



**Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego  
w Warszawie**

**mgr Justyna Liliana Rdzanek**

**Ocena skuteczności leczenia pacjentów z kręgoszmykiem  
I° lub II° według dwóch 4-tygodniowych  
programów rehabilitacji**

**Promotor rozprawy doktorskiej**

*dr hab. Michał Wychowański*

Katedra Podstaw Fizjoterapii

**Promotor pomocniczy rozprawy doktorskiej**

*dr Paweł Targosiński*

Katedra Podstaw Fizjoterapii

Rozprawa doktorska

w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu

*w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej*

Warszawa 2022

## Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

1. Świadom/a odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca doktorska na temat:

### **Ocena skuteczności leczenia pacjentów z kręgozmykiem I° lub II° według dwóch 4-tygodniowych programów rehabilitacji**

została napisana przeze mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

2. Oświadczam, że praca doktorska nie narusza praw autorskich na podstawie ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. 2019 poz. 1231 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym.
3. Oświadczam ponadto, że treść pracy przekazanej na zewnętrznym nośniku elektronicznym jest identyczna z wersją przyjętą przez promotora i dostarczoną w formie papierowej.
4. Oświadczam również, że przedstawiona praca nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem stopnia doktora.

#### **Pouczenie:**

Zgodnie z art. 193 ust. 5 ustawy z dnia 18 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.1668 z późn. zm.) w przypadku niedopuszczenia do obrony rozprawy doktorskiej albo wydania decyzji o odmowie nadania stopnia doktora, ta sama rozprawa nie może być podstawą do ponownego ubiegania się o nadanie stopnia doktora

03.06.2022r.

Data

  
podpis autora pracy

03.06.2022r.

Data

  
podpis promotora pracy przyjmującego oświadczenie

*Serdecznie dziękuję mojemu promotorowi  
dr hab. Michałowi Wychowańskiemu  
oraz promotorowi pomocniczemu  
dr Pawłowi Targosińskiemu  
za cierpliwość, wyrozumiałość oraz cenne uwagi  
podczas realizacji niniejszej pracy.*

*Serdecznie dziękuję lek. med. Markowi Chaberskiemu oraz dyrektor  
SZPZLO Warszawa Praga Północ śp. Alinie Chrabot-Surze za pomoc  
w realizacji niniejszych badań.*

**Pracę tę dedykuję mojej śp. Mamie.**

## Spis treści

Spis treści.....	4
Wykaz skrótów .....	6
Streszczenie .....	7
<b>Summary.....</b>	<b>9</b>
1. Wstęp.....	11
<b>1.1. Definicja kręgozmyku.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Patomechanizm kręgozmyku i kręgoszczeliny .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Klasyfikacja kręgozmyku.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Epidemiologia kręgozmyku.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Metody diagnostyki pacjentów z kręgozmykiem .....</b>	<b>20</b>
<b>1.6. Metody leczenia pacjentów z kręgozmykiem .....</b>	<b>27</b>
<b>1.7. Aspekt ekonomiczny leczenia pacjentów z kręgozmykiem .....</b>	<b>33</b>
2. Cel pracy, hipotezy i pytania badawcze .....	36
<b>2.1. Hipotezy badawcze .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2. Pytania badawcze.....</b>	<b>37</b>
3. Materiał i metody .....	38
<b>3.1. Materiał.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2. Wywiad i badanie przedmiotowe .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3. Program ćwiczeń kinezyterapeutycznych.....</b>	<b>42</b>
<b>3.4. Program zabiegów fizykalnych.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5. Program terapii mięśniowo-powięziowej.....</b>	<b>52</b>
<b>3.6. Ocena nasilenia dolegliwości bólowych z zastosowaniem skali VAS.....</b>	<b>52</b>
<b>3.7. Ocena niepełnosprawności badanych z użyciem Oswestry Disability Index.....</b>	<b>53</b>
<b>3.8. Przebieg pomiarów stabilograficznych .....</b>	<b>54</b>
<b>3.9. Sposób pomiaru momentu siły podczas zginania i prostowania tułowia .....</b>	<b>57</b>
4. Wyniki .....	59
<b>4.1. Wyniki oceny nasilenia dolegliwości bólowych z zastosowaniem skali VAS .....</b>	<b>62</b>
<b>4.2. Wyniki oceny niepełnosprawności badanych z użyciem Oswestry Disability Index ....</b>	<b>65</b>
<b>4.3. Wyniki pomiarów stabilograficznych .....</b>	<b>67</b>
<b>4.4. Wyniki pomiarów momentów sił podczas zginania i prostowania tułowia .....</b>	<b>70</b>
5. Dyskusja .....	76
6. Wnioski i uwagi końcowe .....	100
7. Spis piśmiennictwa.....	108
8. Załączniki .....	135

<b>8.1. Spis rycin .....</b>	<b>135</b>
<b>8.2. Spis tabel.....</b>	<b>137</b>
<b>8.3. Oswestry Disability Index (ODI).....</b>	<b>138</b>
<b>8.4. Zgoda Senackiej Komisji Etyki Badań Naukowych.....</b>	<b>139</b>

## Wykaz skrótów

BH [m] – wysokość ciała,

BM [kg] – masa ciała,

BMI [kg/m<sup>2</sup>] – wskaźnik masy ciała,

df – liczba stopni swobody,

F – statystyka testu ANOVA,

IC – kompresja ischemiczna niedokrwienne,

KKDO – próba stabilograficzna podczas stania obunóż z oczami otwartymi,

KKDZ – próba stabilograficzna podczas stania obunóż z oczami zamkniętymi,

Kurt. – kurtoza, miara stopnia skupienia wyników wokół wartości centralnej,

M – wartość średnia,

Maks. – największa wartość zbioru,

Min. – najmniejsza wartość zbioru,

Mmpr [Nm] – moment siły prostowników tułowia w statyce,

Mmzg [Nm] – moment siły zginaczy tułowia w statyce,

MRI – tomografia rezonansu magnetycznego,

MS – średnia kwadratów,

MTrP – terapia mięśniowo-powięziowa punktów spustowych (*Myofascial trigger points therapy*),

ODI – wskaźnik niepełnosprawności Oswestry (*Oswestry Disability Index*),

p – poziom istotności,

SD – odchylenie standardowe,

Sk. – skośność, miara symetrii rozkładu,

SS – suma kwadratów,

t – statystyka t-Studenta,

TENS – przezskórna elektryczna stymulacja nerwów (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*),

TK – tomografia komputerowa,

VAS – wzrokowo analogowa skala bólu (*Visual Analogue Scale*),

WMmpr [Nm/kg] – względny moment siły prostowników tułowia,

WMmzg [Nm/kg] – względny moment siły zginaczy tułowia,

$\eta^2$  – wartość określająca jaki procent zmiennej zależnej jest wyjaśniany przez zmienną niezależną.

## Streszczenie

Głównym celem rozprawy jest ocena skuteczności leczenia pacjentów z kręgoszmykiem I° lub II° po zastosowaniu dwóch 4-tygodniowych programów rehabilitacji. Wszyscy badani byli leczeni w Samodzielnym Zespole Publicznych Zakładów Lecznictwa Otwartego Warszawa Praga-Północ mieszczącego się w Warszawie przy ulicy Jagiellońskiej 34. W badaniach uczestniczyły 33 kobiety i 25 mężczyzn w wieku 60÷75 lat. Pacjenci zostali podzieleni na dwie grupy G1 i G2. W grupie G1 było 13 kobiet i 16 mężczyzn, a w grupie G2 było 20 kobiet i 9 mężczyzn. W grupie G1, w terapii zastosowano ćwiczenia kinezyterapeutyczne i fizykoterapię. W grupie G2 zastosowano, takie same co w grupie G1 ćwiczenia kinezyterapeutyczne, ale zamiast zabiegów fizykoterapeutycznych, została zastosowana terapia mięśniowo-powięziowa punktów spustowych.

Badania obejmowały: ocenę nasilenia dolegliwości bólowych i stopnia niepełnosprawności według kwestionariusza Oswestry, ocenę koordynacji ruchowej na podstawie badań stabilograficznych oraz ocenę siły zginaczy i prostowników tułowia, zmierzonej na specjalnym stanowisku, w warunkach statyki.

Wyniki badań pozwoliły na weryfikację przyjętych hipotez, oraz sformułowanie następujących wniosków:

- 1) Zastosowanie przyjętych programów rehabilitacji w obu grupach G1 i G2 wpłynęło na wzrost siły mięśni prostowników i zginaczy tułowia.
- 2) Nie stwierdzono wpływu zastosowanych programów terapii, z przewagą zabiegów fizykalnych w grupie G1 i przewagą zabiegów mięśniowo-powięziowych w grupie G2 na poprawę sprawności mechanizmu utrzymywania pionowej postawy ciała, zarówno podczas prób z oczami otwartymi, jak również z oczami zamkniętymi.
- 3) W obu grupach stwierdzono istotny wpływ zastosowanych terapii na obniżenie intensywności bólu kręgosłupa, co znaczy, że obydwa programy terapii kręgoszmyku były skuteczne w leczeniu bólu.
- 4) Wyniki samooceny pacjentów, za pomocą kwestionariusza Oswestry wykazały istotny, pozytywny wpływ zastosowanych terapii na odczuwanie niepełnosprawności.
- 5) Na poszczególnych etapach badań u kobiet i mężczyzn wystąpił związek pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a wskaźnikiem niepełnosprawności, wynikami prób stabilograficznych i wartościami momentów sił mięśniowych podczas zginania i prostowania tułowia.

W związku z brakiem poprawy sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi na skutek obu zastosowanych programów terapii w grupach G1 i G2, wydaje się zasadne podjęcie dalszych działań dotyczących poszukiwania skutecznych metod poprawy koordynacji ruchowej pacjentów, w podeszłym wieku, leczonych z powodu bólu kręgosłupa. W przypadku braku poprawy koordynacji ruchowej pacjentów na skutek stosowanej terapii powinna być kontynuowana specjalistyczna terapia funkcjonalna polegająca na treningu stabilności postawy, z wyraźnym uwzględnieniem ćwiczeń koordynacyjnych i zwiększeniem ich intensywności oraz objętości.

**Słowa kluczowe:** kręgoszmyk, ból kręgosłupa, kinezyterapia i fizykoterapia bolesnego kręgosłupa, terapia mięśniowo-powięziowa bolesnego kręgosłupa, siła mięśni zginaczy i prostowników tułowia, stabilografia na dwóch KKD z oczami otwartymi i zamkniętymi.



## Summary

### **Evaluate the effectiveness of treatment of patients with I° or II° spondylolisthesis after two 4-week rehabilitation programs**

The main objective of the dissertation is to evaluate the effectiveness of treatment of patients with I° or II° spondylolisthesis after two 4-week rehabilitation programs. All subjects were treated at the Independent Public Trust of Ambulatory Care Units Warszawa Praga-Północ located in Warsaw at 34 Jagiellońska Street. 33 women and 25 men aged 60÷75 years participated in the study. Patients were divided into two groups, i.e. G1 and G2. There were 13 women and 16 men in the G1 group and 20 women and 9 men in the G2 group. In the G1 group, kinesiotherapeutic exercises and physical therapy were used in therapy. In group G2 the same kinesiotherapeutic exercises were used as in group G1, but instead of physical therapy, myofascial trigger point therapy was applied.

The study included: an assessment of pain intensity and disability according to the Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire, an assessment of motor coordination based on stabilographic tests, and an assessment of torso flexor and extensor strength measured on a special stand under static conditions.

The results of the study allowed for the verification of the adopted hypotheses and the formulation of the following conclusions:

- 1) The application of the adopted rehabilitation programs in both G1 and G2 groups increased the muscle strength of trunk flexors and extensors.
- 2) There was no effect of the applied therapy programs, with a predominance of physical treatments in the G1 group and a predominance of the myofascial trigger point therapy in the G2 group, on the improvement of the efficiency of the vertical posture maintenance mechanism during both open-eye and closed-eye trials.
- 3) In both groups, there was a significant effect of the therapies used on reducing the intensity of spine pain, meaning that both spondylolisthesis treatment programs were effective in treating pain.
- 4) The results of the patients' self-assessment, using the Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire, showed a significant positive effect of the therapies used on the perception of disability.

5) At individual stages of the study, in women and men, there was a relationship between the severity of pain and the disability index, the results of stabilographic tests, and the values of the moments of muscle torque during bending and straightening the trunk.

In view of the lack of improvement in the efficiency of the balance mechanism as a result of both applied therapies in groups G1 and G2, it seems reasonable to undertake further research on the search for effective methods of improving motor coordination of elderly patients treated for spinal pain. If the patients' motor coordination does not improve as a result of the applied therapy, specialist functional therapy consisting in postural stability training should be continued, with a clear focus on coordination exercises and increasing their intensity and volume.

**Keywords:** spondylolisthesis, spine pain, kinesiotherapy, physical therapy to treat spine pain, myofascial trigger point therapy to treat spine pain, muscle strength of trunk flexors and extensors, stabilography on two lower extremities with eyes open and closed.

## 1. Wstęp

Schorzenia kręgosłupa od lat pozostają w polu zainteresowań wielu specjalistów. Coraz częściej powołuje się zespoły interdyscyplinarne, których celem jest wypracowanie jednoznacznych wytycznych postępowania w najczęściej spotykanych chorobach kręgosłupa. Jedną z chorób, w których brak jest jednoznacznego stanowiska, co do sposobu leczenia, jest kręgozmyk (Bartochowski, 2011).

Kręgozmyk jest złożonym problemem wieloczynnikowym. Obecnie jest powszechną diagnozą wśród starzejącej się populacji (Kalichman i Hunter, 2008). Kręgozmyk może objawiać się bólem dolnych pleców, bólem kończyn dolnych i chromaniem przestankowym u osób starszych (Mobbs i in., 2016). Ból dolnego odcinka kręgosłupa, trwający dłużej niż trzy miesiące, stał się jedną z głównych przyczyn przedwczesnej emerytury. Wiąże się on nie tylko ze znacznymi stratami ekonomicznymi, ale przede wszystkim z obniżeniem jakości życia (Hoy i in., 2010), (Maher i in., 2017), (Will i in., 2018).

Biorąc pod uwagę proces starzenia się populacji ludzkiej, częstość występowania kręgozmyku będzie wzrastać, co oznacza, że w niedalekiej przyszłości zapotrzebowanie na opiekę medyczną będzie znacząco rosło (Wang Y.X.J., 2017), dlatego istotne jest, aby lekarze stosowali jak najskuteczniejsze metody leczenia chorób kręgosłupa (van Mastrigt i in., 2016). Istnieje jednak niewiele dowodów na poparcie skuteczności powszechnych niechirurgicznych interwencji u osób z objawami kręgozmyku. Ze względu na skromne doniesienia w aktualnym piśmiennictwie, obecne zalecenia dotyczące praktyki klinicznej wymagają włączenia wyników najnowszych badań do istniejących paradygmatów klinicznych w celu zapewnienia racjonalnej podstawy zaleceń terapeutycznych (Kalichman i Hunter, 2008). Ponadto, ze względu na brak uzgodnionych wytycznych krajowych i międzynarodowych organizacji, leczenie kręgozmyku pozostaje w dużym stopniu zależne od oczekiwań i preferencji pacjentów oraz lekarzy. Pomimo wielu opcji chirurgicznych w leczeniu kręgozmyku, przyjmuje się, że w większości przypadków leczenia nieoperacyjnego należy podjąć przed podjęciem interwencji chirurgicznej (Kalichman i Hunter, 2008).

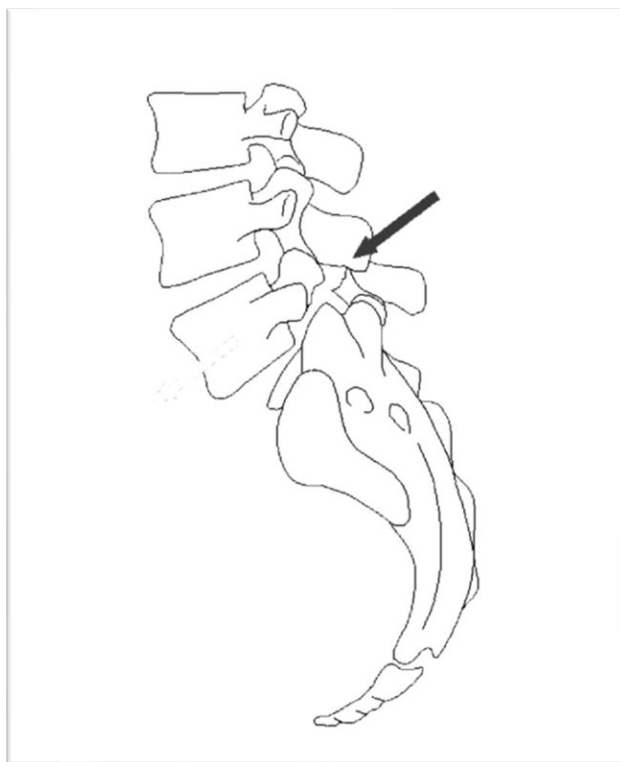
Schorzenia kręgosłupa i związane z nimi dolegliwości bólowe, powodują szereg osłabień funkcjonalnych, takich jak równowaga podczas utrzymywania pionowej pozycji i siła mięśni zginaczy i prostowników tułowia mierzonej w warunkach statyki. W celu złagodzenia tych deficytów konieczne jest opracowanie nowych programów

interwencyjnych, specjalnie dostosowanych do przeciwdziałania słabościom związanym z kręgozmykiem.

Poszerzenie wiedzy na temat skuteczności stosowanych metod leczenia pacjentów ze zdiagnozowanym kręgozmykiem, może być przydatne w doskonaleniu programów leczenia bólu kręgosłupa.

### 1.1. Definicja kręgozmyku

Kręgozmyk (łac. *spondylolisthesis*) to przemieszczenie ku przodowi przedniej części kręgu w stosunku do kręgu leżącego poniżej, w skład której wchodzi: trzon, przednia część łuku, wyrostki poprzeczne oraz stawowe górne (Matz i in., 2016), (Bartochowski, 2011).



Ryc. 1 Kręgozmyk (na podstawie Bartochowski, 2011).

### 1.2. Patomechanizm kręgozmyku i kręgoszczeliny

Wielu autorów sądzi, że do kręgozmyku dochodzi na skutek złego zrastania się punktów kostnienia kręgu, inni przyczyn upatrują w okołoporodowych urazach okolic nasad łuków, a jeszcze inni powstanie kręgozmyku tłumaczą przeciążeniem wężyny kręgu na skutek wad rozwojowych kręgosłupa (Crawford i in., 2001), (Miao i in., 2013).

Najczęściej do ześlizgu dochodzi na skutek kręgoszczeliny (łac. *spondylolysis*) czyli przerwania ciągłości łuku u podstawy górnego wyrostka stawowego, przy zachowaniu łączności innych elementów kręgu i bez przemieszczenia sąsiadujących kręgów względem siebie (Matz i in., 2016), (Earl, 2002), (Stoop i in., 2017). Mechanizmem powodującym powstawanie kręgoszczeliny jest najczęściej złamanie zmęczeniowe (Green, 1994).

W kręgozmykach cieśniowych, urazowych oraz patologicznych, siły tnące przenoszone są przez krążek międzykręgowy. Jedną z przyczyn patologicznych zmian w rozkładzie sił przenoszonych przez stawy kręgosłupa, jest uszkodzenie krążka międzykręgowego, doprowadzające do szybkiej degeneracji oraz przemieszczenia kręgów względem siebie (Bartochowski, 2011). Osteofity, zniszczenie kości na skutek procesu zwyrodnieniowego, uszkodzenie torebki stawowej, uszkodzenie więzadeł łączących tylną kolumnę kręgosłupa oraz nieprawidłowe przestrzenne ustawienie wyrostków stawowych powodują znaczne obciążenie stawów międzykręgowych. Powyższe, patologiczne zmiany w budowie stawów międzykręgowych są przyczyną powstawania kręgozmyku zwyrodnieniowego (Bartochowski, 2011), (Łuczkiwicz, 2002).

Kręgozmyk dysplastyczny i związane z nim anomalie rozwojowe, takie jak: pionowe ustawienie kości krzyżowej, klinowaty kształt kręgu L5, kopulasty kształt górnej powierzchni kości krzyżowej, hypoplastyczne wyrostki stawowe stawów międzykręgowych, zwiększają możliwość wystąpienia ześlizgu trzonu kręgu. Złuszczenie pomiędzy płytką krańcową a płytką wzrostową kręgu u dzieci może być dodatkowym czynnikiem przyczyniającym się do patologicznego przemieszczania się kręgów względem siebie (Sairyo i in., 1998), (Hammerberg, 2005).

### **1.3. Klasyfikacja kręgozmyku**

Najczęściej stosowaną klasyfikacją kręgozmyku jest ta, którą zaproponował Meyerding (Meyerding, 1932). Klasyfikacja kręgozmyku wg Meyerdinga opiera się na stopniu ześlizgu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa. Stopień ześlizgu mierzony jest na bocznych radiogramach kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego jako odległość, o jaką przesunął się górny trzon kręgosłupa w stosunku do kręgu znajdującego się poniżej (Oh i in., 2012), (Bartochowski, 2011). Jak to pokazano na rycinie 2, górną powierzchnię dolnego trzonu kręgu dzieli się na ćwiartki, a stopień I-IV przypisuje się do ześlizgnięć odpowiednio jednej, dwóch, trzech lub czterech ćwiartek kręgu górnego (Meyerding, 1932), (Kalichman i Hunter, 2008). Stopień 1 mieści się w zakresie: 1÷25%, stopień 2: 26%÷50%, stopień

3: 51%÷75%, stopień 4: 76%÷100%, stopień 5: Spondyloptoza > 100% (Eroğlu i in., 2017), (Bartochowski, 2011).



Ryc. 2 Schemat poszczególnych stopni kręgozmyku według klasyfikacji Meyerdinga (na podstawie Bartochowski, 2011).

Ze względu na obecność objawów klinicznych można wyróżnić kręgozmyk niskiego i wysokiego stopnia. W kręgozmyku niskiego stopnia, odpowiadającemu kręgozmykowi I° lub II° wg. Meyerdinga, czyli do 50% ześlizgu, w obrazie chorobowym dominuje ból. Najczęściej jest to ból kręgosłupa, lecz gdy dojdzie do uciśnięcia korzeni nerwowych w zwężonych otworach międzykręgowych może wystąpić ból promieniujący do kończyn dolnych o charakterze rwy kulszowej. W kręgozmyku wysokiego stopnia, odpowiadającemu kręgozmykowi III° lub IV° wg. Meyerdinga, ponad 50% ześlizgu, dominują objawy związane z deformacją kręgosłupa, zaburzeniami chodu oraz osłabieniem siły mięśni kończyn dolnych. Ból występuje stosunkowo rzadko (Taillard, 1954), (Danielson i in., 1989a), (Oh i in., 2012).

W piśmiennictwie spotyka się także klasyfikacje, które zaproponowali Wiltse, Newman i Macnab (Wiltse i in., 1976), Marchetti i Bartolozzi (Marchetti, 1997), (Wójcik, 2017b) oraz (Bartochowski, 2011). Każda z tych dwóch klasyfikacji przyjmuje inne kryterium do klasyfikacji kręgozmyków na grupy. Istotne jest przypisanie chorego do konkretnej grupy pacjentów, gdyż ułatwia to podejmowanie decyzji terapeutycznych (Hammerberg, 2005).

Klasyfikacja zaproponowana przez Wiltse, Newman i Macnab (Wiltse i in., 1976), opiera się na przyczynach ześlizgu trzonów kręgosłupa w kierunku przednim (ryc. 3).

Biorąc po uwagę skomplikowaną etiologię kręgozmyku, do tej klasyfikacji należy 5 typów kręgozmyku: I Typ: dysplastyczny (*dysplastic*), II Typ: cieśniowy (*isthmic*),

III Typ: zwyrodnieniowy (*degenerative*), IV Typ: urazowy (*traumatic*), V Typ: patologiczny (*pathologic*) (Bartochowski, 2011), (Wiltse i in., 1976).

I Typ - kręgozmyk dysplastyczny traktowany jest jako wada rozwojowa, najczęściej występująca na pograniczu trzonów kręgów L5 i S1. Ten typ kręgozmyku związany jest z obecnością dysplastycznych stawów połączenia lędźwiowo-krzyżowego i prowadzi do przemieszczenia odcinka lędźwiowego względem kości krzyżowej. Nadmierne naprężenia łuków spowodowane zaburzeniem osi kręgosłupa, są powodem ich pęknięcia (Wiltse i in., 1976), (Wynne-Davies i Scott, 1979), (Mac-Thiong i in., 2012).

II Typ - kręgozmyk cieśniowy występuje najczęściej i stanowi prawie 50% wszystkich przypadków. Występuje on głównie w segmencie L5–S1 z częstością 11,5% w populacji ogólnej (Kalichman i in., 2009), (Jacobsen i in., 2007). Kręgozmyk tego typu powodowany jest złamaniem części międzystawowej, czyli tak zwanej węziny łuku. W wyniku powtarzających się mikrourazów, dochodzi do osłabienia połączenia łuku kręgu z nasadami kręgu, doprowadzając do rozrywania łuków i powstawania kręgoszczeliny, która w miarę postępu choroby powiększa się. W kręgozmyku cieśniowym dochodzi do zwyrodnienia krążka międzykręgowego. Jest to proces wtórny, związany z przeciążeniem krążka międzykręgowego, do którego dochodzi na skutek działania sił w segmencie ruchowym kręgosłupa objętym ześlizgiem (Watters i in., 2009), (Wiltse i in., 1976), (Mac-Thiong i in., 2012).

Typ II podzielono na trzy podkategorie:

Typ IIA - spowodowany jest przez mikrozłamania, do których dochodzi najczęściej w wyniku często powtarzających się przeprostów. Ten podtyp jest najpowszechniejszy wśród mężczyzn.

Typ IIB - główną przyczyną ześlizgu w tym przypadku, podobnie jak w typie IIA są mikrozłamania. W odróżnieniu do typu IIA, w węzinach łuków nie powstają kręgoszczeliny, lecz zostają one rozciągnięte pozostając nienaruszone (Wiltse i in., 1976),

Typ IIC - spowodowany ostrym pęknięciem węziny łuku (Wiltse i in., 1976), (Wynne-Davies i Scott, 1979), (Mac-Thiong i in., 2012),

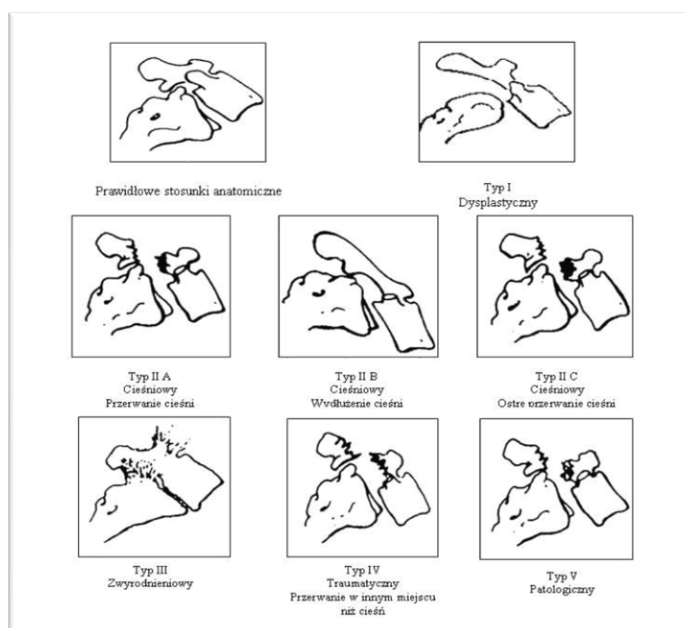
Typ III - kręgozmyk zwyrodnieniowy występuje najczęściej w segmencie L4–L5, z częstością od 5% do 7% (Kalichman i in., 2009), (Jacobsen i in., 2007). W kręgozmyku zwyrodnieniowym, podobnie jak w przypadku kręgozmyku cieśniowego, dochodzi do zwyrodnienia krążka międzykręgowego. Degeneracja dysku prowadzi do przeciążenia stawów międzykręgowych, co, w sprzyjających warunkach, prowadzi do powstania

spondylolistezy (Bartochowski, 2011), (Marciniak, 2006). Jest to powstała na tle zwyrodnieniowym, niestabilność segmentu kręgowego, przede wszystkim krążków międzykręgowych, która może być powodem rozpoznania kręgozmyku (Watters i in., 2009),

Typ IV - kręgozmyk urazowy (*traumatyczny*) występuje, gdy uszkodzeniu ulegają struktury tylnej kolumny kręgosłupa (łuki lub stawy międzykręgowe). Jest rzadką postacią kręgozmyku. Najczęściej powstaje w wyniku dużych naprężeń, urazów kręgosłupa, do których dochodzi podczas kontuzji sportowych, lub wypadków komunikacyjnych (Wiltse i in., 1976).

Typ V - zmiany własności mechanicznych kości są najczęstszą przyczyną kręgozmyku patologicznego. Przyczyną zmian własności mechanicznych kości są: infekcje, zmiany metaboliczne, zmiany noepłazmatyczne, prowadzące do ich osłabienia (Wiltse i in., 1976), (Wynne-Davies i Scott, 1979), (Mac-Thiong i in., 2012).

Na rycinie 3 przedstawiono klasyfikację zaproponowaną przez Wiltse, Newman i Macnab w modyfikacji A. Nowakowskiego (Bartochowski, 2011).



Ryc. 3 Klasyfikacja Wiltse, Newmana i Macnaba w modyfikacji A. Nowakowskiego (na podstawie Bartochowski, 2011).

Kolejnego podziału kręgozmyków dokonali w 1997 roku Marchetti i Bartolozzi (Marchetti, 1997). Klasyfikacja ta dzieli kręgozmyki na rozwojowe i nabyte. Do kręgozmyków rozwojowych, wg tej klasyfikacji, zalicza się: kręgozmyki o wysokiej dysplazji (*high dysplastic*) oraz o niskiej dysplazji (*low dysplastic*). Natomiast,

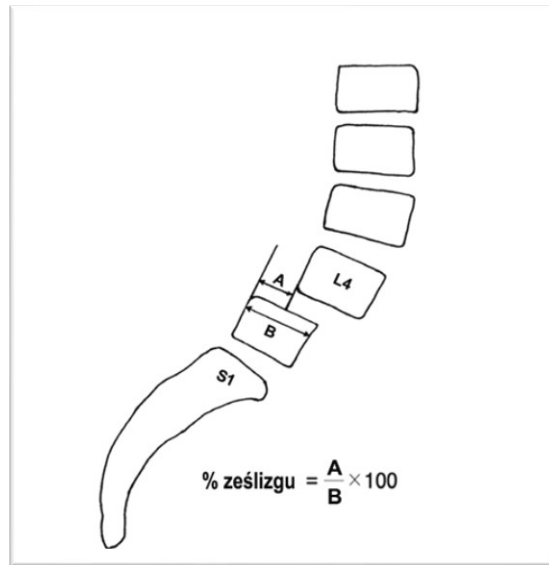


do kręgozmyków nabytych: kręgozmyki urazowe (*traumatic*), zwyrodnieniowe (*degenerative*), patologiczne (*pathologic*) i jatrogenne (*surgical*) (Marchetti PG, 1997), (Wójcik, 2017b).

Tabela 1 Klasyfikacja kręgozmyku według Marchettiego i Bartolozziego (na podstawie Bartochowski, 2011)

<b>Kręgozmyk rozwojowy</b>	<b>Kręgozmyk nabyty</b>
<b>Duża dysplazja</b> - z lizą, - z wydłużeniem.	<b>Urazowy</b> - ostry, - stresowy. <b>Patologiczny</b> - patologia miejscowa, - patologia ogólna. <b>Jatrogenny</b> - pośredni, - bezpośredni.
<b>Mała dysplazja</b> - z lizą, - z wydłużeniem.	<b>Zwyrodnieniowy</b> - pierwotny, wtórny.

Kolejna klasyfikacja, wyrażająca stopień ześlizgu w procentach, została opisana przez Taillard'a (Taillard, 1954). Metoda pomiaru pozwala oznaczyć względną wartość ześlizgu, lecz metoda ta obarczona jest błędem związanym z deformacją górnej płytki granicznej trzonu S1. Typologia ta jest rzadko preferowana przez autorów, ze względu na mniejszą powtarzalność. Pełny ześlizg L5 z S1 nazywany jest spondyloptozą. Wynik pomiaru ześlizgu i jego widoczna progresja powinny być traktowane z dużą ostrożnością. Dowiedziono, że błąd w pomiarach może wynosić nawet do 15% (Taillard, 1954). Wynik pomiaru ześlizgu może wzrosnąć, jeśli kręgozmykowi towarzyszy element rotacji kręgów. Stąd według klasyfikacji Taillard'a można jedynie oceniać progresję ześlizgu przekraczającego 20% (Taillard, 1954), (Danielson i in., 1989b). Na rycinie 4 przedstawiono sposób oceny wielkości ześlizgu według Taillard'a.



Ryc. 4 Klasyfikacja procentowego stopnia ześlizgu wg Taillarda (na podstawie Wójcik, 2017 b).

W niniejszej pracy, do oceny stopnia ześlizgu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, użyto klasyfikacji autorstwa Meyerding'a (Meyerding, 1932), gdyż jest to najprostsza i najczęściej stosowana klasyfikacja kręgozmyków, odnosząca się do miejsca ich występowania.

#### 1.4. Epidemiologia kręgozmyku

Z wielu doniesień na temat kręgozmyku wynika, że dotyczy on 5÷7% ogólnej populacji (Niggemann i in., 2011), (Matz i in., 2016), (Crawford i in., 2001), (Miao i in., 2013), (Earl, 2002), (Rapała, 2004a). Częstość występowania kręgozmyku uzależniona jest od: etiologii, lokalizacji, czynników demograficznych, czynników genetycznych. Występowanie kręgozmyku można powiązać również z czynnikami osobniczymi, takimi jak rasa, wiek, płeć, oraz rodzaj pracy zawodowej, lub środowisko zewnętrzne (Beutler i in., 2003a).

Rozpatrując częstość występowania kręgozmyków w kategorii rasy, stwierdzono, że jest ona największa u mężczyzn rasy białej (Bartochowski, 2011).

Rozpatrując częstość występowania kręgozmyków w kategorii płeć, stwierdzono, że w dorosłej populacji, jest ona większa u mężczyzn (około 5÷6%), niż u kobiet (około 2÷3%). Kręgozmyk u mężczyzn występuje częściej, ze względu na podejmowaną przez nich cięższą pracę fizyczną (Zhang i in., 2018), (Beutler i in., 2003b). Kręgozmyk wrodzony występuje dwa razy częściej u mężczyzn, u których objawy prezentowane były już w okresie

adolescencji. Obejmują one około 14÷21% wszystkich przypadków kręgozmyku. Jeśli chodzi o kręgozmyk zwyrodnieniowy, to występuje on częściej u kobiet niż u mężczyzn, w proporcji 5:1. Częstość występowania kręgozmyku zwyrodnieniowego wzrasta wraz z wiekiem (Beutler i in., 2003a).

Rozpatrując częstość występowania kręgozmyku w kategorii wiek, stwierdzono, że przypadki kręgozmyku zdarzają się u dzieci poniżej 5 roku życia. W wieku 5÷7 lat kręgozmyk dotyczy 5% populacji dziecięcej. Patologia staje się bardziej powszechna wśród 7÷10 latków, co można wiązać z rozwojem cech motorycznych. Częstość występowania kręgozmyku wzrasta do 7% w wieku 18 lat, co ma związek ze zwiększeniem aktywności fizycznej w okresie dojrzewania. Zwielokrotnienie czynności dnia codziennego powoduje, że kręgozmyki są najczęściej spotykane wśród nastolatków i osób dorosłych (Beutler i in., 2003a). Hirano (2012) zbadał 100 pacjentów w wieku od 8 do 18 lat, którzy uprawiali sport prawie codziennie i skarżyli się głównie na ból w dolnej części pleców. Wszyscy pacjenci byli diagnozowani za pomocą zdjęcia rentgenowskiego, które potwierdziło obecność spondylolizy. Progresja spondylolistezy po 20 roku życia jest znacznie rzadsza w porównaniu z progresją w dzieciństwie i okresie dojrzewania. Jest to prawdopodobnie spowodowane skostnieniem płytki wzrostu (Beutler i in., 2003b).

Nadmienić należy, iż kręgozmyk dość często rozwijają się u osób podejmujących aktywność sportową, szczególnie mając na myśli dyscypliny, w których dominują powtarzające się częste i naprzemienne ruchy zginania oraz prostowania tułowia (Wojcik i in., 2014). Zwłaszcza, dotyczy to dyscyplin takich jak: gimnastyka artystyczna, futbol, jazda figurowa na łyżwach, podnoszenie ciężarów, skoki o tyczce i wzwyż, taniec, wioślarstwo, zapasy. Problem dotyczy również zawodników uprawiających judo lub rzut oszczepem (Kruse i Lemmen, 2009), (Rossi, 1978), (d'Hemecourt i in., 2000), (Ciullo, 1985).

Kierując się kryterium lokalizacji, kręgozmyk występuje głównie w części lędźwiowej kręgosłupa. Najczęściej zajmuje segmenty ruchowe L5-S1 (70÷80%), rzadziej L4-L5 (10÷30%), segmenty ruchowe L3-L4, L2-L3 oraz inne objęte są kręgozmykiem bardzo rzadko (Smoczyński, 2008).

Charakteryzując tę patologię, wyróżniono kręgozmyki objawowe i bezobjawowe, ze względu na występowanie lub brak objawów klinicznych. Objawowe kręgozmyki często pojawiają się w pierwszej i drugiej dekadzie życia. U osób starszych patologie najczęściej stają się objawowe, gdy występują na poziomach L4-L5 i L3-L4. Nasilenie objawów

bólowych u osób dorosłych związane jest z występowaniem: pogłębienia zgięcia bocznego i rotacji kręgosłupa, zmian napięcia aparatu więzadłowego stabilizującego segmenty ruchowe kręgosłupa, przeciążenia mięśni przykręgosłupowych, usztywnienia segmentu ruchowego kręgosłupa (Matz i in., 2016), (Berg, 1989), (O'Sullivan, 2000). Towarzyszący chorobie ból może mieć charakter miejscowy oraz korzeniowy, co dotyczy około 60% chorych. Ból, wyłącznie miejscowy, występuje, u około 30% chorych, a ból wyłącznie korzeniowy występuje u około 10% chorych (O'Sullivan, 2000). Ból miejscowy ma najczęściej charakter mechaniczny, co oznacza, że nasila się w ruchu, a zmniejsza się podczas odpoczynku (Maniadakis i Gray, 2000), (Boos, 2009), (Möller i in., 2000), (Wójcik, 2017a).

### **1.5. Metody diagnostyki pacjentów z kręgozmykiem**

Diagnostyka pacjentów z kręgozmykiem rozpoczyna się od badania podmiotowego, oraz przedmiotowego i następnie stosowana jest diagnostyka obrazowa, najczęściej radiologiczna (Bartochowski, 2011).

Podstawowym badaniem obrazowym w diagnostyce kręgozmyku jest klasyczne zdjęcie rentgenowskie wykonywane w projekcji przednio-tylnej oraz bocznej. Projekcja przednio-tylna, AP jest przydatna w ocenie ewentualnej współistniejącej skoliozy, która w wyniku asymetrycznego przesunięcia trzonu kręgu do przodu, może przyczynić się do wzmożenia napięcia mięśni przykręgosłupowych (Butt i Saifuddin, 2005), (Li i Hresko, 2012), (Pendergrast i Dyer, 2019). Do oceny ruchomości kręgosłupa wykorzystuje się projekcje podczas zgięcia bocznego lub wyprostowania kręgosłupa (DeWald i in., 2005). Ponadto, badanie RTG przydatne może być w ocenie: jakości kości, zmian w budowie kości krzyżowej, zmiany kąta pochylenia kości krzyżowej, ustawienia kręgosłupa lędźwiowego (zmiana lordozy lędźwiowej), patologii stawów międzykręgowych, zmian wysokości międzykręgowej, obecności osteofitów lub zwapnień w okolicy stawów międzykręgowych. Badanie RTG można wykorzystać do oceny niestabilności dynamicznej kręgosłupa (Hegde, 2017), (Butt i Saifuddin, 2005). Najbardziej wartościowymi radiogramami w diagnostyce kręgozmyku, zwłaszcza z niewielkim przemieszczeniem trzonów, są projekcje skośne. Na zdjęciach skośnych kręgosłupa rozpoznaje się spondylolizę (Boos, 2009), (Bartochowski, 2011), (Marciniak, 2006). Na rycinie 5 przedstawiono zdjęcie rentgenowskie, przedstawiające kręgozmyk na poziomie L5-S1.



Ryc. 5 RTG części lędźwiowej kręgosłupa w projekcji bocznej. Widoczny kręgozmyk L5-S1 (<https://www.wikiwand.com/pl/Kr%C4%99gozmyk>).

Wykonanie zdjęć rentgenowskich lub pomiarów geometrii kręgosłupa i miednicy z tomografu komputerowego w okresie przedoperacyjnym, pomaga zwiększyć jakość diagnozowania pacjenta, gdyż odtwarza miejsce i rodzaj urazu kręgosłupa, co ma znaczny wpływ na planowanie procesu leczenia pacjentów z kręgozmykiem. Obecnie, zaleca się zmierzenie kąta ześlizgu, który wystąpił na skutek przemieszczenia kręgów w kierunku przednim, doprowadzając do utraty prawidłowej anatomicznej krzywizny kręgosłupa (DeWald i in., 2005). Kąt ześlizgu to kąt pomiędzy linią narysowaną wzdłuż górnej płytki końcowej L5 a linią prostopadą narysowaną wzdłuż tylnej kory kości krzyżowej (Cavalier i in., 2006).

Do dalszej oceny diagnostycznej, po obrazowaniu rentgenowskim, można zalecić wykonanie rezonansu magnetycznego lub tomografii komputerowej, by móc zapewnić najskuteczniejsze wykrywanie spondylolizy (Butt i Saifuddin, 2005), (Drazin i in., 2015). Wykonywanie rezonansu magnetycznego (MRI) lub tomografii komputerowej (TK) zarezerwowane jest szczególnie dla przypadków niejasnych diagnostycznie, lub przebiegających z zaburzeniami neurologicznymi (Kalichman i Hunter, 2008), (Labelle i in., 2004), (Matz i in., 2016), (Berg, 1989), (Barrey i in., 2007). W przypadku, gdy u pacjenta dominują objawy korzeniowe lub objawy chromania neurogennego, elementy nerwowe ocenia się właśnie za pomocą MRI lub TK kręgosłupa lędźwiowego (Hegde, 2017).

Rezonans magnetyczny (MRI) jest stosowany ze względu na znakomity kontrast w tkankach miękkich (de Schepper i in., 2013). MRI zalecany jest w przypadkach, gdy u pacjenta z kręgozmykiem występują objawy neurologiczne (Matthews i in., 2015) (Jayakumar i in., 2006). Jako metoda obrazowania MRI pozwala na dokładną ocenę tkanki neurologicznej (DeWald i in., 2005). Ucisk korzenia nerwu, nieprawidłowości dysku lędźwiowego, anomalie rdzenia kręgowego, nowotwór rdzenia kręgowego lub kręgosłupa to inne źródła bólu krzyża, które najlepiej identyfikować za pomocą MRI (Cavalier i in., 2006). Rezonans magnetyczny kręgosłupa lędźwiowego w przypadku spondylolistezy, pozwala również na rozróżnienie pomiędzy centralnym a otworowym zaburzeniem neurologicznym, występującym głównie w przypadku kręgozmyku zwyrodnieniowego i istmicznego (DeWald i in., 2005), (DeWald, 1981), (de Schepper i in., 2013).

Tomografia komputerowa jest szczególnie zalecana, gdy MRI jest niedostępne (Lurie i Tomkins-Lane, 2016). Ponadto, jest najlepszą metodą obrazowania wykorzystywaną do określenia anatomii kości w przypadku kręgozmyku. TK jest przede wszystkim przydatna przy planowaniu interwencji chirurgicznej (Anderson i in., 2000). Ponadto, TK jest również przydatna do identyfikacji ogniska kostniaka, który może wywoływać dolegliwości bólowe pleców (Cavalier i in., 2006).

Badanie podmiotowe zawiera informacje dotyczące chorób współistniejących, czasu trwania dolegliwości, lokalizacji bólu i jego charakteru oraz czynników sprawczych (Bartochowski, 2011). Pacjenci z kręgozmykiem zazwyczaj skarżą się na ból kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, któremu czasami mogą towarzyszyć objawy korzeniowe (DeWald i in., 2005). Incydenty korzeniowe z powodu kręgozmyku rejestrowane są bardzo rzadko. Z reguły pacjenci zgłaszają się z samym niespecyficznym bólem pleców. Objawy jelit i pęcherza występują rzadko. Jeśli jednak wspomniane objawy mają miejsce, zaleca się przeprowadzenie badania per rectum, mającego na celu ocenę napięcia zwieracza odbytu i skurczu odruchowego (Cavalier i in., 2006). Pacjenci przez pewien czas pozostają bezobjawowi, lecz zmiana anatomii odcinka lędźwiowego, zmiany zwyrodnieniowe związane z wiekiem prowadzą do rozwoju przewlekłego bólu kręgosłupa lędźwiowego (Marchetti, 1997), (Yahia i in., 2011) (Iwai i in., 2004), (Bayramoğlu i in., 2001), (Sjölie i Ljunggren, 2001), (Descarreaux i in., 2004), (Pope i in., 1985). Ból nocny, u pacjentów z kręgozmykiem występuje bardzo rzadko. Obecność dolegliwości raczej nie powinna być związana z kręgozmykiem, może jednak sugerować obecność ukrytego nowotworu (DeWald i in., 2005), (Kasliwal i in., 2013). Okresowa ocena bólu jest szczególnie

przydatna, służy udokumentowaniu nasilenia stanu bólu, śledzeniu przebiegu bólu, oraz dostarczaniu informacji mechanistycznych. Ocena bólu dostarcza także informacji dotyczących ciężkości stanu, pozwala lekarzom i naukowcom monitorować przebieg zaburzenia bólowego, jak również oceniać efekty leczenia. Oprócz wartości diagnostycznej informacje te mają kluczowe znaczenie przy podejmowaniu decyzji dotyczących leczenia (Fillingim i in., 2016), (Chapman i in., 2011), (Sindhu i in., 2011).

