



Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

Wydział Wychowania Fizycznego

mgr Patrycja Proskura

**Ocena efektów autorskiego programu
ćwiczeń w dolegliwościach bólowych
kręgosłupa u młodych kobiet
pracujących w pozycji siedzącej**

Katedra Lekkoatletyki i Gimnastyki

Promotor

dr hab. Małgorzata Sobera, prof.

AWF Wrocław

.....

Promotor pomocniczy

Dr Adam Paluszak

.....

Wrocław 2020

Spis treści

I Wprowadzenie.....	4
I 1. Dolegliwości bólowe kręgosłupa jako narastający problem XXI wieku.....	4
I 2. Ukształtowanie kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej a dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa	5
I 3. Ruchomość kręgosłupa a występowanie bólu	10
I 4. Wielkość wskaźnika BMI a występowanie dolegliwości bólowych kręgosłupa	11
I 5. Zaburzona kontrola posturalna jako możliwa przyczyna występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa.....	12
I 6. Dyskopatia jako możliwa przyczyna występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa	12
I 7. Sedynteryjny tryb życia jako jedna z przyczyn występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa.....	13
I 8. Aktywność fizyczna jako jeden z rekomendowanych sposobów radzenia sobie z dolegliwościami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa.....	15
II Cel pracy i pytania badawcze.....	21
II 1. Pytania badawcze	21
III Osoby badane i metoda badań	22
III 1. Grupa badawcza.....	22
III 2. Metody badań.....	23
III 3. Autorski program ćwiczeń	33
III 4. Metody statystyczne.....	39
IV. WYNIKI	41
IV 1. Wartości badanych zmiennych jako wynik zastosowanych ćwiczeń.....	41
IV 2. Porównanie efektów ćwiczeń pomiędzy grupą eksperymentalną a grupą kontrolną	54
IV 3. Związek pomiędzy krzywiznami i ruchomością kręgosłupa a poziomem bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa	68
V DYSKUSJA	74
V 1. Efekt zastosowanych ćwiczeń w grupie eksperymentalnej i kontrolnej.....	74
V 2. Porównanie efektów zastosowania autorskiego programu ćwiczeń pomiędzy grupą eksperymentalną a grupą kontrolną	79
V 3. Związek pomiędzy BMI, krzywiznami i ruchomością kręgosłupa a poziomem bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa.....	84
Podsumowanie.....	89
Konkluzja.....	90
PIŚMIENNICTWO	91

Spis rycin	111
Spis tabel.....	115
Streszczenie	116
Abstract.....	119
Aneks	122

I Wprowadzenie

I 1. Dolegliwości bólowe kręgosłupa jako narastający problem XXI wieku

XXI wiek oprócz postępu cywilizacji, przyniósł ze sobą szeroki wachlarz chorób cywilizacyjnych. Pomimo wzrostu tempa, ale także i jakości życia, okazuje się, że bardzo często ludzie już w młodym wieku doświadczają bólu związanego z układem ruchu. Szczególnym problemem są dolegliwości bólowe odcinka lędźwiowego kręgosłupa, które są najczęściej występującymi, po bólach głowy, dolegliwościami człowieka. Szacuje się, że w Polsce około 70% dorosłych doświadczyło bólów kręgosłupa, z czego aż 44% stanowią dolegliwości bólowe w dolnym odcinku kręgosłupa (Koszewski, 2010). Z badań przeprowadzonych w 2014 roku przez Główny Urząd Statystyczny wynika, że w Polsce na ból w odcinku lędźwiowym kręgosłupa skarży się co 4-5 osoba (Główny Urząd Statystyczny, 2014). W Stanach Zjednoczonych oraz w krajach uprzemysłowionych dotykają aż 80% społeczeństwa (Walker, 2000; Gaździk, 2002; Anderson, 2005; Krismer i Tulder, 2007). Częstość występowania tego problemu przez całe życie wynosi od 59% do 80%, w zależności od metody badania i różnorodności populacji (Gilgil i wsp., 2005). Gdy dolegliwości bólowe odcinka lędźwiowego kręgosłupa utrzymują się co najmniej 12 tygodni, określa się je jako przewlekłe (Magalhaes i wsp., 2015). Przewlekły ból dolnego odcinka kręgosłupa jest najczęstszą przyczyną niepełnosprawności i utraty zasobów ludzkich u produktywnych osób w wieku poniżej 45 lat, co powoduje duże obciążenie ekonomiczne dla społeczeństwa (Manek i MacGregor, 2005; Airaksinen i wsp., 2006). Ból „krzyża” przynajmniej raz w życiu dotyka 50-70% populacji (Brown i Neumann, 2006), stanowiąc tym samym chorobę cywilizacyjną. Jest znaczącym problemem wpływającym na jakość życia i jest jedną z głównych przyczyn utraty siły roboczej w krajach rozwiniętych (Ehrlich, 2003; Dagenais i wsp., 2008; Asadi i wsp., 2016; Filiz i Firat, 2019; Namnaqani i wsp., 2019; Shariat i wsp., 2019). Problem bólu kręgosłupa zyskuje wymiar społeczny. (Adams, 2010; Cho i wsp., 2015a; Barone Gibbs i wsp., 2018). Kilka badań zostało przeprowadzonych w Europie, by ocenić społeczno-ekonomiczny wpływ bólu „krzyża”. W Wielkiej Brytanii dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa zostały zidentyfikowane jako najczęstsza przyczyna niepełnosprawności u młodych dorosłych: ponad 100 milionów dni roboczych straconych rocznie. Natomiast w Szwecji badanie wykazało, że problem dotyczący bólu odcinka lędźwiowego kręgosłupa wśród społeczeństwa nasilił się czterokrotnie od 1980 roku (z 7 milionów dni roboczych straconych rocznie do 28 milionów) (Duthey, 2013).

Wśród licznych czynników wywołujących ból najczęściej wymieniane są: anomalie wrodzone, zmiany zwyrodnieniowe, stany zapalne, choroby nowotworowe, urazy, bóle przeciążeniowe, zaburzenia metaboliczne, problemy psychologiczne, problemy socjalne (Szpala i wsp., 2017). W swoich badaniach wzięłam przede wszystkim pod uwagę czynniki strukturalne, takie jak wady postawy, a tym samym nieodpowiednie nawyki ruchowe, czy zaburzenia w równowadze mięśniowej, gdyż badania potwierdzają, iż mogą być to istotne przyczyny występowania bólu w dolnym odcinku kręgosłupa (Arab i wsp., 2017; Chenot i wsp., 2017; Celik i wsp., 2018; Bláfoss i wsp., 2019).

I 2. Ukształtowanie kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej a dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa

Prawidłowo ukształtowany kręgosłup w płaszczyźnie czołowej powinien być linią prostą. W projekcji bocznej kręgosłup tworzy potrójną krzywiznę typu esowatego, na którą składają się lordoza szyjna i lędźwiowa oraz kifoza piersiowa. Z punktu widzenia biomechaniki krzywizny kręgosłupa spełniają ważną funkcję, jaką jest m.in. amortyzacja obciążeń wynikających z codziennych czynności. Nieprawidłowe ukształtowanie przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa jest uważane za potencjalny czynnik wystąpienia dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa (Lang-Tapia i wsp., 2011; Czaprowski i wsp., 2012; Kluszczyński i wsp., 2017; Filiz i Firat, 2019).

Pozycja neutralna kręgosłupa jest to taka pozycja, w której wysiłek mięśniowy w celu utrzymania postawy jest najmniejszy a także pozycja, w której kręgosłup najlepiej toleruje wywierane na niego mechaniczne siły. Związane jest to z naturalnymi, anatomicznymi krzywiznami kręgosłupa, tj. lordozą szyjną, kifożą piersiową, lordozą lędźwiową oraz kifożą krzyżową (Sahrmann, 2002; Trew i Everett, 2005; Henry i wsp., 2013; Gondhalekar i wsp., 2016; Winslow i wsp., 2018).

Należy także podkreślić, iż fundamentem prawidłowego ukształtowania krzywizn kręgosłupa jest położenie miednicy tzn. wielkość kąta przodopochylenia miednicy określonego w projekcji bocznej (Singh i wsp., 2018; Evcik i Yücel, 2003; Youdas i wsp., 2000). Średnia wielkość tego kąta może być różna w zależności od zastosowanej metody badawczej. Do niedawna bardzo popularną metodą badania kąta przodopochylenia miednicy było stosowanie tzw. cyrkla Wilesa (Wiles, 1955), który wyznacza kąt pomiędzy płaszczyzną przechodzącą przez kolec biodrowy tylny górny i górny brzeg spojenia łonowego a płaszczyzną horyzontalną.

W okresie pokwitania kąt przodopochylenia miednicy u kobiet powinien wynosić 28° a u mężczyzn 31° (Kasperczyk, 2004). Jednakże normy te są dyskusyjne i zastanawiające ponieważ inne źródła podają, że u kobiet kąt przodopochylenia miednicy jest większy niż u mężczyzn (Tannast i wsp., 2006; Bibrowicz 2014).

Inną z dostępnych metod pomiaru tego kąta jest wyznaczanie go na zdjęciach RTG. Po wykonaniu bocznych radiogramów kręgosłupa w odcinku lędźwiowym za pomocą dostępnych oprogramowań radiografii cyfrowej można wyznaczyć różne kąty w płaszczyźnie strzałkowej. Kąt przodopochylenia miednicy jest wyznaczany pomiędzy linią przechodzącą przez środek pierwszego kręgu kości krzyżowej S1 do środka głowy kości udowej a linią pionową przechodzącą przez środek głowy kości udowej. Norma dla tego kąta wynosi poniżej 20° (Dagdia i wsp., 2019).

Kolejną, najmniej inwazyjną, metodą pomiaru kąta przodopochylenia miednicy jest zastosowanie duometru. Kąt ten wyznaczony jest pomiędzy poziomem a prostą przechodzącą przez szczyty kolców biodrowych górnych przednich i tylnych (Crowell i wsp., 1994; Bibrowicz, 2014), a jego wartość u osób w wieku 19-35 lat wynosiła $15,6$ stopni u kobiet i $13,5$ u mężczyzn (Bibrowicz i Bibrowicz, 2010). Wraz ze zwiększaniem się kąta przodopochylenia miednicy zwiększa się lordoza lędźwiowa (Levine i Whittle; 1996; Czaprowski i Kędra, 2012; Boissière, 2013; Yoo, 2017; Singh i wsp., 2018; Tatsumi i wsp., 2019). Nieprawidłowe położenie miednicy w płaszczyźnie czołowej i poprzecznej jest przyczyną skolioz i także może być przyczyną dolegliwości bólowych (Kasperczyk, 2004; Boissière, 2013; Roh i wsp., 2016).

Najbardziej znaczący wpływ na rozkład sił w dolnym segmencie kręgosłupa ma kształt lordozy lędźwiowej. Odcinek ten kształtuje się w zależności od predyspozycji osobniczych, cech genetycznych, wielkości trzonów kręgowych, krążków międzykręgowych, masy ciała, ustawienia kości krzyżowej, wieku oraz poziomu muskulatury brzusznej (Fernard i Fox, 1985; Scannell i McGill, 2003; Whitcome i wsp., 2007; Sparrey i wsp., 2014; Józefowski, 2015; Chun i wsp., 2017). Wielkość łuku lordozy lędźwiowej, którą należy uważać za normalną, jest niejednoznacznie określona a rozpiętość podawanych norm znaczna z powodu różnorodności metod wyznaczania kąta lordozy lędźwiowej. Metody te można podzielić na bezpośrednie badania na ciele osoby oraz na badania radiologiczne (Been i Kalichman, 2014). Badania radiologiczne wykorzystują dwuwymiarowe zdjęcia rentgenowskie, trójwymiarową (3D) tomografię komputerową i MRI. Każda metoda ma swoje zalety

i wady, ale głównym problemem jest to, że trudno jest porównywać wyniki pomiarów, gdy są wykonywane różnymi metodami.

Metody bezpośredniego badania kątów lordozy obejmują różne systemy analizy postawy 3D oraz metodę topografii powierzchni ciała (Zabjek i wsp., 2005; Pazos i wsp., 2007). Również jedną z nieinwazyjnych metod pomiaru kąta lordozy lędźwiowej są badania za pomocą inklinometru, który przykłada się do odpowiednio wcześniej wyznaczonych punktów na kręgosłupie (Czaprowski i wsp., 2012; Kluszczyński i wsp., 2017). Główną zaletą tych pomiarów jest brak promieniowania, co pozwala na częstą ocenę krzywizn kręgosłupa i regularne monitorowanie zmian kąta lordozy. Do oceny kąta lordozy na dwuwymiarowych radiografiach zastosowano wiele metod radiologicznych. Te metody wykorzystują różne anatomiczne punkty orientacyjne na ciałach kręgowych w celu oceny kąta lordozy. Na przykład metody stycznej przedniej i tylnej wykorzystują przednią lub tylną ścianę kręgosłupa do określenia kąta lordozy (Schuler i wsp., 2004). Metoda „centroid” wykorzystuje środek kręgosłupa do pomiaru kąta lordozy (Chen i wsp., 2007). Niektóre metody, takie jak najlepiej dopasowana elipsa, konstruują kołowy model geometryczny kręgosłupa lędźwiowego (Vrtovec i wsp., 2009). Wszystkie te metody okazały się wiarygodne w ocenie ukształtowania lordozy (Been i Kalichman, 2014). W związku z tym badania, z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych, wykazały różne zakresy, jako normalny kąt lordozy lędźwiowej. Shayesteh i wsp. (2010), stosując metodę Winter i Willtse'a, stwierdzili, że średnia wartość kąta lordozy lędźwiowej wynosi $29,47^{\circ} \pm 11,90^{\circ}$ wśród populacji Iranu (Skayesteh i wsp., 2010). Natomiast Youdas i wsp. (2000) oraz Nourbakhsh i wsp. (2001), stosując metodę elastycznej krzywej, uzyskali zakres kąta lordozy lędźwiowej w przedziale: $37^{\circ} \pm 11^{\circ}$ i $37^{\circ} \pm 13^{\circ}$. Damasceno i wsp. (2006) zastosowali technikę kąta Cobba, otrzymując średnią wartość kąta lordozy lędźwiowej $62,01^{\circ}$ u kobiet i $59,30^{\circ}$ u mężczyzn. Natomiast Milani i wsp. (2008) przy użyciu tej samej metody, jako średnią wartość kąta lordozy lędźwiowej u kobiet podali $65,4^{\circ}$.

Zdaniem niektórych autorów (Adams i Freeman; 2010; McKenzie, 2011; Been i Kalichman, 2014; Chun i wsp., 2017; Zwierzchowska i Tuz, 2018) zarówno zbyt duży, jak i za mały kąt lordozy lędźwiowej stanowi źródło problemów związanych z bólem dolnego odcinka kręgosłupa. Do najczęstszych patologii tej okolicy można zaliczyć: zwiększenie krzywizny w odcinku lędźwiowym (hiperlordoza lędźwiowa), zmniejszenie bądź spłaszczenie (hipolordoza albo dyslordoza lędźwiowa) i odchylenie od linii pośrodkowej ciała w płaszczyźnie czołowej i poprzecznej (skolioza).

