja fragmentu narządu ruchu, który utracił swoją pierwotną funkcję, i brak jest możliwości rehabilitowania mięśni, odpowiedzialnych za np. prostowanie lub zginanie. Przykładowo kikut jako fragment kończyny, który powstał w wyniku amputacji, zmienia nie tylko własną biomechanikę, ale i biomechanikę sąsiadujących stawów narządu ruchu. Zmianie też ulega jego funkcjonalność. Powstałe w ten sposób zmiany generują szereg utrudnień w realizacji klasycznych terapii rehabilitacyjnych [20, 21]. Utrzymanie kikuta w należytej kondycji jest kluczowe dla procesu protezowania i utrzymania pacjenta w odpowiedniej mobilności [22]. Elektrostymulacja pozwala na prowadzenie terapii rehabilitacyjnej na tych mięśniach lub układzie nerwowym, który został uszkodzony i utracił pierwotne funkcje, aby utrzymać go w odpowiedniej kondycji fizycznej. Elektrostymulacja jest przyjazną metodą terapeutyczną o wysokiej skuteczności, która może wspomagać cały proces leczenia pacjenta po amputacji nie tylko w gabinecie zabiegowym, ale także w domu. Z analizy literatury wynika, że wykonywane systematycznie zabiegi profilaktyczne pozwalają utrzymać w odpowiedniej jakości i kondycji kikut pooperacyjny. Celem prowadzenia tych terapii ma być utrzymanie stałej objętości kikuta (utrata objętości sprawia, że dobrana proteza nie ma poprawnego podparcia i zamocowania). Systematyczna rehabilitacja pozwala, także utrzymać odpowiednią wrażliwość naskórek kikuta, dając komfortowy montaż leja protezowego. Prowadzone systematyczne terapie zmniejszają liczbę bieżących obtarć przy intensywnym użytkowaniu kikuta oraz zmniejszają intensywność i częstotliwość pojawiania się bólów fantomowych.

Elektrostymulacja EMS/TENS była i nadal jest przedmiotem badań naukowych, w celu okrycia nowych terapii oparte na elektrostymulacji prądami. Z analizy literatury zauważyć można, że twierdzenia o wysokiej skuteczności TENS pochodzą głównie z badań o niższej wiarygodności, a siła zaleceń stosowania EMS/TENS jest zmienna, w zależności od problemu terapeutycznego i od opracowania terapii. Jednak obecnie EMS/TENS należy do podstawowych zabiegów elektrostymulacyjnych i jest wymieniana w przewodnikach praktyki dotyczących postępowania przeciwbólowego. Dane z literatury wskazują, że wiarygodność efektów elektrostymulacji jest słuszna przy długotrwałym stosowaniu EMS/TENS w aplikacji domowej, z zastosowaniem przenośnych stymulatorów, w porównaniu z zastosowaniem aparatów w warunkach ambulatoryjnych. Rekomendacje dotyczą konkretnych parametrów aplikacji, a nie tylko metody jako

takiej. W odniesieniu do osób z amputacją wprowadzenie systematycznego utrzymania w kondycji kikuta – miejsca osadzenia protezy – przynosi korzyści same w sobie na cały proces aktywności pacjenta, którego przyzwyczajono i u którego wdrożono dobre praktyki przy eksploatacji protezy. Należy dodać, że systematyczna rehabilitacja narządu ruchu w szczególności tego z deficytem funkcjonalnym przez domowe wsparcie rehabilitacji za pomocą elektrostymulacji pozwala utrzymać w odpowiedniej kondycji narząd ruchu, a w narzędzie ruchu po amputacji kondycji kikuta. Utrzymanie kikuta w należytej formie fizycznej sprawia, że zmniejszają się niedogodności związane z użytkowaniem protezy, a to pozwala utrzymać aktywność fizyczną i psychiczną pacjenta na poziomie sprzed stanu chorobowego. Dane literaturowe potwierdzają, że wdrożenie nawyków systematycznej rehabilitacji kikuta poamputacyjnego, np. przez elektrostymulację prądami, przynosi wiele korzyści dla tej osoby. Systematyczna rehabilitacja m.in. przez elektrostymulację pozwala uzyskać stabilną objętość kikuta, odpowiednią czułość naskórka oraz zmniejszyć częstotliwość występowania bólów fantomowych [17, 22]. Stabilna objętość kikuta jest kluczowa dla funkcjonalnego wykorzystania protezy. Zbyt szybka utrata objętości kikuta może doprowadzić do obluźniania osadzenia (fiksacji) protezy, doprowadzając do dyskomfortu i otarć naskórka w trakcie normalnego użytkowania protezy [23, 24]. Efektem finalnym jest zmniejszenie aktywności tej osoby i zaprzestanie użytkowania protezy na czas leczenia otarć na kikucie. Zbyt szybki przyrost objętości (otyłość) kikuta uniemożliwia komfortowe założenia leja protezowego i użytkowania protezy bez konieczności zmiany dostosowania leja protezowego pod nowe uwarunkowania biomechaniczne narządu ruchu [25, 26].

Podziękowania

Praca została wykonana przy współpracy z WZSO S.A. oraz dzięki współfinansowaniu PFRON. Podziękowania dla osób, które były w temat zaangażowane, zarówno ze strony WZSO, jak i PFRON.

Literatura

1. Jirangkul P., Kosiyatrakul A., Gajaseni P., *Late Presentation of Recurrent Symptomatic Amputation Neuroma*, Journal of Orthopaedic Case Reports, 10(6), 2020, s. 28-31.
2. Horne C.E., Engelke M.K., Schreier A., Swanson M., Crane P.B., *Effects of Tactile Desensitization on Postoperative Pain After Amputation Surgery*, Journal of PeriAnesthesia Nursing, 33(5), 2018, s. 689-698.
3. Johannesson A., Gert-Uno Larsson L., Nerrolyn R., *Outcomes of a Standardized Surgical and Rehabilitation Program in Transtibial Amputation for Peripheral Vascular Disease*, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, Association of Academic Physiatrists, 89(4), 2023, s. 293-303.
4. Yoo J.Ch., Du Hwan K.D.H., Chang M.Ch., *Amputation Stump Management, A Narrative Review*, World Journal of Clinical Cases, 10(13), 2022, s. 3981-3988.
5. Miller R., Ambler G.K., Ramirez J., Rees J., Hinchliffe R., Twine C., Rudd S., Blazeby J., Avery K., *Patient Reported Outcome Measures for Major Lower Limb Amputation Caused by Peripheral Artery Disease or Diabetes, A Systematic Review*, European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 61(3), 2021, s. 491-501.
6. Hugh M., Clites T.R., Shriya B.S., Talbot S.G., Gregory A., Cederna P.S., Matthew J., *Author Information, Reinventing Extremity Amputation in the Era of Functional Limb Restoration*, Annals of Surgery, 273(2), 2021, s. 269-279.

7. Selvam P.S., Sandhiya M., Chandrasekaran K., Rubella D.H., Karthikeyan S., *Prosthetics for Lower Limb Amputation*, Prosthetics and Orthotics, 2021, 128-132.
8. Evi R.N.H., Elida I., Murdana I.N.N., Tarigan T.H.E., Werdhani R.A., *Efficacy of Removable Rigid Dressing after Transtibial Amputation in Diabetes Mellitus Patients*, Medical Journal of Indonesia, 22(1), 2013, s. 22-16.
9. Schon L.C., Short K.W., Soupiou O., Noll K., Rheinstein J., *Benefits of Early Prosthetic Management of Transtibial Amputees: A Prospective Clinical Study of a Prefabricated Prosthesis*, Foot & Ankle International, 23(6), 2002, s. 509-514.
10. Miller L.K., Jerosch-Herold C., Shepstone L., *Effectiveness of Edema Management Techniques for Subacute Hand Edema: A Systematic Review*, Journal of Hand Therapy, 2017, 432-446.
11. Mioton L.M., Dumanian G.A., Shah N., Qiu C.S., Ertl W.J., Potter B.K., Souza J.M., Valerio I.L., Ko J.H., Jordan S.W., *Targeted Muscle Reinnervation Improves Residual Limb Pain, Phantom Limb Pain, and Limb Function A Prospective Study of 33 Major Limb Amputees*, Clinical Orthopaedics and Related Research, 478(9), 2020, s. 2161-2167.
12. Folch A., Gallo D., Miró J., Salvador-Carulla L., Martínez-Leal R., *Mirror Therapy for Phantom Limb Pain in Moderate Intellectual Disability: A Case Report*, European Journal of Pain, 26(1), 2022, s. 246-254.
13. Segal N., Pud D., Amir H., Ratmansky M., Kuperman P., Honigman L., Treister R., *Additive Analgesic Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Together with Mirror Therapy for the Treatment of Phantom Pain*, Pain Medicine, 22(2), 2021, s. 255-265.
14. Gunduz M.E., Pacheco-Barrios K., Bonin Pinto C., Duarte D., Vélez F.G.S., Gianlorenco A.C.L., Teixeira P.E.P., Giannoni-Luza S., Crandell D., Battistella L.R., Simis M., Fregni F., *Effects of Combined and Alone Transcranial Motor Cortex Stimulation and Mirror Therapy in Phantom Limb Pain. A Randomized Factorial Trial*, Neurorehabilitation and Neural Repair, 35(8), 2021, s. 704-716.
15. Brassolatti P., Andrade A., *Evaluation of the Low-Level Laser Therapy Application Parameters for Skin Burn Treatment in Experimental Model: A Systematic Review*, Lasers in Medical Science, 33, 2018, s. 186-194.
16. Dompe C., Moncrieff L., Matys J., *Photobiomodulation – Underlying Mechanism and Clinical Applications*, Journal of Clinical Medicine, 9(6), 2020, 1724-1725.
17. Takaaki Ch., Mitsunori T., *Results of Prosthetic Rehabilitation on Managing Transtibial Vascular Amputation with Silicone Liner after Wound Closure*, Journal of International Medical Research, 2016, s. 957-967.
18. Czeleko T., Śliwczyński A., Nawrot I., Karnafel W., *Występowanie dużych nieurazowych amputacji kończyn dolnych u osób bez cukrzycy w Polsce w latach 2009–2012 na podstawie bazy danych Narodowego Funduszu Zdrowia*, Acta Angiologica, Via Medica, 20(3), 2014, s. 124-131.
19. Talbot L., Brede E., Metter J., *Effects of Adding Neuromuscular Electrical Stimulation to Traditional Military Amputee Rehabilitation*, Military Medicine, 182(1), 2017, s. 1528-1535.
20. Stryła W., Pogorzała A., *Amputacje kończyn górnych i dolnych – usprawnienie – wykłady dla przedmiotu Protetyka Ortopedyczna i Rehabilitacyjna*, Fizjoterapia – wiedza i doświadczenie, Poznań, 2020, s. 35-46.
21. Brede E., Metter J., Talbot L., *Neuromuscular Electrical Stimulation for Pain Management in Combat-Related Transtibial Amputees During Rehabilitation and Prosthetic Training*, Journal of Applied Biotechnology Reports, 22(4), 2017, s. 18654-18655.
22. Johannesson L., Gert-Uno Larsson R., Nerrollyn R., *Outcomes of a Standardized Surgical and Rehabilitation Program in Transtibial Amputation for Peripheral Vascular Disease*, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, Association of Academic Physiatrists, 89(4), 2024, 293-303.

23. Zaczek M., *Influence of Correct Prosthetic Equipment in a Person with Motor Organ Dysfunction in Relation to its Mobility: A Pilot Study*, *Rehabilitacja Medyczna*, 25(3), 2021, s. 18-24.
24. Curyło M., Ciukszo A., Zaczek M., *Ocena wpływu elastyczności podparcia stopy protezowej na chód pacjenta po amputacji kończyny dolnej na poziomie uda*, *Fizjoterapia Polska*, 21(2), 2021, s. 56-63.
25. Zaczek M., *Validation of Gait Process Evaluation in People with Lower Limb Amputation*, *Medical Rehabilitation*, 27(3), 2023, s. 66-72.
26. Waloha J., Skaniwna A., *Kończyna górna, kończyna dolna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2003, s. 12-19.

Elektrostymulacja w usprawnianiu osób po amputacji fragmentu narządu ruchu w wyniku chorób cywilizacyjnych

Streszczenie

Elektrostymulacja w rehabilitacji stanowi przedmiot wielu badań naukowych. W wyniku analizy publikacji można stwierdzić, że stosowanie w rehabilitacji elektrostymulacji przynosi pozytywne rezultaty. Sposób aplikacji elektrostymulacji prądami w terapiach rehabilitacyjnych zależy od problemu terapeutycznego oraz od mobilności osoby rehabilitowanej. Zjawisko występowania bólów staje się powszechne i towarzyszy większości chorób. Amputacje są źródłem szeregu rodzaju bólów, zarówno związanym z gojeniem się rany pooperacyjnej przez nadwrażliwość naskórka, jak i bólów fantomowych.

Jedną z metod eliminacji bólu są terapie rehabilitacyjne z wykorzystaniem elektrostymulacji prądami. W rehabilitacji osób, które mają trwale uszkodzony narząd ruchu w wyniku amputacji, wymagane jest indywidualne podejście przy usprawnianiu i rehabilitacji takiego pacjenta. W szczególności największe trudności stwarza rehabilitacja tego fragmentu narządu ruchu, który utracił swoją pierwotną funkcję, i brak jest możliwości rehabilitowania tych mięśni, które utraciły swoją funkcję.

Stosowanie elektrostymulacji prądami obecnie jest jednym z podstawowych zabiegów rehabilitacyjnych, wymienianym w praktycznych przewodnikach jako zabieg dotyczący postępowania przeciwbólowego. W odniesieniu do osób z amputacją wprowadzenie systematycznego utrzymania w kondycji kikuta – miejsca osadzenia protezy – przynosi korzyści same w sobie na cały proces aktywności pacjenta, którego przyzwyczajono i u którego wdrożono dobre praktyki przy eksploatacji protezy. Należy zaznaczyć, że systematyczna rehabilitacja narządu ruchu, w szczególności tego z deficytem funkcjonalnym, przez domowe wsparcie rehabilitacji za pomocą elektrostymulacji pozwala utrzymać w odpowiedniej kondycji narząd ruchu, a po amputacji kikuta. Utrzymanie kikuta w należytej formie fizycznej sprawia, że pacjent odczuwa mniejsze niedogodności związane z używaniem protezy. Ich eliminacja sprawia, że pacjent utrzymuje aktywność fizyczną i psychiczną przed stanem chorobowym.

Dane z literatury potwierdzają, że wdrożenie nawyków systematycznej rehabilitacji kikuta poamputacyjnego, np. przez elektrostymulację prądami, przynosi wiele korzyści dla tej osoby. Systematyczna rehabilitacja m.in. przez elektrostymulację pozwala uzyskać stabilną objętość kikuta, odpowiednią czułość naskórka oraz zmniejszyć częstotliwość występowania bólów fantomowych.

Słowa kluczowe: elektrostymulacja prądami TENS, elektrostymulacja prądem EMS, elektrostymulacja po amputacji, elektrostymulacja kikuta, rehabilitacja po amputacji

Electrostimulation in the Improvement of People after Amputation of a Musculoskeletal Fragment Due To Civilisation Diseases

Abstract

Electrostimulation in rehabilitation is the subject of many scientific studies. As a result of the analysis of publications, it can be concluded that the use of electrostimulation in rehabilitation brings positive results. The way in which electrostimulation is applied in rehabilitation therapies depends on the therapeutic problem and the mobility of the person being rehabilitated. The phenomenon of pain is becoming common and accompanies most diseases. Amputations are the source of several types of pain, ranging from healing of the surgical wound through epidermal hypersensitivity to phantom pains.

One method of eliminating pain is rehabilitation therapies using electro-stimulation with currents. The rehabilitation of people who have a permanently damaged locomotor organ as a result of amputation requires

an individual approach in the improvement and rehabilitation of such a patient. In particular, the greatest difficulties are posed by the rehabilitation of that part of the locomotor organ which has lost its original function and it is not possible to rehabilitate those muscles which have lost their function.

The use of electrostimulation with currents is currently one of the basic treatments of rehabilitation and is mentioned in practical guides as a treatment concerning pain management. With regard to amputees the introduction of systematic maintenance of the condition of the stump-seat of the prosthesis brings benefits in itself for the entire activity process of the patient, who is accustomed to and has implemented good practices in the operation of the prosthesis. It should be noted that systematic rehabilitation of the locomotor organ in particular of the one with a functional deficit by home rehabilitation support by means of electrostimulation makes it possible to keep the locomotor organ in proper condition and in the musculoskeletal organ after amputation of the stump condition. Keeping the stump in proper physical form makes the patient have reduced inconvenience associated with the use of a prosthesis. By eliminating these inconveniences, the patient maintains the physical and mental activity physical and mental activities from before the condition. Data from the literature confirm that the implementation of habits of systematic rehabilitation of the post-amputation stump, e.g. by electrostimulation with currents, brings many benefits to the person. Systematic rehabilitation among others by electrostimulation makes it possible to achieve a stable volume of the stump, adequate sensitivity of the epidermis and reduce the frequency of phantom pain.

Keywords: eletrostimulation with TENS currents, eletrostimulation with EMS currents, eletrostimulation after amputation, eletrostimulation of stump, rehabilitation after amputation

Częstość występowania otyłości a aktywność fizyczna dzieci przedszkolnych z populacji oławskiej, województwo dolnośląskie

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach odnotowuje się systematyczny przyrost liczby ludzi z nadwagą i otyłością na świecie i w Polsce [1, 2]. W wielu krajach rozwiniętych otyłość przybrała rozmiary epidemii i stała się podstawowym problemem zdrowia publicznego [3]. Rosnąca zachorowalność wiąże się z wieloma niekorzystnymi skutkami nie tylko w jakości życia osób dotkniętych otyłością, ale także z konsekwencjami ekonomicznymi, takimi jak wzrost kosztów leczenia następstw i powikłań klinicznych otyłości oraz absencji chorobowej osób aktywnych zawodowo. W 1998 r. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO, ang. *World Health Organization*) oficjalnie uznała otyłość za ogólnoswiatową epidemię, obejmującą dorosłych i dzieci. W XXI wieku otyłość prześciga już AIDS i niedożywienie jako najważniejszy problem zdrowotny na świecie [4]. Nadwaga i otyłość jest również jedną z najczęstszych nieprawidłowości rozwojowych u dzieci. Aktualnie około 20% dzieci na świecie ma nadmierną masę ciała, a 30% z nich to dzieci otyłe [5]. Według raportu Międzynarodowej Organizacji do Spraw Walki z Otyłością (IOTF, ang. *International Obesity Task Force*) 155 mln dzieci w wieku szkolnym miało nadwagę lub otyłość. W tej grupie 30-45 mln to otyłe dzieci i młodzież w wieku 5-17 lat, a kolejne 22 mln to otyłe dzieci w wieku do 5 lat [5]. Obserwacje prowadzone wśród 75 mln dzieci w Unii Europejskiej, wykazały nadwagę u 22 milionów (29%), natomiast otyłość u 5,1 mln (6,8%). Czas dzieciństwa i dojrzewania są uznawane za okresy krytyczne w rozwoju otyłości [6]. Ma to związek z rozwojem otyłości oraz jej powikłań w wieku dorosłym. Rolland-Cachera i wsp. (2006) [7] wykazała silne związki pomiędzy otyłością dziecięcą a otyłością u osób dorosłych. W swojej analizie dowiodła, że większość otyłych niemowląt traci przeważnie nadmiar całkowitej tkanki tłuszczowej (ang. *total fat*) około 2. r.ż., a więc w czasie, kiedy rośnie ich aktywność ruchowa. W kolejnych latach dochodzi do powtórnego wzrostu całkowitej tkanki tłuszczowej określonego przez autorkę mianem „otyłości z odbicia” (ang. *adiposity rebound*). Eriksson i wsp. (2001) zbadali, że im wcześniej u dzieci występowała tzw. „otyłość z odbicia”, tym większe było ryzyko (ang. *odds ratio*) pozostania otyłym w wieku dorosłym [8]. Problem jest o tyle istotny, że najprawdopodobniej dzieci te będą osobami otyłymi także po osiągnięciu dojrzałości, bowiem wykazano, że 50-80% dzieci otyłych zostaje otyłymi dorosłymi. Powracająca w czasie dzieciństwa tzw. otyłość prosta (pokarmowa) ma zatem bezpośredni związek z otyłością w wieku dorosłym, zwiększając ryzyko chorób przewlekłych, obniżając jakość i długość życia. W Polsce w 2007 r. na bazie danych Głównego Urzędu Statystycznego, odnotowano wzrost częstości nadwagi w populacji dzieci i młodzieży. Spośród 3 tys. dzieci w wieku 7-9 lat przebadanych na Śląsku,

¹ chlebowskamart@gmail.com.

² dziergas.paulina@gmail.com.

nadmierną masę ciała zdiagnozowano u 15,4%, a otyłość u 3,6% badanych. Z badań wykonanych z kolei w Krakowie wynika, że otyłość występowała u 4-5% dzieci wieku 7 lat i u około 3% badanych 10-latków oraz 1,5-2,5% w grupie 14-latków. Analizy przeprowadzone z kolei w Poznaniu u dzieci w wieku 3-18 lat wykazały otyłość na poziomie 8,7% [8]. Oceny częstości występowania otyłości u dzieci w Polsce były wykonywane najczęściej w populacji nastolatków i dzieci szkolnych, rzadko dotyczyły dzieci młodszych [1]. Wydaje się zatem zasadne podjęcie oceny częstości pojawiania się nadmiernej masy ciała u dzieci w wieku przedszkolnym, co jest przedmiotem naszej pracy.

2. Cel pracy i pytania badawcze

2.1. Cel pracy

Ocena częstości występowania otyłości a sprawność fizyczna dzieci z przedszkola nr 1 oraz Szkoły Językowej el Dorado w Oławie, woj. dolnośląskie.

2.2. Pytania badawcze

1. Jak duży jest odsetek dzieci z nadwagą i otyłością w wieku przedszkolnym na przykładzie przedszkola nr 1 oraz Szkoły Językowej w Oławie w woj. dolnośląskim?
2. Czy odsetek dzieci z nieprawidłową masą ciała w badanej grupie dzieci w wieku przedszkolnym odbiega od sytuacji epidemiologicznej w Polsce?
3. Jaki jest poziom sprawności fizycznej oceniany testem Wrocławskim u dzieci w wieku przedszkolnym w Oławie?
4. Czy istnieje zależność między wskaźnikiem masy ciała badanych dzieci a ich poziomem sprawności fizycznej?

3. Materiał i metody badawcze

3.1. Materiał badań

Badaniem objęto dzieci z przedszkola Zespołu Szkolno-Przedszkolnego nr 1 oraz Szkoły Językowej El Dorado w Oławie. Łącznie zbadano 92 dzieci, w tym 52 dziewcząt i 40 chłopców. Badaniem zostali objęci wszyscy uczniowie uczęszczający do wyżej wymienionych placówek, poza tymi, którzy legitymowali się długotrwałymi zwolnieniami lekarskimi z zajęć z wychowania fizycznego, byli nieobecni w dniach przeprowadzenia badań lub których rodzice nie wyrazili zgody na udział w badaniach. Badani uczniowie zostali pogrupowani według wieku kalendarzowego zgodnie z przyjętymi regułami w badaniach rozwojowych. Wiek obliczano z dokładnością do 0,01, a następnie zaliczano do odpowiedniego przedziału. Kierowano się zasadą, że do grup 5-latków zaliczano badanych mieszczących się w przedziale 4,50 do 5, 49 lat. Podobnie w przypadku pozostałych kategorii.

3.2. Metody badawcze

Zgodnie z celem niniejszej pracy badania składały się z trzech części:

- pomiaru masy i wysokości ciała dzieci;
- pomiaru zdolności motorycznych dzieci.

Zebrane wyniki zostały poddane opracowaniu statystycznego, które przedstawiono w dalszej części.

3.3. Część pomiarowa

Pomiarów wysokości ciała dzieci dokonywałyśmy w pokoju pielęgniarstwa przy użyciu standardowej wagi ze wzrostomierzem. Dzieci były bez odzieży wierzchniej oraz obuwia. Wysokość ciała mierzono przy ustawieniu osoby badanej w pozycji stojącej wyprostowanej, jednak nie przesadnie (nie „na baczność”), badany stał tyłem do wzrostomierza, głowa, ramiona, pośladki i pięty dotykały wzrostomierza. Kończyny górne opuszczone wzdłuż tułowia, kończyny dolne zwarte piętami przy stopach lekko rozstawionych, głowa ustawiona w płaszczyźnie frankfurckiej. Przy takim ustawieniu wysokość ciała jest wyznaczana odległością punktu *vertex* (v) od podstawy, na której badany stoi (*basis* – b). Wysokość ciała mierzono z dokładnością do 0,5 cm [10]. Pomiarów masy ciała dokonywałyśmy u dzieci bez odzieży wierzchniej oraz obuwia, przy użyciu standardowej wagi ze wzrostomierzem z dokładnością do 0,1 kg. Na podstawie wyniku badania wysokości oraz masy ciała, obliczyłyśmy współczynnik masy ciała (BMI, ang. *Body Mass Index*): $BMI = \text{masa ciała} / \text{wysokość}^2$ [kg/m²]. Do oceny wartości współczynnika BMI u dzieci zastosowano progi wskaźnika BMI ustalone dla nadwagi i otyłości w zależności od płci i wieku badanego dziecka z przedziału 2-18 lat, opracowane przez IOTF [5] i opublikowane przez Cole’a i wsp. [11]. Powołując się na te normy BMI dla dzieci i młodzieży, przyjęto, że u 3-letnich dziewcząt nadwagę i otyłość diagnozuje się przy BMI równym odpowiednio 17,56 i 19,36, a u chłopców 17,89 i 19,57.

3.4. Metody pomiaru zdolności motorycznych

W celu zbadania zdolności motorycznych zastosowano Wrocławski Test Sprawności Fizycznej dla dzieci w wieku 3-7 lat. Badane dzieci zostały dokładnie zapoznane z tym, jak będzie przebiegał test, ze sposobem wykonywania poszczególnych prób tuż przed ich wykonaniem. Wszystkie próby były przeprowadzone dokładnie według instrukcji. W skład Wrocławskiego Testu Sprawności Fizycznej dla dzieci w wieku przedszkolnym (3-7 lat) wchodziły cztery próby:

- siły – rzut piłką lekarską o masie 1 kg nad głowę;
- mocy – skok w dal z miejsca;
- szybkości – bieg na 20 m ze startu wysokiego;
- zwinności – bieg „wahadłowy” 4 x 5 m z przenoszeniem woreczka.

Próby były wykonywane w salach gimnastycznych na terenie przedszkola i szkoły językowej. Kolejność zadań była następująca: próba zwinności, próba mocy, próba siły oraz próba szybkości. Każda próba była poprzedzona wyjaśnieniem oraz pokazem przez realizującą badanie. W czasie testu wszystkie dzieci były jednakowo dopingowane i zachęcane do wykonywania zadania. Po zakończeniu testu wszyscy otrzymali naklejki – medale. Następnie odczytywano z tabel punktacji – z uwzględnieniem wieku, płci i środowiska (miejsce nauki) – liczbę punktów przypisaną konkretnej wielkości wyniku danego dziecka testowanego.

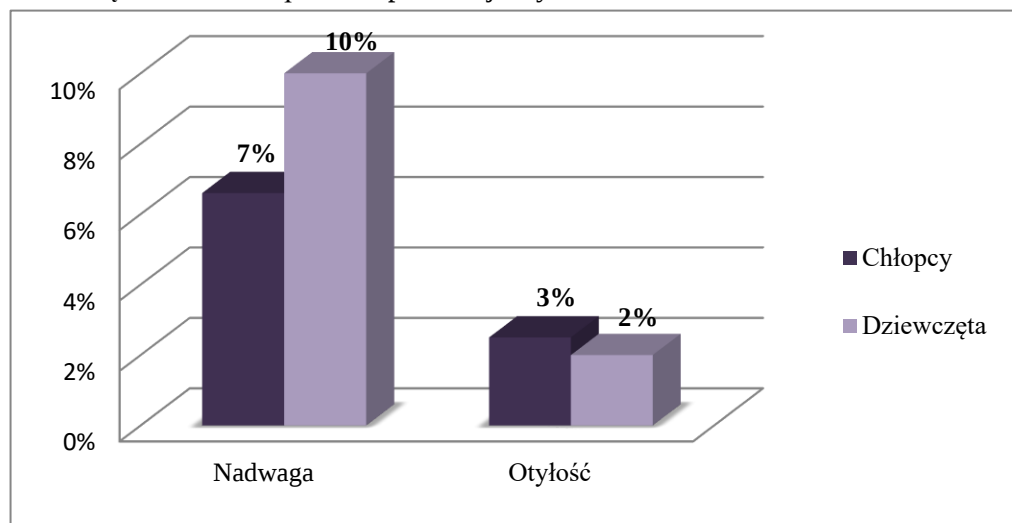
3.5. Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki badań zostały poddane analizie statystycznej w programie STATISTICA v.10. W badaniach obliczano w przypadku wartości ciągłych (BMI, masa ciała, wysokość ciała) średnie arytmetyczne oraz odchylenie standardowe. W przypadku zmiennej skategoryzowanej (rangowej) oceniano medianę i odchylenie kwartylne. W przypadku zmiennych nominalnych obliczono wartości procentowe, za istotnie statystycznie

przyjęto poziom $p < 0,05$. W pracy rozkład zmiennych sprawdzano testem Shapiro-Wilka. Dla porównania wartości średnich w dwóch grupach (dziewczēta i chłōpcy) stosowano test U Manna-Whitneya. Analiza porównawcza trzech grup została przeprowadzona z wykorzystaniem analizy wariancji ANOVA przy rozkładzie normalnym oraz testem Wilcoxon'a przy braku normalności. W analizie współczynnika zależności zastosowano współczynnik Pearsona lub korelacji rang Spearmana [12].

4. Wyniki

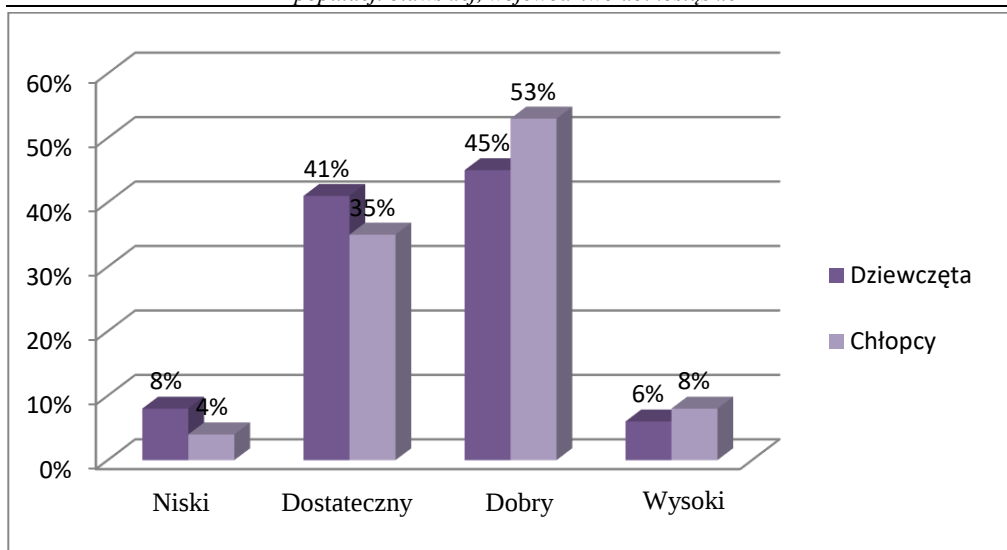
W pracy podjęto się oceny częstości występowania nadmiernej masy ciała w grupie dzieci w wieku przedszkolnym zamieszkałych w Oławie, ocenianej wskaźnikiem BMI na podstawie progów opracowanych przez IOTF i opublikowanych przez Cole'a i wsp. [11], a opracowanych dla populacji Polski przez Felinczak [1]. W badanej grupie dziewcząt i chłōpców wykazano występowanie nadwagi u 8,7% dzieci, natomiast otyłość u 2,1% badanych dzieci. Kolejna analiza dotyczyła problemu nieprawidłowego wskaźnika BMI zgodnego z progami IOTF w aspekcie płci. Nadwaga występuje częściej u dziewcząt (10%) w porównaniu z grupą chłōpców (7%). Otyłość z kolei dotyczy 2% dziewcząt oraz 3% chłōpców co prezentuje wykres 1.



Wykres 1. Występowanie nieprawidłowego BMI w zależności od płci badanych dzieci.

Źródło: opracowanie własne

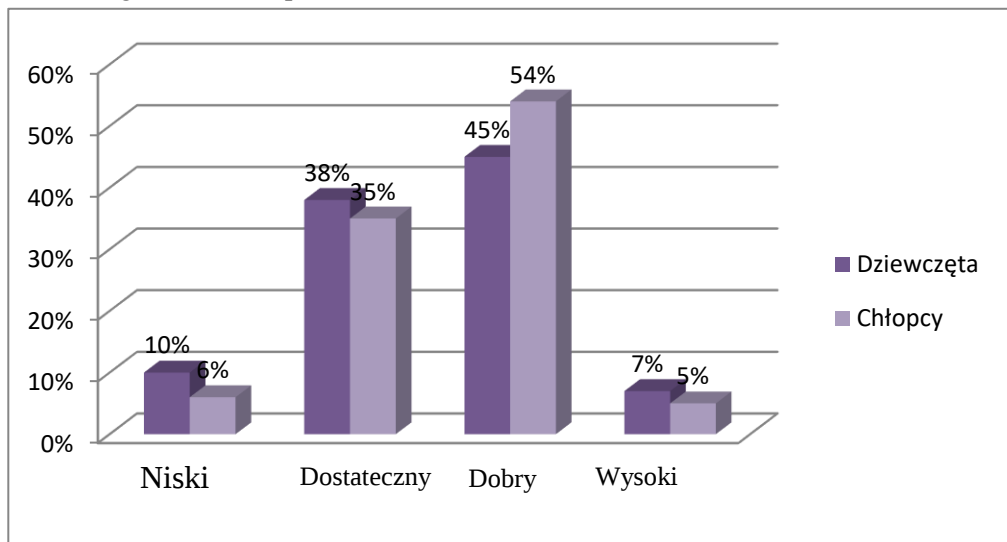
W kolejnej części pracy oceniano poziom sprawności fizycznej dzieci, posługując się Wrocławskim Testem Sprawności, który składał się z czterech prób. Na wykresie 2 przedstawiliśmy wyniki próby siły w zależności od płci.



Wykres 2. Wynik próby siły w badanej grupie z uwzględnieniem płci badanych dzieci.

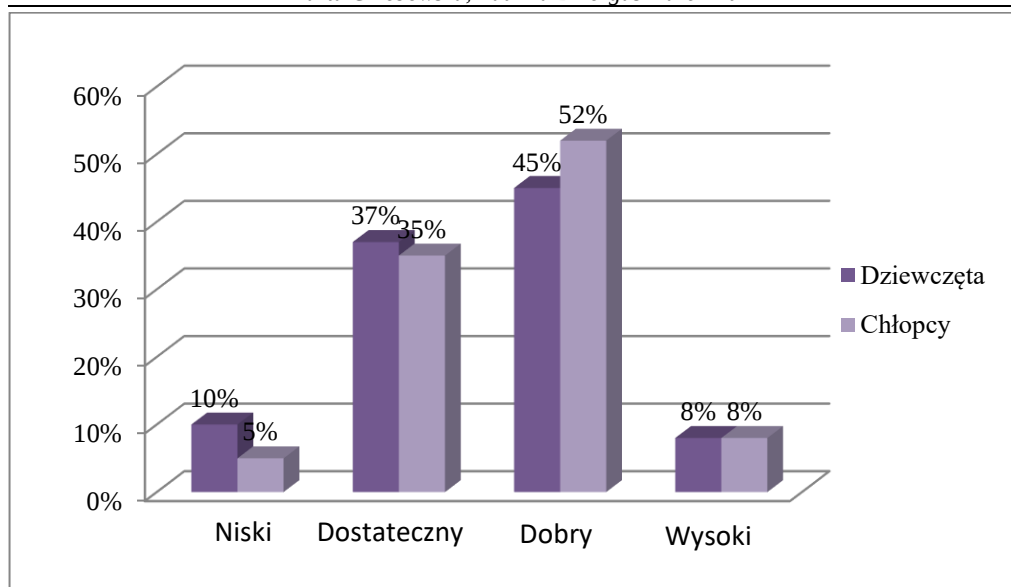
Źródło: opracowanie własne

Ocena tej części testu (próby siły) wskazuje, że najwięcej badanych dzieci osiągnęło poziom dobry (53% chłopców vs 45% dziewcząt) oraz dostateczny (35% chłopców vs 41% dziewcząt). Sprawnością siły na poziomie wysokim charakteryzowało się łącznie 14% badanych uczniów, jednak więcej chłopców (8%) niż dziewcząt (6%). Niski poziom osiągnęło 4% chłopców vs 8% dziewcząt.