W wywiadzie uwzględnia się obecność chorób systemowych, które ze względu na zaburzenia jakości lub wytrzymałości tkanki łącznej, mogą prowadzić do powstania kręgoszczeliny lub kręgozmyku (Hammerberg, 2005), (Stasinopoulos, 2004), (Bartochowski, 2011).

W trakcie badania podmiotowego istotny jest zapis aktywności fizycznej, uczestnictwa w zajęciach sportowych, ponieważ u niektórych pacjentów może dochodzić do ześlizgu dysku w trakcie aktywności ruchowej. Szczególnie, czynności ruchowe wymagające nadmiernego przeprostu kręgosłupa lędźwiowego powodują oddziaływanie sił tnących na łuk nerwowy, co jest uważane za czynnik sprawczy rozwoju kręgozmyku (DeWald i in., 2005).

Badanie przedmiotowe zawiera elementy badania ortopedycznego oraz neurologicznego (McNally i Adams, 1992), (Kent i in., 2010), (Alqarni i in., 2011), (Fillingim i in., 2016), (Fillingim i in., 2014), (Lurie i Tomkins-Lane, 2016).

Według: (Boos, 2009), (Bartochowski, 2011), (Möller i in., 2000), w trakcie badania przedmiotowego kręgozmyku można zaobserwować następujące patologie:

- pogłębienie lordozy w odcinku lędźwiowym kręgosłupa,
- wyczuwalne palpacyjnie przemieszczenie wyrostków kolczystych kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej,
- ograniczenie zgięcia bocznego kręgosłupa w części lędźwiowej,
- pozycja ciała z kończynami dolnymi zgiętymi w stawach kolanowych i biodrowych,
- wzmożone napięcie mięśni kulszowo-goleniowych,
- wzmożone napięcie mięśni biodrowo-lędźwiowych,
- wzmożone napięcie mięśni przykręgosłupowych,
- zaburzenia chodu,
- podrażnienie korzeni nerwowych (dodatni test Lasegue'a),
- zaburzenia czucia.

W kręgozmyku wysokiego stopnia, w trakcie badania palpacyjnego, jak również podczas wzrokowej analizy sylwetki, zwraca się uwagę na widoczny lub wyczuwalny wyrostek kolczysty L5, nieco rzadziej na krąg L4 (Marchetti, 1997). Badanie palpacyjne może wywoływać tkliwość powięzi okolic kręgosłupa lędźwiowego, mięśni przykręgosłupowych, oraz stawu krzyżowo-biodrowego. Może to być związane ze znacznym ześlizgiem (DeWald i in., 2005), (Marchetti, 1997). Zgięcie i wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa jest zazwyczaj ograniczone. Nasilenie dolegliwości bólowych występuje przy przeproście lędźwiowym, szczególnie w trakcie testu prostu na jednej nodze (Sailhan i in., 2006). Pacjenci z kręgozmykiem ze względu na zmieniony chód, często przyjmują postawę z wyraźnym zgięciem w stawach biodrowych i kolanowych. Zaleca się przeprowadzenie oceny chodu wraz z wizualizacją kręgosłupa lędźwiowego. Nieprawidłowa postawa przyczynia się to nachylenia miednicy, ucisku ścięgien podkolanowych oraz nadmiernego zgięcia stawu kolanowego, zmniejszając wyraźnie długość kroku i powodując u pacjentów z kręgozmykiem tzw. chód przykucnięty (Beck i Simpson, 2019), (Marchetti, 1997).

Oslabiona kontrola nerwowo-mięśniowa, przede wszystkim podczas utrzymywania pionowej postawy ciała jest uznawana za ważny czynnik ryzyka w rozwoju dolegliwości bólowych kręgosłupa (Alsufiany i in., 2020), (Laughton i in., 2003), (Ambegaonkar, 2014), (Lurie i Tomkins-Lane, 2016). Osoby z bólem krzyża, wykazują osłabienie funkcji mięśni głębokich tułowia (Bayramoğlu i in., 2001), co prowadzi do osłabienia kontroli postawy (Ambegaonkar, 2014), (Iwai i in., 2004), (Sjölie i Ljunggren, 2001), (Descarreaux i in., 2004). U osób z kręgozmykiem, kontrola postawy ciała może być osłabiona, a zatem może utrudniać wykonywanie codziennych czynności i być niebezpieczna z powodu zwiększenia prawdopodobieństwa upadku (Alsufiany i in., 2020), (Henry i in., 2006), (Laughton i in., 2003). Wydaje się, że w przypadku leczenia kręgozmyku konieczne jest sprawdzenie sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi. Możliwość oceny stabilności postawy jest niezbędna w badaniach i praktyce klinicznej. W dążeniu do mierzalnych zmiennych, opracowano różne metody oceny sposobu utrzymywania równowagi. Najpowszechniejszą z metod jest ocena stabilności postawy podczas stania swobodnego na podstawie pomiaru przemieszczeń środka parcia stóp na podłoże (*center of pressure COP*). Głównym kryterium oceny mechanizmu utrzymywania równowagi jest powszechnie stosowane do tego celu kryterium: długość ścieżki środka parcia stóp na podłoże, TL (*trace length*), PL (*path length*)



(Laughton i in., 2003), (Paillard i Noé, 2015), (Scoppa i in., 2013), (Visser i in., 2008), (Tomomitsu i in., 2013), (Duarte i Freitas, 2010).

Siła mięśni tułowia jest niezwykle ważna w funkcji równowagi (Rissanen i in., 1995) (Granacher i in., 2013), (Kahle i Tevald, 2014). Osłabienie mięśni tułowia może mieć znaczące, negatywne konsekwencje dla utrzymywania pionowej postawy ciała, ogólnej sprawności funkcjonalnej i jednocześnie może przyczyniać się do bólu pleców (Alsufiany i in., 2020), (Yahia i in., 2011), (Iwai i in., 2004), (Faulkner i in., 1991), (Fleg i Lakatta, 1988), (Kim i in., 2012). Badacze podkreślają, iż siła mięśni tułowia w odniesieniu do przewlekłego bólu krzyża powinna być szeroko badana (Guzik i in., 1996), (McNeill i in., 1980), (Berkson i in., 1977), (Bayramoğlu i in., 2001).

Pomiar siły za pomocą różnego rodzaju dynamometrów jest powszechnie wykorzystywany, od dziesięcioleci nie tylko wśród sportowców, ale także służy identyfikacji ryzyka kontuzji i przede wszystkim wykorzystywany jest do śledzenia postępów stosowanych programów rehabilitacji w warunkach klinicznych (Barbado i in., 2016), (Iwai i in., 2008), (Lee i in., 1999), (Bayramoğlu i in., 2001). Jako pierwszy kompleksową metodę oceny siły głównych zespołów mięśniowych człowieka zaproponował Fidelus (1970b). Siłę mięśni ocenia się jako maksymalny moment siły wywierany przez określony zespół mięśni w warunkach statyki, podczas ruchu ze stałą prędkością lub w dynamice. Wytrzymałość mięśni definiuje się jako zdolność do utrzymania określonego poziomu siły w zależności od czasu trwania wysiłku (Strand i in., 2014). Ocena wytrzymałości mięśniowej polega na zastosowaniu odpowiednich ćwiczeń stabilizujących brzuch i tułów, które skutecznie obciążą mięśnie, jednocześnie minimalizując ryzyko urazu dolnej części pleców (Childs i in., 2010), (Strand i in., 2014). Wytrzymałość mięśni tułowia może być oceniana za pomocą testów (Keller i in., 2001), lub na specjalnych stanowiskach pomiarowych (Rossi i in., 2017), (Hutten i Hermens, 1997), (Laughton i in., 2003), (Iwańska i in., 2019), (Iwańska, 2015), (Saito i in., 2014). Uczestników instruuje się, aby statycznie utrzymywali odpowiednią pozycję tak długo, jak to możliwe, zapewniając krótkie wskazówki werbalne (Strand i in., 2014). U pacjentów z kręgozmykiem można przeprowadzić pomiary siły mięśni tułowia w warunkach statyki, ponieważ w statyce występuje najmniejsze ryzyko wystąpienia kontuzji i bólu. Podczas takich pomiarów, należy zapewnić odpowiednią stabilizację badanego i zmierzyć moment siły rozwijany w krótkotrwałym wysiłku. Jest to uzasadnione tym, że wynik wykonania zadania ruchowego znacząco zależy od siły mięśni (Fidelus, 1970), (Wychowański, 2008). Na podstawie takich

pomiarów wyznaczane są maksymalne wartości momentów sił mięśniowych (Mm) rozwijane w warunkach statyki w wybranym stawie podczas zginania i prostowania. Oprócz momentu maksymalnego siły mięśni [Nm], siłę mięśni badanego lepiej charakteryzuje względny moment siły, ponieważ eliminuje on wpływ masy ciała na wynik oceny siły mięśni (WMm). Względny moment siły rozwijany w stawie ma szczególne znaczenie, gdyż oprócz siły mięśniowej, także masa badanego ma bezpośredni wpływ na uzyskiwane wyniki (Wychowański, 2008) (Wychowański i in., 2015). Pomiary momentów siły mięśni (Mm) i momentów względnych (WMm) pozwalają na śledzenie zmian siły mięśni, jak również umożliwiają stwierdzenie, czy momenty sił po treningu lub procesie rehabilitacji zwiększyły się lub zmniejszyły (Wychowański i in., 2015), (Bober, 2001). Wartość względnego momentu sił (WMm) wyznaczono według wzoru:

$$WMm = Mm/m$$

gdzie:

WMm - względny moment siły [Nm/kg],

Mm – zmierzony moment siły [Nm],

m - masa ciała [kg].

Biorąc pod uwagę główne czynniki wpływające na wykonanie zadania ruchowego, siłę i technikę ruchu, istniało mocne uzasadnienie konieczności przeprowadzenia w niniejszym eksperymencie oceny koordynacji ruchowej pacjentów z zastosowaniem badania stabilograficznego oraz pomiarów siły mięśni tułowia podczas zginania i prostowania. Ze względu na ryzyko progresji ześlizgu trzonu kręgu, u pacjentów poddanych eksperymentowi, dokonano pomiaru siły mięśni tułowia podczas zginania i prostowania wyłącznie w warunkach statyki. Jest to pomiar bardzo bezpieczny, nie powodujący takich trudności, które występują podczas badania pacjentów w warunkach izokinetycznych i dynamicznych. Ponadto, mając na względzie wiek pacjentów, oraz rodzaj schorzenia, badania stabilograficzne ograniczono wyłącznie do dwóch z sześciu prób stabilograficznych. Przeprowadzono ocenę utrzymywania pionowej postawy ciała podczas stania obunóż z oczami otwartymi i zamkniętymi. Znaczna większość pacjentów w tym wieku, z nadwagą, nie byłaby w stanie wykonać większości badań w staniu na jednej kończynie dolnej, zarówno z oczami otwartymi, jak i z zamkniętymi.

## 1.6. Metody leczenia pacjentów z kręgozmykiem

Ze względu na skomplikowany mechanizm powstawania patologii kręgosłupa, zróżnicowaną dynamikę procesu chorobowego oraz zróżnicowanie objawów w obecności podobnych zmian somatycznych u pacjentów, trudne jest określenie jednoznacznych wskazań do podjęcia sposobu leczenia pacjentów z kręgozmykiem (Bartochowski, 2011), (Sclafani ., 2017).

Leczenie kręgozmyku opiera się zarówno na postępowaniu zachowawczym, jak i operacyjnym (Gibson i Waddell, 2005), (Boos, 2009), (Bydon i in., 2019), (Dunn i in., 2009), (Kou, 2019), (Lundine i in., 2014), (Matz i in., 2016), (Wang i in., 2017), (Watters i in., 2009), (Weinstein i in., 2007), (Sclafani i in., 2017), (de Kunder i in., 2016), (Herkowitz, 1995), (Kalichman i in., 2009), (Chen, 2019). Po systematycznym przeglądzie literatury stwierdzono, że nie ma jednak wystarczających dowodów, aby zalecić konkretny rodzaj leczenia (Sclafani i in., 2017), (Weinstein i in., 2007), (Herkowitz, 1995). O sposobie leczenia decyduje lekarz na podstawie obserwacji chorego, badań radiologicznych, postępu choroby, a także własnego doświadczenia (Boos, 2009). Należy zaznaczyć, iż głównym celem leczenia pacjentów objawowych ze zdiagnozowanym kręgozmykiem I° lub II°, powinno być, nie tylko wyeliminowanie bólu, ale przede wszystkim przywrócenie warunków do powrotu, do poprzednich zajęć z pełnym bezpieczeństwem i bez lęku przed ruchem. To założenie wymaga, aby odzyskane warunki fizyczne takie jak: stabilność postawy, siła, wytrzymałość i koordynacja, były lepsze niż przed wystąpieniem dolegliwości bólowych (Vanti i in., 2021).

Wskazaniem do leczenia chirurgicznego są przede wszystkim długotrwałe utrzymujące się objawy bólowe, brak efektów po uprzednio zastosowanym leczeniu zachowawczym, parametry radiologiczne wskazujące na progresję ześlizgu oraz postępujący deficyt neurologiczny (de Kunder i in., 2016), (Gibson i Waddell, 2005), (Herkowitz, 1995), (Matsunaga i in., 2000). Najczęstszymi technikami chirurgicznymi w przypadku progresji ześlizgnięć istmicznych (*cieśniowych*) są: techniki „fuzji in situ” z wykorzystaniem dostępu tylnobocznego, przedniego lub obwodowego, techniki łączenia fuzji i redukcji; oraz werbrektomia (Cavalier i in., 2006).

Fuzja in situ to skuteczna i bezpieczna interwencja chirurgiczna przeprowadzana na poziomie L4-S1, z lub bez szyny, prowadząca do złagodzenia uporczywych dolegliwości bólowych kręgosłupa oraz objawów neurologicznych, występujących u pacjentów z kręgozmykiem III° lub IV°. Fuzja in situ polega na zespoleniu kręgosłupa, bez

zmniejszenia stopnia ześlizgu między kręgami, czy wyrównania podczas zabiegu (He i in., 2020a). Oznacza to, że nie zostanie dokonana korekta kręgosłupa, kręgi zostaną zrośnięte „tam, gdzie są” z niewielką lub żadną korektą kręgosłupa (He i in., 2020a), (Joelson i in., 2018), (Gollapudi i in., 2013), (Cavalier i in., 2006). Podczas zabiegu chirurgicznego często wykonuje się fuzję in situ z rekonstrukcją stabilności i skuteczną dekompresją nerwową. Może to jednak prowadzić do występowania rzekomego stawu i progresywnych parametrów deformacji, szczególnie u pacjentów z kręgozmykami o wysokim stopniu zaawansowania (He i in., 2020b).

Przednio-boczna fuzja międzytrzonowa jest metodą chętnie wybieraną przez chirurgów w przypadku niskiej dysplazji, stosowaną w celu uzyskania dostępu do przestrzeni dyskowej. Technika ta wykorzystuje dostęp zaotrzewnowy do jamy brzusznej. Po usunięciu przedniego więzadła podłużnego, dysku i pierścienia oraz przygotowaniu płytek końcowych do zespolenia, na dotknięty poziom wprowadza się klatki międzytrzonowe z materiałem przeszczepu autogenicznego. Po zakończeniu pacjent jest układany w pozycji leżenia przodem, a następnie do zakończenia stabilizacji tylnej wykorzystywane są przezskórne śruby przemasadowe (Lee i in., 2004), (Cavalier i in., 2006).

Podczas obwodowej fuzji międzytrzonowej przeprowadza się szeroką dekompresję laminektomii na poziomie L5-S2, tworzy się tunel kostny od tylnego korpusu S1 do przedniego korpusu L5, gdzie następnie wbija się rozpórkę strzałkową, zapewniającą korzyści związane z podparciem kolumny przedniej, w celu zrównoważenia sił rozciągających. Na koniec umieszcza się tylnoboczny przeszczep kostny. Technika ta stosowana jest u osób dorosłych, u których występuje silny ból pleców i objawy neurologiczne (Cavalier i in., 2006), (Krause i in., 2019), (Roca i in., 1999).

Fuzja z redukcją to technika stosowana u osób z zmagających się z nieprawidłową postawą. Technikę stosuje się w celu przywrócenia globalnej równowagi kręgosłupa i miednicy oraz poprawy środowiska biomechanicznego dla fuzji. Wskazania do techniki fuzji z redukcją są następujące: kąt ześlizgu  $>45^\circ$ , zaburzenia równowagi strzałkowej, przedoperacyjna radikulopatia L5 lub objawy korzenia krzyżowego wymagające szerokiej dekompresji, spondylolisteza dysplastyczna wysokiego stopnia, hipermobilność segmentu L5-S1 oraz czynniki anatomiczne, takie jak małe wyrostki poprzeczne, dysplazja krzyżowa, trapezoidalny trzon kręgu L5 i zaokrąglenie kości krzyżowej (O’Sullivan i in., 1997a), (Cavalier i in., 2006), (He i in., 2020b).

Wertebraktomia to technika wykorzystywana u pacjentów, u których istnieje ryzyko poważnych zezłizgnięć o wysokim stopniu złośliwości lub przypadków spondyloptozy. Resekcja kręgow Gajnesa składa się z dostępu przedniego zaotrzewnowego z kompletną korpektomią L5, a następnie etapową procedurą tylną w celu reszekcji tylnych elementów L5. Wertebraktomia, jest techniką dającą dobre wyniki kliniczne i szybkość fuzji, wiąże się jednak z dużą częstością występowania powikłań neurologicznych po operacji (Gajnes i Nichols, 1985) (Passias i in., 2015), (Cavalier i in., 2006).

Należy zauważyć, iż leczenie chirurgiczne niesie za sobą wiele problemów, takich jak zakażenie rany, nawrót pooperacyjny kręgozmyku, ból, oraz bardzo wysokie koszty zabiegu operacyjnego, dlatego należy ściśle kontrolować wskazania do operacji (Czerwiński i in., 1993), (de Kunder i in., 2016), (Bydon i in., 2019). Przegląd aktualnego piśmiennictwa wykazał, że w przypadku leczenia chirurgicznego występowały poważne skutki uboczne (Jacobs i in., 2013) i nie zawsze zabiegi były wystarczająco skuteczne (de Kunder i in., 2016), (Kanayama i in., 2005).

Formy leczenia zachowawczego zależą przede wszystkim od charakteru zmian radiologicznych czy zmian w obrazie rezonansu magnetycznego (MRI), jak również zależą od fazy dolegliwości bólowych. W okresie ostrym, gdy dolegliwości bólowe są szczególnie wyraźne, głównym działaniem jest odpowiednie unieruchomienie chorego na przykład w pozycji Fowlera (Suh i in., 2019), (Tomkins i in., 2010). U większości pacjentów leczenie zachowawcze należy stosować w pierwszej kolejności, niezależnie od tego, czy występują u nich objawy bólowe z powodu ucisku nerwu (Vibert i in., 2006), (Violas i Lucas, 2016), (Boos, 2009), (Caelers, 2019), (Sclafani i in., 2017), (Weinstein i in., 2007). Leczenie zachowawcze powinno być uważane za standard opieki nad spondylolizą i przede wszystkim powinno być stosowane w różnych jego postaciach u pacjentów z objawowym bólem krzyża, którzy nie mają deficytów neurologicznych i spondylolistezą poniżej III<sup>o</sup> (Czerwiński i in., 1993), Gagnet i in., 2018), (Sclafani i in., 2017), (Vibert i in., 2006), (Weinstein i in., 2007), (Matsunaga i in., 2000).

Istnieje kilka metod badań klinicznych stosowanych u osób z kręgozmykiem, co utrudnia wybór najlepszego algorytmu leczenia zachowawczego (Gagnet i in., 2018), (Kalichman i Hunter, 2008).

Leczenie zachowawcze może obejmować: farmakoterapię (Deyo i in., 2015), (Roelofs i in., 2008), (van Tulder i in., 2000), kinezyterapię (Smith i in., 2014), (Suh i in., 2019), (Tomkins i in., 2010), (Kalichman i Hunter, 2008), (O'Sullivan i in., 1997a), fizykoterapię

(Weinstein i in., 2007), (Watters i in., 2009), (Kalichman i Hunter, 2008), (Stasinopoulos, 2004), (Fellander-Tsai i Micheli, 1998), (Pettine, 1993), blokady zewnątrzoponowe i korzeni nerwowych (Sclafani i in., 2017), leczenie gorsetowe (Osterman, 1993), (Kalichman i Hunter, 2008), (Heary i Albert, 2007), (Tomkins i in., 2010), a także manipulacje kręgosłupa, które stały się obecnie ważną częścią terapii zachowawczej (Bialosky i in., 2009), (Kou, 2019), (Chan i in., 2019), (Yin i in., 2019), (Chen, 2019), (Caelers, 2019), (Kalichman i Hunter, 2008), (Mierau, 1987). Należy jednak zwrócić uwagę, iż działania z zakresu chiropraktyki, jak podaje literatura, często jednak są niewystarczające, aby zapewnić długotrwałą poprawę stanu pacjenta, mogą jedynie zapewnić krótkotrwałą ulgę pacjentom zmagającym się z bólem (Cavalier i in., 2006).

W przypadku osób z kręgozmykiem, ale bez objawów zaleca się głównie działania mające na celu poprawę siły mięśni przykręgosłupowych (Suh i in., 2019), w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa zaawansowania deformacji (Cavalier i in., 2006). W literaturze istnieje pogląd, że działania fizjoterapeutyczne powinny prowadzić do wzmocnienia siły mięśni i zwiększenia zakresu ruchu w stawach kręgosłupa. Na szczególną uwagę zasługują ćwiczenia stabilizacji tułowia, podbrzusza, mięśni lędźwiowych i zginaczy bioder (O'Sullivan i in., 1997a), (Hicks i in., 2005), (Metzger i Chaney, 2014), (Hicks i in., 2005). Zalecane są również ćwiczenia aerobowe, takie jak jazda na rowerze, pływanie oraz spacerowanie (Cavalier i in., 2006), (Metzger i Chaney, 2014).

Obecnie coraz więcej badań skupia się wokół terapii mięśniowo-powięziowej (Halpin, 2012), (Ajimsha i in., 2015), (Kisilewicz i in., 2018), (Nasb i in., 2020), (Shah i Gilliams, 2008), (Hains, 2002), (Hains i in., 2010), (Hains, 2010). Terapia mięśniowo-powięziowa punktów spustowych jest nieinwazyjnym, bezpiecznym, skutecznym i niedrogim sposobem leczenia dolegliwości bólowych. Ponadto, nie wymaga specjalnego sprzętu i dużej przestrzeni, aby zapewnić pacjentowi leczenie (Chou i in., 2007). Jest powszechnie stosowaną metodą leczenia, która stała się obecnie popularnym tematem w literaturze przedmiotu (Nasb i in., 2020), (Halpin, 2012), (Ajimsha i in., 2015), (Kisilewicz i in., 2018), (Chou i in., 2007), (Shah i Gilliams, 2008). Charakterystykę tej techniki manipulacyjnej opisują poniższe cytaty: *„Kompresja ischemiczna ma na celu zmniejszenie bólu i poprawę jakości życia u pacjentów z przewlekłym bólem”* (Nasb i in., 2020), *„Terapia mięśniowo-powięziowa punktów spustowych ma na celu przywrócenie prawidłowej długości mięśni, poprawę ich funkcji oraz zmniejszenie bólu. Istnieją przesłanki wskazujące na perspektywę*

*stosowania tej metody jako alternatywnej formy leczenia różnych schorzeń”* (Ajimsha i in., 2015). Przeprowadzono szereg badań dotyczących zastosowania terapii mięśniowo-powięziowej punktów spustowych i raportowano pozytywne skutki tego leczenia w łagodzeniu dolegliwości bólowych (Kisilewicz i in., 2018), (Choi i in., 2014), (Nasb i in., 2020), (Shah i Gilliams, 2008).

W zakresie metod fizykalnych stosuje się różne zabiegi o spodziewanym działaniu przeciwbólowym. Jednym z najczęściej zalecanych jest terapia polem magnetycznym (Alzayed i Alsaadi, 2020). Magnetoterapia, czyli zabieg z zastosowaniem impulsowego pola elektromagnetycznego niskiej częstotliwości. Zabiegi, nie tylko o działaniu przeciwbólowym, ale także przeciwzapalnym, przeciwobrzękowym i przyspieszającym regenerację tkanek (Sieroń, 2006). Kolejnym i równie często zalecanym zabiegiem fizykalnym w zespołach bólu pleców jest terapia prądem elektrycznym (Rajfur i in., 2017), lub fala ultradźwiękowa. Ultradźwięki wyraźnie zwiększają elastyczność tkanki łącznej, rozluźniają patologicznie przykurczone mięśnie, oraz hamują procesy zapalne, a co za tym idzie, zmniejszają dolegliwości bólowe (Mohseni-Bandpei i in., 2006), (Robertson, 2001). *„Zastosowanie fizykoterapii może być szczególnie korzystne i opóźnić potrzebę interwencji chirurgicznej w leczeniu kręgosłupa”* (Sclafani i in., 2017). Dynamiczny rozwój inżynierii biomedycznej owocuje nowymi rozwiązaniami technicznymi stosowanymi przy tworzeniu nowych urządzeń do fizykoterapii. *„Urządzenia stosowane obecnie w fizykoterapii wspierają, a czasem nawet zastępują farmakologiczne metody leczenia. Ponadto, metody fizykalne skracają okres leczenia, poprawiają jakość życia i obniżają koszty terapii”* (Rajfur i in., 2017). Głównym celem stosowania fizykoterapii w leczeniu zespołów bólowych dolnej części pleców jest złagodzenie bólu i stanu zapalnego, a także zmniejszenie napięcia mięśniowego w dotkniętych chorobą obszarach (Sclafani i in., 2017), (Bilgin i in., 2013), (Hazime i in., 2015), (Kim i in., 2016), (Rajfur i in., 2017), (Bauer, 2012), (Weinstein i in., 2007), (Kwolek i in., 2004), (Rapała, 2004b), (Koszewski, 2010). Na podstawie analizy dostępnego piśmiennictwa dotyczącego fizykalnych metod leczenia bólu dolnego odcinka kręgosłupa można stwierdzić, że większość stosowanych aktualnie metod terapii fizykalnej nie spełnia podstawowych kryteriów oceny skuteczności leczenia opartych na dowodach, co sprawia, że niezwykle trudno jest przeprowadzić analizę skuteczności fizykoterapii powszechnie stosowanej w praktyce klinicznej (Rajfur i in., 2017).

Gorsetowanie, to jedna z zalecanych form terapii, wykorzystywana w leczeniu dolegliwości bólowych kręgosłupa u pacjentów ze zdiagnozowanym kręgosłupkiem.

W przypadku, gdy nie jest wykonywana nadzorowana terapia ruchowa, ortezy kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego zapewniają ulgę i ułatwiają kontrolę postawy (Kalichman i Hunter, 2008), (Cavalier i in., 2006), (Bell, 1988), (Prateepavanich, 2001). Należy jednak wziąć pod uwagę, że stosowanie wszelkich ortez w dłuższej perspektywie może przyczynić się do osłabienia siły mięśni stabilizujących tułów.

Farmakoterapia jest dominującym sposobem leczenia przewlekłego bólu osób starszych, w obecnej praktyce medycznej (van Tulder i in., 2000). W porównaniu z młodszymi dorosłymi, osoby starsze stanowią pięciokrotnie więcej hospitalizacji z powodu nadużywania leków przeciwbólowych (Okie, 2010). Ten gwałtowny wzrost używania środków farmakologicznych w bólu przewlekłym wiąże się nie tylko ze znacznym ryzykiem powikłań, w tym niewłaściwym użyciem, przedawkowaniem i uzależnieniem (Deyo i in., 2015), ale także przynosi niepożądane skutki uboczne takie jak zaparcia, nudności i senność (Roelofs i in., 2008), (Okie, 2010).

W procesie leczenia kręgozmyku, oprócz zabiegów fizjoterapeutycznych, należy także zwrócić uwagę na odpowiednią edukację pacjenta w ramach działań profilaktycznych. Zarówno zabiegi fizjoterapeutyczne, jak i odpowiednia profilaktyka, mają za zadanie całkowite, lub częściowe cofnięcie objawów bólowych w celu uzyskania możliwie jak najlepszego stanu funkcjonalnego pacjenta (Barinow-Wojewódzki, 2013), (Lizier i in., 2012), (Robertson, 1993).

Sugeruje się również wprowadzenie diety, u osób z nadwagą, mającej na celu redukcję masy ciała, prowadząc tym samym do złagodzenia bólu dolnego odcinka kręgosłupa, pomimo minimalnego wpływu na problemy neurologiczne (Cavalier i in., 2006), (Metzger i Chaney, 2014), (Agabegi i Fischgrund, 2010), (Kalichman i Hunter, 2008).

Jeżeli leczenie fizjoterapeutyczne nie przynosi oczekiwanych efektów w postaci ulgi w bólu, zaleca się iniekcje do korzeni nerwowych. Iniekcje do korzeni nerwowych proponuje się pacjentom z jednostronnymi objawami korzeniowymi. Iniekcje są z reguły bardziej skuteczne w porównaniu z zastrzykami nadtwardówkowymi, ponieważ u pacjentów z kręgozmykiem rzadko dochodzi do rozwoju zwężenia kanału centralnego (Kalichman i Hunter, 2008), (Cavalier i in., 2006).

Wyniki badań nad wpływem zastrzyków zewnątrzoponowych, u osób z bólem kręgosłupa są różne. Systematyczny przegląd opublikowany w 2013 roku wykazał bardzo niską jakość dowodów z jednego badania, świadczących, że zewnątrzoponowe zastrzyki steroidowe zmniejszają ból, poprawiają funkcję i jakość życia przez dwa tygodnie



po wstrzyknięciu, w porównaniu z ćwiczeniami domowymi lub fizjoterapią szpitalną (Wu i in., 2015). Jednak, dwa badania nie wykazały żadnego efektu w porównaniu z zastosowaniem placebo (Ammendolia i in., 2013). Brak również istotnych dowodów, że zastrzyki zewnątrzoponowe steroidów są lepsze, niż same zastrzyki do znieczulenia miejscowego, niezależnie od trybu wstrzyknięcia zewnątrzoponowego (Wu i in., 2015).

Przegląd aktualnego piśmiennictwa wykazał, iż w leczeniu chorych bólowych z kręgoszmykiem I° lub II° wykorzystywane są różnorodne metody leczenia, w tym fizykoterapia i inne zabiegi interwencyjne (Lurie i Tomkins-Lane, 2016), (Sclafani i in., 2017), (Weinstein i in., 2007). Najnowsze wytyczne Północnoamerykańskiego Towarzystwa Kręgosłupa (*The North American Spine Society NASS*) nie potwierdzają skuteczności interwencji medycznych i innych niechirurgicznych metod leczenia z powodu braku jednoznacznych wyników badań opartych na dowodach naukowych (Sclafani i in., 2017).

W niniejszej pracy, zdecydowano się na program terapii, który najlepiej obrazuje codzienna praktyka kliniczna w przypadku leczenia kręgoszmyku I° lub II°. U pacjentów ze zdiagnozowanym kręgoszmykiem niskiego stopnia, najczęściej stosuje się procedury kinezyterapeutyczne. Interwencje, mające wpływ na siłę mięśni tułowia, w postaci ćwiczeń wzmacniających gorset mięśniowy są metodą, powszechnie zalecaną przez lekarzy i fizjoterapeutów wśród pacjentów z kręgoszmykiem I° lub II°. W celu przygotowania tkanek do ćwiczeń, poprzez rozluźnienie mięśni, oraz lepsze ukrwienie i uelastycznienie tkanek, stosuje się najczęściej zabiegi fizykoterapeutyczne oraz terapię mięśniowo-powięziową punktów spustowych. Sugerując się doświadczeniem własnym, oraz przeglądem literatury przedmiotu, interwencje te przyczyniają się do zmniejszenia bólu. Biorąc pod uwagę kliniczne korzyści wyżej wymienionych metod fizjoterapii, w celu opracowania właściwych zaleceń terapeutycznych, podjęto próbę porównania skuteczności leczenia pacjentów z kręgoszmykiem I° lub II°, z zastosowaniem: kinezyterapii, fizykoterapii i technik powięziowych, czyli powszechnie stosowanych metod fizjoterapeutycznych.

## **1.7. Aspekt ekonomiczny leczenia pacjentów z kręgoszmykiem**

Kręgoszmyk jako rodzaj powszechnie występującej choroby powodującej, nasilenie dolegliwości bólowych kręgosłupa, powoduje ogromne obciążenia finansowe społeczeństwa (Maniadakis i Gray, 2000), (Boos, 2009), (Vibert i in., 2006), (Xu i in., 2019), (Yabuki i in., 2013). Wraz ze starzeniem się światowej populacji i przyspieszonym tempem

życia, liczba pacjentów z kręgoszmykiem rośnie z roku na rok (Jayakumar i in., 2006), (Guo i in., 2019), (Vibert i in., 2006), (Caelers, 2019), (Yin i in., 2019), (Weinstein i in., 2007).

W niedawnych badaniach, przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych oszacowano, że bezpośrednie koszty leczenia bólu kręgosłupa związane z usługami lekarza, urządzeniami medycznymi, lekami, usługami szpitalnymi i testami diagnostycznymi wynoszą 91 mld USD rocznie. Koszty pośrednie związane z zatrudnieniem i działalnością domową oszacowano odpowiednio na 7 i 20 mld USD (Furlan i in., 2012), (Adogwa i in., 2019).

Wraz ze wzrostem odsetka starzejącej się populacji i zwiększaniem wydatków na opiekę zdrowotną, systemy opieki zdrowotnej i płatnicy zewnętrzni priorytetowo traktują skuteczność leczenia w stosunku do poniesionych kosztów (Jones i Polly, 2019). Istotnym elementem opieki zdrowotnej jest różnorodność podejmowanych decyzji dotyczących sposobu leczenia. Decyzja o podjęciu metod i programu leczenia wynika z bardzo wielu uwarunkowań, także ekonomicznych. Z punktu widzenia pacjenta, a także systemu publicznej opieki medycznej bardzo ważny jest aspekt skuteczności zastosowanych zabiegów. Mimo ogromnego postępu technologicznego w dziedzinie inżynierii biomedycznej w zakresie diagnostyki i wdrażania coraz lepszych metod operacyjnych z wykorzystaniem implantów, przeszczepów i sztucznych tkanek, brak jednoznacznych doniesień o skuteczności stosowania określonych metod fizjoterapeutycznych w leczeniu schorzeń przewlekłych, szczególnie u pacjentów w starszym wieku. W leczeniu kręgoszmyku, zgodnie z podziałem na metody terapeutyczne fizjoterapii stosowane są procedury oparte na: **ćwiczeniach kinezyterapeutycznych, technikach manipulacyjnych i fizykoterapii** (Halpin, 2012), (Sclafani i in., 2017), (Tomkins i in., 2010), (Ammendolia i in., 2013), (Schneider i in., 2014).

W literaturze brak raportów poświęconych ocenie skuteczności leczenia wyżej wymienionych metod. Wydaje się, że istnieje potrzeba porównania wybranych metod leczenia kręgoszmyku ze względu na ich skuteczność leczenia. Wyżej przedstawioną tezę podobnie formułują liczni autorzy „*W czasach rosnących kosztów opieki zdrowotnej i wynikających z tego ograniczeń budżetowych potrzebne są solidne, porównawcze, opłacalne badania, aby móc zalecić tym pacjentom najlepszy wybór, zarówno pod względem klinicznym, jak i ekonomicznym*” (Adogwa i in., 2019), „*Biorąc pod uwagę brak mocnych dowodów i jednoznacznych wytycznych dotyczących leczenia kręgoszmyku, potrzebne są dane porównawcze w celu opracowania właściwych zaleceń terapeutycznych opartych*

*na dowodach*” (de Kunder i in., 2016). Cytowani powyżej autorzy twierdzą, że brak jest dowodów dostarczających odpowiedniej wiedzy klinicznej pozwalającej na opracowanie skutecznych i ekonomicznych metod fizjoterapii, które można zalecać jako standardy leczenia pacjentów z uwzględnieniem zarówno skuteczności leczenia klinicznego jak i aspektów ekonomicznych terapii.

Dlatego, została podjęta próba porównania wyników rehabilitacji pacjentów z kręgoszmykiem I° lub II°, w dwóch grupach leczonych różnymi, głównymi metodami fizjoterapeutycznymi w wybranej placówce NFZ. W niniejszym eksperymencie zastosowano w dwóch grupach **kinezyterapię** o takim samym programie terapeutycznym. W pierwszej grupie G1 zastosowano poza kinezyterapią program z zakresu **fizykoterapii**, a w drugiej grupie G2 program z wykorzystaniem **terapii mięśniowo-powięziowej punktów spustowych**.

## **2. Cel pracy, hipotezy i pytania badawcze**

**Głównym celem poznawczym** pracy była ocena skuteczności leczenia pacjentów z kręgozmykiem po zastosowaniu dwóch 4-tygodniowych programów rehabilitacji, ze zdecydowaną przewagą ćwiczeń kinezyterapeutycznych uzupełnionych o zabiegi fizykoterapeutyczne w grupie pierwszej, oraz o terapię mięśniowo-powięziową punktów spustowych w grupie drugiej.

Za kryteria skuteczności leczenia pacjentów z kręgozmykiem I° lub II° przyjęto:

1. Samoocenę poziomu bólu kręgosłupa.
2. Autoocenę niepełnosprawności.
3. Wyniki prób stabilograficznych.
4. Siłę mięśni zginaczy i prostowników tułowia.

### **Cele praktyczne**

1) Określenie poziomu sprawności funkcjonalnej: mechanizmu utrzymywania równowagi i siły tułowia pacjentów z kręgozmykiem I° lub II° biorących udział w eksperymencie.

2) Ocena zmian sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi oraz siły zginaczy i prostowników tułowia po udziale w 4-tygodniowym turnusie rehabilitacyjnym pacjentów z kręgozmykiem I° lub II° stopnia realizowanym w wybranej przychodni NFZ.

### **2.1. Hipotezy badawcze**

1. Zastosowane podczas 4-tygodniowego turnusu programy rehabilitacji z zastosowaniem kinezyterapii oraz zabiegów fizykalnych w jednej grupie i technik mięśniowo-powięziowych w drugiej grupie miały pozytywny wpływ na zwiększenie siły zginaczy i prostowników tułowia oraz poprawę sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi u osób z kręgozmykiem I° lub II°.
2. Zaproponowane i zastosowane w terapii programy rehabilitacji spowodowały istotne zmniejszenie odczuwania intensywności bólu u osób z kręgozmykiem I° lub II°.
3. Zaproponowane i zastosowane w terapii programy rehabilitacji spowodowały zmniejszenie samooceny niepełnosprawności funkcjonalnej u osób z kręgozmykiem I lub II°.
4. Na każdym z etapów badań u kobiet i mężczyzn wystąpił związek pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a wskaźnikiem niepełnosprawności, wynikami prób

stabilograficznych i wartościami momentów sił mięśniowych podczas zginania i prostowania tułowia.

## **2.2. Pytania badawcze**

1. Jaki poziom sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi prezentują pacjenci z kręgozmykiem I° lub II° w wieku 60÷75 lat podczas prób stabilograficznych w badanych grupach?
2. Jakie wartości momentów sił mięśniowych uzyskają pacjenci z kręgozmykiem I° lub II° w badanych grupach podczas zginania i prostowania tułowia w warunkach statyki?
3. Czy samoocena dolegliwości bólowych w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa uległa zmniejszeniu pod wpływem zastosowanych metod terapeutycznych w badanych grupach?
4. Jak bardzo ograniczone było funkcjonowanie badanych podczas wykonywania poszczególnych czynności dnia codziennego i jak się ono zmieniło na skutek leczenia w czasie 4 tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego?

### **3. Materiał i metody**

Zabiegi fizjoterapeutyczne oraz badania funkcjonalne pacjentów zostały przeprowadzone w Samodzielnym Zespole Publicznych Zakładów Lecznictwa Otwartego Warszawa Praga-Północ ul. Jagiellońska 34 w Warszawie.

Turnus rehabilitacyjny trwał 4 tygodnie. Sesje fizjoterapeutyczne, trwające 80 minut, odbywały się w poniedziałki, środy i piątki. Podczas każdej 80 minutowej sesji, 30 minut poświęcono na kinezyterapię, w tym 20 minut na ćwiczenia wzmacniające siłę i 10 minut ćwiczenia równoważne. W badanych grupach przeprowadzone zostały zabiegi fizjoterapeutyczne o łącznym czasie przypadającym na pacjenta, wynoszącym 16 godzin.

Pacjenci zostali podzieleni losowo na dwie grupy różniące się programem rehabilitacji. W obu grupach badania odbywały się w tych samych warunkach, w tych samych gabinetach i z wykorzystaniem tych samych urządzeń i przyborów. Wszystkie pomiary wykonywała ta sama osoba zgodnie z ustalonym protokołem.

Badania równowagi i siły tułowia zostały przeprowadzone trzykrotnie: w przeddzień turnusu rehabilitacyjnego, w następnym dniu po zakończeniu turnusu oraz 6 tygodni po zakończeniu turnusu.

Za realizację programu rehabilitacji w grupie pierwszej i drugiej odpowiedzialni byli lekarze specjaliści rehabilitacji medycznej wyznaczeni przez dyrektora Samodzielnego Zespołu Publicznych Zakładów Lecznictwa Otwartego Warszawa Praga-Północ ul. Jagiellońska 34 w Warszawie.

Wszyscy zakwalifikowani do eksperymentu pacjenci po wyrażeniu pisemnej zgody na udział w rehabilitacji i badaniach zostali poinformowani o sposobie i celu przeprowadzenia badań oraz zostali zapoznani z protokołami każdego z badań.

Uzyskano zgodę Senackiej Komisji Etyki Badań Naukowych Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie na przeprowadzenie niniejszych badań (SKE 01-47/2021) oraz każdorazowo pisemną deklarację uczestnika badania, wyrażającą chęć udziału w badaniach.

#### **3.1. Materiał**

Badaniami zostało objętych 60 pacjentów, kobiet i mężczyzn w wieku podeszłym 60÷75 lat, zgodnie z definicją WHO. Ostatecznie badania i proces rehabilitacji ukończyło 58 pacjentów, w tym 33 kobiety i 25 mężczyzn. Pacjenci biorący udział w badaniach

spełniali warunki choroby: kręgozmyk zwyrodnieniowy lub kręgozmyk cieśniowy z kręgoszczeliną, I° lub II°, oznaczonego symbolem M43.1 zgodnie z Międzynarodową Klasyfikacją Chorób i Problemów Zdrowotnych (*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems ICD 10*).

Pacjenci spełniający kryteria włączenia do badań zostali losowo podzieleni na dwie grupy G1 i G2. Losowanie polegało na wybieraniu zaklejonych kopert z numerami pacjentów i przydzielaniu ich w ten sposób do grupy leczonych G1 i G2. Losowanie przeprowadził lekarz nadzorujący badania z ramienia Przychodni.

W grupie G1 były osoby leczone według przyjętego programu rehabilitacji, z zastosowaniem fizykoterapii. W grupie G2 były osoby leczone według tego samego co grupa G1 programu rehabilitacyjnego, ale zamiast zabiegów fizykoterapeutycznych, została zastosowana terapia mięśniowo-powięziowa punktów spustowych.

Kryteria włączenia do badań:

- na podstawie badań radiologicznych stwierdzono kręgozmyk I° lub II° (M43.1),
- brak objawów neurologicznych,
- nasilenie bólu w sposób tolerowany.

Kryteria wyłączenia z badań:

- padaczka,
- złamania kręgow,
- przebyta operacja kręgosłupa,
- zawroty głowy,
- choroby narządów wewnętrznych (pacjenci leczeni specjalistycznie),
- choroby sercowo-naczyniowe i płucne,
- zaburzenia układu przedsionkowego,
- nowotwory,
- guzy kanału kręgowego,
- endoprotezoplastyka stawu kolanowego lub biodrowego,
- zaawansowana choroba zwyrodnieniowa stawów biodrowych,
- osteoporoza,
- skolioza, duże deformacje kręgosłupa
- ostry stan zapalny krążka międzykręgowego,
- rwa kulszowa,
- masywna przepuklina krążka międzykręgowego wymagająca leczenia operacyjnego,

- zeszywniające zapalenie stawów,
- stosowanie ortez/zabiegów/ćwiczeń lędźwiowo-brzuszných w pół roku przed udziałem w badaniu.

Badania ukończyło 58 osób, w tym 33 kobiety i 25 mężczyzn. W grupie G1 było 13 kobiet i 16 mężczyzn (55% mężczyzn), a w grupie G2 było 20 kobiet i 9 mężczyzn (31% mężczyzn). Badani byli w wieku od 60 do 75 lat. Średni wiek w obu grupach wynosił około 65 lat.

Szczegółowe dane dotyczące wieku i pomiarów antropometrycznych w obu grupach zaprezentowano w tabelach 2 i 3.

Tabela 2 Charakterystyka badanych z grupy G1

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>
Wiek [lata]	65,07	3,47	60,00	72,00
BM[kg]	80,07	7,93	59,00	93,00
BH[cm]	170,41	8,20	155,00	184,00
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	27,60	2,42	21,67	32,18

Tabela 3 Charakterystyka badanych z grupy G2

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>
Wiek	65,34	4,83	60,00	75,00
BM[kg]	79,00	12,94	53,00	100,00
BH[cm]	165,52	9,11	150,00	185,00
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	28,83	4,23	21,31	38,10

Nie stwierdzono różnic: średnich: wieku, masy ciała i BMI pomiędzy grupą G1 a G2. Istotna statystycznie różnica wystąpiła w wysokości ciała,  $t=2,15$ ;  $p=0,036$ . Osoby w grupie G1 były istotnie wyższe ( $p<0,05$ ) niż osoby w grupie G2.

### 3.2. Wywiad i badanie przedmiotowe

Zgodnie ze standardami Przychodni NFZ, w której odbywały się eksperyment, przed przystąpieniem do badań z każdym pacjentem został przeprowadzony, przez lekarza specjalistę rehabilitacji medycznej, wywiad oraz badanie przedmiotowe. Z każdym z pacjentów została również przeprowadzona edukacja profilaktyczna dotycząca ilości



zażywanych leków farmakologicznych. Każdy z pacjentów został poinformowany o konieczności kontynuacji zademonstrowanych w trakcie terapii ćwiczeń kinezyterapeutycznych, przez kolejne 6 tygodni od dnia zakończenia procesu rehabilitacji.