Wymienione dysfunkcje można podzielić na wrodzone i nabyte (Jagucka-Mętel i wsp. 2017). Najczęściej zwiększoną lordozę lędźwiową łączy się z bardziej horyzontalnie „zaklinowaną” kością krzyżową, większym przodopochyleniem miednicy i większą krzywizną kifozy piersiowej, osobniczo można też zaobserwować zwiększoną lordozę lędźwiową ze zmniejszoną kifozą piersiową (Zwierzchowska i Tuz, 2018).

W postawach lordotycznych (z powiększoną lordozą lędźwiową – przypis autora) zwiększa się obciążenie łuków kręgowych, tym samym zmniejszając obciążenia kompresyjne krążka międzykręgowego od strony grzbietowej (Adams i Freeman, 2010). Zwiększony nacisk na tylne struktury kręgów lędźwiowych powoduje ucisk korzeni rdzeniowych i ból w tej okolicy (Beckers i Bekaert, 1991; Mavrych i wsp., 2012; Yildiz i Ekin, 2017). Na taki patomechanizm są narażone osoby otyłe i kobiety w ostatnim trymestrze ciąży (Orvieto i wsp., 1994; Morgen, 2006; Sipko i wsp., 2010; Dario i wsp., 2015) a także osoby, które wykazują zbyt duże napięcie (skrócenie długości) mięśni grzbietu w odcinku lędźwiowym przy jednoczesnym osłabieniu mięśni brzucha (Fassinai i wsp., 1986; Colloca i Hinrichs, 2005; Adams i Freeman, 2010; Vignaduzzo i wsp., 2010; Józefowski i wsp., 2015). W przypadku tej wady postawy nadmiernemu napięciu i skróceniu ulegają następujące mięśnie: prostownik grzbietu w odcinku lędźwiowym, czworoboczny lędźwi oraz mięśnie zginacze stawu biodrowego - biodrowo-lędźwiowy oraz prosty uda. Natomiast mięśnie, które diagnozuje się jako osłabione to: mięsień prosty brzucha oraz mięśnie prostowniki stawu biodrowego – pośladkowy wielki oraz kulszowogoleniowe (mięsień półścięgnisty, mięsień półbłoniasty i mięsień dwugłowy uda) (Kasperczyk, 2004; Jagucka-Mętel i wsp., 2017).

W przypadku zbyt małego kąta lordozy lędźwiowej patomechanizm bólu jest inny. W tej sytuacji zmniejszają się przestrzenie od strony brzusznej trzonów kręgów lędźwiowych, natomiast zwiększenie przestrzeni międzykręgowych następuje od strony kanału rdzeniowego. Sprzyja to naderwaniom włókien wchodzących w skład pierścienia włóknistego, a co za tym idzie – wysuwaniu się substancji galaretowatej (jądra miazdzystego) w kierunku grzbietowo-bocznym w kierunku kanału rdzeniowego (McGill, 2002; Trew i Everett, 2005; Jagucka-Mętel i wsp., 2017). Hipolordoza charakteryzuje się zbyt dużym napięciem i skróceniem mięśni prostowników stawu biodrowego, a także czasami mięśnia prostego brzucha. Natomiast osłabieniu ulegają mięśnie zginacze stawu biodrowego oraz prostownik grzbietu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (Kasperczyk, 2004; Jagucka-Mętel i wsp., 2017).

Na występowanie dolegliwości bólowych kręgosłupa w odcinku lędźwiowym może mieć również wpływ wielkość kąta kifozy piersiowej (Schwab i wsp., 2010; Roussouly i Pinheiro-Franco, 2011; Zwierzchowska i Tuz, 2018). W przypadku pomiarów kąta kifozy piersiowej metody są takie same, jak w przypadku pomiarów kąta lordozy lędźwiowej. Można stosować badania RTG, ale także mniej inwazyjne narzędzia badawcze takie jak kyfometr Debrunera i linijka flexicurve (Debrunner, 1972; Milne i Williamson, 1983). Kyfometr Debrunera składa się z kątomierza zamontowanego na dwóch ramionach, których końce są umieszczone na określonych kostnych punktach orientacyjnych; kąt kifozy jest odczytywany z kątomierza. Natomiast linijka „flexicurve” (elastyczna, kątowna linijka), delikatnie dociśnięta do pleców, przyjmuje kontur klatki piersiowej i odcinka lędźwiowego kręgosłupa badanego. Następnie badacz wykrywa i odrysowuje zachowany kształt linijki na papierze i oblicza wskaźnik kifozy piersiowej (Greendale i wsp., 2011; Roghani i wsp., 2017).

Pomiaru kąta kifozy piersiowej można także dokonać za pomocą inklinometru, wówczas jego wartość powinna mieścić się w przedziale 30-40° (Bibrowicz i Osińska, 2012; Czaprowski i wsp., 2012; Waś i wsp., 2016; Kluszczyński i wsp., 2017; Hunter i wsp., 2018). W przypadku, gdy kąt kifozy piersiowej jest zbyt duży, mówimy o wadzie tzw. hiperkifozie, wówczas skróceniu i nadmiernemu napięciu ulegają mięśnie klatki piersiowej (piersiowy większy i mniejszy oraz zębaty przedni) oraz mięsień prosty brzucha. Mięśnie, które ulegają osłabieniu przy hiperkifozie to mięśnie grzbietu (najszerzy grzbietu, czworoboczny grzbietu, równoległoboczny oraz prostownik grzbietu w odcinku piersiowym) i mięśnie karku (mięśnie płatowate i mięśnie podpotyliczne) (Katzman i wsp., 2017a; Katzman i wsp., 2017b; Roghani i wsp., 2017; Feng i wsp., 2018). Natomiast zbyt mały kąt kifozy piersiowej związany jest z tzw. wadą „pleców płaskich” i często występuje razem ze spłaszczoną lordozą lędźwiową. W takim przypadku brak fizjologicznych krzywizn kręgosłupa powoduje utratę funkcji amortyzacyjnej kręgosłupa. W takim przypadku każdy naturalny ruch w pionowej pozycji ciała powoduje, że poszczególne elementy kręgosłupa ulegają przeciążeniu, co prowadzi do zmian zwyrodnieniowych. W konsekwencji pojawia się skłonność do powstawania bocznych skrzywień kręgosłupa, a ruchomość i pojemność klatki piersiowej stają się ograniczone (Kasperczyk, 2004; Meccariello i wsp., 2013; Lee i wsp., 2017).

I 3. Ruchomość kręgosłupa a występowanie bólu

Ruchomość kręgosłupa zapewniają liczne połączenia stawowe, międzykręgowe oraz elementy dynamiczne – zespoły mięśniowe. Jest ona zróżnicowana w poszczególnych odcinkach kręgosłupa i zależy od wielu czynników, a w szczególności od wysokości krążków międzykręgowych, ukształtowania stawów międzykręgowych, wyrostków kolczystych oraz funkcji i rozwoju zespołów mięśniowych (Kiwerski i Włodarczyk, 2018).

U osób, u których występują dolegliwości dolnego odcinka kręgosłupa, mogą również pojawić się zaburzenia w ruchomości kręgosłupa (Klein i wsp., 1991; Evcik i Yucel; 2003; Hawrylak i wsp., 2004; Dobosiewicz, 2006; Vaisy i wsp., 2015; Coyle i wsp., 2017; Sonvico i wsp., 2019). Czynnikiem ograniczającymi ruchomość kręgosłupa są elementy łącznotkankowe (więzadła, ścięgna, torebki stawowe), mięśnie antagonistyczne lub stany patologiczne, ale także ukształtowanie kręgów na poszczególnych poziomach kręgosłupa (Trew i Everett, 2005). Upośledzenie naturalnej ruchomości kręgosłupa może być wynikiem m.in. zmian funkcjonalnych tzn. wzmożonych napięć mięśni przykręgosłupowych, przykurczy łącnokankowych itp. (Olkowski i Ślężyńska, 2011).

Do nie dawna najbardziej popularną metodą badawczą służącą ocenie ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa był tzw. „test Schober’a”. Przed przystąpieniem do pomiaru, na ciele badanego należy wyznaczyć przejście lędźwiowo-krzyżowe, od którego oznacza się punkt w odległości 10 cm powyżej i 5 cm poniżej. Następnie badanemu poleca się wykonanie skłonu w kierunku do przodu. Wspomniany, oznaczony odcinek powinien ulec wydłużeniu o wartość 7 cm. Następnie badany jest proszony o wykonanie ruchu przeciwnego, czyli wyprostowania kręgosłupa lędźwiowego tzn. skłonu tułowia do tyłu. Podczas wykonywania tego ruchu odległość powinna ulec skróceniu o blisko 2 cm (Rosławski i Skolimowski, 2000). Jednakże długość odcinka lędźwiowego, może być różna z uwagi wysokości ciała. Zatem czasami okazuje się, że oznaczając punkty odpowiednio 10 cm powyżej i 5 cm poniżej od przejścia lędźwiowo-krzyżowego, średnio obejmuje się tylko 3,5 z 5 kręgów lędźwiowych (MacDermid i wsp., 2014).

Inną również nieinwazyjną metodą pomiaru ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa jest metoda inklinometryczna, która jest bardzo rzetelna i wiarygodna, coraz częściej stosowana przez badaczy, ale także lekarzy i fizjoterapeutów (Czaprowski i wsp., 2012; MacDermid i wsp.,

2014; MacDermid i wsp., 2015). W tej metodzie także na początku wyznacza się przejście lędźwiowo-krzyżowe, ale następnie palpacyjnie wyczuwa się kręgi lędźwiowe i powyżej pierwszego kręgu lędźwiowego zaznacza się przejście piersiowo-lędźwiowe, do których następnie jest przykładany inklinometr podczas wykonywania pomiaru ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001).

Inną znaną, nieinwazyjną metodą pomiaru ruchomości kręgosłupa jest zastosowanie elektrogoniometru tensometrycznego (Boocock i wsp., 1994; Lewandowski, 2006). Przed przystąpieniem do badania na odcinku lędźwiowym kręgosłupa umieszcza się czujniki elektrogoniometru, które przymocowuje się za pomocą dwustronnej medycznej taśmy samoprzylepnej. Następnie badany wykonuje maksymalny skłon w kierunku do przodu (pomiar maksymalnego zgięcia kręgosłupa lędźwiowego), a w celu zbadania maksymalnego ruchu wyprostowania odcinka lędźwiowego – badany wykonuje skłon w kierunku do tyłu.

I 4. Wielkość wskaźnika BMI a występowanie dolegliwości bólowych kręgosłupa

Badania naukowe potwierdzają, że na dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa mogą być narażone osoby z nadwagą i otyłością (Shiri i wsp., 2010; Zhang i wsp., 2018). Za występowanie zależności między nadmierną masą ciała i bólem kręgosłupa jest odpowiedzialne przewlekłe przeciążenie kręgosłupa i stawów (Atchison i Vincent; 2012). Jest to związane z charakterystyczną zmianą postawy ciała, która objawia się m.in. w zwiększonym kącie lordozy lędźwiowej oraz przodopochylenia miednicy (McGillicuddy, 2004; Vismara i wsp., 2010). Zaburzenia w ukształtowaniu krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej mogą być przyczyną występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa (Lang-Tapia i wsp., 2011; Czaprowski i wsp., 2012; Kluszczyński i wsp., 2017; Filiz i Firat, 2019). Najpowszechniej stosowanym wskaźnikiem wagowo-wzrostowym do wykrywania nadwagi i otyłości jest BMI (ang. - Body Mass Index), co wielu autorów uzasadnia tym, że jest on względnie wysoko skorelowany z zawartością tkanki tłuszczowej (Ikeda i wsp., 2006; Rolland-Cachera, 2011).

Wskaźnik masy ciała został opracowany w XIX w. przez belgijskiego matematyka, astronoma i statystyka Adolphe'a Quételeta. Metoda pozwalająca na szybką diagnozę otyłości została początkowo nazwana wskaźnikiem Quételeta. Jest to prosty parametr powszechnie

używany do klasyfikacji masy ciała u osób dorosłych, którego wartość uzyskuje się poprzez iloczyn masy ciała do kwadratu wysokości w metrach (kg/m^2). Wynik $\geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$ u obu płci powszechnie uznawany jest za otyłość, a poniżej 18,5 za niedowagę (WHO, 2000).

I 5. Zaburzona kontrola posturalna jako możliwa przyczyna występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa

Badania naukowe potwierdzają, że jedną z głównych przyczyn powstawania dolegliwości bólowych kręgosłupa jest zaburzona kontrola posturalna, która jest związana z tzw. „stabilizacją centralną” (Rapała i Lachowicz, 2006; Iwańczyk i wsp., 2013; Javadian i wsp., 2015; Suchińska i Kucab-Klich, 2015; Puntumetakul, 2015; Vanti i wsp., 2016; Russo i wsp., 2018; Reeves i wsp., 2019). W piśmiennictwie tematycznym można znaleźć wiele pozycji poświęconych problematyce kontroli stabilizacji kompleksu lędźwiowo-miedniczno-biodrowego (LMB). Zachowanie neutralnej pozycji kompleksu LMB wymaga zbalansowanej aktywności oraz integracji układu jednostawowych mięśni lokalnych (m.in. mięsień wielodzielny, poprzeczny brzucha, przepona) oraz układu mięśni globalnych (m. in. mięsień prosty brzucha i mięśnie skośne zewnętrzne brzucha (Hides i wsp. 2006; Akuthota i wsp., 2008; Czaprowski i wsp., 2011; Czaprowski i Kędra, 2012; Areudomwong i wsp., 2017). Badania potwierdzają, że mięsień wielodzielny jest najsilniejszym stabilizatorem kręgosłupa lędźwiowego (Kim i wsp., 2006), w związku z czym wśród osób z dolegliwościami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa obserwuje się jego zmiany, atrofię (Freeman i wsp., 2010; Fortin i Macedo, 2013).

I 6. Dyskopatia jako możliwa przyczyna występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa

Kolejną, możliwą przyczyną występowania dolegliwości bólowych kręgosłupa jest tzw. dyskopatia, która stanowi około 60-80% wszystkich przyczyn bólów odcinka lędźwiowego kręgosłupa (Józefowski i wsp., 2015). Jednakże istnieją badania, które donoszą, że stwierdzonej dyskopatii potwierdzonej MRI, nie można łączyć z bólem kręgosłupa (Borenstein i wsp., 2001; Van Tilburg i wsp., 2018). Dyskopatia jest to uszkodzenie krążka międzykręgowego polegające na przepuklinie środkowej jego części – jądra miazdzystego, poprzez rozciągnięcie lub rozerwanie zewnętrznej warstwy krążka – pierścienia włóknistego. Następuje uwypuklenie się

fragmentu krążka na zewnątrz z uciskiem na sąsiednie struktury (korzenie rdzeniowe, mięśnie, naczynia krwionośne) (Paanjanen i wsp., 1989; Boden i wsp., 1990; Luoma i wsp., 2000; Battie i wsp., 2004; Zagra i wsp., 2012; Boisson i wsp., 2018). Tego rodzaju patologia może być następstwem poprzednich, wymienionych powyżej, powodów pojawiania się problemów z bólem kręgosłupa takich, jak nieprawidłowe ukształtowanie przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, czy zaburzona stabilizacja kompleksu lędźwiowo-miedniczo-biodrowego.