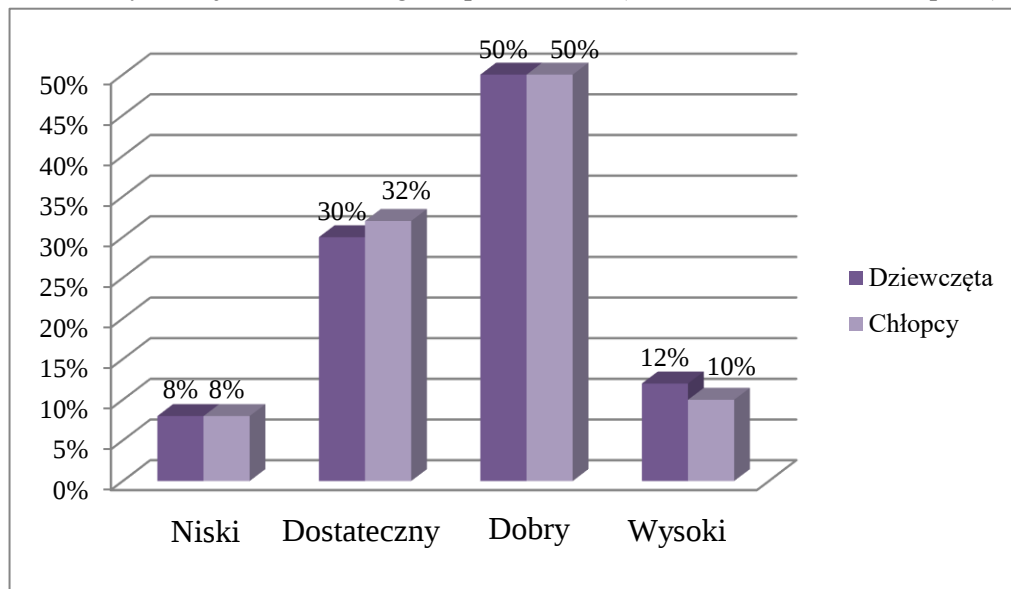
Wykres 3. Wynik próby mocy. Źródło: opracowanie własne

Na wykresie 3 widać, że badane dzieci w próbie mocy najczęściej uzyskiwały poziom dobry (45% dziewcząt i 54% chłopców), wynik dostateczny z kolei uzyskało 38% dziewcząt i 35% chłopców, natomiast wynik wysoki uzyskało 7% badanych dziewcząt i 5% chłopców, a niski – 10% dziewcząt i 6% chłopców.



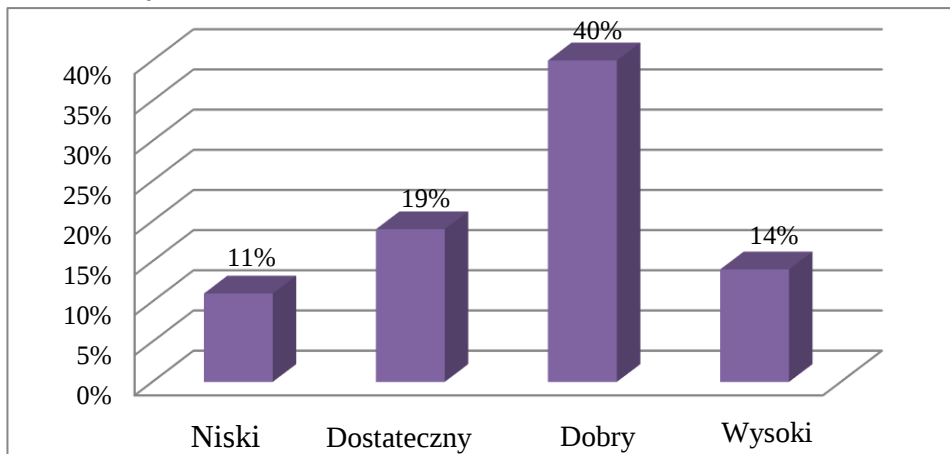
Wykres 4. Wynik próby szybkości. Źródło: opracowanie własne

Jak widać na wykresie 4, najliczniejsza grupa przedszkolaków w próbie szybkości osiągnęła wynik dobry (52% chłopców vs 45% dziewcząt), z kolei dostateczną szybkością charakteryzuje co trzecie badane dziecko, w tym 37% dziewcząt oraz 35% chłopców. Porównywalna liczba dziewcząt i chłopców osiągnęła poziom wysoki, tj. 8%, ale aż dwa razy więcej dziewcząt osiągnęło poziom niski (10% dziewcząt vs 5% chłopców).



Wykres 5. Wynik próby zwinności. Źródło: opracowanie własne

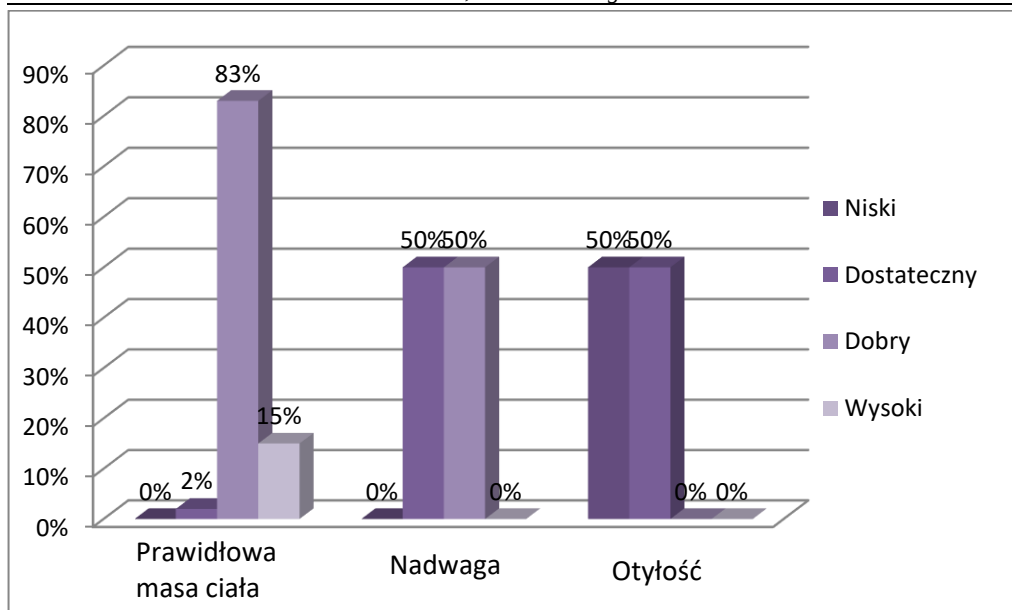
W próbie zwinności (wyk. 5) połowa dzieci osiągnęła wynik na poziomie dobrym, z kolei wynik dostateczny porównywalna liczba chłopców i dziewcząt, tj. 32% i 30%. Zwinność na poziomie niskim cechuje taki sam odsetek dla obu płci (8%). Wynik wysoki osiągnęło więcej dziewcząt (12%) niż chłopców (10%). Wyniki wszystkich prób zsumowano w celu określenia ogólnego poziomu sprawności badanych dzieci, co przedstawiono na wykresie 6.



Wykres 6. Ogólny poziom sprawności fizycznej badanych dzieci (dziewcząt i chłopców).
Źródło: opracowanie własne

Najwięcej badanych charakteryzuje się dobrą (40% chłopców i dziewcząt) oraz dostateczną (19% badanych chłopców i dziewcząt) sprawnością ruchową. Jednak wynik minimalny osiągnęło łącznie 11%, a wysoki 14% dzieci. Średnia liczba punktów uzyskanych przez dziewczęta w Wrocławskim Teście Sprawności Fizycznej wynosiła 200,65, a przez chłopców 208,45. Minimalna liczba punktów, jaką zanotowano w grupie dziewcząt, wynosiła 132,00, a maksymalna 274,00, mediana 200,50. Dolny kwartyl w grupie dziewcząt wynosił 181,50, a górny kwartyl 225,50, odchylenie standardowe 33,67. W grupie chłopców mediana to 205,50, minimalna wartość odnotowana to 143,00, a najwyższa 268,00. Dolny kwartyl w grupie chłopców wynosił 183,50, górny kwartyl 237,50, a odchylenie standardowe 32,07.

Zainteresowanie autorów pracy budziła odpowiedź na pytanie, czy dzieci z nieprawidłową wartością wskaźnika BMI, reprezentowały niższy poziom aktywności fizycznej. Stwierdzono istotną statystycznie korelację między BMI a poziomem sprawności fizycznej badanych dzieci ($p < 0,05$) (tab. 1). Ze wzrostem BMI zmniejszał się poziom sprawności fizycznej wśród badanych. Można wysnuć wniosek, że nadwaga bądź otyłość wiąże się z niską sprawnością fizyczną. Potwierdzają to dodatkowo wyniki naszych badań, z których wynika że wszystkie dzieci z otyłością odznaczają się niską bądź dostateczną sprawnością fizyczną, a wśród uczniów o BMI mieszczącym się w normie odsetek ten wynosi tylko 2%. Z kolei dzieci, u których wykazano nadwagę, charakteryzują się dobrym i dostatecznym poziomem sprawności. Natomiast dzieci, których BMI uznano za prawidłowe, odznaczały się sprawnością w większości (83%) na poziomie dobrym, a także wysokim (15%). Jedynie 2% dzieci z prawidłowym wskaźnikiem masy ciała osiągnęło dostateczny poziom we Wrocławskim Teście Sprawności Fizycznej (wyk. 7).

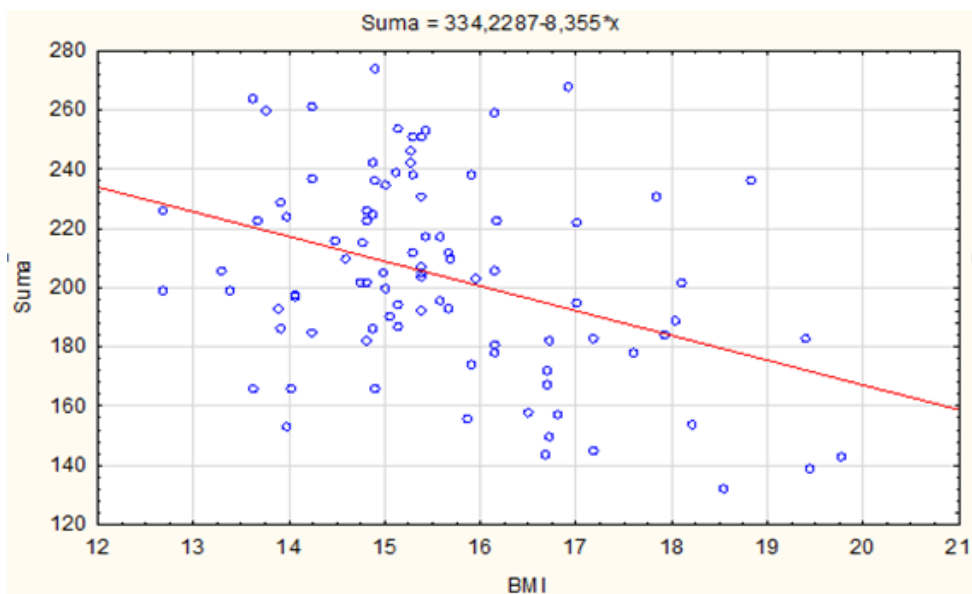


Wykres 7. Poziom sprawności badanych w zależności od wskaźnika masy ciała. Źródło: opracowanie własne

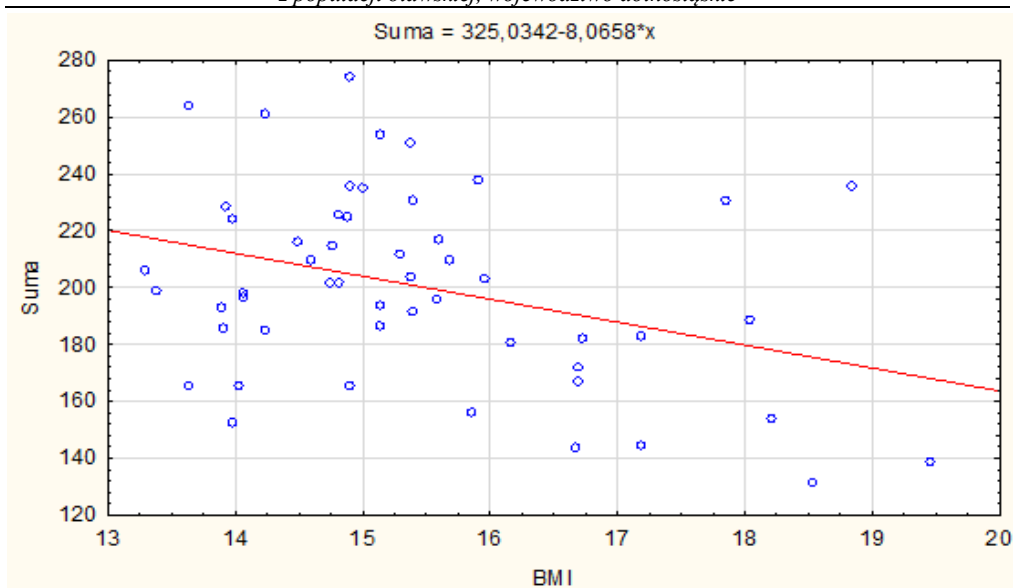
Tabela 1. Korelacje między BMI dziecka a sumą punktów w teście sprawnościowym. Bez podziału na płeć. Korelacja porządku rang Spearmana

Zmienna	BMI dziecka	Suma punktów w teście sprawności
BMI dziecka	1,000000	-0,332822
Suma punktów w teście sprawności	-0,332822	1,000000

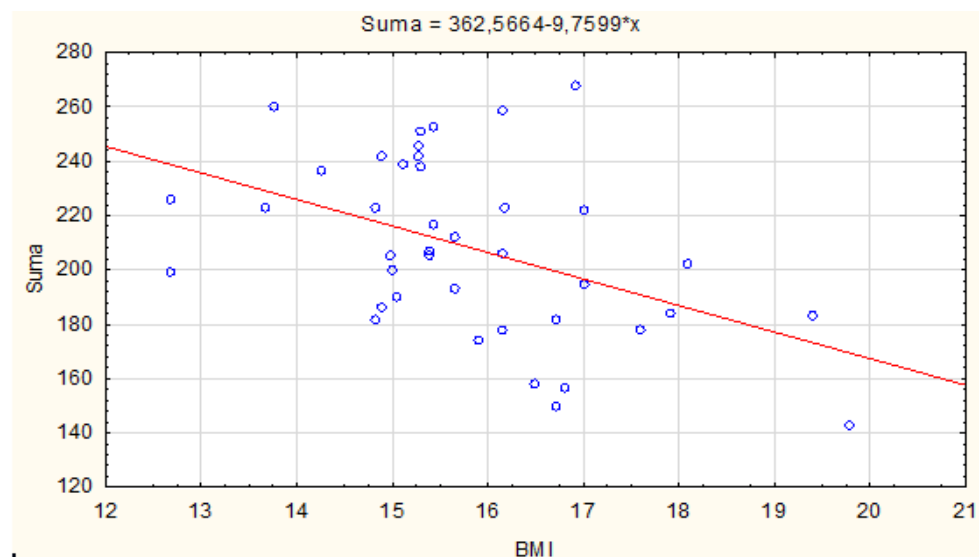
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 8. Korelacja między BMI dzieci a sumą punktów w teście sprawnościowym bez podziału na grupy. Źródło: opracowanie własne



Wykres 9. Korelacja między BMI dziewcząt a sumą punktów w teście sprawnościowym jakie otrzymały dziewczyny. Źródło: opracowanie własne



Wykres 10. Korelacja między BMI chłopców a sumą punktów w teście sprawnościowym, jaką otrzymali. Źródło: opracowanie własne

5. Dyskusja

Problem otyłości w populacji należy do najważniejszych problemów zdrowia publicznego w krajach rozwiniętych. W ostatnich dekadach obserwowano ciągły wzrost liczby osób otyłych w Polsce i na świecie [14, 15]. Według IOTF i WHO w ciągu najbliższej dekady ponad połowa mieszkańców USA, Wielkiej Brytanii, Australii najprawdopodobniej będzie otyła. W wielu państwach otyłość przybrała rozmiary epidemii. Okres dzieciństwa i dojrzewania są czasem krytycznym w rozwoju nadwagi i otyłości [6]. Ma

to swoje konsekwencje w rozwoju otyłości, a także jej powikłań w wieku późniejszym [2]. Według badań Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie z roku 1971 nadwaga dotyczyła 9,2% chłopców i 8,2% dziewcząt. W latach 1982-1985 odsetek chłopców z nadwagą wzrósł do 11,7%, a dziewcząt do 9,4% [15]. W latach 1988-1991 odsetek chłopców z nadwagą nie uległ zwiększeniu, wzrósł natomiast u dziewcząt do 10,1%. W kolejnym analizowanym przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie okresie, tj. 1999-2000, znacznie wzrosło występowanie nadwagi w grupie chłopców, do 20,2%, a odsetek dziewcząt z nadwagą wyniósł 10,9%. W tej samej grupie chłopców wskaźnik otyłości był najmniejszy w badaniu z 1971 r. i wynosił odpowiednio 0,3% u dziewcząt i 1% u chłopców [15]. W następnych badaniach obserwowano zwiększanie się liczby dzieci otyłych. W najnowszych badaniach tego autora w latach 1999-2000 wykazano ją u 2,75% chłopców i 2,2% dziewcząt. W porównaniu z uzyskanymi przez nas wynikami, zauważalny jest podobny odsetek chłopców i dziewcząt z otyłością (3% otyłych chłopców i 2% otyłych dziewcząt), jednak badania te dzielą blisko 3 dekady. Jakkolwiek nasza grupa liczyła 92 dzieci, w tym 40 chłopców. Dodatkowo dzieci z naszej badanej grupy zamieszkiwały małe miasto, tymczasem w innych badaniach wykazano związek miejsca zamieszkania z otyłością, która częściej występuje w aglomeracjach [16]. Oława ma infrastrukturę (duża liczba parków, basenów i placów zabaw) sprzyjającą aktywnemu spędzaniu wolnego czasu, co jednak nie przełożyło się na poziom sprawności fizycznej badanych dzieci. W badanej przez nas grupie 40% dzieci osiągnęło poziom dobry w teście sprawności fizycznej, natomiast wynik niski i dostateczny osiągnęło kolejno 11% i 19%. Chrzanowska i wsp. [17] prowadzili podobne badania na terenie Krakowa w grupie dzieci i młodzieży w wieku od 4 do 20 lat. Autorzy ci wykazali, że nadwaga i otyłość w tej grupie wiekowej wzrosła z 7,5% u chłopców i 6,5% dziewcząt w 1971 r. do 15,2% u chłopców i 11,8% dziewcząt w 2000 r. W latach 2005-2006 w Łodzi przeprowadzono badania na dużej grupie dzieci i młodzieży w wieku 5-14 lat i stwierdzono nadwagę i otyłość u 15,7% badanych. Nadwaga i otyłość u dziewcząt i chłopców występowały w tej populacji równie często. W roku 2000 inni autorzy opisali występowanie nadwagi i otyłości w latach 1987-1997 na terenie Wrocławia u 14-letnich chłopców. Wyniki ich badań świadczyły o nieznacznym obniżeniu liczby chłopców z nadmierną masą ciała w roku 1997 [18]. Felińczak i wsp. również na terenie Wrocławia zbadali grupę dziewcząt i chłopców w wieku 13 lat [1]. Nadwagę i otyłość określano w ten sam sposób jak w naszej pracy, czyli według standardów IOTF. Wyniki badań jednak się różnią – nadwaga i otyłość występowały u 16,9% chłopców i 22,6% dziewcząt, czyli dwukrotnie częściej niż w naszych wynikach. Jednak Felińczak i wsp. [1] badali znacznie starszą grupę dzieci, a wiadomo, że otyłość i nadwaga rosną z wiekiem [2, 19] i są większe w aglomeracji [20]. W naszej pracy, podobnie jak u Felińczak i wsp. [1], nadwaga występowała częściej u dziewcząt, a otyłość u chłopców. W 2007 r. Jodkowska i wsp. (2011) badali nadmierną masę ciała u młodzieży w wieku 13 i 15 lat w kilku województwach. Autorzy ci zaobserwowali nadwagę u 8,1-8,5% badanych chłopców oraz u 8,1-10,1% badanych dziewcząt. Otyłość występowała u 2,9-3,6% chłopców i odpowiednio u 5,2-6,2% dziewcząt [21]. Jednak porównanie z naszymi wynikami nie ma podstaw ze względu na wiek tej grupy. Można jedynie potwierdzić, że otyłość rośnie z wiekiem, także w populacji dzieci. Badania nad otyłością u dzieci w wieku szkolnym w regionie rzeszowskim prowadzili Mazur i wsp. Przedmiotem ich badań było występowanie stopnia otyłości u dzieci szkolnych określanego na pod-

stawie grubości fałdów tłuszczowych [22]. W badaniu wśród dzieci przedszkolnych w tym regionie stwierdzono występowanie nadwagi u 9,1% dziewcząt i 9,9% chłopców, a otyłości u 7,2% dziewcząt i 8,4% chłopców. W naszej pracy stwierdzono otyłość u 2,2% badanych dzieci, a u 8,7% nadwagę. Rzadsze występowanie nadwagi i otyłości jednocześnie (9,9%) obserwowali w 2008 r. Trzciańska i wsp. [23]. Porównanie uzyskanych wyników z danymi z innych regionów Polski jest trudne, ze względu na zróżnicowaną licznosc grup, a zwłaszcza stosowania różnych kryteriów określania nadwagi i otyłości u dzieci badanych w Polsce. Bardzo mało jest badań dotyczących dzieci w wieku przedszkolnym. Majcher stwierdziła występowanie nadwagi u 2,9-7,9% dziewcząt oraz u 4,4-11,1% chłopców w wieku przedszkolnym. Występowanie otyłości w badanej przez tych autorów grupie wiekowej dotyczyło 3,7-8,8% dziewcząt i 3,1-14,4% chłopców [24]. W przeprowadzonym w 2005 r. przez Instytut Matki i Dziecka badaniu 400 czterolatków, nadwagę stwierdzono u 12% dzieci, a otyłość u 7%. Mazur i wsp. wykazali z kolei, że wśród chłopców z miasta nadwaga występuje u 8,2% badanych, a otyłość u 7,3%, natomiast u mieszkających na wsi nadwaga wynosi 7,6%, a otyłość 6,7% [25]. Wykazano jednak, że nawet otyłość znacznego stopnia występująca we wczesnym dzieciństwie nie zawsze prowadzi do nadwagi w wieku dorosłym, jest jednak zawsze czynnikiem obciążającym [26]. Dlatego zachowania prozdrowotne powinny być kształtowane w każdym okresie życia człowieka, już od wczesnego dzieciństwa. W piśmiennictwie podkreśla się związek między urodzeniową masą ciała a otyłością występującą zarówno w wieku dziecięcym, jak i u dorosłych. Wpływ środowiska płodowego na rozwój prenatalny potwierdzono w badaniach nad bliźniętami jednojajowymi, których masa urodzeniowa, mimo identycznego potencjału genetycznego, może się znacznie różnić [27]. Wynika z tego że zachowania zdrowotne matek mają związek z późniejszą otyłością u dzieci. Obserwacje prowadzone w regionach geograficznych i kulturowych wskazują, że rozwój otyłości w wieku niemowlęcym i wczesnodziecięcym jest szczególnie zależny od wpływów środowiskowych – sposobu żywienia, stylu i standardu życia, modelu rodziny, postępowania wychowawczego i sposobu sprawowania opieki [14]. Według raportu IOTF z 2004 r. corocznie przybywa w Europie około 400 000 dzieci z nadwagą oraz prawie 90 000 otyłych. Najczęściej nadmierna masa ciała występuje w krajach basenu Morza Śródziemnego, a więc w krajach, gdzie przyjmuje się, że tradycyjna dieta jest uznawana za jedną z najzdrowszych [5]. Występowanie nadwagi i otyłości u osób poniżej 18 r.ż. w tych krajach szacuje się na 40% [5]. Tak dużą liczbę dzieci z nadwagą i otyłością w tych krajach uzasadnia się „amerykanizacją” stylu życia, zbyt niską aktywnością fizyczną oraz rezygnacją z tradycyjnej diety śródziemnomorskiej [14]. W państwach Europy Środkowej i Wschodniej w efekcie przemian gospodarczych i transformacji socjoekonomicznych wykazano wzrost częstości występowania nadmiernej masy ciała u dzieci, różny w różnych krajach [4]. Poprawa sytuacji materialnej zwiększyła dostępność do dóbr konsumpcyjnych (samochody, telewizory, komputery), co w efekcie doprowadziło do obniżenia aktywności ruchowej dzieci i młodzieży. Zaobserwowano także niekorzystne zmiany w modelu żywienia, gdzie niebagatelną rolę pełnią reklamy w środkach masowego przekazu. W efekcie obserwuje wzrost występowania nadwagi oraz otyłości i jej powikłań [4]. Odżywianie to najważniejszy element stylu życia, zatem wiedza dzieci i młodzieży oraz ich rodziców na temat czynników żywieniowych pozytywnie i negatywnie wpływających na zdrowie wymaga uzupełniania. Wiedza ta rośnie z wiekiem, ale jak wynika

z badań, nie zawsze jest stosowana w praktyce [28]. W badaniach Stankiewicz dzieci z nadwagą podawały, że częściej jedzą ciemne pieczywo, a rzadko dania typu fast food, w porównaniu z dziećmi z prawidłową masą ciała [15]. Badania te sugerują, że wiedza na temat diety jest większa wśród dzieci z nadmierną masą ciała i wynika prawdopodobnie z większego zainteresowania dietą i z większej ilości dopływających do nich informacji, ale nie ma to odzwierciedlenia w zmianie BMI. Według Triches i Gliugliani dzieci posiadające mniejszą wiedzę i gorsze nawyki żywieniowe były 5-krotnie bardziej narażone na wystąpienie otyłości. W badanej grupie dzieci autorzy stwierdzili istotnie statystyczny związek między występowaniem otyłości u dzieci a BMI ojca, matki oraz obojga rodziców [43]. W piśmiennictwie podkreśla się, że wraz ze wzrostem poziomu wykształcenia poszerza się zakres wiedzy o racjonalnym odżywianiu [20]. Duża częstość występowania otyłości u 3-letnich dziewczynek oraz u chłopców w wieku 5 i 6 lat świadczy o powstawaniu u nich tak zwanej „otyłości z odbicia” [8]. Otyłość ta niesie ze sobą zwiększone ryzyko utrzymania się w wieku dojrzewania i po osiągnięciu dorosłości, prowadząc do innych chorób metabolicznych. Wskazuje to nie tylko na konieczność podjęcia działań profilaktycznych w zakresie otyłości u dzieci przedszkolnych, ale również na potrzebę ogólnopolskiego badania częstości występowania nadwagi i otyłości u dzieci przedszkolnych oraz określenia czynników ryzyka w tej grupie wiekowej. Takie działania można traktować jako diagnozę wstępną programów profilaktyki i promocji zdrowia.

6. Wnioski

1. Odsetek dzieci z nadmierną masą ciała w Oławie nie odbiega od sytuacji epidemiologicznej w Polsce z lat 2008-2012 i wynosi 8,7% dzieci z nadwagą i 2,2% dzieci z otyłością.
2. W przypadku dziewcząt otyłość wykazano u 2%, a nadwagę u 10%, odpowiednio u chłopców 3% i 7%.
3. W badanej grupie dzieci w wieku przedszkolnym poziom sprawności fizycznej oceniany Wrocławskim Testem Sprawności Fizycznej, najczęściej osiągał poziom dobry (40%), natomiast 19% badanych uzyskało poziom dostateczny, 11% osiągnęło poziom niski a 14% wysoki.
4. Wyższy poziom sprawności obserwowano u chłopców. 42% osiągnęło poziom dobry i 16% wysoki, w porównaniu z dziewczętami, u których poziom dobry osiągnęło 39%, a 12% poziom wysoki.
5. W grupie dziewcząt najwyższe wartości sprawności wykazano w teście mocy i zwinności (poziom wysoki kolejno osiągnęło 7% i 12% dziewcząt), w porównaniu z chłopcami – odpowiednio poziom najwyższy osiągnęło 5% oraz 10% w danych testach.
6. Wykazano istotne statycznie związki między sprawnością a wskaźnikiem masy ciała w grupie chłopców oraz w grupie dziewcząt.

Wniosek ogólny

Dzieci z nadmierną masą ciała prezentują niższy poziom sprawności fizycznej niż ich rówieśnicy z prawidłową masą ciała, konieczne zatem staje się podjęcie działań profilaktyczno-edukacyjnych i promocyjnych dla dzieci i ich rodziców modyfikujących styl życia

Literatura

1. Felińczak A., Hama F., *Występowanie zjawiska nadwagi i otyłości wśród dzieci i młodzieży we Wrocławiu*, Pielęgniarstwo i Zdrowie Publiczne, 1(1), 2011, s. 11-18.
2. Lwow F., *Wpływ standaryzowanego wysiłku fizycznego na stres oksydacyjny w aspekcie fenotypu otyłości i polimorfizmu genu receptora beta 3 – adrenergicznego u kobiet pomenopauzalnych*, Studia i monografie Akademii wychowania Fizycznego we Wrocławiu, nr 99, Wrocław 2010.
3. Hedley A.A., Ogden C.L., Johnson C.L., Carroll M.D., Curtin L.R., Flegal K.M., *Prevalence of Overweight and Obesity Among US Children, Adolescents, and Adults, 1999–2002*. JAMA 291, 2004, s. 2847-2850.
4. World Health Organization: Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet Nutrition and the Prevention of Chronic Disease. Geneva, World Health Organization 2003.
5. International Obesity Task Force. Childhood Report. IASO Newsletter, 6, 2004, s. 10-11.
6. Falkner B., Gidding S.S., Ramirez-Garnica G., Wiltrout S.A., West D., Rappaport E.B., *The Relationship of Body Mass Index and Blood Pressure in Primary Care Pediatric Patients* The Journal of Pediatrics, 148, 2006, s. 195-200.
7. Rolland-Cachera M.F., Deheeger M., Mailliot M., Bellisle F., *Early Adiposity Rebound: Causes and Consequences for Obesity in Children and Adults*, International Journal of Obesity, 30, 2006, s. S11–S17. doi:10.1038/sj.ijo.0803514.
8. Eriksson J., Forsén T., Tuomilehto J., Osmond C., Barker D., *Size at Birth, Childhood Growth and Obesity in Adult Life*, International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, 25(5), 2001, s. 735-740.
9. Jankowicz-Szymańska A., Lebryk E., Mikołajczyk E., Pociecha M., *Zróżnicowanie wskaźnika BMI i wskaźnika Cole'a u dzieci 6-letnich*, Problemy Higieny Epidemiologii 93(4), 2012, s. 713-717.
10. Drozdowski Z., *Antropometria w wychowaniu fizycznym*, AWF Poznań 1998.
11. Cole T.J., Bellizzi M.C., Flegal K.M., Dietz W.H., *Establishing a Standard Definition for Child Overweight and Obesity Worldwide: International Survey*, BMJ 2000, 320.
12. Stanisław A., *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny, tom 1*, Statystyki podstawowe, StatSoft Polska, Kraków 2007.
13. Jarosz M., Rychlik E., *Otyłość wyzwaniem zdrowotnym i cywilizacyjnym*, Postępy Nauk Medycznych, 9, 2011, s. 712-71.
14. Milewicz A., Jędrzejuk D., Lwow F., Białynicka-Sidorowicz A., Łopatyński J., Mardarowicz G., Zahorska-Markiewicz B., *Prevalence of obesity in Poland, The International Association for the Study of Obesity. 2005*, Obesity Reviews 6, s. 113-114.
15. Stankiewicz M., Pieszko M., Śliwińska A., Małgorzewicz S., Wierucki Ł., Zdrojewski T., Wyrzykowski B., Łysiak-Szydłowska W., *Występowanie nadwagi i otyłości oraz wiedza i zachowania zdrowotne dzieci i młodzieży małych miast i wsi – wyniki badania Polskiego Projektu 400 Miast*, Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii, 6(2), 2010.
16. Zachurczok-Buczyńska A., Małecka-Tendera E., *Zespół metaboliczny u dzieci i młodzieży*, Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii, 1(3), 2005, s. 13-20.
17. Chrzanowska J., Zubkiewicz-Kucharska A., Noczyńska A., *Ocena zależności między wybranymi adipocytokinami a obecnością zaburzeń metabolicznych u otyłych nastolatków — badania wstępne*, Arterial Hypertension, 12(2), 2008, s. 94-100.
18. Kozieł S., Kołodziej H., Lipowicz A., Poznański A., *Otłuszczenie a ryzyko chorób sercowo-naczyniowych u czternastoletniej młodzieży*, Monografie Zakładu Antropologii Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 2000.
19. Lwow F., Dunajska K., Milewicz A., Łaczmanski L., Jędrzejuk D., Szmigiero L., *ADRB3 And Ppar2 Gene Polymorphisms and Their Association with Cardiovascular Disease Risk in Postmenopausal Women*, Climacteric, 16 (4), 2013, s. 473-478.

20. Parizkova J., *Impact of Education on Food Behaviour, Body Composition and Physical Fitness In Children*, British Journal of Nutrition, 99, 2008, s. S26-S32.
21. Jodkowska M., Oblacińska A., Tabak I., Mikiel-Kostyra K., *Overweight and obesity among parents and their 13-old children in Poland*, Przegląd Epidemiologiczny, 65(3), 2011, s. 497-502.
22. Mazur A., Rogozińska E., Mróz K., Ragan M., Mazur D., Małecka-Tendera E., *Występowanie nadwagi i otyłości u dzieci przedszkolnych z regionu rzeszowskiego*, Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii, 4(4) 2008.
23. Trzcńska D., Tabor P., Olszewska E., *Analysis of Selected Anthropometric Parameters of 6-Year-Old Children in Warsaw Compared to the Peer Population in the Years 1996-1999*, Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism, 18(3), 2012, s. 107-111.
24. Majcher A., Czerwonogrodzka-Senczyna A., Bielecka-Jasiocha J., Rumińska M., Witkowska-Sędek E., *Rozwój otyłości we wczesnym dzieciństwie – obserwacje własne*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 92(2), 2011, s. 241-246.
25. Mazur A., Klimek K., Małecka-Tendera E., *Czynniki ryzyka występowania otyłości u dzieci szkolnych w województwie podkarpackim*, Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii, 7(3), 2011.
26. Stark L.J., Spear S., Boles R., Kuhl E., Ratcliff M., Scharf C., Bollingand C., Rausch J., *A Pilot Randomized Controlled Trial of a Clinic and Home-Based Behavioral Intervention to Decrease Obesity in Preschoolers*, Obesity, 19(1), 2011, s. 134-141.
27. Stankiewicz J., Bogdańska K., *Ocena poziomu wiedzy żywieniowej pracowników przedszkoli w zakresie prawidłowego żywienia dzieci w wieku przedszkolnym*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 94(3), 2013, s. 479-483.
28. Semmler C., Ashcroft J., van Jaarsveld C.H. i in., *Development of Overweight in Children in Relation to Parental Weight and Socioeconomic Status*, Obesity, 17, 2009, s. 814-820.

Częstość występowania otyłości a aktywność fizyczna dzieci przedszkolnych z populacji oławskiej, województwo dolnośląskie

Streszczenie

Wstęp: Nadwaga i otyłość osiągnęła rozmiary ogólnoswiatowej epidemii nie tylko wśród osób dorosłych, ale również wśród dzieci i młodzieży. Autorzy wielu publikacji szczególną uwagę kierują na nasilający się problem otyłości wśród dzieci. Dziś około 20% dzieci ma nadmierną masę ciała, a 30% z tej grupy to już dzieci otyłe. W grupie 75 milionów dzieci, które mieszkają w Unii Europejskiej, u 22 milionów (29%) za-uważono nadwagę, a 5,1 miliona (6,8%) uznano za otyłe.

Cel pracy: Celem pracy była ocena częstości występowania otyłości u dzieci z przedszkola na tle ich sprawności fizycznej. Dodatkowo postanowiliśmy zbadać, jak duży odsetek jest dzieci otyłych w wieku przedszkolnym w Oławie, a także jaka jest sprawność fizyczna dzieci w wieku przedszkolnym w Oławie ocenianych testem wrocławskim i czy istnieje istotna zależność między stanem masy ciała a poziomem sprawności fizycznej.

Materiał i metody: Badaniem objęto dzieci z przedszkola Zespołu Szkolno-Przedszkolnego nr 1 oraz Szkoły Językowej el Dorado Cultural Center w Oławie. Łącznie zbadano 92 dzieci, w tym 52 dziewcząt i 40 chłopców w wieku 3-5 lat. Zgodnie z celem niniejszej pracy badania składały się pomiaru masy i wysokości ciała, pomiaru zdolności motorycznych do którego wykorzystano Wrocławski Test Sprawności i kwestionariusz ankiety. Na podstawie wyniku badania wysokości oraz masy ciała obliczyliśmy współczynnik masy ciała (BMI, ang. *Body Mass Index*): $BMI = \text{masa ciała} / \text{wzrost}^2$ [kg/m²]. Do oceny wartości współczynnika BMI u dzieci zastosowano progi wskaźnika BMI ustalone dla nadwagi i otyłości w zależności od płci i wieku badanego dziecka z przedziału 2-18 lat, opracowane przez International IOTF i opublikowane przez Cole'a i wsp. Zebrane wyniki zostały poddane opracowaniu statystycznemu.