Osoba badana została zobowiązana do przedstawienia, podczas pierwszego badania lekarskiego, informacji o stanie zdrowia, sporządzonej nie wcześniej niż na 3 miesiące przed datą rozpoczęcia badań i rehabilitacji. Wywiad zawierał informacje dotyczące chorób współistniejących, czasu trwania dolegliwości, lokalizacji bólu i jego charakteru oraz czynników sprawczych bólu. W wywiadzie została uwzględniona obecność chorób systemowych, które ze względu na zaburzenia jakości lub wytrzymałości tkanki łącznej, mogą prowadzić do powstania kręgoszczeliny lub kręgozmyku. Dokumentacja medyczna zawierająca dane i informacje dotyczące stanu zdrowia pacjentów jest przechowywana w Samodzielnym Zespole Publicznych Zakładów Lecznictwa Otwartego Warszawa Praga-Północ ulica Jagiellońska 34, w wersji elektronicznej oraz papierowej.

Wywiad i badanie przedmiotowe zostało przeprowadzone według następującego protokołu:

1. Poinformowanie badanego o celu i przebiegu badania.
2. Uzyskanie pisemnej zgody od badanego na udział w badaniu i późniejsze wykorzystanie wyników.
3. Wpisanie do formularza danych osobowych badanego.
4. Przeprowadzenie badania podmiotowego.
5. Wykonanie podstawowych pomiarów antropometrycznych: masa ciała, wysokość ciała.
6. Palpacyjna identyfikacja bolesnych miejsc.
7. Wykluczenia podrażnienia mięśni i tkanki łącznej obszaru odcinka lędźwiowego, miednicy i kończyn dolnych oraz wykluczenia uciskowej przyczyny bólu w obrębie kończyny dolnej podczas rozciągania za pomocą testu funkcjonalnego Laseque'a.
8. W przypadku stwierdzenia dodatniego objawu Laseque'a stosowano test Bragarda.
9. Wykluczenie patologii stawów biodrowo-krzyżowych za pomocą testu Gaenslena, testu sprężynowania stawu krzyżowo-biodrowego, testu uciskowego kości biodrowej, testu krzyżowo-biodrowego rozciągania i testu ciągu sakralnego.

### 3.3. Program ćwiczeń kinezyterapeutycznych

Pacjenci z bólem krzyża, spowodowanym kręgozmykiem nie aktywują w wystarczającym stopniu głębokich mięśni stabilizujących, takich jak mięsień wielodzielny, mięsień poprzeczny brzucha i mięsień skośny wewnętrzny, które są niezbędne dla stabilności kręgosłupa lędźwiowego. Organizm człowieka wyposażony jest również w powierzchowny mięśniowy system stabilizujący, w skład którego należy mięsień najszerszy grzbietu, mięsień prostownik grzbietu, mięśnie pośladkowe oraz mięsień prosty brzucha (Kim i in., 2016), (Hodges, 2003), (Danneels i in., 2002). Pacjenci z grupy G1 i G2 zostali poddani ujednoliconemu postępowaniu kinezyterapeutycznemu, polegającemu na wykonaniu ćwiczeń wzmacniających gorset mięśniowy okolic grzbietu oraz brzucha w czasie 20 min podczas każdej sesji. W celu poprawy siły mięśni stabilizujących tułów przyjęto protokół rehabilitacji, opracowany na podstawie własnego doświadczenia oraz przeglądu literatury fachowej: (Nava-Bringas i in., 2014a), (Steele i in., 2015), (Suh i in., 2019), (Smith i in., 2014), (Niederer i Mueller, 2020), (Hicks i in., 2005), (Kim i Kim, 2018), (Noormohammadpour i in., 2018), (Mayer i in., 2008), (Koumantakis i in., 2005), (Wang i in., 2012), (Hodges, 2003), (O'Sullivan i in., 1997b).

Ćwiczenia wykonywane były przez pacjentów, w pozycji leżenia tyłem, przodem, na boku oraz w pozycji klęku podpartego.

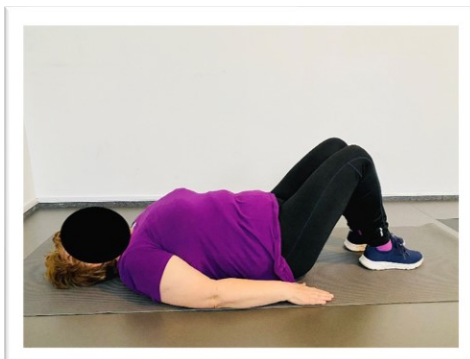
Postępujące procesy starzenia się prowadzące do znacznego obniżenia sprawności ruchowej, wywołanej pogorszeniem koordynacji ruchowej oraz spadkiem siły mięśniowej, powodują, u pacjentów w podeszłym wieku zaburzenia w utrzymaniu równowagi, co raportuje wielu autorów: (Alsufiany i in., 2020), (Howe i in., 2011), (Jaszczur-Nowicki, 2014), (Runge, 2000). Biorąc pod uwagę powyższe, u pacjentów w grupie G1 i G2 zastosowany został również ujednolicony trening równowagi, 10 min podczas każdej sesji, opracowany na podstawie programu ćwiczeń OTAGO (Leem i in., 2019), (Martins i in., 2018), (Sherrington i in., 2008), (Nitz i Choy, 2004). Poza treningiem siły badani ćwiczyli koordynację ruchową, w celu poprawy sprawności utrzymywania pionowej postawy ciała.

Ćwiczenia siłowe wzmacniające gorset mięśniowy okolic grzbietu i brzucha, oraz ćwiczenia równoważne wykonywane były przez pacjentów w obu grupach, trzy razy w tygodniu w poniedziałek, środę i piątek, przez cztery tygodnie pod nadzorem autorki niniejszej pracy. Fotografie, na rycinach od 6 do 21 przedstawiają sposób wykonywania ćwiczeń kinezyterapeutycznych.

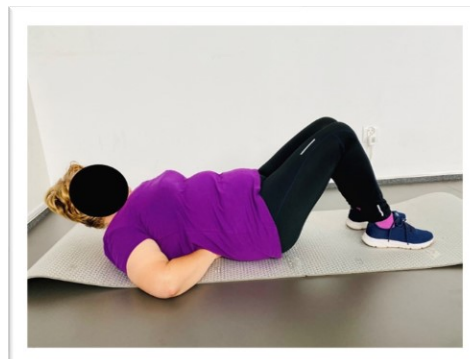
Tabela 4 Program ćwiczeń kinezyterapeutycznych w grupie G1 i G2

Nr.ćw.	Opis ćwiczenia	I.serii	Czas/Liczba powtórzeń stopni kroków	uwagi
1	Wzmacnianie mięśni brzucha- KKD zgięte w stawach kolanowych, stopy oparte na materacu, ręce podłożone pod lędźwiowy odcinek kręgosłupa, plecy dociśnięte do rąk, głowa uniesiona (Ryc. 6)	2	10x	Pozycja wyjściowa: leżenie tyłem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
2	Wzmacnianie mięśni brzucha- KKD wyprostowane, ręce podłożone pod lędźwiowy odcinek kręgosłupa, plecy dociśnięte do rąk, głowa uniesiona (Ryc. 7)	2	10x	Pozycja wyjściowa: leżenie tyłem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
3	Wzmacnianie mięśni brzucha- KKD zgięte w stawach kolanowych, stopy oparte na materacu, ramiona wzdłuż tułowia, plecy dociśnięte do materaca, wznos ramion nad materac, głowa uniesiona (Ryc. 8)	2	10x	Pozycja wyjściowa: leżenie tyłem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
4	Wzmacnianie mięśni brzucha- KKD zgięte w stawach kolanowych, stopy oparte na materacu, plecy dociśnięte do materaca, głowa uniesiona, naprzemienne wznosy ramion w przód (Ryc. 9)	2	10x	Pozycja wyjściowa: leżenie tyłem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
5	Wznos bioder w górę- KKD zgięte w stawach kolanowych, stopy oparte na materacu, ramiona wzdłuż tułowia, plecy dociśnięte do materaca, pośladki napięte (Ryc. 10)	2	10x	Pozycja wyjściowa: leżenie tyłem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
6	Wznos tułowia- ramiona w górę, mięśnie brzucha oraz pośladkowe napięte, głowa na przedłużeniu tułowia, wciśnięcie bioder w materac, zgięcie przedramion w stawach łokciowych i przyciągnięcie ramion do klatki piersiowej (Ryc. 11)	2	10x	Pozycja wyjściowa: Leżenie przodem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
7	Wznos tułowia- ramiona wyprostowane założone na plecy, mięśnie brzucha oraz pośladkowe napięte, głowa na przedłużeniu tułowia, mięśnie brzucha napięte, biodra wciśnięte w materac, łopatki ściągnięte (Ryc. 12)	2	10x	Pozycja wyjściowa: Leżenie przodem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
8	Naprzemienne i jednoczesne wznosy prawej KG i lewej KD, a następnie lewej KG i prawej KD- ramiona w górę, mięśnie brzucha oraz pośladkowe napięte, biodra wciśnięte w materac, głowa na przedłużeniu tułowia (Ryc. 13)	2	10x	Pozycja wyjściowa: Leżenie przodem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund

9	Wznos i skręt nóg bez odrywania stóp od materaca- głowa we wsparciu na lewej KG, prawa KG wsparta o materac, KKD zgięte w stawach kolanowych, oparte na materacu, mięśnie brzucha napięte. Głowa we wsparciu na prawej ręce, lewa ręka wsparta o materac, KKD zgięte w stawach kolanowych, oparte na materacu, mięśnie brzucha napięte (Ryc. 14)	2	10x	Pozycja wyjściowa: Leżenie bokiem, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
10	Naprzemienne i jednoczesne wznosy prawej KG i lewej KD, następnie lewej KG i prawej KD, głowa na przedłużeniu tułowia, (Ryc. 15)	2	10x	Pozycja wyjściowa: klęk podparty, utrzymanie końcowej pozycji przez 5 sekund
11	Stanie na lewej KD oraz na prawej KD (Ryc. 16)	2	5 sekund	
12	Marsz tyłem (Ryc. 17)	2	10 kroków	
13	Marsz na piętach (Ryc. 18)	2	10 kroków	
14	Marsz na palcach (Ryc. 19)	2	10 kroków	
15	Marsz w górę po schodach (Ryc. 20)	1	12 stopni	Zgodnie z instruktażem
16	Przejście z siadu do postawy zasadniczej (Ryc. 21)	1	5x	

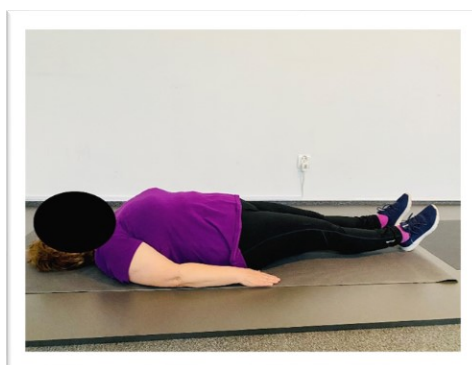


**a**

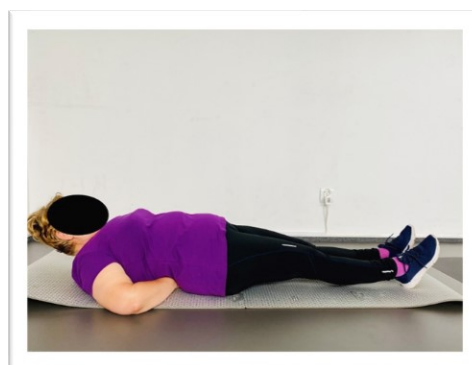


**b**

Ryc. 6 Ćwiczenie nr 1 wzmacnianie mięśni brzucha a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

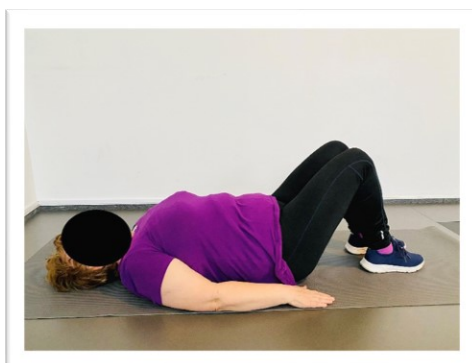


**a**

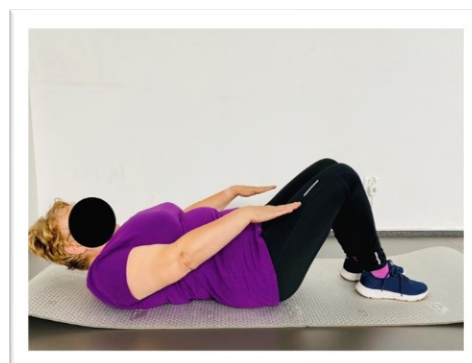


**b**

Ryc. 7 Ćwiczenie nr 2 wzmocnienie mięśni brzucha a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

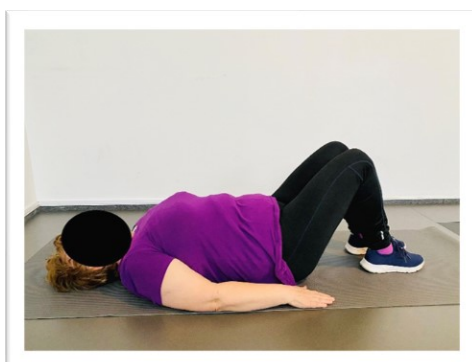


**a**

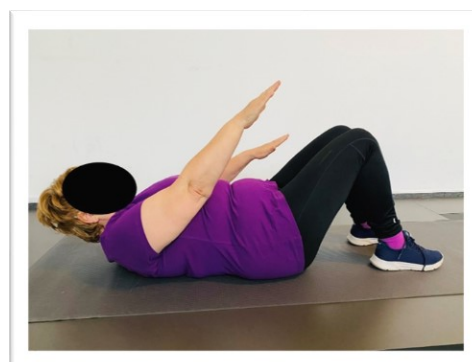


**b**

Ryc. 8 Ćwiczenie nr 3 wzmocnienie mięśni brzucha a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

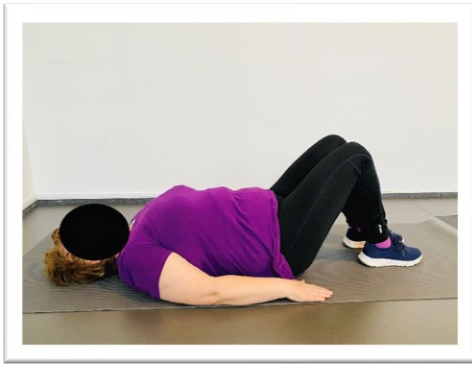


**a**



**b**

Ryc. 9 Ćwiczenie nr 4 wzmocnienie mięśni brzucha a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

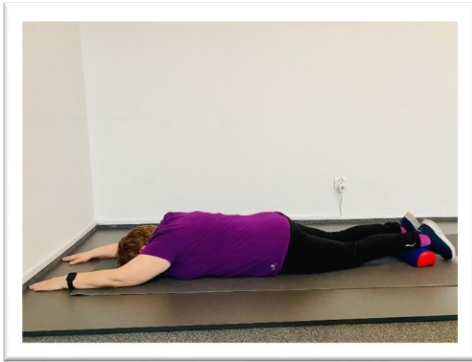


**a**



**b**

Ryc. 10 Ćwiczenie nr 5 wznos bioder a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

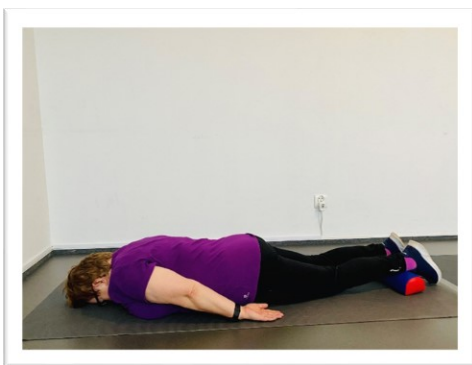


**a**

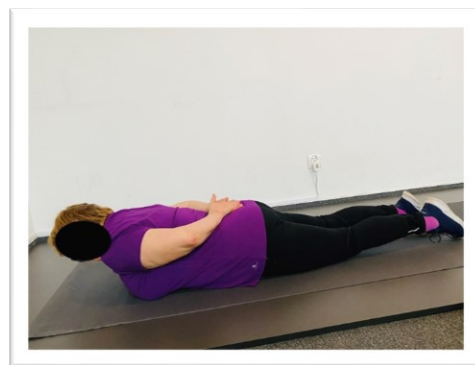


**b**

Ryc. 11 Ćwiczenie nr 6 wznos tułowia w leżeniu przodem a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

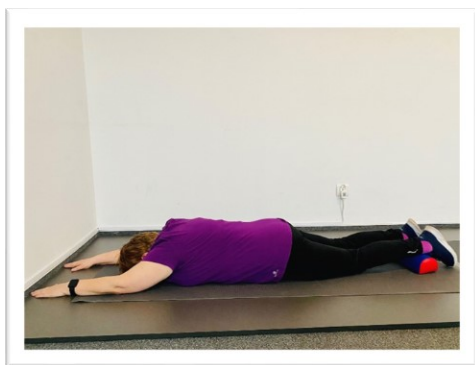


**a**



**b**

Ryc. 12 Ćwiczenie nr 7 wznos tułowia w leżeniu przodem a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

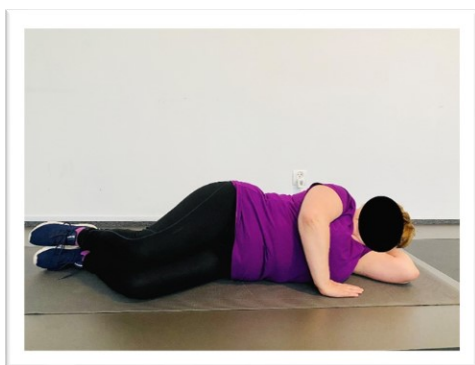


**a**

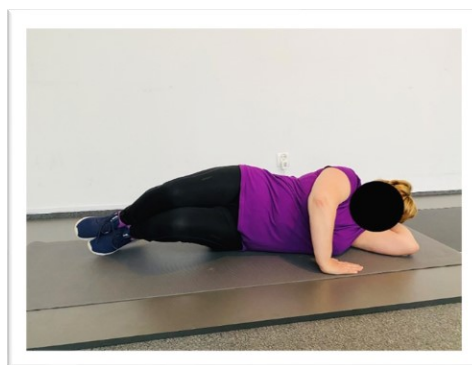


**b**

Ryc. 13 Ćwiczenie nr 8 naprzemienne i jednocześnie wznosy KG i KD w leżeniu przodem a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

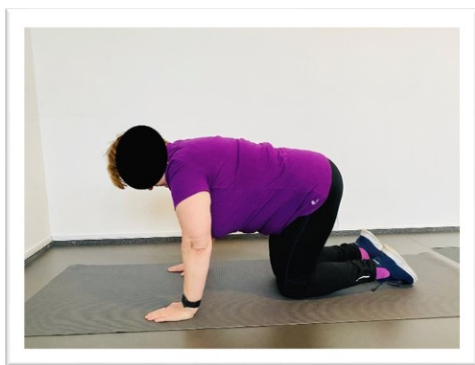


**a**



**b**

Ryc. 14 Ćwiczenie nr 9 wznos i skręt KKD bez odrywania stóp od materaca w leżeniu na boku a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

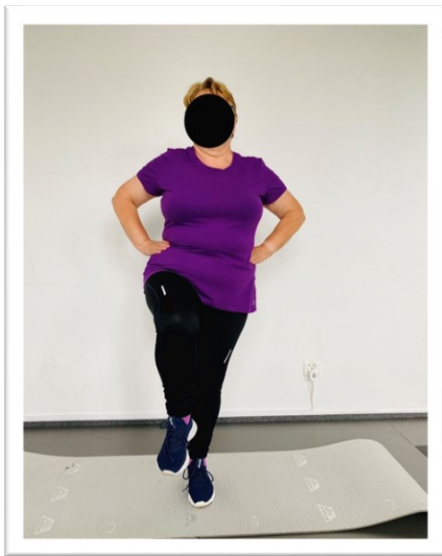


**a**

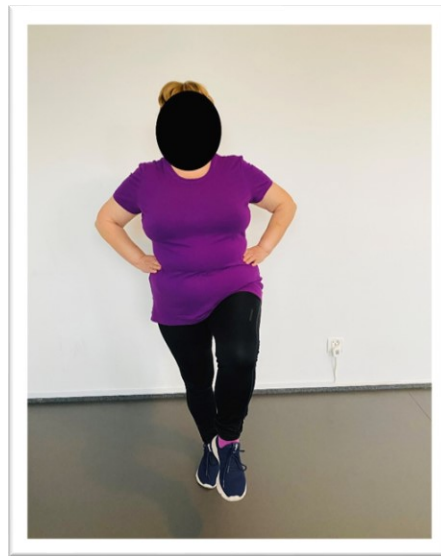


**b**

Ryc. 15 Ćwiczenie nr 10 naprzemienne i jednocześnie wznosy KG i KD w klęku podpartym a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (opracowanie własne).

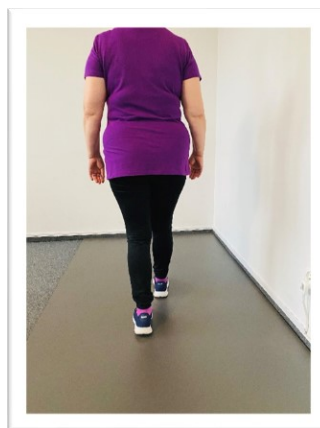


**a**

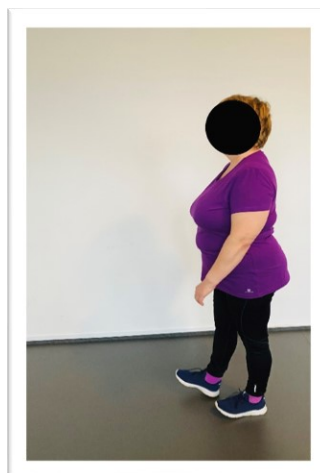


**b**

Ryc. 16 Ćwiczenie nr 11 stanie jednoonóż na lewej oraz prawej KD (opracowanie własne).

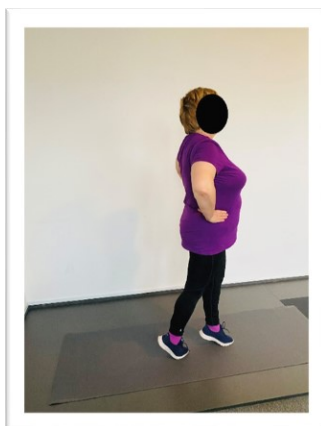


Ryc. 17 Ćwiczenie nr 12 marsz tyłem (opracowanie własne).

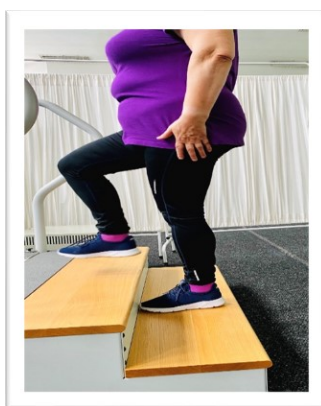


Ryc. 18 Ćwiczenie nr 13 marsz na piętach (opracowanie własne).

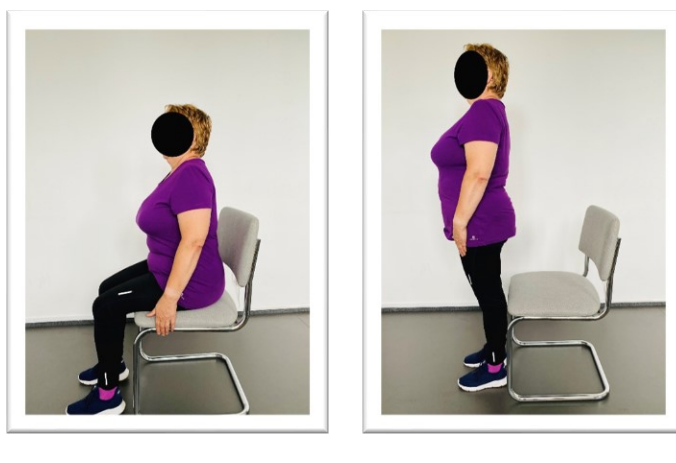




Ryc. 19 Ćwiczenie 14 marsz na palcach (opracowanie własne).



Ryc. 20 Ćwiczenie nr 15 marsz w górę po schodach (opracowanie własne).



Ryc. 21 Ćwiczenie nr 16 przejście z siadu do pozycji zasadniczej (opracowanie własne).

### 3.4. Program zabiegów fizykalnych

W celu złagodzenia bólu kręgosłupa stosuje się wiele form leczenia zachowawczego, w tym specjalistyczne metody terapii. Jedną z nich jest fizykoterapia, oddziałująca

na organizm człowieka różnymi bodźcami fizycznymi, wytwarzanymi specjalnymi urządzeniami, mająca najczęściej na celu przygotowanie tkanek do ćwiczeń, poprzez rozluźnienie mięśni, poprawę ukrwienia i elastyczności tkanek. Fizykoterapia powoduje wyraźne zmniejszenie dolegliwości bólowych, stanu zapalnego i obrzęku. Przyczynia się także, do wzrostu procesów naprawczych i regeneracyjnych chorych tkanek (Plaskiewicz, 2015).

U pacjentów w grupie G1 zastosowano ćwiczenia kinezyterapeutyczne i zabiegi fizykalne: magnetoterapię, ultradźwięki, oraz impulsowy prąd małej częstotliwości TENS (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*). Parametry do zabiegów zostały ustalone w oparciu o fachową literaturę (Bauer, 2012), (Mika, 2006), (Sieroń, 2014), (Straburzyński, 2008), oraz własne doświadczenie.

**Terapia polem magnetycznym** miała następujące parametry: aplikator o średnicy 500 mm, kształt impulsów prostokątny. Częstotliwość i wartość indukcji dobierano indywidualnie, w zależności od aktualnego stanu pacjenta i etapu terapii. Dla stanu ostrego przyjęto częstotliwość zmian pola magnetycznego od 1 do 5 Hz i natężenie do 3 mT, dla stanu podostrego 5÷20 Hz i 3÷5 mT, a w stanie przewlekłym 20÷50 Hz i do 6÷10 mT. Terapię polem magnetycznym rozpoczęto od 40% maksymalnej wartości natężenia. W drugim zabiegu natężenie pola zwiększono do 70%, a w trzecim zabiegu zwiększono do natężenia maksymalnego. Czas jednej sesji zabiegu wynosił 15 minut. Zabieg wykonywano z wykorzystaniem aparatu Magner Plus firmy ASTAR, o numerze fabrycznym MP-18/UL/AO.

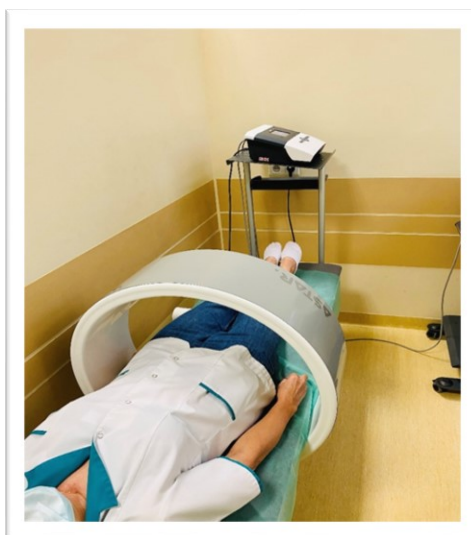
**Ultradźwięki** stosowano w pozycji leżenia przodem, częstotliwość wynosiła 1 MHz, gęstość mocy od 0,6 do 1,2 W/cm<sup>2</sup>, czas zabiegu i gęstość mocy dobierano indywidualnie, w zależności od aktualnego stanu pacjenta, nasilenia dolegliwości bólowych i etapu terapii. Głowica aparatu przylegała bezpośrednio do skóry w okolicy lędźwiowej, wzdłuż kręgosłupa i po jego bokach, w odległości od kręgosłupa od 2 do 3 cm. Prowadzenie głowicy odbywało się ruchami kolistymi. Zabieg wykonywano z wykorzystaniem aparatu Sonaris firmy ASTAR, o numerze fabrycznym SMM-02/P1/AP.

**Prądy TENS** (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*) podczas przezskórnej elektrycznej stymulacji nerwów metodą zastosowano następujące parametry prądu: prąd zmienny, impulsy prostokątne, czas trwania impulsu 100 μs, częstotliwość 100 Hz, dawkowanie do momentu wystąpienia wyraźnego odczucia przepływu prądu. Podczas przyzwyczajania pacjenta do stymulacji elektrycznej, terapeuta stopniowo zwiększał

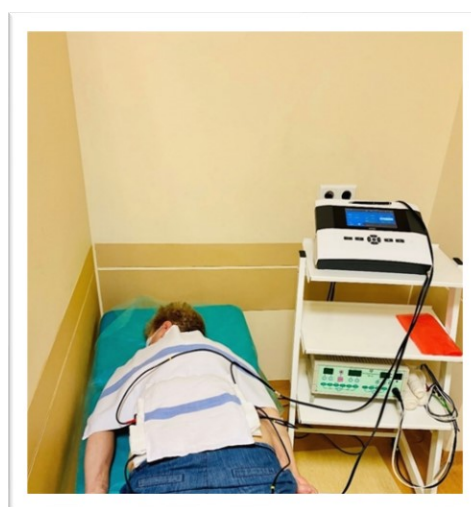
natężenie prądu podczas zabieg dla utrzymania pożądaných doznań. Czas trwania jednej sesji terapeutycznej wynosił 30 minut. Cztery elektrody powierzchniowe (5 cm x 5 cm) umieszczano w sąsiedztwie bolesnej strefy, po obu stronach kręgosłupa. Zabieg wykonano z wykorzystaniem aparatu PhysioGo 100A firmy ASTAR, o numerze fabrycznym PHG 100A-06/N1/AT.

Zabiegi fizykalne w grupie G1 wykonywane były trzy razy w tygodniu, przez cztery tygodnie, w poniedziałek, środę i piątek. Zabiegi wykonywane były przez autorkę niniejszej pracy.

Na rycinie 22 przedstawiono zabieg z zastosowaniem pola magnetycznego, natomiast na rycinie 23 przedstawiono zabieg z użyciem prądów TENS.



Ryc. 22 Terapia polem magnetycznym (opracowanie własne).



Ryc. 23 Terapia prądami TENS (opracowanie własne).

### **3.5. Program terapii mięśniowo-powięziowej**

W trakcie 4-tygodniowego programu rehabilitacji u pacjentów z grupy G2, została zastosowana powszechnie znana i wykorzystywana w leczeniu bólu, terapia mięśniowo-powięziowa punktów spustowych (*Myofascial trigger points therapy* MTrP) w obszarze kręgosłupa L-S. Mięśniowo-powięziowe punkty spustowe definiowano jako wrażliwe miejsca w napiętych pasmach stwardniałych mięśni, które wywołują ból. Palpacyjnie diagnozowano ból mięśniowo-powięziowy. Zabieg rozpoczynano od inaktywacji aktywnych, czyli wywołujących ból punktów spustowych, za pomocą technik manualnych, takich jak kompresja ischemiczna (Halpin, 2012), (Chou i Huffman, 2007), (Ajimsha i in., 2015), (Kisilewicz i in., 2018), (Nasb i in., 2020). Uwalnianie punktu spustowego poprzez ucisk niedokrwienny (*ischemic compression IC*) to technika masażu, która polega na ucisku stosowanym palcami (Takamoto i in., 2015). W niniejszej pracy, MTrP obejmowała mięśnie, takie jak: mięsień wielodzielny, mięsień biodrowo-żebrowy, mięsień czworoboczny lędźwi, mięsień pośladkowy wielki, mięsień gruszkowaty, mięsień biodrowo-lędźwiowy.

Podczas terapii, w celu zlokalizowania bolesnego punktu zastosowano palpację płaską lub szczypcową. Podczas palpacji płaskiej zbadano tkiwość i napięcie mięśni przy użyciu palca wskazującego. W palpacji szczypcowej wykorzystano kciuk i palec wskazujący jako chwyt szczypcowy. Sprowokowanie tego punktu poprzez ucisk, wywołało objawy bólowe, które pacjent utożsamia z codziennymi dolegliwościami. Siła aplikowanego ucisku była indywidualnie dostosowana do pacjenta. Podczas palpacji płaskiej między palcami terapeuty a punktem spustowym nie zachodził ruch. Czas trwania pojedynczego ucisku wynosił od 15 do 60 sekund. Następnie po krótkiej przerwie wielokrotnie powtarzano kompresję do momentu ustąpienia dolegliwości bólowych oraz uczucia rozluźnienia znajdujących się pod palcami tkanek (Tanno-Rast, 2016).

Sesje terapii mięśniowo-powięziowej punktów spustowych w grupie G2 wykonywane były trzy razy w tygodniu w poniedziałki, środy i piątki, przez cztery tygodnie. Jednorazowy zabieg terapeutyczny trwał 50 min. Zabieg wykonywany był przez autorkę niniejszej pracy.

### **3.6. Ocena nasilenia dolegliwości bólowych z zastosowaniem skali VAS**

Do oceny odczucia bólu została zastosowana skala VAS (*Visual Analog Scale*) (Fillingim i in., 2016), (Chapman i in., 2011), (Sindhu i in., 2011), (Ogon i in., 1996). Skala

ma postać linijki o długości 10 cm. Pacjent wskazuje palcem, na skali nasilenie bólu od 0- zupełny brak bólu do 10- najsilniejszy wyobraźalny ból.

Badanie zostało przeprowadzone według następującego protokołu:

1. Poinformowanie badanego o celu i przebiegu badania.
2. Przeprowadzenie samooceny intensywności dolegliwości bólowych.



Ryc. 24 Skala wzrokowo-analogowa VAS (<https://www.sandoz-med.pl/bol/nasilenie-bolu/skale-oceny-bolu/#dwell>).

### 3.7. Ocena niepełnosprawności badanych z użyciem Oswestry Disability Index

Do samooceny niepełnosprawności badanych pacjentów użyto wskaźnika Oswestry Disability Index (*ODI*) (Fairbank i Pynsent, 2000). Kwestionariusz jest powszechnie stosowanym i zalecanym na świecie kryterium oceny niepełnosprawności osób z zespołami bólowymi kręgosłupa (Fritz i Irrgang, 2001), (Mousavi i in., 2006). Składa się z 10 pytań, dotyczących czynności życia codziennego. Podczas wypełniania kwestionariusza, w języku ojczystym chory odpowiada na pytania dotyczące: nasilenia bólu, samodzielności, podnoszenia przedmiotów, chodzenia, siedzenia, stania, spania, życia towarzyskiego, oraz podróżowania. Dla każdego pytania jest 6 możliwości oceny punktowej od A do F. Odpowiedzi są klasyfikowane od 0 do 5 punktów, zgodnie z kolejnością dla każdego pytania w następujący sposób:

- A=0
- B=1 punkt
- C=2 punkty
- D=3 punkty
- E=4 punkty
- F=5 punktów

Odpowiedzi ze wszystkich pytań są sumowane. Wynik oceny niepełnosprawności przedstawiany jest w punktach w zakresie od 0 do 50 punktów. Interpretacja wyników jest następująca:

0÷4 punkty– brak niepełnosprawności;

5÷14 punkty– łagodna niepełnosprawność;  
15÷24 punkty– umiarkowana niepełnosprawność;  
25÷34 punkty– ciężka niepełnosprawność;  
powyżej 35 punktów– skrajne cierpienie i niepełnosprawność.

Zastosowany w badaniach formularz ODI zamieszczono w załączniku 8.3.

### **3.8. Przebieg pomiarów stabilograficznych**

Pomiary stabilograficzne zostały wykonane na platformie dynamometrycznej 4P firmy „JBA Staniak”, z oprogramowaniem tej firmy do pomiarów stabilograficznych. Platforma ma kształt kwadratu o wymiarach 60 cm x 60 cm. Posiada 4 czujniki tensometryczne sprzężone z komputerem, umożliwiające pomiar położenia wypadkowej siły parcia stóp na podłoże. Czujniki siły rozłożone są symetrycznie na rogach urządzenia (Wychowański, 2008).

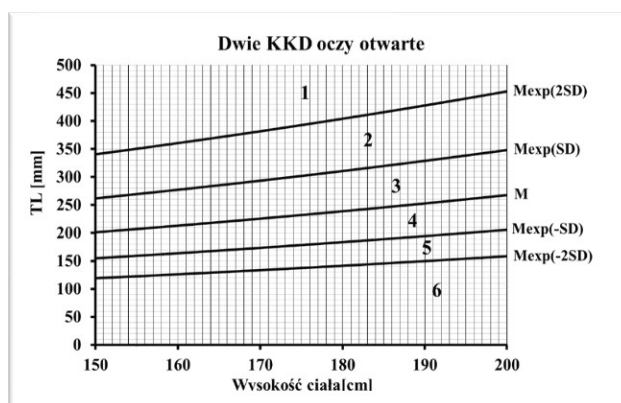
Badania stabilograficzne zostały wykonane podobnie do najpopularniejszych praktyk stosowanych w laboratoriach badawczych i środowisku klinicznym: (Berg, 1989), (Duarte i Freitas, 2010), (Paillard i Noé, 2015), (Scoppa i in., 2013), (Visser i in., 2008), (Laughton i in., 2003), (Faraldo-García i in., 2012), (Ozcan i in., 2018), (Ocetkiewicz, 2006). Ocena sposobu utrzymywania równowagi polegała na wykonaniu przez osobę badaną dwóch 30 sekundowych prób utrzymywania pionowej pozycji ciała na platformie stabilograficznej. Próby odbywały się podczas: stania na dwóch kończynach dolnych z oczami otwartymi oraz stania na dwóch kończynach dolnych z oczami zamkniętymi. Jako wynik badania stabilograficznego, przyjęto długość ścieżki - Trace Length (TL), wykreślanej przez środek parcia stóp na podłoże (COP), wyrażanej w milimetrach. Pomiar odbywał się z częstotliwością próbkowania 200 Hz. Długość TL była kryterium oceny sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi. Przyjęto, że lepsza koordynacja podczas utrzymywania pionowej postawy ciała związana jest z krótszą długością ścieżki (TL).

Do oceny wyników prób stabilograficznych zostały zastosowane wartości referencyjne w postaci 6-ścio punktowej skali (Ryc.25), uzyskane przez Wychowańskiego i współpracowników (2015), (Wychowański, 2008) na 135 studentkach i 148 studentach w wieku 22±2 lata .

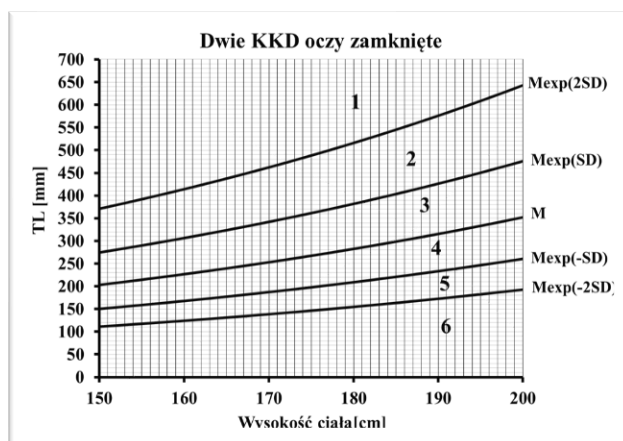
W badaniach Wychowańskiego i współpracowników (2015) wzięto pod uwagę całkowitą drogę 1 [mm] jaką wykreśla środek parcia stóp na podłoże podczas 30 sekundowej próby. U każdej badanej osoby, stojącej boso na platformie, wykonywano

standardowy test obejmujący sześć 30-sekundowych rejestracji drogi 1 [mm], jaką przemierza środek parcia stóp pacjenta na podłoże podczas stania na platformie stabilograficznej, w pozycjach: na dwóch KKD z oczami otwartymi i zamkniętymi, na jednej, prawej i lewej KD z oczami otwartymi i zamkniętymi.

Ryciny 25 i 26 przedstawiają wartości referencyjne do oceny mechanizmu utrzymywania pionowej postawy ciała, w zależności od wysokości ciała, podczas stania swobodnego obunóż z oczami otwartymi i z oczami zamkniętymi.



Ryc. 25 Wartości referencyjne zaproponowane przez Wychowańskiego i współpracowników do oceny utrzymywania równowagi podczas stania obunóż z oczami otwartym (2015).



Ryc. 26 Wartości referencyjne zaproponowane przez Wychowańskiego i współpracowników do oceny utrzymywania równowagi podczas stania obunóż z oczami zamkniętymi (2015).

Zastosowana metoda eliminuje, w ocenie sposobu utrzymywania równowagi wpływ wysokości ciała na wynik prób stabilograficznych (Wychowański, 2008), (Wychowański i in., 2015).

Biorąc pod uwagę wiek pacjentów uczestniczących w eksperymencie i widoczną ich niską sprawność funkcjonalną, badania własne zostały ograniczone do pomiarów podczas

stania na dwóch KKD z oczami otwartymi i zamkniętymi w porównaniu do metody badań zaproponowanej przez Wychowańskiego i współpracowników (2015). W przypadku podjęcia prób stania na jednej z kończyn dolnych, istniało duże ryzyko zachwiania i upadku, będącego zagrożeniem dla zdrowia pacjenta. Ocena równowagi została przeprowadzona według następującego protokołu:

1. Poinformowanie badanego o celu i przebiegu badania oraz postawie podczas pomiaru: luźne ubranie, ramiona opuszczone wzdłuż tułowia, stopy bose.
2. Wpisanie do komputera danych osobowych badanego.
3. Demonstracja postawy na platformie.
4. Dezynfekcja platformy.
5. Wejście na platformę przyjęcie odpowiedniej postawy ciała.
6. Polecenie badanemu, by skierował wzrok na wprost.
7. Pomiar długości ścieżki parcia stóp na podłoże podczas stania na dwóch kończynach dolnych z oczami otwartymi w czasie 30 s.
8. Przerwa 1 minuta– badany spaceruje po sali, rozluźnia mięśnie kończyn dolnych.
9. Pomiar długości ścieżki parcia stóp na podłoże (TL) podczas stania na dwóch kończynach dolnych z oczami zamkniętymi w czasie 30 s.

Sposób wykonania próby stabilograficznej na platformie dynamometrycznej JBA Staniak przedstawiono na rycinie 27.



Ryc. 27 Badanie na platformie stabilograficznej JBA Staniak, podczas stania obunóż z oczami otwartymi lub zamkniętymi (opracowanie własne).



### 3.9. Sposób pomiaru momentu siły podczas zginania i prostowania tułowia

Pomiary momentów siły mięśni (Mm) podczas zginania i prostowania tułowia zostały wykonane na stanowisku TBK3-P firmy „JBA Staniak”, zgodnie z zasadami pomiarów w warunkach izometrycznych, czyli według metody MVC (*maximal voluntary contraction*) (Muscular Weakness Assessment: Use of Normal Isometric Strength Data, 1996).

Mierzono momenty sił mięśni zginających i prostujących tułów w pozycji siedzącej. Kąt w stawach biodrowych i kolanowych wynosił 90°. Badanego stabilizowano na wysokości kolców biodrowych przednich oraz w części dalszej uda. Kończyny górne spoczywały na klatce piersiowej (Ryc. 28 i 29). Podczas pomiarów badany wykonywał trzy napięcia mięśni z maksymalną siłą w pozycji ustabilizowanej. Każde napięcie mięśni trwało około 3 sekund po czym następowała 30 sekundowa przerwa. Pomiary wykonywano po zapoznaniu się badanego z urządzeniem i protokołem pomiarowym, oraz po 5 minutowej rozgrzewce na cykloergometrze.

Stanowisko pomiarowe zostało przedstawione na rycinach 28 i 29. Siedzisko zbudowane jest w formie kratownicy z tapicerowaną powierzchnią siedziska oraz prowadnicami i gniazdami przeznaczonymi do osadzania wałków stabilizacyjnych i zespołów pomiarowych. W podłużnych, bocznych prowadnicach utwierdzany jest przesuwany poziomo zespół głowicy momentomierza, blokowany w wybranym położeniu za pomocą korby. Ramię oporowe głowicy wyposażone jest w przesuwany wałek oporowy.

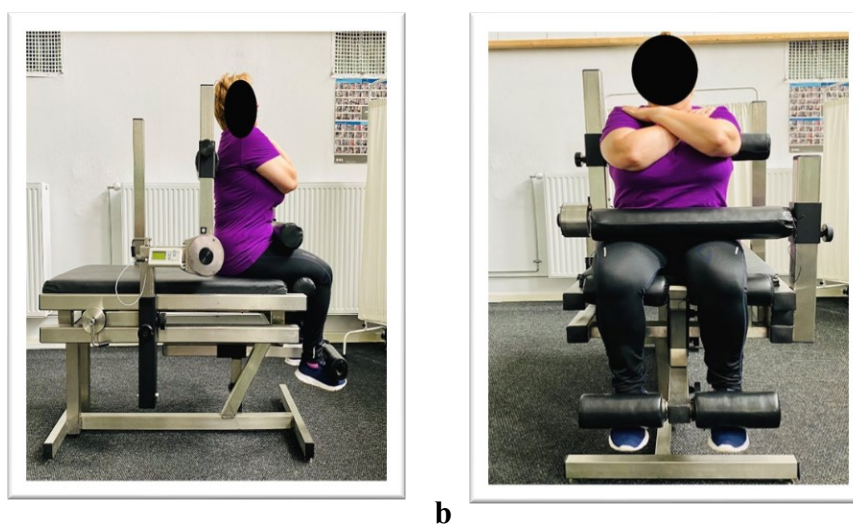
Doły podkolanowe ud badanego podpierane są wałkiem podporowym osadzonym przesuwnie w gnieździe ramy siedziska. Przesuwany w pionie i poziomie wałek przeznaczony jest do stabilizacji podudzia w wybranych pozycjach pomiarowych. Konstrukcja mechaniczna stanowiska pomiarowego wyposażona jest również w przesuwany wałek przeznaczony do stabilizacji obręczy biodrowej lub kolan, jak również wyposażona jest w wałek spełniający funkcje oporowe do stabilizacji tułowia (Staniak, 2011).