I 7. Sedenteryjny tryb życia jako jedna z przyczyn występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa

Na dolegliwości bólowe kręgosłupa w odcinku lędźwiowym są narażone osoby prowadzące sedenteryjny tryb życia tzn. pracujące w pozycji siedzącej (Spyropoulos i wsp., 2007; Damanhuri i wsp., 2014; Zemp i wsp., 2016; Szczygieł i wsp., 2016; Munir i wsp., 2018; Bontrup i wsp., 2019; Kett i Sichting, 2020). Podczas długotrwałego siedzenia ciało człowieka znajduje się głównie w pozycji zgięcia kręgosłupa i zgięcia w stawach biodrowych i kolanowych. Stopień zgięcia kręgosłupa i ww. stawów zależy od wielu czynników. W pozycji siedzącej miednica rotuje się do tyłu w płaszczyźnie strzałkowej i zmniejsza lordozę kręgosłupa w odcinku lędźwiowym powodując tym samym większe obciążenie przednich biernych elementów kręgosłupa – krążków międzykręgowych (De Carvalho i wsp., 2010). Dodatkowo w pasywnej pozycji siedzącej, którą określa się jako kifotyczną, mięśnie okolicy kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego wykazują mniejszą aktywność, natomiast w okolicy szyjnej większą (Rosenberg i Sipko, 2016). Długotrwała statyczna pozycja siedząca zwiększa ryzyko uszkodzeń w układzie mięśniowo-szkieletowym (Mork i Westgaard, 2009; Rosenberg i Sipko, 2016). Według Rosenberg i Sipko (2016), (cyt.): „Przyjmowanie wadliwych pozycji siedzących, prowadzi do zwiększania kifozy piersiowej, zwiększonej aktywności mięśnia prostownika grzbietu w okolicy szyjno-piersiowej, przy czym przebywanie dłuższy czas w takiej pozycji powoduje wzrost napięcia więzadeł tylnej kolumny kręgosłupa. Zmiany napięcia tych struktur będą wpływać wtórnie na wzrost napięcia mięśnia prostownika grzbietu w tej okolicy i ból przeciążeniowy”. Również Adams i Freeman (2010) twierdzą, że (cyt.): „Zgięte pozycje ciała (tzn. zgarbione, takie, które zmniejszają lordozę lędźwiową – przypis autora) powodują rozciąganie więzadeł międzykręgowych, a tym samym zwiększenie ich napięcia, co z kolei zwiększa siłę kompresyjną działającą na krążki międzykręgowe w tym odcinku”. Ponadto, długotrwałe utrzymywanie pozycji zgięciowej (kifotycznej) powoduje spazm, a następnie

nieprawidłowe funkcjonowanie mięśnia wielodzielnego, który jest bardzo ważny dla prawidłowego funkcjonowania kręgosłupa (Jackson i wsp., 2001).

W stwierdzeniu ww. autorów pojawia się pewna niekonsekwencja w opisie patologii ukształtowania kręgosłupa podczas długotrwałego „zgarbionego” siedzenia. Nieprawidłowo „rozciągnięte” więzadła międzykręgowe w efekcie powinny stawać się coraz bardziej osłabione a nie napięte, jak twierdzą autorzy Adams i Freeman (2010). Naturalna funkcja więzadeł (jak każdego tego typu struktur biernych) polega na tym, że są one słabo rozciągliwe i mogą skutecznie stabilizować stawy, a tym samym utrzymywać powierzchnie stawowe „na swoim miejscu” (Ignasiak, 2015). Zatem działanie nieprawidłowych sił wydłużających (rozciągających), słabo rozciągliwe z natury rzeczy, więzadła w efekcie powoduje osłabienie ich funkcji stabilizacyjnej dla stawów. Taka sytuacja ma miejsce wtedy, gdy człowiek w pozycji siedzącej rozluźni mięśnie grzbietu i przyjmuje pozycję „zgarbioną”. Pogłębieniu ulega kifoza piersiowa, a spłaszczeniu ulega lordoza lędźwiowa, poprzez ustawianie się miednicy w tyłopochyleniu. Pozycja siedząca przez wiele godzin dziennie w naturalny sposób osłabia m.in. mięśnie zginacze stawu biodrowego, które w pozycji pionowej ciała wpływają na kształt lordozy lędźwiowej (Rosenberg i Sipko, 2016; Szczygieł i wsp., 2017). Zatem można się spodziewać, iż długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej powoduje zmniejszanie kąta lordozy lędźwiowej, stwarzając tym samym ryzyko pojawienia się dyskopatii i towarzyszącym jej bólu kręgosłupa. Chociaż zdarza się, że ból który się pojawia jest związany jedynie z bólem mięśniowym, który jest związany z pracą z małą intensywnością przez długi czas. Takie problemy występują głównie wśród osób, które spędzają wiele godzin na pracy przy komputerze. Według Krajowego Urzędu Statystycznego stale rośnie liczba osób posiadających komputer, a rozległa sieć internetowa sprzyja drastycznemu wydłużeniu czasu spędzanego w pozycji siedzącej. W 1997 r. liczba godzin tygodniowo spędzonych przed monitorem wynosiła 5,9 godziny, a w 2003 r. - 14,6 godziny (Kang i wsp., 2012). Według badań z 2012 r. 51–68% młodych ludzi preferuje siedzący tryb życia, 27–44% obejmuje małą aktywność fizyczną w czasie wolnym, a tylko 5% ma wysoką aktywność fizyczną w ciągu dnia. Pozycja siedząca wymaga jedynie minimalnego wydatku energii, w wysokości 1,0–1,5 MET (Metabolic Equivalent of Work) (Dunstan i wsp., 2012).

W celu zapobiegania bólom kręgosłupa istnieją różne propozycje rekomendowanych pozycji siedzących. Jedną z nich jest pozycja z odtworzeniem lordotycznego ustawienia odcinka

łędźwiowego, z dodatkowym podparciem dolnej części grzbietu lub pozycja z umiarkowanym zgięciem odcinka łędźwiowego. Jednak niezależnie od sposobu przyjmowania pozycji siedzącej głównie długi okres jej trwania wpływa na dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa (Czaprowski i wsp., 2014; Cho i wsp., 2015a; Akkarakittichoke i Janwantanakul, 2017).

I 8. Aktywność fizyczna jako jeden z rekomendowanych sposobów radzenia sobie z dolegliwościami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa

Leczenie zespołów bólowych kręgosłupa powinno być ukierunkowane na przyczynę dolegliwości i obejmować przede wszystkim leczenie nieinwazyjne poprzez ruch i edukację społeczeństwa. Inwazyjne leczenie obejmuje blokadę farmakologiczną, zabieg operacyjny (Romanowski i wsp., 2019). Jednakże z raportu the Lancet Low Back Pain Series Working Group z 2018 roku wynika, że istnieje globalny problem nieodpowiedniego podejścia w leczeniu dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa (Buchbinder i wsp., 2018; Foster i wsp., 2018; Hartvigsen i wsp., 2018). Badania te potwierdziły niepotrzebne zalecenia stosowania złożonych leków przeciwbólowych, wykonywanie badań obrazowych kręgosłupa, stosowanie zastrzyków, hospitalizację oraz wykonywanie zabiegów chirurgicznych, które okazały się niebezpieczne dla większości pacjentów z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa. W związku z tym najnowsze zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia z 2019 roku obejmują odejście od tzw. medycznego leczenia dolegliwości bólowych kręgosłupa – oferowania pacjentom zabiegów operacyjnych - na rzecz: edukacji w zakresie dbania o prawidłowe funkcjonowanie kręgosłupa, profilaktyki oraz fizjoterapii, a w przypadku konieczności stosowania leków przeciwbólowych zaleca się stosowanie leków niesteroidowych (Traeger i wsp., 2019).

Edukacja osób, które doświadczają dolegliwości bólowych kręgosłupa polega na podnoszeniu poziomu świadomości o tym, że należy pomimo bólu pozostawać aktywnym fizycznie (Dahm i wsp., 2010; Chenot i wsp., 2017; Qaseem i wsp., 2017; Van Wambeke i wsp., 2017; Stochkendahl i wsp., 2018). Zatem powinno się stanowczo odradzać ograniczanie ruchu, ponieważ badania potwierdzają, że leżenie w łóżku u pacjentów z ostrym niespecyficznym bólem dolnej części kręgosłupa albo nie ma żadnego efektu, albo faktycznie opóźnia powrót do zdrowia, co prowadzi do dłuższych okresów nieobecności w pracy (Dahm i wsp., 2010; Abdel i wsp., 2014; Chenot i wsp., 2017).

W przeciwdziałaniu bólom dolnej części kręgosłupa niezastąpioną rolę odgrywa fizjoterapia, do której można zaliczyć: fizykoterapię, masaż, terapię manualną oraz kinezyterapię, której głównym środkiem leczniczym jest ruch (Szpala i wsp., 2017). Aktywność fizyczna jest podstawowym, prostym i dobrze znanym sposobem radzenia sobie z bólem odcinka lędźwiowego kręgosłupa (Hanna i wsp., 2019). Zalecenia obejmują ćwiczenia grupowe, biorąc pod uwagę indywidualne możliwości pacjentów (Manheimer i wsp., 2005; Chou i wsp., 2007), program ćwiczeń ruchowych „back school”, jogę (Sherman i wsp., 2005) i ćwiczenia stabilizacyjne (Cho i wsp., 2015b; Javadian i wsp., 2015, Bhadauria i wsp., 2017; Romanowski i wsp., 2019).

W literaturze odnajdujemy propozycje różnych programów ćwiczeń. McGill(2003) zaproponował zestaw kilku ćwiczeń mających na celu wzmocnienie zarówno mięśni brzucha, jak i mięśni grzbietu. Zapobieganie powstawaniu przyczyn bólów kręgosłupa, zdaniem tego autora, a także niwelowanie już istniejących, może być skuteczne poprzez ćwiczenia wzmacniające mięśni posturalnych, m.in. polegających na zwiększaniu napięcia mięśni grzbietu w celu utrzymania prawidłowego kształtu lordozy lędźwiowej i zmniejszenia zbyt dużej kifozy piersiowej, co wydaje się kluczowe w przypadku osób pracujących w pozycji siedzącej przez wiele godzin w ciągu dnia. Ćwiczenia te są bardzo zasadne, gdyż uwzględniają problem związany z bólem kręgosłupa i na podstawie przeprowadzonych badań są one rekomendowane w celu profilaktyki „zdrowego kręgosłupa” (Axler i McGill, 1997; McGill 2002, 2003). Inne doniesienia dotyczą stabilizacji kompleksu lędźwiowo-miedniczo-biodrowego i odnoszą się do wzmacniania mięśnia poprzecznego brzucha (Hides i wsp., 2006; Akuthota i wsp., 2008; Czaprowski i wsp., 2011; Czaprowski i Kędra, 2012; Fatemi i wsp., 2015; Szczygieł i wsp., 2016; Areeudomwong i wsp., 2017; Bhadauria i Gurudut, 2017).

Relatywnie mało uwagi poświęca się funkcji mięśni bezpośrednio wpływających na wielkość przodopochylenia miednicy, a tym samym lordozy lędźwiowej, tzn. mięśni zginaczy i prostowników stawu biodrowego. Na ogół ćwiczenia, które proponuje się w profilaktyce „zdrowego kręgosłupa” polegają na wzmacnianiu mięśni grzbietu razem ze wzmacnianiem mięśni prostowników stawu biodrowego oraz wzmacnianie mięśni brzucha z włączeniem napięcia mięśni zginaczy stawu biodrowego. Takie ćwiczenia mają w efekcie przeciwny skutek i mogą być nieskuteczne w profilaktyce bólów kręgosłupa, bo nie zmieniają położenia

miednicy względem kręgosłupa w pozycji pionowej ciała, a tym samym nie usuwają przyczyny dolegliwości, pomimo wzmocnienia siły mięśni brzucha i grzbietu.

Osoby, które doświadczają dolegliwości bólowych kręgosłupa w odcinku lędźwiowym są zazwyczaj świadome tego, że jednym z rozwiązań ich problemu jest podjęcie się aktywności fizycznej. Wobec tego najczęściej decydują się na uczęszczanie do klubów fitness, które dysponują szeroką ofertą zajęć grupowych. Instruktorzy fitness mają do dyspozycji szeroki wachlarz ćwiczeń, które mogą wykorzystać w profilaktyce bólów kręgosłupa, jednak kwestią kluczową powinno być zwrócenie uwagi na przyjmowanie prawidłowej postawy ciała, naturalne ukształtowanie kręgosłupa, a nie prostowanie jego naturalnych krzywizn, jak to jest w wielu przypadkach stosowane.