Wyniki badań i wnioski: W badanej grupie dziewcząt i chłopców wykazano występowanie nadwagi u 8,7% dzieci, natomiast otyłość u 2,1% badanych dzieci. Nadwaga częściej występowała u dziewcząt (10%) niż u chłopców (7%). Otyłość w badanej grupie występowała w podobnym odsetku (3% u chłopców i 2% u dziewcząt). W części dotyczącej sprawności stwierdzono istotną statystycznie zależność między BMI dziecka a poziomem sprawności fizycznej badanych dzieci ($p < 0,05$). Wszystkie dzieci z otyłością odznaczają się

zaledwie niską bądź dostateczną sprawnością fizyczną, gdy wśród uczniów o BMI mieszczącym się w normie odsetek ten wynosi tylko 2%. Dzieci z nadwagą charakteryzują się dobrym i dostatecznym poziomem sprawności. Natomiast dzieci, których BMI uznano za prawidłowe, odznaczały się sprawnością w znacznej większości na poziomie dobrym, a także wysokim. Wyniki wskazują, że są istotne statystycznie zależności między występowaniem nadwagi i otyłości u dzieci a występowaniem nadmiernej masy ciała u rodzica.

Słowa kluczowe: otyłość nadwaga sprawność fizyczna dzieci

The Incidence of Obesity and Physical Activity of Preschool Children from the Population of Olawa, Lower Silesia

Abstract

Introduction Overweigh and obesity has reached the size of global epidemic not only among adults but also among children and adolescents. Authors of many publications concentrate on escalation of the problem among children. Nowadays approximately 20 % of children are overweight and 30% of them are obese. In the group of 75 million of children who live in European Union, 22 million of them (29%) are overweight and 5,1 million (6,8 %) are obese.

Thesis objective Objective of the thesis is the assessment of the incidence of preschool children obesity on a basis of their fitness. Additionally, We decided to examine the proportion of preschool obese children in Olawa and what is their fitness using the tests conducted in Wrocław. We also examined if there is a significant relation between body weight and fitness level.

Methods and materials The research involved preschool children from Primary School and Nursery Unit No.1 (Zespół Szkolno-Przedszkolny nr 1) and language school El Dorado Cultural Center in Olawa. 92 children including 52 girls and 40 boys were examined altogether, in age 3-5 years old. In accordance with the thesis objective, the research included body weight and height measurement, measuring motoric abilities by means of Wrocław fitness test. On the basis of the results of height and body weight measurement, We calculated the body mass index (BMI). $BMI = \text{body weight} / \text{height}^2$ [kg/m²]. To assess value of children BMI, overweigh and obesity limits were set (elaborated by International IOTF and published by Cole and co-authors) depending on sex and age of a child between 2-18 years old. The collected results were subject to statistical elaboration.

Research results and conclusions In the examined group of girls and boys overweight was observed in 8,7% of them, obesity in 2,1 % of them. Overweight occurred more often in girls (10%) than in boys (7%). Proportion of obesity in the examined group was similar (3% in boys, 2% in girls). In the part concerning fitness, statistically significant relation between a child BMI and fitness level was observed ($p < 0,05$). All obese children were signalized by low or sufficient fitness and the proportion was only 2% among those children whose BMI was normal. Obese children are characterized by good or sufficient fitness level. Children whose BMI was normal had good and high fitness level. The results proved statistically significant relation between prevalence of children overweigh and obesity and prevalence of parents overweight.

Keywords: obesity, overweight, physical fitness, children

Bóle głowy u pacjentek z endometriozą

1. Wprowadzenie

Endometrioza jest przewlekłą chorobą hormonalnoimmunologiczną. Endometrium, które fizjologicznie znajduje się wewnątrz jamy macicy, w przypadku endometriozy występuje także w innych tkankach, poza macicą bądź w tkance mięśniowej macicy (adenomioza). Najczęściej endometrioza zajmuje miednicę mniejszą i jamę brzuszną – pojawia się w macicy, jajowodach, jajnikach, pęcherzu moczowym czy jelitach. Ogniska endometriozy lokalizują się także w bardziej odległych narządach, takich jak wątroba, żołądek, płuca, mózg czy przepona oddechowa. Chorobie towarzyszą najczęściej bardzo silne dolegliwości bólowe pojawiające się głównie przed menstruacją oraz w jej trakcie. Wraz ze wzrostem zaawansowaniem stadium endometriozy symptomy mogą się nasilać i pojawiać w innych dniach cyklu menstruacyjnego, pomiędzy miesiączkami, prowadząc do odczuwania chronicznego bólu [1].

Celem pracy jest opisanie powiązania endometriozy z występowaniem bólów głowy o różnym pochodzeniu.

2. Epidemiologia i patogeneza endometriozy

Endometrioza pozostaje drugą pod względem częstości występowania chorobą u kobiet w okresie reprodukcyjnym. Występuje u 5-30% kobiet. Dotyczy 50% kobiet niepełnych oraz 30% kobiet z przewlekłym bólem w miednicy mniejszej. Najnowsze dane epidemiologiczne wskazują na wzrost odsetka endometriozy w populacji coraz młodszej (2-5%), jak też w wieku pomenopauzalnym (3-6%) [2].

Coraz więcej badań wykazuje wpływ czynników hormonalnych i immunologicznych na występowanie endometriozy. Istnieje szereg teorii opisujących prawdopodobne mechanizmy rozwoju choroby, jednak środowisko naukowe nadal nie jest zgodne co do jej jednoznacznego pochodzenia [3, 4].

3. Objawy endometriozy

Objawami endometriozy są: bolesne menstruacje, bóle owulacyjne, PMS (ang. *premenstrual syndrome* – zespół napięcia przedmiesiączkowego), bolesna defekacja, dolegliwości bólowe pęcherza, dyspareunia (bolesne współżycie płciowe), dolegliwości ze strony układu pokarmowego, tj. wzdęcia brzucha, biegunki, zaparcia, jak też bóle piersi, nieregularne cykle menstruacyjne oraz krwawienia pomiędzy miesiączkami.

¹ magdalena.kociakowska@gmail.com, Szkoła Doktorska Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, Klinika Rehabilitacji, www.umb.edu.pl/wnoz/klinika-rehabilitacji.

² anna.hryniewicz@umb.edu.pl, Klinika Rehabilitacji, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, www.umb.edu.pl/wnoz/klinika-rehabilitacji.

³ zofia.dzieciol-anikiej@umb.edu.pl, Klinika Rehabilitacji, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, www.umb.edu.pl/wnoz/klinika-rehabilitacji.

Do mniej specyficznych objawów należą: przewlekłe zmęczenie, bóle odcinka lędźwiowego i krzyżowego kręgosłupa, bóle nóg, bóle w klatce piersiowej, stany lękowe, mgła mózgowa, zaburzenia snu, niepłodność oraz bóle głowy i migreny [1, 2].

4. Bóle głowy i migreny

Migreny od bólów głowy różnią się czasem trwania dolegliwości. Migrena przewlekła jest chorobą dotyczącą 2-3% ogólnej populacji i występuje 3 razy częściej u kobiet niż u mężczyzn. Zgodnie z klasyfikacją International Classification of Headache Disorders 3-beta (ICHD-3 beta) migrena przewlekła jest bólem głowy występującym przez co najmniej 15 dni w miesiącu, z czego co najmniej 8 to dni, w których ból głowy spełnia kryteria rozpoznania migreny lub ustępuje pod wpływem tryptanów albo ergotaminy oraz powstał z typu bólu głowy, który uprzednio spełniał kryteria migreny epizodycznej bez aury lub z aurą [5, 6].

Według ICHD-3 beta podział migren i bólów głowy przedstawia się następująco:

- **migrena bez aury:**

Opis: nawracający ból głowy przejawiający się napadami trwającymi 4-72 godz. Typowe cechy bólu głowy obejmują: umiejscowienie po jednej stronie, pulsujący charakter, umiarkowane lub ciężkie napięcie, nasilanie się w czasie zwykłej aktywności fizycznej oraz nudności i/lub nadwrażliwość na światło i dźwięk

Kryteria rozpoznania:

A. Co najmniej 5 napadów bólu głowy spełniających kryteria B–D.

B. Napady bólu głowy trwające 4-72 godz. (nieleczone lub leczone nieskutecznie).

C. Ból głowy wykazuje co najmniej dwie z czterech następujących cech:

- jest umiejscowiony po jednej stronie,
- ma pulsujący charakter,
- ma umiarkowane lub ciężkie napięcie,
- nasila się w czasie zwykłej aktywności fizycznej (np. chodzenia lub wchodzenia po schodach) lub zmusza do jej unikania.

D. W czasie bólu głowy występuje co najmniej jeden z następujących objawów:

- nudności i/lub wymioty,
- nadwrażliwość na światło i dźwięk.

E. Inne rozpoznanie ICHD-3 nie opisuje lepiej stwierdzanych zaburzeń.

- **migrena z aurą:**

Opis: nawracające napady całkowicie odwracalnych jednoimiennych zaburzeń widzenia jednostronnych zaburzeń czucia lub innych jednostronnych ośrodkowych zaburzeń neurologicznych. Napady te zwykle rozwijają się stopniowo, trwają kilka minut i zazwyczaj poprzedzają ból głowy i inne objawy migreny.

Kryteria rozpoznania:

A. Co najmniej dwa napady spełniające kryteria B i C.

B. Co najmniej jeden z następujących w pełni odwracalnych objawów aury:

- zaburzenia widzenia,
- zaburzenia czucia,
- zaburzenia mowy i/lub języka,
- zaburzenia ruchowe,
- zaburzenia czynności pnia mózgu,

- zaburzenia czynności siatkówki.

C. Co najmniej dwie z czterech następujących cech:

- co najmniej jeden objaw aury rozwija się stopniowo w ciągu ≥ 5 min i/lub dwa lub więcej objawów aury następują kolejno po sobie,
- każdy objaw aury trwa 5-60 min,
- co najmniej jeden objaw aury występuje jednostronnie,
- w czasie aury lub w ciągu 60 min od jej ustąpienia pojawia się ból głowy.

D. Inne rozpoznanie ICHD-3 nie opisuje lepiej stwierdzanych zaburzeń oraz wykluczono napad przemijającego niedokrwienia mózgu (TIA, ang. *transient ischaemic attack*).

- migrena przewlekła:

Opis: Ból głowy występujący w co najmniej 15 dniach w miesiącu przez ponad 3 miesiące, mający cechy migrenowego bólu głowy w co najmniej 8 dniach w miesiącu.

Kryteria rozpoznania:

A. Ból głowy (przypominający ból głowy typu napięciowego i/lub migrenowy ból głowy) występujący w co najmniej 15 dniach w miesiącu przez ponad 3 miesiące i spełniający kryteria B i C.

B. Występuje u pacjenta, który przeżył co najmniej 5 napadów spełniających kryteria B-D migreny bez aury i/lub kryteria B i C migreny z aurą.

C. W co najmniej 8 dniach w miesiącu przez ponad 3 miesiące wykazuje jedną z następujących cech:

- spełnia kryteria C i D migreny bez aury,
- spełnia kryteria B i C migreny z aurą,
- w ocenie pacjenta ma od początku charakter migreny i ustępuje po zażyciu tryptanu lub alkaloidu sporyszu.

D. Inne rozpoznanie ICHD-3 nie opisuje lepiej stwierdzanych zaburzeń.

- ból głowy spowodowany nadużywaniem leków:

Opis: ból głowy występujący w co najmniej 15 dniach w miesiącu, rozwijający się w następstwie regularnego nadużywania doraźnego lub objawowego leku przeciw bólowi głowy (przez co najmniej 10 dni [tryptany, ergotamina, opioidy] lub co najmniej 15 dni [proste leki przeciwbólowe, NLPZ] w miesiącu) dłużej niż przez 3 miesiące. Zazwyczaj (ale nie zawsze) ustępuje po zaprzestaniu nadużywania leku.

Kryteria rozpoznania:

A. Ból głowy występujący w co najmniej 15 dniach w miesiącu u pacjenta z występującym wcześniej zespołem bólu głowy.

B. Regularne nadużywanie przez ponad 3 miesiące jednego lub większej liczby leków stosowanych w doraźnym i/lub objawowym leczeniu bólu głowy.

C. Inne rozpoznanie ICHD-3 nie opisuje lepiej stwierdzanych zaburzeń [5, 6].

5. Migreny związane z menstruacją

Na podstawie doświadczenia klinicznego stwierdzono, że częstość występowania migreny menstruacyjnej sięga 60-70%. U większości kobiet w czasie miesiączki występuje zwiększone ryzyko pojawienia się bólów głowy i ataków migreny (zwykle bez aury). Bóle głowy występujące wyłącznie podczas menstruacji, nawet jeśli są rzadkie, nazywane są migreną menstruacyjną. Ataki występujące zarówno podczas menstruacji,

jak i w innych dniach cyklu można nazwać „migreną wywołaną miesiączką”. Migrena menstruacyjna występuje w okresie największych wahań poziomu estrogenów [1, 7, 8].

Obserwacje kliniczne pokazują, że kobiety chore na endometriozę znacznie częściej cierpią z powodu migren, niż pacjentki bez endometriozы [1].

6. Zależności między występowaniem endometriozы i bólów głowy

Jedną z przyczyn występowania bólów głowy u pacjentek z endometriozą są zmiany zachodzące na poziomie mediatorów biochemicznych. Różne typy prostaglandyn odgrywają rolę w patogenezie migreny, a zwiększony poziom prostaglandyny E2 w osoczu stwierdzono w fazie bólowej u kobiet cierpiących na migrenę menstruacyjną. Wykazano, że endometrioza wiąże się ze znacznym wzrostem produkcji prostaglandyn, dlatego postawiono hipotezę, że ogólnoustrojowe rozprzestrzenianie się prostaglandyn wytwarzanych przez zmiany endometrialne może przyczyniać się do zwiększonej częstości występowania migreny w przebiegu endometriozы. Zwiększenie lub rozregulowanie syntezy tlenu azotu odgrywa rolę w patogenezie zarówno migreny, jak i endometriozы i może przyczyniać się do występowania tej choroby współistniejącej [9, 10].

Wspólne mechanizmy molekularne także wyjaśniają związek między endometriozą a migrenami. Wykazano, że polimorfizm genu IFN- γ może przyczyniać się do podatności na migrenę i bólu w obrębie miednicy u kobiet chorych na endometriozę poprzez zwiększenie ilości neuropeptydu związanego z genem kalcytoniny (CGRP) poprzez kinazę białkową aktywowaną mitogenami (MAPK). Jednak to powiązanie nadal pozostaje niejasne [11].

Kolejną teorią jest podobieństwo etiologii obu chorób. Badania podają, że zarówno migrena, jak i endometrioza są zależne od wczesnego wystąpienia pierwszej miesiączki, zatem prawdopodobne jest, że wczesna pierwsza miesiączka zwiększa ryzyko wystąpienia obu chorób. Ponieważ miesiączka jest warunkiem rozwoju endometriozы, a wahania hormonalne z nią związane są silne, wydaje się, że może być to czynnik wyzwalający ataki migren u kobiet. Badacze wskazują, że im wcześniej zacznie się miesiączka, tym bardziej prawdopodobne jest to, że rozwinie się jedno lub oba zaburzenia [12].

Zakłada się, że estrogeny lub inne żeńskie hormony płciowe mogą odgrywać kluczową rolę w patofizjologii obu schorzeń. Mogą mieć one także podłoże genetyczne [13]. Wcześniejsze badania na modelach zwierzęcych wykazały, że wysoki poziom estrogenów wpływa na ekspresję genów i wewnątrzkomórkową sygnalizację przez kinazę regulującą sygnał zewnątrzkomórkowy oraz dodatkowo wpływa na modulację bólu. Zarówno nagły spadek poziomu estrogenów, jak również przewlekłe występowanie ich wysoki poziom w osoczu mogą wpływać na drażnienie nerwu trójdzielnego. Podobnie, endometrioza jest zależna od poziomu estrogenów – estrogeny bezpośrednio stymulują wzrost ektopowej tkanki endometrium i wpływają na przebieg choroby. Ponieważ estrogeny odgrywają kluczową rolę zarówno w modulacji bólu i ciężkości przebiegu endometriozы, może to wyjaśnić związek pomiędzy występowaniem endometriozы i obecnością migreny [14].

Rozbieżność teorii dotyczących współwystępowania bólów głowy i endometriozы wymaga prowadzenia dalszych badań w tym zakresie.

7. Fizjoterapia u pacjentek z bólami głowy w przebiegu endometriozy

Fizjoterapia jest skuteczną formą leczenia objawów endometriozy. Istotna jest także w leczeniu bólów głowy. Na powiązania anatomiczne pomiędzy mięśniami okolicy głowy (których napięcie może powodować lub nasilać bóle głowy) z mięśniami okolicy dna miednicy (których napięcie może być objawem lub przyczyniać się do nasilenia dolegliwości związanych z endometriozą) wskazał Thomas W. Myers, który opisał Taśmę Głęboką Przednią – jedną z funkcjonalno-strukturalnych taśm mięśniowo-powięziowych.

Struktury wchodzące w skład Taśmy Głębokiej Przedniej to między innymi: powięź dna miednicy, mięsień dźwignacz odbytu, powięź mięśnia zasłaniacza zewnętrznego, mięsień długi szyi, mięśnie podgnykowe i nadgnykowe.

Teoria występowania taśm mięśniowo-powięziowych zakłada, że odległe od siebie struktury mięśniowe, powięziowe i kostne wpływają na siebie nawzajem w określonych konfiguracjach, mogąc przyczyniać się do przenoszenia napięć w swoim obszarze (tense-gracja). Występowanie takiego powiązania może być jedną z przyczyn współwystępowania dolegliwości bólowych w obszarze głowy i okolicy miednicy. Terapia manualna okolicy mięśni głowy, głównie mięśni skroniowych, żwaczy i skrzydłowych przyśrodkowych, a także mięśni dna miednicy może skutecznie zmniejszać dolegliwości bólowe i łagodzić objawy zarówno migren, jak i endometriozy [15].

Podczas pracy z pacjentkami chorującymi na endometriozę istotne jest działanie objawowe i doraźna terapia przeciwbólowa w obszarze całej miednicy, mięśni dna miednicy, okolicy jamy brzusznej, przepony oddechowej, głównie miejscach, w których lokalizują się ogniska endometriozy. Oprócz działania analgetycznego, techniki fizjoterapeutyczne zmniejszają napięcia tkankowe i przeciwdziałają zrostom i restrykcjom tkankowym. Także aktywność fizyczna i ćwiczenia mogą wywierać szereg korzystnych efektów na objawy związane z endometriozą, ale niestety nie można tych efektów dokładnie określić na podstawie istniejącej literatury [16, 17].

Istnieje szereg doniesień na temat skuteczności terapii manualnej w leczeniu bólów głowy, jednak również efektów nie można dokładnie określić na podstawie dostępnych badań [18, 19].

Niezbędne jest, aby terapeuci zajmujący się pacjentkami z endometriozą zwrócili szczególną uwagę na jej współwystępowanie z bólami głowy i działali wielokierunkowo, celem poprawienia jakości życia i złagodzenia objawów obu chorób.

8. Podsumowanie

Istnieje istotne powiązanie pomiędzy współwystępowaniem bólów głowy i endometriozy. Wiele doniesień wskazuje na podobieństwo etiologii obu dolegliwości, a także na wspólne podłoże genetyczne i hormonalne, zwłaszcza estrogenozależne. Rozbieżność teorii dotyczących obecności bólu głowy w przebiegu endometriozy zachęca do prowadzenia dalszych badań nad tym zjawiskiem. Dokładniejsze poznanie przyczyn i mechanizmów powstawania obu dysfunkcji będzie pomocne w praktycznej terapii pacjentek. Skuteczną formą pomocy w obu dolegliwościach może okazać się fizjoterapia ukierunkowana na pracę zarówno w obszarze miednicy i brzucha, jak też głowy i szyi.

Literatura

1. Jenabi E., Khazaei S., *Endometriosis and Migraine Headache Risk: A Meta-Analysis*, Women Health, 60(8), 2020, s. 939-945.
2. Radowski S., Szyłło K., *Endometrioza. Diagnostyka i leczenie*, Edra Urban & Partner, Wrocław 2016.
3. Rolla E., *Endometriosis: Advances and Controversies in Classification, Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment* [version 1; peer review: 4 approved], F1000Research 2019, 8(F1000 Faculty Rev): 529.
4. Patel B.G., Lenk E.E., Lebovic D.I., Shu Y., Yu J., Taylor R.N., *Pathogenesis of Endometriosis: Interaction Between Endocrine And Inflammatory Pathways*, Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology, 50, 2018, s. 50-60.
5. Rożniecki J.J., Stepień A., Domitrz I., *Leczenie migreny przewlekłej — zalecenia opracowane przez Grupę Ekspertów Polskiego Towarzystwa Bólów Głowy i Sekcji Badania Bólu Polskiego Towarzystwa Neurologicznego na podstawie międzynarodowych zaleceń i najnowszej literatury*, Varia Medica, 2(5), 2018, s. 402-408.
6. *Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS)*, The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version), Cephalalgia, 33(9), 2013, s. 629-808.
7. Pavlović J.M., *Headache in Women*, Continuum, 27(3), 2021, s. 686-702.
8. De Matteis E., Ornello R., Sacco S., *Menstrually Associated Migraine*, Handbook of Clinical Neurology, 199, 2024, s. 331-351.
9. Harder A.V.E., Onderwater G.L.J., van Dongen R.M., Heijink M., van Zwet E.W., Giera M., van den Maagdenberg A.M.J.M., Terwindt G.M., *Prostaglandin-E2 Levels Over the Course of Glyceryl Trinitrate Provoked Migraine Attacks*, Neurobiology of Pain, 28(13), 2022, s. 100112.
10. Dyatlova A.S., Lin'kova N.S., Polyakova V.O., Samoshkin N.G., Kvetnoi I.M., *ARID1A, Prostaglandin E2, and Its Receptor as Possible Predictors of Malignant Transformation of the Endometrium in Endometriosis*, Bulletin of Experimental Biology and Medicine, 167(4), 2019, s. 504-507.
11. Miller J.A., Missmer S.A., Vitonis A.F., Sarda V., Laufer M.R., DiVasta A.D., *Prevalence of Migraines in Adolescents with Endometriosis*, Fertility and Sterility, 109(4), 2018, s. 685-690.
12. Mormile R., Vittori G., *Endometriosis and Migraine: What is There Behind the Scenes?*, Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism, 27(3-4), 2014, s. 389-390.
13. van der Vaart J.F., Merki-Feld G.S., *Sex Hormone-Related Polymorphisms in Endometriosis and Migraine: A Narrative Review*, Womens Health, 18, 2022, s. 1-17.
14. Wu Y., Wang H., Chen S., Lin Y., Xie X., Zhong G., Zhang Q., *Migraine Is More Prevalent in Advanced-Stage Endometriosis, Especially When Co-Occurring with Adenomyosis*, Frontiers in Endocrinology, 12, 2022, s. 814474.
15. Myers T., *Taśmy anatomiczne, Meridiany mięśniowo- powięziowe dla terapeutów manualnych i specjalistów leczenia ruchem*, DB Publishing, Warszawa, 2014.
16. Wójcik M., Szczepaniak R., Placek K., *Physiotherapy Management in Endometriosis*, International Journal of Environmental Research and Public Health, 19, 2022, s. 16148.
17. Tennfjord M.K., Gabrielsen R., Tellum T., *Effect of Physical Activity and Exercise on Endometriosis-Associated Symptoms: A Systematic Review*, BMC Women's Health, 9(21), 1, 2021, s. 355.
18. Chaibi A., Russell M.B., *Manual Therapies for Primary Chronic Headaches: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials*, The Journal of Headache and Pain, 20(1), 2019, s. 81.
19. Odell J., Clark C., Hunnisett A., Ahmed O.H., Branney J., *Manual Therapy For Chronic Migraine: A Pragmatic Randomised Controlled Trial Study Protocol*, Chiropractic & Manual Therapy, 27(27), 2019, s. 11.

Bóle głowy u pacjentek z endometriozą

Streszczenie

Endometrioza jest hormonoimmunologiczną chorobą, która dotyka coraz większą grupę populacji kobiet w coraz młodszym wieku. Istnieje szereg specyficznych objawów endometriozy, takich jak: bolesne miesiączki, bóle owulacyjne, zespół napięcia przedmiesiączkowego, bolesna defekacja, dolegliwości bólowe pęcherza, dyspareunia, dolegliwości ze strony układu pokarmowego, bóle piersi, nieregularne cykle menstruacyjne oraz krwawienia pomiędzy miesiączkami. Do mniej specyficznych objawów należą: przewlekłe zmęczenie, bóle odcinka lędźwiowego i krzyżowego kręgosłupa, bóle nóg, bóle w klatce piersiowej, stany lękowe, mgła mózgowa, zaburzenia snu, problemy z zająciem w ciąży oraz bóle głowy i migreny. Współwystępowanie migren i bólów głowy z endometriozą jest obecnie powszechnym zjawiskiem. Oprócz przyczyn strukturalnych i funkcjonalnych, wiele badań naukowych opisuje hormonalne podłoże występowania bólów głowy i migren, co może tłumaczyć tak duże ryzyko ich występowania w przebiegu endometriozy.

Cel: Celem pracy jest opisanie powiązania endometriozy z występowaniem bólów głowy o różnym pochodzeniu.

Wnioski: Istnieje istotne ryzyko występowania bólów głowy i migren u kobiet z endometriozą. Dokładniejsze poznanie tego zjawiska może pomóc w zrozumieniu przebiegu choroby i być cenną wskazówką diagnostyczną oraz praktyczną w terapii endometriozy.

Słowa kluczowe: endometrioza, bóle głowy, migreny

Headache in a Patient with Endometriosis

Abstract

Endometriosis is a hormonal-immune effect that affects an increasing number of women at an increasingly younger age. There are a number of symptoms of endometriosis, such as: menstrual problems, ovulation pain, premenstrual syndrome, painful defecation, bladder pain, dyspareunia, systemic problems, breast pain, irregular menstrual cycles and bleeding before periods. Less serious effects include lumbar and sacral disease, leg pain, chest pain, anxiety, brain fog, sleep problems, trouble getting on exams, and headaches and migraines. The co-occurrence of migraines and headaches with endometriosis is now common. In addition to structural and functional causes, many scientific and hormonal studies have shown the onset of headaches and migraines, which may explain such a high risk of their occurrence in the course of endometriosis.

Objective: The aim of the study is to describe the associations of endometriosis with post-application headache attacks.

Conclusions: Significant risk of headache and migraine in women with endometriosis. A more detailed understanding of this phenomenon may help to recognize the course of the disease and be a valuable diagnostic clue and a practical method of treating endometriosis.

Keywords: endometriosis, headaches, migraines

Fizjoterapia zaburzeń integracji sensorycznej u dzieci z wybranymi chorobami genetycznymi

1. Wprowadzenie

Fizjoterapia prowadzona wśród dzieci z zaburzeniami genetycznymi jest wyzwaniem zarówno dla początkujących, jak i doświadczonych terapeutów. Wymaga interdyscyplinarności oraz współpracy całego zespołu fizjoterapeutycznego, w którego składzie obok fizjoterapeuty i lekarza prowadzącego znajdują się personel pielęgniarski, logopeda, pedagog specjalny, pracownik socjalny, hipoterapeuta i inni. Co ostatnio bywa szczególnie podkreślane, w zespole tym powinien znaleźć miejsce także sam rodzic.

Mnogość deficytów, jakie najczęściej niesie za sobą schorzenie genetyczne determinuje tym samym całościową, stałą opiekę nad pacjentem, która nie kończy się z wiekiem dziecięcym. Jeśli obok deficytów ruchowych pojawiają się zaburzenia intelektualne i poznawcze, ograniczają one możliwości samodzielnego funkcjonowania pacjenta, który staje się zależny od rodziny czy opieki instytucjonalnej. Ta ostatnia generuje wysokie koszty społeczne, co przemawia za modelem propagowanym w niektórych krajach europejskich, gdzie państwo dzięki narzędziom prawnym, edukacyjnym i medycznym udziela maksymalnego wsparcia rodzinie. Przykładowo w Irlandii obok świadczenia opiekuńczego i dodatku opiekuńczego rodzina dziecka z niepełnosprawnością otrzymuje dodatek z tytułu opieki domowej (ang. *Domiciliary Care Allowance*) [1]. W Niemczech opieka nie kończy się na świadczeniach finansowych, ale opiera się na indywidualnym i zróżnicowanym podejściu do każdego podopiecznego w zakresie jego potrzeb edukacyjno-wychowawczo-terapeutycznych [2]. Bogactwo form wsparcia, różnorodność rozwiązań edukacyjnych i wychowawczych nakierowanych na dzieci wydają się niezbędną podstawą dla rodzin dzieci z niepełnosprawnością, by móc funkcjonować samodzielnie bez konieczności korzystania z opieki w ośrodkach pomocy społecznej. Rodzic powinien posiadać zarówno zaplecze finansowe, jak i edukacyjne oraz medyczne. Według Kulik i Otrębskiego już samo przyjście na świat dziecka z chorobą genetyczną stanowi źródło stresu i niesie często szereg problemów społecznych i kryzysów na polu rodzinnym [3]. Tym bardziej zapewnienie godziwych warunków wydaje się niezbędne, by ułatwić życie rodzinom dziecka z chorobą genetyczną, ale i aby wdrożyć elementy prowadzonej fizjoterapii na działania rodzica w domu, co wpłynie na poprawę jej efektywności.

Mimo trudności prawnych, finansowych czy kłopotów z dostępem do opieki medycznej rodzice dzieci z niepełnosprawnościami w Polsce stanowią wyjątkową grupę społeczną. Zawijają stowarzyszenia, których celem jest wzajemna pomoc, edukacja czy też działania na rzecz poprawy życia ich dzieci. Przykładem jest prężnie działające Stowarzyszenie Zespołu Williamsa, które rokrocznie organizuje zjazdy naukowo-edukacyjne dla kilkudziesięciu rodzin z Polski, podczas których udzielane są porady

¹ monika.stefaniak@interia.pl, Wydział Nauk Medycznych, Poznańska Akademia Medyczna im. Mieszka I w Poznaniu, <https://pam.poznan.pl/>.

psychologiczne, prowadzone szkolenia medyczne i socjalne [4]. Pokazuje to determinację rodziców w dążeniu do uzyskania maksymalnej sprawności dla ich pociech, a dla terapeutów i całego środowiska medycznego powinno to stać się cenną informacją, że taki rodzic jest pełnoprawnym, świadomym i odpowiedzialnym partnerem w procesie terapeutycznym.

U dzieci z chorobami o podłożu genetycznym, takim jak np. zespół Williamsa-Baurena, zespół Retta czy zespół Marfana występuje szereg problemów zdrowotnych, w tym schorzenia układu krążenia, deficyty ruchowe czy intelektualne. Cechą wspólną występującą u większości podopiecznych z tymi schorzeniami są zaburzenia integracji sensorycznej. Mają one wpływ zarówno na codzienne funkcjonowanie poznawcze dziecka, jak i na aspekty behawioralne czy relacje międzyludzkie. Poprawa tej sfery powinna być zatem ważnym elementem fizjoterapii uwzględnianym w celach bliskich i dalekich planu terapeutycznego. Edukacja i włączenie rodzica w zakres tych działań może pomóc osiągnąć maksymalne możliwe i trwałe efekty terapeutyczne.

2. Charakterystyka wybranych schorzeń genetycznych

Rzeczywistość medycyny umożliwia obecnie w znacznie większym stopniu niż kilkadziesiąt lat temu poznanie charakteru, specyfiki i przyczyn danego schorzenia. Daje to możliwość prawidłowej diagnozy, szybszego dostępu do niezbędnych interwencji medycznych czy fizjoterapii. Nie wszystkie schorzenia genetyczne są jednak równie łatwo rozpoznawalne jak z w przypadku trisomii 21. chromosomu, gdzie diagnoza odbywa się zwykle po narodzinach dziecka [3]. W szczególności dotyczy to chorób rzadkich, za które według definicji podanej przez ekspertów Unii Europejskiej uznaje się te, które dotyczą nie więcej niż 5 na 10 000 osób.

W pracy scharakteryzowane zostaną trzy choroby genetyczne: zespół Williamsa-Beurena, zespół Retta oraz zespół Marfana, które zostały wpisane na listę chorób rzadkich Ministerstwa Zdrowia [5], zatem poznanie ich wydaje się istotne dla fizjoterapeutów pracujących z dziećmi z niepełnosprawnościami.

2.1. Charakterystyka zespołu Williamsa-Beurena

Pierwszymi lekarzami, którzy powiązali kilka objawów ze sobą i odnotowali je jako odrębną jednostkę kliniczną, byli Williams w 1961 r., a po nim Beuren w 1962 r. Do roku 1993 wskazane przez nich kryteria diagnostyczne stanowiły podstawę rozpoznania zespołu Williamsa-Beurena (WBS, ang. *Williams-Beuren syndrome*). Odkrycie, że WBS jest zaburzeniem mikrodelecji chromosomowej (delecja 7q11.23), dało możliwość potwierdzania obecności zespołu metodą FISH (ang. *Fluorescent In Situ Hybridization*), gdzie wykrycie w badanym materiale genetycznym określonej sekwencji DNA odbywa się z pomocą sond fluorescencyjnych [6]. Zespół Williamsa jest zaburzeniem stosunkowo rzadko występującym – szacuje się, że dotyczy około 1 na 7 500-18 000 osób w zależności od źródła i populacji badawczej [4].

Rozpoznanie fenotypu dominującego w WBS w okresie dziecięcym jest zwykle spowodowane obecnością jednego lub więcej charakterystycznych objawów WBS, takich jak typowe i wskazywane już przez Williamsa i Beurena rysy twarzy, zmiany w układzie sercowo-naczyniowym, hiperkalcemia i/lub opóźnienie rozwoju. Wielu pacjentów pozostaje jednak często do późnego wieku bez rozpoznania, co może skutkować pogorszeniem ich stanu zdrowia, gdyż nie podlegają badaniom przesiewowym w kierunku

problemów wysokiego ryzyka, co może nasilać w przyszłości objawy współwystępujących zaburzeń poznawczych, behawioralnych czy społecznych.

Do najczęściej występujących i ważnych deficytów zdrowotnych u osób z WBS zalicza się problemy sercowo-naczyniowe takie jak: nadzastawkowe zwężenie aorty (SVAS), nadzastawkowe zwężenie tętnicy płucnej (SVPS) czy obwodowe zwężenie płuc (PPS), a nawet zwężenie gałęzi płucnych, które bez leczenia i terapii mogą odpowiadać za niewydolność prawej komory czy za problemy neurologiczne w wyniku niedokrwienia i niedotlenienia tkanki mózgowej [6, 7].

Brak genu elastyny wpływa na pogorszone funkcjonowanie narządów wewnętrznych: m.in. serca, płuc, jelit oraz ich szybszą degenerację [8], ale także na nieprawidłowości tkanki łącznej w obrębie stawów. To determinuje gorszy rozwój fizyczny dzieci z WBS, który przebiega wolniej niż u ich zdrowych rówieśników, a wszystkie „kamienie milowe” ontogenezy osiągają one z pewnym opóźnieniem. U dzieci z WBS rozpoznaje się także problemy zdrowotne związane ze wzrokiem lub słuchem, w tym nadwrażliwość na dźwięki, ale też i nierzadko słuch absolutny czy wybitne umiejętności muzyczne lub językowe. Charakterystyczne są także szeroko pisywane w literaturze relacje międzyludzkie. Choć u niektórych pacjentów mogą występować objawy ze spektrum autyzmu, to wiele osób z WBS posiada wysoki poziom empatii, są one przyjacielskie, zaangażowane emocjonalnie i otwarte. Cherniske i wsp. zaobserwowali jednak pogorszone zdolności adaptacyjne, które mogą zaburzać funkcjonowanie społeczne i skutkować niesamodzielnością życiową [7]. Mówie często towarzyszy często pusty słowotok, echolalia i fiksacja na wybranej tematyce, co może pogorszać koncentrację i utrudniać prowadzenie fizjoterapii [4].

2.2. Charakterystyka zespołu Retta

Zespół Retta (RS, ang. *Rett Syndrome*) to rzadka (występuje z częstością 1 na 10 000-15 000 żywo urodzonych noworodków), uwarunkowana genetycznie choroba neurorozwojowa diagnozowana wśród płci żeńskiej. Zaburzenia powstają w wyniku mutacji genu położonego na chromosomie X, stąd u chłopców mutacja ta jest letalna. Gen ten koduje białko MeCP2, które w warunkach prawidłowych wiąże się ze zmetylowanymi fragmentami DNA, wpływając na aktywowanie lub zablokowanie transkrypcji genów. MeCP2 jest niezbędne do prawidłowego rozwoju mózgu, co powoduje u pacjentów z RS zatrzymanie dojrzewania neuronów. Dotychczas udało się wykryć aż 500 różnych mutacji tego genu [9].

Fenotyp kliniczny i behawioralny dzieci z RS zmienia się w ciągu życia rozwojowego, a nasilenie objawów zależy od postaci klinicznej zespołu, gdzie wyróżnia się klasyczną i atypową, która cechuje się cięższym przebiegiem z napadami zgięciowymi i padaczką [10].