Badanie siły mięśni tułowia zostało przeprowadzone według następującego protokołu:

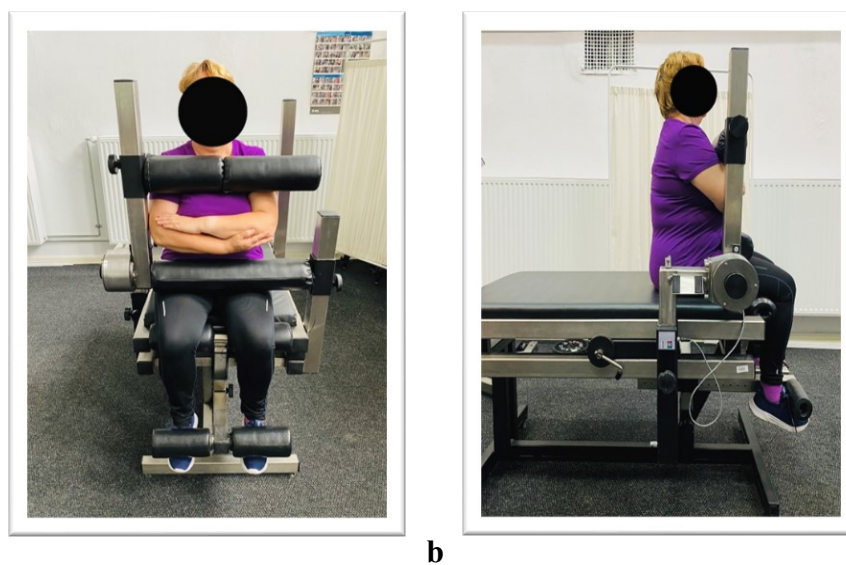
1. Poinformowanie badanego o celu i przebiegu pomiaru,
2. Uzyskanie pisemnej zgody od badanego na poddanie się pomiarom momentów sił tułowia i późniejsze wykorzystanie uzyskanych wyników,
3. Wpisanie do komputera danych osobowych badanego: imię, nazwisko, data urodzenia, masa ciała, wysokość ciała,
4. Poddanie pacjenta 5 minutowej rozgrzewce na cykloergometrze,
5. Dezynfekcja stanowiska,

6. Ustabilizowanie pacjenta na stanowisku pomiarowym,
7. Wykonanie pomiarów momentu siły podczas zginania i prostowania tułowia w warunkach statyki.

Wszystkie wyniki pomiarów były zapisywane w formularzu i w pamięci komputera. Zmierzone wartości momentów siły [Nm] zostały wykorzystane w analizie statystycznej.



Ryc. 28 Sposób pomiaru momentu siły podczas prostowania tułowia w warunkach statyki, a– widok z boku, b– widok z przodu (opracowanie własne).



Ryc. 29 Sposób pomiaru momentu siły podczas zginania tułowia w warunkach statyki, a– widok z przodu, b– widok z boku (opracowanie własne).

## 4. Wyniki

W celu udzielenia odpowiedzi na postawione pytania badawcze przeprowadzono analizę statystyczną przy użyciu programu Statistica 13.0. Za jego pomocą wykonano analizę podstawowych statystyk opisowych wraz z testami Shapiro-Wilka oraz przeprowadzono analizy wariancji w schemacie mieszanym. Za poziom istotności przyjęto  $\alpha=0,05$ .

Podstawowe statystyki opisowe wraz z wynikami testu Shapiro-Wilka.

W pierwszym kroku analizy przetestowano rozkłady zmiennych ilościowych. W tym celu wyliczono podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro-Wilka, badającym normalność rozkładu. Analiza została przeprowadzona osobno dla osób z grupy G1, u których zastosowano fizykoterapię oraz dla osób z grupy G2, u których zabiegi wykonywane były z zastosowaniem terapii mięśniowo-powięziowej. Wyniki obliczeń podstawowych parametrów statystycznych zostały zaprezentowane w tabeli 5 i 6.

Tabela 5 Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych wraz z wynikiem testu Shapiro-Wilka w grupie G1 (osoby, u których zastosowano fizykoterapię) M–średnia, SD–odchylenie standardowe, Sk.–skośność, Kurt.-kurtoza, Min.-minimum, Maks.–maksimum

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
VAS etap 1	4,72	0,70	0,45	-0,80	4,00	6,00	0,79	< 0,001
VAS etap 2	3,59	0,68	-0,70	0,37	2,00	5,00	0,78	< 0,001
VAS etap 3	2,79	0,62	0,15	-0,37	2,00	4,00	0,77	< 0,001
ODI etap 1	23,28	1,94	-0,14	0,53	19,00	28,00	0,91	0,020
ODI etap 2	22,28	1,49	-0,23	-0,87	19,00	24,00	0,87	0,002
ODI etap 3	21,66	1,23	0,35	0,39	19,00	24,00	0,88	0,004
KKDO etap 1	333,66	76,12	1,51	2,26	238,00	558,00	0,86	0,001
KKDO etap 2	328,69	55,78	0,71	-0,13	247,00	448,00	0,94	0,086
KKDO etap 3	358,76	46,11	0,08	0,07	264,00	470,00	0,98	0,895
KKDZ etap 1	407,45	117,61	0,93	-0,03	250,00	687,00	0,9	0,012
KKDZ etap 2	401,28	92,59	0,88	0,28	273,00	620,00	0,92	0,035
KKDZ etap 3	410,55	57,38	0,55	-0,52	328,00	538,00	0,95	0,208
MmZg etap 1	129,28	24,37	-0,16	-0,61	85,00	172,00	0,97	0,561
MmZg etap 2	135,31	24,10	-0,36	-0,89	91,20	172,80	0,95	0,143
MmZg etap 3	155,29	33,01	-0,27	-1,42	101,70	202,20	0,91	0,018
MmPr etap 1	288,28	72,46	-0,45	0,00	112,10	412,50	0,96	0,353
MmPr etap 2	318,51	73,09	-0,18	-1,53	201,30	427,20	0,90	0,012
MmPr etap 3	342,91	73,97	-0,07	-1,64	238,30	448,10	0,88	0,004
WMmZg etap 1	1,61	0,24	-0,18	-0,72	1,08	2,00	0,97	0,507
WMmZg etap 2	1,70	0,24	-0,01	-1,52	1,32	2,06	0,91	0,022
WMmZg etap 3	1,97	0,30	-0,30	-0,98	1,46	2,47	0,93	0,059
WMmPr etap 1	3,57	0,74	-0,54	0,84	1,86	5,22	0,95	0,213
WMmPr etap 2	3,97	0,66	-0,31	-0,55	2,60	5,21	0,96	0,304
WMmPr etap 3	4,37	0,73	0,12	-1,08	3,29	5,57	0,94	0,102
BM[kg] etap 1	80,07	7,93	-0,69	0,26	59,00	93,00	0,92	0,034
BM[kg] etap 2	79,62	7,92	-0,65	0,14	59,00	92,50	0,93	0,052
BM[kg] etap 3	78,21	7,89	-0,74	0,34	57,00	90,50	0,91	0,021
BH[cm] etap 1	170,41	8,20	-0,49	-0,25	155,00	184,00	0,92	0,030
BH[cm] etap 2	170,41	8,20	-0,49	-0,25	155,00	184,00	0,92	0,030
BH[cm] etap 3	170,41	8,20	-0,49	-0,25	155,00	184,00	0,92	0,030
BMI etap 1	27,60	2,42	-0,48	-0,12	21,67	32,18	0,96	0,386
BMI etap 2	27,45	2,41	-0,45	-0,19	21,67	32,01	0,96	0,411
BMI etap 3	26,96	2,38	-0,58	0,05	20,94	31,14	0,96	0,272

Tabela 6 Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych wraz z testem Shapiro-Wilka w grupie G2 (osoby, u których zastosowano terapię mięśniowo-powięziową). M–średnia, SD–odchylenie standardowe, Sk.–skośność, Kurt.–kurtoza, Min–minimum, Maks.–maksimum

Parametr Etap	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
VAS etap 1	6,28	1,28	-0,56	0,04	3,00	8,00	0,92	0,024
VAS etap 2	4,14	1,55	-0,06	-0,58	1,00	7,00	0,95	0,239
VAS etap 3	3,21	1,08	0,47	0,56	1,00	6,00	0,92	0,029
ODI etap 1	25,21	8,04	-0,37	0,43	6,00	42,00	0,97	0,595
ODI etap 2	21,03	9,73	-0,21	-0,16	1,00	40,00	0,97	0,646
ODI etap 3	19,03	8,26	-0,31	0,30	1,00	38,00	0,95	0,210
KKDO etap 1	340,41	82,91	1,51	2,32	236,00	569,00	0,85	0,001
KKDO etap 2	331,21	54,98	0,10	-1,09	237,00	427,00	0,96	0,334
KKDO etap 3	326,52	55,08	0,49	-0,16	235,00	441,00	0,95	0,239
KKDZ etap 1	474,28	147,02	0,79	1,29	256,00	913,00	0,95	0,144
KKDZ etap 2	421,24	89,64	0,10	-0,04	240,00	638,00	0,98	0,930
KKDZ etap 3	429,48	98,64	0,04	-0,88	252,00	616,00	0,98	0,704
MmZg etap 1	98,60	41,26	0,61	-0,20	36,99	193,10	0,95	0,146
MmZg etap 2	109,92	38,90	0,56	-0,29	45,00	202,50	0,96	0,415
MmZg etap 3	119,79	35,05	0,24	-0,69	56,76	190,60	0,97	0,580
MmPr etap 1	212,63	99,83	0,74	-0,08	69,20	456,90	0,94	0,122
MmPr etap 2	250,57	96,41	0,49	-1,00	105,60	419,60	0,92	0,032
MmPr etap 3	252,20	92,03	0,25	-1,08	120,00	434,00	0,95	0,178
WMmZg etap 1	1,25	0,49	0,67	0,59	0,47	2,58	0,96	0,398
WMmZg etap 2	1,41	0,46	0,46	0,05	0,64	2,52	0,97	0,613
WMmZg etap 3	1,57	0,49	0,52	-0,09	0,78	2,68	0,96	0,374
WMmPr etap 1	2,69	1,15	0,52	0,02	0,89	5,49	0,97	0,485
WMmPr etap 2	3,24	1,23	0,57	0,13	1,35	6,44	0,96	0,373
WMmPr etap 3	3,33	1,33	0,38	-0,75	1,50	6,35	0,95	0,138
BM[kg] etap 1	79,00	12,94	-0,04	-0,68	53,00	100,00	0,96	0,380
BM[kg] etap 2	78,34	12,88	-0,07	-0,74	53,00	99,00	0,96	0,350
BM[kg] etap 3	77,78	12,67	-0,04	-0,74	53,00	99,00	0,97	0,526
BH[cm] etap 1	165,52	9,11	0,25	-0,40	150,00	185,00	0,96	0,339
BH[cm] etap 2	165,52	9,11	0,25	-0,40	150,00	185,00	0,96	0,339
BH[cm] etap 3	165,52	9,11	0,25	-0,40	150,00	185,00	0,96	0,339
BMI etap 1	28,83	4,23	0,24	-0,44	21,31	38,10	0,98	0,752
BMI etap 2	28,59	4,17	0,18	-0,51	20,98	37,53	0,98	0,864
BMI etap 3	28,39	4,14	0,25	-0,46	21,31	37,72	0,98	0,794

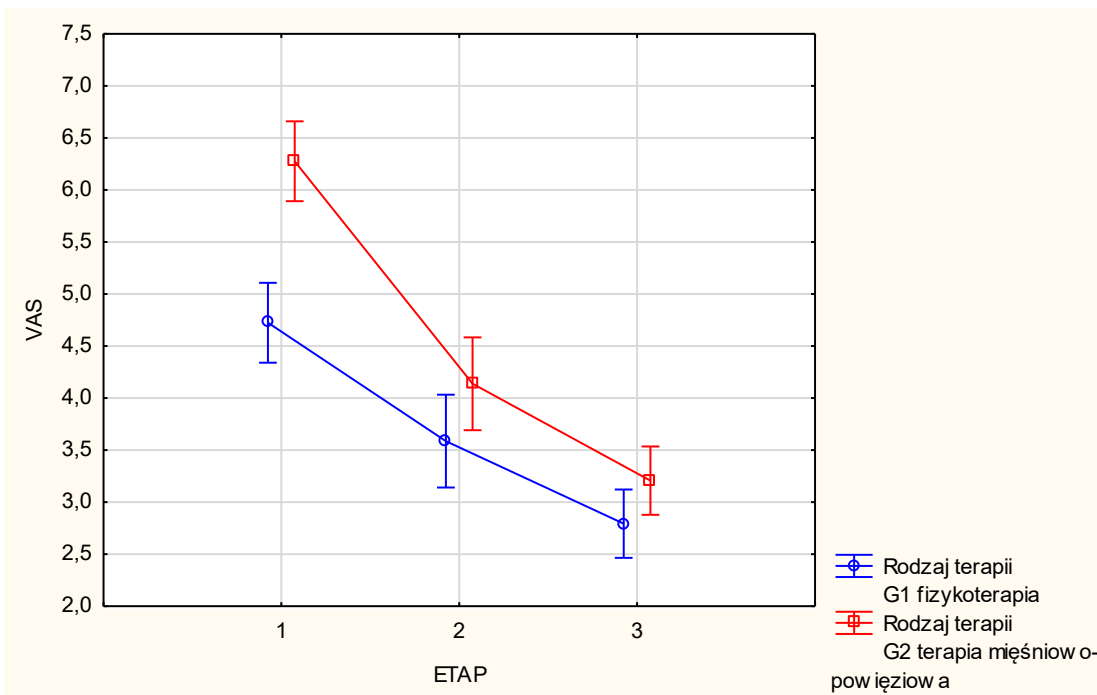
Wyniki testu Shapiro-Wilka wykazały, że dla 4 zmiennych, spośród 33 badanych zmiennych w grupie G1 oraz dla 18 zmiennych w grupie G2, badane rozkłady istotnie odbiegały od rozkładu normalnego. W żadnym przypadku jednak skośność nie przekroczyła umownej wartości bezwzględnej równej 2, co wskazuje, że rozkłady, są w nieznacznym stopniu asymetryczne. Zasadne było przeprowadzenie analiz w oparciu o testy parametryczne, jeżeli zostały spełnione pozostałe założenia.

#### 4.1. Wyniki oceny nasilenia dolegliwości bólowych z zastosowaniem skali VAS

W celu weryfikacji hipotezy dotyczącej wpływu rodzaju zastosowanej terapii na zmianę nasilenia dolegliwości bólowych, według skali VAS wykonano dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA w schemacie mieszanym 3 porównania etap 1 vs etap 2 vs etap 3 i 2 porównania dla każdego z etapów fizykoterapia vs terapia mięśniowo-powięziowa, gdzie pierwszy z wymienionych czynników miał charakter wewnątrzobiektywny, a drugi – międzyobiektywny. Wyniki analizy przedstawione zostały w tabeli 7 oraz na rycinie 30.

Tabela 7 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na nasilenie dolegliwości bólowych mierzonych na skali VAS

Efekt	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Rodzaj terapii	30,63	30,63	1;56	13,14	< <b>0,001</b>	0,19
Etap	187,07	93,53	2;112	197,36	< <b>0,001</b>	0,78
Etap*Rodzaj terapii	11,18	5,59	2;112	11,80	< <b>0,001</b>	0,17



Ryc. 30 Wartości średnie nasilenia dolegliwości bólowych (VAS) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.

Analiza wykazała, że wszystkie testowane efekty były istotne ( $p < 0,05$ ) statystycznie. Efekt główny rodzaju terapii był związany z wyższą średnią nasilenia dolegliwości bólowych (VAS) w grupie G2 ( $M=4,54$ ;  $SD=1,84$ ) niż w grupie G1 ( $M=3,70$ ;  $SD=1,04$ ). Dla efektu głównego etapu i efektu interakcji wykonano testy post-hoc.

W przypadku efektu głównego etapu, wykazano, że wszystkie wyniki pomiarów różniły się od siebie istotnie na każdym etapie. W każdym przypadku  $p$  było mniejsze od 0,001. Największe nasilenie dolegliwości bólowych zaobserwowano podczas etapu 1 ( $M=5,50$ ;  $SD=1,29$ ), mniejsze podczas etapu 2 ( $M=3,86$ ;  $SD=1,22$ ), a najmniejsze wyniki osoby badane uzyskały w etapie 3 ( $M=3,00$ ;  $SD=0,90$ ). Niezależnie od rodzaju terapii, wykonywane zabiegi bardzo skutecznie zmniejszały dolegliwości bólowe.

W przypadku efektu interakcji etapu i rodzaju terapii w pierwszej kolejności przeanalizowano różnice związane z prostymi efektami głównymi etapu w grupie G1 oraz w grupie G2. Zarówno w grupie G1, w której zastosowano fizykoterapię, jak i w tej, w której zastosowano terapię mięśniowo-powięziową (G2), wszystkie trzy etapy różniły się od siebie istotnie w każdym przypadku  $p < 0,001$ . Analiza statystyk opisowych (Tab. 5 i Tab. 6) wskazuje, że najwyższe średnie nasilenia dolegliwości bólowych w skali VAS, u osób w grupie G1 oraz u osób w grupie G2, wystąpiło w 1 etapie, mniejsze w 2, a najmniejsze w 3 etapie badań.

Następnie, dokonano analizy testów post-hoc dotyczące prostych efektów rodzaju terapii w etapie 1, 2 i 3. Testy post-hoc oraz analiza statystyk opisowych (Tab. 5 i Tab. 6) wskazują, że w etapie 1 istotnie wyższe wyniki dotyczące nasilenia bólu, w skali VAS wystąpiły u osób, w grupie G1 w porównaniu do osób w grupie G2 ( $p < 0,001$ ), natomiast różnice pomiędzy grupami w etapie 2 i 3 były nieistotne statystycznie.

W kolejnej części analiz sprawdzono czy istnieje związek między oceną bólu (VAS) a wskaźnikiem niepełnosprawności (ODI), wynikami prób stabilograficznych z oczami otwartymi i zamkniętymi (KKDO, KKDZ) oraz siłą zginania i prostowania tułowia (MmZg, MmPr, WMmZg, WMmPr) u kobiet i mężczyzn, biorących udział w eksperymencie. W tym celu obliczono współczynniki korelacji  $r$  Pearsona osobno dla pomiarów wykonanych na każdym etapie badania (Tab. 8).

Tabela 8 Korelacja pomiędzy wynikami oceny bólu (VAS) a wskaźnikiem niepełnosprawności (ODI), próbami stabilograficznymi (KKDO, KKDZ), siłą mięśni podczas zginania (MmZg, WMmZg) i prostowania (MmPr, WMmPr) tułowia u kobiet i mężczyzn na każdym z trzech etapów badania

		VAS					
		Etap 1		Etap 2		Etap 3	
		Kobiety	Mężczyźni	Kobiety	Mężczyźni	Kobiety	Mężczyźni
ODI	$r$ Pearsona	<b>0,50</b>	<b>0,71</b>	<b>0,76</b>	<b>0,54</b>	<b>0,59</b>	<b>0,48</b>
	p	<b>0,003</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>0,005</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>0,015</b>
KKDO	$r$ Pearsona	0,15	-0,03	-0,09	0,27	-0,03	0,01
	p	0,404	0,900	0,623	0,192	0,886	0,969
KKDZ	$r$ Pearsona	<b>0,42</b>	<b>0,49</b>	-0,02	<b>0,47</b>	0,09	0,08
	p	<b>0,014</b>	<b>0,013</b>	0,932	<b>0,018</b>	0,631	0,706
MmZg	$r$ Pearsona	<b>-0,35</b>	<b>-0,40</b>	0,01	0,17	0,11	-0,25
	p	<b>0,043</b>	<b>0,046</b>	0,944	0,427	0,551	0,221
MmPr	$r$ Pearsona	<b>-0,54</b>	-0,19	-0,01	0,09	-0,08	0,03
	p	<b>0,001</b>	0,358	0,953	0,653	0,665	0,876
WMmZg	$r$ Pearsona	<b>-0,36</b>	<b>-0,42</b>	-0,10	0,08	-0,10	-0,22
	p	<b>0,041</b>	<b>0,035</b>	0,589	0,687	0,567	0,289
WMmPr	$r$ Pearsona	<b>-0,55</b>	-0,22	-0,14	0,05	-0,23	0,02
	p	<b>0,001</b>	0,297	0,445	0,823	0,203	0,919

Stwierdzono szereg współzależności istotnych statystycznie pomiędzy zmierzonymi wielkościami. W 1 etapie, u kobiet, zaobserwowano istotne związki pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych (VAS) a wszystkimi pozostałymi zmiennymi prócz prób



stabilograficznych z oczami otwartymi (KKDO). Korelacje dotyczące wskaźnika niepełnosprawności (ODI) i prób stabilograficznych z oczami otwartymi (KKDO) były dodatnie a pozostałe ujemne. Związki wskaźników niepełnosprawności (ODI) z siłą prostowania MmPr i WMmPr były silne, a te dotyczące prób stabilograficznych z oczami zamkniętymi (KKDZ), siłą zginania (MmZg i WMmZg) umiarkowane. W przypadku mężczyzn, w 1 etapie istotne statystycznie związki wystąpiły pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych (VAS), a wskaźnikiem niepełnosprawności (ODI), próbami stabilograficznymi z oczami zamkniętymi (KKDZ), siłą zginania (MmZg i WMmZg). Korelacje wskaźnika niepełnosprawności (ODI) z próbami stabilograficznymi z oczami zamkniętymi (KKDZ) były dodatnie, a te dotyczące sił zginania (MmZg i WMmZg) były ujemne. Związek z wskaźnik niepełnosprawności (ODI) był silny, a pozostałe związki były umiarkowane.

W 2 etapie, u kobiet wystąpiła jedna korelacja istotna statystycznie, która dotyczyła wskaźnika niepełnosprawności (ODI). Korelacja pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a wskaźnikiem niepełnosprawności (ODI) była dodatnia i silna. U mężczyzn analiza wykazała dwa związki istotne statystycznie. Dotyczyły one wskaźnika niepełnosprawności (ODI) oraz pomiaru próby stabilograficznej z oczami zamkniętymi (KKDZ). Związki te okazały się dodatnie. Korelacja związana ze wskaźnikiem niepełnosprawności (ODI) była silna, a ta związana z próbą stabilograficzną z oczami zamkniętymi (KKDZ) umiarkowana.

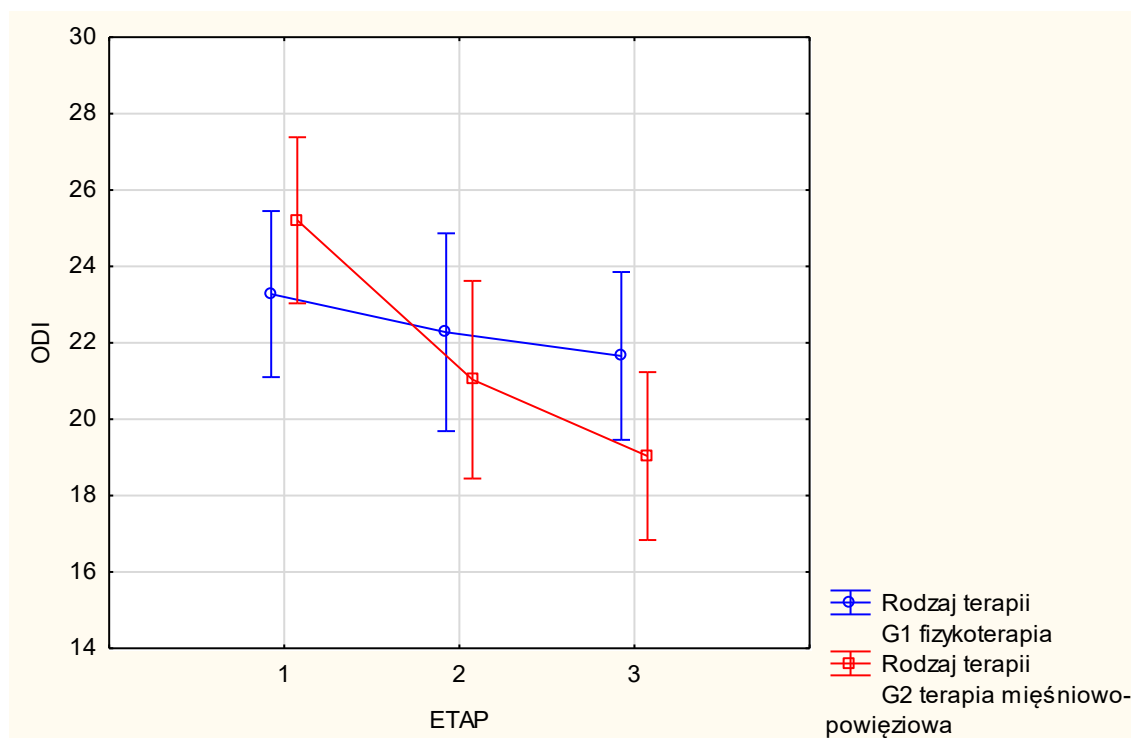
W 3 etapie zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn zaobserwowano po jednej istotnej statystycznie i dodatniej korelacji pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a wskaźnikiem niepełnosprawności (ODI). W przypadku kobiet związek był silny, a u mężczyzn okazał się umiarkowany.

#### **4.2. Wyniki oceny niepełnosprawności badanych z użyciem Oswestry Disability Index**

W kolejnej analizie sprawdzono czy rodzaj zastosowanej terapii ma wpływ na zmianę samooceny niepełnosprawności badanych - wskaźnik ODI. W tym celu powtórnie wykonana została dwuczynnikowa analiza wariancji w schemacie mieszanym 3 porównania (etap 1 vs etap 2 vs etap 3) i 2 analizy (fizykoterapia vs terapia mięśniowo-powięziowa). Wyniki zostały zaprezentowane w tabeli 9 i na rycinie 31.

Tabela 9 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na ocenę niepełnosprawności (ODI)

Efekt	SS	MS	df	F	p	$\eta^2$
Rodzaj terapii	18,02	18,02	1;56	0,16	0,689	0,00
Etap	456,05	228,02	2;112	72,56	< 0,001	0,56
Etap*Rodzaj terapii	157,98	78,99	2;112	25,13	< 0,001	0,31



Ryc. 31 Wartości średnie wskaźnika oceny niepełnosprawności (ODI) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.

Wykazano, że efekt główny etapu i efekt interakcji okazały się istotne statystycznie. Dla obu efektów przeprowadzono więc testy post-hoc.

W przypadku efektu głównego etapu wykazały one, że wszystkie trzy etapy różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie ( $p < 0,001$ ). Średnio najwyższy wynik wskaźnika niepełnosprawności (ODI) badani uzyskali w 1 etapie ( $M=24,24$ ;  $SD=5,88$ ), niższy w etapie 2 ( $M=21,66$ ;  $SD=6,92$ ), a najniższy w etapie 3 ( $M=20,34$ ;  $SD=6,00$ ). Wyniki wskazują, że niezależnie od rodzaju terapii, wykonywane zabiegi obniżyły ocenę niepełnosprawności bezpośrednio po odbyciu 4-tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego, oraz 6 tygodni po jego zakończeniu.

W przypadku efektu interakcji etapu i rodzaju terapii w pierwszej kolejności przeanalizowano różnice związane z prostymi efektami głównymi etapu w grupie G1 oraz

w grupie G2. W przypadku osób z grupy G1, u których zastosowana została fizykoterapia, w sposób istotny różniły się jedynie etapy 1 i 3 ( $p=0,009$ ). Analiza podstawowych statystyk opisowych (Tab. 5) wskazuje, że w etapie 1 badani w grupie G1 osiągnęli istotnie wyższy wynik niż w etapie 3. Wskaźnik ODI obniżył się więc istotnie w stosunku do poziomu mierzonego przed rozpoczęciem turnusu rehabilitacyjnego po 6 tygodniach od jego zakończenia. Nieistotne statystycznie okazały się różnice pomiędzy poziomem niepełnosprawności między 2 a 1 i 3 etapem.

W przypadku osób, u których zastosowano terapię mięśniowo-powięziową w grupie G2, wyniki ankiety ODI różniły się od siebie i malały na każdym etapie istotnie ( $p<0,001$ ). Stwierdzono, że najwyższą średnią osoby w grupie G2 uzyskały w 1 etapie, mniejszą w 2, a najmniejszą w 3. Oznacza to, że samoocena niepełnosprawności w skali ODI, w grupie G2 obniżyła się po 4 tygodniowym turnusie rehabilitacyjnym oraz po 6 tygodniach od jego zakończenia bardzo wyraźnie.

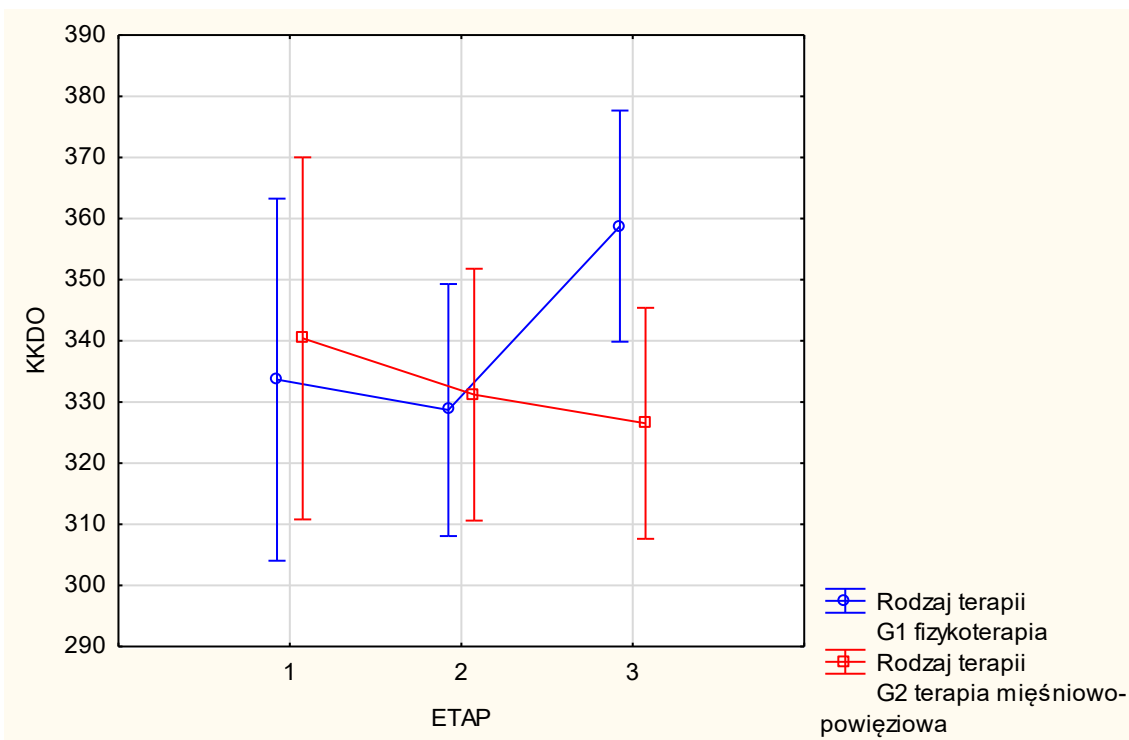
W kolejnym kroku przeanalizowano wyniki testów post-hoc, które dotyczyły efektów rodzaju terapii w etapie 1, 2 i 3. Zaobserwowano, że pomiędzy grupami nie wystąpiły istotne statystycznie różnice w żadnym z trzech etapów badania.

### 4.3. Wyniki pomiarów stabilograficznych

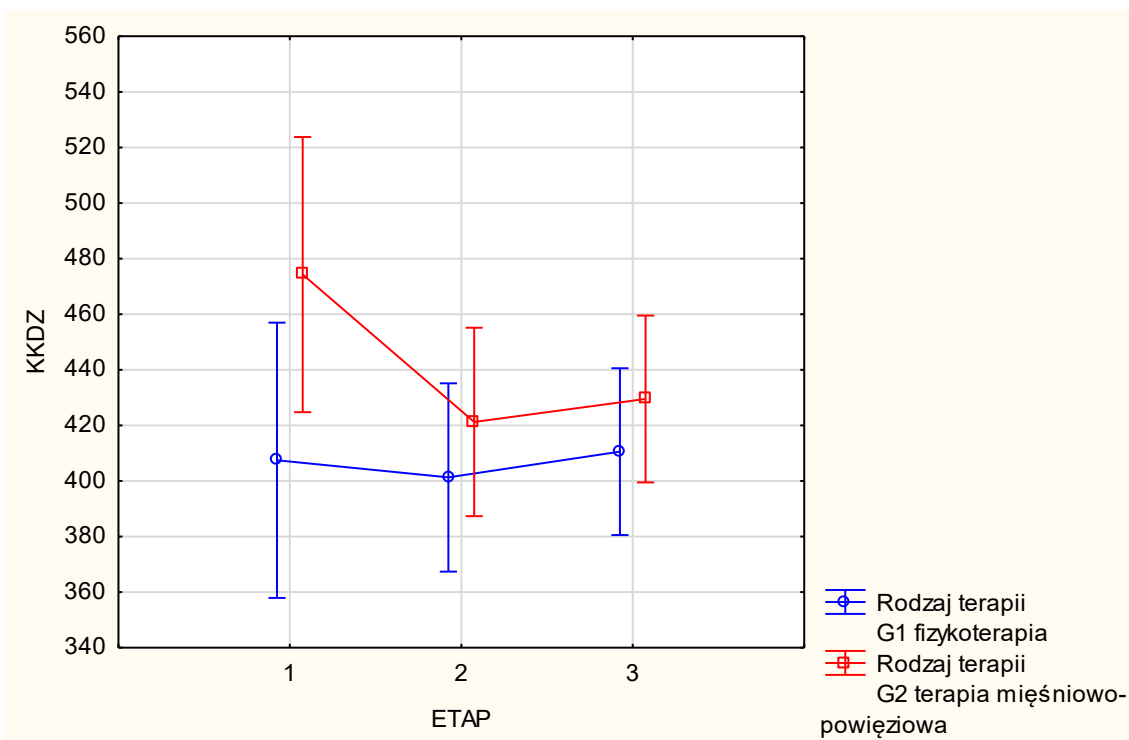
W celu weryfikacji hipotez dotyczących wpływu rodzaju zastosowanej terapii na wyniki prób stabilograficznych (KKDO oraz KKDZ) ponownie wykonano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA) w schemacie mieszanym 3 porównania (etap 1 vs etap 2 vs etap 3) i 2 analizy, grupa G1- fizykoterapia vs terapia mięśniowo-powięziowa grupa G2. Wyniki przedstawiono w tabeli 10 i na rycinach 32-33.

Tabela 10 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na wyniki prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO) i zamkniętymi (KKDZ)

Zmienna		<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
	Rodzaj terapii	2549,17	2549,17	1;56	0,36	0,554	0,01
KKDO	Etap	4691,05	2345,52	2;112	0,98	0,371	0,02
	Etap*Rodzaj terapii	13277,90	6638,95	2;112	2,77	0,075	0,05
	Rodzaj terapii	54025,03	54025,03	1;56	2,48	0,121	0,04
KKDZ	Etap	26826,63	13413,32	2;112	2,48	0,088	0,04
	Etap*Rodzaj terapii	21707,48	10853,74	2;112	2,01	0,139	0,03



Ryc. 32 Wartości średnie prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.



Ryc. 33 Wartości średnie prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami zamkniętymi (KKDZ) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic wszystkich efektów - zarówno dla prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami otwartymi, jak i z zamkniętymi. Oznacza to, że wyniki stabilografii nie różniły się od siebie pomiędzy grupami G1 i G2, nie zaistniał efekt główny rodzaju terapii, ani efekt główny etapu. Nie stwierdzono także efektu interakcji, czyli wpływu rodzaju terapii na efekty rehabilitacji w obu grupach.

Uzyskane wartości długości ścieżki parcia stóp na podłoże (TL) porównano z odpowiednimi wartościami normatywnymi w postaci 6-cio pkt. skali (Wychowański, 2008), (Wychowański i in., 2015). Wartości referencyjne, do klasyfikacji wyników prób stabilograficznych uzyskano na 283 zdrowych osobach, studentach AWF Warszawa. Średni wynik oceny stabilograficznej w grupie referencyjnej w 6-cio pkt. skali wynosi 3,5 pkt. Punktowe oceny równowagi eliminują wpływ wysokości ciała na wynik prób stabilograficznych, są unormowane względem wysokości ciała. Według przyjętego sposobu kategoryzacji wyników pomiarów „6” oznacza ocenę celującą, „5”- bardzo dobrą, „4”- dobrą, „3”- dostateczną, „2”- mierną, „1”- złą (niedostateczną).

Sprawdzono czy oceny prób stabilograficznych osób, u których zastosowana była fizykoterapia (grupa G1) różnią się od osób, u których przeprowadzono terapię mięśniowo-powięziową (grupa G2), w zakresie ocen utrzymywania równowagi w skali 6-cio pkt., podczas stania obunóż z oczami otwartymi i zamkniętymi na każdym z trzech etapów badania. W tym celu przeprowadzone zostały testy *t* Studenta dla prób niezależnych.

Tabela 11 przedstawia uśrednione oceny stabilograficzne w skali 6-cio pkt. podczas stania obunóż z oczami otwartymi i zamkniętymi. Przedstawiono wyniki 13 kobiet i 16 mężczyzn z grupy G1, oraz 20 kobiet i 9 mężczyzn z grupy G2.

Tabela 11 Porównanie grupy G1 i G2 pod względem ocen utrzymywania równowagi w skali 6-cio pkt. podczas stania obunóż z oczami otwartymi oraz zamkniętymi w trzech etapach badania

	G1 - fizykoterapia (n = 29)		G2 - terapia mięśniowo- powięziowa (n = 29)		<i>t</i>	<i>p</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
Etap 1	Stanie obunóż z oczami otwartymi (KKDO)	1,83	0,54	1,72	0,59	0,70	0,489
	Stanie obunóż z oczami zamkniętymi (KKDZ)	1,59	0,63	1,34	0,61	1,48	0,144
Etap 2	Stanie obunóż z oczami otwartymi (KKDO)	1,86	0,58	1,72	0,65	0,85	0,397
	Stanie obunóż z oczami zamkniętymi (KKDZ)	1,59	0,57	1,48	0,63	0,65	0,515
Etap 3	Stanie obunóż z oczami otwartymi (KKDO)	1,48	0,51	1,83	0,60	<b>-2,36</b>	<b>0,022</b>
	Stanie obunóż z oczami zamkniętymi (KKDZ)	1,55	0,51	1,52	0,63	0,23	0,820

Wykazano istotną statystycznie różnicę ( $p=0,022$ ), pomiędzy grupami G1 i G2 jedynie dla oceny utrzymania równowagi podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO) w etapie 3. Średnia ocen u osób, u których zastosowano fizykoterapię była niższa niż u osób, u których przeprowadzona była terapia mięśniowo-powięziowa. W pozostałych przypadkach nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic między grupami.

W wynikach oceny równowagi na platformie stabilograficznej zaobserwowano, że zarówno pacjenci w grupie G1, jak również w grupie G2 uzyskiwali, w skali 6-cio pkt., wyniki zbliżone do oceny miernej podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO). Badani, w obu grupach, w próbach z oczami zamkniętymi (KKDZ) utrzymywali równowagę na poziomie niedostatecznym lub miernym w porównaniu z młodą, zdrową populacją.

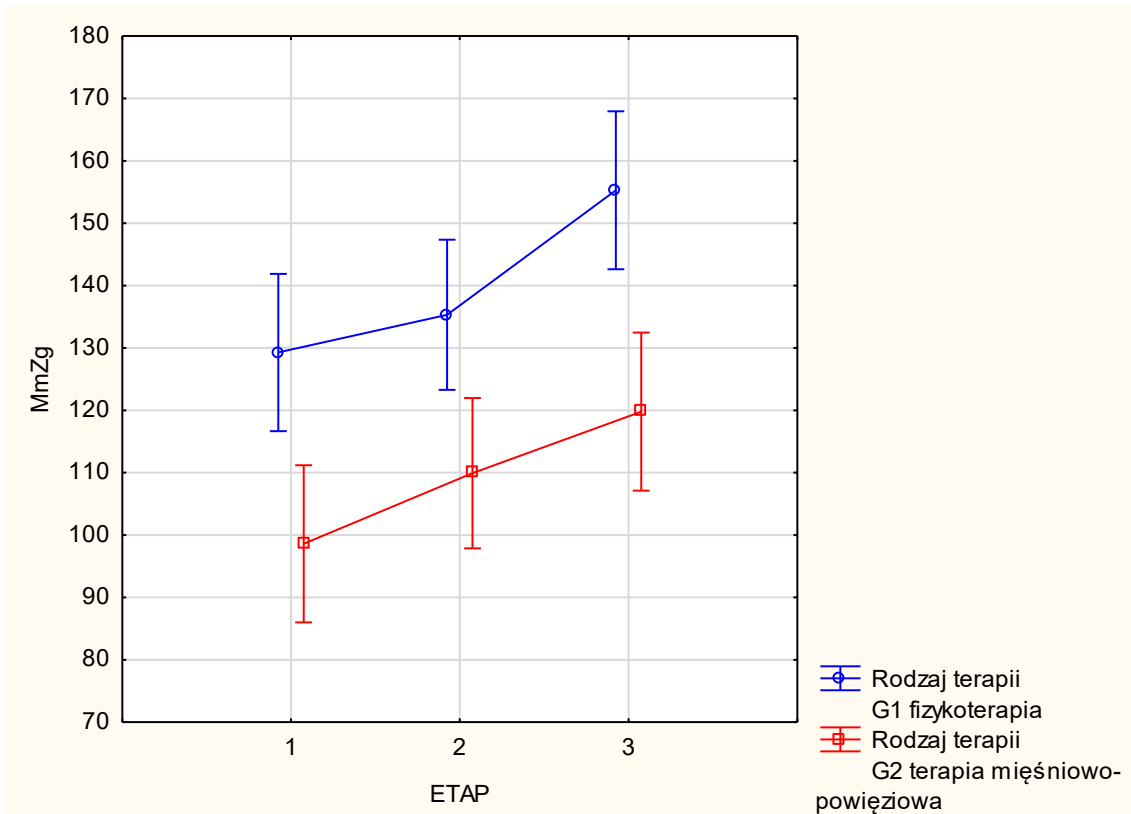
#### 4.4. Wyniki pomiarów momentów sił podczas zginania i prostowania tułowia

Sprawdzono czy rodzaj zastosowanej terapii miał wpływ na zmianę siły mięśni podczas zginania i prostowania tułowia w warunkach statyki. W tym celu wykonano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA) w schemacie mieszanym 3 porównania, etap 1 vs etap 2 vs etap 3 i 2 analizy fizykoterapia vs terapia mięśniowo-powięziowa. Wyniki dla

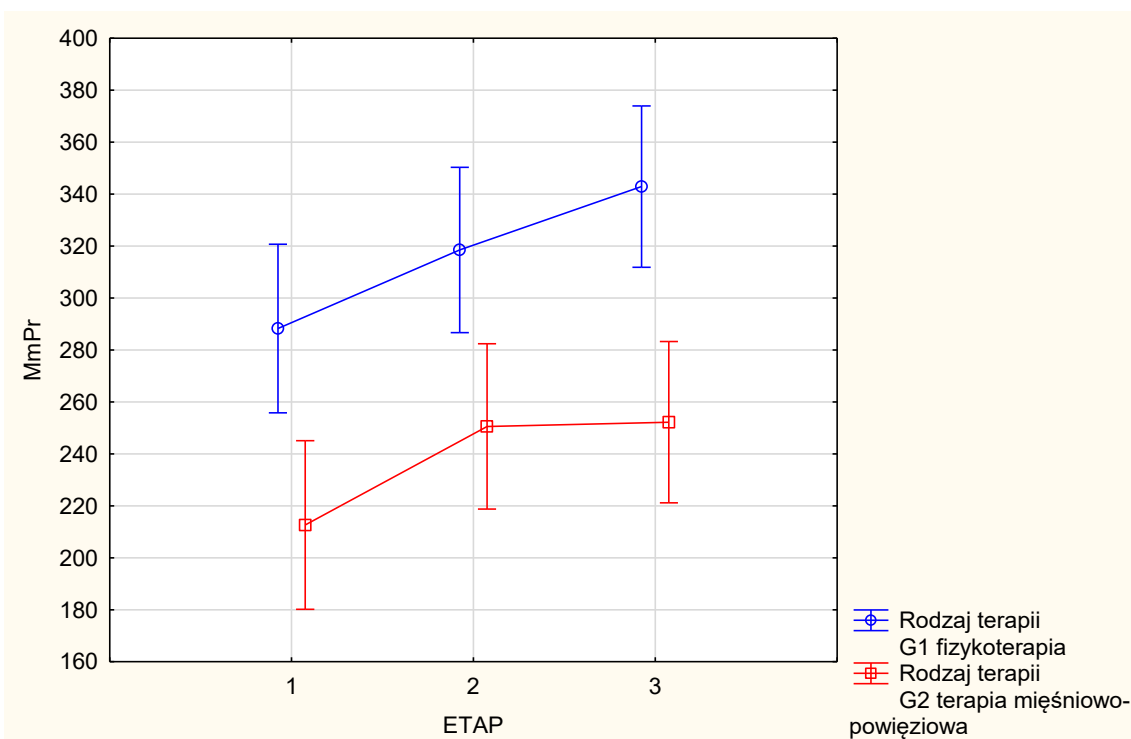
każdej ze zmiennych: momentu siły mięśni podczas zginania (MmZg) i prostowania tułowia (MmPr), oraz momentu względnego siły mięśni podczas zginania (WMmZg) i prostowania tułowia (WMmPr) zostały zaprezentowane w tabeli 12 oraz na rycinach 34-37.