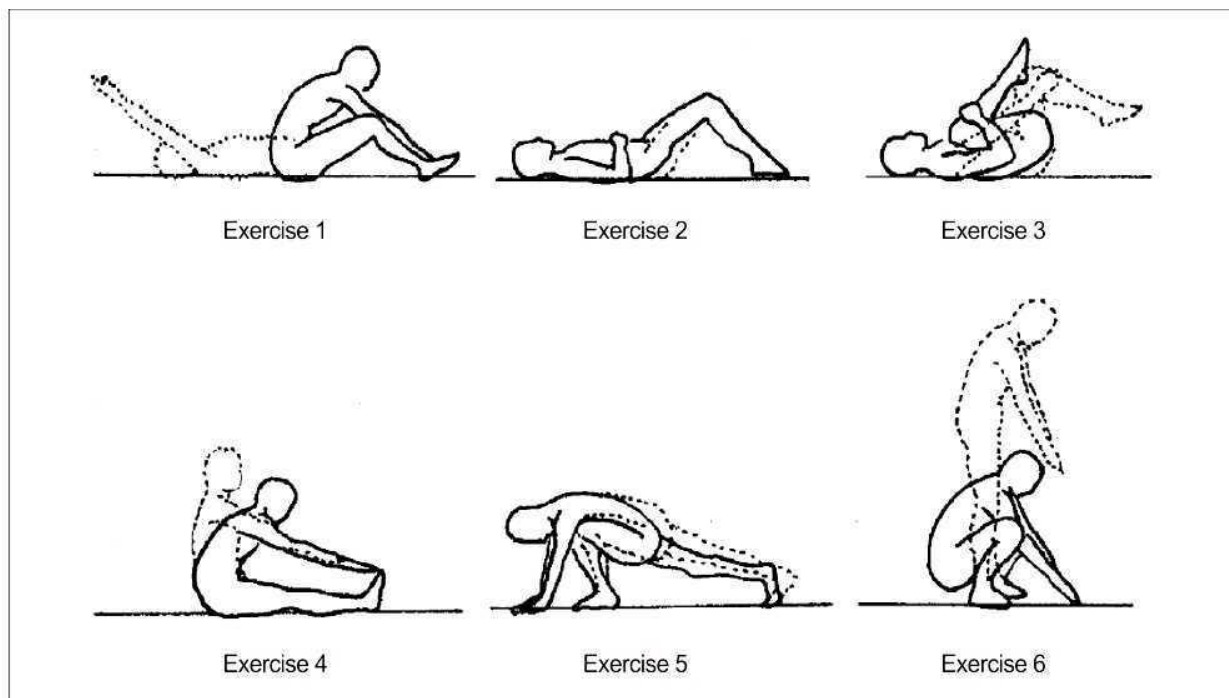
Obecnie na zajęciach fitness zwraca się dużą uwagę na tzw. neutralne ustawienie miednicy przed przystąpieniem do każdego ćwiczenia (www.verywellfit.com/how-to-find-neutral-spine-position, 27.04.2020-13:50; www.elliehermanpilates.com/ellies-blog/neutral-spine-pelvis, 27.04.2020-13:55). Jednak wśród wielu instruktorów panuje powszechne, błędne przekonanie, iż większość klientów odczuwa dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa ze względu na zbyt dużą lordozę lędźwiową i w związku z tym zaleca się tzw. „podwijanie miednicy” czyli jej tyłopochylenie. Skutkuje to tym, że lordoza lędźwiowa zostaje spłycona. Jednak, gdyby się przyjrzeć, jaki tryb pracy wykonują klienci zmagający się z dolegliwościami dolnego odcinka kręgosłupa uczęszczający na zajęcia fitness, to okaże się, że najczęściej mamy do czynienia z pracą siedzącą przed komputerem trwającą wiele godzin w ciągu doby. Osoba pracująca przez wiele godzin w pozycji siedzącej narażona jest na dolegliwości bólowe całego kręgosłupa (Spyropoulos i wsp., 2007; Damanhuri i wsp., 2014; Zemp i wsp., 2016; Szczygieł i wsp., 2016; Munir i wsp., 2018; Bontrup i wsp., 2019; Kett i Sichtung, 2020).

Podczas utrzymywania długotrwałej wadliwej pozycji miednica ustawia się w tyłopochyleniu. Odcinek lędźwiowy traci swoją naturalną krzywiznę – lordozę lędźwiową, przechodząc w ustawienie kifotyczne, które nieprawidłowo obciąża krążki międzykręgowe i osłabia układ mięśniowo-więzadłowy od strony grzbietowej (Mork i Westgaard, 2009; Bibrowicz i Osińska, 2012; Rosenberg i Sipko, 2016) powodując dogodne warunki do powstawania przepukliny krążka międzykręgowego w kierunku kanału rdzeniowego po lewej

i prawej stronie więzadła podłużnego tylnego (Hochschild, 2018). Coraz więcej osób korzysta z usług fitness prowadzonych przez trenera personalnego lub zajęć grupowych i jest to niezwykle ważne, by efekt ich pracy miał pozytywny wpływ na ich zdrowie. Osoby odpowiedzialne za kierowanie treningiem powinny być zobligowane do tego, by stosować takie formy ruchu i dobrać odpowiednie ćwiczenia, dostosowane do indywidualnych potrzeb klienta.

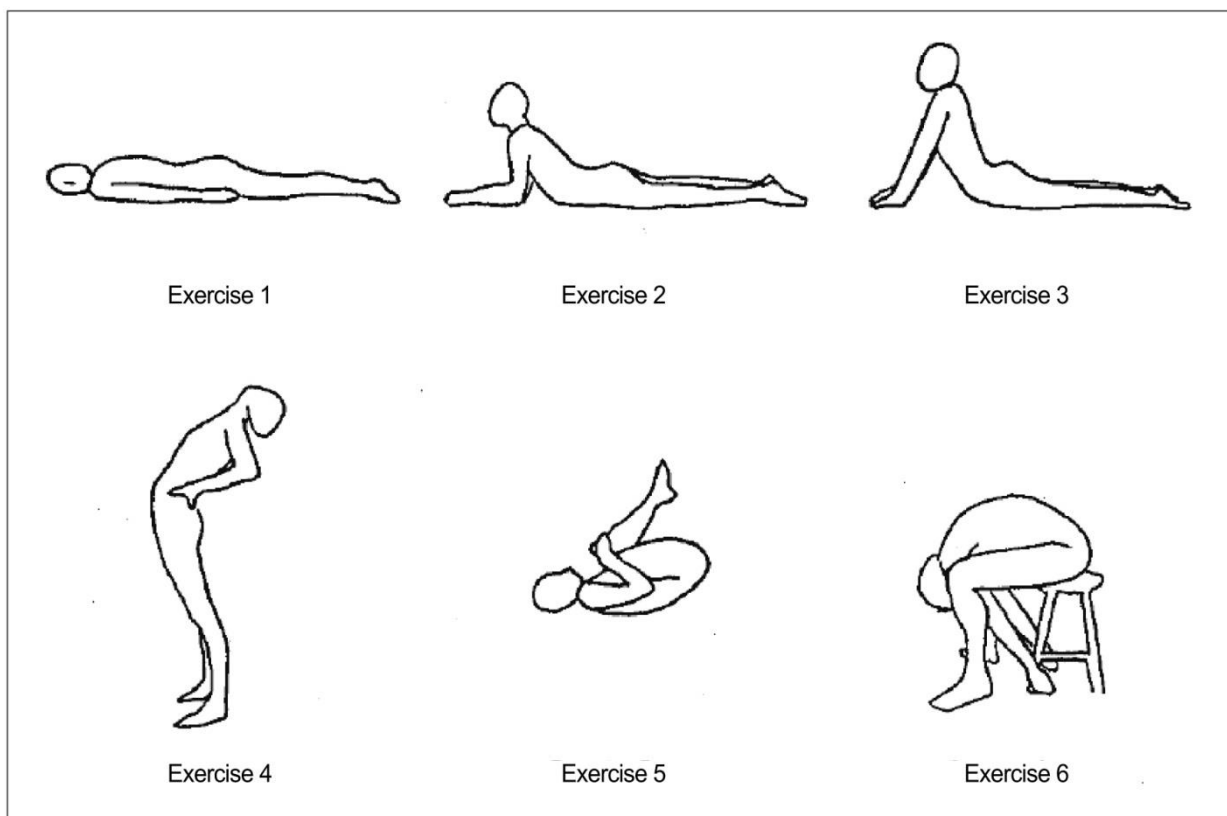
Przy założeniu, że zajęcia fitness typu „zdrowy kręgosłup” są skierowane dla osób zdrowych w celu zapobiegania pojawienia się problemów z bólem kręgosłupa, można z powodzeniem stosować wszystkie ćwiczenia zarówno wzmacniające, jak i rozciągające główne mięśnie posturalne. Jednak w rzeczywistości osoby, które wybierają tego typu zajęcia grupowe już doświadczają bólu (www.totalfitness.com.pl/zajecia/zdrowy-kregoslup, 27.04.2020-14:10; www.fabryka-formy.pl/zajecia/zdrowy-kregoslup, 27.04.2020-14:15; www.aquapark.wroc.pl/oferta/fitness/strefa-fitness/zdrowy-kregoslup, 27.04.2020-14:20), który wynika bardzo często z nieprawidłowego ukształtowania krzywizn kręgosłupa. W związku z tym należałoby zastosować bardziej indywidualne podejście uwzględniające wady postawy, takie jak hiperlordoza i hipolordoza. Problem polega na tym, że na ogół z góry zakłada się, że powodem bólu kręgosłupa jest zbyt duża lordoza lędźwiowa i należy stosować ćwiczenia zmniejszające tę krzywiznę kręgosłupa i tym samym kąt przodopochylenia miednicy (Dydyk i Sapra, 2019; Fatemi i wsp., 2015; Nourbakhsh i wsp., 2002; www.physio-pedia.com/Low_Back_Pain_Related_to_Hyperlordosis, 27.04.2020-14:30). Część instruktorów fitness jest świadoma tego, że spłaszczenie lordozy lędźwiowej i zmniejszenie kąta przodopochylenia miednicy jest przyczyną bólów w tym odcinku grzbietu, ale ćwiczenia, które stosują działają odwrotnie tzn. w efekcie końcowym powodują nadal spłaszczenie lordozy lędźwiowej i zmniejszenie kąta przodopochylenia miednicy. Jest to spowodowane stosowaniem ćwiczeń, które wzmacniają mięśnie antagonistyczne do osiągnięcia zamierzonego celu np. podczas ćwiczenia wzmacniającego mięśnie grzbietu w odcinku lędźwiowym, co ma powiększać lordozę lędźwiową i kąt przodopochylenia miednicy, jednocześnie wzmacnia się mięśnie pośladkowe i tylne uda, których napięcie zmniejsza kąt przodopochylenia miednicy i wpływ na spłaszczenie lordozy lędźwiowej. Bardzo popularne w dolegliwościach bólowych kręgosłupa jest stosowanie ćwiczeń Williama, które opierają się głównie na ruchach zgięciowych kręgosłupa. Jednakże w protokole tym nie bierze się pod uwagę wadliwego ukształtowania lordozy lędźwiowej. W przypadku hiperlordozy, jedno z ćwiczeń (ryc. 1, ćw. 5) ma na celu rozciąganie przykurczonych mięśni zginaczy stawu biodrowego, ale w innym ćwiczeniu mięśnie te są wzmacniane (ryc. 1, ćw. 1). Natomiast w przypadku hipolordozy w jednym ćwiczeniu (ryc.

1, ćw. 4) rozciągane są mięśnie prostowniki stawu biodrowego, ale jednocześnie w takiej pozycji rozciągane są mięśnie prostowniki grzbietu w odcinku lędźwiowym, które w tej wadzie postawy powinny być wzmacniane.



Rycina 1. Protokół ćwiczeń Williama (<http://mobilephysiotherapyclinic.in/low-back-pain-physiotherapy-exercise/>, 27.04.2020-13:00)

W dolegliwościach bólowych kręgosłupa szeroko stosowana jest także metoda McKenziego, która w przeciwieństwie do programu Williama, opiera się na ruchach wyprostu kręgosłupa. Ćwiczenia 2,3,4 (ryc. 2) mają na celu zwiększenie kąta lordozy lędźwiowej, zatem nie są odpowiednie dla osób, u których stwierdzono hiperlordozę. Mogłoby się zatem wydawać, iż będą one odpowiednie w celu korygowania hipolordozy, ale w ćwiczeniu piątym i szóstym (ryc. 2) rozciągane są mięśnie prostownika grzbietu w odcinku lędźwiowym, które powinny być wzmacniane w celu zwiększenia kąta lordozy lędźwiowej.



Rycina 2. Protokół ćwiczeń Mckenziego

(https://jkma.org/ViewImage.php?Type=F&aid=500613&id=F2&afn=119_JKMA_50_6_494&fn=jkma-50-494-g002_0119JKMA, 27.04.2020-13:15)

W większości ćwiczeń proponowanych uczestnikom zajęć fitness w kierunku tzw. „zdrowego kręgosłupa” nie uwzględnia się indywidualnego doboru ćwiczeń w taki sposób, żeby każda osoba stosowała odpowiednie ćwiczenie do swojej wady postawy. Na ogół w takich zajęciach grupowych wszyscy uczestnicy/czki wykonują te same ćwiczenia niezależnie od aktualnego stanu postawy ciała i napięcia mięśni posturalnych. Ze względu na występowanie zarówno hipolordozy, jak i hiperlordozy, jako przyczyny bólu kręgosłupa u osób dorosłych istnieje potrzeba modyfikacji ćwiczeń uznawanych powszechnie za prawidłowe dla zdrowia kręgosłupa. Opracowanie programu ćwiczeń dostosowanych do indywidualnych potrzeb osoby z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa oraz zweryfikowanie efektu regularnego stosowania odpowiednio dobranych ćwiczeń, pod kątem indywidualnego ukształtowania przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa u osób pracujących przez wiele godzin w ciągu dnia w pozycji siedzącej, wydaje się być zasadnym i ważnym z punktu widzenia jednej z chorób związanej z rozwojem cywilizacyjnym.

II Cel pracy i pytania badawcze

Celem badań jest ocena wpływu autorskiego programu ćwiczeń na dolegliwości bólowe kręgosłupa oraz na zmiany w ukształtowaniu przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, a także na zmiany w zakresie jego ruchomości u młodych kobiet pracujących w pozycji siedzącej.

II 1. Pytania badawcze

1. Jakie zmiany w poziomie odczuwania dolegliwości bólowych kręgosłupa, a także krzywiznach i ruchomości kręgosłupa u kobiet pracujących w pozycji siedzącej, zachodzą w efekcie zastosowania autorskiego programu ćwiczeń?
2. Jakie są różnice efektów stosowania odpowiednio dobranych ćwiczeń zależnie od diagnozy ukształtowania kręgosłupa w porównaniu do stosowania tych samych ćwiczeń bez uzależniania ich od diagnozy postawy u kobiet pracujących w pozycji siedzącej?
3. Jakie są związki pomiędzy odczuwaniem bólu kręgosłupa i podstawowymi wymiarami ciała, krzywiznami i ruchomością kręgosłupa przed i po cyklu zajęć z dostosowanym do potrzeb uczestniczek programem ćwiczeń?

III Osoby badane i metoda badań

III 1. Grupa badawcza

Badania zostały przeprowadzone w jednej z wrocławskich firm korporacyjnych. W eksperymencie badaniami zostało objętych 60 pracowników w wieku od 26 do 40 lat. Zostali oni losowo podzieleni na dwie grupy.

Kryteria włączenia do grupy badanych :

- Wiek – 26-40 lat
- Płeć – kobiety
- Prawidłowy wskaźnik BMI ($18,5 - 24,99 \text{ kg/m}^2$) (WHO, 2000).
- Dolegliwości bólowe ze strony dolnego odcinka kręgosłupa, stwierdzone za pomocą kwestionariusza Oswestry (Fairbank i wsp., 1980) – umiarkowana niesprawność (21-40%)
- Stwierdzona hiperlordoza lub hipolordoza na podstawie badania inklinometrem Saundersa (Cyfrowy Pochyłomierz Saundersa. Instrukcja obsługi. Technomex, Sp.z O.O. Gliwice)
- Praca o charakterze siedzącym (minimum 6 godzin dziennie)
- Brak podejmowania jakiegokolwiek aktywności fizycznej poza naturalnym codziennym funkcjonowaniem.