Do charakterystycznych objawów tego zespołu zalicza się opóźnienie rozwoju intelektualnego i zachowania autystyczne oraz zaburzenia motoryki ciała. Co ważne dla diagnostyki i samej fizjoterapii – w postaci typowej RS okres noworodkowy i wczesnodziecięcy przebiega zasadniczo prawidłowo, po czym następuje faza regresu z utratą między innymi nabytych już umiejętności komunikacyjnych i poznawczych. Rodzice w wywiadzie opisują nagłe pogorszenie funkcji ruchowych oraz pojawianie się napadów drgawkowych, stereotypie rąk czy zaburzenia oddychania. Po tym czasie następuje faza względnej stabilizacji objawów (*plateau*). U dziewczynek, pomimo że obserwuje

się opóźnienie wzrastania, niską masę ciała i hipotonię mięśniową, możliwa jest nauka chodu (najczęściej z pominięciem fazy raczkowania) a nawet otwarcie na pozyskiwanie nowych umiejętności i chęć eksploracji otoczenia. U części osób z RS notuje się wypowiadanie pojedynczych słów i świadomą komunikację [9]. W kolejnej fazie rozwojowej, zwykle po 10. r.ż. pojawia się znów moment przełomu, gdzie widoczne jest znaczne pogorszenie stanu ruchowego, ograniczające mobilność pacjentek. Wypracowane wcześniej umiejętności chodu czy siadania zanikają aż do pełnej akinezy [11].

Fizjoterapia zasadniczo skupia się na poprawie funkcji motorycznych, mobilności i poprawie ogólnego samopoczucia fizycznego oraz na redukcji ewentualnych powikłań wtórnych, takich jak skolioza, hiperkifoza czy osteoporoza pojawiająca się wskutek regresji umiejętności chodu. Trudnościami, na jakie napotyka fizjoterapeuta, to także problemy komunikacyjne (płaczliwość), stereotypowe ruchy rąk czy zachowania samo-okaleczające, wymagające uwzględnienia w terapii elementów wsparcia behawioralnego i czucia ciała [10, 11].

2.3. Charakterystyka zespołu Marfana

Zespół patologii układu kostno-szkieletowego po raz pierwszy został opisany w literaturze w 1929 r. jako „choroba Marfana” (MFS, ang. *Marfan's syndrome*). Marfan rozpoznał u małej dziewczynki charakterystyczne powikłania sercowo-naczyniowe i nazwał to zjawisko dolichostenomią [12]. U większości osób z MFS występuje przede wszystkim bezobjawowe powiększenie korzenia aorty stopniowo przekształcające się w tętniaka. Farmakoterapia może spowolnić tempo rozrostu, jednak z czasem tętniak staje się niestabilny i może doprowadzić do rozwarstwienia lub pęknięcia aorty.

Zespół Marfana to choroba uwarunkowana genetycznie, a jej przyczyną jest dziedziczona w sposób autosomalnie dominujący mutacja w genie fibryliny-1 (FBN1), która ulokowana jest na chromosomie 15. i odpowiada za zmiany w budowie białka fibryliny-1 – głównego budulca włókien tkanki łącznej. Mikrofibryle fibryliny-1 uczestniczą w regulacji transformującego czynnika wzrostu β (TGF- β), który w prawidłowych warunkach jest przyłączany do tkanki łącznej przez fibrylinę-1, co umożliwia przekazanie sygnału między komórkami. U osób z MFS fibrylina-1 nie może prawidłowo związać się z TGF- β , przez co dochodzi do zmian i zaburzeń funkcji w obrębie układu mięśniowo-szkieletowego, a także narządu wzroku, serca i opisanych wyżej naczyń krwionośnych. Zmiany mogą dotyczyć innych narządów i tkanek, dlatego objawy kliniczne u pacjentów z MFS mogą być zróżnicowane [12]. Określa się, iż zespół Marfana występuje z częstością ok. 2-3 na 100 000, z podobną częstotliwością odnośnie do płci i rasy [13].

Pacjentów cechuje zwykle wysoka sylwetka, z jednoczesną asteniczną budową ciała (mała masa ciała, mała ilość tkanki tłuszczowej). Osoby z MFS mają obniżone napięcie mięśniowe, wady budowy klatki piersiowej (kurza lub lejkowata) i pleców (skolioza), nadruchość stawów, płaskostopie i arachnodaktylię co tworzy tzw. fenotyp marfanoidalny [12]. Kluczowe znaczenie u pacjentów z zespołem Marfana ma określenie ryzyka ostrego rozwarstwienia aorty, co wymaga rutynowego obrazowania aorty, podawania leków spowalniających rozrost aorty oraz wczesnej chirurgicznej naprawy powiększonej aorty lub tętniaka. Zatem rozpoznanie i potwierdzenie testem genetycznym identyfikującym mutację w genie FBN1 powinno odbywać się jak najszybciej, a przesiewowo w gabinecie fizjoterapeuty można wykonać tzw. „test kciuka” [12, 13].

Trudności w fizjoterapii pacjentów z MFS polegają na stosowaniu ograniczeń w postaci unikania wysiłku fizycznego o dużym natężeniu, szczególnie ćwiczeń izometrycznych, współzawodnictwa czy sportów kontaktowych. Pacjenci powinni wykonywać ćwiczenia izokinetyczne, które nie powinny zwiększać ruchomości stawów i poprawiać stabilizację centralną tułowia. Nie należy zapominać także o ryzyku rozedmy płuc czy zagrożeniu niewydolnością serca, gdyż mutacje tkanki łącznej mogą się tworzyć cały czas, a istniejące już defekty pogłębiać [13, 14].

3. Deficyty integracji sensorycznej u dzieci z wybranymi schorzeniami genetycznymi

Integracja sensoryczna to organizacja zasobów informacji odbieranych przez nasze ciało do celowego wykorzystania [15]. Ayres definiuje integrację sensoryczną jako skomplikowany, podświadomy proces neurologiczny, który obejmuje rejestrację, przewodzenie oraz interpretację informacji odbieranych z receptorów zmysłów, które podzieliła na trzy grupy. W pierwszej z grup autorka wyróżniła zmysły, które przekazują bodźce z zewnątrz do ciała (eksteroreceptory), czyli: wzrok, słuch, dotyk, smak i zmysł powonienia. W drugiej grupie znalazły się te zmysły, które informują o położeniu i ruchu ciała (proprioceptory), czyli m.in. zmysł przedsionkowy, dostarczający informacji związanych z równowagą, grawitacją i ruchami głowy oraz zmysł propriocepcji, który przekazuje informacje o aktualnej pozycji i ruchu ciała. W ostatniej z grup wyróżniono zmysły, które sygnalizują o tym, co się dzieje wewnątrz ciała tzw. interoreceptory odpowiedzialne za czucie trzewne [16].

Metoda integracji sensorycznej (SI, ang. *sensory integration*) w założeniu miała być wykorzystywana w terapii dzieci neurotypowych, które jednak prezentują zakłócenia w obszarze procesów przetwarzania sensorycznego. Jej wysoka skuteczność, nieinwazyjność oraz możliwość wykorzystania metody jako elementu planu terapeutycznego spowodował jej popularność wśród terapeutów zajmujących się między innymi pacjentami z zaburzeniami centralnego układu nerwowego [17, 18]. Znajduje zatem zastosowanie wśród pacjentów z obniżonym poziomem rozwoju intelektualnego, osób z nadrucliwością czy trudnościami w koncentracji uwagi, a nawet u dzieci z autyzmem wczesnodziecięcym czy mózgowym porażeniem dziecięcym [17]. Co interesujące z punktu widzenia fizjoterapii, metoda może znaleźć zastosowanie w przypadku pacjentów z deficytami SI, u których zdiagnozowano pierwotnie schorzenia o podłożu genetycznym [19]. Niektóre z badań podnoszą nawet, że częstość występowania zaburzeń SI jest w dużym stopniu uwarunkowana genetycznie [20].

Do głównych problemów z obszaru zaburzeń SI dzieci należą trudności w komunikacji ze środowiskiem zewnętrznym i zaburzenia kontroli silnych emocji. Sferę ruchową charakteryzuje dyspraksja lub nawet apraksja. Pacjenci prezentują stereotypie ruchowe, trudności w zakresie celowego użycia rąk, niedobory w zakresie równowagi i patologiczny chód. Deficyty czucia głębokiego indukują skrzywienie kręgosłupa i inne wady postawy, a część pacjentów ponadto ma trudności w zakresie zgłaszania potrzeb fizjologicznych [15, 17-19].

3.1. Zaburzenia IS u dzieci z zespołem Williamsa

Dzieci z zespołem Williamsa obok wspomnianych wyżej zaburzeń o podłożu zdrowotnym wynikającym ze specyfiki schorzenia wykazują deficyty z obszaru integracji sensorycznej objawiające się szczególnie w postaci dyspraksji, dysfunkcji motoryki małej oraz zaburzeń czucia, także w okolicach twarzy.

Fizjoterapia prowadzona wśród dzieci z WBS może opierać się na założeniach metody NDT – Bobath (NDT, ang. *Neurodevelopmental Treatment*), gdzie ćwiczenia wykonywane są jednocześnie z zaangażowaniem zmysłów, głównie receptorów czucia wewnętrznego (proprioceptywnego) i równowagi. Wzorce ruchowe tworzone są poprzez stymulowanie ruchów w tzw. strefach wyzwalań: głowy, obręczy barkowej i obręczy biodrowej, co ułatwia dziecku prawidłowe kierowanie ruchem i wspomaga jego czucie [21]. Inną metodą fizjoterapeutyczną, która sprawdzi się w przypadku u pacjentów z WBS posiadających deficyty czuciowe w obrębie twarzy – żucie, połykanie, mowa czy bruksizm – jest metoda Neurosensomotorycznej Integracji Odruchów Masgutovej (MNRI, ang. *Method of Reflex Integration*). Metoda wspomaga integrację odruchów ustno-twarzowych poprzez pracę nad rozluźnieniem i aktywizacją mięśni twarzy, szyi oraz całego ciała [22].

Fizjoterapeuta powinien zwrócić uwagę na występującą często u dzieci z WBS nadwrażliwość słuchową. Metodami, z których należy czerpać inspirację i włączać ich elementy w klasyczną fizjoterapię, mogą być metoda Tomatisa czy muzykoterapia, które wpływają na poprawę przetwarzania słuchowego, łagodzą nadwrażliwość słuchową i sprzyjają poprawie koncentracji uwagi i redukcji negatywnych zachowań behawioralnych wynikających z nadmiernego pobudzenia tej sfery [23-25].

Ważnym elementem wpływającym na poprawę życia codziennego dziecka oraz rodziców z WBS są umiejętności manualne, które zdeterminowane są poziomem rozwoju motoryki małej. Liczne badania wskazują na głębokie deficyty dzieci z WBS właśnie w tym obszarze. Z jednej strony przyczyną wydają się być hipotonia mięśniowa i zaburzenia praksji oraz czucia proprioceptywnego – czyli integracja na poziomie motoryki dużej, z drugiej strony wady układu kostno-stawowego [26].

W badaniach Semel i Rosner u ponad 80% dzieci z zespołem Williamsa obserwuje się nieprawidłowy uchwyt oraz nacisk ołówka w trakcie pisania, co utrudnia poprawne i czytelne pismo [27]. W innych badaniach zaobserwowano, że 38% analizowanych dzieci z WBS w wieku 10-12 lat w trakcie zadania polegającego na kolorowaniu rysunku użyła chwytu bocznego („kluczowego”), który powinien zanikać w wieku około sześciu lat. Wskazuje to na opóźnienie w obrębie integracji sensorycznej w relacji do zdrowych rówieśników, co wpływa na zdolności manualne oraz koordynację ruchowo-przestrzenną. U dzieci z WBS dopiero w wieku 10 lat zaczyna się kształtować preferencja jednej z rąk, jednakże często lateralizacja pozostaje nieustalona bądź skrzyżowana [26]. Fizjoterapia powinna odnosić się zatem do zadań, w których pojawiłyby się działania, takie jak: budowanie z klocków, układanki typu puzzle, nawlekania, wydzieranie, malowanie palcami itp., które wspomagają praksję i wybór dominującej półkuli mózgowej (rys. 1, 2).



Rysunek 1. [opracowanie własne]



Rysunek 2. [opracowanie własne]

Nie należy zapominać także o kontroli globalnej ciała i pracy nad praksją, które fizjoterapeuta może realizować poprzez wplecioną w terapię zabawę: łapanie i rzucanie piłki, stąpanie po niestabilnej powierzchni lub na zmniejszonej płaszczyźnie podparcia (rys. 3, 4).



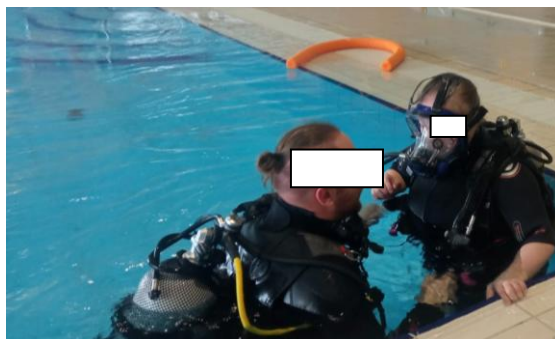
Rysunek 3. [opracowanie własne]



Rysunek 4. [opracowanie własne]

3.2. Zaburzenia IS u dzieci z zespołem Retta

Do trudnych problemów terapeutycznych w przypadku dzieci z RS, które trzeba podjąć w fizjoterapii, należy nieprawidłowe napięcie mięśniowe. Ten element może nasilać bruksizm i problemy z jedzeniem, wady postawy (skoliozę i płaskostopie) oraz regresję w globalnym rozwoju fizycznym m.in. w chodzie czy ruchach rąk. Problemy z przetwarzaniem sensorycznym są powszechne w RS, a terapia integracji sensorycznej pomaga chorym regulować i adekwatnie reagować na bodźce sensoryczne. Badania Drobnika i wsp. (2019) wskazują, że umiejętnie wprowadzona do ćwiczeń terapia SI ukierunkowana na przetwarzanie sensoryczne i planowanie motoryczne, może stanowić bazę do poprawy chwytania przedmiotów i zaangażowania kończyn górnych [28]. Strategie fizjoterapeutyczne mogą także dotyczyć czucia głębokiego czy regulacji układu przedsionkowego, przykładem są hipoterapia czy ćwiczenia w wodzie z elementami nurkowania. Z racji problemów komunikacyjnych, deficytów intelektualnych i ze względów bezpieczeństwa zaleca się, aby zajęcia prowadził instruktor przeszkolony do pracy z osobami z niepełnosprawnością. W przypadku nurkowania – najlepiej stowarzyszony w HSA (ang. *Handicapped Scuba Association*). Zajęcia w wodzie przeprowadza się zwykle etapami, po uprzedniej adaptacji, na płytkiej wodzie z maską pełnotwarzową i z asekuracją (rys. 5).



Rysunek 5. [opracowanie własne we współpracy z HSA „Krok po kroku” [29]]

3.3. Zaburzenia IS u dzieci z zespołem Marfana

Jak wspomniano wcześniej, zespół Marfana manifestuje się charakterystycznie długimi kończynami i szczupłą budową ciała, a także arachnodaktylią, deformacjami klatki piersiowej, skoliozą oraz nadmierną wiotkością więzadeł stawowych [13]. Występujące tu wady postawy mogą być spowodowane zaburzeniami równowagi i obniżonym napięciem mięśniowym. Obszarami, jakie wymagają diagnostyki i terapii, są wskazane przez Ayres czucie głębokie – propriocepcja i zmysł przedsionkowy [16].

Fizjoterapia w MFS zwykle zawiera elementy klasycznej gimnastyki stabilizującej czy kinezyterapii ukierunkowanej na wady postawy, np. metodą Schroth. Wydaje się wskazane włączenie w terapię elementów równoważnych, np. półpiłki bosu, ścieżki sensorycznej czy ćwiczeń w podwieszeniu (tzw. „podwiesia”). Komponenty te doskonale realizuje także odpowiednio przeprowadzony program hipoterapeutyczny, gdzie można wpleść ćwiczenia obrotów ciała na koniu, wznosy ramion czy kolan, siedząc na koniu (rys. 6).



Rysunek 6. [opracowanie własne]

Trudniejszymi ćwiczeniami będzie na przykład utrzymanie sylwetki podczas zmian tempa chodu konia (przejście ze stępu do klusa). Ćwiczenia stosowane w hipoterapii są doskonałym przykładem zajęć integrujących zmysły i stabilizujących sylwetkę (rys. 7, 8).



Rysunek 7. [opracowanie własne]



Rysunek 8. [opracowanie własne]

4. Podsumowanie

Metoda SI jest skierowana głównie do dzieci z trudnościami w uczeniu się, ale znajduje swoje zastosowanie także wobec dzieci z zaburzeniami rozwoju intelektualnego, ruchowego, w autyzmie i innych zaburzeniach, takich jak np. schorzenia o podłożu genetycznym. W przebiegu chorób, takich jak zespół Williamsa, zespół Retta czy zespół Marfana obserwuje się bowiem szereg deficytów wymagających korekcy i wsparcia. Elementy SI powinny znaleźć się zatem w planie fizjoterapeutycznym ze względu na użyteczność tej metody. Terapeuta, uwzględniając deficyty w obszarze SI, balansuje na granicy możliwości dziecka, dostarczając układowi nerwowemu bodźców wyzwalających więcej reakcji adaptacyjnych i wpływa na procesy uczenia się motorycznego. Podczas zajęć z elementami SI informacje docierające z własnego ciała pacjenta oraz z otoczenia tworzą rodzaj *bazy wiedzy o sobie samym, o położeniu poszczególnych części ciała, o swoim położeniu względem innych osób i przestrzeni wokół siebie. Daje to większą kontrolę nad własnymi ruchami, lepszą koordynację zmysłowo-ruchową bez względu na to, czy wszystkie zmysły działają prawidłowo, czy są uszkodzone* [16]. Przekłada się to na codzienne funkcjonowanie dziecka – zakładanie butów, ubranie, jedzenie czy higienę osobistą.

W terapii z pacjentem fizjoterapeuta poszukuje optymalnej, indywidualnej drogi, dążąc do maksymalnej skuteczności swoich działań względem danego pacjenta. Ukazane wyżej propozycje ćwiczeń nie stanowią zatem przepisu na idealną metodę fizjoterapeutyczną, a jedynie wskazują opcje w poszukiwaniu dróg i sposobów na zastąpienie nieprawidłowo wytworzonych mechanizmów czuciowo-zmysłowo-ruchowych przez takie, które w naturalnych warunkach u prawidłowo rozwijającego się człowieka powstają samoistnie. Konarska wskazuje, że *wszystkie zakładają (...) istnienie zależności między rozwojem intelektualnym a sensoryczno-motorycznym, nawiązując do piagetowskiej teorii rozwoju poznawczego. Która jest najbardziej skuteczna? – Nie ma na to pytanie odpowiedzi* [30].

Kluczowa w rozpoznaniu istoty problemu i prawidłowym doborze terapii u danego pacjenta jest diagnostyka, która opiera się na kilku dostępnych narzędziach. Jednym z nich są Testy Południowo-Kalifornijskie służące do oceny jakościowej procesów SI i analizy danych uzyskanych z obserwacji klinicznej u pacjenta. Praktycznym i precyzyjnym narzędziem są również karty oceny rozwoju psychoruchowego KORP służące do analiz dzieci w przedziale wieku od 1 mies. do 9. r.ż. Jak wskazują badania, KORP można wykorzystywać do planowania wielospecjalistycznej pomocy dzieciom z zaburzonym rozwojem psychoruchowym, a także w celu ewaluacji zastosowanych metod rehabilitacyjnych [31].

Nie należy zapominać też o roli rodzica w całym procesie terapeutycznym. To on przejmuje bowiem dziecko z momentem wyjścia dziecka z gabinetu. Edukacja, uświadomienie i wdrożenie rodzica do procesu terapeutycznego nie tylko przedłuża efekty terapeutyczne, ale i gwarantuje spójność podejścia do pacjenta.

Klajmon-Lech podkreśla, że choroba dziecka zmienia cały system rodzinny, łącznie ze zmianami w istniejących wzorach jego funkcjonowania. Zwraca uwagę, że w odniesieniu do grupy rodziców dzieci z rzadkimi chorobami genetycznymi proces gonitwy terapeutycznej trwa dłużej, gdyż wiąże się z trudem poszukiwania diagnozy genetycznej, a następnie odnalezienia skutecznych terapii i form leczenia rzadkiej choroby dziecka. Wiśniewska poddaje, że *terapia integracji sensorycznej pomaga rodzicom*

w zrozumieniu problemów ich dzieci. Może pomóc w opanowaniu przez dziecko wielu umiejętności ruchowych i poznawczych poprzez przyjęcie neurofizjologicznej perspektywy. Rodzic zaś, który na skutek diagnozy o nieuleczalnej chorobie dziecka przeżywa często żal, ból i rozpacz na kształt ...swoistej żałoby po nienarodzonym, a wymarzonym dziecku zdrowym [3], dzięki postawieniu go jako pełnoprawnego partnera w terapii zyskuje postawę bardziej zadaniową, co może w znaczący sposób przyczynić się do przedłużenia efektywności działań fizjoterapeutycznych w terapii dzieci ze schorzeniami genetycznymi. Wenczyński [32] proponuje także, by rodzice współpracowali z terapeutą przy opracowaniu indywidualnego planu dla swojego dziecka, ustalali zadania do realizacji w domu i rozliczali się z nich. Są oni dla terapeuty wyjątkowym źródłem wiedzy na temat bieżących postępów i trudności chorego dziecka.

5. Wnioski

1. Zaburzenia integracji sensorycznej występują u większości dzieci z w wybranymi schorzeniami o podłożu genetycznym – zespołe Williamsa, Retta i Marfana, choć manifestują się inaczej u poszczególnych pacjentów ze względu na specyfikę schorzenia.
2. Zaburzenia integracji sensorycznej u dzieci z wybranymi schorzeniami genetycznymi mogą stanowić źródło trudności w codziennym funkcjonowaniu pacjentów na polu edukacyjnym, behawioralnym czy ruchowym.
3. Elementy terapii integracji sensorycznej powinny być uwzględniane w klasycznych planach terapeutycznych prowadzonych przez fizjoterapeutów ze względu na korzyści zdrowotne oraz na poprawę spójności procesu terapeutycznego pacjentów z wybranymi schorzeniami genetycznymi.
4. Rodzic powinien stać się równorzędnym, świadomym i odpowiedzialnym członkiem zespołu terapeutycznego i powinien pozostawać w ścisłym kontakcie z prowadzącym terapię fizjoterapeutą.

Literatura

1. https://ec.europa.eu/employment_social/empl_portal/SSRinEU/Your%20social%20security%20rights%20in%20Ireland_pl.pdf [data dostępu: 27.04.2024].
2. Kuształ J., *Formy wsparcia i pomocy edukacyjno-wychowawczej dzieci i młodzieży o specjalnych potrzebach edukacyjnych w Niemczech*, Chowania, 1, 2012, s. 247-255.
3. Kulik M., Otrębski W., *Funkcjonowanie rodziny z dzieckiem niepełnosprawnym w wyniku choroby genetycznej*, Polskie Forum Psychologiczne, XVIII, 1, 2012, s. 91-104.
4. <https://www.zespolwilliamsa.org/patient/> [data dostępu: 27.04.2024].
5. <https://choroby rzadkie.gov.pl/pl/lista-chorob-rzadkich> [data dostępu: 27.04.2024].
6. Pober B.R., Morris C.A., *Diagnosis and Management of Medical Problems in Adults with Williams–Beuren Syndrome*, American Journal of Medical Genetics Part C (Seminars in Medical Genetics), 14, 2007, s. 280-290.
7. Cherniske E.M., Carpenter T.O., Klaiman C., Young E., Bregman J., Insogna K., Schultz R.T., Pober B.R., *Multisystem Study of 20 Older Adults with Williams Syndrome*, American Journal of Medical Genetics Part A, 131A, 2004, s. 255-264.
8. Kozel B.A., Bayliss S.J., Berk D.R., Waxler J.L., Knutsen R.H., Danback J.R., Pober B.R., *Skin Findings in Williams Syndrome*, American College of Medical Genetics A. Sep, 164A (9), 2014, s. 2217-25.
9. Midro A.T., *Zespół Retta – postępy badań nad patogenezą*, Neurologia Dziecięca, 19(38), 2010, s. 3.
10. Gorgoń-Dezór O., *Badania nad leczeniem Zespołu Retta*, Child Neurology – Neurologia Dziecięca, 33(61), 2023, s. 14-19.

11. Pietrykowska A., *Patogeneza i rozpoznanie kliniczne zespołu Retta*, Journal of Health Sciences, 4(1), 2014, s. 401-408.
12. Grużewska-Piotrowska K., Pająk M., Hubka J., Wcisło W., *Marfan's syndrome –Inheritance, Diagnostic Methods, Management in Disease*, Quality in Sport, 14(1), 2023, s. 11-22.
13. Ludzia M., Smereczyńska-Wierzbicka E., Werner B., *Aspekty diagnostyczne i terapeutyczne zespołu Marfana w wieku rozwojowym*, Nowa Pediatria, 22(2), 2018, s. 27-31.
14. Canadas V., Vilacosta I., Bruna I., Fuster V., *Marfan Syndrome, Part 2: Treatment and Management Of Patients*, Nature Reviews Cardiology, 7, 2010, s. 266-276.
15. Maas V., *Uczenie przez zmysły*, WSiP, Warszawa 1998, s. 22-23.
16. Ayres A. J., *Dziecko a integracja sensoryczna*, Grupa Wydawnicza Harmonia, Gdańsk 2015, s. 17.
17. Malik N., Kocoń M., *Integracja Sensoryczna jako terapia wspomagająca rozwój dziecka ze stwardnieniem guzowatym. Studium przypadku*, Niepełnosprawność i Rehabilitacja, 2, 2022 s. 22.
18. Dudzińska M., *Wspomaganie terapii dziecka z zaburzeniami przetwarzania sensorycznego w kontekście koncepcji integracji sensorycznej – implikacje praktyczne*, Niepełnosprawność. Dyskursy Pedagogiki Specjalnej, 37, 2020, s. 102-123.
19. Odowska-Szlachcic B., *Metoda integracji sensorycznej we wspomaganiu rozwoju mowy u dzieci z uszkodzeniami ośrodkowego układu nerwowego*, Harmonia, Gdańsk 2016, s. 5.
20. Miller L.J., Anzalone M.E., Lane S.J., Cermak S.A., Osten E.T., *Concept Evolution in Sensory Integration: A Proposed Nosology for Diagnosis*, American Journal of Occupational Therapy, 61(2), 2007, s. 135-40.
21. Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Metoda Bobath w rehabilitacji dorosłych i dzieci*. Niepełnosprawność. Zagadnienia, Problemy, Rozwiązania, I, 2016 s. 18.
22. Rybacka J., *Terapia neurotakterna dr Svetlany Masgutovej*, Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja, 87, 2017, s. 3.
23. Bradt J., Dileo C., Shim M., *Music Interventions for Preoperative Anxiety*, Cochrane Database of Systematic Reviews, 6, 2013, s. 6.
24. Brown L.S., Jellison J.A., *Music Research with Children and Youth with Disabilities and Typically Developing Peers: A Systematic Review*, Journal of Music Therapy, 49(3), 2012, s. 335-364.
25. Bury M., *Polskie Towarzystwo Logopedyczne. Zastosowanie metody Tomatisa w terapii dziecka z zespołem Guillaína-Barrégo*, Logopedia, 49, 2021, s. 197-218.
26. Stefanowicz A., Hajducka M., Krajewska M., Kołodziejska A., *Problemy zdrowotne dziecka z zespołem Williamsa-Beurena*, Nowa Pediatria, 20(4), 2016, s. 183-190.
27. Stefaniak M., Pachuc K., *Terapia motoryki małej z elementami integracji sensorycznej u dzieci z zespołem Williamsa*, [w]: M. Maciąg, A. Danielewska (red.), *Fizjoterapia w medycynie i ochronie zdrowia człowieka*, Wydawnictwo Naukowe TYGIEL, Lublin 2023, s. 141.
28. Drobnyk W., Rocco K., Davidson S., Bruce S., Zhang F., Soumerai S.B., *Sensory Integration and Functional Reaching in Children with Rett Syndrome/Rett-Related Disorder*, Clinical Medicine Insights: Pediatrics, 2019, s. 13.
29. <https://krokpokrokuhsa.pl/> [dostęp dnia: 29.04.2024].
30. Konarska J., *Niepełnosprawność w ujęciu interdyscyplinarnym*. Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego Kraków 2019, s. 9.
31. Ganc M., *Karty Oceny Rozwoju Psychoruchowego (KORP) – opis narzędzia i prezentacja jego wykorzystania na przykładzie trzech studiów przypadku dzieci z zaburzeniami słuchu*, Nowa Audiofonologia, 8(3), 2019, s. 58-67.
32. Wenczyński B., *Zaburzenia integracji sensorycznej oraz ich oddziaływanie na rozwój dziecka w wieku przedszkolnym – w oparciu o teorię i praktykę pedagogiczną*, Praca magisterska, Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Kraków 2019, s. 10-11.

Fizjoterapia zaburzeń integracji sensorycznej u dzieci z wybranymi chorobami genetycznymi

Streszczenie

W przebiegu niektórych schorzeń o podłożu genetycznym obserwuje się występowanie u dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym zaburzeń kojarzonych z dysfunkcjami integracji sensorycznej. Mogą one mieć różne objawy i dotyczyć innych problemów: dysfunkcji manualnych, zaburzeń czucia głębokiego, prakcji czy równowagi. Zaburzenia te w znaczący sposób wpływają na szereg sfer związanych z funkcjonowaniem społecznym, poznawczym oraz sprawnością fizyczną. O problemach z integracją sensoryczną mogą świadczyć takie objawy, jak późne czworakowanie, siadanie i wstawanie w porównaniu z dziećmi w tym samym wieku w normie. Dysfunkcje motoryki małej mogą skutkować ograniczeniem lub opóźnieniem w samodzielności, np. w wiązaniu sznurówek, zakładaniu odzieży, czynnościach toaletowych czy w jedzeniu z użyciem sztućców. Z kolei trudności w zbieraniu i odpowiednim porządkowaniu bodźców dochodzących z zewnątrz ograniczają możliwości komunikacji interpersonalnej oraz uczenia się. Kluczowym elementem fizjoterapii wydaje się zarówno prawidłowa i pogłębiona diagnostyka z użyciem odpowiednich narzędzi, jak i sama terapia prowadzona pod nadzorem doświadczonego terapeuty. Warto poddać pod dyskusję pytanie czy terapia ta powinna odnosić się wyłącznie do zaburzonych sfer czy też należy prowadzić ją w sposób globalny i holistyczny. Wyniki analiz mogą okazać się przydatne dla fizjoterapeutów zajmujących się dziećmi z genetycznymi zespołami: Williamsa, Marfana i Retta.

Słowa kluczowe: zespoły genetyczne, fizjoterapia, zaburzenia integracji sensorycznej

Physiotherapy of Sensory Integration Disorders Among Children with Selected Genetic Diseases

Abstract

In the course of some genetic diseases, disorders associated with sensory integration dysfunctions are observed in preschool and early school-aged children. They may have different symptoms and involve other problems: manual dysfunctions, disorders of deep sensation, praxis or balance. These disorders significantly affect several spheres related to social functioning, cognitive functioning, and physical performance. Sensory integration problems can be evidenced by symptoms such as late quadriplegia, sitting up and standing up compared to normal children of the same age. Small motor dysfunctions can result in limited or delayed independence, such as tying shoelaces, putting on clothes, toileting activities and eating with cutlery. In turn, difficulties in collecting and appropriately organizing external stimuli limit interpersonal communication and learning opportunities. The key element of physiotherapy seems to be both correct and in-depth diagnosis with the use of appropriate tools, as well as the therapy itself conducted under the supervision of an experienced therapist. The question of whether this therapy should address only the disturbed spheres or whether it should be conducted globally and holistically is worth discussing. The results of the analysis may prove useful for physiotherapists dealing with children with genetic syndromes: Williams', Marfan's and Rett.

Keywords: genetic syndromes, physiotherapy, sensory integration disorders

MBST® – innowacyjne podejście do leczenia schorzeń narządu ruchu

1. Wprowadzenie

W obliczu epidemiologii schorzeń narządu ruchu [1-3] oraz dynamicznie zmieniającego się świata medycyny potrzeba otwartości fizjoterapeutów oraz pacjentów na nowe metody leczenia. Profesjonaliści w dziedzinie fizjoterapii powinni bazować na aktualnej wiedzy naukowej i praktycznej, by móc świadomie rekomendować lub stosować terapie najbardziej odpowiednie dla indywidualnych potrzeb pacjenta.

Postępowe podejście do schorzeń narządu ruchu przynosi terapia MBST®. Dzięki swojej skuteczności, bezpieczeństwu i nieinwazyjności, zyskuje coraz większe uznanie wśród specjalistów i pacjentów.

Terapia MBST®, znana również jako terapia rezonansem magnetycznym, to stosunkowo nowa metoda leczenia, która zyskuje na popularności w dziedzinie fizjoterapii. Jest to nieinwazyjna metoda, która polega na wykorzystaniu pola magnetycznego do stymulacji komórek w organizmie, co prowadzi do zwiększenia ich aktywności metabolicznej [4]. W fizjoterapii terapia MBST® może być stosowana do leczenia różnych schorzeń, takich jak osteoartroza, osteoporoza czy bóle kręgosłupa [5].

W kontekście starzejącego się społeczeństwa i rosnącej liczby osób zmagających się z chorobami układu ruchu, MBST® może stać się kluczowym elementem nowoczesnej fizjoterapii, umożliwiającym wielu pacjentom powrót do zdrowia i pełnej sprawności [5].

Celem niniejszej pracy jest omówienie innowacyjnej metody terapeutycznej MBST®, wykorzystującej energię jądrową rezonansu magnetycznego.

2. Co to jest terapia MBST®

Terapia MBST® jest nowatorską metodą leczenia schorzeń związanych z układem mięśniowo-szkieletowym. Technika ta wykorzystuje rezonans magnetyczny, który wpływa na komórki ciała, pobudzając je do regeneracji i naprawy. Z punktu widzenia technologii MBST®, wywodzi się z techniki obrazowania medycznego – rezonansu magnetycznego (MRI). Chociaż obie te technologie wykorzystują rezonans magnetyczny, różnią się one pod względem celu zastosowania. MRI jest techniką obrazowania służącą przede wszystkim do celów diagnostycznych, natomiast MBST® ma na celu stymulowanie komórek oraz poprawę ich funkcji metabolicznych. Technologia MBST® korzysta z tych samych rodzajów energii jądrowej co MRI, jednak jej elektromagnetyzm pola oraz częstotliwość radiowa są znacznie słabsze w porównaniu z technologią MRI. W sprzęcie terapeutycznym MBST® wykorzystuje się siłę pola w zakresie od 0,4 do 2,35 mT oraz częstotliwość rezonansu magnetycznego od 17 do 100 kHz. Specjalnie zaprojektowane urządzenia MBST® stosują pola magnetyczne do oddziaływania na

¹ iwona.krysiak-zielonka@awf.wroc.pl, Zakład Fizjoterapii w Chorobach Wewnętrznych, Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu, <https://awf.wroc.pl/>.

poszczególne tkanki pacjenta, takie jak kości, chrząstki czy mięśnie. Kluczową zasadą działania MBST® jest stymulacja komórkowa za pomocą odpowiednio dobranej energii elektromagnetycznej [4, 6-8].

3. Mechanizm działania terapii MBST®

MBST® to terapia oparta na wykorzystaniu specyficznych częstotliwości rezonansowych pola magnetycznego, które są zsynchronizowane z naturalnymi częstotliwościami rezonansowymi różnych typów komórek tkankowych. Założenia teoretyczne terapii MBST® sugerują, że odpowiednio dobrane fale magnetyczne mają potencjał stymulowania komórek do regeneracji i naprawy, co przekłada się na poprawę stanu zdrowia pacjenta [10].

Energia elektromagnetyczna generowana w ramach tej terapii oddziałuje na wodór zawarty w tkankach ciała, co stanowi fundament rezonansu magnetycznego [11]. W kontrolowanych warunkach energia ta stymuluje komórki do aktywacji procesów metabolicznych i inicjuje procesy regeneracji. W trakcie terapii MBST®, generowane jest główne pole elektromagnetyczne w obszarze poddawanych leczeniu, które początkowo ustawia jądra atomów wodoru. Następnie jądra są obracane za pomocą impulsów radiowych przy użyciu specjalnie dobranej sekwencji leczniczej, przekraczającej kąt 180° (spin jądra). Po ustaniu impulsu jądra wracają do pierwotnego poziomu energetycznego (relaksacja) [11]. Energia przekazana jest następnie do otaczających tkanek, inicjując procesy biofizyczne.

Terapia MBST® przyczynia się do zwiększenia produkcji białek, w tym kolagenu, co ma kluczowe znaczenie w leczeniu uszkodzeń chrząstki stawowej [12]. Ponadto terapia MBST® może przyspieszać procesy gojenia kości, co jest nieocenione w trakcie leczenia złamań czy osteoporozy [13, 14].

4. Przebieg terapii MBST® i optymalizacja efektów

Pierwszym etapem procedury terapeutycznej jest kwalifikacja pacjenta do terapii MBST®. Przeprowadzany jest dokładny wywiad oraz badanie fizykalne, aby ocenić stan zdrowia pacjenta i zidentyfikować obszary wymagające leczenia.

W celu szczegółowej diagnostyki wykonuje się m.in. badania rezonansu magnetycznego (MRI), które pozwalają na dokładną ocenę struktury i stanu chrząstki oraz kości [11]. MRI jest również pomocne w monitorowaniu postępów terapii [10].