Tabela 12 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na wyniki pomiarów momentów siły i względnych momentów siły zginania oraz prostowania tułowia (MmZg, MmPr, WMmZg, WMmPr)

Zmienna	Efekt	SS	MS	df	F	p	$\eta^2$
MmZg	Rodzaj terapii	40524,15	40524,15	1;56	14,30	< <b>0,001</b>	0,20
	Etap	16531,45	8265,73	2;112	31,83	< <b>0,001</b>	0,36
	Etap*Rodzaj terapii	740,31	370,15	2;112	1,43	0,245	0,02
MmPr	Rodzaj terapii	265347,09	265347,09	1;56	14,41	< <b>0,001</b>	0,20
	Etap	68623,46	34311,73	2;112	19,73	< <b>0,001</b>	0,26
	Etap*Rodzaj terapii	3888,27	1944,13	2;112	1,12	0,324	0,02
WMmZg	Rodzaj terapii	5,37	5,37	1;56	15,07	< <b>0,001</b>	0,21
	Etap	3,43	1,71	2;112	39,21	< <b>0,001</b>	0,41
	Etap*Rodzaj terapii	0,11	0,05	2;112	1,21	0,301	0,02
WMmPr	Rodzaj terapii	33,72	33,72	1;56	13,84	< <b>0,001</b>	0,20
	Etap	15,37	7,68	2;112	24,30	< <b>0,001</b>	0,30
	Etap*Rodzaj terapii	0,69	0,35	2;112	1,09	0,329	0,02

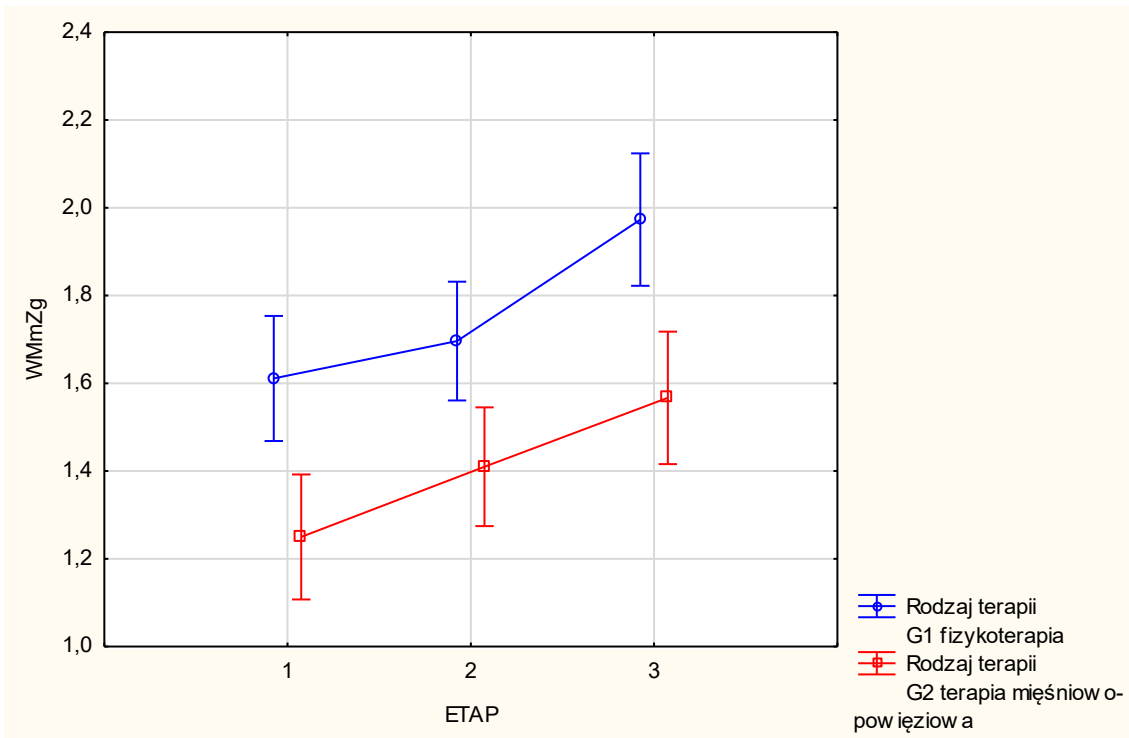


Ryc. 34 Wartości średnie momentu siły zginania tułowia (MmZg) [Nm] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.

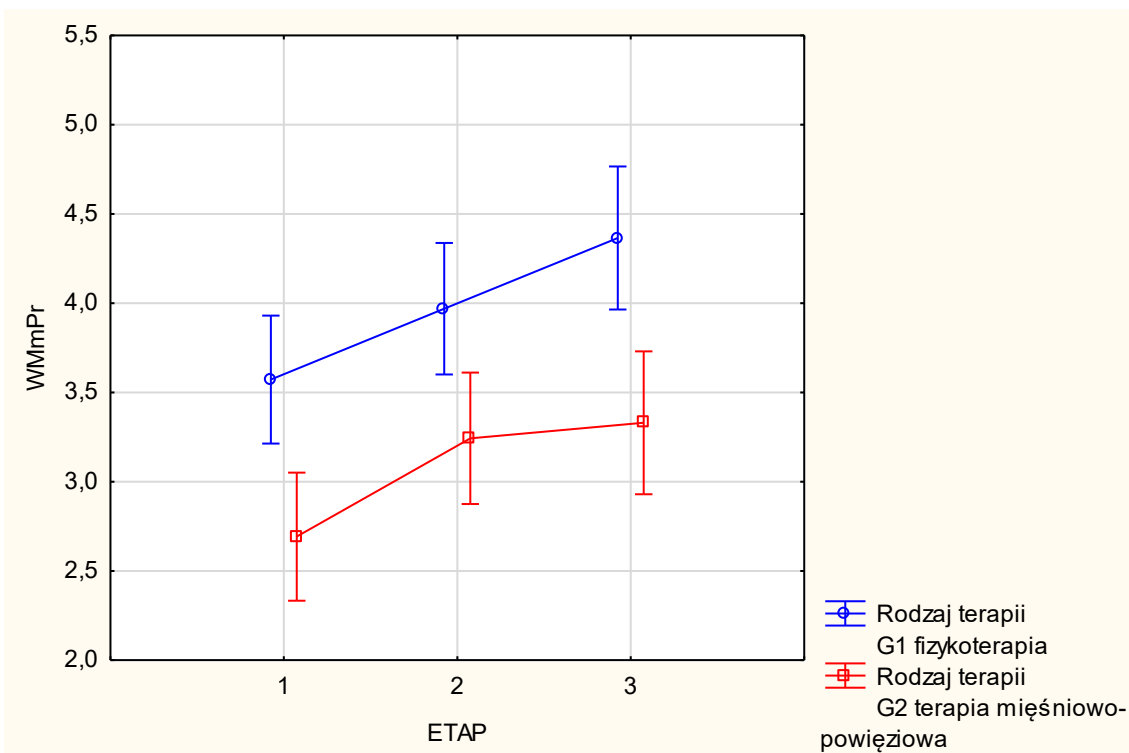


Ryc. 35 Wartości średnie momentu siły prostowania tułowia (MmPr) [Nm] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.





Ryc. 36 Wartości średnie względnego momentu siły zginania tułowia (WMmZg) [Nm/kg] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.



Ryc. 37 Wartości średnie względnego momentu siły prostowania tułowia (WMmPr) [Nm/kg] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.

Wykazano, że w przypadku każdej ze zmiennych (MmZg, MmPr, WMmZg i WMmPr) istotne okazały się jedynie efekty główne - rodzaju terapii oraz etapu. Nieistotne statystycznie były efekty interakcji, co wskazuje że rodzaj terapii nie miał wpływu na siły zginania i prostowania tułowia.

W przypadku momentu siły zginania tułowia (MmZg), niezależnie od etapu badania, efekt główny rodzaju terapii, wyższy wynik osiągnęły osoby w grupie G1, w której zastosowano fizykoterapię ( $M=139,96$ ;  $SD=29,36$ ) w porównaniu do osób, u których stosowana była terapia mięśniowo-powięziowa ( $M=109,44$ ;  $SD=39,02$ ).

Wykonane dla efektu głównego etapu testy post-hoc wykazały, biorąc pod uwagę wszystkich badanych, wykonane pomiary na poszczególnych etapach badań różniły się od siebie w sposób istotny statystycznie. Istotność różnic wynosiła  $p<0,012$  dla porównania pomiędzy etapem 1 i 2, a  $p<0,001$  dla różnic pomiędzy etapem 3 a 1 i 2. Najniższe wyniki pacjenci uzyskali przed rozpoczęciem turnusu rehabilitacyjnego ( $M=113,94$ ;  $SD=36,98$ ), wyższe po 4 tygodniach rehabilitacji ( $M=122,62$ ;  $SD=34,54$ ), a najwyższe po 6 tygodniach od zakończenia turnusu ( $M=137,54$ ;  $SD=38,20$ ). Średnia siła zginania tułowia poprawiła się istotnie, u wszystkich badanych bezpośrednio po odbyciu rehabilitacji, a także po 6 tygodniach od zakończenia rehabilitacji.

Momenty siły prostowania tułowia (MmPr), niezależnie od etapu badania, średnio wyższe wyniki uzyskały osoby w grupie G1 ( $M=316,57$ ;  $SD=75,73$ ) w porównaniu do osób z grupy G2 ( $M=238,46$ ;  $SD=96,78$ ). Przeprowadzone zostały testy post-hoc dla efektu głównego etapu. Wykazano, że istotnie statystycznie ( $p<0,001$ ) różniły się od siebie etap 1 i 2 oraz 1 i 3. Pomiar wykonany podczas etapu 1 ( $M=250,45$ ;  $SD=94,50$ ), był istotnie niższy w porównaniu do etapu 2 ( $M=284,54$ ;  $SD=91,46$ ) i 3 ( $M=297,55$ ;  $SD=94,56$ ). Siła zginania tułowia wzrosła po odbyciu 4 tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego, nie uległa ona zmianie pomiędzy pomiarem 2 i 3.

W kolejnym kroku przeanalizowane zostały wyniki dla momentu względnego siły zginania tułowia (WMmZg). Analiza statystyk opisowych dotyczących efektu głównego rodzaju terapii wykazała, że niezależnie od etapu badania (etap 1,2,3) średnio wyższy wynik w tym zakresie miały osoby, u których zastosowano fizykoterapię ( $M=1,76$ ;  $SD=0,30$ ) w porównaniu do osób, u których zastosowano terapię mięśniowo-powięziową ( $M=1,41$ ;  $SD=0,49$ ). Następnie wykonano testy post-hoc związane z efektem głównym etapu. Wykazały one, biorąc pod uwagę wszystkie osoby badane, że istotnie statystycznie ( $p<0,001$ ) różniły się od siebie wszystkie trzy etapy. Średnio najniższy wynik badani

osiągnęli w 1 etapie badania ( $M=1,43$ ;  $SD=0,42$ ), wyższy w 2 etapie ( $M=1,55$ ;  $SD=0,39$ ), a najwyższy w 3 etapie ( $M=1,77$ ;  $SD=0,45$ ). Oznacza to, że względna siła zginania tułowia uległa poprawie po 4 tygodniowym turnusie oraz ponownie po 6 tygodniach od zakończenia rehabilitacji.

W ostatnim kroku dokonano analizy dotyczącej względnej siły prostowania tułowia (WMmPr). Bez względu na etap badania, efekt główny rodzaju terapii, wyższy wynik pod tym względem miały osoby, u których przeprowadzono fizykoterapię, grupa G1 ( $M=3,97$ ;  $SD=0,77$ ) niż osoby, u których zastosowana została terapia mięśniowo-powięziowa, grupa G2 ( $M=3,09$ ;  $SD=1,26$ ). Przeprowadzono testy post-hoc dla efektu głównego etapu. Wyniki wykazały istotne statystycznie różnice ( $p<0,001$ ) pomiędzy etapem 1 i 2 oraz 1 i 3. W etapie 1 średnie wyniki pomiarów względnej siły prostowania tułowia (WMmPr) były niższe ( $M=3,13$ ;  $SD=1,05$ ) w porównaniu do tych uzyskanych w etapie 2 ( $M=3,61$ ;  $SD=1,05$ ) i etapie 3 ( $M=3,85$ ;  $SD=1,19$ ). Uzyskane wyniki wskazują, że względna siła prostowania tułowia wzrosła bezpośrednio po turnusie rehabilitacyjnym w porównaniu do poziomu wyjściowego i pozostała na podobnym poziomie także po 6 tygodniach od jego zakończenia.

## 5. Dyskusja

W literaturze przedmiotu, dotyczącej leczenia kręgozmyku, który stał się powszechną chorobą osób starzejących się, nie ma jednoznacznych dowodów na potwierdzenie skuteczności powszechnych niechirurgicznych interwencji u osób z jego objawami. Nieliczni autorzy sygnalizują ten problem: *„Ze względu na brak takich doniesień w istniejącej literaturze, które zostały wyszczególnione, obecne zalecenia dotyczące praktyki wymagają włączenia wyników dostępnych badań do istniejących paradygmatów klinicznych i biologicznych w celu zapewnienia racjonalnej podstawy dla zaleceń dotyczących leczenia kręgozmyku”* (Kalichman i Hunter, 2008).

Leczenie zachowawcze uważane jest za standard opieki nad pacjentami ze spondylolizą i powinno być stosowane w jego różnych postaciach u pacjentów z objawowym bólem krzyża, którzy nie mają deficytów neurologicznych, jak również spondylolistezy poniżej III<sup>o</sup> (Dunn i in., 2009).

Autorzy zajmujący się tematyką kręgozmyku zgodnie podkreślają, że jedynym stałym objawem tego schorzenia jest ból (Marciniak, 2006), (Boos, 2009), (O’Sullivan, 2000). Zarówno dolegliwości bólowe, jak i inne objawy spowodowane ześlizgiem kręgów, wpływają na sprawność funkcjonalną chorych (Earl, 2002). Ból jest przyczyną niepełnosprawności i powiązanych z nią czynników społecznych, co pociąga za sobą zwiększone wydatki między innymi na diagnostykę i leczenie kręgozmyku. Dlatego, konieczne jest poszukiwanie skutecznych metod leczenia zespołów bólowych kręgosłupa (Delito i in., 2012).

Dokonując przeglądu piśmiennictwa, stwierdzono, iż protokoły terapeutyczne, leczenia kręgozmyku mogą obejmować zastosowanie różnych metod łagodzenia bólu, w tym kinezyterapię, czy fizykoterapię (Stasinopoulos, 2004), (Kalichman i Hunter, 2008).

Dostępne artykuły zawierają szereg różnych interpretacji wyników terapii uzyskanych zwykle na mało licznych grupach, co utrudnia przeprowadzenie jednoznacznej oceny klinicznej skuteczności przeprowadzanych terapii kręgozmyku (van Middelkoop i in., 2011).

Należy podkreślić, iż żaden z cytowanych autorów: (O’Sullivan, 2000), (Smith i Hu, 1999), (Halpin, 2012) nie zastosował podobnej kombinacji metod terapeutycznych, takich, jak te, które zastosowano w niniejszej pracy, do leczenia dolegliwości bólowych u pacjentów z kręgozmykiem. Opublikowane programy leczenia różnią się istotnie od tych, które zastosowano w badaniach własnych.

Zastosowane, w tej pracy eksperymenty polegały na ocenie skuteczności leczenia pacjentów z kręgozmykiem I° lub II° po zastosowaniu dwóch 4-tygodniowych programów rehabilitacji, obejmujących, znane i powszechnie rekomendowane metody terapeutyczne, szeroko stosowane w leczeniu dolegliwości bólowych kręgosłupa. W przeciwieństwie do większości programów rehabilitacji pacjentów z kręgozmykiem, przedstawionych w literaturze, opierających się głównie na treningu stabilności kręgosłupa, w szczególności na ćwiczeniach aktywujących mięśnie brzucha (O'Sullivan, 2000), (Smith i Hu, 1999), w niniejszych badaniach pacjenci, poddani zostali ćwiczeniom kinezyterapeutycznym, oraz zabiegom fizykoterapeutycznym: takim jak: terapia polem magnetycznym niskiej częstotliwości, stymulacja prądami TENS oraz ultradźwiękami w grupie G1. Natomiast, w grupie G2 zastosowano terapię mięśniowo-powięziową punktów spustowych. Zastosowanie tej metody do leczenia bólu w przypadku kręgozmyku raportował Halpin (Halpin, 2012).

Za główny cel praktyczny dysertacji przyjęto określenie poziomu sprawności funkcjonalnej pacjentów z kręgozmykiem I° lub II°, podczas utrzymywania równowagi w postawie stojącej i siły tułowia podczas zginania i prostowania w warunkach statyki. Ocenie poddano poziom dolegliwości bólowych i niepełnosprawności pacjentów oraz sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi, jak również siły zginaczy i prostowników tułowia po udziale w 4-tygodniowym programie rehabilitacji pacjentów z kręgozmykiem I° lub II° realizowanym w wybranej przychodni NFZ.

Na podstawie przeglądu piśmiennictwa przyjęto że, najczęstsza strategia diagnostyki pacjentów z kręgozmykiem rozpoczyna się od dokładnego wywiadu i oceny fizykalnej. Obrazowanie służy do potwierdzenia diagnozy klinicznej i dostarczenia dowodów do oceny zakresu kręgozmyku (Watters i in., 2009). Badania fizykalne oraz kwestionariusze oceny stały się ważnym środkiem pomocniczym w diagnostyce, ponieważ są proste w wykonaniu i nie zajmują dużo czasu (Wang i Huang, 2022). Zgodnie z moją najlepszą wiedzą, niniejsze badania są pierwszymi, w których zastosowano tak szeroki zakres diagnostyki pacjentów z kręgozmykiem I° lub II°.

Bardzo ważnym aspektem niniejszej pracy jest fakt, że wszyscy pacjenci poddani byli ujednoliconemu programowi kinezyterapeutycznemu, polegającemu na wykonaniu ćwiczeń wzmacniających gorset mięśniowy okolic grzbietu oraz brzucha, a także zastosowaniu treningu równowagi. Ćwiczenia wzmacniające gorset mięśniowy zastosowano w celu wzmocnienia siły mięśni stabilizujących tułów. Przyjęty protokół rehabilitacji, opracowano

na podstawie doświadczenia własnego oraz przeglądu literatury: (Steele i in., 2015), (Suh i in., 2019), (Smith i in., 2014), (Niederer i Mueller, 2020), (Hicks i in., 2005), (Kim i Kim, 2018), (Noormohammadpour i in., 2018), (Mayer i in., 2008), (Koumantakis i in., 2005), (Wang i in., 2012), (Hodges, 2003).

Mając na uwadze zaburzoną kontrolę nerwowo-mięśniową badanych, uważaną za ważny czynnik w rozwoju dolegliwości bólowych oraz rodzaj schorzenia, jakim jest kręgozmyk, mogący znacznie wpływać na postawę ciała pacjenta i sposób obciążania kończyn dolnych w pozycji stojącej, zaplanowano odpowiednie ćwiczenia równowagi.

U pacjentów biorących udział w eksperymencie zastosowano trening równowagi, opracowany z wykorzystaniem wskazówek zawartych w programach ćwiczeń OTAGO (Leem i in., 2019), (Martins i in., 2018), (Sherrington i in., 2008), (Nitz i Choy, 2004).

Program ćwiczeń OTAGO obejmuje ćwiczenia siłowe, oraz ćwiczenia równowagi, uwzględniające różne formy treningu chodu, takie jak: chodzenie do tyłu, chodzenie po ósemce, chodzenie bokiem, chodzenie swobodne i chodzenie po schodach (Leem i in., 2019).

Program ćwiczeń OTAGO zalecany jest dla osób starszych, mogących samodzielnie ćwiczyć w warunkach domowych (Martins i in., 2018). Wyniki badań Leem i współpracowników (2019) wykazały, że ćwiczenia OTAGO mają pozytywny wpływ na siłę mięśni, równowagę ciała i zdolność chodzenia osób starszych.

Skomplikowana, wielostawowa budowa ciała człowieka, sprawnie sterowana przez układ nerwowy pozwala człowiekowi zachować równowagę w różnych konfiguracjach ciała, na przykład w staniu na dwóch KKD lub w ruchu w przypadku sprawności wszystkich narządów sterujących (Sohn i in., 2013). Z wiekiem obserwuje się upośledzenie sprawności wszystkich elementów układu kontroli postawy, ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego, narządów zmysłów, oraz układu mięśniowo-szkieletowego, co przyczynia się do pogorszenia stabilności postawy u osób w podeszłym wieku (Baloh i in., 2003).

Sprawna kontrola równowagi to istotny element wskazujący na skuteczność przeprowadzonego procesu rehabilitacji, szczególnie u osób starszych. Narzędziem służącym do oceny koordynacji ruchowej podczas stania w pozycji pionowej jest powszechnie znana i stosowana na całym świecie stabilografia. Dzięki platformie stabilograficznej możliwa jest rejestracja przemieszczeń środka parcia stóp na podłoże, COP (*Center of Pressure*). Analiza przemieszczeń COP jest stosowana zarówno w badaniach

rutynowych sportowców, pacjentów, a także osób w podeszłym wieku (Wychowański i in., 2015), (Wychowański, 2008), (Błaszczuk, 2008).

W niniejszej pracy, dokonano porównania wyników prób stabilograficznych dwóch grup G1 i G2, na trzech etapach badań: przed leczeniem, po leczeniu, oraz 6 tygodni po zakończeniu procesu rehabilitacji. Wyniki prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO) nie uległy zmianie w kolejnych etapach badań, zaobserwowane różnice były nieistotne statystycznie. Podobnie było zarówno w przypadku osób, u których zastosowana była fizykoterapia, grupa G1, jak i u osób, u których wykonywano terapię mięśniowo-powięziową punktów spustowych, grupa G2. Wyniki w grupach G1 i G2 nie różniły się od siebie istotnie na żadnym z etapów badań. Obie grupy uzyskały zbliżone wyniki zarówno podczas badania dokonanego przed rozpoczęciem rehabilitacji, etap 1, jak i dzień po zakończeniu turnusu, etap 2 oraz w 6 tygodni po odbyciu leczenia, etap 3. Wyniki w obu grupach i w poszczególnych etapach były wręcz identyczne. Podobnie było w przypadku prób z oczami zamkniętymi. Wyniki prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami zamkniętymi (KKDZ) nie zmieniły się w sposób istotny statystycznie, na skutek rehabilitacji, niezależnie od rodzaju zastosowanej terapii. Pomędzy wynikami pomiarów stabilograficznych dokonanych u wszystkich pacjentów przed rozpoczęciem leczenia, po jego zakończeniu oraz 6 tygodni po skończeniu turnusu nie wystąpiły różnice świadczące o poprawie sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi. Analogicznie, sytuacja wyglądała w każdej z grup, w G1, w której wykonano fizykoterapię oraz w grupie G2, w której zastosowano terapię mięśniowo-powięziową. Istotnych różnic nie odnotowano również porównując wyniki obu grup w poszczególnych etapach badań. Pacjenci z grupy G1 uzyskali wyniki zbliżone do wyników pacjentów z grupy G2 zarówno w 1, jak i 2 oraz 3 etapie badań.

Brak znaczącej poprawy w 2 etapie badań, zarówno w grupie G1, jak i w grupie G2, można tłumaczyć zbyt krótkim czasem poświęconym na wykonywanie ćwiczeń równowagi, podczas trwania 4-tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego. Na podstawie wywiadu przeprowadzonego z badanymi, wyniki eksperymentu uzyskane w 3 etapie badań, można skomentować, że wynikają one z zaprzestania intensywnego treningu koordynacyjnego pod okiem fizjoterapeuty w okresie 6 tygodni po zaprzestaniu procesu rehabilitacji.

W literaturze można znaleźć raport Rajfura i współpracowników (2017), w którym elektroterapia i ćwiczenia kinezyterapeutyczne wykazały się wysoką skutecznością. Autorzy, jako jedni z nielicznych dokonali oceny wpływu zastosowanego programu

elektroterapii i ćwiczeń kinezyterapeutycznych na parametry stabilograficzne u pacjentów z bólem krzyża. Próby stabilograficzne przeprowadzono dwukrotnie, przed rozpoczęciem terapii oraz po zakończeniu procesu leczenia. Autorzy, przeprowadzili ocenę sprawności równowagi na dwupłytovej platformie stabilograficznej wyposażonej w komputerowo wspomagany system posturograficzny, produkcji CQ Elektronik System (Polska), model CQ Stab2P. Błąd pomiaru wyniósł 0,86%. Autorzy, zbadali łącznie 127 pacjentów z bólem dolnego odcinka kręgosłupa, których podzielono na 6 grup, od A do F. U pacjentów w grupie A, B, C zastosowano prądy TENS. W grupie D zastosowano prądy interferencyjne, natomiast w grupie E prądy diadynamiczne. U pacjentów z grupy F zastosowano wyłącznie techniki i ćwiczenia obejmujące: techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego mięśnia prostownika grzbietu, ćwiczenie prawidłowego oddychania, ćwiczenia aktywujące mięsień poprzeczny brzucha oraz ćwiczenia koordynacyjne, o łącznym czasie trwania jednej sesji treningowej 45 min. U pacjentów w grupie A zastosowano podobne, jak w pracy własnej parametry prądu. Podczas elektroterapii zastosowano prąd prostokątny o częstotliwości 100 Hz i czasie trwania impulsu 100  $\mu$ s. Autorzy zastosowali jedynie dłuższy czas trwania terapii, niż w eksperymencie własnym. Pojedynczy zabieg trwał 60 min, a w niniejszej pracy czas trwania pojedynczego zabiegu był o połowę krótszy, wynosił 30 min.

Wyniki prób stabilograficznych uzyskane przez wymienionych wyżej autorów uległy poprawie we wszystkich grupach. Wyniki dla grupy A, w której zastosowano prądy TENS, przedstawiały się następująco: KKDO przed leczeniem  $TL_{\text{sr}}=192\pm 45$  mm; po leczeniu  $TL_{\text{sr}}=185\pm 27$  mm. W badaniach własnych, średnia długość ścieżki środka parcia stóp na podłoże TL, w trakcie stania obunóż z oczami otwartymi KKDO, w grupie G1, w której zastosowano fizykoterapię i ćwiczenia kinezyterapeutyczne, przed rozpoczęciem rehabilitacji wynosiła  $TL_{\text{sr}}=334\pm 76$  mm. Po zakończeniu turnusu rehabilitacyjnego średni wynik KKDO w tej grupie wynosił  $TL_{\text{sr}}=329\pm 56$  mm, natomiast 6 tygodni po zakończeniu turnusu średni wynik KKDO w grupie G1 to  $TL_{\text{sr}}=359\pm 46$  mm. Można wnioskować, że zastosowana w niniejszym eksperymencie fizykoterapia, okazała się być nie skuteczna w poprawie koordynacji ruchowej. Ponadto brak kontynuacji treningu koordynacyjnego, w okresie między 2 a 3 etapem badań, warunkował wręcz pogorszeniem wyników KKDO. Wskazuje to, że aby poprawić sprawność mechanizmu utrzymywania równowagi, należy skupić się na intensywnym treningu, polegającym w dużej mierze na wykonywaniu ćwiczeń równowagi.



W odniesieniu do wyników własnych, uzyskanych podczas prób stabilograficznych w staniu obunóż z oczami zamkniętymi, średnia przed rozpoczęciem rehabilitacji w grupie G1 wynosiła  $TL_{sr}=407\pm 118$  mm. Na etapie 2 było to  $TL_{sr}=401\pm 93$  mm, w etapie 3 wyniki w grupie G1 wynosiły średnio  $TL_{sr}=411\pm 57$  mm. W przypadku badań Rajfura i współpracowników (2017) wyniki KKDZ, w grupie pacjentów, u których autorzy zastosowali prądy TENS, przedstawiały się następująco: średnia długość ścieżki środka parcia stóp na podłoże podczas prób stabilograficznych, w trakcie stania obunóż z oczami zamkniętymi wynosiła przed leczeniem  $TL_{sr}=268\pm 57$  mm; natomiast po leczeniu  $TL_{sr}=256\pm 39$  mm. Na uwagę zasługuje fakt, że pacjenci uczestniczący w badaniach własnych, osiągnęli zdecydowanie gorsze wyniki wyjściowe w etapie 1, przed leczeniem, w porównaniu do pacjentów uczestniczących w badaniach Rajfura i współpracowników (2017). Własne wyniki prób stabilograficznych podobnie jak i wyniki (Rajfur i in., 2017) świadczą o nieskutecznej terapii układu równowagi badanych. Wyniki świadczą o słabych zdolnościach koordynacyjnych pacjentów w grupie G1, które mogły być uwarunkowane wiekiem pacjentów. Pacjenci zakwalifikowani do niniejszego eksperymentu byli w wieku starszym 60÷75 lat, natomiast grupa osób, uczestnicząca w badaniach Rajfur i współpracowników (2017), była zdecydowanie młodszą 49÷52 lata, można przypuszczać, iż wiek mógł mieć wpływ na przebieg procesu rehabilitacji i osiągnęte przez badanych wyniki prób stabilograficznych w kolejnych etapach.

Wyniki stabilografii podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO), uzyskane przez Rajfur i współpracowników (2017), w grupie F, w której zastosowano wyłącznie techniki i ćwiczenia kinezyterapeutyczne, średnia przed leczeniem wynosiła  $TL_{sr}=190\pm 43$  mm; po leczeniu  $TL_{sr}=186\pm 23$  mm. Natomiast wyniki prób KKDZ w tej grupie, wynosiły: przed leczeniem  $TL_{sr}=267\pm 47$  mm; po leczeniu  $TL_{sr}=259\pm 36$  mm. W badaniach własnych, wyniki dla KKDO w grupie G2, w której zastosowano terapię mięśniowo-powięziową punktów spustowych oraz kinezyterapię, przedstawiały się następująco: przed leczeniem  $TL_{sr}=340\pm 83$  mm, w dzień po zakończeniu turnusu rehabilitacyjnego  $TL_{sr}=331\pm 55$  mm, oraz 6 tygodniu po zaprzestaniu leczenia średni wynik KKDO wynosił w grupie G2  $TL_{sr}=327\pm 55$  mm. Natomiast w przypadku badania KKDZ średnia przed rozpoczęciem rehabilitacji w grupie G2 wynosiła  $TL_{sr}=474\pm 147$  mm. W etapie 2 było to  $TL_{sr}=421\pm 90$  mm, natomiast w etapie 3 wyniki w tej grupie wynosiły średnio  $TL_{sr}=429\pm 99$  mm.

Badania na platformie stabilometrycznej przeprowadzone przez powyższych autorów, po zakończeniu terapii, wyraźnie wykazały istotną ( $p<0,05$ ) poprawę sprawności

utrzymywania pionowej postawy ciała podczas stania na dwóch KKD. Długość ścieżki TL uległa istotnemu skróceniu we wszystkich grupach, szczególnie podczas prób, z zamkniętymi oczami KKDZ, pacjenci z bólem dolnego odcinka kręgosłupa uzyskali stabilniejszą postawę ciała po przebytej terapii. Autorzy (Rajfur i in., 2017), wykazali, że sprawność utrzymywania równowagi uległa poprawie zarówno w grupie A, w której zastosowano konwencjonalne prądy TENS, jak również w grupie F, w której zastosowano ćwiczenia kinezyterapeutyczne. Największa poprawa sprawności utrzymywania równowagi wystąpiła w grupie D, w której zastosowano prądy interferencyjne. Autorzy uważają, iż znaczna i długotrwała poprawa sprawności układu równowagi w grupie D spowodowana była głębszą penetracją prądów interferencyjnych w tkanki, w porównaniu do pozostałych, zastosowanych w badaniach rodzajów prądu. Chociaż, zastosowane w badaniach Rajfura i współautorów (2017) prądy TENS i ćwiczenia kinezyterapeutyczne okazały się być skuteczne w leczeniu bólu dolnego odcinka kręgosłupa, to jednak zastosowanie, w terapii prądów interferencyjnych prowadziło do większej remisji objawów.

W badaniach własnych posłużono się skalą 6-cio pkt., dającą informacje o wartości oceny stabilograficznej w postaci punktowej, z jednoczesną informacją o frakcji odpowiadającej tej ocenie w zdrowej populacji. Wychowański zbadał studentów AWF w Warszawie na platformie dynamometrycznej, 135 zdrowych kobiet i 148 zdrowych mężczyzn (Wychowański i in., 2015), (Wychowański, 2008). Na tej podstawie przyjął przedziały klasyfikacji wyników drogi (TL) środka parcia stóp na podłoże dla pacjentów w zależności od wysokości ciała. Nie stwierdził różnic wyników obu płci, masy oraz strony ciała. W 6-cio pkt. skali średni wynik oceny stabilograficznej dla każdej z badanych funkcji, w grupie osób zdrowych wynosi 3,5 punktu, czyli jest to wynik średni w zdrowej, młodej populacji w przedziale wiekowym 19÷30 lat.

Uzyskane podczas badań wartości długości ścieżki parcia stóp na podłoże (TL) porównano z odpowiednimi wartościami normatywnymi w postaci 6-cio punktowej skali (Wychowański, 2008), (Wychowański i in., 2015). W badaniu równowagi na nieruchomej platformie stabilograficznej w próbach stania obunóż z oczami otwartymi i zamkniętymi zaobserwowano, że zarówno pacjenci w grupie G1 i G2 utrzymywali równowagę na poziomie miernym ocena 2 lub niedostatecznym ocena 1, w porównaniu ze zdrową populacją. Dokonując porównania między grupami G1 i G2, stwierdzono istotną statystycznie różnicę ( $p < 0,001$ ), jedynie dla oceny utrzymania równowagi podczas stania obunóż z oczami otwartymi w etapie 3. Średnia ocen zdolności koordynacyjnych u osób,

u których zastosowano fizykoterapię, grupa G1 była niższa ( $1,5 \pm 0,5$  pkt.) niż u osób, u których przeprowadzona była terapia mięśniowo-powięziowa ( $1,8 \pm 0,6$  pkt.), grupa G2. W pozostałych przypadkach nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic między grupami. Biorąc pod uwagę oceny stabilograficzne w 6-cio pkt. skali stwierdzono, że zarówno badane kobiety, jak i mężczyźni będący w wieku powyżej 60 lat mieli niedostateczne i mierne oceny zdolności koordynacyjnych podczas utrzymywania pionowej postawy ciała. Zaobserwowane różnice w ocenie zdolności koordynacyjnych, uzyskane w 3 etapie badań, można wytłumaczyć, wpływem technik mięśniowo-powięziowych.

Terapia w grupie G2 była nieznacznie skuteczniejsza w treningu stabilności postawy, to znaczy, że mogła przyczynić się do poprawy czucia głębokiego, tym samym doprowadzając do uzyskania nieco lepszej koordynacji ruchowej. Pacjenci w grupie G2 po zastosowanej terapii czuli się pewniej podczas utrzymywania pionowej postawy ciała z oczami otwartymi. Jednak, na to stwierdzenie, nie ma poparcia w literaturze przedmiotu.

Wydaje się, że po zakończeniu 4-tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego istnieje konieczność kontynuowania dalszej specjalistycznej terapii funkcjonalnej, z wyraźnym uwzględnieniem ćwiczeń koordynacyjnych, w dłuższej perspektywie czasu. Istnieje mocne uzasadnienie, aby w przyszłości opracować programy rehabilitacji, kładące duży nacisk na pracę nad doskonaleniem koordynacji ruchowej u osób starszych z kręgozmykiem.

Na uwagę zasługuje bardzo ważny i jednocześnie banalny fakt, iż pacjenci biorący udział w niniejszym eksperymencie mieli znaczną nadwagę. Średni wskaźnik masy ciała (BMI) u osób w grupie G1 wynosił  $28 \pm 2$  kg/m<sup>2</sup>, natomiast u osób w grupie G2 wynosił  $29 \pm 4$  kg/m<sup>2</sup> i świadczył o nadwadze bliskiej pierwszemu stopniowi otyłości.

Według powszechnie znanych norm (Connor, 2022) BMI =  $30,0$  [kg/m<sup>2</sup>] to otyłość. Jak podają autorzy (Leboeuf-Yde, 2000), frakcja występowania bólu kręgosłupa wynosi 22% wśród 5724 osób otyłych w wieku powyżej 60 lat.

Epidemia nadwagi uważana jest za powszechny problem zdrowotny i wiąże się z wieloma zaburzeniami fizjologicznymi i psychologicznymi. Otyłość, wpływa na sposób wykonywania codziennych czynności życiowych, takich jak utrzymywanie pionowej postawy ciała, chodzenie lub chwytanie przedmiotu w pozycji stojącej (Berrigan i in., 2006), (Teasdale i in., 2007), (D'Hondt i in., 2008), (Teasdale i in., 2013). Jak dowodzą badania Teasdale i współpracowników (2013), masa ciała jest silnym predyktorem stabilności postawy i ma negatywny wpływ na kontrolę równowagi. Siły działające na wyprostowane ciało człowieka podczas, utrzymywania pionowej postawy powodują ciągłe wahania środka

masy człowieka. Jest to skomplikowany proces sterowania realizowany przez układ nerwowy. System kontroli postawy ciała steruje ruchem poszczególnych części ciała, utrzymując prawidłowe ustawienie segmentów ciała.

Długość ścieżki parcia stóp na podłoże (TL) zarejestrowana podczas próby stabilograficznej jest wskaźnikiem stabilności postawy, przy czym długość TL wskazuje na poziom stabilności postawy (Maki i in., 1990), (Teasdale i in., 1991).

Kontrola równowagi jest zaburzona u osób z nadwagą i osób otyłych, gdyż mechanoreceptory podszwowe są mniej wrażliwe ze względu na ciągły nacisk na podtrzymywanie dużej masy. Większy rozmiar ciała (BH), większy wskaźnik masy ciała (BMI), nieprawidłowa dystrybucja tkanki tłuszczowej i wada nerwowo-mięśniowa osób otyłych mogą przyczyniać się do niestabilności postawy (Handrigan i in., 2010). Kontrola postawy jest związana z funkcją widzenia, przedsionkową propriocepcją i kontrolą nerwowo-mięśniową. Informacje z niektórych receptorów czuciowych u osób otyłych są związane z niestabilnością postawy. Zmniejszenie masy ciała u otyłych osób dorosłych powoduje poprawę ich stabilności postawy (Teasdale i in., 2007), (Sun i in., 2015).

Według autorów (Teasdale i in., 2007), zmniejszenie masy ciała ma istotny wpływ na poprawę kontroli równowagi. Hue i współpracownicy (2007) wykazali, liniową zależność między masą ciała i drogą TL przemieszczania COP u pacjentów płci męskiej, w wieku między 25÷61 lat o BMI w zakresie od 17,4 do 63,8 [kg/m<sup>2</sup>]. Według autorów, najciężsi uczestnicy uzyskują największą drogę przemieszczania COP. Nadwaga negatywnie wpływa na stabilność postawy, a zmniejszenie masy ciała może mieć bezpośredni wpływ na większą amplitudę wahań. Ponadto, nadwaga i otyłość mogą stanowić ważny czynnik ryzyka upadków. Nadwaga to czynnik, któremu do tej pory poświęcano niewiele uwagi podczas analizowania czynników negatywnie wpływających na sprawność utrzymywania pionowej postawy ciała (Corbeil i in., 2001), (Teasdale i in., 2007). Maffiuletti i współpracownicy (2005) zaproponowali, program odchudzania w połączeniu z sześcioma sesjami treningu równowagi, w celu ograniczenia wahań tułowia i wydłużenia czasu utrzymania równowagi w testach stabilograficznych przeprowadzanych na platformie dynamometrycznej. Poprawa równowagi, według autorów jest ważnym elementem rehabilitacji, który prawdopodobnie zmniejszyłby skłonność osób z nadwagą do upadków podczas wykonywania codziennych czynności. Wyniki badań Maffiuletti i współpracowników (2005) wskazują, że osoby z nadwagą oraz osoby otyłe mają osłabioną stabilność postawy, w porównaniu z osobami szczupłymi. Stabilność

równowagi można poprawić kilkoma sesjami treningu równowagi. Autorzy Levine i współpracownicy (2005) stwierdzili, że osłabiona stabilność postawy osób otyłych jest również związana ze zmniejszoną aktywnością fizyczną. Uważają oni, że regularny i długotrwały program aktywności fizycznej, z uwzględnieniem ćwiczeń koordynacyjnych pozwoli na utrzymywanie prawidłowej masy ciała, a co za tym idzie poprawi stabilność postawy osób otyłych.

Wyniki własnych badań oraz przegląd piśmiennictwa jednoznacznie przemawiają za koniecznością wprowadzenie programu kontroli masy ciała, w celu poprawy stabilności i tym samym zmniejszenia ryzyka upadków osób powyżej 60 roku życia.

Oprócz treningu koordynacji ruchowej, w niniejszym eksperymencie pacjenci trenowali siłę ze szczególnym uwzględnieniem siły zginaczy i prostowników tułowia. Siłę mięśni tułowia oceniano za pomocą pomiarów momentów sił zginania i prostowania tułowia w warunkach statyki. Siła mięśni tułowia jest wymagana do wszystkich ruchów ciała i kontroli postawy, a zatem jest ważną częścią ogólnego codziennego funkcjonowania (Ilves i in., 2019). Zarówno zginanie, jak i prostowanie tułowia jest obecne w codziennych czynnościach, takich jak chodzenie, siadanie, lub wstawanie (Roldán-Jiménez i in., 2015). Mięśnie przykręgosłupowe, prostownik grzbietu i mięsień wielodzielny, podtrzymują kręgosłup i utrzymują jego stabilność (Han, 1999). Pomiary siły mięśni w izometrii pozwalają ocenić siłę pacjentów, jak również służą do identyfikacji ryzyka kontuzji. Pomiary momentów siły w warunkach statyki powinny być powszechnie stosowane do oceny postępów leczenia podczas stosowania różnych programów rehabilitacyjnych w warunkach klinicznych (Iwai i in., 2004), (Bayramoğlu i in., 2001), (Barbado i in., 2016).

W literaturze przedmiotu brak doniesień o bezpośrednim wpływie zastosowanych metod fizjoterapeutycznych na siłę mięśni tułowia, mierzonej w warunkach statyki, u pacjentów z kręgozmykiem.

Aktualnie, trudno znaleźć, w dostępnej literaturze, raporty dotyczące efektywności treningu siły mięśni u pacjentów z kręgozmykiem. Opracowany i zrealizowany, w niniejszej pracy eksperyment jest jednym z nielicznych, dostępnych w literaturze opisów badań zajmujących się oceną sprawności funkcjonalnej pacjentów, powyżej 60 roku życia, z kręgozmykiem. Jednymi z nielicznych autorów, którzy dokonali oceny skuteczności treningu siły mięśni tułowia w warunkach statyki, byli Ilves i współpracownicy (2019). Autorzy przeprowadzili badania na 197 pacjentach i ocenili zmiany siły mięśni tułowia po 12 miesiącach po zespoleniu kręgosłupa lędźwiowego w porównaniu z siłą

przedoperacyjną. Iives i współpracownicy (2019) mierzyli maksymalną siłę w izometrii zginaczy i prostowników tułowia za pomocą dynamometru tensometrycznego. W odróżnieniu do badań własnych, autorzy wykonali test wytrzymałości izometrycznej w pozycji stojącej, w odstępnie 20 cm między stopami, z przymocowaną miednicą do metalowego wspornika znajdującego się poniżej grzebienia biodrowego, a wokół klatki piersiowej pod pachami założono badanym uprząż. Uprząż była przymocowana metalowym naciągiem do dynamometru tensometrycznego poziomo. Pacjenci wykonywali 2 maksymalne skurcze izometryczne, a jeśli wynik poprawił się o więcej niż 10%, wykonywali trzeci skurcz. Pooperacyjnie, wśród badanych znacznie zmniejszyła się intensywność bólu, co warunkowało osiągnięciem przez tych pacjentów lepszych wyników, zarówno podczas testów wyprostowania, jak i zgięcia tułowia. Należy jednak wyraźnie podkreślić, iż autorzy nie badali wpływu wybranych metod fizjoterapeutycznych na siłę zginaczy i prostowników tułowia. Ponadto opisana metoda sposobu pomiaru siły, budzi istotne wątpliwości, co do jakości metrologicznej tego typu pomiaru, dlatego trudno było odnieść wyniki własnych pomiarów do opublikowanych w pracy powyższych autorów.

W pracy własnej, wyniki bezwzględnego momentu siły podczas zginania tułowia, u osób z obu grup poprawiły się po turnusie rehabilitacyjnym. Dokonując porównania wyników uzyskanych przed rozpoczęciem turnusu rehabilitacyjnego 1 etap oraz po jego zakończeniu 2 etap, stwierdzono, że pacjenci uzyskali lepsze wyniki, a różnica ta była istotna statystycznie ( $p < 0,001$ ). Podobnie, istotne statystycznie różnice ( $p < 0,001$ ) zaobserwowano pomiędzy wynikami uzyskanymi 6 tygodni po zakończeniu turnusu, 3 etap w porównaniu do tych z etapu 2, jak i etapu 1. Pacjenci najlepsze wyniki uzyskali na 3 etapie czyli 6 tygodni po zakończeniu turnusu rehabilitacyjnego. Dokonując porównania wyników pomiarów momentów siły pomiędzy grupami G1 i G2, nie wykazano istotnych statystycznie różnic w sile zginania tułowia na żadnym etapie badania. Pacjenci, u których wykonywana była fizykoterapia, grupa G1, za każdym razem uzyskiwali podobne wyniki do pacjentów, u których zastosowano terapię mięśniowo-powięziową, grupa G2.

W przypadku pomiarów momentu bezwzględnego siły prostowania tułowia, wyniki osób badanych poprawiły się bezpośrednio po zakończeniu turnusu rehabilitacyjnego. Stwierdzono, że pacjenci niezależnie od grupy, G1 lub G2 uzyskali lepsze wyniki ( $p < 0,05$ ) po zakończeniu turnusu rehabilitacyjnego w porównaniu do pomiarów wykonywanych przed rozpoczęciem leczenia. Nie zaobserwowano zmian momentów siły zginacz i prostowników tułowia na 3 etapie eksperymentu, wyniki uzyskane bezpośrednio

po zakończeniu rehabilitacji i po 6 tygodniach od jej zakończenia nie różniły się od siebie istotnie. Różnica istotna statystycznie ( $p < 0,001$ ) wystąpiła pomiędzy 1 a 3 etapem badań, to znaczy 6 tygodni po zakończeniu leczenia, w odniesieniu do pierwszego pomiaru. Bezwzględny moment siły podczas prostowania tułowia był większy niż przed rozpoczęciem rehabilitacji. Pomędzy pacjentami z grupy G1 i G2 nie wystąpiły istotne statystycznie różnice na żadnym etapie badania. Osoby, u których wykonywana była fizykoterapia (G1) uzyskały podobne wyniki do osób, u których wykonywana była terapia mięśniowo-powięziowa (G2) przed rozpoczęciem rehabilitacji, w dniu po zakończeniu turnusu i 6 tygodni od zakończenia leczenia.

Wykazano, że zastosowane w terapii kręgoszyku programy rehabilitacji spowodowały istotny przyrost siły prostowników i zginaczy tułowia, w obu grupach. Przede wszystkim, przeprowadzony trening oparty na ćwiczeniach kinezyterapeutycznych przyczynił się do poprawy siły mięśni prostowników i zginaczy tułowia. O skuteczności treningu siły, według przyjętego programu rehabilitacji świadczy fakt uzyskania, przez pacjentów z kręgoszkiem, największej siły zginaczy i prostowników w 6 tygodni po zakończeniu turnusu rehabilitacyjnego. Zjawisko to jest znane w teorii treningu siły jako „kumulatywny efekt treningowy”, który obserwuje się po zakończeniu okresu Bezpośredniego Przygotowania Startowego (BPS) przez około 4 tygodnie.