Wszystkie uczestniczki projektu zostały zdiagnozowane pod względem hipolordozy i hiperlordozy przed rozpoczęciem programu ćwiczeń. Obie grupy brały udział w 3-miesięcznym cyklu ćwiczeń wg autorskiego programu. Jedna 30-osobowa grupa, wybrana losowo, wykonywała ćwiczenia odpowiednio zmodyfikowane pod kątem indywidualnego ukształtowania przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa. Druga 30-osobowa grupa wykonywała wszystkie ćwiczenia z autorskiego programu ćwiczeń (zarówno te, które były dedykowane dla osób, u których zdiagnozowano hiperlordozę, jak i te, które były dedykowane dla osób ze zdiagnozowaną hipolordożą). Uczestniczki nie były informowane o tym, czym różnią się ćwiczenia stosowane podczas projektu. Zajęcia odbywały się trzy razy w tygodniu po 45 minut, przed rozpoczęciem danego dnia pracy w godzinach: 7:00 – 7:45. Następnie po upływie 3 miesięcy badania zostały przeprowadzone ponownie w obu grupach.

III 2. Metody badań

W pracy wykorzystano następujące metody badawcze: sondaż diagnostyczny (kwestionariusz Oswestry) (Fairbank i wsp. 1980; Rapała i wsp. 2004) oraz skala VAS (Visual Analogue Scale) (Hawker i wsp., 2011; Garczyński i wsp., 2014) w celu określenia nasilenia bólu oraz badanie bezpośrednie krzywizn, ruchomości kręgosłupa i kąta przodopochylenia miednicy.

Kwalifikacja do grupy badanych

W celu stwierdzenia dolegliwości bólowych kręgosłupa i włączenia do grupy badawczej został wykorzystany kwestionariusz Oswestry (Fairbank i wsp., 1980; Rapała i wsp., 2004). Kwestionariusz zawiera dziesięć pytań dotyczących: nasilenia bólu, samodzielności, podnoszenia przedmiotów, chodzenia, siedzenia, stania, spania, życia towarzyskiego, pracy zawodowej, prac domowych oraz podróżowania (wzór kwestionariusza- Aneks). Badany określa tę odpowiedź, która według niego najlepiej opisuje jego stan. Każda odpowiedź jest odpowiednio punktowana od 0 do 5. Całkowita liczba punktów ze wszystkich dziesięciu sekcji może wynieść od 0 do 50. Wynik zero punktów to najlepszy wynik, a 50 pkt. to najgorszy wynik funkcjonowania w codziennym życiu.

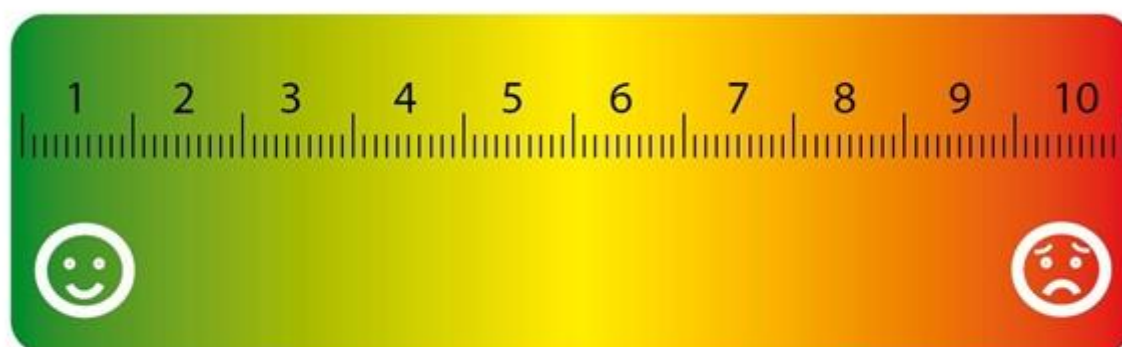
W badaniu została wykorzystana interpretacja wyników kwestionariusza wg Fairbank (Fairbank i wsp., 1980; Rapała i wsp., 2004):

- 0% do 20% - minimalna niesprawność
- 21% do 40% - umiarkowana niesprawność
- 41% do 60% - poważna niesprawność
- 61% do 80% - kalectwo („crippled”)
- 81% do 100% - „przykuty” do łóżka.

O zakwalifikowaniu do projektu badawczego decydował wynik uzyskany w kwestionariuszu – 21-40% (umiarkowana niesprawność).

Ocena poziomu bólu

W celu określenia stopnia odczuwania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa została wykorzystana skala VAS (Visual Analogue Scale). Skala VAS ma postać 10 centymetrowej linijki (ryc. 3), na której badani wyznaczają poziom natężenia odczuwanego bólu, gdzie 0 oznacza całkowity brak bólu, 10 oznacza najsilniejszy ból, jaki można sobie wyobrazić (Hawker i wsp., 2011; Garczyński i wsp., 2014).



Rycina 3. Skala VAS (<https://www.mp.pl/bol/bol/ostry/72858,skale-oceny-bolu>, 27.04.2020-13:30)

Badani odpowiadali na pytanie: „W jakim stopniu odczuwa Pani dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa? 0 oznacza brak bólu, a 10 – najsilniejszy ból jaki można sobie wyobrazić.” Pytanie było zadawane zarówno przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń, jak i po jego zakończeniu.

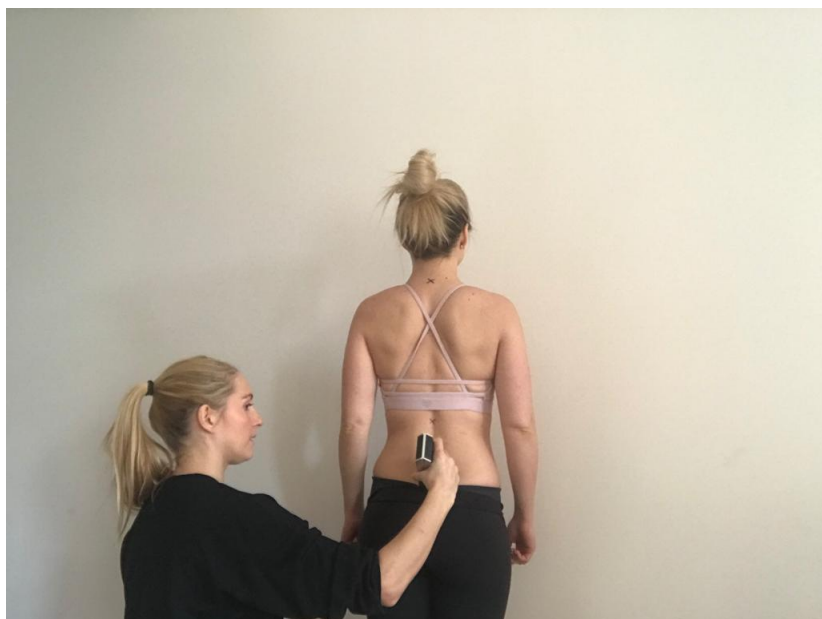
Badanie krzywizn i ruchomości kręgosłupa

W celu zbadania krzywizn w płaszczyźnie strzałkowej kręgosłupa został wykorzystany inklinometr cyfrowy Saundersa (Cyfrowy Pochyłomierz Saundersa. Instrukcja obsługi. Technomex, Sp.z O.O. Gliwice). Przed przystąpieniem do badania na ciele każdego badanego zostały wyznaczone punkty anatomiczne. Należą do nich: przejście szyjno-piersiowe (C7-Th1), przejście piersiowo-łędźwiowe (Th12-L1) i przejście łędźwiowo-krzyżowe (L5-S1) – miejsca zaznaczone pomiędzy wyrostkami kolczystymi wyznaczonych kręgów (ryc. 4).

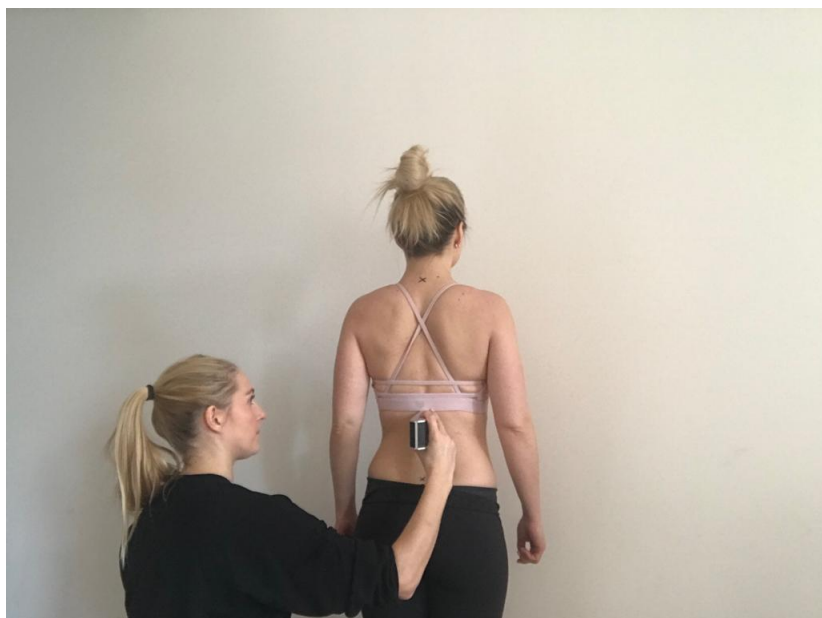
Pomiar został przeprowadzony w swobodnej pozycji stojącej bez obuwia. Kończyny dolne osoby badanej ustawione były na szerokość stawów biodrowych, stopy równoległe względem siebie. Kończyny górne opuszczone wzdłuż tułowia w pozycji swobodnej. Dla określenia kąta nachylenia kości krzyżowej w płaszczyźnie strzałkowej, inklinometr został skalibrowany w pozycji horyzontalnej, po czym został przyłożony do przejścia lędźwiowo-krzyżowego (L5-S1) (ryc. 5). Pomiar lordozy lędźwiowej polega na wyzerowaniu inklinometru na przejściu lędźwiowo-krzyżowym (L5-S1) i odczytaniu jej wartości na przejściu piersiowo-lędźwiowym (Th12-L1) (ryc. 6). Kąt kifozy piersiowej został odczytany, po uprzednim wyzerowaniu urządzenia w przejściu piersiowo-lędźwiowym (Th12-L1) poprzez przyłożenie urządzenia w miejsce przejścia szyjno-piersiowego (C7-Th1) (ryc. 7). Każdy pomiar został wykonany 3-krotnie. Do dalszej analizy przyjęto ich uśrednioną wartość (Czaprowski i wsp., 2012; Waś i wsp. 2016). Uzyskane wyniki wielkości kątowych krzywizn kręgosłupa zostały odniesione do norm zaprezentowanych przez American Medical Association (AMA) (Doerge, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001). Normy te wynoszą odpowiednio: dla kąta nachylenia kości krzyżowej – 15-30°; dla kąta lordozy lędźwiowej – 30-40°; dla kąta kifozy piersiowej – 30-40° wg AMA.



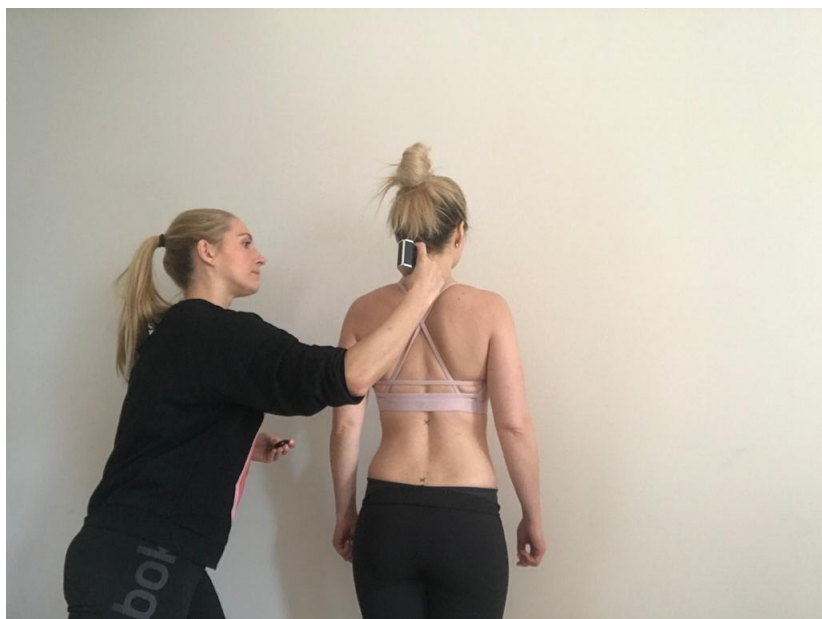
Rycina 4. Zaznaczone punkty anatomiczne: przejście lędźwiowo-krzyżowe, przejście piersiowo-lędźwiowe oraz przejście szyjno-piersiowe



Rycina 5. Pomiar kąta nachylenia kości krzyżowej



Rycina 6. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej



Rycina 7. Pomiar kąta kifozy piersiowej

Do oceny ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa również został wykorzystany cyfrowy inklinometr Saundersa. Badanie dotyczyło ruchów w płaszczyźnie strzałkowej - zgięcia i wyprostu tułowia. Pomiar zakresu zgięcia kręgosłupa lędźwiowego osoby badane wykonywały w pozycji stojącej. Na początku oznaczono na skórze badanego tzw. orientacyjne punkty topograficzne (przebieżenie lędźwiowo-krzyżowe oraz przebieżenie piersiowo-lędźwiowe). Następnie inklinometr został skalibrowany w pozycji horyzontalnej i przyłożony do przebieżenia lędźwiowo – krzyżowego i tam wyzerowany (ryc. 8) Po wykonaniu przez osobę badaną maksymalnego zgięcia tułowia do przodu, przyłożono inklinometr do przebieżenia lędźwiowo-krzyżowego i tam czytano wynik (I pomiar) (ryc. 9). Następnie osoba badana wracała do pozycji wyjściowej, gdzie przykładano inklinometr do przebieżenia piersiowo-lędźwiowego i tam go zerowano (ryc. 10). Po wykonaniu przez osobę badaną maksymalnego zgięcia tułowia do przodu, przyłożono inklinometr do przebieżenia piersiowo-lędźwiowego i tam czytano wynik (II pomiar) ryc. 11). Kąt zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa został wyliczony odejmując wartość I pomiaru od wartości II pomiaru. Wyniki zakresu ruchomości zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa odniesiono do normy American Medical Association, która wynosi powyżej 60 ° (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001).

Następnie w celu zbadania zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa osoby badane przechodziły do pozycji leżenia przodem. Inklinometr kalibrowano w pozycji horyzontalnej i następnie przykładano do przebieżenia lędźwiowo-krzyżowego, w którym go

zerowano (ryc. 12). Po wykonaniu przez osobę badaną maksymalnego skłonu tułowia w tył, przykładano inklinometr do przejścia lędźwiowo-krzyżowego, gdzie sczytywano wynik (I pomiar) (ryc. 13). Następnie osoba badana wracała do pozycji leżenia przodem. Inklinometr przykładano do przejścia piersiowo-lędźwiowego i zerowano go (ryc. 14). Następnie osoba badana wykonywała ponownie maksymalny skłon tułowia do tyłu, gdzie przykładano inklinometr do przejścia piersiowo-lędźwiowego i sczytywano wynik (II pomiar) (ryc. 15). Kąt zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa został wyliczony odejmując wartość I pomiaru od wartości II pomiaru. Wyniki zakresu ruchomości wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa zostały odniesione do normy podanej przez American Medical Association, która wynosi 25° (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001).