Ważnym aspektem przygotowania do terapii MBST® jest przygotowanie psychiczne pacjenta. Należy poinformować go o przebiegu terapii, jej celach oraz możliwych efektach. Warto również zaznaczyć, że terapia może przynieść poprawę, ale nie zawsze prowadzi do całkowitego wyleczenia [20]. Należy pamiętać, że jej skuteczność zależy od wielu czynników, takich jak stopień zaawansowania choroby, wiek pacjenta, styl życia oraz przestrzeganie zaleceń lekarskich [10].

Efekty terapii nie są gwarantowane dla każdego i mogą się różnić w zależności od indywidualnych uwarunkowań [11]. Co więcej, terapia MBST® wymaga cierpliwości i czasu. Proces regeneracji tkanki chrzęstnej i kostnej jest długotrwały i może trwać nawet kilka miesięcy. Dlatego też, pacjenci powinni być przygotowani na to, że poprawa stanu zdrowia może następować stopniowo [20].

Po kwalifikacji pacjenta ustala się plan terapii. Może on obejmować serię sesji terapii MBST®, które są dostosowane do indywidualnych potrzeb [11]. Sesja terapii MBST®

trwa zwykle 60 minut i odbywa się w specjalnie przystosowanym urządzeniu, które generuje pole magnetyczne o określonej częstotliwości i intensywności. Pacjent leży lub siedzi w pozycji wygodnej, a obszar ciała poddawany terapii jest umieszczony w polu magnetycznym. Proces ten jest całkowicie bezbolesny i nie wymaga żadnego przygotowania ze strony pacjenta [4, 19].

Po zakończeniu cyklu terapii MBST® pacjent poddawany jest ponownej ocenie stanu zdrowia. Ponownie przeprowadza się badanie fizykalne oraz analizuje wyniki badań obrazowych, aby ocenić stopień poprawy. W zależności od efektów terapii MBST® możliwe jest zalecenie kontynuacji leczenia, w tym dodatkowych sesji terapii lub innych metod wspomagających regenerację tkanki chrzęstnej [11, 20].

W celu optymalizacji efektów terapii MBST®, należy indywidualnie dobierać protokoły leczenia, uwzględniając stan zdrowia pacjenta, stopień zaawansowania choroby oraz odpowiedź organizmu na terapię. Kluczowe jest również monitorowanie postępów leczenia i dostosowywanie dawek stymulacji w zależności od reakcji pacjenta [21].

Aby zwiększyć efektywność leczenia MBST®, zaleca się łączenie tej metody z innymi formami rehabilitacji i aktywności pomocniczych. Do takich działań należą ćwiczenia fizyczne, fizykoterapia, a także edukacja pacjenta w zakresie prawidłowego obciążania stawów. Regularne ćwiczenia wzmacniające i rozciągające mogą poprawić zakres ruchu w stawach oraz zwiększyć ich stabilność, co przyczynia się do długoterminowej poprawy stanu zdrowia pacjentów [13, 18].

5. Rola terapii MBST® w fizjoterapii

Współczesna medycyna zwraca uwagę na indywidualizację leczenia oraz wykorzystanie nowych technologii, które mają na celu poprawę jakości życia pacjentów. Terapia MBST® proponuje nieinwazyjną metodę leczenia, która może stanowić alternatywę dla konwencjonalnych terapii farmakologicznych oraz chirurgicznych [7]. Istotność tego podejścia wzrasta w kontekście rosnącej świadomości pacjentów na temat negatywnych konsekwencji stosowania leków oraz ryzyka powiązanego z zabiegami operacyjnymi.

W obecnych czasach, coraz więcej pacjentów poszukuje alternatywnych metod leczenia, które pozwolą im na powrót do pełni zdrowia bez konieczności poddawania się inwazyjnym zabiegom medycznym. Terapia MBST® może stanowić skuteczny element holistycznego podejścia do zdrowia, które uwzględnia nie tylko leczenie symptomów, ale także stymulację naturalnych procesów regeneracyjnych organizmu [7].

6. Analiza wyników badań i skuteczności terapii MBST®

Terapia MBST® od lat przyciąga uwagę naukowców i klinicystów, którzy oceniają jej skuteczność w leczeniu różnych schorzeń, w tym osteoartrozy i osteoporozy. Badania potwierdzają proces regeneracji chrząstki oraz stymulację tworzenia kości, a także istotną poprawę kliniczną obserwowaną u pacjentów.

Badania prowadzone przez Wuschech, von Hehn i Mikus (2015) wykazały, że stymulacja magnetyczna rezonansu może wpływać na ekspresję prozapalnych cytokin w chondrocytach osteoartrotycznych. Autorzy udowodnili, że terapia MBST® może mieć działanie przeciwzapalne [8]. Jest to istotne w przypadku chorób zwyrodnieniowych stawów, gdzie stan zapalny przyczynia się do bólu i pogorszenia funkcji stawu.

Karsdal i in. (2016) sugerowali, że zmiany w metabolizmie kości i chrząstki mogą być kluczowym elementem w leczeniu osteoartrozy. Wykazano, że MBST® może mieć potencjalnie korzystny wpływ na oba te procesy, co otwiera nowe perspektywy w leczeniu choroby [9].

Fisher i in. (2018) przeprowadzili pierwsze randomizowane, podwójnie ślepe, kontrolowane badanie placebo terapii magnetycznym rezonansem jądrowym osteoartrozy kolana, które wykazało obiecujące wyniki. Udowodniono, że terapia MBST® może przynieść znaczącą ulgę w bólu i poprawę funkcji stawu kolanowego u pacjentów z osteoartrozą. Wyniki te sugerują, że terapia MBST® może być skutecznym uzupełnieniem tradycyjnych metod leczenia [10].

Prace badawcze przeprowadzone przez B. Steinecker-Frohnwiesera, W. Kullicha i ich zespół (2018) ujawniły, że w stanie zapalnym, terapeutyczny rezonans magnetyczny wpływa na funkcje komórkowe poprzez regulowanie przepływu wapnia do komórek lub jego uwalniania. Dodatkowo, indukuje zmiany w aktywności MAPK, takie jak redukcję ekspresji NF- κ B i wzrost poziomu ATP wewnątrz komórek. Te zmiany mogą przyczynić się do stabilizacji chondrocytów i opóźnienia uszkodzeń chrząstki wywołanych przez chorobę zwyrodnieniową stawów [15].

Dowodzono, że ekspozycja na terapię rezonansem magnetycznym wpływa na profil miRNA i moduluje sygnalizację HDAC oraz NAD (+) /NADH w chondrocytach ludzkich. Te odkrycia podkreślają, że terapeutyczny rezonans magnetyczny przeciwdziała zmianom spowodowanym przez IL-1 β , redukując efekty kataboliczne. Dzięki temu, mechanizmy zapalne w osteoartrozie są zmniejszane poprzez modyfikację sygnalizacji NF- κ B [16].

Analiza wielu badań klinicznych na pacjentach cierpiących na degeneracyjną chorobę stawów, którzy byli poddani terapii MBST®, wykazuje, że już jeden cykl MBST®, trwający pięć lub siedem dni, przynosi znaczącą poprawę funkcji stawów – od 60% do 80%. Dodatkowo, terapia ta przyczynia się do zmniejszenia intensywności bólu o około 50% w porównaniu z początkową punktacją. Maksymalny efekt terapeutyczny pacjenci osiągają po 8 tygodniach do 6 miesięcy od rozpoczęcia terapii. Co więcej, efekty terapii utrzymują się do 4-5 lat po jej zakończeniu. [6, 7].

W badaniach dotyczących osteoporozy, zaobserwowano znaczny wzrost gęstości mineralnej kości (BMD). Udokumentowano, że zarówno BMD, jak i poziomy odczowe osteokalcyny, wzrosły od wartości początkowej w ciągu 12 miesięcy stosowania terapeutycznego rezonansu magnetycznego, po zakończonej serii leczenia 10x1h [7, 14]. Badania przeprowadzone przez D. Krpana i W. Kullicha (2017) sugerują, że terapia MBST® może zmniejszyć ryzyko złamań u pacjentów cierpiących na osteoporozę. Wykazano wzrost BMD nawet do 35%, T-score do 33,9% i Z-score do 72,46% [13].

W ostatnich dziesięciu latach terapia rezonansem magnetycznym okazała się skuteczna w leczeniu bólu pacjentów cierpiących na schorzenia układu mięśniowo-szkieletowego. Udowodniono zarówno skuteczność kliniczną, jak i mechanizm, za pomocą którego terapia MBST® moduluje procesy komórkowe prowadzące do obserwowanej redukcji bólu. Analiza macierzy genów w połączeniu z wynikami testu genu reporterowego sugeruje, że terapia MBST® wpływa na transformujący czynnik wzrostu (TGF) – β oraz na mitogen szlaku kinazy aktywowanych białek (MAP). Redukcja ekspresji MMP-13 uzasadnia działanie przeciwbólowe jako efekt terapii MBST® [17].

Terapia rezonansem magnetycznym została również zastosowana w leczeniu bólu kręgosłupa u pacjentów z dyskogenną radikulopatią. Wykazano znaczącą poprawę sprawności funkcjonalnej i redukcję bólu u pacjentów z przepukliną dysku lędźwiowego leczonych za pomocą terapii MBST® [18]. Przykłady kliniczne potwierdzają, że terapia MBST® może stanowić dla pacjentów realną szansę na zwiększenie sprawności fizycznej oraz podniesienie jakości życia. W niektórych przypadkach metoda ta może również być rozważana jako alternatywa dla procedur chirurgicznych. Proces regeneracji tkankowej skutkuje poprawą funkcjonalności, umożliwiając redukcję stosowanych środków farmakologicznych lub ich całkowite wyeliminowanie [19].

Terapia MBST® wykazuje znaczący potencjał w leczeniu chorób układu kostno-stawowego, a przyszłe badania naukowe mogą przyczynić się do rozwoju tej metody oraz poszerzenia jej zastosowań. Na podstawie analizy szeregu studiów dotyczących terapii rezonansem magnetycznym [22, 23] można zaobserwować szerokie możliwości przyszłych badań i potencjalne kierunki rozwoju tej metody w przyszłości.

Znaczące jest zrozumienie mechanizmów molekularnych i komórkowych, które są aktywowane podczas terapii MBST®, a które mają wpływ na komórki chrzęstne i kostne. Należy rozważyć przeprowadzenie szczegółowej analizy wpływu tej terapii na ekspresję genów, sygnalizację komórkową oraz interakcje międzykomórkowe.

Kolejnym ważnym aspektem jest optymalizacja parametrów terapii MBST®, takich jak natężenie pola magnetycznego, częstotliwość czy czas trwania terapii, aby uzyskać jak największe korzyści terapeutyczne. Wskazane jest także przeprowadzenie badań terapii MBST® w kontekście innych chorób układu kostno-stawowego, aby ocenić jej potencjalne zastosowanie w leczeniu tych schorzeń.

Istotne jest porównanie skuteczności terapii MBST® z innymi metodami leczenia, takimi jak farmakoterapia, terapia manualna czy terapia fizykalna, aby ocenić jej względne korzyści i ograniczenia.

Dodatkowo, konieczne jest skoncentrowanie się na ocenie długoterminowych efektów terapii MBST®, w celu określenia jej wpływu na jakość życia pacjentów oraz ewentualne działania niepożądane czy komplikacje.

W miarę jak metoda MBST® będzie się rozwijać, otwierają się nowe perspektywy jej zastosowania w medycynie regeneracyjnej. Na przykład badania przeprowadzone przez Steinecker-Frohnwiesera i zespół (2021) dostarczyły nowych dowodów na temat wpływu terapeutycznego rezonansu magnetycznego na profil miRNA w chondrocytach [16]. Wyniki tych badań mogą mieć znaczący wpływ w leczeniu chorób zwyrodnieniowych stawów.

Prace badawcze nad mechanizmami działania terapeutycznego rezonansu magnetycznego, jak również badania nad genetyką i epigenetyką choroby zwyrodnieniowej stawów są wciąż prowadzone [24-26]. Daje to powód do optymizmu, że w przyszłości możliwe będzie opracowanie bardziej skutecznych metod terapii.

7. Podsumowanie

Zastosowanie nowatorskich technologii w fizjoterapii przyczynia się do zwiększenia skuteczności leczenia, poprawy jakości życia pacjentów i redukcji kosztów związanych z długotrwałą rehabilitacją.

Innowacje są dowodem na to, że fizjoterapia nie jest dziedziną statyczną, lecz dynamicznie rozwijającym się obszarem, który stale poszukuje nowych, skuteczniejszych sposobów leczenia i rehabilitacji.

Analiza wyników terapii rezonansem magnetycznym wskazuje na jej potencjał w leczeniu chorób układu mięśniowo-szkieletowego. Badania wskazują, że ta nowa metoda może przynieść znaczące korzyści w zakresie zmniejszenia bólu, poprawy funkcji stawów oraz zwiększenia gęstości mineralnej kości. Wraz z postępem technologii pojawiają się nowe, obiecujące możliwości jej wykorzystania w dziedzinie medycyny regeneracyjnej.

Literatura

1. Wittenauer R., Smith L., Aden K., *Osteoarthritis*, Background Paper, 2013, s. 31.
2. Braun H.J., Gold G.E., *Diagnosis of osteoarthritis: Imaging*, Bone, 51, 2012, s. 278-288.
3. Duque N., *Osteoporose: traitement et soins pharmaceutiques [Osteoporosis: treatment and Pharmaceutical cCare]*, Journal de Pharmacie de Belgique, 2, 2014, s. 14-24. (French Article).
4. Krysiak-Zielonka I., *Terapeutyczne wykorzystanie energii jądrowej rezonansu magnetycznego w chorobach układu mięśniowo-szkieletowego. Technologia MBST®, Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja*, 4(104), 2019, s. 16-20.
5. Kullich W., Overbeck J.H.U., *One Year Survey Wwth Multicenter Data of More Than 4500 Patients with Degenerative Rheumatic Disease Treated with Therapeutic Nuclear Magnetic Resonance*, Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 26, 2013, s. 93-104.
6. Fagerer N., *Use of Magnetic Resonance As New Therapy Options for Osteoarthritis*, Arzt & Praxis 927, 2007, s. 180-182.
7. Krpan D., *A New Concept of in Integrated Holistic Approach Treatment of Chronic Musculoskeletal Diseases The "BAR" Method*, Period Biology, 117, 1, 2015, s. 119-124.
8. Wuschech H., von Hehn U., Mikus E., *Effects of Magnetic Resonance-Stimulation on the Expression of Pro-Inflammatory Cytokines in Human Osteoarthritic Chondrocytes*, Osteoarthritis Cartilage, 23, 2015, s. 206-213.
9. Karsdal M.A., Bay-Jensen A.C., Lories R.J., Abramson S., Spector T., Pastoureau P., Christiansen C., *The Coupling of Bone and Cartilage Turnover in Osteoarthritis: Opportunities for Bone Antiresorptives and Anabolics as Potential Treatments?*, Annals of the Rheumatic Diseases, 75(2), 2016, s. 306-315.
11. Fisher M.W., Dillingham T.R., Fanton G.S., Cummings J.F., *Magnetic Resonance Therapy for Knee Osteoarthritis: A Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled Trial*, Cartilage, 9(1), 2018, s. 27-34.
12. Rinck P.A., *Magnetic Resonance in Medicine: The Basic Textbook of the European Magnetic Resonance Forum*, Wiley-Blackwell, 2014, s. 97-104.
14. Diegel I., Kuruglan E., Linder P.T., Kayser P., Porst D., Braem G.J., Zerlin K., Artmann G.M., Temiz-Artmann A., *Decrease in Extracellular Collagen Crosslinking after NMR Magnetic Field Application in Skin Fibroblasts*, Journal of the International Federation for Medical and Biological Engineering, 1(45), 2007, s. 91-97.
15. Krpan D., Kullich W., *Nuclear Magnetic Resonance Therapy (MBST) in the Treatment of Osteoporosis. Case Report Study*, Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism 14(2), 2017, s. 235-238.
16. Krpan D., Stritzinger B., Lukenda I., Overbeck J., Kullich W., *Non-Pharmaceutical Treatment of Osteoporosis with Nuclear Magnetic Resonance Therapy (NMR-Therapy)*, Periodicum Biologorum, 117(1), 2015, s. 160-165.
17. Steinecker-Frohnwieser B., Kullich W., Mann A., Kress H.G., Weigl L., *The Therapeutic Nuclear Magnetic Resonance Changes the Balance in Intracellular Calcium and Reduces*

- the Interleukin-1beta Induced Increase of NF-kappaB Activity in Chondrocytes*, Clinical and Experimental Rheumatology, 36, 2018, s. 294-301.
18. Steinecker-Frohnwieser B., Lohberger B., Eck N., Mann A., Kratschmann C., Leithner A., Kullich W., Weigl L., *Nuclear Magnetic Resonance Therapy Modulates the miRNA Profile in Human Primary OA Chondrocytes and Antagonizes Inflammation in Tc28/2a Cells*, International Journal Molecular Sciences, 22(11), 2021, s. 5959-5967.
 19. Steinecker-Frohnwieser B., Weigl L., Weberhofer G., Kullich W., Kress H.G., *The Influence of Nuclear Magnetic Resonance Therapy (NMRT) and Interleukin IL1-b Stimulation on Cal 78 Chondrosarcoma Cells and C28/I2 Chondrocytes*, Journal of Orthopaedics and Rheumatology, 9, 2014, s. 1-9
 20. Kullich W., Schwann H., Machreich K., Ausser-Winkler M., *Additional Outcome Improvement in the Rehabilitation of Chronic Low Back Pain after Nuclear Resonance Therapy*, Rheumatologia, 1, 2006, s. 7-12.
 21. Krysiak-Zielonka I., *Leczenie dyskopatii rezonansem magnetycznym z zastosowaniem technologii MBST® – opis przypadku*, Rehabilitacja w Praktyce, 4, 2019, s.28-32.
 22. Thuile C., Walzl M., Herold M., *Evaluation of Magnetic Resonance Therapy in Patients with Lumbar Discopathy: A Pilot Study*, European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 53(2), 2017, s. 194-200.
 23. Sutbeyaz S. T., Sezer N., Koseoglu F., Kibar S., *Low-Frequency Pulsed Electromagnetic Field Therapy in Fibromyalgia: A Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled Clinical Study*, Clinical Journal of Pain, 25(8), 2009, s. 722-728.
 24. Krpan D., *MBST - Nuclear Magnetic Resonance Therapy in the Treatment of Osteoarthritis, the Long-Term Follow Up - Case Report*, Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 11(2), 2018, s. 1-3.
 25. Oliva R., Jansen B., Benschmidt F., Sandbichler A.M., Egg M., *Nuclear Magnetic Resonance Affects the Circadian Clock and Hypoxia-Inducible Factor Isoforms in Zebrafish*, Biological Rhythm Research, 50(5), 2018, s. 1-19.
 26. Akagi R., Akatsu Y., Fisch K.M., Alvarez-Garcia O., Teramura T., Muramatsu Y., Saito M., Sasho T., Su A.I., Lotz M.K., *Dysregulated Circadian Rhythm Pathway in Human Osteoarthritis: NR1D1 And BMAL1 Suppression Alters TGF-Beta Signaling in Chondrocytes*, Osteoarthritis Cartilage 25, 2017, s. 943-951.
 27. Berenbaum F., Meng Q.J., *The Brain-Joint Axis in Osteoarthritis: Nerves, Circadian Clocks and 510 Beyond*, Nature Reviews Rheumatology, 12, 2016, s. 508-516.
 28. Dudek M., Gossan N., Yang N., Im H.J., Ruckshanthi J.P., Yoshitane H., Li X., Jin, D., Wang P., Boudiffa M., Bellantuono I., Fukada Y., Boot-Handford R.P., Meng Q.J., *The Chondrocyte Clock Gene Bmal1 Controls Cartilage Homeostasis and Integrity*, Journal of Clinical Investigation, 126, 2016, s. 365-376.

MBST® – innowacyjne podejście do leczenia schorzeń narządu ruchu

Streszczenie

W kontekście częstości występowania dysfunkcji układu mięśniowo-szkieletowego nieodzowne staje się wdrażanie nowych metod terapeutycznych, których priorytetowym zadaniem jest łagodzenie dolegliwości bólowych, poprawa ruchomości stawów oraz zwalczanie rozwoju procesu chorobowego. Szczególne znaczenie przypisywane jest technikom, które stymulują regenerację tkanki chrzęstnej i proces osteogenezy. Celem pracy jest omówienie innowacyjnej metody terapeutycznej MBST®, wykorzystującej energię jądrową rezonansu magnetycznego. Terapia skupia się na oddziaływaniu na tkanki chrzęstne, kostne i mięśniowe, stymulując ich metabolizm i przyspieszając naturalne procesy naprawcze. Metoda MBST® opiera się na zasadach rezonansu magnetycznego, które są podobne do wykorzystywanych w badaniach MRI (ang. *magnetic resonance imaging*). Odróżnia się ona jednak zastosowaniem specyficznych częstotliwości, które mają stymulować komórki do regeneracji. Terapia MBST® reprezentuje innowacyjne podejście do leczenia schorzeń narządu ruchu, oferując pacjentom skuteczną i bezpieczną alternatywę dla tradycyjnych metod. Innowacyjność techniki MBST® polega na koncentracji na źródle problemu, nie tylko na łagodzeniu objawów. Dodatkową jej

zaletą jest fakt, że nie wykazała ona do tej pory efektów ubocznych. Wraz z rozwojem technologii i pogłębianiem wiedzy na temat metody MBST® istnieje szansa na jej szersze zastosowanie i poprawę jakości życia wielu osób. Kluczowe znaczenie ma świadome podejście pacjentów, fizjoterapeutów i lekarzy do możliwości i ograniczeń, jakie niesie ze sobą ta terapia.

Słowa kluczowe: MBST®, terapia rezonansem magnetycznym, fizjoterapia, innowacja

MBST® – an innovative approach to the treatment of musculoskeletal diseases.

Abstract

In the context of the frequency of musculoskeletal dysfunctions, it is necessary to implement new therapeutic methods, the priority of which is to alleviate pain, improve joint mobility and combat the development of the disease process. Particular importance is attached to techniques that stimulate the regeneration of cartilage tissue and the osteogenesis process. The aim of the work is to discuss the innovative therapeutic method MBST®, which uses nuclear magnetic resonance energy. The therapy focuses on affecting cartilage, bone and muscle tissues, stimulating their metabolism and accelerating natural repair processes. The MBST® method is based on the principles of magnetic resonance imaging, which are similar to those used in MRI (magnetic resonance imaging) studies. However, it differs in the use of specific frequencies that are intended to stimulate cells to regenerate. MBST® therapy represents an innovative approach to the treatment of musculoskeletal disorders, offering patients an effective and safe alternative to traditional methods. The innovation of the MBST® technique lies in focusing on the source of the problem, not only on relieving the symptoms. An additional advantage is the fact that it has not shown any side effects so far. As technology develops and knowledge about the MBST® method deepens, there is a chance for its wider application and improvement of the quality of life of many people. A conscious approach of patients, physiotherapists and doctors to the possibilities and limitations of this therapy is crucial.

Keywords: MBST®, magnetic resonance therapy, physiotherapy, innovation

Wpływ programu rehabilitacji na zmianę w zakresie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z zespołem bólowym odcinka szyjnego kręgosłupa

1. Wprowadzenie

Dolegliwości bólowe kręgosłupa stanowią obecnie poważny problem zdrowotny, społeczny i ekonomiczny. Postępujący rozwój cywilizacji i związany z nim brak ruchu, długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej lub stojącej, stres oraz dieta bogata w wysoko przetworzone produkty w negatywny sposób wpływają na zdrowie oraz prawidłową postawę ciała [1, 2]. Prowadzenie takiego trybu życia powoduje powstanie licznych zmian patologicznych w obrębie kręgosłupa oraz przeciążenie mięśni przykręgosłupowych. W efekcie tego dochodzi do zaburzeń biomechanicznych kręgosłupa, których skutkiem jest powstanie dolegliwości bólowych, najczęściej o charakterze przewlekłym i nawrotowym. Szacuje się, że odcinek szyjny kręgosłupa, zaraz po odcinku lędźwiowym, jest najbardziej narażony na wystąpienie dolegliwości bólowych [3].

Występowanie problemów z bólem odcinka szyjnego kręgosłupa jest coraz częstsze. Szerokie badania populacyjne prowadzone są jednak rzadko i na niewielkich grupach badawczych. Najlepszych danych dostarcza *Ogólnopolski program profilaktyki przewlekłych bólów kręgosłupa na lata 2019-2023*, który wskazuje, że występowanie bólu odcinka szyjnego kręgosłupa powiązane jest z wiekiem i płcią [4].

Problemy zdrowotne w obszarze kręgosłupa szyjnego najprawdopodobniej będą narastać. Wynika to z syndromu opuszczonej głowy, będącego skutkiem smartfonizacji i zwiększania liczby zawodów wykonywanych w pozycji siedzącej przed komputerem, jak również stosunkowo niskiego usportowienia populacji i braku zwyczaju wykonywania regularnych ćwiczeń, które mogłyby opóźnić występowanie negatywnych zjawisk chorobowych [5].

Dolegliwości bólowe kręgosłupa mają etiologię, którą w wielu przypadkach trudno jest ustalić, zważywszy na to, że ból zwykle wynika z nakładania się przyczyn i nawarstwiania ich. Często wynika to z zaniedbywania problemów z kręgosłupem, o których organizm alarmuje bólem, przez dłuższy czas, jak również braku wiedzy na temat etiologii, patologii i leczenia zachowawczego oraz operacyjnego takich przypadków [6].

Przyczyny dolegliwości bólowych kręgosłupa można podzielić na dwa rodzaje. Pierwszym są niekorzystne zmiany w obrębie samego kręgosłupa. Do tej grupy zaliczają się zmiany zwyrodnieniowe oraz stany zapalne stawów i wady wrodzone. Druga grupa to

¹ Studenckie Koło Naukowe Fizjoterapia w neurologii dorosłych i dzieci Urz.

² Instytut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski.

³ Instytut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski.

⁴ Instytut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski.

⁵ Instytut Nauk o Zdrowiu, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski.

czynniki leżące poza kręgosłupem lub niedotykające go bezpośrednio. Zaliczyć można tutaj choroby nowotworowe oraz zaburzenia psychiczne i socjalne.

Odcinek szyjny kręgosłupa ma duże znaczenie dla przewodnictwa impulsów nerwowych pomiędzy mózgiem a partiami ciała znajdującymi się poniżej przewężenia szyjnego. W oczywisty sposób więc nieprawidłowości w rejonie odcinka szyjnego kręgosłupa znajdują swoje odzwierciedlenie w funkcjonowaniu kończyn czy organów [7].

Protrakcja głowy jest istotnym problemem klinicznym, ponieważ może prowadzić do nadmiernego napięcia mięśni i struktur szyjnego odcinka kręgosłupa, co może wpływać na funkcjonowanie nerwów i otaczających tkanek. Tego rodzaju napięcia mogą być przyczyną dysfunkcji nerwowych, co w konsekwencji może zakłócać prawidłowe przetwarzanie bodźców sensorycznych, wpływających na funkcje motoryczne i równowagę. Równowaga jest procesem złożonym, który nie zależy wyłącznie od obwodowego układu nerwowego, ale również od prawidłowej integracji informacji w ośrodkowym układzie nerwowym oraz sprawnego działania układu przedsionkowego, w tym struktur ucha środkowego. Wszelkie zakłócenia w tych układach mogą prowadzić do trudności w utrzymaniu stabilnej postawy i orientacji w przestrzeni [8].

Dolegliwości bólowe mogą negatywnie wpływać na zmysł równowagi, co jest szczególnie istotne w kontekście schorzeń kręgosłupa szyjnego, takich jak choroby zwyrodnieniowe czy przeciążenia [9]. Mechanizm wpływu bólu na równowagę jest złożony i obejmuje zarówno bezpośrednie oddziaływanie na układ nerwowy, jak i pośrednie efekty związane z ograniczeniem ruchomości oraz zaburzeniami propriocepcji [10]. Ból przewlekły może prowadzić do zmian w centralnym układzie nerwowym, co z kolei może zaburzać integrację informacji sensorycznych niezbędnych do utrzymania równowagi. Literatura wskazuje, że przewlekły ból wpływa na funkcje równowagi poprzez zakłócanie koordynacji mięśniowo-szkieletowej oraz integracji bodźców zmysłowych, co może skutkować upośledzeniem zdolności utrzymania stabilnej postawy [11].

Zaburzenia równowagi związane z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa szyjnego mogą wynikać z ograniczonej ruchomości szyi i trudności w wykonywaniu ruchów głową. Sztywność karku, która może być wynikiem nie tylko bólu, ale również zmian zwyrodnieniowych lub kompensacyjnych, często prowadzi do ograniczenia pola widzenia. W takich przypadkach zdolność wzrokowa do precyzyjnego określania pozycji ciała w przestrzeni może być osłabiona, co może wpłynąć na ogólną zdolność do utrzymania równowagi [12].

Bóle kręgosłupa szyjnego wpływają również na obniżenie czucia proprioceptywnego. Propriocepcja, czyli zdolność do percepcji pozycji ciała i ruchów w przestrzeni, jest kluczowa dla utrzymania równowagi i koordynacji ruchowej. W przypadku bólu kręgosłupa szyjnego dochodzi do zaburzeń w przetwarzaniu informacji proprioceptywnych z mięśni, stawów i więzadeł szyi, co może być wynikiem zmian w aktywności receptorów proprioceptywnych oraz centralnych mechanizmów przetwarzania sensorycznego. Te zmiany patofizjologiczne mogą prowadzić do osłabienia precyzji ruchowej i zaburzeń równowagi [13].

Zużywanie się struktur kręgosłupa szyjnego, często nasilane przez nadmierne przeciążenia, prowadzi do dalszych komplikacji.

Degeneracja kręgosłupa szyjnego, potęgowana przez nadmierne przeciążenia, prowadzi do poważnych komplikacji. Niezdolność organizmu do adaptacji do tego patolo-

gicznego stanu skutkuje wzrostem napięcia mięśniowego oraz zaburzeniami równowagi mięśniowej, co w efekcie prowadzi do przebudzowania układu nerwowego.

Zaburzenia funkcji nerwów mogą również wpływać na równowagę ciała oraz działanie układu przedsionkowego, który odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu stabilnej postawy i orientacji w przestrzeni [14].

Na podstawie przeglądu literatury krajowej i zagranicznej można stwierdzić, iż temat w zakresie zaburzeń równowagi wśród pacjentów z dolegliwościami bólowymi odcinka szyjnego kręgosłupa nie jest do końca poznany. To spostrzeżenie stało się motywacją do podjęcia niniejszych badań [15-17].

Celem pracy jest analiza wpływu programu rehabilitacji na zmianę w zakresie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z zespołem bólowym odcinka szyjnego kręgosłupa.

2. Materiał i metoda

2.1. Charakterystyka grupy badanej

Badania przeprowadzono w Centrum Rehabilitacji w Tarnowie na grupie 40 osób, w tym 30 kobiet i 10 mężczyzn, z bólem odcinka szyjnego kręgosłupa. Wiek uczestników wahał się od 22 do 65 lat, ze średnią wartością 45,2 roku. Zastosowano następujące kryteria włączenia i wyłączenia do/z badania:

Kryteria włączenia do badania:

- potwierdzona diagnoza przewlekłych dolegliwości bólowych odcinka szyjnego kręgosłupa trwających ponad 6 miesięcy;
- wiek pacjentów od 18 do 65 lat;
- brak wcześniejszych operacji kręgosłupa w ciągu ostatnich 6 miesięcy;
- brak urazów (np. zwichnięcia, złamania) w obrębie kończyn dolnych w ciągu ostatnich 12 miesięcy;
- brak przeciwwskazań do wykonywania testów funkcjonalnych;
- brak przyjmowania leków wpływających na równowagę i koordynację;
- wyrażenie świadomej, dobrowolnej zgody na udział w badaniu.

Kryteria wyłączenia z badania:

- współistniejące choroby neurologiczne, ortopedyczne, reumatologiczne wpływające na zdolność równowagi;
- aktualne leczenie farmakologiczne mogące wpływać na równowagę;
- obecność innych schorzeń mięśniowo-szkieletowych mogących wpływać na równowagę (np. zwichnięcia, złamania w obrębie kończyn dolnych);
- operacja kręgosłupa w ciągu ostatnich 6 miesięcy;
- ostra faza choroby, zaostrzenie objawów bólowych;
- brak świadomej, dobrowolnej zgody na udział w badaniu.

2.2. Metoda badania

Program rehabilitacyjny trwał dwa tygodnie i był realizowany w ramach codziennych sesji terapeutycznych, trwających około 60 minut każda. Każdy pacjent uczestniczący w programie przeszedł indywidualną ocenę stanu zdrowia i poziomu sprawności funkcjonalnej, co pozwoliło na dostosowanie ćwiczeń do jego specyficznych potrzeb.

Sesje rehabilitacyjne rozpoczynały się od ćwiczeń mających na celu poprawę elastyczności i ruchomości odcinka szyjnego kręgosłupa. Pacjenci wykonywali delikatne rotacje, zgięcia, wyprosty oraz boczne zginanie szyi, skupiając się na powolnych i kontrolowanych ruchach, aby uniknąć zaostrzenia bólu. Następnie wprowadzano ćwiczenia wzmacniające mięśnie posturalne, w tym głębokie mięśnie szyi oraz mięśnie stabilizujące łopatki i prostowniki grzbietu. Ćwiczenia te obejmowały zarówno ruchy izometryczne, jak i ćwiczenia z oporem, do których wykorzystywano taśmy oporowe oraz lekkie ciężarki, co miało na celu zwiększenie siły mięśniowej i stabilności szyi.

Ważnym elementem programu były także ćwiczenia ukierunkowane na poprawę propriocepcji i równowagi. Pacjenci wykonywali ćwiczenia na niestabilnym podłożu, takie jak balansowanie na dyskach sensomotorycznych lub piłkach rehabilitacyjnych. Aby wspomóc relaksację mięśni oraz poprawić ogólne samopoczucie, w programie uwzględniono ćwiczenia oddechowe, takie jak głębokie oddychanie przeponowe, które często łączono z ćwiczeniami rozciągającymi.

Równolegle z ćwiczeniami fizycznymi, pacjenci uczestniczyli w sesjach edukacyjnych, które miały na celu zwiększenie świadomości na temat prawidłowej postawy, ergonomii ruchu oraz technik unikania nadmiernych obciążeń szyi w codziennych czynnościach. Edukacja ta obejmowała także instruktaż dotyczący ćwiczeń, które pacjenci mogli kontynuować w domu, co miało na celu podtrzymanie efektów terapii po zakończeniu programu.

Do zebrania danych dotyczących stanu zdrowia pacjentów oraz informacji demograficznych wykorzystano ankietę własną, która zawierała pytania dotyczące czasu trwania dolegliwości bólowych, przyjmowania leków przeciwbólowych oraz chorób współistniejących. Do oceny bólu zastosowano skalę wizualno-analogową (VAS), na której pacjenci oceniali nasilenie bólu na skali od 0 (brak bólu) do 10 (najsilniejszy ból możliwy do wyobrażenia). Jako narzędzie do monitorowania postępów rehabilitacji posłużył kwestionariusz Neck Disability Index (NDI), który jest uznawany za wiarygodne narzędzie oceny sprawności funkcjonalnej i dolegliwości bólowych kręgosłupa szyjnego [10]. Kwestionariusz składa się z 10 pytań, które są oceniane w skali 0-5. Maksymalny wynik, jaki można uzyskać, to 50 punktów. Wynik w przedziale 0-4 oznacza brak niepełnosprawności, natomiast suma punktów powyżej 34 oznacza całkowitą niepełnosprawność [18].

W celu oceny efektywności fizjoterapii przeprowadzono serię testów funkcjonalnych, w tym Dynamic Gait Index (DGI) [19], Star Excursion Balance Test (SEBT) [13] oraz Berg Balance Scale (BBS) [14], które są uznawane za standard w ocenie równowagi i zdolności lokomocyjnych pacjentów. Dynamic Gait Index (DGI) polega na ocenie chodu w różnych sytuacjach. Analizie poddany jest chód z różną prędkością, chód z równoczesnym obracaniem głowy na boki, z pokonywaniem przeszkód oraz chód z jednoczesnym obracaniem i wchodzeniem/schodzeniem po schodach. Poszczególne zadania oceniane są od 0 do 3 i maksymalnie można zdobyć 24 punkty. Zero oznacza brak możliwości wykonania zadania, a 3 prawidłowo wykonane zadanie [22]. Star Excursion Balance Test (SEBT) jest testem oceniającym równowagę dynamiczną i kontrolę posturalną. Procedura polega na tym, że pacjent stoi na jednej nodze w centrum gwiazdy wyznaczonej na podłożu, a drugą nogą sięga jak najdalej w jednym z ośmiu kierunków wyznaczonych przez promienie gwiazdy (np. przednim, bocznym, tylnobocznym). W trakcie testu pacjent musi utrzymać stabilność na nodze podporowej,

bez oderwania jej od podłoża. Każdy kierunek jest oceniany na podstawie trzech prób, z mierzeniem odległości osiągniętej przez nogę sięgającą. Wyniki SEBT służą do precyzyjnej oceny zdolności utrzymania równowagi oraz są stosowane w monitorowaniu postępów rehabilitacyjnych i ocenie ryzyka urazów kończyn dolnych. [23]. Berg Balance Scale (BBS) obejmuje badanie stabilności i równowagi w 14 zadaniach, takich jak: siadanie i wstawanie z krzesła, samodzielne stanie i siedzenie, stanie na jednej nodze, stanie z nogą w wykroku naprzód, stanie ze złączonymi stopami, obrót o 180 i o 360 stopni [24].