Należy zwrócić uwagę, że pomimo wzrostu siły, w niniejszych badaniach, siła rozwijana przez pacjentów, biorących udział w eksperymencie, w porównaniu do wyników siły w zdrowej populacji pozostała na niskim poziomie. Jak donosi (Häkkinen i in., 2003), średnia maksymalna siła prostowania tułowia u osób młodych i zdrowych podczas pomiarów w izometrii, wynosi  $629 \pm 233$  Nm, a siła zginania tułowia  $564 \pm 235$  Nm.

Ze względu na nadwagę pacjentów, planując terapię kręgoszyku należy dokonywać systematycznego codziennego pomiaru masy ciała, której ścisła kontrola jest warunkiem niezbędnym do osiągnięcia lepszych efektów terapii. Utrata masy ciała w połączeniu z odpowiednio dobranymi ćwiczeniami może skutkować poprawą stanu funkcjonalnego otyłych, starszych osób. Prawidłowa masa ciała może złagodzić lub całkowicie wyeliminować dolegliwości związane z nadwagą lub otyłością. Biorąc pod uwagę pozytywny wpływ ćwiczeń na siłę mięśni, otyłe osoby starsze mogą wymagać interwencji obejmującej regularne wykonywanie ćwiczeń kinezyterapeutycznych. Według Schultz i współpracowników (2014), osoby otyłe rozwijają mniejszą względną siłę mięśni podczas testów izokinetycznych. Większość deficytów siły mięśni jest widoczna tam, gdzie siła jest

głównym warunkiem wykonywania czynnościowych zadań ruchowych. Według autorów, otyła populacja zazwyczaj słabo radzi sobie z ćwiczeniami ukierunkowanymi na siłę mięśni, które wymagają poruszania ciałem przeciwie do kierunku działania siły grawitacji. Według Shultz i współpracowników (2014) siła i wytrzymałość mięśni brzucha, oraz siła, moc i wytrzymałość kończyn dolnych są we współczesnej populacji niskie. Zmniejszenie masy ciała u otyłych osobników wiąże się ze zwiększoną sprawnością fizyczną i poprawą umiejętności ruchowych. Aby osiągnąć efekty, warunkujące wzrost siły mięśni tułowia u pacjentów z kręgozmykiem, należy zalecić intensywny trening fizyczny połączony z interwencją dietetyczną.

W badaniach własnych, u pacjentów po leczeniu zachowawczym zarówno w grupie G1, jak i w grupie G2 istotnej statystycznie zmianie uległy wartości względnej siły mięśniowej podczas zginania tułowia. Bez względu na zastosowaną terapię najniższe wyniki zaobserwowane zostały w 1 etapie eksperymentu, istotnie wyższe bezpośrednio po zakończeniu turnusu rehabilitacyjnego, a najwyższe 6 tygodni po zakończeniu leczenia. Wszystkie różnice były istotne statystycznie ( $p < 0,001$ ) - zwiększenie względnej siły zginania tułowia zaobserwowano zarówno na 2 jak i 3 etapie badań. Średnio, najniższy wynik siły względnej badani osiągnęli w 1 etapie badań ( $1,43 \pm 0,42$  Nm/kg), wyższy wynik w 2 etapie ( $1,55 \pm 0,39$  Nm/kg), a najwyższy w 3 etapie ( $1,77 \pm 0,45$  Nm/kg). Pacjenci w grupie G1 uzyskali zbliżone wyniki do pacjentów w grupie G2 przed rozpoczęciem turnusu rehabilitacyjnego, po jego zakończeniu oraz 6 tygodni po jego zakończeniu.

Zaobserwowano także, iż względna siła mięśni podczas prostowania tułowia uległa poprawie. Badania pokazują, że dla wszystkich pacjentów, niezależnie od rodzaju zastosowanej terapii, wyniki uzyskane po zakończeniu leczenia były wyższe niż wyniki przed rozpoczęciem rehabilitacji. Różnica ta jest istotna statystycznie ( $p < 0,001$ ). Dokonując porównania wyników uzyskanych po 6 tygodniach od zakończenia leczenia i wyników bezpośrednio po zakończeniu rehabilitacji nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy. Względna siła mięśni podczas prostowania tułowia pozostała na podobnym poziomie w 2 i 3 etapie badań. Przed rehabilitacją, 1 etap, średnie wyniki pomiarów względnej siły prostowania tułowia (WMmPr) były niższe ( $3,13 \pm 1,05$  Nm/kg) w porównaniu do tych uzyskanych w etapie 2 ( $3,61 \pm 1,05$  Nm/kg) i etapie 3 ( $3,85 \pm 1,19$  Nm/kg). Uzyskane wyniki wskazują, że względna siła prostowania tułowia wzrosła bezpośrednio po turnusie rehabilitacyjnym, w porównaniu do poziomu wyjściowego i pozostała na podobnym poziomie po 6 tygodniach od zakończenia turnusu



rehabilitacyjnego. Leczenie kręgoszyku za pomocą kinezyterapii, a dokładniej treningu siły ukierunkowanego na wzmocnienie zginaczy i prostowników tułowia wraz z przyjętym programem fizykoterapii lub technik powięziowych okazało się skuteczne. Zaobserwowany brak różnicy między 2 a 3 etapem wskazuje na to, że aby poprawić lub tylko utrzymać wytrenowany poziom siły, należy kontynuować trening siły mięśni tułowia, również w okresie po zaprzestaniu rehabilitacji. Istnieje mocne uzasadnienie opracowania programu rehabilitacji kładącego duży nacisk nie tylko na pracę nad doskonaleniem koordynacji ruchowej, ale również na pracę nad zwiększeniem siły mięśni tułowia u pacjentów z objawowym kręgoszmykiem I° lub II°. Jest to znany z teorii wychowania fizycznego kanon treningu siły jako cechy fizycznej i doskonalenia techniki ruchu na podstawie rozwiniętej koordynacji ruchowej (Fidelus, 1970).

Poziom względnej siły prostowania tułowia osób, u których wykonana była fizykoterapia w grupie G1, był niemal identyczny, jak u osób, u których wykonano terapię mięśniowo-powięziową w grupie G2, zarówno przed rozpoczęciem leczenia, po jego zakończeniu i po 6 tygodniach od zakończenia turnusu. Pomędzy badanymi w grupie G1 i G2 nie odnotowano istotnych statystycznie różnic w wynikach na żadnym etapie badań. Można to tłumaczyć skutecznością metody leczenia, opartej przede wszystkim na kinezyterapii. Zastosowanie w obu grupach takiego samego programu kinezyterapeutycznego, polegającego na treningu siły mięśni tułowia, prawdopodobnie spowodowało wzrost siły mięśni zginaczy i prostowników tułowia. Obserwując wzrost siły mięśni tułowia u osób z kręgoszmykiem, po zastosowanym treningu, wydaje się korzystne długotrwałe kontynuowanie ćwiczeń wzmacniających gorset mięśniowy w warunkach domowych, po zaprzestaniu rehabilitacji w klinice.

Pacjenci biorący udział w eksperymencie, dokonali autooceny stopnia niepełnosprawności i sprawności funkcjonalnej za pomocą kwestionariusza Oswestry.

U wszystkich pacjentów, niezależnie od grupy, wyniki dotyczące wskaźnika ODI uległy zmianie bezpośrednio po leczeniu zachowawczym i w 6 tygodni od jego zakończenia. Wskaźnik niepełnosprawności obniżył się w 2 etapie badania w porównaniu do etapu 1, a różnica ta była istotna ( $p < 0,001$ ). Wyniki w etapie 3 również były niższe niż w etapie 2 i 1 ( $p < 0,001$ ). Dokonując analizy osobno w grupie G1 i G2 widoczne są różnice w skuteczności rehabilitacji. U osób, u których zastosowana była fizykoterapia grupa G1 nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy pomiędzy wynikiem pomiaru dokonany przed leczeniem, etap 1 a tym, dokonywanym bezpośrednio po zakończeniu rehabilitacji,

etap 2. Wyniki samooceny uzyskane w grupie G1 w 3 etapie, 6 tygodni po zakończeniu leczenia, były istotnie niższe niż w etapie 1 ( $p=0,01$ ). W przypadku osób, u których wykonywano terapię mięśniowo-powięziową, grupa G2 istotne różnice ( $p<0,001$ ) były obserwowane pomiędzy wszystkimi trzema pomiarami. Wskaźnik niepełnosprawności ODI był najwyższy przed rozpoczęciem leczenia, następnie uległ istotnemu obniżeniu po 4 tygodniach rehabilitacji i ponownie zmniejszył się po 6 tygodniach od zakończenia turnusu. Na każdym etapie leczenia obie grupy nie różniły się istotnie. Można przyjąć taką interpretację uzyskanych wyników samooceny, że programy rehabilitacji zastosowane w leczeniu objawów kręgoszyku istotnie i pozytywnie wpłynęły na samoocenę w poszczególnych etapach terapii pacjentów. Nie stwierdzono różnic w samoocenie niepełnosprawności pomiędzy obu badanymi grupami. Pacjenci w obu grupach byli jednakowo zadowoleni z udziału w turnusie rehabilitacyjnym. Poprawa samooceny niepełnosprawności postępowała stopniowo i jednakowo w obu grupach.

Wyniki badań własnych, jak i wyniki uzyskane przez Boyd (2019) wykazały, że zmniejszenie stopnia samooceny niepełnosprawności można osiągnąć lecząc pacjentów zachowawczo. Autor (Boyd, 2019), przeprowadził badania na 23 pacjentach z objawową spondylolizą i spondylolistezą I°, leczonych według 6-tygodniowego programu fizjoterapii, polegającego na zastosowaniu ćwiczeń wzmacniających mięśnie grzbietu, osiągając złagodzenie bólu i zmniejszenie stopnia samooceny niepełnosprawności, ocenianego za pomocą kwestionariusza Oswestry. Po zastosowanym 6-tygodniowym programie fizjoterapii 96% pacjentów zadeklarowało minimalny stopień niepełnosprawności, 4% pacjentów po leczeniu osiągnęło umiarkowany stopień niepełnosprawności. Podobne wyniki otrzymali podczas badań Nava-Bringas i współpracownicy (2014a). Autorzy zastosowali leczenie polegające na wykonywaniu przez 20 pacjentów z kręgoszkiem, powyżej 50 roku życia, 6-miesięcznego domowego programu treningowego, polegającego na zastosowaniu ćwiczeń stabilizujących odcinek lędźwiowy kręgosłupa. Ćwiczenia zaproponowane w niniejszej pracy były bardzo podobne do ćwiczeń zaleconych przez powyżej cytowanych autorów. W badaniach Nava-Bringas i współpracowników (2014a) jednoznacznie wykazano, że pod wpływem treningu uzyskano niższe wartości bólu i wskaźnika Oswestry ( $p=0,007$ ) w porównaniu do wartości wyjściowych. Wskaźnik Oswestry na początku badań wynosił  $30,35\pm 15,6$ , obniżając się do końcowego poziomu:  $20,15\pm 13,6$  ( $p<0,007$ ). Wyniki własnych badań autooceny Oswestry, niezależnie od rodzaju terapii, w 1 etapie badań wynosiły średnio  $24,24\pm 5,88$ , malejąc do wartości  $21,66\pm 6,92$

w etapie 2, a następnie do wartości  $20,34 \pm 6,00$  w etapie 3. Według wymienionych wyżej autorów, wykonywanie w dłuższej perspektywie czasu, ćwiczeń stabilizujących odcinek lędźwiowy kręgosłupa, może być skuteczną metodą leczenia bólu, doprowadzającą do zmniejszenia samooceny niepełnosprawności pacjentów z kręgozmykiem.

W badaniach, przeprowadzonych przez Nava-Bringas i współpracowników (2014b), autorzy analizowali związek pomiędzy siłą tułowia, równowagą mięśniową a wynikami VAS i ODI. Pacjenci biorący udział w badaniu, wykonywali 5-krotnie prostowanie i zginanie tułowia w warunkach izokinetyki, na stanowisku Cybex Back Systems, z prędkością  $60^\circ/s$ ,  $90^\circ/s$  i  $120^\circ/s$  w maksymalnym zakresie ruchu. Według autorów, zaburzenie równowagi mięśniowej tułowia, było ważnym czynnikiem rozwoju niepełnosprawności funkcjonalnej pacjentów. Autorzy zaobserwowali korelację pomiędzy stosunkiem sił agonista/antagonista, w teście izokinetycznym, a wynikami ODI. Korelacja prostowników do zginaczy tułowia wynosiła  $r=0,446$ ;  $p<0,02$ . Autorzy zaobserwowali również związek pomiędzy stopniem kręgozmyku a wynikami ODI w badanej populacji  $r=0,576$ ;  $p=0,005$ . Gorsze wyniki autooceny ODI deklarowali pacjenci z kręgozmykiem II°, w porównaniu do pacjentów z kręgozmykiem I°. Autorzy nie znaleźli związku pomiędzy bólem a siłą mięśni. Autorzy zaproponowali, aby w przyszłości opracować programy rehabilitacji, tak aby poprawić równowagę mięśniową, tak aby doprowadzić do prawidłowej proporcji pomiędzy agonistami i antagonistami.

Autorzy Rajfur i współpracownicy (2017) dokonali analizy wyników dotyczących wpływu przezskórnej elektrycznej stymulacji nerwów (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation TENS*) o parametrach identycznych, jak w badaniach własnych i ćwiczeń obejmujących: techniki rozluźniania mięśniowo-powięziowego dla mięśnia prostownika grzbietu, ćwiczeń prawidłowego oddychania, ćwiczeń aktywujących mięsień poprzeczny brzucha, ćwiczeń koordynacyjnych, na subiektywne odczucie sprawności funkcjonalnej u pacjentów z bólem dolnego odcinka kręgosłupa. Po 3 tygodniach leczenia, zarówno grupa TENS, jak również grupa ĆWICZEŃ, wykazały istotną statystycznie poprawę sprawności funkcjonalnej, uzyskanej za pomocą kwestionariusza Oswestry ( $p<0,05$ ). W grupie TENS, wyniki ankiety były następujące: przed leczeniem średnia punktów ODI wynosiła  $35 \pm 5$ ; po leczeniu  $22 \pm 3$ , natomiast w grupie, w której zastosowano ćwiczenia, przed leczeniem  $34 \pm 5$ ; po leczeniu  $26 \pm 4$ . Wskazano, że zastosowana terapia była skuteczną formą leczenia, wpływającą na poprawę samooceny niepełnosprawności.

W badaniach własnych, ocenie poddano dolegliwości bólowe, z którymi na co dzień utożsamiają się pacjenci biorący udział w eksperymencie. Do oceny stopnia nasilenia bólu zastosowano skalę oceny bólu Visual Analogue Scale (VAS).

Wykazano że, w 1 etapie badań nasilenie dolegliwości bólowych było istotnie niższe w grupie G1 niż w grupie G2 ( $p < 0,001$ ). Niezależnie jednak od rodzaju terapii u pacjentów zaobserwowano zmniejszenie się dolegliwości bólowych po odbyciu turnusu rehabilitacyjnego ( $p < 0,001$ ). Poziom bólu uległ obniżeniu ( $p < 0,001$ ), także po 6 tygodniach od zakończenia leczenia w porównaniu do wyników uzyskanych bezpośrednio po zakończeniu rehabilitacji. Pomimo początkowej różnicy w wynikach pomiędzy grupą G1 i G2 w 1 etapie badań, poziom bólu w obu grupach był do siebie zbliżony, zarówno dzień po zakończeniu leczenia, jak i po 6 tygodniach od zakończenia rehabilitacji. Oznacza to, że samoocena nasilenia dolegliwości bólowych zmalała do takiego samego poziomu niezależnie od zastosowanego rodzaju terapii.

O'Sullivan i współpracownicy (1997a) podjęli próbę określenia skuteczności wybranej interwencji ruchowej w leczeniu pacjentów z przewlekłym bólem dolnego odcinka kręgosłupa i radiologiczną spondylolizą lub spondylolistezą. 44 pacjentów z tym schorzeniem zostało przydzielonych do dwóch grup terapeutycznych. Pierwsza grupa została poddana 10-tygodniowemu treningowi mięśni głębokich rdzenia. Grupa kontrolna przeszła leczenie zgodnie z zaleceniami lekarza prowadzącego. W przypadku tych osób, obejmowało to wykonywanie przez okres 10 tygodni ogólnej aktywności fizycznej, takiej jak: pływanie, czy spacerowanie. Po interwencji grupa ćwiczeń mięśni głębokich rdzenia uzyskała statystycznie istotne ( $p < 0,001$ ) zmniejszenie natężenia bólu i poziomu niepełnosprawności funkcjonalnej, które utrzymywało się po 30 miesiącach obserwacji. W grupie kontrolnej nie stwierdzono istotnych zmian poziomu bólu i autooceny niepełnosprawności. Głównym odkryciem autorów jest fakt, że zastosowany trening mięśni głębokich znacznie zmniejszył ból i autoocenę niepełnosprawności związanej z kręgozmykiem. Stwierdzono, że odpowiednio zaprogramowany trening jest skuteczniejszy, niż trening na siłowni, spacerowanie czy pływanie. Wykonany odpowiedni trening wykazał efekty po 30 miesiącach od jego zakończenia.

Własne wyniki badań są zbliżone do wyników otrzymanych przez Nava-Bringas i współpracowników (2014b). Autorzy podjęli próbę oceny stopnia nasilenia dolegliwości bólowych oraz poziomu niepełnosprawności u pacjentów z kręgozmykiem, przed i po zastosowanej fizjoterapii. W odróżnieniu do badań własnych, terapia przeprowadzona

była na 20 pacjentach z kręgoszmykiem, trwała 6 miesięcy i polegała wyłącznie na wykonywaniu przez badanych ćwiczeń stabilizujących odcinek lędźwiowy kręgosłupa. Autorzy, posłużyli się do oceny bólu, skalą VAS i do autooceny poziomu niepełnosprawności, kwestionariuszem OSWESTRY. Ankieta samooceny dowiodła, że na skutek zastosowanej fizjoterapii, u pacjentów z kręgoszmykiem, zarówno wyniki oceny bólu przed leczeniem  $7,7 \pm 1,3$ ; po leczeniu  $2,1 \pm 0,5$ , jak i poziom niepełnosprawności uległy znacznej poprawie. Zastosowane ćwiczenia okazały się być skuteczną metodą leczenia bólu i poprawy samooceny niepełnosprawności u pacjentów z kręgoszmykiem niskiego stopnia.

Autorzy (Rajfur i in., 2017), poddali ocenie efekty leczenia bólu dolnego odcinka kręgosłupa za pomocą technik rozluźniania mięśniowo-powięziowego dla mięśnia prostownika grzbietu, ćwiczeń prawidłowego oddychania, ćwiczeń aktywujących mięsień poprzeczny brzucha, ćwiczeń koordynacyjnych oraz aplikacji prądów TENS. Czas trwania każdej sesji treningowej wynosił 45 min. Czas terapii TENS, podczas jednej sesji wynosił 60 minut. Autorzy zastosowali identyczne, jak w badaniach własnych parametry prądu TENS. Do oceny stopnia nasilenia bólu wykorzystano skalę VAS, natomiast do samooceny sprawności funkcjonalnej pacjentów zastosowano podobnie, jak w pracy własnej kwestionariusz OSWESTRY. Wykazano, że zarówno ćwiczenia kinezyterapeutyczne, jak i konwencjonalne prądy TENS, okazały się być skuteczne w zmniejszeniu dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa, w obu przypadkach,  $p < 0,01$ .

Tureccy naukowcy z Ufuk University (Koldaş Doğan i in., 2008) zbadali wpływ trzech sesji terapeutycznych na ból i samoocenę niepełnosprawność w grupie 60 pacjentów. Stopień nasilenia dolegliwości bólowych oceniano skalą wzrokowo-analogową VAS, natomiast poziom niepełnosprawności w odróżnieniu do własnych badań, oceniany był za pomocą kwestionariusza Rolanda Morrisa (Padua i in., 2002). Pacjenci zostali losowo przydzieleni do trzech grup: grupa 1, w której zastosowano ćwiczenia aerobowe i ćwiczenia ogólnousprawniające w warunkach domowych. W grupie 2 zastosowano ćwiczenia ogólnousprawniające w warunkach domowych, ciepłe okłady na odcinek lędźwiowy kręgosłupa, leczenie ultradźwiękami (częstotliwość 1 MHz i natężenie 1,5 W/cm) i prądami TENS (30÷40 Hz przez 15 min), w grupie 3 zastosowano wyłącznie ćwiczenia ogólnousprawniające w warunkach domowych. Sesje terapeutyczne odbywały się trzy razy w tygodniu, przez kolejne 6 tygodni. Nasilenie bólu i niepełnosprawność pacjentów oceniano przed i po leczeniu oraz po 1 miesiącu od zaprzestania leczenia. Każda z terapii okazała się być skuteczna w zmniejszeniu dolegliwości bólowych, oraz w obniżeniu

odczucia niepełnosprawności. W grupie 2, w której zastosowano fizykoterapię i ćwiczenia kinezyterapeutyczne, stwierdzono istotną poprawę samooceny niepełnosprawności ( $p<0,01$ ), jak również obniżeniu dolegliwości bólowych ( $p<0,01$ ). Autorzy wykazali, że niezależnie od zastosowanej interwencji, zabiegi fizjoterapeutyczne poprawiają jakość życia i zmniejszają ból dolnego odcinka kręgosłupa.

Wyniki własnych badań poddano analizie statystycznej w celu sprawdzenia czy istnieje związek pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a wskaźnikiem niepełnosprawności, wynikami prób stabilograficznych i wartościami momentów sił podczas zginania i prostowania tułowia w warunkach statyki.

Wskaźnik niepełnosprawności, w niniejszych badaniach, w sposób istotny wiązał się z nasileniem bólu zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn w 1 etapie badań. Korelacje te były pozytywne. Współczynnik korelacji pomiędzy badanymi zmiennymi, był wyższy w przypadku mężczyzn ( $r=0,71$ ;  $p<0,01$ ) niż kobiet ( $r=0,50$ ;  $p<0,01$ ). W 2 etapie badań odnotowano istotne, dodatnie korelacje między nasileniem bólu a wskaźnikiem niepełnosprawności. U kobiet związek ten okazał się silniejszy ( $r=0,76$ ;  $p<0,01$ ) w porównaniu do mężczyzn ( $r=0,54$ ;  $p<0,01$ ). Również w 3 etapie badań związek pomiędzy tymi zmiennymi był istotny statystycznie wśród kobiet. Korelacja ta, podobnie jak w etapie 1 i 2, była dodatnia ( $r=0,59$ ;  $p<0,001$ ). U mężczyzn w 3 etapie związek pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych i wskaźnikiem niepełnosprawności, był istotny i dodatni, w przypadku kobiet ( $r=0,48$ ;  $p=0,015$ ).

W badaniach Bozorgmehr i współpracowników (2018) znaleziono korelacje między wskaźnikiem niepełnosprawności a czasem trwania bólu i wytrzymałością mięśni u pacjentów z dolegliwością dolnego odcinka kręgosłupa. Korelacja ta okazała się istotna ( $p<0,005$ ).

Wytrzymałość mięśni uznawana jest za ważną cechę pacjentów z bólem dolnego odcinka kręgosłupa. Definiowana jako wartość siły w warunkach izometrii, gdy skurcz nie może już być utrzymywany na określonym poziomie lub jako siłę w warunkach dynamiki, gdy powtarzalna praca nie może być dłużej podtrzymywana z określonym poziomem siły (Moffroid, 1997). Zmęczenie i ból uniemożliwia pacjentom wykonywanie codziennych czynności przy użyciu zaangażowanych mięśni. Ponieważ mięśnie tułowia są aktywne w prawie każdej funkcji człowieka, powinny być one w stanie pracować bez zmęczenia przez cały dzień. Niska wytrzymałość mięśniowa może odgrywać główną rolę w rozwoju zaburzeń ruchowych u pacjentów z bólem dolnego odcinka kręgosłupa (Moffroid, 1997).

Autorzy (Nava-Bringas, i in., 2014) badając związek pomiędzy nasileniem bólu a niepełnosprawnością pacjentów, nie odnotowali korelacji pomiędzy tymi zmiennymi.

Badając zależność pomiędzy wynikami oceny bólu w skali VAS a wynikami prób stabilograficznych, autorzy (Braga i in., 2012) stwierdzili, że osoby z bólem dolnego odcinka kręgosłupa mogą wykazywać osłabienie sprawności kontrolowania postawy. Badanie przeprowadzono na 15 kobietach cierpiących na ból dolnego odcinka kręgosłupa i 15 kobietach zdrowych. Badane osoby zostały poddane trzem 30 sekundowym próbom stania obunóż z oczami otwartymi na platformie stabilograficznej. Porównując długości ścieżki parcia stóp na podłoże (TL), pomiędzy kobietami cierpiącymi na ból dolnego odcinka kręgosłupa a kobietami zdrowymi stwierdzono, że kobiety zdrowe osiągnęły lepsze wyniki podczas prób stabilograficznych, w porównaniu do kobiet z dolegliwością bólową odcinka lędźwiowego. Ból wpłynął na zwiększenie długości ścieżki środka parcia stóp na podłoże TL podczas prób stabilograficznych. Różnica wyników prób stabilograficznych, pomiędzy pacjentkami a kobitami zdrowymi, nie była istotna ( $p < 0,084$ ).

Sipko i Kuczyński (2013) analizowali związek nasilenia bólu ze zmianą wychwiań posturalnych u pacjentów z przewlekłym bólem dolnego odcinka kręgosłupa. Autorzy zbadali trzy grupy osób. Osoby zdrowe stanowiły grupę bezobjawową ( $n=32$ ), natomiast pacjentów z bólem dolnego odcinka kręgosłupa ( $n=36$ ) podzielono na 2 podgrupy, według zgłaszanego natężenia bólu spoczynkowego na numerycznej skali oceny (VAS): pacjenci z bólem niskim (LP) i wysokim (HP). Zaobserwowano, że wychylenia w kierunku przednio-tylnym, były większe zarówno w podgrupach LP ( $p < 0,01$ ), jak i HP ( $p < 0,01$ ) w porównaniu do grupy bezobjawowej, podczas prób z oczami otwartymi i zamkniętymi. Nie stwierdzono różnic między grupami LP i HP.

Ból jako czynnik, przyczyniający się do utrudnienia kontroli postawy, powoduje wzrost zmęczenia mięśni i ograniczenie ruchów kręgosłupa, niezależnie od intensywności bólu. Prowadzi to do zaburzenia równowagi (Brumagne i in., 2004), (Mientjes i Frank, 1999), (Byl i Sinnott, 1991), (Vogt i in., 2003), (Brumagne i in., 2008). Według (Brumagne i in., 2008) osłabienie kontroli postawy u osób z bólem dolnego odcinka kręgosłupa zmusza do poszukiwania nowych, lepszych metod diagnostyki funkcjonalnej, jak i skutecznych metod leczenia i rehabilitacji pacjentów z rozpoznanym kręgozmykiem.

W niniejszej pracy, dokonując analizy zależności pomiędzy nasileniem bólu a wynikami prób stabilograficznych, odnotowano, iż w 1 etapie badań wyniki prób stabilograficznych z oczami otwartymi nie były związane ze zwiększeniem bólu w sposób

istotny, niezależnie od płci badanych. Podobnie w 2 etapie korelacje pomiędzy tymi zmiennymi również były nieistotne statystycznie u kobiet i mężczyzn. Tak samo, w etapie 3, dla pacjentów obu płci związek pomiędzy wynikami prób stabilograficznych KKDO a oceną w skali VAS nie był istotny.

Badania Kołodziej (2005) dowiodły, że istnieje korelacja pomiędzy wynikami prób stabilograficznych, a samooceną odczuwania bólu ocenianego za pomocą skali VAS. W badaniach autora, chorzy z mniej nasilonym zespołem bólowym wykazali mniejszą asymetrię ( $p < 0,001$ ) obciążania kończyn dolnych.

W niniejszej pracy stwierdzono, iż w 1 etapie badań wyniki prób stabilograficznych z oczami zamkniętymi były w sposób istotny skorelowane z nasileniem bólu, u kobiet i mężczyzn. U pacjentów obu płci korelacje były dodatnie i miały umiarkowaną siłę, związek między zmiennymi był silniejszy u mężczyzn ( $r = 0,49$ ;  $p < 0,013$ ) niż u kobiet ( $r = 0,42$ ;  $p < 0,014$ ). W 2 etapie, po zakończeniu terapii, związek pomiędzy wynikami samooceny bólu za pomocą skali VAS a wynikami prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami zamkniętymi (KKDZ) był istotny jedynie w przypadku mężczyzn. Podobnie jak w etapie 1, korelacja była dodatnia i umiarkowana ( $r = 0,47$ ;  $p < 0,018$ ). W 3 etapie badań nie odnotowano istotnych statystycznie związków pomiędzy bólem a wynikami prób stabilograficznych z oczami zamkniętymi zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn.

Według autorów (Chow i in., 2005) występowanie bólu u pacjentów z kręgozmykiem ma istotny związek z długością ścieżki środka parcia stóp na podłoże podczas prób stabilograficznych. Analiza przeprowadzona przez tych autorów miała przede wszystkim na celu wykazanie, czy ból jednostronny promieniujący do prawej kończyny dolnej, powoduje, że pacjent bardziej obciąża lewą kończynę. Ocena bólu w skali VAS podczas prób na jednej KD koreluje z obciążeniem drugiej kończyny dolnej. Autorzy stwierdzili istotną korelację ( $p < 0,0039$ ), pomiędzy oceną bólu a wynikiem próby stabilograficznej z oczami zamkniętymi. Ocena bólu w skali VAS koreluje z obciążeniem lewej stopy ( $p < 0,0039$ ).

Badając, w ramach niniejszej pracy, zależność pomiędzy nasileniem bólu a siłą mięśni tułowia, w 1 etapie badań, między bezwzględną siłą zginania tułowia a nasileniem dolegliwości bólowych odnotowano istotne statystycznie, ujemne związki zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn, co oznacza, że ból ograniczał rozwinięcie siły podczas pomiarów w warunkach statyki. W przypadku obu płci korelacje pomiędzy siłą prostowania lub



zginania tułowia a ocena bólu były umiarkowane, choć większa siła związku została zaobserwowana u mężczyzn ( $r=-0,40$ ;  $p=0,046$ ) niż u kobiet ( $r=-0,35$ ;  $p=0,043$ ). W następnych etapach badania 2 i 3 związki pomiędzy tymi zmiennymi u obu płci okazały się nieistotne statystycznie. Co może świadczyć, że wzmocnienie siły mięśni tułowia wpłynęło na zmniejszenie bólu.

Względny moment zginania tułowia siły (WMmZg) i nasilenie dolegliwości bólowych w sposób istotny korelowały ujemnie ze sobą u kobiet i u mężczyzn w 1 etapie badań. U obu płci korelacje względnego momentu siły zginania tułowia z bólem były ujemne i umiarkowane, większą siłę związku odnotowano w przypadku mężczyzn  $r=-0,42$ ;  $p<0,035$  w porównaniu do kobiet  $r=-0,36$ ;  $p<0,041$ . W 2 i 3 etapie nie stwierdzono związku pomiędzy względnym momentem siły zginania tułowia rozwijanym w statyce (WMmZg) a bólem w skali VAS, u kobiet i u mężczyzn.

Korelacja pomiędzy bezwzględnym momentem siły prostowania tułowia (MmPr) a nasileniem bólu była istotna statystycznie w 1 etapie badań w przypadku kobiet. Związek ten był ujemny i silny ( $r=-0,54$ ;  $p<0,001$ ). Nie stwierdzono takiej korelacji u mężczyzn. Zarówno w 2, jak i w 3 etapie wśród kobiet i mężczyzn nie zaobserwowano istotnych statystycznie związków między momentami siły rozwijanymi w statyce a oceną bólu w skali VAS. Przyczyną braku zależności pomiędzy bólem a siłą mięśni tułowia, mogła być różna reakcja na obciążenia treningowe, wynikająca z różnego poziomu wyjściowego zdolności siłowych lub zmniejszenie wrażliwości na ból, spowodowane treningiem i zabiegami fizjoterapeutycznymi.

Związek między względną siłą prostowania tułowia (WMmPr) a nasileniem dolegliwości bólowych był istotny statystycznie w 1 etapie, w przypadku kobiet. Korelacja była ujemna i silna ( $r=-0,55$ ;  $p<0,001$ ). Być może kobiety w porównaniu do mężczyzn, okazały się być wrażliwsze na ból, nie przykładające się do wysiłku, bądź mniej zmotywowane do wysiłku. W 1 etapie badań, u mężczyzn, związek pomiędzy względną siłą prostowania tułowia (WMmPr) a nasileniem dolegliwości bólowych okazał się nieistotny statystycznie. W kolejnych etapach badań, 2 i 3 u kobiet nie zaobserwowano istotnych statystycznie zależności między WMmPr a wynikami oceny bólu w skali VAS. Podobnie w przypadku mężczyzn, w 2 i 3 etapie nie stwierdzono istotnych związków pomiędzy bólem a względną siłą tułowia.

Zależność między siłą zginania i prostowania tułowia w warunkach izometrii, a intensywnością bólu, odnotowano również w badaniach Cho i współpracowników

(2014b). Autorzy wykazali, że siła jest istotnie i ujemnie skorelowana z nasileniem bólu zarówno podczas zginania, jak i prostowania tułowia w warunkach izometrii.

Jak raportują inni autorzy (Moreno Catalá i in., 2018) pacjenci z bólem w porównaniu ze zdrowymi osobami z grupy kontrolnej mają istotnie mniejszą siłę prostowania tułowia ( $p=0,013\div 0,023$ ; wielkość efektu  $\eta^2=0,091\div 0,108$ ). W przypadku izometrycznego zginania tułowia, autorzy nie stwierdzili istotnych różnic pomiędzy pacjentami a grupą kontrolną ( $p=0,54\div 0,92$ ).

Autorzy (Gabr i Eweda, 2019) stwierdzili, że niska siła mięśni tułowia jest bezpośrednio związana z bólem ( $p<0,05$ ). Po 15-dniowym standardowym programie ćwiczeń wzmacniających tułów w grupie pacjentów stwierdzono wzrost siły mięśni prostowników i zginaczy tułowia ( $p<0,05$ ). Autorzy wskazują, iż odpowiednio dobrany zestaw ćwiczeń, mający na celu poprawę siły mięśni tułowia, jest skutecznym sposobem zmniejszenia bólu i poprawy sprawności funkcjonalnej.

Podsumowując, wydaje się, że niezależnie od grupy, w której zastosowano programy z zastosowaniem fizykoterapii lub technik powięziowych, końcowy efekt terapii okazał się satysfakcjonujący. Stwierdzenie korzystnego wpływu dwóch własnych programów rehabilitacji u pacjentów z kręgozmykiem I° lub II°, powinno skutkować w przyszłości rewizją nieskutecznych w leczeniu zaleceń terapeutycznych. Wyniki uzyskane w niniejszych badaniach są zgodne z wynikami nielicznych autorów raportujących wyniki badań dotyczących leczenia kręgozmyku.

Z punktu widzenia systemu publicznej opieki medycznej bardzo ważny jest nie tylko aspekt skuteczności zastosowanych metod terapii, ale również koszty leczenia. Dlatego, decyzja o podjęciu metody i programu leczenia powinna wynikać także z uwarunkowań ekonomicznych. Zarówno lekarze, jak i fizjoterapeuci dokonując, w przyszłości, wyboru programu usprawniania osób z objawowym kręgozmykiem, powinni sugerować się rozwiązaniami przede wszystkim bezpiecznymi, skutecznymi i niedrogimi, jak również nie wymagającymi odpowiedniego sprzętu i dużej przestrzeni, by móc zapewnić pacjentom odpowiednie leczenie. Bardzo ważny jest także problem diagnostyki. Powinno się stosować odpowiedni i sprawdzony, pod względem metrologicznym sprzęt pomiarowy i używać tylko sprawdzonych metod pomiarowych.

Uzyskane w czasie badań informacje o stanie siły mięśni tułowia i zdolnościach koordynacyjnych podczas utrzymywania pionowej postawy ciała były przydatne do korygowania programu postępowania fizjoterapeutycznego i oceny indywidualnej jego

skutków. Wyniki badań własnych wskazują, że nawet pacjenci w wieku powyżej 60 lat z kręgozmykiem i znacznym stopniem niepełnosprawności, mają potencjał do poprawy własnej sprawności funkcjonalnej.

## 6. Wnioski i uwagi końcowe

Przeprowadzone badania polegały na ocenie skuteczności terapii popularnych metod stosowanych w leczeniu bólu kręgosłupa, u pacjentów ze zdiagnozowanym kręgozmykiem I° lub II°. Podczas badań, na pacjentach, zastosowano ściśle kryteria włączenia i wyłączenia do eksperymentu oraz zastosowano sprawdzone metody pomiarowe do oceny siły tułowia oraz koordynacji ruchowej podczas prób stabilograficznych na dwóch KKD. Do oceny bólu zastosowano powszechnie używaną skalę wzrokowo-analogową VAS, natomiast do oceny poziomu niepełnosprawności zastosowano badania ankietowe metodą Ostwestry.

Podczas przygotowania eksperymentu pozytywnie zweryfikowano zastosowane metody badawcze oraz zdobyto doświadczenie w zakresie realizacji badań na pacjentach z kręgozmykiem, będących w podeszłym wieku.

Eksperymentalnie wykazano, że obydwie zastosowane programy terapii okazały się być skutecznymi sposobami leczenia pacjentów z objawowym bólem krzyża, spowodowanym kręgozmykiem, w zakresie poprawy siły mięśni tułowia, samooceny niepełnosprawności, oraz zmniejszeniu dolegliwości bólowych. Zastosowane metody nie wpłynęły na poprawę koordynacji, ocenianej za pomocą stabilografii.

Zastosowanie programów rehabilitacji w grupie G1 i G2 wpłynęło na istotny przyrost siły mięśni prostowników i zginaczy tułowia w obu badanych grupach.

Nie stwierdzono wpływu zastosowanych terapii, z przewagą zabiegów fizykalnych w grupie G1 i w grupie G2 z przewagą zabiegów mięśniowo-powięziowych na poprawę sprawności mechanizmu utrzymywania pionowej postawy ciała, zarówno z oczami otwartymi, jak również z oczami zamkniętymi.

W obu grupach stwierdzono istotny wpływ zastosowanych terapii na obniżenie samooceny intensywności bólu kręgosłupa, co oznacza, że zastosowane metody terapeutyczne były skuteczne w leczeniu bólu.

Wyniki samooceny pacjentów, uzyskane za pomocą kwestionariusza Oswestry, wykazały istotny, pozytywny wpływ zastosowanych terapii na własne odczuwanie niepełnosprawności.

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na weryfikację przyjętych hipotez, udzielenie odpowiedzi na postawione pytania badawcze oraz sformułowanie wniosków:

**Hipoteza 1.** Zastosowane podczas 4-tygodniowego turnusu programy rehabilitacji, z przewagą kinezyterapii oraz zabiegów fizykalnych w jednej grupie i technik mięśniowo-

powięziowych w drugiej grupie miały pozytywny wpływ na zwiększenie siły zginaczy i prostowników tułowia oraz poprawę sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi u osób z kręgozmykiem I° lub II°.

Wykazano, że obydwa zastosowane, w grupach G1 i G2 programy terapii, podczas 4-tygodniowego turnusu rehabilitacji, miały taki sam pozytywny wpływ na siłę mięśni zginaczy i prostowników tułowia u osób z kręgozmykiem I° lub II°. Hipotezę zweryfikowano pozytywnie: siła tułowia w obu grupach wzrosła.

Zastosowane programy fizjoterapeutyczne, z przewagą fizykoterapii i przewagą technik mięśniowo-powięziowych nie miały wpływu na sprawność mechanizmu utrzymywania równowagi w obu grupach. Postawioną w pracy hipotezę badawczą zweryfikowano negatywnie, należy ją odrzucić. Terapia w obu grupach nie wpłynęła na sprawność utrzymywania równowagi.

**Hipoteza 2.** Zaproponowane i zastosowane w terapii programy rehabilitacji spowodowały istotne zmniejszenie odczuwania intensywności bólu u osób z kręgozmykiem I° lub II°. Postawioną w pracy hipotezę badawczą zweryfikowano pozytywnie.

Turnusy rehabilitacyjne wpłynęły na zmniejszenie samooceny odczuwania bólu w odcinku lędźwiowym, u osób z kręgozmykiem I° lub II°. Biorąc pod uwagę wszystkie osoby badane, niezależnie od rodzaju zastosowanej terapii, dolegliwości bólowe zmniejszyły się istotnie po zakończeniu turnusu, w porównaniu do stanu sprzed rozpoczęcia turnusu rehabilitacyjnego. Wskazuje to na skuteczność zastosowanych programów rehabilitacji w zakresie zmniejszenia dolegliwości bólowych na każdym z etapów leczenia kręgozmyku.

**Hipoteza 3.** Zaproponowane i zastosowane w terapii programy rehabilitacji spowodowały zmniejszenie samooceny niepełnosprawności funkcjonalnej u osób z kręgozmykiem I° lub II°. Postawioną w pracy hipotezę badawczą zweryfikowano pozytywnie. Pacjenci deklarowali znaczącą poprawę samooceny niepełnosprawności.

Turnusy rehabilitacyjne, w opinii pacjentów, znacząco wpłynęły na zmniejszenie poziomu niepełnosprawności funkcjonalnej u osób z kręgozmykiem I° lub II°. Świadczy to o skuteczności zastosowanych programów rehabilitacyjnych w zmniejszeniu poziomu samooceny niepełnosprawności funkcjonalnej.

**Hipoteza 4.** Na każdym z etapów badań u kobiet i mężczyzn wystąpił związek pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a wskaźnikiem niepełnosprawności, wynikami prób stabilograficznych i wartościami momentów sił mięśniowych podczas zginania i prostowania tułowia.

Wskaźnik niepełnosprawności w sposób istotny korelował z nasileniem bólu zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn w 1 etapie badania. Korelacje te były pozytywne. W 2 i 3 etapie badań odnotowano: istotne dodatnie korelacje między nasileniem bólu a wskaźnikiem niepełnosprawności zarówno wśród kobiet, jak i mężczyzn. U mężczyzn związek pomiędzy niepełnosprawnością a bólem był o mniejszej sile niż w przypadku kobiet. Hipotezę, dotyczącą związku oceny bólu i samooceny niepełnosprawności zweryfikowano pozytywnie. Stwierdzono istotny związek pomiędzy bólem a niepełnosprawnością na każdym etapie badań.

W 1 etapie badań wyniki prób stabilograficznych z oczami otwartymi nie były związane z nasileniem bólu, niezależnie od płci badanych. Podobnie w 2 i 3 etapie korelacje pomiędzy tymi zmiennymi również były nieistotne statystycznie u kobiet i mężczyzn. Postawioną w pracy hipotezę zweryfikowano negatywnie. Nie stwierdzono związku pomiędzy wynikami prób stabilograficznych z oczami otwartymi a bólem.

W 1 etapie badań wyniki prób stabilograficznych z oczami zamkniętymi były w sposób istotny związane z nasileniem bólu, u kobiet i mężczyzn. U pacjentów obu płci korelacje były dodatnie i miały umiarkowaną siłę, związek między zmiennymi był silniejszy u mężczyzn niż u kobiet. W 2 etapie związek pomiędzy oceną bólu w skali VAS, a wynikami pomiaru w pozycji KKDZ był istotny jedynie w przypadku mężczyzn. Korelacja w tym przypadku była dodatnia i umiarkowana. W 3 etapie badań nie odnotowano istotnych związków pomiędzy bólem i wynikami prób stabilograficznych z oczami zamkniętymi zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn. W 1 i 2 etapie badań ból negatywnie wpływał na wyniki prób stabilograficznych, mocniej u kobiet niż u mężczyzn.

W 1 etapie badań między bezwzględną siłą zginania tułowia a nasileniem dolegliwości bólowych odnotowano istotne, ujemne związki zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn. W przypadku obu płci korelacje były umiarkowane, większa siła związku została zaobserwowana u mężczyzn niż u kobiet. W następnych etapach badań związki pomiędzy tymi zmiennymi u obu płci okazały się nieistotne.

Względna siła zginania tułowia i nasilenie dolegliwości bólowych w sposób istotny korelowały ze sobą u kobiet i u mężczyzn w 1 etapie badań. U obu płci korelacje te były

ujemne i umiarkowane, większą siłę związku odnotowano w przypadku mężczyzn w porównaniu do kobiet. W 2 i 3 pomiarze związku pomiędzy względnym momentem siły podczas zginania tułowia a wskaźnikiem VAS były nieistotne zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn.

Korelacja pomiędzy bezwzględną siłą prostowania tułowia a nasileniem bólu okazała się istotna w 1 etapie badań w przypadku kobiet. Związek ten był ujemny i silny. U mężczyzn w 1 etapie korelacja ta nie była istotna statystycznie. W 2, jak i 3 etapie zarówno wśród kobiet, jak i mężczyzn nie zaobserwowano istotnych statystycznie związków pomiędzy momentem siły prostowania tułowia a wskaźnikiem bólu VAS.

Związek pomiędzy względną siłą prostowania a nasileniem dolegliwości bólowych był istotny statystycznie w 1 etapie, w przypadku kobiet. Korelacja ta, była ujemna i silna. Natomiast, w 1 etapie badań u mężczyzn związek pomiędzy tymi zmiennymi okazał się nieistotny statystycznie. W kolejnych etapach badań 2 i 3, zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn nie zaobserwowano istotnych statystycznie zależności pomiędzy względnym momentem siły prostowania tułowia a poziomem samooceny intensywności bólu w skali VAS. Podobnie, jak w przypadku siły bezwzględnej zaobserwowano, że ból ogranicza możliwość rozwijania siły podczas prostowania i zginania tułowia w warunkach statyki.