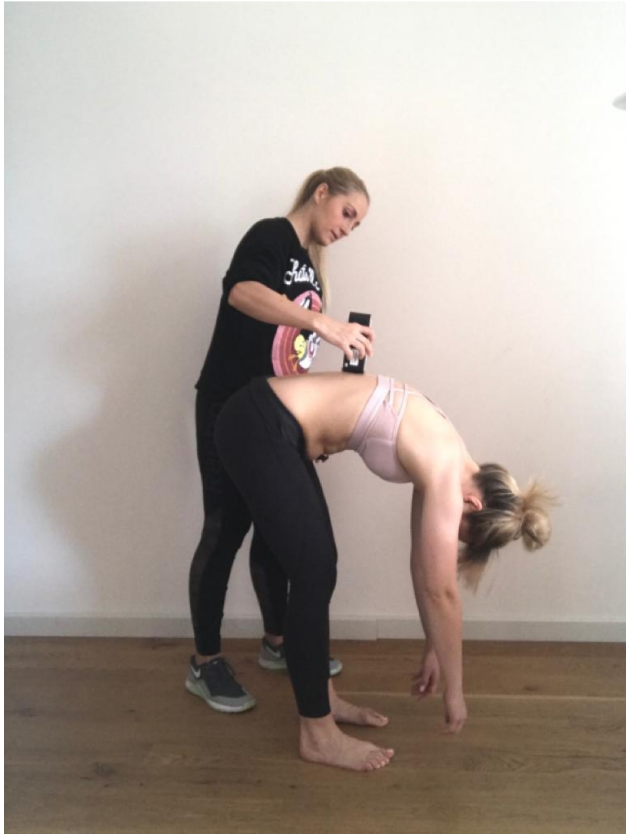
Rycina 8. Pomiar zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu lędźwiowo-krzyżowym



Rycina 9. Pomiar zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa (I pomiar)



Rycina 10. Pomiar zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu piersiowo-lędźwiowym



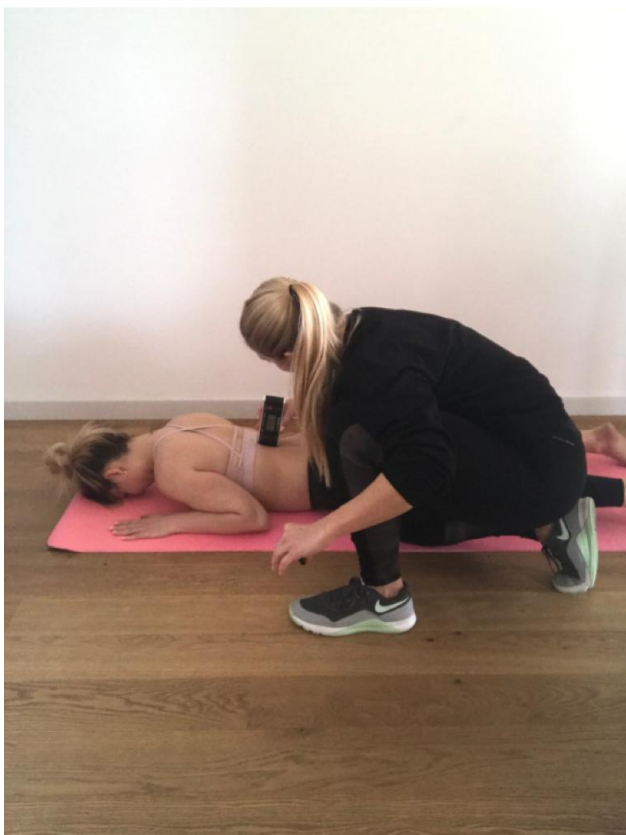
Rycina 11. Pomiar zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa – II pomiar



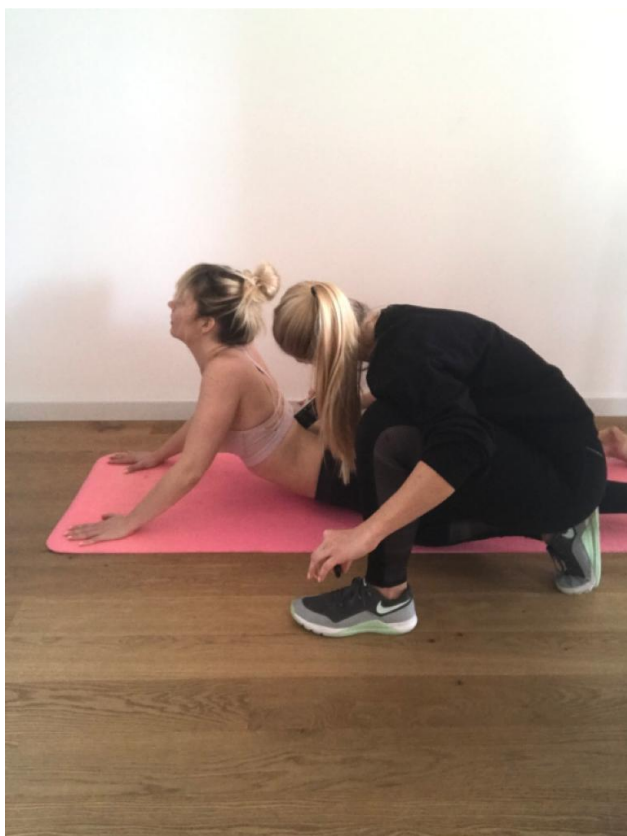
Rycina 12. Pomiar zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu lędźwiowo-krzyżowym



Rycina 13. Pomiar zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa –I pomiar



Rycina 14. Pomiar zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu piersiowo-lędźwiowym



Rycina 15. Pomiar zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa – II pomiar

Badanie kąta przodopochylenia miednicy

W celu zbadania wielkości kąta przodopochylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej został wykorzystany Duometr OPIW (www.opiw.pl/pl, 27.04.2020-13:40). Pomiar wielkości przodopochylenia miednicy został wykonany u badanych w swobodnej postawie stojącej, podczas gdy osoba badająca była w pozycji siedzącej bokiem do badanego (ryc. 16). Osoba wykonująca badanie układała wyzerowany równoległe do podłoża Duometr tak, aby ramiona ruchome urządzenia pomiarowego opierały się ściśle na zewnętrznych paliczkach palców środkowych, podtrzymywane od wewnątrz opuszkami kciuków i od góry przysrodkowymi paliczkami palców wskazujących, osoba badana wyszukała opuszkami palców środkowych badane punkty kostne (kolce biodrowe górne: przedni i tylny) i odczytała na ekranie kąt pochylecia miednicy, który był wyznaczony pomiędzy linią poziomą a prostą przechodzącą przez szczyty kolców biodrowych górnych przedni i tylny (Bibrowicz, 2014). Wyniki kąta przodopochylenia miednicy zostały odniesione do normy zaprezentowanej przez Bibrowicza (2014), która wynosi dla kobiet 12-20°.



Rycina 16. Pomiar kąta przodopochylenia miednicy

III 3. Autorski program ćwiczeń

Autorski program obejmował odpowiednio zmodyfikowane ćwiczenia, które uwzględniały indywidualne potrzeby osoby pracującej w pozycji siedzącej.

Wybrane ćwiczenia były wykonywane z uwzględnieniem stopniowania trudności oraz indywidualnych możliwości osób ćwiczących. Celem podstawowym każdego ćwiczenia jest wzmocnienie mięśni odpowiedzialnych za stabilizację kompleksu lędźwiowo-miedniczo-biodrowego, do których zaliczamy mięśnie brzucha, grzbietu oraz mięśnie zginacze i prostowniki stawu biodrowego. W doborze ćwiczeń uwzględniono indywidualną diagnozę ukształtowania przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa i kąta przodopochylenia miednicy. W zależności od tej diagnozy osoby badane wykonywały ćwiczenia siłowe (wzmacniające)mięśnie agonistów i rozciągające mięśnie antagonistów tak, by uzyskać efekt korekcyjny nieprawidłowych krzywizn kręgosłupa i kąta przodopochylenia miednicy (Kasperczyk, 2004).

Program ćwiczeń obejmował okres trzech miesięcy (od marca do maja 2019 roku). Zajęcia odbywały się trzy razy w tygodniu po 45 min. Pierwszy tydzień został poświęcony nauce oddychania tzw. torem boczno-żebrowym oraz angażowania mięśni brzucha (Janik, 2004), a także nauce techniki wybranych ćwiczeń wzmacniających oraz rozciągających. W tym celu zostały wykorzystane następujące metody nauczania: słowne, pogładowe, myślowo-wyobrażeniowe oraz praktycznego działania (Perkowski i Śledziowski, 1998). Był to rodzaj treningu zdrowotnego, który charakteryzuje się tym, iż jest „procesem trwającym całe życie, służącym utrzymaniu i/lub poprawą zdrowia oraz hamowania procesów inwolucyjnych poprzez aktywność fizyczną o zakresie obciążenia niemal wyłącznie w tych celach zalecanym”. Powinno być ono umiarkowane, intensywność treningu zdrowotnego niektórzy autorzy określają w przedziale 55-90% maksymalnej częstości pracy serca (HR_{max}) lub 40-85% rezerwy maksymalnego poboru tlenu (VO_{2max}) (Fortuna, 2012). Z uwagi na charakter ćwiczeń, program ten stanowił jedynie część treningu zdrowotnego, są to uzupełniające ćwiczenia siłowe i rozciągające. Przyjmuje się, że co najmniej przez 10 minut dziennie powinno się je wykonywać (Kuński, 2003). Każde pojedyncze izometryczne ćwiczenia siłowe powinno być wykonywane co najmniej przez 6 sekund, przy pełnym zaangażowaniu siły mięśni zaangażowanych w danym ćwiczeniu i spokojnym oddechu. Techniki relaksacyjne i rozciągające zaleca się stosować na zmianę z typowo siłowymi (Kuński, 2003).

W grupie eksperymentalnej zastosowano autorski program ćwiczeń (tab.1), który był dostosowany odpowiednio do potrzeb badanych:

U badanych, u których została stwierdzona hiperlordoza, ćwiczenia miały na celu:

- wzmacnianie mięśni brzucha (z wyłączeniem współdziałania mięśni zginaczy stawu biodrowego: mięśni biodrowo-łędźwiowych i prostych uda)
- wzmacnianie prostowników stawu biodrowego (mięśni pośladkowych wielkich oraz mięśni kulszowo-goleniowych (mięśnia półścięgnistego, mięśnia półbłoniastego i mięśnia dwugłowego uda), z minimalizacją napięcia mięśni grzbietu w odcinku lędźwiowym
- rozciąganie mięśni zginaczy stawu biodrowego (mięśnia biodrowo-łędźwiowego i mięśnia prostego uda) z unikaniem rozciągania mięśni brzucha i powiększania kształtu lordozy w odcinku lędźwiowym oraz z wyłączeniem napięcia mięśni grzbietu w odcinku lędźwiowym
- rozciąganie mięśnia prostownika grzbietu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa z jednoczesnym napięciem mięśni grzbietu w okolicy piersiowej.

Natomiast u badanych, u których została stwierdzona hipolordoza ćwiczenia miały na celu:

- wzmacnianie mięśni brzucha wraz ze wzmacnianiem mięśni zginaczy stawu biodrowego
- wzmacnianie mięśni grzbietu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa przy zminimalizowanym napięciu mięśni prostowników stawu biodrowego (mięśni pośladkowych i tylnych uda)
- rozciąganie mięśni prostowników stawu biodrowego (mięśni pośladkowych i mięśni kulszowo-goleniowych z wyłączeniem rozciągania mięśni grzbietu).

W obu przypadkach, ze względu na długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej badanych osób i tym samym pogłębianie się kifozy piersiowej, zostały również zastosowane ćwiczenia wzmacniające mięśnie grzbietu odcinka piersiowego kręgosłupa oraz rozciągające mięśnie klatki piersiowej.

Natomiast w grupie kontrolnej były wykonywane wszystkie te ćwiczenia, zarówno dla hiperlordozy, jak i hipolordozy przez wszystkich badanych, bez uwzględniania indywidualnego ukształtowania kąta lordozy lędźwiowej oraz kąta przodopochylenia miednicy.

Tabela 1. Autorski program ćwiczeń

<p>HIPERLORDOZA – celem ćwiczeń jest zmniejszanie lordozy lędźwiowej</p>	<p>HIPOLORDOZA – celem ćwiczeń jest zwiększanie lordozy lędźwiowej</p>
<p>Celem ćwiczenia jest wzmocnienie mięśni brzucha z wyłączeniem mięśni zginaczy stawu biodrowego.</p>	<p>Celem ćwiczenia jest wzmocnienie mięśni brzucha wraz z mięśniami zginaczami stawu biodrowego.</p>
	
<p>Celem ćwiczenia jest rozciąganie mięśni zginaczy stawu biodrowego (przy pomocy nierozciągliwej taśmy).</p>	<p>Celem ćwiczenia jest wzmocnienie mięśni zginaczy stawu biodrowego.</p>
	

Celem ćwiczenia jest wzmocnienie mięśni prostowników stawu biodrowego bez wzmocnienia mięśni grzbietu (niewielki ruch wyprostowania stawów biodrowych).



Celem ćwiczenia jest rozciąganie mięśni prostowników stawu biodrowego (bez unoszenia głowy podczas ćwiczenia; przy pomocy nierozciągliwej taśmy).



Celem ćwiczenia jest rozciąganie mięśnia prostownika grzbietu w odcinku lędźwiowym z wyłączeniem rozciągania mięśni grzbietu w odcinku piersiowym.



Celem ćwiczenia jest wzmocnienie mięśnia prostownika grzbietu przy zminimalizowanym napięciu mięśni pośladkowych i tylnych uda.



Celem ćwiczenia jest wzmocnienie mięśni grzbietu w odcinku piersiowym kręgosłupa – zmniejszenie kifozy piersiowej poprzez nacisk kończynami górnymi na podłogę.



Celem ćwiczenia jest wyprost w odcinku piersiowym kręgosłupa – powiększenie lordozy w odcinku lędźwiowym kręgosłupa.



Celem ćwiczenia jest wzmacnianie mięśni grzbietu w odcinku piersiowym kręgosłupa, bez wzmacniania mięśni grzbietu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa.



Celem ćwiczenia jest wzmacnianie mięśni grzbietu w odcinku piersiowym kręgosłupa, z jednoczesnym powiększaniem lordozy w odcinku lędźwiowym kręgosłupa.