Rysunek 1. Star Excursion Balance Test (SEBT)

2.3. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną zebranego materiału przeprowadzono w pakiecie Statistica 13.3. Bazę danych i opracowanie graficzne wyników wykonano w programie Microsoft Excel oraz Microsoft Word. Obliczono statystyki opisowe: liczebność, wartość średnią, medianę, wartość minimalną i maksymalną, kwartył górny i dolny oraz odchylenie standardowe. Do oceny różnic w przeciętnym poziomie cechy liczbowej dla prób zależnych wykorzystano test t-studenta lub test Wilcozona, biorąc pod uwagę odpowiednie założenia każdego testu, natomiast w przypadku oceny różnic dla prób niezależnych wykorzystano test parametryczny t-studenta lub nieparametryczny U Manna-Whitneya. Korelację dwóch zmiennych obliczono za pomocą współczynnika Pearsona lub rang Spearmana (w przypadku niespełnienia kryterium normalności rozkładu dla jednej ze zmiennych). Do opisu i interpretacji istotnej korelacji przyjęto skalę określającą siłę związku: $rx_y = 0$ – brak korelacji; $0 < rx_y < 0,1$ – korelacja nikła; $0,1 < rx_y < 0,3$ – korelacja słaba; $0,3 < rx_y < 0,5$ – korelacja przeciętna; $0,5 < rx_y < 0,7$ – korelacja wysoka; $0,7 < rx_y < 0,9$ – korelacja bardzo wysoka; $0,9 < rx_y < 1$ – korelacja prawie pełna. Za poziom istotności statystycznej przyjęto wartość $p < 0,05$.

3. Wyniki

W ramach głównego etapu badawczego zastosowano skalę Neck Disability Index (NDI) do określenia sprawności funkcjonalnej i dolegliwości bólowych odcinka szyjnego kręgosłupa oraz Dynamic Gait Index (DGI) do oceny ryzyka upadków. Pomiarów te wykonano zarówno przed rozpoczęciem programu rehabilitacyjnego, jak i po jego zakończeniu. Analiza wyników wykazała istotną statystycznie poprawę w obu obszarach, co potwierdza skuteczność zastosowanej interwencji rehabilitacyjnej. Statystyczna istotność zmian została potwierdzona na poziomie $p < 0,001$, co odnotowano w tabeli 1.

Tabela 1. Zmiany sprawności funkcjonalnej [%] – ocena przed i po rehabilitacji na podstawie Neck Disability Index (NDI) oraz Ocena ryzyka upadków na podstawie wyniku punktowego testu DGI przed rehabilitacją i po niej

Rehabilitacja	NDI [%]									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	T	P
Przed	40	30,6	28,0	14,0	64,0	17,0	36,0	15,07	10,85	<0,001
Po	40	18,9	15,0	6,0	56,0	8,0	22,0	13,07		
Efekt	40	11,7	10,0	4,0	22,0	8,0	14,0	4,82		
Rehabilitacja	DGI [suma]									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	T	P
Przed	40	18,3	20,0	7,0	24,0	16,0	21,0	4,76	19,00	<0,001
Po	40	21,2	22,0	11,0	24,0	20,5	24,0	3,52		
Efekt	40	3,0	3,0	0,0	7,0	2,0	4,0	1,73		

$\bar{X}$ – średnia; Me – mediana; Min. – wartość minimalna; Max. – wartość maksymalna; Q1 – dolny kwartył; Q3 – górny kwartył; SD – odchylenie standardowe; t – wartość statystyki t-studenta dla prób zależnych; p – wartość prawdopodobieństwa testowego

Do oceny równowagi wykorzystano test SEBT (ang. *Star Excursion Balance Test*). Analiza przeprowadzona została dla obu kończyn dolnych – prawej i lewej, zarówno przed rehabilitacją, jak i po zakończeniu jej cyklu. Celem było ustalenie, czy obserwowane zmiany w wynikach testu są istotne statystycznie przed rozpoczęciem terapii oraz po jej zakończeniu. Zaobserwowano znaczącą poprawę w przypadku kończyny dolnej prawej, z wyjątkiem ruchów w kierunku przyśrodkowo-przednim i tylnoprzyśrodkowym. Dla kończyny dolnej lewej, istotna statystycznie poprawa nie została odnotowana wyłącznie w zakresie ruchu tylnego oraz tylnobocznego. Wyniki te zostały szczegółowo przedstawione w tabelach nr 2 i 3.

Tabela 2. Ocena równowagi dynamicznej na podstawie testu SEBT dla prawej kończyny dolnej przed rehabilitacją i po niej

Rehabilitacja	SEBT (Anterior)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	74,7	76,0	48,0	100,0	58,5	89,5	16,71	3,82	<0,001
Po	40	79,8	81,0	50,0	110,0	67,5	95,0	16,84		
Efekt	40	5,1	4,0	0,0	17,0	2,0	8,5	4,45		
Rehabilitacja	SEBT (Anteromedial)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	t	P
Przed	40	75,4	66,0	38,0	110,0	59,5	99,0	21,66	-1,60	0,126
Po	40	76,8	70,5	44,0	112,0	61,0	98,5	20,61		
Efekt	40	1,3	1,0	-5,0	11,0	-0,5	3,5	3,77		
Rehabilitacja	SEBT (Medial)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	75,4	68,5	51,0	110,0	59,5	91,5	20,09	3,43	0,001
Po	40	78,9	70,0	56,0	113,0	64,0	94,0	19,45		
Efekt	40	3,6	3,0	-4,0	9,0	2,5	4,5	2,68		

Rehabilitacja	SEBT (Posteromedial)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	t	P
Przed	40	73,6	71,0	45,0	97,0	62,0	87,0	16,28	- 2,08	0,051
Po	40	74,9	73,5	47,0	100,0	61,0	92,5	17,21		
Efekt	40	1,3	1,5	-3,0	9,0	-0,5	3,0	2,79		
Rehabilitacja	SEBT (Posterior)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	t	P
Przed	40	73,4	72,5	40,0	104,0	60,5	89,5	19,33	-	<0,00
Po	40	77,2	74,5	43,0	107,0	67,0	95,0	18,46	5,39	1
Efekt	40	3,8	4,0	-2,0	10,0	1,5	5,5	3,16		
Rehabilitacja	SEBT (Posterolateral)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	64,7	63,5	35,0	92,0	56,0	77,0	15,69	3,92	<0,00
Po	40	67,6	67,5	37,0	95,0	58,0	80,5	15,94		1
Efekt	40	2,9	3,0	1,0	6,0	2,0	3,0	1,18		
Rehabilitacja	SEBT (Lateral)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	58,6	58,0	36,0	79,0	45,0	73,0	14,68	3,82	<0,00
Po	40	62,5	64,0	39,0	84,0	47,5	77,5	15,61		1
Efekt	40	3,9	3,0	0,0	17,0	2,5	4,5	3,38		
Rehabilitacja	SEBT (Anterolateral)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	66,4	62,5	40,0	100,0	56,0	82,0	15,22	3,32	0,001
Po	40	70,1	69,0	42,0	101,0	57,5	85,0	16,09		
Efekt	40	3,8	2,5	-5,0	25,0	1,0	4,5	5,61		

N – liczba obserwacji; $\bar{X}$ – średnia; Me – mediana; Min. – wartość minimalna; Max. – wartość maksymalna; Q1 – dolny kwartył; Q3 – górny kwartył; SD – odchylenie standardowe; t – wartość statystyki t-Studenta dla prób zależnych; Z – wartość statystyki Wilcoxon; p – wartość prawdopodobieństwa testowego

Tabela 3. Ocena równowagi dynamicznej na podstawie testu SEBT dla lewej kończyny dolnej przed rehabilitacją i po niej

Rehabilitacja	SEBT (Anterior)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	t	P
Przed	40	70,8	70,5	41,0	95,0	57,0	86,0	16,06	-	<0,00
Po	40	73,4	72,5	45,0	98,0	59,5	88,5	15,41	9,13	1
Efekt	40	2,6	2,5	0,0	5,0	2,0	3,0	1,27		
Rehabilitacja	SEBT (Anteromedial)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	71,8	64,0	47,0	109,0	57,0	90,0	18,86	2,42	0,016
Po	40	73,8	68,0	45,0	106,0	60,0	92,0	18,16		
Efekt	40	2,0	2,0	-3,0	12,0	0,5	3,5	3,25		
Rehabilitacja	SEBT (Medial)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	t	P
Przed	40	71,6	68,5	43,0	103,0	56,0	86,5	17,62	-	<0,00
Po	40	73,4	70,5	43,0	105,0	58,0	88,5	17,91	4,57	1
Efekt	40	1,8	1,5	-1,0	6,0	1,0	3,0	1,71		

Wpływ programu rehabilitacji na zmianę w zakresie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z zespołem bólowym odcinka szyjnego kręgosłupa

Rehabilitacja	SEBT (Posteromedial)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	68,1	69,0	38,0	103,0	58,5	79,5	16,72	2,44	0,015
Po	40	69,6	68,5	40,0	108,0	60,5	81,5	17,28		
Efekt	40	1,5	2,0	-3,0	5,0	0,5	2,5	2,04		
Rehabilitacja	SEBT (Posterior)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	72,7	69,0	40,0	100,0	64,5	85,5	16,48	1,68	0,093
Po	40	73,3	70,0	41,0	103,0	63,5	87,0	16,69		
Efekt	40	0,5	1,0	-11,0	3,0	0,0	3,0	3,28		
Rehabilitacja	SEBT (Posterolateral)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	61,3	60,0	34,0	94,0	51,0	73,5	15,93	1,96	0,050
Po	40	61,4	55,0	36,0	95,0	49,5	74,0	16,36		
Efekt	40	0,1	2,0	-25,0	5,0	1,0	3,0	6,68		
Rehabilitacja	SEBT (Lateral)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	Z	P
Przed	40	54,7	54,5	34,0	81,0	42,0	64,5	13,67	3,72	<0,001
Po	40	57,3	60,5	33,0	82,0	45,0	66,5	13,80		
Efekt	40	2,6	2,0	-1,0	15,0	1,5	2,0	3,23		
Rehabilitacja	SEBT (Anterolateral)									
	N	$\bar{X}$	Me	Min.	Max.	Q1	Q3	SD	t	P
Przed	40	61,0	62,5	38,0	80,0	51,0	71,5	12,68	-3,80	0,001
Po	40	63,2	63,5	40,0	82,0	55,5	74,0	12,17		
Efekt	40	2,2	2,0	-4,0	8,0	1,0	3,0	2,59		

$\bar{X}$
N – liczba obserwacji; $\bar{X}$ – średnia; Me- mediana; Min.- wartość minimalna; Max.- wartość maksymalna; Q1 – dolny kwartył; Q3 – górny kwartył; SD – odchylenie standardowe; t - wartość statystyki t-Studenta dla prób zależnych; Z – wartość statystyki Wilcozona; p – wartość prawdopodobieństwa testowego

Pacjenci, którzy zgłaszali lepszą sprawność funkcjonalną mierzoną kwestionariuszem Neck Disability Index (NDI), uzyskiwali również wyższe wyniki w testach równowagi ocenianych skalą Berga. Podobną korelację zaobserwowano w przypadku oceny efektów rehabilitacji, gdzie poprawa wyników NDI po drugim badaniu była związana z lepszą równowagą u uczestników. Dane te szczegółowo przedstawione w tabeli 4.

Tabela 4. Zależność między sprawnością funkcjonalną mierzoną za pomocą NDI a wynikami testu BERG

Zmienne	Korelacja R Spearmana		
	NDI [%] Przed rehabilitacją	NDI [%] Po rehabilitacji	NDI [%] Efekt
BERG [suma] Przed rehabilitacją	-0,65 (p = 0,002)	-0,65 (p = 0,002)	-0,27 (p = 0,246)*
BERG [suma] Po rehabilitacji	-0,52 (p = 0,019)	-0,50 (p = 0,026)	-0,27 (p = 0,246)
BERG [suma] Efekt	0,68 (p = 0,001)	0,72 (p < 0,001)	0,16 (p = 0,496)*

* Korelacja Pearsona

Następnie analizowano związek między poziomem równowagi, ocenianym za pomocą testu równowagi Berga (Berg Balance Test), a czasem trwania dolegliwości bólowych. Osoby doświadczające bólu przez dłuższy okres prezentowały niższy poziom równowagi, zarówno przed rozpoczęciem rehabilitacji, jak i po jej zakończeniu. Szczegółowe wyniki tej analizy zostały przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5. Zależność między czasem trwania bólu i wiekiem, a wynikami testu BERG

Zmienne	Korelacja R Spearmana	
	Czas trwania bólu [dni]	Wiek
BERG [suma] Przed rehabilitacją	-0,66 (p = 0,002)	-0,19 (p = 0,428)*
BERG [suma] Po rehabilitacji	-0,64 (p = 0,003)	-0,16 (p = 0,495)
BERG [suma] Efekt	0,46 (p = 0,041)	0,32 (p = 0,163)*

* Korelacja Pearsona

Poprawa równowagi, ocenianej za pomocą testu Berga, zaobserwowana została zarówno u uczestników rehabilitacji po raz pierwszy, jak i u tych, którzy przeszli przez proces rehabilitacyjny wcześniej (p = 0,001; p = 0,021) – jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 6.

Tabela 6. Zależność między dotychczasowym korzystaniem z rehabilitacji, a wynikami testu Berg

BERG [suma]	Dotychczasowa rehabilitacja										
	Pierwsza					Kolejna					P
	$\bar{X}$	Me	Q1	Q3	SD	$\bar{X}$	Me	Q1	Q3	SD	
Przed rehabilitacją	30,6	32,0	28,0	35,0	5,29	29,2	29,5	26,0	32,0	4,26	(t* = -0,57) p = 0,574
Po rehabilitacji	33,1	34,5	31,0	36,0	3,73	32,7	33,5	31,0	34,0	2,80	(U = 33,50) p = 0,509
Efekt	2,5	2,0	1,0	5,0	2,07	3,5	2,5	2,0	5,0	2,59	(t* = 0,92) p = 0,369
P	(t = -4,53) p = 0,001					(t = -3,31) p = 0,021					

$\bar{X}$ – średnia; Me – mediana; Q1 – dolny kwartył; Q3 – górny kwartył; SD – odchylenie standardowe;
t – wartość statystyki t-Studenta dla prób zależnych; t* – wartość statystyki t-Studenta dla prób niezależnych;
U – wartość statystyki U Manna Whitneya; p – wartość prawdopodobieństwa testowego

4. Dyskusja

Wyniki uzyskane w badaniach dotyczących oceny równowagi u pacjentów z dolegliwościami bólowymi odcinka szyjnego kręgosłupa. Przeprowadzone badania mają wymiar praktyczny, ponieważ dostarczają informacji, które mogą mieć znaczenie dla praktyki klinicznej w dziedzinie rehabilitacji.

Prezentowane wyniki wskazują na wyraźny związek pomiędzy intensywnością bólu w odcinku szyjnym kręgosłupa a zdolnością do utrzymania równowagi. W odniesieniu do Dynamic Gait Index oraz Berg Balance Scale, pacjenci odczuwający silniejszy ból uzyskiwali gorsze wyniki dotyczące parametrów równowagi. Wyniki te są spójne z ba-

daniami przeprowadzonymi przez Smith i wsp., którzy również zidentyfikowali silny związek pomiędzy bólem a zaburzeniami równowagi [25]. Przykłady innych badań, takich jak te przeprowadzone przez Sipko i wsp. (2007) [26], potwierdzają, że pacjenci odczuwający ból w odcinku szyjnym kręgosłupa mają trudności w utrzymaniu stabilnej równowagi. Ta korelacja pomiędzy bólem a parametrami równowagi, zwłaszcza zidentyfikowana za pomocą Dynamic Gait Index oraz Berg Balance Scale, ma istotne implikacje kliniczne [27].

Podczas oceny efektów rehabilitacji za pomocą testu Neck Disability Index (NDI), zauważono istotne zmniejszenie dolegliwości bólowych u pacjentów, a tym samym poprawę sprawności funkcjonalnej. Warto zaznaczyć, że uzyskane wyniki potwierdzają skuteczność przeprowadzonej fizjoterapii w łagodzeniu bólu w obszarze odcinka szyjnego kręgosłupa. Redukcja dolegliwości bólowych ma istotne znaczenie dla jakości życia pacjentów, co znalazło potwierdzenie w wynikach innych badań. Badanie przeprowadzone przez Joshi i wsp. (2007) również korzystnie oceniło efekty fizjoterapii na dolegliwości bólowe odcinka szyjnego kręgosłupa. W ich badaniu, pacjenci uczestniczący w programie rehabilitacyjnym doświadczyli istotnego zmniejszenia intensywności bólu, co przyczyniło się do poprawy zakresu ruchomości kręgosłupa szyjnego [28]. Te wyniki wspierają obserwacje z naszego badania i sugerują, że fizjoterapia może być skuteczną formą terapii w łagodzeniu bólu odcinka szyjnego kręgosłupa. Podobne wyniki uzyskano również w badaniach przeprowadzonych przez Cho i wsp. (2017), gdzie fizjoterapia miała pozytywny wpływ na zmniejszenie dolegliwości bólowych u pacjentów z dolegliwościami odcinka szyjnego kręgosłupa. Wskazano również na korzyści w zakresie poprawy sprawności funkcjonalnej oraz ogólnego samopoczucia pacjentów po zakończeniu rehabilitacji [29].

W kontekście równowagi, wyniki badań oparte na teście SEBT oraz skali BBS wykazały istotną poprawę po zakończeniu rehabilitacji. Pacjenci, którzy doświadczali mniejszych dolegliwości bólowych, prezentowali lepszą równowagę, co potwierdza związek między poziomem bólu a zdolnością utrzymania równowagi. Te rezultaty są zgodne z ustaleniami innych badaczy [30, 31]. Analiza czasu trwania dolegliwości bólowych w kontekście równowagi potwierdzała, że osoby, które dłużej odczuwały dolegliwości bólowe lub doświadczyły kilkakrotnie incydentów bólowych, charakteryzowały się gorszym poziomem równowagi, zarówno przed rehabilitacją, jak i po niej. To ważne spostrzeżenie może sugerować, że szybsza interwencja rehabilitacyjna może przyczynić się do skuteczniejszej poprawy równowagi u pacjentów z dolegliwościami bólowymi odcinka szyjnego kręgosłupa [32].

Jednym z głównych ograniczeń naszego badania jest stosunkowo niewielka liczba badanych uczestniczących w programie rehabilitacji, który wynosił 40 pacjentów. To ograniczenie może wpływać na ogólną reprezentatywność uzyskanych wyników i utrudniać generalizację wniosków na populację większą. Badanie ograniczyło się do oceny wpływu dolegliwości bólowych na równowagę nie uwzględniono innych potencjalnych czynników, takich jak styl życia, poziom aktywności fizycznej czy czynniki psychologiczne, które również mogą wpływać na wyniki rehabilitacji. Warto w przyszłych badaniach zastosować obiektywne metody oceny równowagi, jak np. platformy stabilometryczne. W niniejszych badaniach posłużono się jedynie metodami subiektywnymi, tj. kwestionariuszami i testami funkcjonalnymi, obciążonymi ryzykiem błędu badającego. Natomiast należy podkreślić, że zastosowane w badaniach własnych kwestionariusze,

skale i testy funkcjonalne są narzędziami rzetelnymi, wiarygodnymi i zwalidowanymi, których bardzo dobre właściwości psychometryczne zostały potwierdzone w licznych badaniach naukowych [33-35].

Pomimo istniejących ograniczeń tego badania prezentowane wyniki stanowią wartościowy wkład w zrozumienie skuteczności fizjoterapii w poprawie równowagi u pacjentów z dolegliwościami bólowymi odcinka szyjnego kręgosłupa. Ograniczenia te wymagają uwzględnienia przy interpretacji, jednak uzyskane rezultaty dostarczają istotnych informacji, które mogą wspomóc rozwój praktyki klinicznej oraz kierować dalsze badania w tej dziedzinie.

Podsumowując wyniki badania potwierdzają korzystny wpływ fizjoterapii na poprawę sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z bólami odcinka szyjnego kręgosłupa. Skuteczność rehabilitacji odzwierciedlała się istotnymi statystycznie różnicami w wynikach testów i skali, co stanowi obiecujący kierunek dla dalszych badań oraz praktyki klinicznej w zakresie leczenia tego typu schorzeń. Konieczne są dalsze badania w tym zakresie z uwzględnieniem większej populacji oraz użyciem obiektywnych metod oceny równowagi pacjentów z bólami odcinka szyjnego kręgosłupa.

5. Wnioski

Analiza uzyskanych wyników pozwala na kilka istotnych spostrzeżeń dotyczących skuteczności fizjoterapii u pacjentów z dolegliwościami bólowymi odcinka szyjnego kręgosłupa. Wyniki przeprowadzonego badania jednoznacznie potwierdzają, że fizjoterapia jest skutecznym narzędziem w poprawie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z bólem odcinka szyjnego kręgosłupa. Analiza wyników wskazuje, że stopień dolegliwości bólowych ma istotny wpływ na efektywność fizjoterapii w zakresie poprawy równowagi. Pacjenci odczuwający intensywniejszy ból mogą wymagać bardziej intensywnych i spersonalizowanych podejść terapeutycznych, co podkreśla potrzebę indywidualizacji programów rehabilitacyjnych w zależności od stopnia nasilenia bólu.

Literatura

1. Rakowski A., *Kręgosłup w stresie, jak usunąć ból i jego przyczyny*, GWP, Gdańsk 2011, s. 9, 36-97.
2. Cho J., Lee E., Lee S., *Upper Thoracic Spine Mobilization and Mobility Exercise Versus Upper Cervical Spine Mobilization and Stabilization Exercise in Individuals with Forward Head Posture: A Randomized Clinical Trial*, BMC Musculoskelet Disord, 18(1), 2017, s. 525.
3. Matuszewska W., Tomczak H., *Ocena wpływu kompleksowej fizjoterapii na poziom bólu w odcinku szyjnym kręgosłupa.*, Acta Balneologica, 53(2), 2011, s. 124-132.
4. Ogólnopolski program profilaktyki przewlekłych bólów kręgosłupa, Warszawa 2018, s. 8-11.
5. Skilgate E., Magnusson C., Lundberg M., Hallqvist J., *The Age- and Sex-Specific Occurrence of Bothersome Neck Pain in the General Population-Results from the Stockholm Public Health Cohort*, BMC Musculoskelet Disord, 24(13), 2012, s. 185.
6. Makarczuk A., *Poziom wiedzy rodziców dzieci w wieku wczesnoszkolnym na temat wad postawy ciała*, JHS, 4(13), 2014, s. 382-393.
7. Bernal-Utrera C., Gonzalez-Gerez J.J., Anarte-Lazo E., Rodriguez-Blanco C., *Manual Therapy Versus Therapeutic Exercise in Non-Specific Chronic Neck Pain: A Randomized Controlled Trial*, Trials, 28, 21(1), 2020, s. 682.
8. Wysocki J., Bubrowski M., Szymański I., *Anomalie rozwojowe okolicy szczytowo-potylicznej i ich znaczenie dla zaburzeń słuchu i równowagi*, Otorinolaryngologia, 2(2), 2003, s. 65-71.

9. Fontana Carvalho AP., Dufresne S.S., Rogerio de Oliveira M., Couto Furlanetto K., Dubois M., Dallaire M., Ngomo S., da Silva R.A., *Effects of Lumbar Stabilization and Muscular Stretching on Pain, Disabilities, Postural Control and Muscle Activation in Pregnant Woman With Low Back Pain*, *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56(3), 2020, s. 297-306.
10. Aluko A., DeSouza L., Peacock J., *The Effect of Core Stability Exercises on Variations in Acceleration of Trunk Movement, Pain, and Disability During an Episode of Acute Nonspecific Low Back Pain: A Pilot Clinical Trial*, *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*, 36(8), 2013, s.497-504.
11. Nityal Kumar A., *Chronic Neck Pain and Postural Rehabilitation: A Literature Review*, *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 32, 2022, s. 201-206.
12. Kristjansson, E., Treleaven, J., *Sensorimotor Function and Dizziness in Neck Pain: Implications for Assessment and Management*, *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(5), 2009, 364-377.
13. Peng B., Yang L., Li Y., Liu T., Liu Y., *Cervical Proprioception Impairment in Neck Pain-Pathophysiology, Clinical Evaluation, and Management: A Narrative Review*, *Pain and Therapy*, 10(1), 2021, s. 143-164.
14. Małtosz P., Król P., Rzepko M., *Równowaga statyczna u młodych ludzi*, https://www.researchgate.net/profile/Piotr-Matlosz/publication/303819394_Rownowaga_statyczna_u_mlodych_ludzi/links/5755a21208ae10c72b66cf43/Rownowaga-statyczna-u-mlodych-ludzi.pdf [data dostępu: 14.09.2024].
15. Treleaven J., *Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control—Part 2: Case studies*. *Manual Therapy*, V 13(3), 2008, s. 266-275
16. Gross A.R., Paquin J.P., Dupont G., Blanchette S., Lalonde, P., Cristie T., Hoving J.L., *Exercises for Mechanical Neck Disorders: A Cochrane Review Update*, *Spine*, 41(10), 2016, s. 824-835.
17. Lerner-Lentz A., O'Halloran B., Donaldson M., Cleland J.A., *Pragmatic Application of Manipulation Versus Mobilization to the Upper Segments of the Cervical Spine Plus Exercise for Treatment of Cervicogenic Headache: A Randomized Clinical Trial*, *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 29(5), 2021, s. 267-275.
18. Carreon L.Y., Glassman S.D., Campbell M.J., Anderson P.A., *Neck Disability Index, Short Form-36 Physical Component Summary, and Pain Scales For Neck and Arm Pain: The Minimum Clinically Important Difference and Substantial Clinical Benefit after Cervical Spine Fusion*, *Spine J.*, 10(6), 2010, s. 469-474.
19. Drużbicki M., Przysada G., Rykała J., Podgórska J., Guzik A., Kołodziej K., *Evaluation Of The Effectiveness of Selected Scales and Methods Used in the Assessment of Gait and Balance after a Cerebral Stroke*, *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie*, 1, 2013, s. 21-31.
20. Picot B., Terrier R., Forestier N., Fourchet N., McKeon P. O., *The Star Excursion Balance Test: An Update Review and Practical Guidelines*, *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 26, 2021, s. 285-293.
21. Asouzu N., Mong E., Agha M., Anekwu E.M., John D.O., Ibeneme S.C., *Zależność między stosunkiem siły ścięgien podkolanowych do mięśnia czworogłowego a wykonywaniem zadań w Skali Równowagi Berga wśród osób, które przeżyły udar w Abakaliki w Nigerii*, *BMJ Open Sport i Medycyna Ćwiczeń*, 10 (1), 2024, s. 001826.
22. Kuczyński M., Podbielska M.L., Bieć D. Paluszczak A., Kręcisz K., *Podstawy oceny równowagi ciała: czyli, w jaki sposób i dlaczego powinniśmy mierzyć?*, *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*, 4, 2012, s. 243-249.
23. Gribble P.A., Hertel J., *Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test*, *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2, 2003, s. 89-100.

24. Hayashi S., Miyata K., Takeda R., Iizuka T., Igarashi T., Usuda S., *Minimal Clinically Important Difference of the Berg Balance Scale and Comfortable Walking Speed in Patients with Acute Stroke: A Multicenter, Prospective, Longitudinal Study*, Clinical Rehabilitation, 36(11), 2022, s. 1512-1523.
25. Szostek-Rogula S., Zamysłowska-Szmytko E., *Przegląd skal i testów dla oceny czynnościowej pacjenta z zawrotami głowy i zaburzeniami równowagi*, Otolaryngologia, 14(3), 2015.
26. Sipko T., Bieć E., Demczuk-Włodarczyk E., Ciesielska B., *Ruchomość kręgosłupa w odcinku szyjnym oraz równowaga ciała u osób z chorobą przecięzienną kręgosłupa*, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, 2(6), 2007, s. 141-148.
27. Godi M., Franchignoni F., Caligari F., Giordano A., Turcato A.M., Nardone A., *Comparison of Reliability, Validity, and Responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in Patients With Balance Disorders*, Physical Therapy, 93(2), 2013, s. 158-167.
28. Joshi S., Balhithaya G., Neelapala Y.V.R., *Immediate Effects of Cervicothoracic Junction Mobilization Versus Thoracic Manipulation on the Range of Motion and Pain in Mechanical Neck Pain with Cervicothoracic Junction Dysfunction: A Pilot Randomized Controlled Trial*, Chiropractic & Manual Therapies, 7, 28(1), 2020, s. 38.
29. Cho J., Lee E., Lee S., *Upper Thoracic Spine Mobilization and Mobility Exercise Versus upper Cervical Spine Mobilization and Stabilization Exercise in Individuals with Forward Head Posture: A Randomized Clinical Trial*, BMC Musculoskeletal Disorders, 12, 18(1), 2017, s. 525.
30. Powden C.J., Dodds T.K., Gabriel E.H., *The Reliability of the Star Excursion Balance Test and Lower Quarter Y-Balance Test in Healthy Adults: A Systematic Review*, International Journal of Sports Physical Therapy, 14(5), 2019, s. 683-694.
31. Picot, B., Terrier, R., Forestier, N., Fourchet, F., McKeon, P.O., *The Star Excursion Balance Test: An Update Review and Practical Guidelines*, International Journal of Athletic Therapy and Training, 26(6), 2021, s. 285-293.
32. Dzierżek I., Cichosz M., Czerwiński P., Wilk T., Kałużny K., Kałużna A., Zukow W., *Effects of Maitland Manual Therapy on the Treatment of Pain Syndromes of the Cervical Spine*, Journal of Education, Health and Sport, 7(4), 2017, s. 222-233.
33. Bac A., Jankowicz-Szymańska A., Liszka H., Wódka K., *Diagnostyka narządu ruchu w fizjoterapii*, Edra Urban & Partner, 2022, s. 336-345.
34. Zgoda A., *Postępowanie fizjoterapeutyczne u pacjenta z zespołem bólowym kręgosłupa szyjnego. Studium przypadku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2015.
35. Konieczny D., *Związek pomiędzy bólem odcinka szyjnego kręgosłupa a stylem radzenia sobie ze stresem*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2020.

Wpływ programu rehabilitacji na zmianę w zakresie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z zespołem bólowym odcinka szyjnego kręgosłupa

Streszczenie

Wstęp: Na podstawie przeglądu literatury krajowej i zagranicznej można stwierdzić, że zaburzenia równowagi wśród pacjentów z dolegliwościami bólowymi odcinka szyjnego kręgosłupa stanowią znaczny problem, wpływając na ograniczenie w zakresie sprawności funkcjonalnej. To spostrzeżenie stało się motywacją do podjęcia niniejszych badań.

Cel pracy: Celem pracy jest analiza wpływu programu rehabilitacji na zmianę w zakresie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z zespołem bólowym odcinka szyjnego kręgosłupa.

Materiały i metody: Badania przeprowadzono w Centrum Rehabilitacji w Tarnowie w grupie 40 osób z zespołem bólowym odcinka szyjnego kręgosłupa. Badanie przeprowadzono dwukrotnie przed rozpoczęciem dwutygodniowego programu rehabilitacyjnego oraz po jego zakończeniu. Do oceny sprawności funkcjonalnej i dolegliwości bólowych kręgosłupa szyjnego wykorzystano Neck Disability Index. Oceny w zakresie parametrów równowagi dokonano za pomocą serii testów funkcjonalnych, takich jak: Dynamic Gait Index, Star Excursion Balance Test oraz Berg Balance Scale.

Wyniki: Analiza wyników w zakresie Neck Disability Index, Dynamic Gait Index, Star Excursion Balance oraz Berg Balance Scale wykazała istotną statystycznie poprawę w zakresie sprawności funkcjonalnej i równowagi w badanej grupie pacjentów po rehabilitacji ($p < 0,001$). Wykazano również, że zmniejszenie dolegliwości bólowych koreluje z poprawą równowagi badanych pacjentów po rehabilitacji ($p < 0,001$).

Wnioski: Wyniki przeprowadzonego badania jednoznacznie potwierdzają, że fizjoterapia jest skutecznym narzędziem w poprawie sprawności funkcjonalnej i równowagi u pacjentów z bólem odcinka szyjnego kręgosłupa, a stopień dolegliwości bólowych ma istotny wpływ na efektywność fizjoterapii w zakresie poprawy równowagi.

Słowa kluczowe: kręgosłup szyjny, dolegliwości bólowe, sprawność funkcjonalna, równowaga, fizjoterapia

The Impact of a Rehabilitation Program on Changes in Functional Capacity and Balance in Patients with Cervical Spine Pain Syndrome

Abstract

Introduction: Based on the review of national and international literature, it may be concluded that balance disorders among patients with cervical spine pain constitute a significant problem, limiting functional capacity. This observation generated the motivation to undertake the following research.

Purpose of the study: The purpose of the study is to analyze the impact of a rehabilitation program on the changes in functional capacity and balance in patients with cervical spine pain syndrome.

Material and method: The research was conducted at the Rehabilitation Center in Tarnów in a group of 40 people with cervical spine pain. The examination was carried out twice, before the start of the two-week rehabilitation program and after its completion. The Neck Disability Index was used to assess functional capacity and pain in the cervical spine. The effectiveness of physiotherapy in terms of balance was assessed with the use of a series of functional tests such as: Dynamic Gait Index, Star Excursion Balance Test and Berg Balance Scale.

Results: The analysis of the results in the scope of Neck Disability Index, Dynamic Gait Index, Star Excursion Balance and Berg Balance Scale showed a statistically significant improvement in the functional capacity and balance in the studied group of patients after rehabilitation ($p < 0.001$). It was also demonstrated that the reduction in pain correlates with the improvement in balance of the examined patients after rehabilitation ($p < 0.001$).

Conclusions: The results of the study explicitly confirm that physiotherapy is an effective tool in improving functional efficiency and balance in patients with cervical spine pain, and the degree of pain has a significant impact on the effectiveness of physiotherapy in improving balance.

Keywords: cervical spine, pain, functional capacity, balance, physiotherapy

Rola fizjoterapii po chorobie COVID-19

1. Wstęp

COVID-19 (ang. *coronavirus disease 2019*, choroba zakaźna układu oddechowego) pojawił się w grudniu 2019 roku, a swój początek miał w chińskim mieście Wuhan. Przyczyną tej infekcji jest wirus SARS-CoV-2 (ang. *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*, drugi koronawirus zespołu ciężkiej niewydolności oddechowej), który rozprzestrzenił się na cały świat powodując pandemię [1].

COVID-19 upośledza głównie układ oddechowy, a osłabienie funkcji płuc wiąże się z utratą samodzielności i pogorszeniem jakości życia. Przebieg choroby może być: bezobjawowy, łagodny, umiarkowany, ciężki lub krytyczny. Zależy w znacznej mierze od wieku, występowania chorób współistniejących, poziomu odporności i korzystania z używek. W przypadku ostrego rozwoju choroby wykonywanie nawet prostych czynności dnia codziennego powoduje duszności, kaszel i bóle w klatce piersiowej [2]. Powrót do zdrowia jest możliwy poprzez włączenie w terapię kompleksowej rehabilitacji. Lekarze wraz z grupą fizjoterapeutów, psychologów, psychoterapeutów i terapeutów zajęciowych skutecznie zwiększają szanse na wyeliminowanie powikłań w układzie oddechowym, sercowo-naczyniowym i nerwowym.

Prawidłowa diagnostyka pacjentów, odpowiednie testy wydolnościowe i badania dają możliwość doboru odpowiednich ćwiczeń i zabiegów. Zasadniczym planem rehabilitacji jest powrót do pełnej sprawności w tym wydolności krążeniowo-oddechowej pacjentów. Do transmisji dochodzi poprzez drogę kropelkową w trakcie mówienia, kichania i kaszlu. W takim przypadku nośnikiem wirusa jest śluz z dróg oddechowych i jamy ustnej. Jednakże do bezpośredniego zakażenia dochodzi poprzez kontakt ze skażonymi powierzchniami i przedmiotami lub poprzez drogę śródmaciczną, krew, moczu i kał. Czynnikiem zakaźnym może być również obcowanie ze zwierzętami, u których obecny jest wirus SARS-CoV-2.

Warto zaznaczyć, że najliczniej występującą postacią kliniczną choroby COVID-19 jest śródmiąższowe zapalenie płuc. Kryteria diagnozy uwzględniają:

- dodatni test antygenowy, który polega na wykryciu zakaźnego materiału genetycznego wirusa SARS-CoV-2,
- obecność u chorego przynajmniej jednego z wymienionych objawów: gorączka, kaszel, duszność i zaburzenia/utrata węchu i/lub smaku,

¹ Zakład Fizjoterapii, Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach.

² Zakład Fizjoterapii, Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach.

³ Absolwentka kierunku Fizjoterapia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach.