Uzyskane wyniki badań pozwoliły udzielić odpowiedzi na postawione pytania badawcze:

**1. Jaki poziom sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi prezentują pacjenci z kręgozmykiem I° lub II° w wieku 60÷75 lat podczas prób stabilograficznych w badanych grupach?**

Średnia wyników prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami otwartymi w grupie G1, wynosiła, w 1 etapie:  $334 \pm 76$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,8 pkt.; w 2 etapie:  $329 \pm 56$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,9 pkt.; oraz w 3 etapie:  $359 \pm 46$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,5 pkt.; oraz w grupie G2, w 1 etapie:  $340 \pm 83$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,7 pkt.; w 2 etapie:  $331 \pm 55$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,7 pkt.; oraz w 3 etapie:  $327 \pm 55$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,8 pkt. Średnia wyników prób stabilograficznych w stanie obunóż z oczami zamkniętymi w grupie G1 wynosiła, w 1 etapie:  $407 \pm 118$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,6 pkt.; w 2 etapie:  $401 \pm 93$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,6 pkt.; oraz w 3 etapie:  $411 \pm 57$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,5 pkt.; natomiast w grupie G2, w 1 etapie:  $474 \pm 147$  mm i w skali 6-cio pkt. 1,3 pkt.; w 2 etapie:

421±90 mm i w skali 6-cio pkt. 1,4 pkt.; oraz w 3 etapie: 429±99 mm i w skali 6-cio pkt. 1,5 pkt.

Wszystkie uśrednione wyniki prób stabilograficznych należy zakwalifikować jako ocenę 2 pkt. co oznacza mierny poziom oceny sprawności utrzymywania równowagi w szkolnej skali od 1 do 6 gdzie 1 to ocena niedostateczna, a 6 to ocena celująca. W populacji zdrowych modych ludzi frakcja osób z oceną 2 pkt., mierną, wynosi 13,5% (Wychowański i in., 2015), (Wychowański, 2008). Sprawność mechanizmu utrzymania równowagi pozostała na poziomie miernym, 2 pkt, w poszczególnych etapach badań zarówno u pacjentów, u których zastosowano fizykoterapię, jak i u pacjentów, u których stosowano terapię mięśniowo-powięziową.

Podczas badania równowagi na platformie stabilograficznej, w próbach stania obunóż z oczami otwartymi i zamkniętymi zaobserwowano, że zarówno pacjenci w grupie G1 i G2 utrzymywali równowagę na podobnym poziomie. Biorąc pod uwagę oceny stabilograficzne w 6-cio pkt. skali, można przyjąć, że zarówno badane kobiety, jak i mężczyźni będący w wieku powyżej 60 lat miały bardzo słabe, mierne, zdolności koordynacyjne. Średnie wyniki oceny stabilograficznej w grupie G1 i w grupie G2 wynosiły 2 pkt. i ocena ta nie zmieniła się podczas turnusu rehabilitacyjnego. Dla porównania, ze zdrową populacją w wieku 19÷30 lat, jako grupą referencyjną, średni wynik ocen w 6-cio pkt. skali wynosi 3,5 pkt.

**2. Jakie wartości momentów sił mięśniowych uzyskają pacjenci z kręgozmykiem I lub II° w badanych grupach podczas zginania i prostowania tułowia w warunkach statyki?**

Dla bezwzględnych momentów siły zginania tułowia średnie wyniki w grupie G1 wynosiły 129±24 Nm w etapie 1, 135±24 Nm w etapie 2 i 155±33 Nm w etapie 3. W przypadku względnych momentów siły przed rozpoczęciem leczenia średnia w grupie G1 wyniosła 1,6±0,2 Nm/kg, po 4 tygodniach rehabilitacji 1,7±0,2 Nm/kg, a po 6 tygodniach od jej zakończenia 1,9±0,3 Nm/kg.

Wyniki bezwzględnych momentów siły zginania tułowia dla grupy G2 były następujące: 99± 41 Nm w etapie 1, 110±39 Nm w etapie 2 i 120±35 Nm w etapie 3. Wyniki pomiarów względnych momentów siły zginania tułowia w grupie G2 wynosiły: 1,2±0,5 Nm/kg w etapie 1, 1,4±0,5 Nm/kg w 2 etapie i 1,6± 0,5 Nm/kg w 3 etapie.

Średnie wyniki pomiarów bezwzględnych momentów siły prostowania tułowia w grupie G1 wynosiły średnio 288±72 Nm w etapie 1, 319±73 Nm w etapie 2 i 343±74 Nm w etapie



3. W przypadku sił względnych średnia w grupie G1, w 1 etapie wynosiła  $3,6 \pm 0,7$  Nm/kg, w 2 etapie  $4 \pm 0,7$  Nm/kg, a w 3 etapie  $4,4 \pm 0,7$  Nm/kg.

W grupie G2 wyniki momentów bezwzględnych prostowania tułowia wynosiły  $213 \pm 100$  Nm w etapie 1,  $251 \pm 96$  Nm w etapie 2 i  $252 \pm 92$  Nm w etapie 3. Wyniki względnych momentów siły prostowania tułowia wynosiły w grupie G2  $2,7 \pm 1,2$  Nm/kg dla pomiaru początkowego,  $3,2 \pm 1,2$  Nm/kg dzień po zakończeniu rehabilitacji i  $3,3 \pm 1,3$  Nm/kg w 6 tygodni od zakończeniu turnusu.

Pomimo znaczącej poprawy średniej wartości siły zaobserwowanej w badaniach własnych, siła zginania i prostowania tułowia pacjentów z kręgoszmykiem pozostała niska w porównaniu do zdrowej populacji. Na podstawie dostępnych wyników badań w literaturze przedmiotu, młode i zdrowe osoby uzyskują wyższe wartości momentów sił zginania i prostowania tułowia w warunkach izometrii, od osób z kręgoszmykiem. Średnia maksymalna siła prostowania tułowia u osób zdrowych wynosi  $629 \pm 233$  Nm, a siła zginania tułowia  $564 \pm 235$  Nm.

**3. Czy samoocena dolegliwości bólowych w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa uległa zmniejszeniu pod wpływem zastosowanych metod terapeutycznych w badanych grupach?**

Zarówno, w grupie G1, jak i G2 dolegliwości bólowe w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa oceniane w skali VAS uległy pozytywnej zmianie pod wpływem zastosowanych metod terapeutycznych. W grupie pacjentów G1, u których zastosowano fizykoterapię zaobserwowano zmniejszenie się dolegliwości bólowych po turnusie rehabilitacyjnym. Po 4 tygodniach rehabilitacji nasilenie dolegliwości bólowych było mniejsze i zaobserwowana różnica była istotna statystycznie. Następnie, po 6 tygodniach od zakończenia turnusu rehabilitacyjnego dolegliwości bólowe ponownie zmniejszyły się i wynik ten był istotnie statystycznie niższy niż w etapie 1 i etapie 2. Podobne efekty leczenia bólu zaobserwowano u pacjentów, u których zastosowano terapię mięśniowo-powięziową. Różnice samooceny bólu w skali VAS w grupie G2, pomiędzy 1 a 2 etapem badania były istotne statystycznie, co wskazuje na obniżenie dolegliwości bólowych na skutek zastosowania w grupie G2 terapii z przewagą technik mięśniowo-powięziowych.

4. Jak bardzo ograniczone było funkcjonowanie badanych podczas wykonywania poszczególnych czynności dnia codziennego i jak się ono zmieniło na skutek leczenia w czasie 4-tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego?

Poprawę samooceny niepełnosprawności w postaci wyników wskaźnika ODI zaobserwowano zarówno w grupie G1, jak i G2. W przypadku osób, u których wykonana była fizykoterapia, grupa G1, istotna poprawa samooceny niepełnosprawności została zaobserwowana w przypadku etapu 1, przed rozpoczęciem rehabilitacji i etapu 3 po 6 tygodniach od zakończenia terapii. Wskazuje to na istotne poprawienie się samooceny niepełnosprawności pacjentów i tym samym lepsze funkcjonowanie badanych podczas wykonywania poszczególnych czynności dnia codziennego, po 6 tygodniach od zakończenia turnusu rehabilitacyjnego w porównaniu do stanu przed rozpoczęciem leczenia.

U pacjentów z grupy G2, u których zastosowano terapię mięśniowo-powięziową wyniki samooceny niepełnosprawności poprawiały się stopniowo na 2 i 3 etapie badań. Poziom niepełnosprawność w grupie G2 uległ obniżeniu już po 4 tygodniach rehabilitacji i ponownie obniżył się po 6 tygodniach od zakończenia terapii.

Na podstawie wyników uzyskanych w przeprowadzonym eksperymencie, przeglądu dostępnej literatury oraz własnego, wieloletniego doświadczenia zdobytego podczas leczenia pacjentów z objawowym bólem kręgosłupa w publicznej placówce ochrony zdrowia, sformułowano następujące wnioski, mogące być przydatne do doskonalenia skuteczności leczenia bólu kręgosłupa.

1. Uzyskane wyniki przeprowadzonych badań sugerują, że zarówno zabiegi fizykoterapeutyczne, jak i terapia mięśniowo-powięziowa punktów spustowych, są metodami wspomagającymi główną metodę leczenia jaką jest kinezyterapia ukierunkowana, przede wszystkim na trening siły mięśni tułowia i trening koordynacji ruchowej podczas utrzymywania pionowej postawy ciała.

2. Opracowany program treningu siły mięśni tułowia okazał się skuteczny. Realizacja programu podczas 4 tygodniowego turnusu rehabilitacyjnego spowodowała znaczący przyrost siły mięśni zginaczy i prostowników tułowia i w konsekwencji zmniejszenie dolegliwości bólowych kręgosłupa. Trening siłowy zalecany jest w celu przywrócenia funkcji mięśni u pacjentów z objawowym kręgozmykiem. Ponadto, trening siły i koordynacji ruchowej istotnie wpływa na zmniejszenie poziomu odczuwania bólu,

doprowadzając tym samym do zwiększenia sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi.

3. Zastosowany program treningu równowagi nie był skuteczny. Planując terapię pacjentów z kręgozmykiem, należy zdecydowanie najwięcej uwagi poświęcić na ćwiczenia poprawiające koordynację ruchową.

4. Należy zwrócić uwagę na fundamentalny problem dotyczącym znacznej nadwagi badanych. Otyłość, wpływa na sposób wykonywania codziennych czynności życiowych. Masa ciała jest silnym predyktorem stabilności postawy i ma negatywny wpływ na kontrolę równowagi. Przed rozpoczęciem terapii schorzeń kręgosłupa, koniecznym staje się wdrożenie odpowiednich procedur i programów leczenia otyłości, aż do uzyskania prawidłowej masy ciała. Spadek masy ciała, z całą pewnością korzystnie przyczyni się do poprawy sprawności funkcjonalnej osób z kręgozmykiem powyżej 60 roku życia, zmniejszając poziom niepełnosprawności pacjentów.

5. W dalszej perspektywie należy opracować wartości referencyjne do oceny poziomu siły zginaczy i prostowników tułowia na stanowisku pomiarowy firmy JBA Staniak, co umożliwi szybką i dokładną ocenę siły mięśni tułowia niezbędną do diagnostyki funkcjonalnej i kontroli treningu siły tułowia pacjentów z chorobami kręgosłupa.

## 7. Spis piśmiennictwa

1. Adogwa, O., Davison, M. A., Lilly, D. T., (2019). A 2-Year Cost Analysis of Maximum Nonoperative Treatments in Patients With Symptomatic Lumbar Stenosis or Spondylolisthesis That Ultimately Required Surgery. *Global Spine Journal*, 9(4), 424–433. <https://doi.org/10.1177/2192568218824956>
2. Agabegi, S. S., Fischgrund, J. S. (2010). Contemporary management of isthmic spondylolisthesis: pediatric and adult. *The Spine Journal*, 10(6), 530-43. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2010.02.023>
3. Ajimsha, M. S., Al-Mudahka, N. R., Al-Madzhar, J. A. (2015). Effectiveness of myofascial release: Systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(1), 102-12. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.06.001>
4. Alqarni, A. M., Schneiders, A. G., Hendrick, P. A. (2011). Clinical Tests to Diagnose Lumbar Segmental Instability: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(3), 130-40. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3457>
5. Alsufiany, M. B., Lohman, E. B., Daher, N. S., (2020). Non-specific chronic low back pain and physical activity: A comparison of postural control and hip muscle isometric strength. *Medicine*, 99(5), e18544. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018544>
6. Alzayed, K. A., Alsaadi, S. M. (2020). Efficacy of Pulsed Low-Frequency Magnetic Field Therapy on Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Trial. *Asian Spine Journal*, 14(1), 33-42. <https://doi.org/10.31616/asj.2019.0043>
7. Ambegaonkar JP, M. L. C. S. (2014). Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 9, 604–616.
8. Ammendolia, C., Stuber, K. J., Rok, E., (2013). Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 30(8), CD010712. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010712>
9. Anderson, K., Sarwark, J., Conway, J., (2000). Quantitative assessment with SPECT imaging of stress injuries of the pars interarticularis and response to bracing. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 20(1), 28-33. <https://doi.org/10.1097/00004694-200001000-00007>
10. Baloh, R. W., Ying, S. H., Jacobson, K. M. (2003). A Longitudinal Study of Gait and Balance Dysfunction in Normal Older People. *Archives of Neurology*, 60(6), 835. <https://doi.org/10.1001/archneur.60.6.835>

11. Barbado, D., Lopez-Valenciano, A., Juan-Recio, C., Montero-Carretero, C., van Dieën, J. H., Vera-Garcia, F. J. (2016). Trunk Stability, Trunk Strength and Sport Performance Level in Judo. *PLOS ONE*, *11*(5), e0162962. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156267>
12. Barinow- Wojewódzki A. (2013). *Fizjoterapia w chorobach wewnętrznych*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
13. Barrey, C., Jund, J., Nosedá, O., & Roussouly, P. (2007). Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *European Spine Journal*, *16*(9), 1459-67. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0294-6>
14. Bartochowski Ł. (2011). *Skuteczność leczenia operacyjnego kręgozmyku przy użyciu instrumentarium przeznaczadowego* (Rozprawa doktorska, Uniwersytet Medyczny im. Marcinkowskiego). Repozytorium Uniwersytetu Medycznego im. Marcinkowskiego.
15. Bauer A., W. M. (2012). *Przewodnik metodyczny po wybranych zabiegach fizykalnych*. Ostrowiec Świętokrzyski: Wydawnictwo Markmed Rehab. S.C.
16. Bayramoğlu, M., Akman, M. N., Kılınç, Ş., Çetin, N., Yavuz, N., & Özker, R. (2001). Isokinetic Measurement of Trunk Muscle Strength in Women with Chronic Low-Back Pain. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *80*(9), 650-5. <https://doi.org/10.1097/00002060-200109000-00004>
17. Beck, A. W., & Simpson, A. K. (2019). High-Grade Lumbar Spondylolisthesis. *Neurosurgery Clinics of North America*, *30*(3), 291-298. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2019.02.002>
18. Bell DF, E. M. Z. D. (1988). Treatment of orthosis in symptomatic spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *236*, 192–198.
19. Berg, K. (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, *41*(6), 304-311. <https://doi.org/10.3138/ptc.41.6.304>
20. Berkson, M., Schultz, A., Nachemson, A., & Andersson, G. (1977). Voluntary Strengths of Male Adults with Acute Low Back Syndromes. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, *11*(129), 84-95. <https://doi.org/10.1097/00003086-197711000-00010>
21. Berrigan, F., Simoneau, M., Tremblay, A., Hue, O., & Teasdale, N. (2006). Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from a standing posture. *International Journal of Obesity*, *30*(12), 1750–1757. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803342>
22. Beutler, W. J., Fredrickson, B. E., Murtland, A., Sweeney, C. A., Grant, W. D., & Baker, D. (2003a). The Natural History of Spondylolysis and Spondylolisthesis. *Spine*, *28*(10), 1027-35. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000061992.98108.A0>

23. Bialosky, J. E., Bishop, M. D., Price, D. D., Robinson, M. E., & George, S. Z. (2009). The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Manual Therapy, 14*(5), 531-538. <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.09.001>
24. Bilgin, S., Temucin, C. M., Nurlu, G., Kaya, D. O., Kose, N., & Gunduz, A. G. (2013). Effects of exercise and electrical stimulation on lumbar stabilization in asymptomatic subjects: A comparative study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 26*(3), 261-6. <https://doi.org/10.3233/BMR-130374>
25. Błaszczyk J. (2008). Sway ratio - A new measure for quantifying postural stability. *Acta Neurobiologiae Experimentalis, 68*(1), 51–57.
26. Bober, T., Z. J. (2001). *Biomechanika układu ruchu człowieka*. Wrocław: Wydawnictwo BK.
27. Boos N., A. M. (2009). Spinal Disorders: Fundamentals of Diagnosis and Treatment. *American Journal of Neuroradiology, 30*(3), e44. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1299>
28. Boyd, E. D., M. S. N., & F. D. S. (2019). Outcome of Conservative Management in the Treatment of Symptomatic Spondylolysis and Grade I Spondylolisthesis. *Bulletin of the Hospital for Joint Disease, 77*(3), 172–182.
29. Bozorgmehr, A., Zahednejad, S., Salehi, R., Ansar, N. N., Abbasi, S., Mohsenifar, H., & Villafañe, J. H. (2018). Relationships between muscular impairments, pain, and disability in patients with chronic nonspecific low back pain: a cross sectional study. *Journal of Exercise Rehabilitation, 14*(6), 1041–1047. <https://doi.org/10.12965/jer.1836374.187>
30. Braga, A. B., Rodrigues, A. C. de M. A., Lima, G. V. M. P. de, Melo, L. R. de, Carvalho, A. R. de, & Bertolini, G. R. F. (2012). Comparação do equilíbrio postural estático entre sujeitos saudáveis e lombálgicos. *Acta Ortopédica Brasileira, 20*(4), 210-2. <https://doi.org/10.1590/S1413-78522012000400003>
31. Brumagne, S., Cordo, P., & Verschueren, S. (2004). Proprioceptive weighting changes in persons with low back pain and elderly persons during upright standing. *Neuroscience Letters, 366*(1), 63-6. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.05.013>
32. Brumagne, S., Janssens, L., Janssens, E., & Goddyn, L. (2008). Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. *Gait & Posture, 28*(4), 657-62. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.04.015>
33. Brumagne, S., Janssens, L., Knapen, S., Claeys, K., & Suuden-Johanson, E. (2008). Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *European Spine Journal, 17*(9), 1177-84. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0709-7>

34. Butt, S., & Saifuddin, A. (2005). The imaging of lumbar spondylolisthesis. *Clinical Radiology*, 60(5), 533-46. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2004.07.013>
35. Bydon, M., Alvi, M. A., & Goyal, A. (2019). Degenerative Lumbar Spondylolisthesis. *Neurosurgery Clinics of North America*, 30(3), 299-304. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2019.02.003>
36. Byl, N. N., & Sinnott, P. (1991). Variations in Balance and Body Sway in Middle-Aged Adults. *SPINE*, 16(3), 325-30. <https://doi.org/10.1097/00007632-199103000-00012>
37. Caelers Inge JMH, R. K. van H. W. L. et al. (2019). Lumbar spondylolisthesis; common, but surgery is rarely needed. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*, 163, D3769
38. Cavalier, R., Herman, M. J., Cheung, E. v., & Pizzutillo, P. D. (2006). Spondylolysis and Spondylolisthesis in Children and Adolescents: I. Diagnosis, Natural History, and Nonsurgical Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14(7), 417–424. <https://doi.org/10.5435/00124635-200607000-00004>
39. Chan, A. K., Sharma, V., Robinson, L. C., & Mummaneni, P. v. (2019). Summary of Guidelines for the Treatment of Lumbar Spondylolisthesis. *Neurosurgery Clinics of North America*, 30(3), 353–364.. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2019.02.009>
40. Chapman, J. R., Norvell, D. C., Hermsmeyer, J. T., Bransford, R. J., DeVine, J., McGirt, M. J., & Lee, M. J. (2011). Evaluating Common Outcomes for Measuring Treatment Success for Chronic Low Back Pain. *Spine*, 6(21), S54–S68. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31822ef74d>
41. Chen X, Y. J. F. M. (2019). Mechanical analysis of intervertebral disc in the treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis by sitting rotation manipulation. *Shanghai Journal of Traditional Chinese Medicine*, 34, 1395–1400
42. Childs, J. D., Teyhen, D. S., Casey, P. R., McCoy-Singh, K. A., Feldtmann, A. W., Wright, A. C., Dugan, J. L., Wu, S. S., & George, S. Z. (2010). Effects of Traditional Sit-up Training Versus Core Stabilization Exercises on Short-Term Musculoskeletal Injuries in US Army Soldiers: A Cluster Randomized Trial. *Physical Therapy*, 90(10), 1404–1412. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090389>
43. Cho, K. H., Beom, J. W., Lee, T. S., Lim, J. H., Lee, T. H., & Yuk, J. H. (2014). Trunk Muscles Strength as a Risk Factor for Nonspecific Low Back Pain: A Pilot Study. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 38(2), 234-240. <https://doi.org/10.5535/arm.2014.38.2.234>
44. Choi, Y.-H., Jung, S.-J., Lee, C. H., & Lee, S.-U. (2014). Additional Effects of Transcranial Direct-Current Stimulation and Trigger-Point Injection for Treatment of Myofascial Pain

- Syndrome: A Pilot Study with Randomized, Single-Blinded Trial. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 20(9), 698-704. <https://doi.org/10.1089/acm.2013.0243>
45. Chou, R., & Huffman, L. H. (2007). Nonpharmacologic Therapies for Acute and Chronic Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society/American College of Physicians Clinical Practice Guideline. *Annals of Internal Medicine*, 147(7), 492–504. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00007>
  46. Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross, J. T., Shekelle, P., & Owens, D. K. (2007). Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of Internal Medicine*, 147(7), 478–491. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006>
  47. Chow, D. H. K., Cheng, I. Y. W., Holmes, A. D., & Evans, J. H. (2005). Muscular and centre of pressure response to sudden release of load in symmetric and asymmetric stoop lifting tasks. *Applied Ergonomics*, 36(1), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.10.001>
  48. Ciullo, J. V. , & J. D. W. (1985). Pars interarticularis stress reaction, spondylolysis, and spondylolisthesis in gymnasts. *Clinics in Sports Medicine*, 4(1), 95–110.
  49. Connor B. Weir, A. J. (2022). *BMI Classification Percentile And Cut Off Points*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
  50. Corbeil, P., Simoneau, M., Rancourt, D., Tremblay, A., & Teasdale, N. (2001). Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 9(2), 126–136. <https://doi.org/10.1109/7333.928572>
  51. Crawford, N. R., Çagli, S., Sonntag, V. K. H., & Dickman, C. A. (2001). Biomechanics of Grade I degenerative lumbar spondylolisthesis. Part 1: In vitro model. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 94(1), 45–50. <https://doi.org/10.3171/spi.2001.94.1.0045>
  52. Czerwiński E. et al. (1993). Unaczynienie odcinka lędźwiowego kręgosłupa u płodów ludzkich. *Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska*, 58(6), 441–444.
  53. Danielson, B., Frennered, K., Selvik, G., & Irstam, L. (1989). Roentgenologic Assessment of Spondylolisthesis. *Acta Radiologica*, 30(1), 65-68. <https://doi.org/10.1177/028418518903000115>
  54. Danneels, L., Coorevits, P., Cools, A., Vanderstraeten, G., Cambier, D., Witvrouw, E., & de Cuyper, H. (2002). Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and



- chronic low back pain. *European Spine Journal*, 11(1), 13–19. <https://doi.org/10.1007/s005860100314>
55. de Kunder, S. L., Rijkers, K., van Kuijk, S. M. J., Evers, S. M. A. A., de Bie, R. A., & van Santbrink, H. (2016). A protocol of a randomized controlled multicenter trial for surgical treatment of lumbar spondylolisthesis: the Lumbar Interbody Fusion Trial (LIFT). *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), 417. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1280-8>
56. de Schepper, E. I. T., Overdeest, G. M., Suri, P., Peul, W. C., Oei, E. H. G., Koes, B. W., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Luijsterburg, P. A. J. (2013). Diagnosis of Lumbar Spinal Stenosis. *Spine*, 38(8), E469–E481. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31828935ac>
57. Delito A, G. S. V. D. L. et al. (2012). Low back pain: Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability, and health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42, 1–57.
58. Descarreaux, M., Blouin, J.-S., & Teasdale, N. (2004). Force Production Parameters in Patients With Low Back Pain and Healthy Control Study Participants. *Spine*, 29(3), 311–317. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000105983.19980.A8>
59. DeWald, C. J., Vartabedian, J. E., Rodts, M. F., & Hammerberg, K. W. (2005). Evaluation and Management of High-Grade Spondylolisthesis in Adults. *Spine*, 30(6Supplement), S49–S59. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000155573.34179.7e>
60. DeWald RL, F. M. T. R. N. M. (1981). Severe lumbosacral spondylolisthesis in adolescents and children. Reduction and staged circumferential fusion. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 63(4), 619–626.
61. Deyo, R. A., von Korff, M., & Duhkoop, D. (2015). Opioids for low back pain. *The BMJ*, 350, g6380. <https://doi.org/10.1136/bmj.g6380>
62. d’Hemecourt, P. A., Gerbino, P. G., & Micheli, L. J. (2000). Back Injuries in The Young Athlete. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), 663–679. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70231-3](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70231-3)
63. D’Hondt, E., Deforche, B., de Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2008). Childhood obesity affects fine motor skill performance under different postural constraints. *Neuroscience Letters*, 440(1), 72–75. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.05.056>
64. Drazin, D., Hussain, M., Harris, J., Hao, J., Phillips, M., Kim, T. T., Johnson, J. P., & Bucklen, B. (2015). The role of sacral slope in lumbosacral fusion: a biomechanical study. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 23(6), 754–762. <https://doi.org/10.3171/2015.3.SPINE14557>

65. Duarte, M., & Freitas, S. M. S. F. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 183–192. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>
66. Dunn, A. S., Baylis, S., & Ryan, D. (2009). Chiropractic management of mechanical low back pain secondary to multiple-level lumbar spondylolysis with spondylolisthesis in a United States Marine Corps veteran: a case report. *Journal of Chiropractic Medicine*, 8(3), 125–130. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2009.04.003>
67. Earl, J. E. (2002). Mechanical aetiology, recognition, and treatment of spondylolisthesis. *Physical Therapy in Sport*, 3(2), 79-87. <https://doi.org/10.1054/ptsp.2001.0084>
68. Eroğlu, A., Çarlı, B. A., Pusat, S., & Şimşek, H. (2017). The Role of the Features of Facet Joint Angle in the Development of Isthmic Spondylolisthesis in Young Male Patients with L5-S1 Isthmic Spondylolisthesis. *World Neurosurgery*, 104, 709–712. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.05.006>
69. Fairbank, J. C. T., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry Disability Index. *Spine*, 25(22), 2940–2952. <https://doi.org/10.1097/00007632-200011150-00017>
70. Faraldo-García, A., Santos-Pérez, S., Crujeiras-Casais, R., Labella-Caballero, T., & Soto-Varela, A. (2012). Influence of age and gender in the sensory analysis of balance control. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 269(2), 673–677. <https://doi.org/10.1007/s00405-011-1707-7>
71. Faulkner, J. A., Brooks, S. v., & Zerba, E. (1991). Skeletal Muscle Weakness and Fatigue in Old Age: Underlying Mechanisms. In: Cristofalo, V.J., Lawton, M.P. (eds) Special Focus on the Biology of Aging. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-38445-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-662-38445-9_9)
72. Fellander-Tsai, L., & Micheli, L. J. (1998). Treatment of Spondylolysis With External Electrical Stimulation and Bracing in Adolescent Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8(3), 232–234. <https://doi.org/10.1097/00042752-199807000-00012>
73. Fidelus K. (1970a). *Miejsce i znaczenie techniki ruchu w teorii sportu*. w Fidelus K. (red), Sympozjum Teorii Techniki Sportowej 1968, Sport i Turystyka, Warszawa.
74. Fidelus K., S. L. (1970b). *Wielkości momentów sił mięśniowych w poszczególnych stawach u zawodników różnych dyscyplin sportu*. w Fidelus K. (red). Sympozjum Teorii Techniki Sportowej 1968, Sport i Turystyka, Warszawa.
75. Fillingim, R. B., Bruehl, S., Dworkin, R. H., Dworkin, S. F., Loeser, J. D., Turk, D. C., Widerstrom-Noga, E., Arnold, L., Bennett, R., Edwards, R. R., Freeman, R., Gewandter, J.,

- Hertz, S., Hochberg, M., Krane, E., Mantyh, P. W., Markman, J., Neogi, T., Ohrbach, R., Wesselmann, U. (2014). The Action-American Pain Society Pain Taxonomy (AAPT): An Evidence-Based and Multidimensional Approach to Classifying Chronic Pain Conditions. *The Journal of Pain*, *15*(3), 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.01.004>
76. Fillingim, R. B., Loeser, J. D., Baron, R., & Edwards, R. R. (2016). Assessment of Chronic Pain: Domains, Methods, and Mechanisms. *The Journal of Pain*, *17*(9), T10–T20. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.08.010>
77. Fleg, J. L., & Lakatta, E. G. (1988). Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO<sub>2</sub> max. *Journal of Applied Physiology*, *65*(3), 1147–1151. <https://doi.org/10.1152/jappl.1988.65.3.1147>
78. Fritz, J. M., & Irrgang, J. J. (2001). A Comparison of a Modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire and the Quebec Back Pain Disability Scale. *Physical Therapy*, *81*(2), 776–788. <https://doi.org/10.1093/ptj/81.2.776>
79. Furlan, A. D., Yazdi, F., Tsertsvadze, A., Gross, A., van Tulder, M., Santaguida, L., Gagnier, J., Ammendolia, C., Dryden, T., Doucette, S., Skidmore, B., Daniel, R., Ostermann, T., & Tsouros, S. (2012). A Systematic Review and Meta-Analysis of Efficacy, Cost-Effectiveness, and Safety of Selected Complementary and Alternative Medicine for Neck and Low-Back Pain. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: : eCAM*, *2012*, 953139. <https://doi.org/10.1155/2012/953139>
80. Gabr, W., & Eweda, R. S. (2019). Isokinetic Strength of Trunk Flexors and Extensors Muscles in Adult Men with and without Nonspecific Back Pain: A Comparative Study. *Journal of Behavioral and Brain Science*, *09*(09), 340-350. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2019.99025>
81. Gagnet, P., Kern, K., Andrews, K., Elgafy, H., & Ebraheim, N. (2018). Spondylolysis and spondylolisthesis: A review of the literature. *Journal of Orthopaedics*, *15*(2), 404–407. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2018.03.008>
82. Gaines, R. W., & Nichols, W. K. (1985). Treatment of Spondyloptosis by Two Stage L5 Vertebrectomy and Reduction of L4 onto S1. *Spine*, *10*(7), 680–686. <https://doi.org/10.1097/00007632-198509000-00015>
83. Gibson, J. N., & Waddell, G. (2005). Surgery for degenerative lumbar spondylosis. *The Cochrane database of systematic reviews*, *2005*(4), CD001352. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001352.pub3>
84. Gollapudi, P. R., Kotakadira, S., Nandigama, P. K., Karla, R., Maila, S. K., & Bugude, N. N. (2013). *In situ* posterolateral and fibular interbody fusion in High grade spondylolisthesis.

*British Journal of Neurosurgery*, 27(4), 454-458.  
<https://doi.org/10.3109/02688697.2012.743970>

85. Granacher, U., Gollhofer, A., Hortobágyi, T., Kressig, R. W., & Muehlbauer, T. (2013). The Importance of Trunk Muscle Strength for Balance, Functional Performance, and Fall Prevention in Seniors: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 43(7), 627–641. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0041-1>
86. Green, T. P. , A. J. C. , & A. M. A. (1994). Spondylolysis. Bending of the inferior articular processes of lumbar vertebrae during simulated spinal movements. *Spine (Phila Pa 1976)*, 19(23), 2683–2691.
87. Guo, M., Kong, C., Sun, S., Sun, X., Li, X., & Lu, S. (2019). Predictors of L4–L5 Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: L4 Inclination Angle and Facet Joint Angle. *World Neurosurgery*, 130, e680–e686. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.06.188>
88. Guzik, D. C., Keller, T. S., Szpalski, M., Park, J. H., & Spengler, D. M. (1996). A Biomechanical Model of the Lumbar Spine During Upright Isometric Flexion, Extension, and Lateral Bending. *Spine*, 21(4), 427–433. <https://doi.org/10.1097/00007632-199602150-00005>
89. Hains G. (2002). Chiropractic management of shoulder pain and dysfunction of myofascial origin using ischemic compression techniques. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association* , 46(4), 257–264.
90. Hains G, D. M. L. A. et al. (2010). A randomized controlled (intervention) trial of ischemic compression therapy for chronic carpal tunnel syndrome. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 54(4), 155–163.
91. Hains, G., Descarreaux, M., & Hains, F. (2010). Chronic Shoulder Pain of Myofascial Origin: A Randomized Clinical Trial Using Ischemic Compression Therapy. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 33(5), 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2010.05.003>
92. Häkkinen, A., Kuukkanen, T., Tarvainen, U., & Ylinen, J. (2003). Trunk muscle strength in flexion, extension, and axial rotation in patients managed with lumbar disc herniation surgery and in healthy control subjects. *Spine*, 28(10), 1068–1073. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000061994.36719.5E>
93. Halpin, S. (2012). Case report: The effects of massage therapy on lumbar spondylolisthesis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(1), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2011.04.003>

94. Hammerberg, K. W. (2005). New Concepts on the Pathogenesis and Classification of Spondylolisthesis. *Spine*, 30(6Supplement), 4-11. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000155576.62159.1c>
95. Han, T. R. , K. J. H. , C. S. G. , K. B. S. , & L. K. W. (1999). Correlation of Ultrasonographic Measure of Lumbar Multifidus Muscles with Isometric Torque of Low Back. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 23(4), 800–814.
96. Handrigan, G., Hue, O., Simoneau, M., Corbeil, P., Marceau, P., Marceau, S., Tremblay, A., & Teasdale, N. (2010). Weight loss and muscular strength affect static balance control. *International journal of obesity (2005)*, 34(5), 936–942. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.300>
97. Hazime, F. A., de Freitas, D. G., Monteiro, R. L., Maretto, R. L., Carvalho, N. A. de A., Hasue, R. H., & João, S. M. A. (2015). Analgesic efficacy of cerebral and peripheral electrical stimulation in chronic nonspecific low back pain: a randomized, double-blind, factorial clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0461-1>
98. He, R., Tang, G., Chen, K., Luo, Z., & Shang, X. (2020a). Fusion *in situ* versus reduction for spondylolisthesis treatment: grading the evidence through a meta-analysis. *Bioscience Reports*, 40(6), BSR20192888. <https://doi.org/10.1042/BSR20192888>
99. Heary, R. F., & Albert, T. J. (Eds.). (2007). Chapter 24 Surgical Treatment of Spondylolisthesis. *In Spinal Deformities*. Georg Thieme Verlag, 249-260. <https://doi.org/10.1055/b-0034-73429>
100. Hegde, D. (2017). A Study to Assess the Functional Outcome of Decompression and Posterior Lumbar Interbody Fusion of Low Grade Spondylolisthesis of Lumbar Vertebra. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(3), RC01–RC03. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25135.9531>
101. Henry, S. M., Hitt, J. R., Jones, S. L., & Bunn, J. Y. (2006). Decreased limits of stability in response to postural perturbations in subjects with low back pain. *Clinical Biomechanics*, 21(9), 881-92. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.04.016>
102. Herkowitz, H. N. (1995). Degenerative Lumbar Spondylolisthesis. *Spine*, 20(9), 1084–1090. <https://doi.org/10.1097/00007632-199505000-00018>
103. Hicks, G. E., Fritz, J. M., Delitto, A., & McGill, S. M. (2005). Preliminary Development of a Clinical Prediction Rule for Determining Which Patients With Low Back Pain Will Respond to a Stabilization Exercise Program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(9), 1753–1762. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.03.033>

104. Hirano, A. (2012). Characteristics of Clinical and Imaging Findings in Adolescent Lumbar Spondylolysis Associated with Sports Activities. *Journal of Spine*, 15, 171–180. <https://doi.org/10.4172/2165-7939.1000124>
105. Hodges, P. W. (2003). Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthopedic Clinics of North America*, 34(2), 245–254. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(03\)00003-8](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(03)00003-8)
106. Howe, T. E., Rochester, L., Neil, F., Skelton, D. A., & Ballinger, C. (2011). Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (11), CD004963. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004963.pub3>
107. Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The Epidemiology of low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24(6), 769–781. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.002>
108. Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J., Berrigan, F., Doré, J., Marceau, P., Marceau, S., Tremblay, A., & Teasdale, N. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & Posture*, 26(1), 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.07.005>
109. Hutten, M. M. R., & Hermens, H. J. (1997). Reliability of lumbar dynamometry measurements in patients with chronic low back pain with test-retest measurements on different days. *European Spine Journal*, 6(1), 54–62. <https://doi.org/10.1007/BF01676575>
110. Ilves, O. E., Neva, M. H., Häkkinen, K., Dekker, J., Kraemer, W. J., Tarnanen, S., Kyrölä, K., Ylinen, J., Piitulainen, K., Järvenpää, S., Kaistila, T., & Häkkinen, A. (2019). Trunk Muscle Strength After Lumbar Spine Fusion: A 12-Month Follow-up. *Neurospine*, 16(2), 332–338. <https://doi.org/10.14245/ns.1836136.068>
111. Iwai, K., Nakazato, K., Irie, K., Fujimoto, H., & Nakajima, H. (2004). Trunk Muscle Strength and Disability Level of Low Back Pain in Collegiate Wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(8), 1296–1300. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000135791.27929.C1>
112. Iwai, K., Okada, T., Nakazato, K., Fujimoto, H., Yamamoto, Y., & Nakajima, H. (2008). Sport-Specific Characteristics of Trunk Muscles in Collegiate Wrestlers and Judokas. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 350-8.  
1. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635d25>
113. Iwańska D., K. M. , M. A. , U. Cz. (2015). Symmetry of proprioceptive sense in female soccer players. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 17(2), 155–163. <https://doi.org/10.5277/ABB-00243-2014-01>

114. Iwańska, D., Mróz, A., Wójcik, A., Witek, K., Czajkowska, A., & Kusztelak, M. (2019). Strength Abilities in Men 50+ as an Effect of Long-Distance Run Training. *American Journal of Men's Health*, 13(3), 1-9. <https://doi.org/10.1177/1557988319859108>
115. Jacobs, W. C. H., Rubinstein, S. M., Willems, P. C., Moojen, W. A., Pellisé, F., Oner, C. F., Peul, W. C., & van Tulder, M. W. (2013). The evidence on surgical interventions for low back disorders, an overview of systematic reviews. *European Spine Journal*, 22(9), 1936-49. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2823-4>
116. Jacobsen, S., Sonne-Holm, S., Rovsing, H., Monrad, H., & Gebuhr, P. (2007). Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: An Epidemiological Perspective. *Spine*, 32(1), 120-5. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000250979.12398.96>
117. Jaszczur-Nowicki, J. (2014). The Effect of Programed Physical Activity Measured with Levels of Body Balance Maintenance. *Medical Science Monitor*, 20, 1841-1849. <https://doi.org/10.12659/MSM.889521>
118. Jayakumar, P., Nnadi, C., Saifuddin, A., MacSweeney, E., & Casey, A. (2006). Dynamic Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: Diagnosis With Axial Loaded Magnetic Resonance Imaging. *Spine*, 31(10), E298-301. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000216602.98524.07>
119. Joelson, A., Danielson, B. I., Hedlund, R., Wretenberg, P., & Frennered, K. (2018). Sagittal Balance and Health-Related Quality of Life Three Decades After in Situ Arthrodesis for High-Grade Isthmic Spondylolisthesis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 100(16), 163-173. <https://doi.org/10.2106/JBJS.17.01415>
120. Jones, K. E., & Polly, D. W. (2019). Cost-Effectiveness for Surgical Treatment of Degenerative Spondylolisthesis. *Neurosurgery Clinics of North America*, 30(3), 365-372. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2019.02.010>
121. Kahle, N., & Tevald, M. A. (2014). Core Muscle Strengthening's Improvement of Balance Performance in Community-Dwelling Older Adults: A Pilot Study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 22(1), 65-73. <https://doi.org/10.1123/japa.2012-0132>
122. Kalichman, L., & Hunter, D. J. (2008). Diagnosis and conservative management of degenerative lumbar spondylolisthesis. *European Spine Journal*, 17(3), 327-335. <https://doi.org/10.1007/s00586-007-0543-3>
123. Kalichman, L., Kim, D. H., Li, L., Guermazi, A., Berkin, V., & Hunter, D. J. (2009). Spondylolysis and Spondylolisthesis. *Spine*, 34(2), 199-205. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31818edcfd>

124. Kanayama, M., Hashimoto, T., Shigenobu, K., Oha, F., Ishida, T., & Yamane, S. (2005). Non-Fusion Surgery for Degenerative Spondylolisthesis Using Artificial Ligament Stabilization. *Spine*, *30*(5), 327–335. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000154766.74637.5e>
125. Kasliwal, M. K., Smith, J. S., Kanter, A., Chen, C.-J., Mummaneni, P. v., Hart, R. A., & Shaffrey, C. I. (2013). Management of High-Grade Spondylolisthesis. *Neurosurgery Clinics of North America*, *24*(2), 275-91. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2012.12.002>
126. Keller, A., Hellesnes, J., & Jens I. Brox, and. (2001). Reliability of the Isokinetic Trunk Extensor Test, Biering-Sørensen Test, and Åstrand Bicycle Test. *Spine*, *26*(7), 771-7. <https://doi.org/10.1097/00007632-200104010-00017>
127. Kent, P., Mjøsund, H. L., & Petersen, D. H. (2010). Does targeting manual therapy and/or exercise improve patient outcomes in nonspecific low back pain? A systematic review. *BMC Medicine*, *8*, 22. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-22>
128. Kim, D.-H., & Kim, T.-H. (2018). Comparison of the effects of stability exercise and balance exercise on muscle activity in female patients with chronic low back pain. *Journal of Exercise Rehabilitation*, *14*(6), 1053–1058. <https://doi.org/10.12965/jer.1836438.219>
129. Kim, K.-E., Jang, S., Lim, S., Park, Y. J., Paik, N.-J., Kim, K. W., Jang, H. C., & Lim, J.-Y. (2012). Relationship between muscle mass and physical performance: is it the same in older adults with weak muscle strength? *Age and Ageing*, *41*(6), 799-803. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs115>
130. Kim, S. Y., Kim, J. H., Jung, G. S., Baek, S. O., Jones, R., & Ahn, S. H. (2016). The effects of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation on the activation of deep lumbar stabilizing muscles of patients with lumbar degenerative kyphosis. *Journal of Physical Therapy Science*, *28*(2), 399-406. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.399>
131. Kisilewicz, A., Janusiak, M., Szafraniec, R., Smoter, M., Ciszek, B., Madeleine, P., Fernández-de-Las-Peñas, C., & Kawczyński, A. (2018). Changes in Muscle Stiffness of the Trapezius Muscle after Application of Ischemic Compression into Myofascial Trigger Points in Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, *64*(1), 35–45. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0043>
132. Koldaş Doğan, Ş., Sonel Tur, B., Kurtaiş, Y., & Atay, M. B. (2008). Comparison of three different approaches in the treatment of chronic low back pain. *Clinical Rheumatology*, *27*(7), 873-81. <https://doi.org/10.1007/s10067-007-0815-7>
133. Kołodziej K, K. A. R. W. P. G. S. P. (2005). Korelacja wskaźnika symetryczności obciążenia kończyn dolnych i nasilenia bólu u pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-



- krzyżowego rehabilitowanych szpitalnie. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego*, 3, 234–236.
134. Koszewski W. (2010). *Bóle kręgosłupa i ich leczenie*. Poznań: Wydawnictwo Termedia.
135. Kou ZW, Z. M. Z. X. (2019). Advances in manipulation treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis. *Rheumatoid arthritis*, 8, 77–80.
136. Koumantakis, G. A., Watson, P. J., & Oldham, J. A. (2005). Trunk Muscle Stabilization Training Plus General Exercise Versus General Exercise Only: Randomized Controlled Trial of Patients With Recurrent Low Back Pain. *Physical Therapy*, 85(3), 209-25. <https://doi.org/10.1093/ptj/85.3.209>
137. Krause, K. L., DeDeaux, C., Jung, E., & Than, K. D. (2019). Two-level reverse Bohlman transosseous approach for treatment of symptomatic pseudarthrosis. *British Journal of Neurosurgery*, 33(1), 84-87. <https://doi.org/10.1080/02688697.2018.1525481>
138. Kruse, D., & Lemmen, B. (2009). Spine Injuries in the Sport of Gymnastics. *Current Sports Medicine Reports*, 8(1), 20-8. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181967ca6>
139. Kwolek A. Korab D. Majka M. (2004). Rehabilitacja w zespołach bólowych dolnego odcinka kręgosłupa – zasady postępowania. *Postępy Rehabilitacji*, 18(3), 27–31.
140. Labelle, H., Roussouly, P., Berthonnaud, É., Transfeldt, E., O'Brien, M., Chopin, D., Hresko, T., & Dimnet, J. (2004). Spondylolisthesis, Pelvic Incidence, and Spinopelvic Balance. *Spine*, 29(18), 2049-54. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000138279.53439.cc>
141. Laughton, C. A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J. F., Kerrigan, D. C., Phillips, E., Lipsitz, L. A., & Collins, J. J. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait & Posture*, 18(2), 101-8. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(02\)00200-X](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(02)00200-X)
142. Leboeuf-Yde, C. (2000). Body Weight and Low Back Pain. *Spine*, 25(2), 226-37. <https://doi.org/10.1097/00007632-200001150-00015>
143. Lee, J.-H., Hoshino, Y., Nakamura, K., Kariya, Y., Saita, K., & Ito, K. (1999). Trunk Muscle Weakness as a Risk Factor for Low Back Pain. *Spine*, 24(1), 54-7. <https://doi.org/10.1097/00007632-199901010-00013>
144. Lee, S.-H., Choi, W.-G., Lim, S.-R., Kang, H.-Y., & Shin, S.-W. (2004). Minimally invasive anterior lumbar interbody fusion followed by percutaneous pedicle screw fixation for isthmic spondylolisthesis. *The Spine Journal*, 4(6), 644-9. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.04.012>