<p>Celem ćwiczenia jest rozciąganie mięśni klatki piersiowej bez powiększania lordozy lędźwiowej.</p>	<p>Celem ćwiczenia jest rozciąganie mięśni klatki piersiowej z powiększeniem lordozy lędźwiowej.</p>
	

III 4. Metody statystyczne

Do analizy i opracowania wyników wykorzystano program STATISTICA 13.3. Rozkłady wyników pomiarów sprawdzono testem Shapiro-Wilka pod względem normalności, z uwzględnieniem czynników: grupy badanych oraz intensywności bólu.

Stwierdzono, że rozkłady wyników nie spełniają warunku normalności, w związku z tym w celu poszukiwania różnic pomiędzy wielkością badanych zmiennych przed i po 3-miesięcznym cyklu ćwiczeń wewnątrz obu grup badanych zastosowano test kolejności par Wilcoxon.

Określenie różnic pomiędzy otrzymanymi wynikami w grupie eksperymentalnej w odniesieniu do grupy kontrolnej oparto na wynikach testu U Manna-Whitneya (testu dla dwóch prób niezależnych).

Związki pomiędzy zmiennymi: poziomem odczuwanego bólu a wskaźnikiem BMI, krzywiznami strzałkowymi kręgosłupa oraz ruchomością odcinka lędźwiowego kręgosłupa określono na podstawie wartości współczynnika korelacji rang Spearmana. Współczynnik „r” przyjmuje wartości z przedziału $-1 \leq r \leq 1$ (Stanisz, 2006):

$r = 0$ zmienne nie są skorelowane

$0,0 < r < 0,1$ korelacja nikła

$0,1 \leq r < 0,3$ korelacja słaba

$0,3 \leq r < 0,5$ korelacja przeciętna

$0,5 \leq r < 0,7$ korelacja wysoka

$0,7 \leq r < 0,9$ korelacja bardzo wysoka

$0,9 \leq r < 1,0$ korelacja prawie pełna,

Przyjęto próg istotności na poziomie $\alpha = 0,05$.

IV. WYNIKI

IV 1. Wartości badanych zmiennych jako wynik zastosowanych ćwiczeń

W pierwszym podrozdziale przedstawiono porównanie wyników zmiennych w efekcie zastosowania 3-miesięcznego cyklu ćwiczeń (dobranych do potrzeby osoby badanej po diagnozie) wewnątrz grupy eksperymentalnej oraz wyniki podobnego porównania wewnątrz grupy kontrolnej (w gr. kontrolnej badane wykonywały te same wszystkie ćwiczenia takie, jak grupa eksperymentalna niezależnie od diagnozy) w formie tabel. Natomiast rozkład wyników zmiennych poszczególnych badanych przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń zaprezentowano w formie wykresów nakładanych również wewnątrz grupy eksperymentalnej i grupy kontrolnej.

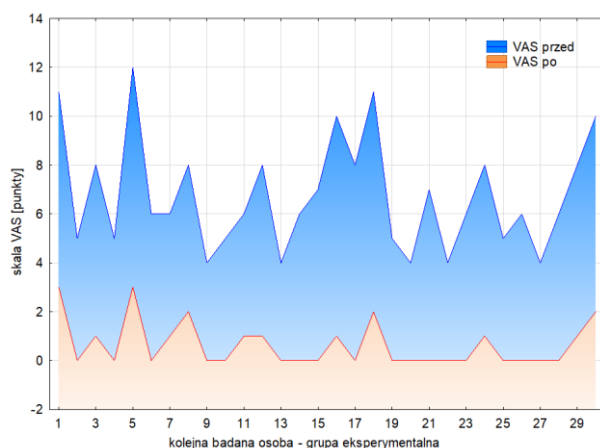
Tabela 2. Wyniki porównania zmiennych przed i po realizacji autorskiego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej

Para zmiennych	N	T	Z	p
Poziom intensywności odczuwanego bólu kręgosłupa w odcinku lędźwiowym VAS przed i po	30	0,0000	4,78	0,000002
Kąt nachylenia kości krzyżowej przed i po	30	157	1,55	0,12
Kąt lordozy lędźwiowej przed i po	30	116	2,4	0,02
Kąt kifozy piersiowej przed i po	30	0,0000	4,78	0,000002
Kąt przodopochylenia miednicy przed i po	30	228,5	0,08	0,93
Zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po	28	50	3,48	0,0005
Zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego przed i po	25	26	3,67	0,0002

W grupie eksperymentalnej wykazano istotną statystycznie różnicę w poziomie odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa wyrażonego w skali VAS przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń, o czym świadczy wartość $p < 0,001$ (tab. 2). Zaobserwowano również istotną różnicę w wielkości kąta lordozy lędźwiowej przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p < 0,05$; tab. 2). Wielkości kąta kifozy piersiowej także różnią się istotnie po zakończeniu 3-miesięcznego autorskiego programu ćwiczeń ($p < 0,001$; tab. 2.) w odniesieniu do tej wartości przed rozpoczęciem cyklu zajęć.

Wykazano także istotne statystycznie różnice w ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa. W zakresie zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa zaobserwowano istotną statystycznie różnicę przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p < 0,001$; tab. 2) przy liczebności $N=28$. W pozostałych 2 przypadkach zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym nie zmienił się po 3-miesięcznym programie ćwiczeń w odniesieniu do zakresu ruchomości przed trzymiesięcznym cyklem zajęć. Efekt zastosowania 3-miesięcznego programu ćwiczeń zanotowano także w wielkości zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego u 25 badanych kobiet, u których różnica także była istotna statystycznie po zakończeniu cyklu zajęć w odniesieniu do

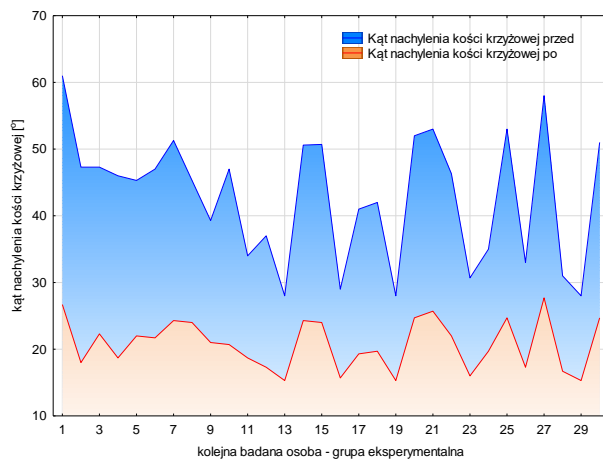
stanu wyjściowego ($p < 0,001$; tab.2). W pozostałych 5 przypadkach zakres wyprostowania w odcinku lędźwiowym kręgosłupa nie zmienił się po zajęciach w odniesieniu do zakresu przed realizacją programu ćwiczeń. Natomiast wielkość kąta nachylenia kości krzyżowej oraz kąta przodopochylenia miednicy nie różniły się istotnie statystycznie biorąc pod uwagę wyniki przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń (tab. 2).



Rycina 17. Rozkład wyników oceny bólu przed rozpoczęciem zajęć (VAS przed) i po zakończeniu 3-miesięcznego cyklu ćwiczeń (VAS po) w grupie eksperymentalnej

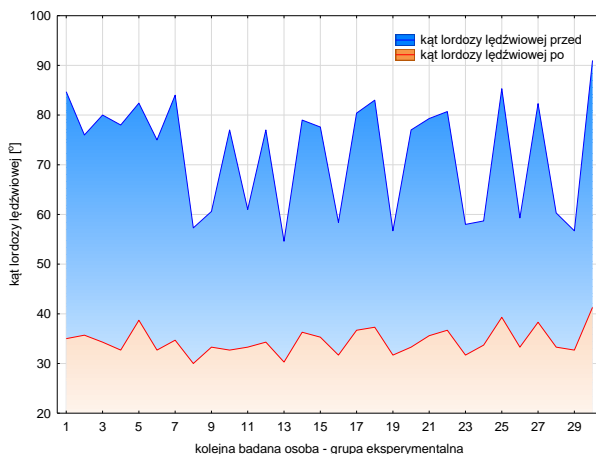
Po odbyciu 3-miesięcznych zajęć wg autorskiego programu ćwiczeń, poziom bólu, wyrażony skalą VAS, wszystkie osoby badane z grupy eksperymentalnej oceniły znacznie niżej w odniesieniu do poziomu bólu przed rozpoczęciem tych zajęć (ryc. 17). Wśród 30 badanych kobiet w tej grupie 18 (60%) z nich stwierdziło, że po cyklu zajęć w ogóle nie odczuwają bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (poziom w skali VAS=0). Pozostałe badane również oceniły swoje odczucie bólu znacznie niżej niż przed zajęciami.

Punkty w skali VAS mieszczą od 0 do 10, ale ze względu na wykresy nakładane w niektórych przypadkach na wykresie zaznaczony jest punkt powyżej 10 (ryc. 17). Należy wziąć pod uwagę fakt, że przy nakładanych wykresach wartości „przed” i „po” dodają się, stąd większa skala sumaryczna wykresu niż to wynika z rzeczywistej wartości punktowej. Podobnie jest na następnych wykresach.



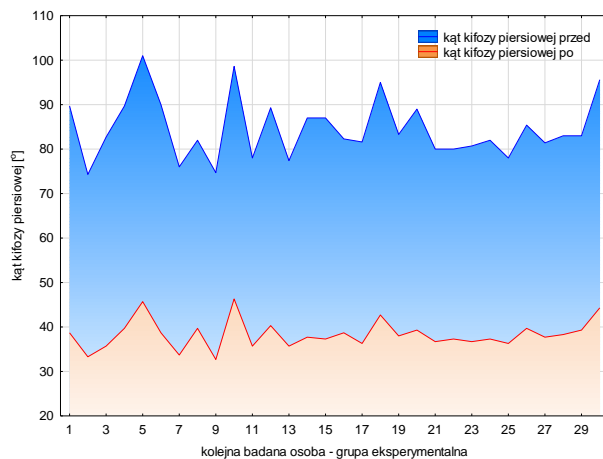
Rycina 18. Rozkład wyników kąta nachylenia kości krzyżowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej

Po przeprowadzeniu 3- miesięcznego cyklu zajęć wg autorskiego programu ćwiczeń, kąt nachylenia kości krzyżowej zmienił się w porównaniu do wyników przed przystąpieniem do zajęć (ryc. 18), ale nie była to różnica istotna statystycznie (tab. 2).



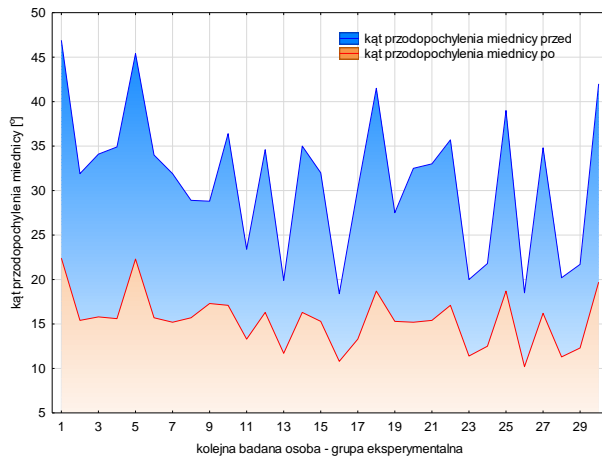
Rycina 19. Rozkład wyników kąta lordozy lędźwiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej

Po odbyciu 3-miesięcznych zajęć wg autorskiego programu ćwiczeń, wielkość kąta lordozy lędźwiowej zmieniła się istotnie statystycznie w porównaniu do wyników przed przystąpieniem do ćwiczeń (tab. 2). Wśród 30 badanych kobiet w tej grupie tylko u jednej badanej (3%) kąt lordozy lędźwiowej nie mieścił się w normie zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) która wynosi od 30 do 40 stopni. U pozostałych 29 badanych (97%), wielkość kąta lordozy lędźwiowej mieściła się w normie (ryc. 19).



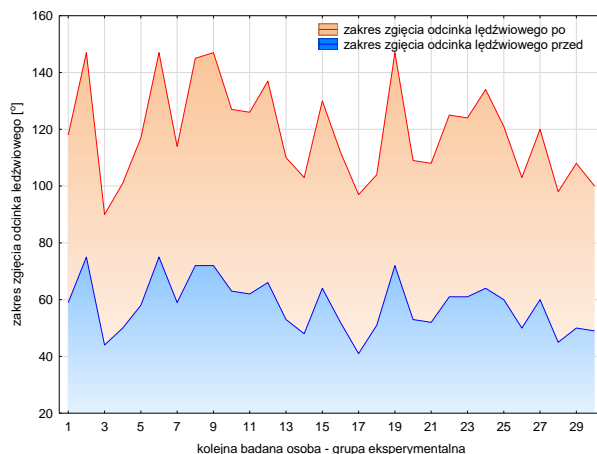
Rycina 20. Rozkład wyników kąta kifozy piersiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej

Po przeprowadzeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej wielkość kąta kifozy piersiowej uległa istotnej statystycznie zmianie w porównaniu do wyników stanu wyjściowego, przed przystąpieniem do zajęć (tab. 2). W wyniku zastosowanych ćwiczeń jedynie 5 badanych (17%) nadal miało pogłębioną kifozę piersiową (kąt powyżej 40 stopni) (ryc. 20) ale pozostałe badane zmniejszyły wielkość tego kąta osiągając mieszczący się w normie kąt kifozy piersiowej. Norma zaprezentowana przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) dla kąta kifozy piersiowej wynosi odpowiednio od 30 do 40 stopni.



Rycina 21. Rozkład wyników kąta przodopochylenia miednicy przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej

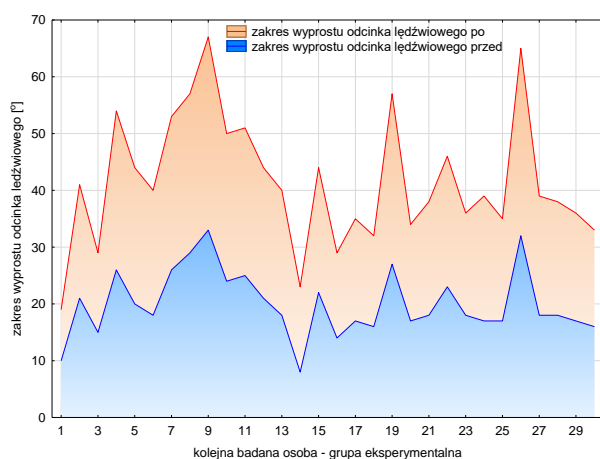
Po zastosowaniu autorskiego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej przez 3 miesiące wielkość kąta przodopochylenia miednicy uległa zmianie w porównaniu do wyników przed przystąpieniem do zajęć (ryc. 21), jednakże różnica ta nie była istotna statystycznie (tab. 2).