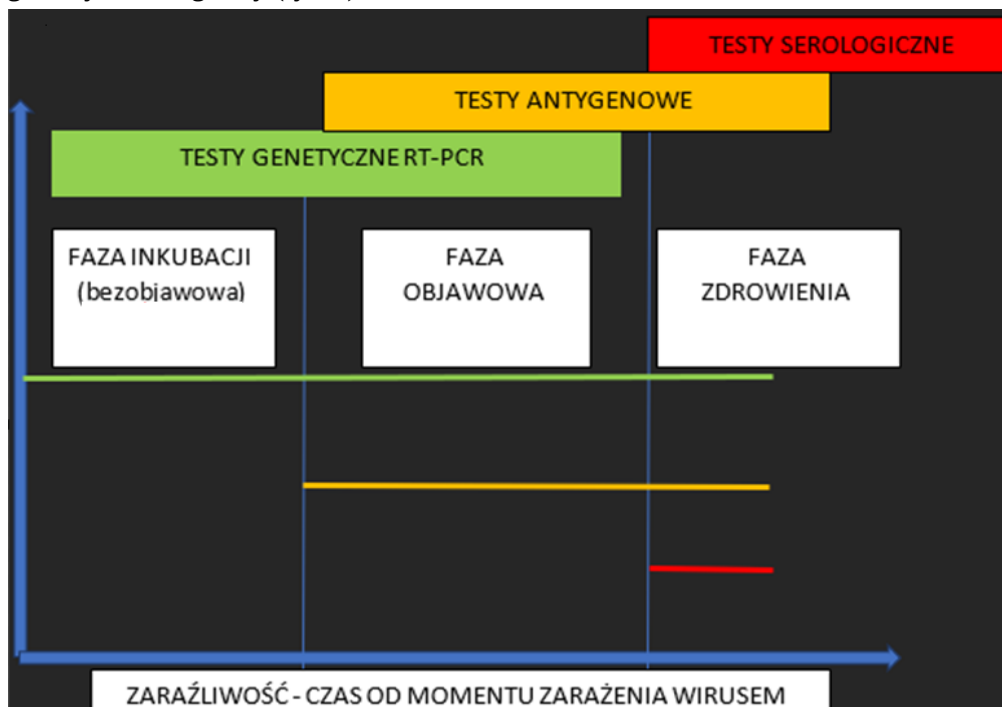
⁴ Zakład Balneoklimatologii i Odnowy Biologicznej, Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁵ SKN przy Zakładzie Balneoklimatologii i Odnowy Biologicznej Katedry Fizjoterapii WNZK Śląskiego Uniwersytetu Medycznego.

⁴ SKN przy Zakładzie Fizjoterapii Katedry Fizjoterapii WNZK Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach.

- badanie obrazowe płuc i widoczne w nim zmiany w wyglądzie mięszu płucnego,
- kontakt z osobą zakażoną bądź przebywanie w miejscu transmisji wirusa SARS-CoV-2 [3].

W diagnostyce laboratoryjnej wykorzystywane są trzy rodzaje testów w celu wykrycia zakażenia SARS-CoV-2: test genetyczny RT-PCR (ang. *Reverse-Transcription Polymerase Chain Reaction*, reakcja łańcuchowa polimerazy z odwrotną transkrypcją), antygenowy i serologiczny (rys. 1).



Rysunek 1. Rodzaje testów wykrywających zakażenie SARS-CoV-2

Źródło: opracowanie własne

Po przebytej chorobie COVID-19 dolegliwości mogą utrzymywać się przez długi czas i powodować nieodwracalne konsekwencje zdrowotne. Jeśli u pacjentów przebieg choroby był bezobjawowy lub skąpo-objawowy symptomy pochorobowe trwają często przez kolejne 4 tygodnie. W przypadku stadium 2. i 3. objawy zauważalne są przez 8 i więcej tygodniach od wyjścia ze szpitala. Starsi pacjenci z chorobami współistniejącymi i wielolekowością narażeni są w większym stopniu na komplikacje medyczne w porównaniu z młodymi i zdrowymi pacjentami. Pacjenci zgłaszają różne dolegliwości oraz dysfunkcje w organizmie, ale COVID-19 pozostaje głównie chorobą układu oddechowego [4].

W sytuacji, gdy przebieg infekcji był łagodny, zgłaszane dolegliwości to głównie: zmęczenie, duszność, ból stawów, ucisk w klatce piersiowej i kaszel. Ostro przebieg choroby COVID-19 wiąże się z problemami układu oddechowego, sercowo-naczyniowego pokarmowego. Mogą pojawić się dolegliwości bólowe w obrębie stawów i mięśni, zakrzepica żylna, problemy z krzepnięciem krwi, zaburzenia funkcji nerek i wątroby, stany depresyjne, niepokój i lęk, ciągłe bóle głowy, zmęczenie, osłabienie i problemy

ze snem, zaburzenia i/lub utrata węchu i/ lub smaku, wysypka skórna, wypadanie włosów oraz stany zapalne [5].

Po przebytej chorobie COVID-19 występują zjawiska neuropsychiatryczne, ciągle bóle głowy oraz bóle neuropatyczne mięśni i stawów. Ponadto u wielu pacjentów występuje zespół chronicznego zmęczenia, który przyczynia się do pogorszenia jakości życia i wykonywania codziennych aktywności. Oprócz tego zauważalna jest „mgła mózgowa”, która charakteryzuje się: zaburzeniami funkcji poznawczych, utratą pamięci, problemami z koncentracją, upośledzeniem zdolności umysłowych, zapominaniem słów, trudnościami z nazywaniem przedmiotów i części ciała, dezorientacją, problemami z podzielnością uwagi, zmęczeniem i sennością. U takich pacjentów wdrażana jest rehabilitacja logopedyczna, w celu przywrócenia prawidłowej komunikacji językowej [6, 7]. Po przechorowaniu choroby COVID-19 mogą pojawić się zaburzenia logopedyczne. Zaburzone są czynności, tj.: oddychanie, żucie, gryzienie, połykanie, picie, mimika twarzy, ziewanie, kasłanie, czkawka i komunikacja werbalna. Zaburzenia mowy mogą być spowodowane przez suchy kaszel i intubację w celu udroźnienia dróg oddechowych. Dochodzi wtedy do uszkodzenia krtani i tchawicy. Co więcej, przyczyną tego zjawiska jest również porażenie lub niedowład fałdu głosowego, neuropatia czuciowa krtani oraz zespół chronicznego zmęczenia w wyniku utrzymującego się zakażenia wirusem SARS-CoV-2. Powikłania dotyczą: zaburzenia oddychania, połykania, artykulacji głosek i wydzielania śliny, problemów w obrębie narządów przełyku, krtani, gardła i tchawicy.

Po przechorowaniu COVID-19 częstym następstwem są udary niedokrwienne. Ich objawem są dyzartia (zaburzenia mowy), dysfagia (zaburzenia połykania) i afazja ruchowa (niezdolność do mówienia) i czuciowa (niezdolność do rozumienia poleceń, zdań, słów, pytań) [6]. W przypadku populacji dzieci warto zaznaczyć, że choroba COVID-19 występuje rzadziej niż u dorosłych. Jej przebieg jest łagodny nawet w fazie ostrej. Skutki po zakażeniu SARS-CoV-2 u dzieci obejmują wieloukładowy i wielonarządowy zespół zapalny (PIMS, ang. *Inflammatory Multisystem Syndrome*). Najczęstsze objawy to powikłania kardiologiczne: zapalenie mięśnia sercowego z obniżeniem frakcji wyrzutowej lewej komory, wstrząs i tętniaki tętnic wieńcowych. Jednakże występują również powikłania układu: pokarmowego, nerwowego, oddechowego, wysypki, zapalenie spojówek, stany zapalne brodawek języka, tzw. „język truskawkowy”, opuchlizna dłoni i stóp oraz choroby nerek [8].

Warto również podkreślić, iż pacjenci, u których przebieg choroby był łagodny lub umiarkowany, często nie potrzebują ani hospitalizacji, ani rehabilitacji. Należy w takim przypadku zalecić im odpoczynek wraz z aktywnością fizyczną dostosowaną do stanu klinicznego. W szczególności powinno się poinstruować pacjentów o częstym myciu rąk w razie kontaktu z zanieczyszczonymi przedmiotami/powierzchniami, noszeniu maseczek ochronnych (FFP1, FFP2 i FFP3), które zakrywają usta i nos podczas kichania i kaszlu, oraz o odpowiedniej fizjologii snu, zbilansowanej diecie i nawilżaniu dróg oddechowych. Warto poinformować chorego, aby już na początku starał się wykonywać ćwiczenia oddechowe torem przeponowym i wdech nosem z wydłużonym wydechem ustami. W ramach odpoczynku można zastosować jogę, tai-chi lub trening autogenny. W trakcie relaksacji istotne jest, aby skoordynować oddech z ruchem [8, 9]. Celem działań fizjoterapeutycznych w obrębie narządu ruchu po przechorowaniu COVID-19 jest: wzmocnienie siły mięśniowej, odzyskanie pełnego zakresu ruchomości w stawach, koordynacji i równowagi, reedukacja chodu, umiejętność przemieszczania się z wózka inwalidz-

kiego na łóżko (lub odwrotnie) i uzyskanie możliwości samodzielnego wykonywania podstawowych czynności życiowych. W przypadku miopatii i ograniczonej ruchomości stawów zaczyna się od ćwiczeń biernych, następnie czynno-biernych, izometrycznych i stopniowo wprowadza się mobilizację czynną i z oporem. Aby zwiększyć siłę mięśniową, stosowany jest trening aerobowy oraz ćwiczenia z obciążeniem. Parametry cyklu treningowego to 8-12 powtórzeń w 1-3 serii, a pomiędzy seriami należy zrobić 2 minuty przerwy. Oprócz tego na ból mięśni i stawów korzystnie wpływa fizykoterapia. Zabiegi z zakresu elektroterapii, światłolecznictwa, laseroterapii, magnetoterapii i sonoterapii są działaniem poprzedzającym kinezyterapię. Ćwiczenia koordynacyjne i równoważne prowadzone są w pozycjach niskich ze stopniowym przechodzeniem do pozycji wyższych. Do ich prowadzenia wykorzystywane są m.in. piłki gimnastyczne, dyski sensomotoryczne, kule, laski i chodziki. Oprócz tego stosowany jest trening na bieżni, aby przywrócić prawidłowy chód [9, 10].

2. Cele i założenia pracy

Głównym celem podjętych badań była ocena roli fizjoterapii u osób po przebytej chorobie COVID-19. Istotne było również porównanie wpływu przebiegu choroby oraz występujących objawów po chorobie COVID-19 w stosunku do wydolności fizycznej i wykonywania czynności dnia codziennego. Ponadto kluczowe było sprawdzenie dostępności, konieczności oraz zalecenia rehabilitacji od lekarza w celu zmniejszenia i wyeliminowania niepożądanych objawów choroby.

Pytania badawcze były następujące:

1. Jak czynniki ryzyka wpływają na postęp choroby i wydolność fizyczną po przechorowaniu COVID-19?
2. Czy poziom wydolności fizycznej i zdolność do wykonywania czynności dnia codziennego wiąże się z objawami po chorobie COVID-19?
3. Czy u osób po chorobie COVID-19 zalecana była rehabilitacja przez lekarzy, aby zredukować niepożądane objawy?
4. Czy osoby po chorobie COVID-19 miały swobodny dostęp i możliwość do podjęcia rehabilitacji?
5. Jak rehabilitacja wpływa na poprawę zdrowia u osób po chorobie COVID-19?

3. Materiał i metodologia badania

3.1. Charakterystyka grupy badanej

Badania zostały przeprowadzone internetowo w listopadzie 2022 roku. Do ich sporządzenia posłużono się metodą sondażu diagnostycznego przy użyciu autorskiego kwestionariusza ankietowego. Zastosowano dobór celowy, który dotyczył osób po przebytej chorobie COVID-19. Ankieta składała się z 25 pytań, co istotne, była ona anonimowa i dobrowolna. Na początku sporządzono metryczkę, która posłużyła do charakterystyki grupy badanej. Obejmowała pytania określające: płeć, wiek, masę i wysokość ciała, wykształcenie oraz obszar zamieszkania. Aby udzielić odpowiedzi na pytania badawcze, posłużono się analizą statystyczną przy użyciu programu Statistica 13. W celu ustalenia wyników wykorzystano statystykę opisową, testy: Shapiro-Wilka, U Manna-Whitneya, Chi-kwadrat, kolejności par Wilcoxa oraz korelację rang Spearmana. W badaniu uwzględniono osoby, które przeszły chorobę COVID-19 i mieszczą się w przedziale wiekowym od 18 do 70 lat. Uczestnicy musieli dobrowolnie i anonimowo

wypełnić kwestionariusz ankietowy i robić to w pełni i prawidłowo. Wykluczone zostały osoby, które nie przeszły COVID-19, były młodsze niż 18 lat lub starsze niż 70 lat, oraz te, które nie wypełniły ankiety zgodnie z wymaganiami, co obejmowało brakujące lub błędne odpowiedzi. W związku z tym, tylko kwestionariusze wypełnione zgodnie z kryteriami zostały uwzględnione w analizie, co zapewniło rzetelność i spójność wyników badania.

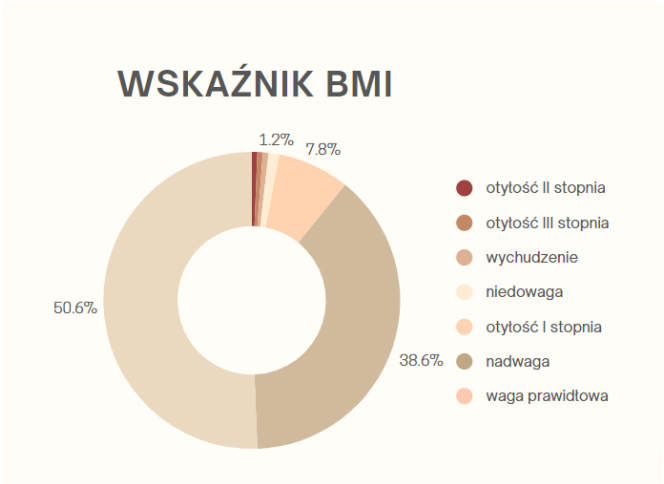
Za zmienne istotne statystycznie uznano wyniki mieszczące się w przedziale $p \leq 0,05$. Analizie poddano 209 ankiet. Wykluczono 43 ankiety niespełniające zasad ich wypełnienia. Zakwalifikowano 166 kwestionariuszy, z których 114 (69%) zostały wypełnione przez kobiety, a 52 (31%) przez mężczyzn. Najmłodsza osoba wśród badanych miała 18 lat, a najstarsza 70 lat. Średni wiek respondentów to 40 lat. Otyłość i cukrzyca typu II stanowi czynnik, który wpływa na zwiększone ryzyko pobytu na OIT, potrzebę leczenia poprzez intubację lub nawet niesie ryzyko zgonu. Minimalna masa ciała wśród respondentów wynosiła 44,5 kg, a maksymalna 120 kg. Średnia masa ciała wynosiła 71,2 kg. W gronie respondentów minimalna wysokość ciała to 152 cm, a maksymalna 192 cm. Średnia wysokość to sięga 170 cm (tab. 1).

Tabela 1. Wiek, masa ciała, wysokość ciała i BMI wśród respondentów

Zmienna	N	Średnia	Minimum
Wiek [lata]	166	40	18
Masa ciała [kg]	166	71,2	44,5
Wysokość ciała [cm]	166	170	152
BMI	166	24,8	16,8

Źródło: opracowanie własne.

Masa oraz wysokość ciała posłużyły do obliczenia wskaźnika BMI (ang. *Body Mass Index*, wskaźnik masy ciała). Wskaźnik BMI u 50,60% z przebadanych osób mieścił się w przedziale 18,5-24,9 (waga prawidłowa). Z wychudzeniem i niedowagą zmagają się 3 respondenci. Biorąc pod uwagę wartość wskaźnika BMI, 47,58% badanych ma nadwagę, otyłość I, II i III stopnia (rys. 2).



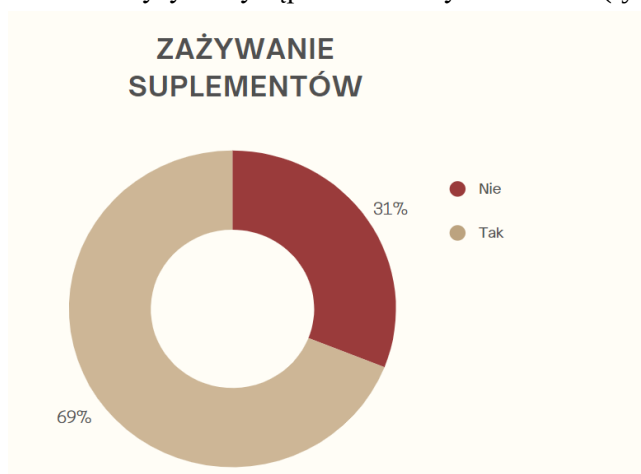
Rysunek 2. Wskaźnik BMI
Źródło: opracowanie własne

Tylko 4% z przebadanych osób regularnie przyjmuje 5 lub więcej leków dziennie. Nie odnotowano wśród respondentów zjawiska wielolekowości (rys. 3).



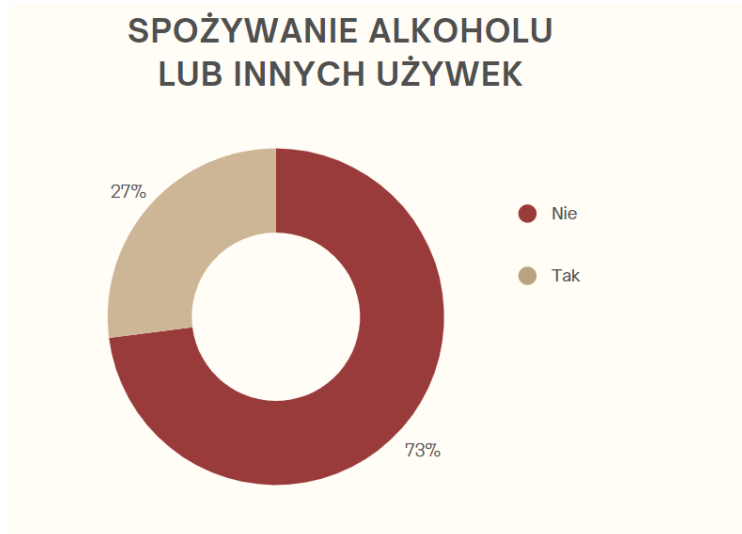
Rysunek 3. Zażywanie 5 lub więcej leków dziennie
Źródło: opracowanie własne

Prawie 1/3 badanych zaznacza iż, codziennie zażywa suplementy, witaminy lub odżywki, aby zniwelować ryzyko wystąpienia choroby COVID-19 (rys. 4).



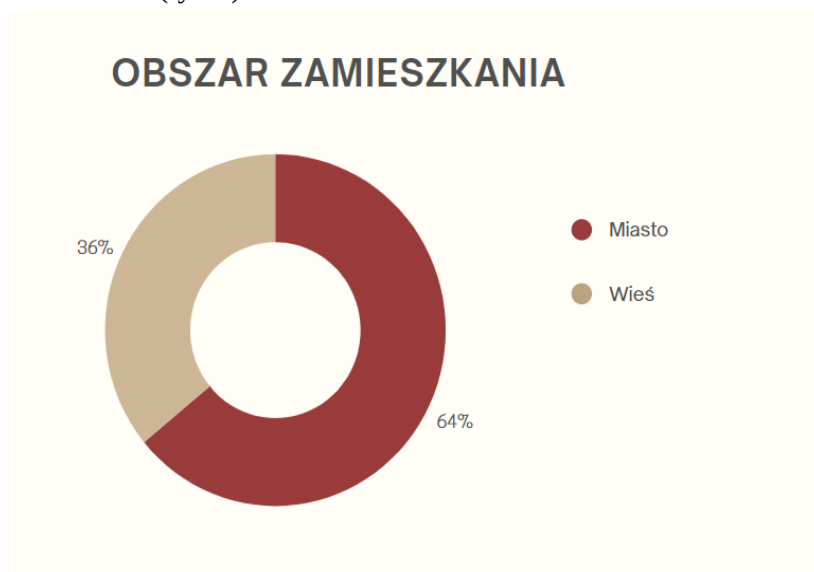
Rysunek 4. Zażywanie suplementów
Źródło: opracowanie własne

Prawie 1/3 badanych (27%) spożywa alkohol lub inne używki (rys. 5).



Rysunek 5. Spożywanie alkoholu lub innych używek
Źródło: opracowanie własne

Najwięcej osób (64%) odpowiadających zamieszkuje miasto, a 36% spośród badanych mieszka na wsi (rys. 6).



Rysunek 6. Obszar zamieszkania
Źródło: opracowanie własne

Wziąwszy pod uwagę dane z wykresu, stres i lęk przed zachorowaniem w trakcie pandemii COVID-19 odczuwa 61% respondentów. Najczęściej lęk ten wynika ze strachu przed zachorowaniem, mniejszej dostępności do lekarzy specjalistów oraz możliwości rehabilitacji oraz obowiązku kwarantanny i izolacji. 39% osób odpowiadających nie odczuwało w trakcie pandemii lęku, depresji ani stresu (rys. 7).

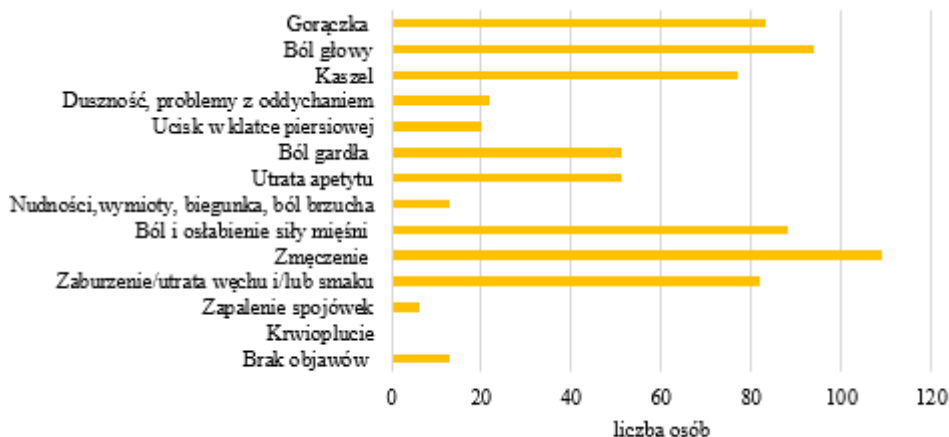


Rysunek 7. Lęk przed zachorowaniem

Źródło: opracowanie własne

4. Wyniki

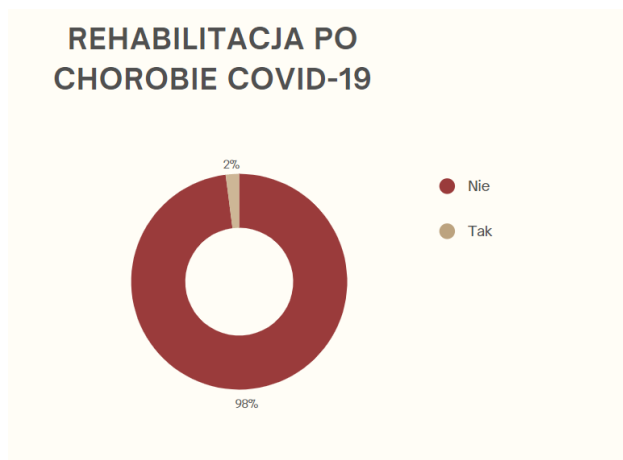
Wśród odpowiadających najczęstszymi objawami były: zmęczenie (109 osób), ból głowy (94 osoby), ból i osłabienie siły mięśni (88 osób), gorączka (83 osoby), zaburzenie/utrata węchu i/lub smaku (82 osoby) i kaszel (77 osób). Odnotowano również objawy bólu gardła (51 osób) i utratę apetytu (51 osób). W związku z tym, że choroba COVID-19 dotyka głównie układu oddechowego u respondentów występowały duszność i problemy z oddychaniem (22 osoby) oraz ucisk w klatce piersiowej (20 osób). Symptom zapalenia spojówek rzadko pojawiał się wśród respondentów (6 osób), a krwiotłucia nie zaobserwowano u żadnego z nich. Choroba COVID-19 może mieć także bezobjawowy lub łagodny przebieg, na co wskazuje brak objawów w trakcie choroby (13 osób) (rys. 8).



Rysunek 8. Objawy występujące w trakcie choroby COVID-19

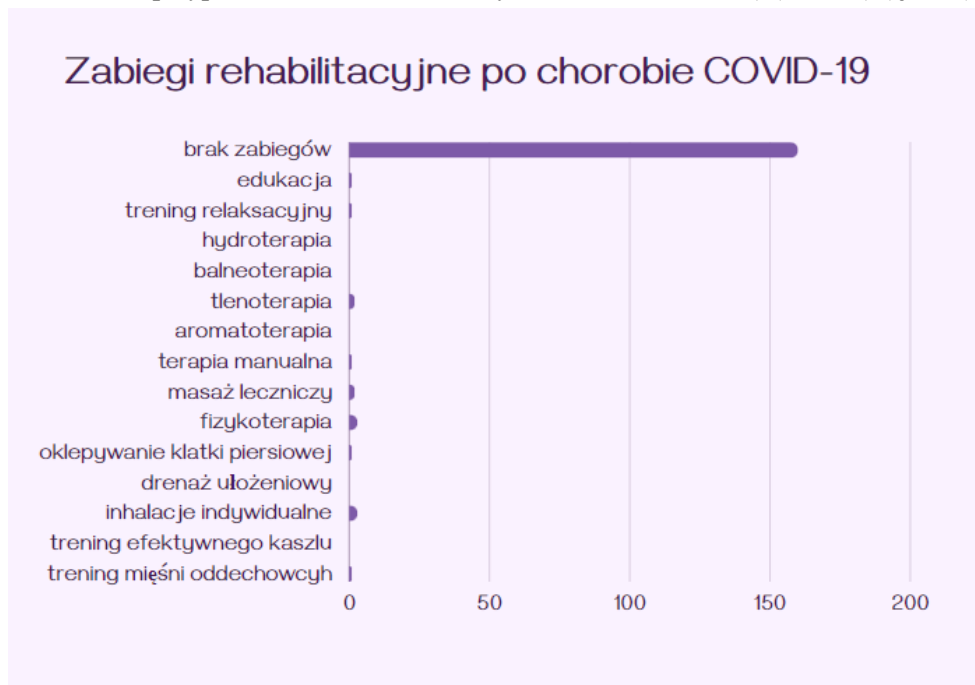
Źródło: opracowanie własne

Po przechorowaniu COVID-19 tylko 2% spośród badanych korzystało z rehabilitacji (rys. 9).



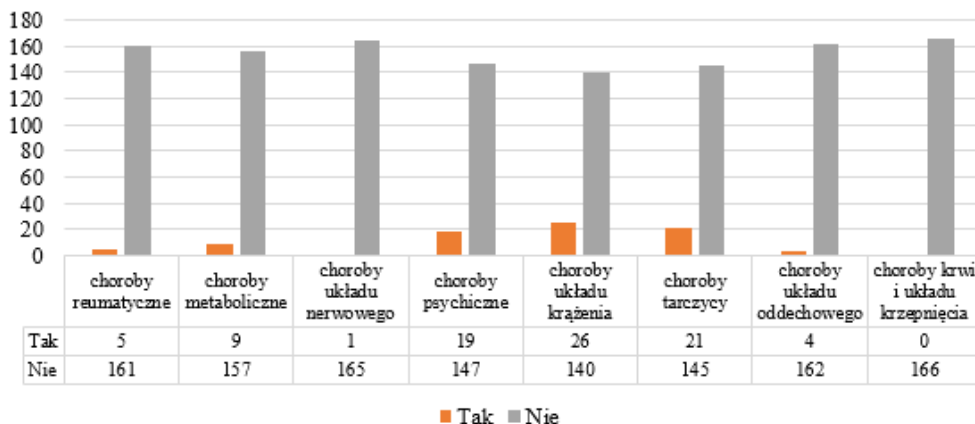
Rysunek 9. Korzystanie z rehabilitacji po chorobie COVID-19
Źródło: opracowanie własne

Najczęściej wykorzystywane zabiegi wśród badanych to kolejno: zabiegi fizykoterapeutyczne (3 osoby) i inhalacje indywidualne (3 osoby), tlenoterapia (2 osoby), masaż leczniczy, akupunktura i bańki (2 osoby), trening relaksacyjny (1 osoba), terapia manualna (1 osoba), oklepywanie i opukiwanie klatki piersiowej (1 osoba), trening mięśni oddechowych (1 osoba) oraz edukacja i promocja zdrowia (techniki i pozycje ułożeniowe w przypadku duszności, nauka używania inhalatorów itd.) (1 osoba) (rys. 10).



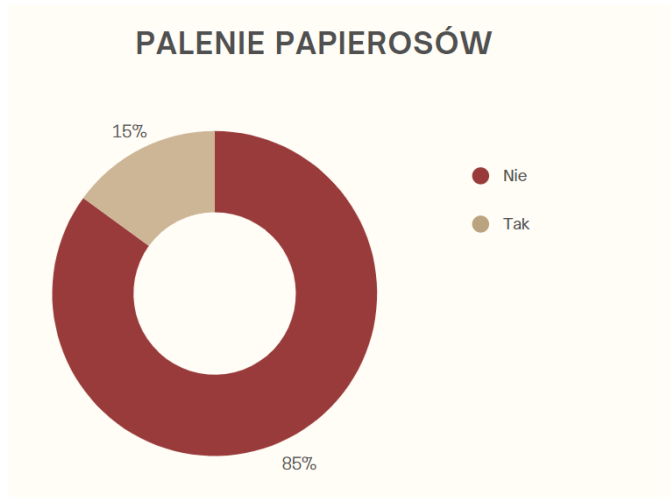
Rysunek 10. Zabiegi rehabilitacyjne po chorobie COVID-19. Źródło: opracowanie własne

Najczęściej występującymi schorzeniami wśród badanych są choroby: układu krążenia (26 osób), tarczycy (21 osób) i psychiczne (19 osób). Innymi dolegliwościami w kolejności występowania wśród respondentów są choroby: metaboliczne (9 osób), reumatyczne (5 osób) i oddechowe (4 osoby). Nie odnotowano odpowiedzi o pojawieniu się chorób krwi i układu krzepnięcia (rys. 11).



Rysunek 11. Choroby przewlekłe. Źródło: opracowanie własne

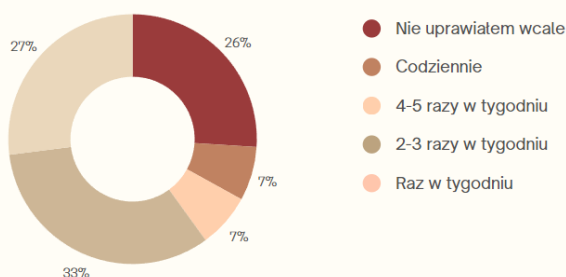
Analizując dane z wykresu, można wywnioskować, że 85% respondentów nie pali regularnie papierosów, a 15% badanych deklaruje systematyczne palenie tytoniu (rys. 12).



Rysunek 12. Regularne palenie papierosów. Źródło: opracowanie własne

Wśród osób badanych 33% zaświadcza że przed zachorowaniem na COVID-19 uprawiało sport 2-3 razy w tygodniu, kolejno 27% raz w tygodniu, a 26 % w ogóle nie poświęcało czasu na aktywność fizyczną. Najmniej, bo 7% ankietowanych, ćwiczy 4-5 razy w tygodniu lub codziennie (rys. 13).

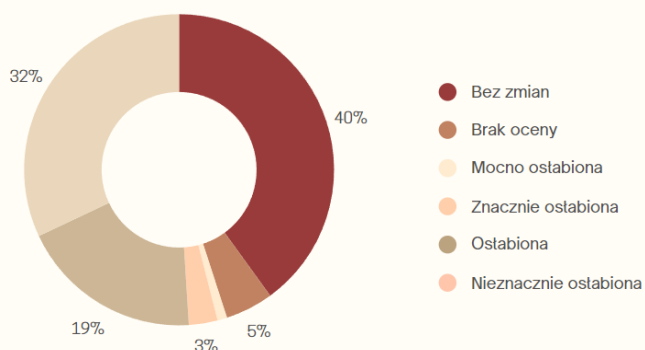
AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA PRZED COVID-19



Rysunek 13. Aktywność fizyczna przed COVID-19. Źródło: opracowanie własne

Na wykresie przedstawiono odpowiedzi wszystkich respondentów na temat wydolności fizycznej po chorobie COVID-19. 40% badanych zaznacza, że ich kondycja jest taka sama jak przed zachorowaniem, więcej niż 1/3 określa ją jako nieznacznie osłabioną. Mniej niż 1/5 badanych odczuwa osłabioną wytrzymałość na wysiłek fizyczny. Najmniej, bo 3% i 1% ankietowanych, zaznacza że ich tolerancja na ćwiczenia jest znacznie i mocno osłabiona, a 5% nie potrafi ocenić swojej wydolności (rys. 14).

WYDOLNOŚĆ FIZYCZNA PO CHOROBY COVID-19



Rysunek 14. Wydolność fizyczna po chorobie COVID-19. Źródło: opracowanie własne

Prawie połowa badanych zaznaczyła, że nie zauważyła żadnych objawów po przechorowaniu COVID-19. Kolejno występujące objawy u respondentów to: zmęczenie, osłabienie i problemy ze snem (40 osób), dolegliwości bólowe w obrębie stawów i mięśni (28 osób), problemy związane z układem oddechowym (kaszel, duszność, ból w klatce piersiowej, zmniejszenie wydolności fizycznej) (20 osób), zaburzenie/utrata węchu i/lub

smaku (17 osób), stany depresyjne i niepokój (16 osób), ciągle bóle głowy (11 osób), wysypka skórna, wypadanie włosów (9 osób), problemy związane z układem sercowo-naczyniowym (niewydolność serca, zawał serca, zaburzenia rytmu serca, zator żylny w kończynach dolnych) (4 osoby), bóle brzucha, nudności, wymioty, biegunka (3 osoby), problemy związane z funkcją nerek i wątroby (2 osoby). U badanych nie odnotowano objawów zakrzepicy żyłnej i problemów z krzepnięciem krwi (rys. 15).

Objawy po chorobie COVID-19



Rysunek 15. Objawy po chorobie COVID-19. Źródło: opracowanie własne

Płeć nie miała wpływu na występujące objawy po chorobie COVID-19. Tak więc nie wykazano istotności statystycznej, ponieważ $p = 0,200$ (tab. 2).

Tabela 2. Wpływ płci na objawy po chorobie COVID-19

Test chi-kwadrat	
Zmienna	Płeć
Objawy po chorobie COVID-19	$p = 0,200$

Źródło: opracowanie własne.

Za pomocą testu chi-kwadrat dokonano analizy zależności wieku i objawów występujących po chorobie COVID-19. Objawy po przebytej chorobie COVID-19 korelują z wiekiem badanych, toteż wynik okazał się istotny statystycznie, ponieważ $p = 0,000$ (tab. 3).

Tabela3. Wpływ wieku na objawy po chorobie COVID-19

Test chi-kwadrat	
Zmienna	Płeć
Objawy po chorobie COVID-19	$P = 0,200$

Źródło: opracowanie własne.

Współczynnik korelacji rang Spearmana pomiędzy wydolnością fizyczną po chorobie COVID-19 a wskaźnikiem BMI nie był istotny statystycznie ($p = 0,415$) i był odwrotnie proporcjonalny, gdyż $r = -0,064$ (tab. 4).

Tabela 4. Korelacja rang Spearmana

Korelacja rang Spearmana	
Zmienna	Wskaźnik BMI
Wydolność fizyczna po chorobie COVID-19	$r = -0,064$ $p = 0,415$

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 5 przedstawiono wyniki zależności wydolności fizycznej od płci. Jednakże współczynnik $p = 0,244$ oznacza wynik nieistotny statystycznie. Dla tolerancji wysiłku po przechorowaniu COVID-19 miały znaczenie objawy występujące po chorobie, na co wskazuje współczynnik $p = 0,000$.

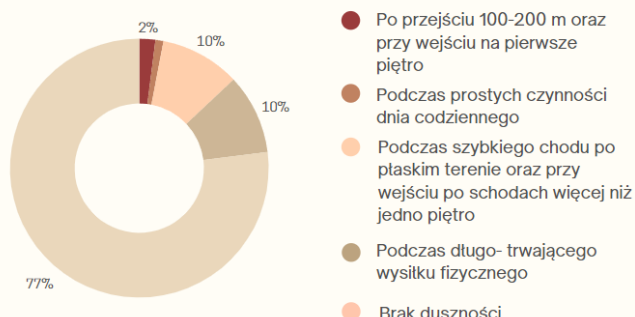
Tabela 5. Wpływ objawów po chorobie COVID-19 na poziom wydolności fizycznej po chorobie COVID-19

Test chi-kwadrat		
Zmienna	Płeć	Objawy po chorobie COVID-19
Wydolność fizyczna po chorobie COVID-19	$p = 0,244$	$p = 0,000$

Źródło: opracowanie własne.