145. Leem, S.-H., Kim, J.-H., & Lee, B.-H. (2019). Effects of Otago exercise combined with action observation training on balance and gait in the old people. *Journal of Exercise Rehabilitation, 15*(6), 848-854. <https://doi.org/10.12965/jer.1938720.360>
146. Levine, J. A., Lanningham-Foster, L. M., McCrady, S. K., Krizan, A. C., Olson, L. R., Kane, P. H., Jensen, M. D., & Clark, M. M. (2005). Interindividual Variation in Posture Allocation: Possible Role in Human Obesity. *Science, 307*(5709), 584–586. <https://doi.org/10.1126/science.1106561>
147. Li, Y., & Hresko, T. M. (2012). Radiographic Analysis of Spondylolisthesis and Sagittal Spinopelvic Deformity. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 20*(4), 194-205. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-04-194>
148. Lizier, D. T., Perez, M. V., & Sakata, R. K. (2012). Exercises for Treatment of Nonspecific Low Back Pain. *Brazilian Journal of Anesthesiology, 62*(6), 838-46. [https://doi.org/10.1016/S0034-7094\(12\)70183-6](https://doi.org/10.1016/S0034-7094(12)70183-6)
149. Łuczkiwicz P., S. A. , S. M. (2002). Wpływ budowy stawów międzykręgowych na powstanie kręgozmyku. *Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska, 67*(2), 151–155.
150. Lundine, K. M., Lewis, S. J., Al-Aubaidi, Z., Alman, B., & Howard, A. W. (2014). Patient Outcomes in the Operative and Nonoperative Management of High-Grade Spondylolisthesis in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics, 34*(5), 483-9. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000133>
151. Lurie, J., & Tomkins-Lane, C. (2016). Management of lumbar spinal stenosis. *BMJ, 352*, h6234. <https://doi.org/10.1136/bmj.h6234>
152. Mac-Thiong, J.-M., Duong, L., Parent, S., Hresko, M. T., Dimar, J. R., Weidenbaum, M., & Labelle, H. (2012). Reliability of the Spinal Deformity Study Group Classification of Lumbosacral Spondylolisthesis. *Spine, 37*(2), E95–E102. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182233969>
153. Maffiuletti, N. A., Agosti, F., Proietti, M., Riva, D., Resnik, M., Lafortuna, C. L., & Sartorio, A. (2005). Postural instability of extremely obese individuals improves after a body weight reduction program entailing specific balance training. *Journal of Endocrinological Investigation, 28*(3), 2–7. <https://doi.org/10.1007/BF03345521>
154. Maher, C., Underwood, M., & Buchbinder, R. (2017). Non-specific low back pain. *The Lancet, 389*(10070), 736–747. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30970-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30970-9)

155. Maki, B. E., Holliday, P. J., & Fernie, G. R. (1990). Aging and Postural Control. *Journal of the American Geriatrics Society*, 38(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1990.tb01588.x>
156. Maniadakis, N., & Gray, A. (2000). The economic burden of back pain in the UK. *Pain*, 84(1), 95-103. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(99\)00187-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(99)00187-6)
157. Marchetti PG, Bartolozzi P. (1997). Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment, in Bridwell KH, DeWald RL, eds: *The Textbook of Spinal Surgery*, 2nd ed 1997;2:1211-1254.
158. Marciniak W., S. A. (2006). *Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja* (Vol. 2). Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
159. Martins, A. C., Santos, C., Silva, C., Baltazar, D., Moreira, J., & Tavares, N. (2018). Does modified Otago Exercise Program improves balance in older people? A systematic review. *Preventive Medicine Reports*, 11, 231-239. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.06.015>
160. Moffroid, M.T. (1997). Endurance of trunk muscles in persons with chronic low back pain : Assessment, performance, training. *Journal of Rehabilitation Research and Development* , 34(4), 440–447.
161. Matsunaga, S., Ijiri, K., & Hayashi, K. (2000). Nonsurgically managed patients with degenerative spondylolisthesis: a 10- to 18-year follow-up study. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 93(2), 194-8. <https://doi.org/10.3171/spi.2000.93.2.0194>
162. Matthews, P. G., Phan, K., Rao, P. J., & Ball, J. R. (2015). Pedicle Length and Degree of Slip in Lumbosacral Isthmic Spondylolisthesis. *Orthopaedic Surgery*, 7(2), 108-11. <https://doi.org/10.1111/os.12173>
163. Matz, P. G., Meagher, R. J., Lamer, T., Tontz, W. L., Annaswamy, T. M., Cassidy, R. C., Cho, C. H., Dougherty, P., Easa, J. E., Enix, D. E., Gunnoe, B. A., Jallo, J., Julien, T. D., Maserati, M. B., Nucci, R. C., O’Toole, J. E., Rosolowski, K., Sembrano, J. N., Villavicencio, A. T., & Witt, J.-P. (2016). Guideline summary review: an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis. *The Spine Journal*, 16(3), 439-48. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2015.11.055>
164. Mayer, J., Mooney, V., & Dagenais, S. (2008). Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar extensor strengthening exercises. *The Spine Journal*, 8(1), 96-113. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2007.09.008>

165. McNally, D. S., & Adams, M. A. (1992). Internal Intervertebral Disc Mechanics as Revealed by Stress Profilometry. *Spine*, *17*(1), 66-73. <https://doi.org/10.1097/00007632-199201000-00011>
166. McNeill, T., Warwick, D., Andersson, G., & Schultz, A. (1980). Trunk Strengths in Attempted Flexion, Extension, and Lateral Bending in Healthy Subjects and Patients with Low-Back Disorders. *SPINE*, *5*(6), 529-38. <https://doi.org/10.1097/00007632-198011000-00008>
167. Metzger, R., & Chaney, S. (2014). Spondylolysis and spondylolisthesis: What the primary care provider should know. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, *26*(1), 5-12. <https://doi.org/10.1002/2327-6924.12083>
168. Meyerding HW. (1932). Spondyloptosis. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, *54*, 371–377.
169. Miao, J., Wang, S., Wan, Z., Park, W. M., Xia, Q., Wood, K., & Li, G. (2013). Motion characteristics of the vertebral segments with lumbar degenerative spondylolisthesis in elderly patients. *European Spine Journal*, *22*(2), 425–431. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2428-3>
170. Mientges, M. I. V., & Frank, J. S. (1999). Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clinical Biomechanics*, *14*(10), 710-6. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(99\)00025-X](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(99)00025-X)
171. Mierau, D. , C. J. D. , M. M. , & K.-W. W. H. (1987). A comparison of the effectiveness of spinal manipulative therapy for low back pain patients with and without spondylolisthesis. *Ournal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, *10*(2), 49–55.
172. Mika T., K. W. (2006). *Fizykoterapia*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
173. Mobbs, R. J., Park, A., Maharaj, M., & Phan, K. (2016). Outcomes of percutaneous pedicle screw fixation for spinal trauma and tumours. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, *23*, 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2015.05.046>
174. Mohseni-Bandpei, M. A., Critchley, J., Staunton, T., & Richardson, B. (2006). A prospective randomised controlled trial of spinal manipulation and ultrasound in the treatment of chronic low back pain. *Physiotherapy*, *92*(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2005.05.005>
175. Möller, H., Sundin, A., & Hedlund, R. (2000). Symptoms, Signs, and Functional Disability in Adult Spondylolisthesis. *Spine*, *25*(6), 683-9. <https://doi.org/10.1097/00007632-200003150-00006>

176. Moreno Catalá, M., Schroll, A., Laube, G., & Arampatzis, A. (2018). Muscle Strength and Neuromuscular Control in Low-Back Pain: Elite Athletes Versus General Population. *Frontiers in Neuroscience, 12*, 436. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00436>
177. Mousavi, S. J., Parnianpour, M., Mehdian, H., Montazeri, A., & Mobini, B. (2006). The Oswestry Disability Index, the Roland-Morris Disability Questionnaire, and the Quebec Back Pain Disability Scale: Translation and Validation Studies of the Iranian Versions. *Spine, 31*(14), E454-9. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000222141.61424.f7>
178. Muscular weakness assessment: Use of normal isometric strength data. (1996). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 77*(12), 1251-5. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(96\)90188-4](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(96)90188-4)
179. Nasb, M., Qun, X., Ruckmal Withanage, C., Lingfeng, X., & Hong, C. (2020). Dry Cupping, Ischemic Compression, or Their Combination for the Treatment of Trigger Points: A Pilot Randomized Trial. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 26*(1), 44-50. <https://doi.org/10.1089/acm.2019.0231>
180. Nava-Bringas, T. I., Hernández-López, M., Ramírez-Mora, I., Coronado-Zarco, R., Israel Macías-Hernández, S., Cruz-Medina, E., Arellano-Hernández, A., & León-Hernández, S. R. (2014a). Effects of a stabilization exercise program in functionality and pain in patients with degenerative spondylolisthesis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 27*(1), 41-6. <https://doi.org/10.3233/BMR-130417>
181. Nava-Bringas, T. I., Ramírez-Mora, I., Coronado-Zarco, R., Macías-Hernández, S. I., Cruz-Medina, E., Arellano-Hernández, A., Hernández-López, M., & León-Hernández, S. R. (2014). Association of strength, muscle balance, and atrophy with pain and function in patients with degenerative spondylolisthesis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 27*(3), 371–376. <https://doi.org/10.3233/BMR-140457>
182. Niederer, D., & Mueller, J. (2020). Sustainability effects of motor control stabilisation exercises on pain and function in chronic nonspecific low back pain patients: A systematic review with meta-analysis and meta-regression. *PLOS ONE, 15*(1), e0227423. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227423>
183. Niggemann, P., Kuchta, J., Beyer, H.-K., Grosskurth, D., Schulze, T., & Delank, K.-S. (2011). Spondylolysis and Spondylolisthesis. *Spine, 36*(22), 856–863. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181d47a0e>

184. Nitz, J. C., & Choy, N. L. (2004). The efficacy of a specific balance-strategy training programme for preventing falls among older people: a pilot randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 33(1), 52-8. <https://doi.org/10.1093/ageing/afh029>
185. Noormohammadpour, P., Kordi, M., Mansournia, M. A., Akbari-Fakhrabadi, M., & Kordi, R. (2018). The Role of a Multi-Step Core Stability Exercise Program in the Treatment of Nurses with Chronic Low Back Pain: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *Asian Spine Journal*, 12(3), 490-502. <https://doi.org/10.4184/asj.2018.12.3.490>
186. Ocetkiewicz T., S. A. , G. T. (2006). Badanie równowagi przy użyciu platformy balansowej – ocena powtarzalności metody. *Gerontologia Polska*, 14(3), 144–148.
187. Ogon, M., Krismer, M., Söllner, W., Kantner-Rumplmair, W., & Lampe, A. (1996). Chronic low back pain measurement with visual analogue scales in different settings. *Pain*, 64(3), 425-428. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(95\)00208-1](https://doi.org/10.1016/0304-3959(95)00208-1)
188. Oh, J. Y.-L., Liang, S., Louange, D., Rahmat, R., Hee, H.-T., & Kumar, V. P. (2012). Paradoxical motion in L5-S1 adult spondylolytic spondylolisthesis. *European Spine Journal*, 21(2), 262-7. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1880-9>
189. Okie, S. (2010). A Flood of Opioids, a Rising Tide of Deaths. *New England Journal of Medicine*, 363(21), 1981-1985. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1011512>
190. Osterman K., S. D. , P. M. , S. S. , V. L. (1993). Isthmic Spondylolisthesis in Symptomatic and Asymptomatic Subjects, Epidemiology, and natural History With Special Reference to Disk Abnormality and Mode of Treatment . *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 297, 65–70.
191. O’Sullivan, P. B. (2000). Masterclass. Lumbar segmental ‘instability’: clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy*, 5(1), 2-12. <https://doi.org/10.1054/math.1999.0213>
192. O’Sullivan, P. B., Phyt, G. D. M., Twomey, L. T., & Allison, G. T. (1997a). Evaluation of Specific Stabilizing Exercise in the Treatment of Chronic Low Back Pain With Radiologic Diagnosis of Spondylolysis or Spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959-67. <https://doi.org/10.1097/00007632-199712150-00020>
193. Ozcan Kahraman, B., Kahraman, T., Kalemci, O., & Salik Sengul, Y. (2018). Gender differences in postural control in people with nonspecific chronic low back pain. *Gait & Posture*, 64, 147-151. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.06.026>
194. Padua, R., Padua, L., Ceccarelli, E., Romanini, E., Zanolli, G., Bondi, R., & Campi, A. (2002). Italian version of the Roland Disability Questionnaire, specific for low back pain:

- cross-cultural adaptation and validation. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 11(2), 126–129. <https://doi.org/10.1007/s005860100262>
2. 193. Paillard, T., & Noé, F. (2015). Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. *BioMed Research International*, 2015, 891390. <https://doi.org/10.1155/2015/891390>
195. Passias, P. G., Poorman, C. E., Yang, S., Boniello, A. J., Jalai, C. M., Worley, N., & Lafage, V. (2015). Surgical Treatment Strategies for High-Grade Spondylolisthesis: A Systematic Review. *International Journal of Spine Surgery*, 9, 50. <https://doi.org/10.14444/2050>
196. Pendergrast, T. E., & Dyer, R. B. (2019). The “inverted Napoleon’s hat” sign. *Abdominal Radiology*, 44(8), pages 2931–2932. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02016-0>
197. Pettine, K. A. , S. R. M. , & W. S. G. (1993). External electrical stimulation and bracing for treatment of spondylolysis. A case report. *Spine*, 18(4), 436–439.
198. Plaskiewicz A, K. K. K. B. P. A. L.-K. E. W.-R. M. Z. W. (2015). The use of physical therapy in the treatment of pain lumbar spine. *Journal of Education, Health and Sport*, 5(5), 11–20.
199. Pope, M. H., Bevins, T., Wilder, D. G., & Frymoyer, J. W. (1985). The Relationship Between Anthropometric, Postural, Muscular, and Mobility Characteristics of Males Ages 18–55. *Spine*, 10(7), 644-8. <https://doi.org/10.1097/00007632-198509000-00009>
200. Prateepavanich P, T. S. S. P. S. P. C. T. (2001). Efficacy of a lumbar-sacral corset in symptomatic degenerative stenosis of the lumbar spine. *The Journal of the Medical Association of Thailand*, 84(4), 572–576.
201. Rajfur, J., Pasternok, M., Rajfur, K., Walewicz, K., Frasz, B., Bolach, B., Dymarek, R., Rosinczuk, J., Halski, T., & Taradaj, J. (2017). Efficacy of Selected Electrical Therapies on Chronic Low Back Pain: A Comparative Clinical Pilot Study. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, 23, 85–100. <https://doi.org/10.12659/msm.899461>
202. Rapała K. (2004a). *Zespoły bólowe kręgosłupa. Zagadnienia wybrane*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
203. Rissanen, A., Kalimo, H., & Alaranta, H. (1995). Effect of Intensive Training on the Isokinetic Strength and Structure of Lumbar Muscles in Patients With Chronic Low Back Pain. *Spine*, 20(3), 333–340. <https://doi.org/10.1097/00007632-199502000-00014>

204. Robertson PA, G. L. N. J. et al. (1993). Postoperative spondylolisthesis at L4-5. The role of facet joint morphology. *Spine*, *18*, 1483–1490.
205. Robertson, V. J. , & B. K. G. (2001). A review of therapeutic ultrasound: effectiveness studies. *Physical Therapy*, *81*(7)(7), 1339–1350.
206. Roca, J., Ubierna, M. T., Cáceres, E., & Iborra, M. (1999). One-Stage Decompression and Posterolateral and Interbody Fusion for Severe Spondylolisthesis. *Spine*, *24*(7), 709–714. <https://doi.org/10.1097/00007632-199904010-00019>
207. Roelofs, P. D., Deyo, R. A., Koes, B. W., Scholten, R. J., & van Tulder, M. W. (2008). Non-steroidal anti-inflammatory drugs for low back pain. *The Cochrane database of systematic reviews*, (1), CD000396. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000396.pub3>
208. Roldán-Jiménez, C., Bennett, P., & Cuesta-Vargas, A. I. (2015). Muscular Activity and Fatigue in Lower-Limb and Trunk Muscles during Different Sit-To-Stand Tests. *PLOS ONE*, *10*(10), e0141675 . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141675>
209. Rossi, D. M., Morcelli, M. H., Cardozo, A. C., Denadai, B. S., Gonçalves, M., & Navega, M. T. (2017). Rate of force development and muscle activation of trunk muscles in women with and without low back pain: A case-control study. *Physical Therapy in Sport*, *26*, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.12.007>
210. Rossi F. (1978). Spondylolysis, spondylolisthesis and sports. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *18*(4), 317–340.
211. Runge M, R. G. R. E. (2000). Balance training and exercise in geriatric patients. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, *1*(1), 61–65.
212. Sailhan, F., Gollogly, S., & Roussouly, P. (2006). The Radiographic Results and Neurologic Complications of Instrumented Reduction and Fusion of High-Grade Spondylolisthesis Without Decompression of the Neural Elements: A Retrospective Review of 44 Patients. *Spine*, *31*(2), 161–170. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000194780.17528.6b>
213. Sairyo, K., Goel, V. K., Grobler, L. J., Ikata, T., & Katoh, S. (1998). The Pathomechanism of Isthmic Lumbar Spondylolisthesis. *Spine*, *23*(13), 1442–1446. <https://doi.org/10.1097/00007632-199807010-00002>
214. Saito, K., Matsunaga, T., Iwami, T., & Shimada, Y. (2014). Evaluation of trunk stability in the sitting position using a new device. *Biomedical Research*, *35*(2), 127–131. <https://doi.org/10.2220/biomedres.35.127>
215. Schneider, M., Ammendolia, C., Murphy, D., Glick, R., Piva, S., Hile, E., Tudorascu, D., & Morton, S. C. (2014). Comparison of non-surgical treatment methods for patients with



- lumbar spinal stenosis: protocol for a randomized controlled trial. *Chiropractic & Manual Therapies*, 22, 19. <https://doi.org/10.1186/2045-709X-22-19>
216. Shultz, S. P., Byrne, N. M., & Hills, A. P. (2014). Musculoskeletal Function and Obesity: Implications for Physical Activity. *Current obesity reports*, 3(3), 355–360. <https://doi.org/10.1007/s13679-014-0107-x>
217. Sclafani, J. A., Constantin, A., Ho, P.-S., Akuthota, V., & Chan, L. (2017). Descriptive Analysis of Spinal Neuroaxial Injections, Surgical Interventions, and Physical Therapy Utilization for Degenerative Lumbar Spondylolisthesis Within Medicare Beneficiaries from 2000 to 2011. *Spine*, 42(4), 240–246. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001724>
218. Scoppa, F., Capra, R., Gallamini, M., & Shiffer, R. (2013). Clinical stabilometry standardization. *Gait & Posture*, 37(2), 290–292. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.07.009>
219. Shah, J. P., & Gilliams, E. A. (2008). Uncovering the biochemical milieu of myofascial trigger points using in vivo microdialysis: An application of muscle pain concepts to myofascial pain syndrome. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12(4), 371–384. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.06.006>
220. Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., & Close, J. C. T. (2008). Effective Exercise for the Prevention of Falls: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(12), 2234–2243. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x>
221. Sieroń A, M. R. P. J. (2006). Magnetoterapia. *Rehabilitacja w Praktyce*, 3, 29–32.
222. Sieroń A., P. J. (2014). *Fizykoterapia w praktyce cz. II*. Katowice: Wydawnictwo Elamed.
223. Sindhu, B. S., Shechtman, O., & Tuckey, L. (2011). Validity, Reliability, and Responsiveness of a Digital Version of the Visual Analog Scale. *Journal of Hand Therapy*, 24(4), 356–364. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2011.06.003>
224. Sipko, T., & Kuczyński, M. (2013). The Effect of Chronic Pain Intensity on the Stability Limits in Patients With Low Back Pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 36(9), 612–618. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2013.08.005>
225. Sjölie, A. N., & Ljunggren, A. E. (2001). The Significance of High Lumbar Mobility and Low Lumbar Strength for Current and Future Low Back Pain In Adolescents. *Spine*, 26(23), 2629–2636. <https://doi.org/10.1097/00007632-200112010-00019>

226. Smith, B. E., Littlewood, C., & May, S. (2014). An update of stabilisation exercises for low back pain: a systematic review with meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *15*, 416. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-416>
227. Smith, J. A., & Hu, S. S. (1999). Management Of Spondylolysis and Spondylolisthesis In The Pediatric and Adolescent Population. *Orthopedic Clinics of North America*, *30*(3), 487–ix. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70101-2](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70101-2)
228. Smoczyński A., P. R. , S. M. , Ł. P. , D. J. (2008). Wysokość otworu międzykręgowego w operacyjnym leczeniu kręgozmyku cieśniowego. *Chirurgia Narządów Ruchu i Ortopedia Polska*, *73*(2), 89–93.
229. Sohn, M. K., Lee, S. S., & Song, H. T. (2013). Effects of Acute Low Back Pain on Postural Control. *Annals of Rehabilitation Medicine*, *37*(1), 17-25. <https://doi.org/10.5535/arm.2013.37.1.17>
230. Staniak Z. (2011). *Stanowisko pomiarowe momentów sił zginaczy i prostowników kończyn dolnych i tułowia TBK3-P*. Warszawa.
231. Stasinopoulos, D. (2004). Treatment of spondylolysis with external electrical stimulation in young athletes: a critical literature review. *British Journal of Sports Medicine*, *38*(3), 352–354. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.010405>
232. Steele, J., Bruce-Low, S., & Smith, D. (2015). A review of the specificity of exercises designed for conditioning the lumbar extensors. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(5), 291–297. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092197>
233. Stoop, R., Clijsen, R., Leoni, D., Soldini, E., Castellini, G., Redaelli, V., & Barbero, M. (2017). Evolution of the methodological quality of controlled clinical trials for myofascial trigger point treatments for the period 1978–2015: A systematic review. *Musculoskeletal Science and Practice*, *30*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.04.009>
234. Straburzyński G., S.-L. A. (2008). *Fizjoterapia z elementami klinicznymi*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
235. Strand, S. L., Hjelm, J., Shoepe, T. C., & Fajardo, M. A. (2014). Norms for an Isometric Muscle Endurance Test. *Journal of Human Kinetics*, *40*(1), 93–102. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0011>
236. Suh, J. H., Kim, H., Jung, G. P., Ko, J. Y., & Ryu, J. S. (2019). The effect of lumbar stabilization and walking exercises on chronic low back pain. *Medicine*, *98*(26), e16173. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016173>

237. Sun, F., Wang, L. J., & Wang, L. (2015). Effects of weight management program on postural stability and neuromuscular function among obese children: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, *16*, 143. <https://doi.org/10.1186/s13063-015-0673-6>
238. Taillard, W. (1954). Le Spondylolisthesis Chez L'enfant et L'adolescent (Etude de 50 cas). *Acta Orthopaedica Scandinavica*, *24*(1-4), 115-144. <https://doi.org/10.3109/17453675408988556>
239. Takamoto, K., Bito, I., Urakawa, S., Sakai, S., Kigawa, M., Ono, T., & Nishijo, H. (2015). Effects of compression at myofascial trigger points in patients with acute low back pain: A randomized controlled trial. *European Journal of Pain*, *19*(8), 1186-1196. <https://doi.org/10.1002/ejp.694>
240. Tanno-Rast Heidi. (2016). *Mięśniowo-powięziowe punkty spustowe. Diagnostyka-Terapia - Działanie*. Wrocław: Wydawnictwo Edra Urban & Partner.
241. Teasdale, N., Hue, O., Marcotte, J., Berrigan, F., Simoneau, M., Doré, J., Marceau, P., Marceau, S., & Tremblay, A. (2007). Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. *International Journal of Obesity*, *31*(1), 153-160. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803360>
242. Teasdale, N., Simoneau, M., Corbeil, P., Handrigan, G., Tremblay, A., & Hue, O. (2013). Obesity Alters Balance and Movement Control. *Current Obesity Reports*, *2*(3), 235-240. <https://doi.org/10.1007/s13679-013-0057-8>
243. Teasdale, N., Stelmach, G. E., Breunig, A., & Meeuwssen, H. J. (1991). Age differences in visual sensory integration. *Experimental Brain Research*, *85*(3), 691-696. <https://doi.org/10.1007/BF00231755>
244. Tomkins, C. C., Dimoff, K. H., Forman, H. S., Gordon, E. S., McPhail, J., Wong, J. R., & Battié, M. C. (2010). Physical therapy treatment options for lumbar spinal stenosis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, *23*(1), 31-37. <https://doi.org/10.3233/BMR-2010-0245>
245. Tomomitsu, M., Alonso, A., Morimoto, E., Bobbio, T., & Greve, J. (2013). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*, *68*(4), 517-521. [https://doi.org/10.6061/clinics/2013\(04\)13](https://doi.org/10.6061/clinics/2013(04)13)
246. van Mastrigt, G. A. P. G., Hiligsmann, M., Arts, J. J. C., Broos, P. H., Kleijnen, J., Evers, S. M. A. A., & Majoie, M. H. J. M. (2016). How to prepare a systematic review of economic evaluations for informing evidence-based healthcare decisions: a five-step approach (part

- 1/3). *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 16(6), 689–704.  
<https://doi.org/10.1080/14737167.2016.1246960>
247. van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Kuijpers, T., Verhagen, A. P., Ostelo, R., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2011). A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal*, 20(1), 19–39. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1518-3>
248. van Tulder, M. W., Scholten, R. J. P. M., Koes, B. W., & Deyo, R. A. (2000). Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs for Low Back Pain. *Spine*, 25(19), 2501–2513. <https://doi.org/10.1097/00007632-200010010-00013>
249. Vanti, C., Ferrari, S., Guccione, A. A., & Pillastrini, P. (2021). Lumbar spondylolisthesis: STATE of the art on assessment and conservative treatment. *Archives of Physiotherapy*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s40945-021-00113-2>
250. Vibert, B. T., Sliva, C. D., & Herkowitz, H. N. (2006). Treatment of Instability and Spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 443, 222–227. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000200233.99436.ea>
251. Violas, P., & Lucas, G. (2016). L5S1 spondylolisthesis in children and adolescents. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 102(1), 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2015.03.021>
252. Visser, J. E., Carpenter, M. G., van der Kooij, H., & Bloem, B. R. (2008). The clinical utility of posturography. *Clinical Neurophysiology*, 119(11), 2424–2436. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.07.220>
253. Vogt, L., Pfeifer, K., & Banzer, W. (2003). Neuromuscular control of walking with chronic low-back pain. *Manual Therapy*, 8(1), 21–28. <https://doi.org/10.1054/math.2002.0476>
254. Wang, X.-Q., Zheng, J.-J., Yu, Z.-W., Bi, X., Lou, S.-J., Liu, J., Cai, B., Hua, Y.-H., Wu, M., Wei, M.-L., Shen, H.-M., Chen, Y., Pan, Y.-J., Xu, G.-H., & Chen, P.-J. (2012). A Meta-Analysis of Core Stability Exercise versus General Exercise for Chronic Low Back Pain. *PLoS ONE*, 7(12), e52082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052082>
255. Wang, Y., & Huang, K. (2022). Research progress of diagnosing methodology for lumbar segmental instability. *Medicine*, 101(1), e28534. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000028534>
256. Wang, Y. X. J., Káplár, Z., Deng, M., & Leung, J. C. S. (2017). Lumbar degenerative spondylolisthesis epidemiology: A systematic review with a focus on gender-specific and

- age-specific prevalence. *Journal of Orthopaedic Translation*, 11, 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2016.11.001>
257. Watters, W. C., Bono, C. M., Gilbert, T. J., Kreiner, D. S., Mazanec, D. J., Shaffer, W. O., Baisden, J., Easa, J. E., Fernand, R., Ghiselli, G., Heggeness, M. H., Mendel, R. C., O'Neill, C., Reitman, C. A., Resnick, D. K., Summers, J. T., Timmons, R. B., & Toton, J. F. (2009). An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis. *The Spine Journal*, 9(3), 240–257. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2009.03.016>
258. Weinstein, J. N., Lurie, J. D., Tosteson, T. D., Hanscom, B., Tosteson, A. N. A., Blood, E. A., Birkmeyer, N. J. O., Hilibrand, A. S., Herkowitz, H., Cammisa, F. P., Albert, T. J., Emery, S. E., Lenke, L. G., Abdu, W. A., Longley, M., Errico, T. J., & Hu, S. S. (2007). Surgical versus Nonsurgical Treatment for Lumbar Degenerative Spondylolisthesis. *New England Journal of Medicine*, 356(22), 2257–2270. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa070302>
259. Will, J., Bury, D.C., & Miller, J.A. (2018). Mechanical Low Back Pain. *American family physician*, 98(7), 421–428. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-29805-2\\_2308](https://doi.org/10.1007/978-3-540-29805-2_2308)
260. Wiltse, L. L. , N. P. H. , & M. I. (1976). Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 11723, 23–29.
261. Wójcik G. (2017a). Epidemiology and classification of lumbosacral spondylolisthesis. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(7), 572–579.
262. Wójcik G. (2017b). Epidemiology and classification of lumbosacral spondylolisthesis – part II. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(8), 367–377.
263. Wójcik, G., Piskorz, J., Ilzecka, J., & Bulikowski, W. (2014). Effect of intervertebral disc disease on scoliosis in the lumbar spine. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences*, 27(3), 155–158. <https://doi.org/10.1515/cipms-2015-0006>
264. Wu, X., Liu, K., Liu, P.-C., Liu, R., & Cai, M. (2015). Steroid for epidural injection in spinal stenosis: systematic review and meta-analysis. *Drug design, development and therapy*, 9, 707–716. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S78070>
265. Wychowański M. (2008). *Wybrane metody oceny dynamiki układu ruchu człowieka*. Warszawa: Wydawnictwo AWF.
266. Wychowański, M, Sługocki, G., Orzechowski, G., Gajewski, A., Staniak, Z., Wit, A. (2015). Wartości referencyjne do oceny funkcjonalnej człowieka. W: Inżynieria biomedyczna: podstawy i zastosowania, t. 3, Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 443–459.

267. Wynne-Davies, R., & Scott, J. (1979). Inheritance and spondylolisthesis: a radiographic family survey. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 61-B(3), 301-305. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.61B3.383720>
268. Xu, Y., Yen, D., Whitehead, M., Xu, J., & Johnson, A. P. (2019). Use of instrumented lumbar spinal surgery for degenerative conditions: trends and costs over time in Ontario, Canada. *Canadian Journal of Surgery*, 62(6), 393–401. <https://doi.org/10.1503/cjs.017016>
269. Yabuki, S., Otani, K., Sekiguchi, M., Kikuchi, S., Konno, S., Fukumori, N., Fukuhara, S., Takegami, M., Onishi, Y., & Wakita, T. (2013). Prevalence of lumbar spinal stenosis, using the diagnostic support tool, and correlated factors in Japan: a population-based study. *Journal of Orthopaedic Science*, 18(6), 893–900. <https://doi.org/10.1007/s00776-013-0455-5>
270. Yahia, A., Jribi, S., Ghroubi, S., Elleuch, M., Baklouti, S., & Habib Elleuch, M. (2011). Evaluation of the posture and muscular strength of the trunk and inferior members of patients with chronic lumbar pain. *Joint Bone Spine*, 78(3), 291–297. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2010.09.008>
271. Yin, M., Ye, J., Xue, R., Qiao, L., Ma, J., & Mo, W. (2019). The clinical efficacy of Shi-style lumbar manipulations for symptomatic degenerative lumbar spondylolisthesis: protocol for a randomized, blinded, controlled trial. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 14(1), 178. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1214-x>
272. Zhang, S., Ye, C., Lai, Q., Yu, X., Liu, X., Nie, T., Zhan, H., Dai, M., & Zhang, B. (2018). Double-level lumbar spondylolysis and spondylolisthesis: A retrospective study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 13(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0723-3>

## 8. Załączniki

### 8.1. Spis rycin

Ryc. 1 Kręgoszyk (Bartochowski, 2011).	12
Ryc. 2 Schemat poszczególnych stopni kręgoszyku według klasyfikacji Meyerdinga (Bartochowski, 2011).	14
Ryc. 3 Klasyfikacja Wiltse, Newmana i Macnaba (Wiltse et al, 1976), (Bartochowski, 2011).	16
Ryc. 4 Klasyfikacja procentowego stopnia ześlizgu wg Taillarda (Wójcik, 2017 b).	18
Ryc. 5 RTG części lędźwiowej kręgosłupa w projekcji bocznej. Widoczny kręgoszyk L5 – S1 <a href="https://www.wikiwand.com/pl/Kr%C4%99goszyk">https://www.wikiwand.com/pl/Kr%C4%99goszyk</a> .	21
Ryc. 6 Ćwiczenie nr 1 wzmocnienie mięśni brzucha a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	44
Ryc. 7 Ćwiczenie nr 2 wzmocnienie mięśni brzucha w leżeniu tyłem a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	45
Ryc. 8 Ćwiczenie nr 3 wzmocnienie mięśni brzucha a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	45
Ryc. 9 Ćwiczenie nr 4 wzmocnienie mięśni brzucha a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	45
Ryc. 10 Ćwiczenie nr 5 wznos bioder a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	46
Ryc. 11 Ćwiczenie nr 6 wznos tułowia w leżeniu przodem a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	46
Ryc. 12 Ćwiczenie nr 7 wznos tułowia w leżeniu przodem a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	46
Ryc. 13 Ćwiczenie nr 8 naprzemienne i jednoczesne wznosy KG i KD w leżeniu przodem a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	47
Ryc. 14 Ćwiczenie nr 9 wznos i skręt KKD bez odrywania stóp od materaca w leżeniu na boku a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	47
Ryc. 15 Ćwiczenie nr 10 naprzemienne i jednoczesne wznosy KG i KD w klęku podpartym a) pozycja wyjściowa b) pozycja końcowa (materiał własny).	47
Ryc. 16 Ćwiczenie nr 11 stanie jedno nogą na lewej oraz prawej nodze (materiał własny).	48
Ryc. 17 Ćwiczenie nr 12 marsz tyłem z asekuracją (materiał własny).	48
Ryc. 18 Ćwiczenie nr 13 marsz na piętach (materiał własny).	48

Ryc. 19 Ćwiczenie 14 marsz na palcach (materiał własny).	49
Ryc. 20 Ćwiczenie nr 15 marsz w górę po schodach (materiał własny).	49
Ryc. 21 Ćwiczenie nr 16 przejście z siadu do pozycji zasadniczej (materiał własny).	49
Ryc. 22 Terapia polem magnetycznym (materiał własny).	51
Ryc. 23 Terapia prądami Tens (materiał własny).	51
Ryc. 24 Skala wzrokowo-analogowa VAS źródło: <a href="https://www.sandoz-med.pl/bol/nasilenie-bolu/skale-oceny-bolu/#dwell">https://www.sandoz-med.pl/bol/nasilenie-bolu/skale-oceny-bolu/#dwell</a>	53
Ryc. 25 Wartości referencyjne zaproponowane przez Wychowańskiego i współpracowników do oceny utrzymywania równowagi podczas stania obunóż z oczami otwartymi (Wychowański et al., 2015).	55
Ryc. 26 Wartości referencyjne zaproponowane przez Wychowańskiego i współpracowników do oceny utrzymywania równowagi podczas stania obunóż z oczami zamkniętymi (Wychowański et al., 2015).	55
Ryc. 27 Badanie na platformie stabilograficznej JBA Staniak, podczas stania obunóż z oczami otwartymi lub zamkniętymi (materiał własny).	56
Ryc. 28 Sposób pomiaru momentu siły podczas prostowania tułowia w warunkach statyki, a – widok z boku, b – widok z przodu (materiał własny).	58
Ryc. 29 Sposób pomiaru momentu siły podczas zginania tułowia w warunkach statyki, a – widok z przodu, b – widok z boku (materiał własny).	58
Ryc. 30 Wartości średnie nasilenia dolegliwości bólowych (VAS) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.	63
Ryc. 31 Wartości średnie wskaźnika oceny niepełnosprawności (ODI) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.	66
Ryc. 32 Wartości średnie prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.	68
Ryc. 33 Wartości średnie prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami zamkniętymi (KKDZ) w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.	68
Ryc. 34 Wartości średnie momentu siły zginania tułowia (MmZg) [Nm] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.	72
Ryc. 35 Wartości średnie momentu siły prostowania tułowia (MmPr) [Nm] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.	72
Ryc. 36 Wartości średnie względnego momentu siły zginania tułowia (WMmZg) [Nm/kg] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii.	73



Ryc. 37 Wartości średnie względnego momentu siły prostowania tułowia (WMmPr) [Nm/kg] w poszczególnych etapach w zależności od rodzaju terapii. .... 73

## 8.2. Spis tabel

Tabela 1 Klasyfikacja kręgozmyku według Marchettiego i Bartolozziego (Marchetti PG, 1997), (Bartochowski, 2011).....	17
Tabela 2 Charakterystyka badanych z grupy G1 .....	40
Tabela 3 Charakterystyka badanych z grupy G2.....	40
Tabela 4 Program ćwiczeń kinezyterapeutycznych w grupie G1 i G2 (materiał własny) ..	43
Tabela 5 Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych wraz z wynikiem testu Shapiro-Wilka w grupie G1 (osoby, u których zastosowano fizykoterapię) M – średnia, SD – odchylenie standardowe, Sk. – skośność, Kurt. - kurtoza, Min - minimum, Maks. – maksimum .....	60
Tabela 6 Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych wraz z testem Shapiro-Wilka w grupie G2 (osoby, u których zastosowano terapię mięśniowo-powięziową). M – średnia, SD – odchylenie standardowe, Sk. – skośność, Kurt. - kurtoza, Min - minimum, Maks. – maksimum .....	61
Tabela 7 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na nasilenie dolegliwości bólowych mierzonych na skali VAS .....	62
Tabela 8 Korelacja pomiędzy wynikami oceny bólu (VAS) a wskaźnikiem niepełnosprawności (ODI), próbami stabilograficznymi (KKDO, KKDZ), siłą mięśni podczas zginania i prostowania tułowia u kobiet i mężczyzn na każdym z trzech etapów badania.....	64
Tabela 9 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na ocenę niepełnosprawności (ODI) .....	66
Tabela 10 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na wyniki prób stabilograficznych podczas stania obunóż z oczami otwartymi (KKDO) i zamkniętymi (KKDZ) .....	67
Tabela 11 Porównanie grupy G1 i G2 pod względem ocen utrzymywania równowagi w skali 6- punktowej podczas stania obunóż z oczami otwartymi oraz zamkniętymi na trzech etapach badania.....	70
Tabela 12 Wpływ rodzaju zastosowanej terapii i etapu na wyniki pomiarów momentów siły i względnych momentów siły zginania oraz prostowania tułowia (MmZg, MmPr, WMmZg, WMmPr).....	71

## 8.3. Oswestry Disability Index (ODI)

### Kwestionariusz Revised Oswestry Low Back Pain Disability Scale-wersja polska

**Instrukcja:** Niniejszy kwestionariusz został opracowany, aby pomóc nam zrozumieć, jak bardzo dolegliwości bólowe kręgosłupa wpływają na Państwa zdolność wykonywania codziennych czynności. Proszę w każdej sekcji zaznaczyć tylko JEDNĄ ODPOWIEDZ, która najlepiej określa Państwa funkcjonalność. Zdajemy sobie sprawę, że mogą Państwo uważać, że pasuje więcej niż jedno stwierdzenie, niemniej jednak proszę zaznaczyć tylko jedną opcję, która najlepiej opisuje aktualne dolegliwości.

<p><b>Intensywność bólu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ból jest bardzo słaby, pojawia się i ustępuje.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból jest słaby, o stałym natężeniu.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból jest umiarkowany, pojawia się i ustępuje.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból jest umiarkowany, o stałym natężeniu.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból jest silny, pojawia się i ustępuje.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból jest silny, o stałym natężeniu.</li> </ul>	<p><b>Pielęgnacja (mycie, ubieranie się itp.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Nie muszę zmieniać mojego sposobu mycia lub ubierania się, aby uniknąć bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Zazwyczaj nie zmieniam mojego sposobu mycia lub ubierania się, mimo iż powoduje to lekki ból.</li> <li><input type="checkbox"/> Mycie i ubieranie się powoduje zwiększenie bólu, ale daję sobie radę nie zmniejszając sposobu wykonywania tych czynności.</li> <li><input type="checkbox"/> Mycie i ubieranie się powoduje zwiększenie bólu, co zmusza mnie do zmiany sposobu wykonywania tych czynności.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu nie jestem w stanie wykonać bez pomocy niektórych czynności związanych z myciem i ubieraniem.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu nie jestem w stanie umyć się ani ubrać bez pomocy.</li> </ul>
<p><b>Podnoszenie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mogę podnosić ciężkie przedmioty bez bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Mogę podnosić ciężkie przedmioty, ale podnoszenie wywołuje ból.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów z podłogi.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów z podłogi, ale zdążę sobie, jeśli są ułożone w dogodny sposób, np. na stole.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów, ale mogę podnosić lekkie i niezbyt ciężkie przedmioty, jeśli są ułożone w dogodny sposób.</li> <li><input type="checkbox"/> Mogę podnosić jedynie bardzo lekkie przedmioty.</li> </ul>	<p><b>Chodzenie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ból nie powstrzymuje mnie od pokonania żadnego dystansu.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 1500 m.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 800 m.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 400 m.</li> <li><input type="checkbox"/> Mogę chodzić tylko z pomocą laski lub o kulach.</li> <li><input type="checkbox"/> Spędzam w łóżku większość czasu i muszę człapać się do toalety.</li> </ul>
<p><b>Siedzenie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mogę siedzieć na dowolnym krześle tak długo, jak chcę, bez bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Mogę siedzieć tylko w moim ulubionym krześle tak długo, jak chcę.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej, niż jedną godzinę.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej, niż pół godziny.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej, niż dziesięć minut.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból w ogóle nie pozwala mi siedzieć.</li> </ul>	<p><b>Stanie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mogę stać tak długo, jak chcę, bez bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwam lekki ból gdy stoję, ale ból ten nie narasta.</li> <li><input type="checkbox"/> Nie mogę stać dłużej, niż godzinę, bez narastającego bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Nie mogę stać dłużej, niż pół godziny, bez narastającego bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Nie mogę stać dłużej, niż dziesięć minut, bez narastającego bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Unikam stania, ponieważ ból od razu narasta.</li> </ul>
<p><b>Śpanie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Leżąc w łóżku nie odczuwam bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Leżąc w łóżku odczuwam ból, ale nie utrudnia mi on snu.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu przesypiam jedynie ¼ nocy.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu przesypiam jedynie ½ nocy.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu przesypiam jedynie ¾ nocy.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu w ogóle nie śpiam.</li> </ul>	<p><b>Życie towarzyskie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Moje życie towarzyskie jest normalne i nie przysparza mi bólu kręgosłupa.</li> <li><input type="checkbox"/> Moje życie towarzyskie jest normalne, ale wzmaga odczuwany ból.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból nie ma znaczącego wpływu na moje życie towarzyskie, ale muszę unikać bardziej wymagających zajęć takich, jak taniec itp.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból ogranicza moje życie towarzyskie i nie wychodzę zbyt często z domu.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu całe moje życie towarzyskie ograniczam do spotkań w domu.</li> <li><input type="checkbox"/> Z powodu bólu nie prowadzę prawie żadnego życia towarzyskiego.</li> </ul>
<p><b>Podróżowanie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Nie odczuwam bólu podczas podróży.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwam pewien ból, gdy podróżuję, ale żadna z moich zwykłych form podróżowania nie wzmaga bólu.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwam dodatkowy ból w trakcie podróży, ale nie zmusza mnie on do szukania innych sposobów podróżowania.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwam dodatkowy ból w trakcie podróży, który zmusza mnie do szukania innych sposobów podróżowania.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból ogranicza wszelkie sposoby podróżowania.</li> <li><input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi podróżowanie, chyba że podczas podróży nogę leżę.</li> </ul>	<p><b>Zmiana natężenia bólu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Odczuwany przez mnie ból szybko słabnie.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwany przeze mnie ból jest zmienny, ale generalnie słabnie.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwany przeze mnie ból zdaje się słabnąć, ale obecnie poprawa następuje powoli.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwany przeze mnie ból ani nie słabnie, ani nie wzmaga się.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwany przeze mnie ból stopniowo się wzmaga.</li> <li><input type="checkbox"/> Odczuwany przeze mnie ból szybko się wzmaga.</li> </ul>

## 8.4. Zgoda Senackiej Komisji Etyki Badań Naukowych

Senacka Komisja ds. Etyki Badań Naukowych  
Akademii Wychowania Fizycznego  
JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO w Warszawie  
00-968 Warszawa 45, skr. poczt. 55  
ul. Marymoncka 34, tel./fax 022 834-35-14

SENACKA KOMISJA ETYKI BADAŃ NAUKOWYCH  
AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO  
JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO  
Warszawa, ul Marymoncka 34

### OPINIA O ZGODNOŚCI PROJEKTU BADAŃ NAUKOWEGO Z ZASADAMI ETYCZNYMI

Tytuł badania (pełny i skrócony, jeśli dotyczy)

**Ocena skuteczności leczenia pacjentów z kręgozmykiem I i II stopnia według dwóch 4-tygodniowych programów rehabilitacji**

Kierownik badania

Imię i nazwisko: mgr Justyna Rdzanek

Stopień/tytuł naukowy: mgr

Stanowisko: studia doktoranckie I rok

Uczelnia/Wydział/Katedra/Zakład: AWF w Warszawie/Wydział Rehabilitacji/Katedra Nauk Przyrodniczych, Zakład Biomechaniki

Po uważnym zapoznaniu się z przedłożoną dokumentacją projektu w/w badania naukowego, Komisja Etyki Badań Naukowych wydała:

- POZYTYWNA OPINIĘ** o zgodności tego projektu badania naukowego z zasadami etycznymi. Komisja stwierdziła, że projekt jest zgodny ze standardami etyki badań naukowych i może być realizowany.
- WARUNKOWO POZYTYWNA OPINIĘ** o zgodności tego projektu badania naukowego z zasadami etycznymi. Komisja stwierdziła, że projekt może być realizowany pod warunkiem, że we wskazanym niżej terminie Wnioskodawca wprowadzi do niego wskazane zmiany i przedłoży poprawiony projekt Komisji do ponownego zaopiniowania w trybie § 10 Regulaminu Komisji.
- NEGATYWNA OPINIĘ** o zgodności tego projektu badania naukowego z zasadami etycznymi. Komisja stwierdziła, że projekt nie spełnia podstawowych standardów etyki badań naukowych i nie może być realizowany.

Uzasadnienie opinii/Określenie warunków dla opinii warunkowo pozytywnej

Wniosek dobrze przygotowany pod względem formalnym i metodycznym.  
Stosowane w eksperymencie metody własne powinny być zastosowane za zgodą kierownika przychodni i lekarza specjalistę rehabilitacji medycznej, który jako promotor pomocniczy powinien wspierać doktorantkę.. Nie ma przeciwwskazań etycznych do ich prowadzenia.

Warszawa, 15.11.2021. r.  
SKE 01-47/2021

Podpis przewodniczącego Senackiej Komisji  
Etyki Badań Naukowych

PRZEWODNICZĄCA  
Senackiej Komisji  
Etyki Badań Naukowych  
Prof. dr hab. Alicja Przytuśka-Fischer