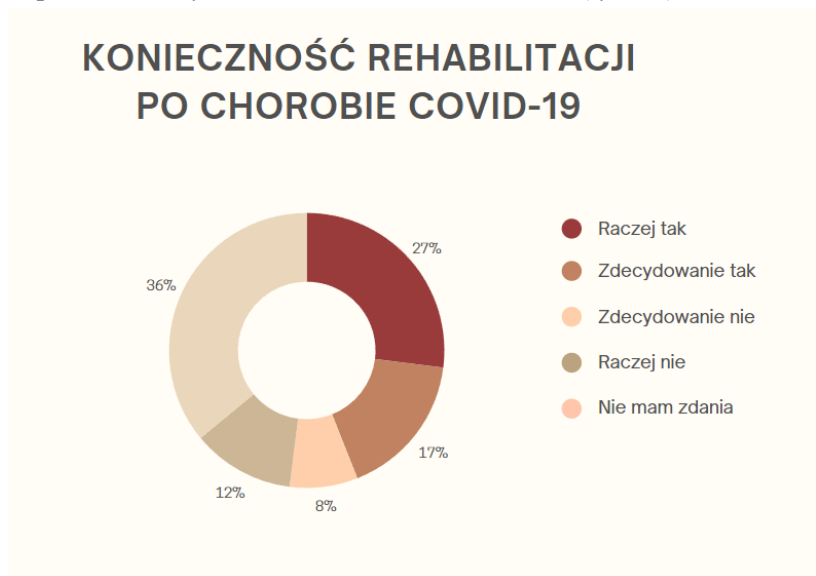
Większość respondentów (77%) nie narzeka na występowanie duszności po chorobie COVID-19. Zjawisko duszności pojawia się u respondentów podczas długo trwającego wysiłku (10%) i w trakcie szybkiego chodu bądź przy wchodzeniu na więcej niż pierwsze piętro (10%). Niewielu badanych (2%) zaznacza, iż po przejściu 100-200 m po płaskim terenie lub przy wchodzeniu na pierwsze piętro odczuwa duszność, a tylko 1% ma problem z prostymi czynnościami dnia codziennego, tj.: ubieraniem się, myciem itd. (rys. 16).

DUSZNOŚĆ PO CHOROBY COVID-19



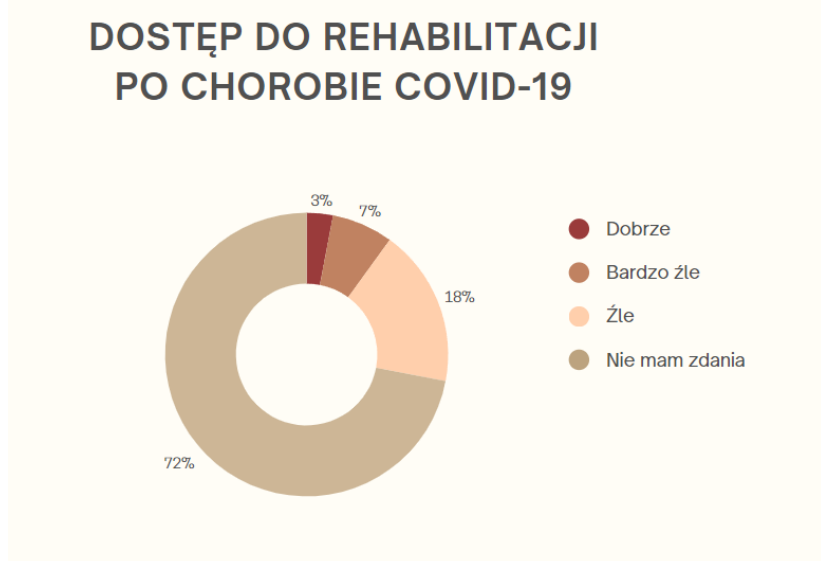
Rysunek 16. Duszność po chorobie COVID-19. Źródło: opracowanie własne

Analizując dane z wykresu, można zauważyć, że na pytanie o konieczności rehabilitacji po przechorowaniu COVID-19, respondenci kolejno odpowiadają: 17% „zdecydowanie tak”, 27% „raczej tak”, 12% „raczej nie”, a 8% „zdecydowanie nie”. Oprócz tego 36% spośród badanych „nie ma zdania” na ten temat (rys. 17).



Rysunek 17. Konieczność rehabilitacji po chorobie COVID-19. Źródło: opracowanie własne

Prawie 1/5 respondentów (18%) dostęp do rehabilitacji po przechorowaniu COVID-19 ocenia źle, a 7% nawet bardzo źle. Tylko 3% badanych odpowiada, że nie miała problemu z uzyskaniem możliwości rehabilitacji i kwalifikuje go jako dobry. Reszta (72%) badanych nie ma zdania na temat korzystania z rehabilitacji po chorobie COVID-19 (rys. 18).



Rysunek 18. Dostęp do rehabilitacji po chorobie COVID-19. Źródło: opracowanie własne

5. Omówienie wyników i dyskusja

Przebieg COVID-19 jest trudny do przewidzenia. Warto wspomnieć, że niektóre czynniki mogą istotnie wpływać na przebieg choroby, w tym również objawów pocovidowych. Poziom wydolności fizycznej i umiejętności radzenia sobie z czynnościami dnia codziennego wymusza konieczność wdrożenia procedur fizjoterapeutycznych, których dostępność jest różna. Na podstawie wyników badań ankietowych oraz korelacji poszczególnych zmiennych dokonano weryfikacji postawionych pytań badawczych.

Badania zrealizowane w Niemczech udowodniły, że wiek stanowi główne ryzyko zgonu podczas COVID-19. Wraz z wiekiem wzrastał wskaźnik śmiertelności infekcji (IFR, ang. *infection fatality rate*). W tej próbie przedstawiał się następująco: 0,4% w wieku 55 lat, 1,3% w wieku 65 lat, 4,2% w wieku 75 lat i 14% w wieku 85 lat. Wykazano również, że choroba COVID-19 częściej dotyka płeć męską niż żeńską ze względu na wyższy poziom białka CRP (ang. *C-Reactive Protein*, białko C – reaktywne), ferrytyny i markerów stanu zapalnego. Uzasadniono także, że ciężki przebieg choroby zależy od występowania zaburzeń metabolicznych. Otyłość pobudza produkcję cytokin stanu zapalnego, a takie zjawisko może prowadzić nawet do niewydolności wielonarządowej i wieloukładowej [8]. W Chinach przeprowadzono badania, w których wzięło udział 191 dorosłych pacjentów z potwierdzonym laboratoryjnie wirusem SARS-CoV-2. Udowodniono, że prawdopodobieństwo zgonu w szpitalu rośnie wraz z wiekiem ($p = 0,0043$). Wziąwszy pod uwagę występowanie chorób przewlekłych u pacjentów, kolejno były to: nadciśnienie tętnicze (30%), cukrzyca (19%) i choroba niedokrwienna serca (8%) [40]. Zrealizowane badania w Nowym Jorku potwierdziły, że u palaczy poziom białka receptorowego ACE-2 jest dużo wyższy niż u osób niepalących. Takie zjawisko prowadzi do szybszego rozprzestrzeniania się wirusa SARS-CoV-2 w organizmie, a wraz z tym rośnie ryzyko cięższego przebiegu COVID-19 [11].

Dodatkowo wraz z wiekiem pojawiają się liczne choroby współistniejące, których postęp i objawy są bardziej nasilone niż u młodszych osób. Z kolei czynnik ryzyka w postaci palenia papierosów przyczynia się do pogorszenia kondycji fizycznej i objawów duszności. Przyczyną tego zjawiska jest m.in. stopniowe zmniejszanie powierzchni dyfuzyjnej pęcherzyków płucnych. W badaniach ankietowych oraz wymienionych wyżej wyniki się potwierdziły.

W 2021 roku w Chinach przeprowadzono badania, które miały na celu ocenę konsekwencji objawów po 6 miesiącach od pojawienia się choroby COVID-19 u pacjentów poszpitalnych. Najczęściej pojawiające się symptomy to kolejno: zmęczenie, osłabienie siły mięśniowej, problemy ze snem, lęk, niepokój oraz depresja. Zbadano, że znaczna większość pacjentów (22-56 %) miała problem z oddychaniem i dyfuzją płuc [12]. Naukowcy ze Stanów Zjednoczonych przebadali 57 pacjentów w trakcie rekonwalescencji po chorobie COVID-19. Zauważono u nich m.in.: zaburzenie czynności płuc (75,4%), upośledzenie dyfuzji płuc (75,6% vs. 42,5%) oraz osłabienie siły mięśni oddechowych. Następnie poddano analizie pacjentów po 3 miesiącach od wypisu ze szpitala, u których przebieg choroby był krytyczny. Odnotowano u nich: restrykcyjne zaburzenie funkcji płuc (55%) i obturacyjny bezdech senny. Oprócz tego w trakcie 6-minutowego testu marszowego pacjenci osiągnęli wynik $<80\%$, co wskazuje na to, że wynik był nieprawidłowy. Kolejno po 30-40 dniach od wyzdrowienia przebadano 152 chorych po ciężkim przebiegu choroby. Uzyskano wynik o występowaniu duszności u 74% pacjentów. Na końcu zdiagnozowano symptomy u 145 pacjentów po 60-100 dniach i później od

wyzdrowienia. Nadal widoczne były takie objawy, jak: duszność (36%) i zaburzenie dyfuzji (21%) oraz inne patologie obrazowe w obrębie płuc (63%). U znacznej większości wszystkich przebadanych pacjentów zauważono zwłóknienia i nieprawidłowości w obrębie płuc i klatki piersiowej [13].

Wyniki uzyskane w niniejszym badaniu potwierdziły obniżenie tolerancji na wysiłek fizyczny oraz problemy z wykonywaniem codziennych aktywności, wynikających z pojawienia się objawów pocovidowych. Głównie jest to: niewydolność oddechowa, duszność i osłabienie siły mięśni oddechowych. Istotną statystycznie przyczyną mogą być również: zmęczenie, dolegliwości bólowe mięśni i stawów oraz problemy ze snem, ponieważ są to najczęstsze symptomy w trakcie choroby.

Grupa czterdziestu pulmonologów ze Szwajcarii odpowiedziała na ankietę składającą się z 13 pytań, które dotyczyły diagnostyki i leczenia chorób płuc. Następnie sporządzono ankietę uzupełniającą, którą ukończyło 22 lekarzy. Uzyskane wyniki, wykazały porozumienie $\geq 70\%$ wśród pulmonologów i pozwoliły na sformułowanie odpowiednich zaleceń. Mianowicie są to: wykonanie badań czynności płuc po wizycie na oddziale szpitalnym. Warto, a nawet w przypadku łagodnego przebiegu choroby COVID-19 należy, przebadać płuca. Jeżeli objawy choroby się utrzymują, powinno się zarekomendować rehabilitację pulmonologiczną, przeprowadzić pletyzmografię, pomiar pojemności dyfuzyjnej i gazometrię krwi. Kolejne pytania uzyskały słabsze referencje, które dotyczyły leczenia farmakologicznego [44]. Grupa lekarzy koordynowana przez European Respiratory Society i American Thoracic Society radzi, aby pacjenci, którzy przeszli chorobę COVID-19 oraz borykają się z konsekwencjami infekcji 6-8 tygodni po wypisie ze szpitala, otrzymali dostęp do kompleksowej rehabilitacji. Jednakże pomimo opublikowanych wytycznych w Hiszpanii pacjenci nadal otrzymują głównie pomoc tylko w szpitalu, a później pozostawiani są sami sobie [14].

Według badań z 2019 roku w związku z rozwojem pandemii lekarze i fizjoterapeuci mierzyli się z dużym wyzwaniem logistycznym. 4.04.2019 roku zgłoszono 1 051 635 pozytywnych wyników testów w kierunku występowania wirusa SARS-CoV-2 w 205 krajach. Udowodniono, że u 8,2% tej populacji rozwija się ARDS i potrzeba wentylacji mechanicznej. Kolejno pacjenci powinni być poddawani rehabilitacji, która w głównej mierze skupia się na poprawie stanu funkcjonalnego i jakości życia. Jednocześnie wykazano, że u badanych, u których występują choroby współistniejące, tj.: nadciśnienie tętnicze, cukrzyca i choroby sercowo-naczyniowe, rehabilitacja jest nieunikniona i musi być wykonana od razu po wyzdrowieniu. Niestety, swobodny dostęp do fizjoterapii był niemożliwy, ponieważ miejsca w szpitalach do tego przeznaczone były przekształcane na oddziały pulmonologiczne leczenia COVID-19. Co się z tym wiąże, wysokie koszty leczenia pacjentów spowodowały brak dostępnych środków na przeprowadzenie rehabilitacji. Oprócz tego obserwowany był wzrost liczby chorych, a to znacznie opóźniło możliwość szybkiego dostępu do rehabilitacji [15].

Naukowcy z Hiszpani przebadali 33 pacjentów, z których 90,9% cierpiało na zapalenie płuc. Na OIT trafiło 60,6% badanych i każdy z nich wymagał leczenia respiratorem. W placówce opieki po ostrym przebiegu choroby COVID-19 poddano ocenie stan wydolności fizycznej przed rehabilitacją i po niej. Wśród pacjentów wszystkie wyniki znacznie się poprawiły. Dokonano porównania wyników testu SPPB (ang. *Short Physical Performance Battery*, Bateria Krótkich Testów Sprawności Fizycznej) i średniej prędkości chodu u osób po wizycie na OIT i osób nieprzebywających na OIT.

Analiza testów kształtuje się następująco: $4,4 \pm 2,1$ vs $2,5 \pm 1,7$, $p < 0,01$ i $0,4 \pm 0,2$ vs $0,2 \pm 0,1$ m/s, $p < 0,01$. Oprócz tego w grupie 22 osób (81,8% przebywających na OIT i 95,5% po zapaleniu płuc) wykonano 6-minutowy test marszowy. Średnia wyników także uległa poprawie z $158,7 \pm 154,1$ do $346,3 \pm 111,5$ m, $p < 0,001$. Jedyna zmienna, która nie uległa poprawie u badanych spoza OIT, to test równowagi. Jednakże pacjenci po rehabilitacji poprawili swoją wydolność fizyczną i stan funkcjonalny zdrowia [14].

Zapewne rehabilitacja pozytywnie wpływa na stan zdrowia chorych i jest zalecana przez lekarzy. Jednakże publiczna opieka medyczna nie była przygotowana na tak ogromny wzrost zachorowań, późniejsze leczenie i rehabilitację. W badanej grupie ze 166 uczestników tylko 4 osoby brały udział w zabiegach rehabilitacyjnych, co stanowi zbyt małą grupę do wyciągnięcia jakichkolwiek wniosków. Konieczność rehabilitacji potwierdza aż 44% osób badanych. Natomiast optymistycznie o dostępie do możliwości skorzystania z fizjoterapii wyraża się zaledwie 0,03% badanych. Wyniki badań są warte zastanowienia i na pewno skłaniają do ustaleń, co zmienić w służbie zdrowia, aby dostęp do rehabilitacji był znacznie łatwiejszy i szybszy, gdyż potrzeby pacjentów w zakresie fizjoterapii były i pozostają ogromne.

6. Wnioski

Na podstawie wyników badań, wysunięto następujące wnioski:

1. Ciężkość przebiegu COVID-19 zależy od czynników w postaci: wieku, wskaźnika BMI płci męskiej. Im starszy pacjent, tym większe ryzyko wystąpienia cięższych i skomplikowanych objawów pocovidowych. Regularne palenie papierosów ma zasadniczy wpływ na znaczne zmniejszenie poziomu wydolności fizycznej po chorobie COVID-19. Wśród respondentów najczęściej występujące schorzenia to: układu krążenia (26 osób), tarczycy (21 osób) i psychiczne (19 osób).
2. COVID-19 i występowanie symptomów pocovidowych wpływa na obniżenie poziomu wydolności fizycznej. Jednocześnie ciężki i krytyczny przebieg COVID-19 wiąże się z pojawieniem trudności w wykonywaniu aktywności dnia codziennego.
3. Pomimo zalecanej rehabilitacji po przebytej chorobie COVID-19, możliwość dostępu do niej była mocno ograniczona.
4. Nie odnotowano istotnie statystycznego swobodnego dostępu do rehabilitacji, a także pozytywnego wpływu fizjoterapii na poprawę stanu zdrowia pacjentów.

Literatura

1. Zawilska B.J., Swaczyna T., Masiarek P., Waligórska P., Dominiak Z., COVID-19: *Epidemiologia, patogeniza, diagnostyka i objawy kliniczne*, Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, 77(3), 2021, s. 167-168, 173-174.
2. Borkowski L., Fal M.A., Filipiak J.K., Homola B., Hruby Z., Kobayashi A., Łoza B., Matyja A., Pruszczyk P., Rzymiski P., Szepietowski J., Szuldrzyński K., Szczegielniak J., Wysocki J., Zajkowska J., Zduński S., *Charakterystyka choroby COVID-19, objawy oraz skutki zdrowotne. Rekomendacje i doświadczenia polskich klinicystów*, Nauka przeciw pandemii, Warszawa 2021, s. 10-11.
3. Niżankowski R., Myśliwiec M., Szymański P., Kordecka A., Dobrzyń A., Dzierżanowska-Fangrat A., Gierczyński R., Jaroszewicz J., Krenke R., Mertas A., Parczewski M., Podsiadły E., Pyrć K., Szmitkowski M., *Diagnostyka COVID-19 aktualizacja zaleceń*, Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji, 2021, s. 8-27.
4. Simon K., Rorat M., Janocha-Litwin J., Pazgan-Simon M., *Zakażenie SARS-CoV-2 etiopatogeneza, obraz kliniczny, aktualne możliwości postępowania terapeutycznego* –

- doświadczenia własne*, Biuletyn Polskiego Towarzystwa Onkologicznego NOWOTWORY, 6(1), 2021, s. 39.
5. Agencja Ochrony Technologii Medycznych i Taryfikacji Wydział Świadczeń Opieki Zdrowotnej, *Rehabilitacja lecznicza dla osób po chorobie COVID-19*, Raport w sprawie zalecanych technologii medycznych, działań przeprowadzanych w ramach programów polityki zdrowotnej oraz warunków realizacji tych programów (art. 48aa ust. 1 Ustawy), Warszawa 2021, s. 14-15, 17-21, 28-29.
6. Poloński L., Hudzik B., *Diagnostyka duszności spowodowanej chorobami układu krążenia*, Via Medica, 8 (supl. B), 2012, s. 3.
7. Niżankowski R., Myśliwiec M., Szymański P., Czajkowska-Malinowska M., Sarzyńska-Długosz I., Gil R., Jankowska-Zduńczyk A., Kania A., Majcher P., Mastalerz-Migas A., Słowik A., Śliwiński P., Tomasik T., Wysoczański W., Kordecka A., Zachariasz A., Raab S., Wiczysła A., Łazowska M., Machnik K., *Zalecenia w long COVID/post-COVID*, Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji, 2021, s. 18-19.
8. Gacka E., *Terapia logopedyczna pacjentów po przebytej infekcji COVID-19*, Niepełnosprawność. Dyskursy Pedagogiki Specjalnej, 45-46, 2022, s. 101-102, 104-109.
9. Calabrese M., Garofano M., Palumbo R., Di Pietro P., Izzo C., Damato A., Venturini E., Iesu S., Virtuoso N., Strianese A., Ciccarelli M., Gallaso G., Vecchione C., *Exercise Training and Cardiac Rehabilitation in COVID-19 Patients with Cardiovascular Complications: State of Art*, Life (Basel), 11(3), Italy 2021, s. 5-9.
10. Wang J.T., Chau B., Lui M., Lam T.-G., Lin N., Humbert S., *PM&R and Pulmonary Rehabilitation for COVID-19*, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 99(9), 2020, s. 769-770.
11. Majewska-Pulsakowska M., Królikowska A., *Zalecenia, dotyczące prowadzenia fizjoterapii pacjentów dorosłych ze zdiagnozowanym COVID-19*, Wrocław 2020, s. 3, 8-10.
12. Spannbauer A., Berwecki A., Kocik B., Mika P., Kulik A., *Rehabilitacja szpitalna pacjentów z COVID-19 – doświadczenia własne*, Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne, 3(15), 2021, s. 102-108.
13. de Leeuw A.J.W., Oude Luttikhuis M.A.M., Wellen A.C., Müller C., Calkhoven C.F., *Obesity and its impact on COVID-19*, Journal of Molecular Medicine (Berlin, Germany), 99(7), 2021, s. 907-908.
14. Smith J.C., Sausville E.L., Girish V., Lou Yuan M., Vasudevan A., John K.M., Sheltzer J.M., *Cigarette Smoke Exposure and Inflammatory Signaling Increase the Expression of the SARS-CoV-2 Receptor ACE2 in the Respiratory Tract*, Developmental Cell, 53(5), 2020, s. 540-542.
15. Zhou F., Yu T., Du R., Fan G., Liu Y., Liu Z., Xiang J., Wang Y., Song B., Gu X., Guan L., Wei Y., Li H., Wu X., Xu J., Tu S., Zhang Y., Chen H., Cao B., *Clinical Course and Risk Factors for Mortality of Adult Inpatients With COVID-19 in Wuhan China: A Retrospective Cohort Study*, Lancet, 395(10229), 2020, s. 1054.
16. Smith J.C., Sausville E.L., Girish V., Lou Yuan M., Vasudevan A., John K.M., Sheltzer J.M., *Cigarette Smoke Exposure and Inflammatory Signaling Increase the Expression of the SARS-CoV-2 Receptor ACE2 in the Respiratory Tract*, Developmental Cell, 53(5), 2020, s. 540-542.
17. Huang C., Huang L., Wang Y., Li X., Ren L., Gu X., Kang L., Guo L., Liu M., Zhou X., Luo J., Huang Z., Tu S., Zhao Y., Chen L., Xu D., Li Y., Li C., Peng L., Li Y., Xie W., Cui D., Shang L., Fan G., Xu J., Wang G., Wang Y., Zhong J., Wang C., Wang J., Zhang D., Cao B., *6-Month Consequences of COVID-19 in Patients Discharged from hospital: a Cohort Study*, Lancet, 397(10270), 2021, s. 229-230.
18. Zarei M., Bose D., Nouri-Vaskeh M., Tajiknia V., Zand R., Ghasemi M., *Long-Term Side Effects and Lingering Symptoms Post COVID19 Recovery*, Reviews in Medical Virology, 32(3), 2022, s. 4.

19. Funke-Chambour M., Bridevaux P.-O., Clarenbach C.F., Soccal P.M., Nicod L.M., von Garnier C., *Swiss Recommendations for the Follow-Up and Treatment of Pulmonary Long COVID*, *Respiration*, 100(8), 2021, s. 826-827.
20. García-Saugar M., Jaén-Jover C., Hernández-Sánchez S., Poveda-Pagán E.J., Lozano-Quijada C., *Recommendations for Outpatient Respiratory Rehabilitation of Long COVID Patients*, *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 45(1), 2022, s. 2.
21. Rivera-Lilo G., Torres-Castro R., Fregonezi G., Vilaró J., Puppo H., *Challenge for Rehabilitation After Hospitalization for COVID-19*, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(8), 2020, s. 1470-1471.
22. Udina C., Ars J., Morandi A., Vilaró J., Cáceres C., Inzitari M., *Rehabilitation in Adult Post-COVID-19 Patients in Post-Acute Care with Therapeutic Exercise*, *The Journal of Frailty & Aging*, 10(3), 2021, s. 299-300.

Rola fizjoterapii po chorobie COVID-19

Streszczenie

Wstęp: COVID-19 to choroba zakaźna, która jest wywołana przez grupę drobnoustrojów SARS-CoV-2. Infekcja ta przebiega w zróżnicowany sposób i jest przede wszystkim zależna od pewnych czynników, takich jak: wiek chorego, występowanie chorób przewlekłych, korzystanie z używek, a także z wydolności układu immunologicznego. W przypadku łagodnego rozwoju choroby objawy mogą być znikome oraz niezagrażające życiu, czyli typowe dla przeziębienia i grypy. Jednak w przypadku ostrego lub krytycznego przebiegu może dojść do ARDS, mnóstwa powikłań wielonarządowych w organizmie, a nawet do zgonu chorego. Po przebytej chorobie COVID-19 pacjenci wymagają holistycznego podejścia w celu odzyskania zdrowia. W okresie rekonwalescencji kluczowe jest wsparcie zespołu interdyscyplinarnego, z uwzględnieniem intensywnej rehabilitacji, konsultacji psychologicznej oraz dietetycznej, a także stałej opieki zespołu lekarskiego.

Cel pracy: Celem pracy była ocena roli fizjoterapii u osób po chorobie COVID-19.

Materiał i metody: W badaniu uczestniczyło 166 osób, z czego 114 to kobiety, a 52 to mężczyźni. Średni wiek badanych wynosił 40 lat. W badaniu wykorzystano ankietę, która zawierała 25 pytań. Posłużono się analizą statystyczną przy użyciu programu Statistica 13. Do ustalenia wyników wykorzystano statystykę opisową – testy: Shapiro-Wilka, U Manna-Whitneya, chi-kwadrat, kolejności par Wilcozona oraz korelację rang Spearmana. Przyjęto poziom istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i wnioski: Badanie wykazało, że wiek miał istotny wpływ na pojawiające się objawy pocovidowe. Osoby regularnie palące papierosy oraz te z cięższymi objawami pocovidowymi doświadczały pogorszenia tolerancji na wysiłek fizyczny po przebyciu COVID-19. Starszy wiek i wyższy wskaźnik BMI były związane z cięższymi objawami choroby, a bardziej skomplikowany przebieg powodował trudności w wykonywaniu codziennych, prostych czynności. Nie zaobserwowano natomiast istotnych statystycznie zmian w dostępności rehabilitacji i poprawie zdrowia po jej zakończeniu.

Słowa kluczowe: choroba COVID-19, przebieg, objawy, powikłania, rehabilitacja

The Role of Physiotherapy after COVID-19

Abstract

Introduction: COVID-19 is an infectious disease caused by the SARS-CoV-2 group of microorganisms. The infection manifests in varied ways and is primarily dependent on factors such as the patient's age, presence of chronic diseases, use of substances, and immune system efficiency. In cases of mild disease progression, symptoms can be negligible and non-life-threatening, similar to those of a common cold or flu. However, in severe or critical cases, it can lead to ARDS, multiple organ complications, and even death. After recovering from COVID-19, patients require a holistic approach to regain health. During the recovery period, the support of an interdisciplinary team, including intensive rehabilitation, psychological and dietary consultations, and continuous medical care, is crucial.

Objective: The aim of this study was to evaluate the role of physiotherapy in individuals after COVID-19.

Materials and Methods: The study included 166 participants, of which 114 were women and 52 were men. The average age of the participants was 40 years. A survey containing 25 questions was used in the study. Statistical analysis was performed using Statistica 13 software. Descriptive statistics were used to determine the results, including the Shapiro-Wilk, Mann-Whitney U, Chi-Square, Wilcoxon signed-rank, and Spearman's rank correlation tests. A significance level of $p \leq 0.05$ was adopted.

Results and Conclusions: The study found that age significantly influenced the occurrence of post-COVID symptoms. Regular smokers and those with more severe post-COVID symptoms experienced a decline in physical exercise tolerance after recovering from COVID-19. Older age and higher BMI were associated with more severe disease symptoms, and a more complicated course resulted in difficulties performing everyday simple tasks. No statistically significant changes were observed in the availability of rehabilitation and health improvement after its completion.

Keywords: COVID-19 disease, course, symptoms, complications, rehabilitation

Załącznik 1

KWESTIONARIUSZ ANKIETY

Jestem studentką V roku fizjoterapii na Wydziale Nauk o Zdrowiu w Katowicach Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.

Zwracam się z prośbą o wypełnienie ankiety, której celem jest uzyskanie odpowiedzi na temat roli fizjoterapii u osób po przebytej chorobie COVID-19. Badanie ma charakter anonimowy i dobrowolny a wyniki posłużą celom naukowo – badawczym. Wypełnienie ankiety zajmie Pani/Panu 5-7 minut.

Dziękuję za poświęcony czas.

1. Płeć:

- ☐ kobieta
- ☐ mężczyzna

2a. Wiek: ...

2b. Masa ciała (kg): ...

2c. Wysokość ciała (cm): ...

3. Wykształcenie:

- ☐ podstawowe
- ☐ zawodowe
- ☐ średnie
- ☐ licencjat
- ☐ wyższe
- ☐ inne

4. Obszar zamieszkania:

- ☐ miasto
- ☐ wieś

5. Proszę wybrać z listy rozwijanej województwo w jakim Pani/Pan mieszka.

- ☐ dolnośląskie
- ☐ kujawsko-pomorskie
- ☐ lubelskie
- ☐ lubuskie
- ☐ łódzkie
- ☐ małopolskie
- ☐ mazowieckie
- ☐ opolskie
- ☐ podkarpackie
- ☐ podlaskie
- ☐ pomorskie
- ☐ śląskie
- ☐ świętokrzyskie
- ☐ warmińsko-mazurskie
- ☐ wielkopolskie
- ☐ zachodniopomorskie

6. Czy występują u Pani/Pana choroby przewlekłe?

CHOROBY PRZEWLEKŁE TAK NIE

reumatyczne (RZS, ZZSK, twardzina układowa, itd.)

metaboliczne (otyłość, cukrzyca, dna moczanowa, osteoporoza itd.)

układu nerwowego (choroba Parkinsona, choroba Alzheimera, stwardnienie rozsiane, itd.)

psychiczne (depresja, nerwica, itd.)

układu krążenia (nadciśnienie tętnicze, miażdżycy, itd.)

krwi i układu krzepnięcia (hemofilia, anemia itd.)

choroby tarczycy

układu oddechowego (astma, mukowiscydoza, POChP, itd.)

7a. Czy zażywa Pani/Pan 5 lub więcej leków dziennie (leki stałe)?

☐ TAK

☐ NIE

7b. Czy zażywa Pani/Pan suplementy diety (np.: witaminy, odżywkę)?

☐ TAK

☐ NIE

8. Czy przed wystąpieniem choroby COVID-19 palił/a Pan/Pani papierosy?

☐ TAK

☐ NIE

9. Czy przed wystąpieniem choroby COVID-19 spożywał/a Pan/Pani alkohol (regularnie) lub inne używki?

☐ TAK

☐ NIE

10. Jak często przed zachorowaniem na COVID-19 uprawiał/a Pan/Pani aktywność fizyczną przez co najmniej 30 min.?

1. nie uprawiałam/em wcale

2. raz w tygodniu

3. 2-3 razy w tygodniu

4. 4-5 razy w tygodniu

5. codziennie

11. Czy w trakcie pandemii COVID-19 odczuwał/a Pan/Pani lęk przed zachorowaniem?

☐ TAK

☐ NIE

12. Jakie objawy występowały u Pani/Pana w trakcie choroby COVID-19?

Można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź.

☐ gorączka

☐ ból głowy

☐ kaszel

☐ duszność, problemy z oddychaniem

☐ ucisk w klatce piersiowej

☐ ból gardła

☐ utrata apetytu

☐ nudności, wymioty, biegunka, ból brzucha

☐ ból i osłabienie siły mięśni

☐ zmęczenie

☐ zaburzenie węchu i/lub smaku

☐ zapalenie spojówek

☐ krwiotłucie

☐ brak objawów

13. Jak ocenia Pani/Pan przebieg choroby COVID-19?

1. bardzo lekki

2. lekki

3. umiarkowany

4. ciężki

5. bardzo ciężki

14. Jakie objawy występują u Pani/Pana po przebytej chorobie COVID-19?

Można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź.

☐ ciągłe bóle głowy

☐ zmęczenie, osłabienie, problemy ze snem

☐ dolegliwości bólowe w obrębie stawów, mięśni

☐ zaburzenia węchu i/lub smaku

☐ wysypka skórna, wypadanie włosów

- ☐ problemy związane z układem oddechowym (kaszel, duszność, ból w klatce piersiowej, zmniejszenie wydolności fizycznej)
- ☐ problemy związane z układem sercowo – naczyniowym (niewydolność serca, zawał serca, zaburzenia rytmu serca, zator żylny w kończynach dolnych)
- ☐ zakrzepica żylna, problemy z krzepnięciem krwi
- ☐ stany depresyjne, niepokój
- ☐ problemy związane z funkcją nerek i wątroby
- ☐ bóle brzucha, nudności, wymioty, biegunka
- ☐ brak objawów

15. Jak ocenia Pani/Pan swoją wydolność fizyczną po przebytej chorobie COVID-19?

- 1. taka sama
- 2. nieznacznie osłabiona
- 3. osłabiona
- 4. znacznie osłabiona
- 5. mocno osłabiona
- 6. nie potrafię ocenić

16. Jeżeli u Pani/Pana pojawiają się duszności po przebytej chorobie COVID-19 to w jakich okolicznościach?

- ☐ podczas długo trwającego wysiłku fizycznego
- ☐ w trakcie szybkiego chodu po płaskim terenie, wchodzeniu po schodach na więcej niż jedno piętro
- ☐ po przejściu 100-200 m po płaskim terenie lub przy wchodzeniu na pierwsze piętro
- ☐ przy wykonywaniu codziennych aktywności, tj.: ubieranie się, mycie się itd.
- ☐ brak duszności

17. Jak radzi sobie Pani/Pan z wykonywaniem czynności dnia codziennego po przebytej chorobie COVID-19?

- ☐ tak samo jak przed zachorowaniem
- ☐ szybciej się męczę pojawiają się duszności przy dużej aktywności
- ☐ zdecydowanie szybciej się męczę, pojawiają się duszności przy małej aktywności
- ☐ nie jestem w stanie wykonać prostej czynności dnia codziennego

18. Czy po przebytej chorobie COVID-19 lekarz zalecał Pani/Panu rehabilitację w celu zmniejszenia objawów?

- ☐ TAK
- ☐ NIE

19. Czy korzystał/a Pan/Pani z rehabilitacji po przejściu choroby COVID-19?

- ☐ TAK
- ☐ NIE

20. Jakie były wykonywane u Pani/Pana zabiegi/ćwiczenia w ramach rehabilitacji po przebytej chorobie COVID-19?

Jeżeli zaznaczył/a Pan/Pani odpowiedź „NIE” w pytaniu wyżej („Czy korzystał/a Pan/Pani z rehabilitacji po przejściu choroby COVID-19?”). Proszę zaznaczyć odpowiedź „brak zabiegów i ćwiczeń rehabilitacyjnych”.

- ☐ trening mięśni oddechowych
- ☐ trening efektywnego kaszlu
- ☐ inhalacje indywidualne
- ☐ drenaż ułożeniowy
- ☐ oklepywanie i opukiwanie klatki piersiowej
- ☐ fizykoterapia (sollux, ultradźwięki, laser, prądy, krioterapia, itd.)
- ☐ masaż leczniczy, akupunktura, bańki
- ☐ terapia manualna
- ☐ aromatoterapia
- ☐ tlenoterapia
- ☐ balneoterapia (zabiegi z wykorzystaniem surowców mineralnych np.: kąpiele siarkowe)
- ☐ hydroterapia (np.: kąpiele perełkowe)
- ☐ edukacja i promocja zdrowia (np.: techniki pozycji ułożeniowe w przypadku duszności, nauka używania inhalatorów, itd.)
- ☐ brak zabiegów i ćwiczeń rehabilitacyjnych

21. Z jakiego rodzaju rehabilitacji korzystał/a Pan/Pani po przebytej chorobie COVID-19?

- ☐ prywatnie
- ☐ refundowanej przez NFZ

☐ nie korzystałam/em z rehabilitacji

23. Czy wg Pani/Pana konieczna jest rehabilitacja po przebytej chorobie COVID-19?

☐ zdecydowanie tak

☐ raczej tak

☐ nie mam zdania

☐ raczej nie

☐ zdecydowanie nie

24. Jak ocenia Pani/Pan dostęp do rehabilitacji po przebytej chorobie COVID-19?

☐ bardzo dobrze

☐ dobrze

☐ nie mam zdania

☐ źle

☐ bardzo źle

25. Jak ocenia Pani/Pan stan swojego zdrowia przed rehabilitacją po przebytej chorobie COVID-19?

Jeżeli Pan/Pani nie brał/a udziału w rehabilitacji po chorobie COVID-19 proszę zaznaczyć odpowiedź „nie dotyczy”.

☐ bardzo zły

☐ zły

☐ stabilny

☐ dobry

☐ bardzo dobry

☐ nie dotyczy

26. Jak ocenia Pani/Pan stan swojego zdrowia po rehabilitacji po przebytej chorobie COVID-19?

Jeżeli Pan/Pani nie brał/a udziału w rehabilitacji po chorobie COVID-19 proszę zaznaczyć odpowiedź „nie dotyczy”.

☐ bardzo zły

☐ zły

☐ stabilny

☐ dobry

☐ bardzo dobry

☐ nie dotyczy

Indeks Autorów

Bernaśkiewicz J.	46
Chlebowska M.	121
Dzidek A.	36
Dziergas-Karczmit P.	121
Dzięcioł-Anikiej Z.	136
Gądek A.	17
Guzik A.	164
Hryniewicz A.	136
Jurecka A.	17
Kociakowska M.	136
Korzan K.	178
Kowalczyk A.	178
Krysiak-Zielonka I.	156
Kucharewicz R.	73
Leszczak J.	164
Marek K.	62
Mazur K.	7
Miller E.	62
Nowakowska Z.	178
Paściak J.	164
Piotrowska A.	36
Pniak B.	164
Stefaniak M.	143
Surowiec M.	46
Szydłak D.	178
Śledziewski D.	46
Śliwka K.	17
Wolan-Nieroda A.	164
Zaczyk M.	89, 103
Zubrycki I.	62
Żarnowska J.	178