Rycina 22. Rozkład wyników zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej

Po przeprowadzeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej jedynie u 2 badanych zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa nie uległ zmianie. Biorąc pod uwagę pozostałe 28 badanych ruchomość odcinka lędźwiowego kręgosłupa podczas zgięcia uległa istotnej statystycznie zmianie – zwiększeniu - w porównaniu do wyjściowej ruchomości przed przystąpieniem do zajęć (tab. 2). Jednakże w odniesieniu do normy zakresu zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), która wynosi 60 stopni lub więcej, różnica w wynikach przed i po

zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń nie jest duża. Przed przystąpieniem do programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej u 14 (47%) badanych zakres ten mieścił się w podanej normie, a po zakończeniu programu ćwiczeń – u 15 badanych (50%) (ryc.22). Ze względu na zwiększenie zakresu zgięcia i wyprostu kręgosłupa po cyklu zajęć w odniesieniu do stanu początkowego, na ryc. 22 i 23 przedstawiono rozkład wyników badanych w odwrotnej kolejności niż na podobnych rycinach dotyczących innych zmiennych.



Rycina 23. Rozkład wyników zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej

Po przeprowadzeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej jedynie u 5 badanych zakres wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa nie uległ zmianie. Biorąc pod uwagę pozostałe 25 badanych ruchomość odcinka lędźwiowego kręgosłupa podczas wyprostu uległa istotnej statystycznie zmianie w porównaniu do wyjściowego zakresu tego ruchu przed przystąpieniem do zajęć (tab. 2). Jednakże w odniesieniu do normy zakresu wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), która wynosi odpowiednio 25 stopni, różnica w wynikach przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń nie jest duża. Przed przystąpieniem do programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej u jednej badanej zakres ten mieścił się w podanej normie, u 23 badanych (77%) wyprost w odcinku lędźwiowym był poniżej tej normy, a u pozostałych badanych powyżej. Po zakończeniu programu ćwiczeń u żadnej badanej zakres wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa nie wyniósł 25 stopni (jest to „sztywna” norma AMA bez możliwego odchylenia), u 8 badanych (27%) ruchomość była powyżej normy, a u pozostałych badanych nadal poniżej (ryc. 23).

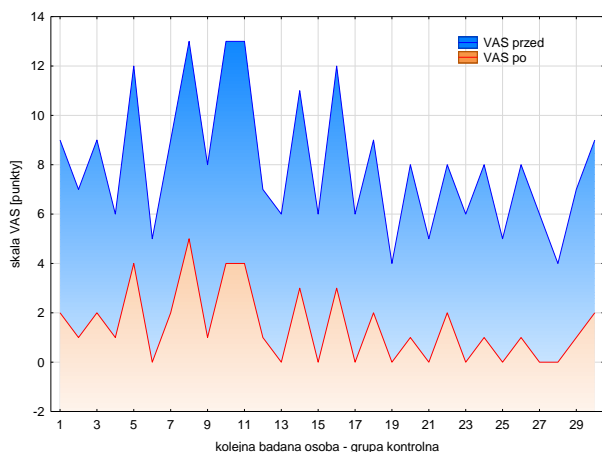
Tabela 3. Wyniki porównania zmiennych przed i po realizacji autorskiego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej

Para zmiennych	N	T	Z	P
Poziom intensywności odczuwanego bólu kręgosłupa w odcinku lędźwiowym VAS przed i po	30	0,0000	4,78	0,000002
Kąt nachylenia kości krzyżowej przed i po	30	88	2,97	0,003
Kąt lordozy lędźwiowej przed i po	30	150,5	1,69	0,09
Kąt kifozy piersiowej przed i po	30	0,0000	4,78	0,000002
Kąt przodopochylenia miednicy przed i po	30	130,5	2,1	0,04
Zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po	29	37	3,9	0,0001
Zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego przed i po	28	6	4,49	0,000007

W grupie kontrolnej wykazano istotną statystycznie różnicę w poziomie odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa wyrażonego w skali VAS przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń, o czym świadczy wartość $p < 0,001$ (tab. 3). Również zaobserwowano różnicę w wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p < 0,01$; tab. 3). Także wielkości kąta kifozy piersiowej różnią się istotnie statystycznie przed i po zakończeniu 3-miesięcznego autorskiego programu ćwiczeń ($p < 0,001$; tab. 3). Wykazano również istotną statystycznie różnicę w wielkościach kąta przodopochylenia miednicy przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p < 0,05$; tab. 3).

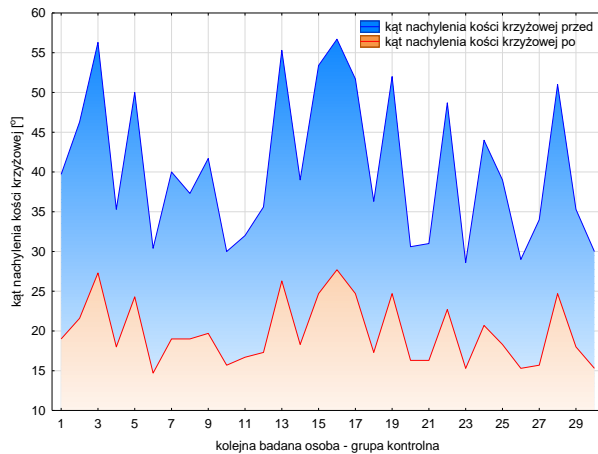
Różnice w ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej również okazały się istotne statystycznie w porównaniu stanu przed i po zajęciach, jednakże nie w całej grupie. W zakresie zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa zaobserwowano istotną statystycznie różnicę przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p = 0,0001$; tab. 3) przy liczebności $N = 29$. U jednej badanej zmienna ta nie uległa zmianie po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń. Natomiast zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego różnił się istotnie statystycznie przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p < 0,001$; tab. 3), ale przy liczebności $N = 28$, ponieważ u dwóch badanych zmienna ta nie uległa zmianie

w wyniku zastosowanych ćwiczeń. Jedynie w przypadku wielkości kąta lordozy lędźwiowej nie wykazano istotnej statystycznie różnicy porównując wyniki przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p=0,09$; tab. 3).



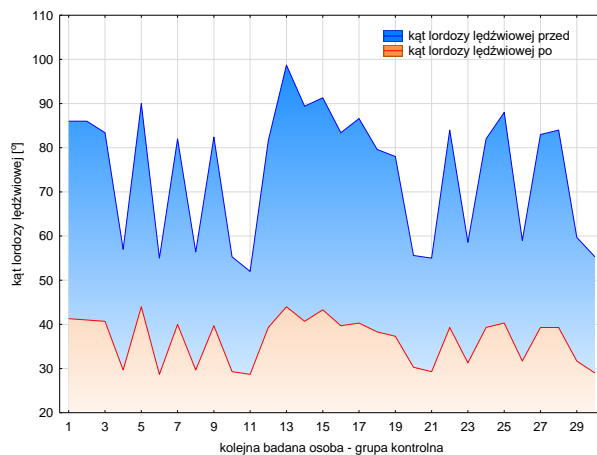
Rycina 24. Rozkład wyników oceny bólu przed rozpoczęciem zajęć (VAS przed) i po zakończeniu 3-miesięcznego cyklu ćwiczeń (VAS po) w grupie kontrolnej

Po odbyciu 3-miesięcznych zajęć wg autorskiego programu ćwiczeń, poziom bólu, wyrażony skalą VAS, wszystkie osoby badane z grupy kontrolnej oceniły znacznie niżej w odniesieniu do poziomu bólu przed rozpoczęciem tych zajęć (ryc. 24). Wśród 30 badanych kobiet w tej grupie 10 z nich (33%) stwierdziło, że po cyklu zajęć w ogóle nie odczuwają bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (poziom w skali VAS=0). Pozostałe badane również oceniły swoje odczucie bólu znacznie niżej niż przed zajęciami.



Rycina 25. Rozkład wyników kąta nachylenia kości krzyżowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej

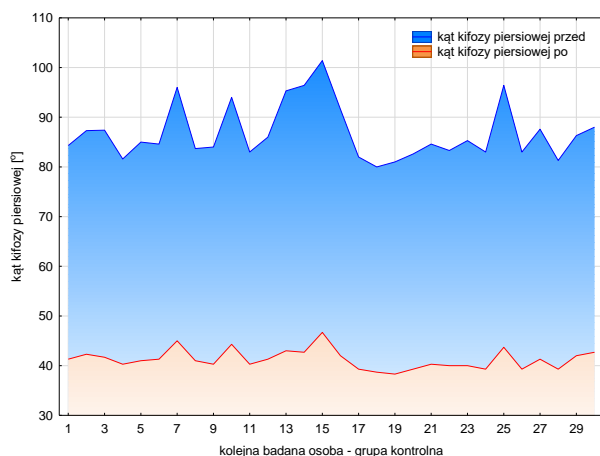
Po przeprowadzeniu 3- miesięcznego cyklu zajęć wg autorskiego programu ćwiczeń, kąt nachylenia kości krzyżowej zmienił się w porównaniu do wyników przed przystąpieniem do zajęć (tab.3). W grupie kontrolnej po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń tylko u jednej badanej (3%) kąt nachylenia kości krzyżowej nie mieścił się w normie zaprezentowanej przez AMA (1993, 2001), która wynosi od 15 do 30 stopni (ryc. 25).



Rycina 26. Rozkład wyników kąta lordozy lędźwiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej

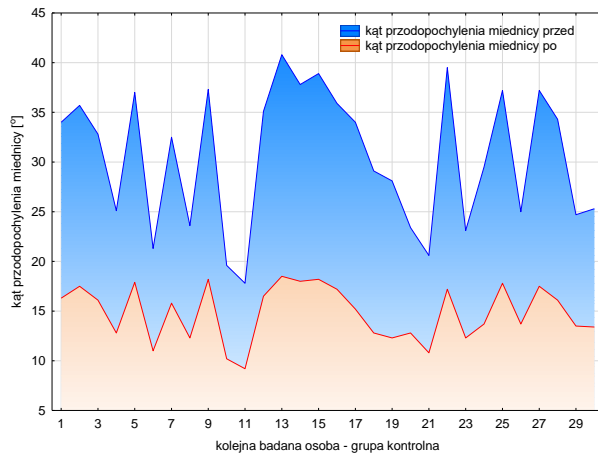
Po odbyciu 3-miesięcznych zajęć wg autorskiego programu ćwiczeń, wielkość kąta lordozy lędźwiowej nie zmieniła się istotnie statystycznie w porównaniu do wyników przed przystąpieniem do ćwiczeń (tab. 3). Jednakże gdy weźmiemy pod uwagę normę kąta lordozy lędźwiowej zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), która wynosi odpowiednio od 30 do 40 stopni, to widzimy różnicę (ryc. 26). Otóż przed

przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń, wielkość kąta lordozy lędźwiowej u żadnej badanej nie mieściła się w normie, a po zakończeniu zajęć u 14 (47%) badanych kąt lordozy lędźwiowej mieścił się w podanej normie (ryc. 26).



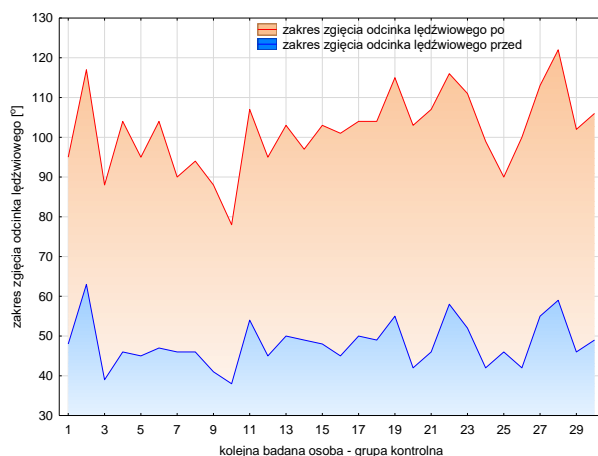
Rycina 27. Rozkład wyników kąta kifozy piersiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej

Po przeprowadzeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej wielkość kąta kifozy piersiowej uległa istotnej statystycznie zmianie w porównaniu do wyników stanu wyjściowego, przed przystąpieniem do zajęć (tab. 3). W wyniku zastosowanych ćwiczeń u 9 badanych (30%) kąt kifozy piersiowej mieścił się w normie (ryc. 27). Norma zaprezentowana przez AMA (Doeg, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) dla kąta kifozy piersiowej wynosi odpowiednio od 30 do 40 stopni.



Rycina 28. Rozkład wyników kąta przodopochylenia miednicy przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej

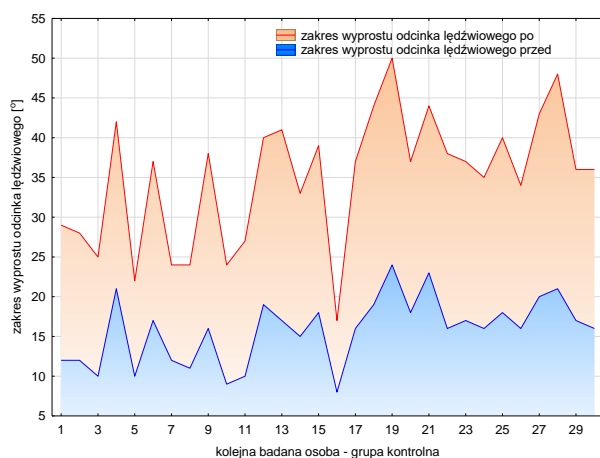
Po zastosowaniu autorskiego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej przez 3 miesiące wielkość kąta przodopochylenia miednicy uległa istotnej statystycznie zmianie w porównaniu do wyników przed przystąpieniem do zajęć (tab. 3). W odniesieniu do normy kąta przodopochylenia miednicy, która wynosi odpowiednio od 12 do 20 stopni (Bibrowicz, 2014) u 26 badanych (87%) w grupie kontrolnej wielkość tego kąta mieściła się w tym zakresie w wyniku zastosowanych ćwiczeń (ryc.28).



Rycina 29. Rozkład wyników zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej

Po przeprowadzeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej jedynie u jednej badanej zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa nie uległ zmianie. Biorąc pod uwagę pozostałe 29 badanych ruchomość odcinka lędźwiowego kręgosłupa podczas zgięcia uległa istotnej statystycznie zmianie w porównaniu do wyjściowej ruchomości przed przystąpieniem do zajęć (tab. 3). Jednakże w odniesieniu do normy zakresu zgięcia w odcinku

łędźwiowym kręgosłupa zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), która wynosi odpowiednio 60 stopni lub więcej, różnica w wynikach przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń nie jest duża. Przed przystąpieniem do programu ćwiczeń w grupie kontrolnej u jednej badanej (3%) zakres ten mieścił się w podanej normie, a po zakończeniu programu ćwiczeń – u 4 (13%) badanych (ryc. 29). Ze względu na zwiększenie zakresu zgięcia i wyprostów kręgosłupa po cyklu zajęć w odniesieniu do stanu początkowego, na ryc. 29 i 30 przedstawiono rozkład wyników badanych w odwrotnej kolejności niż na podobnych rycinach dotyczących innych zmiennych.

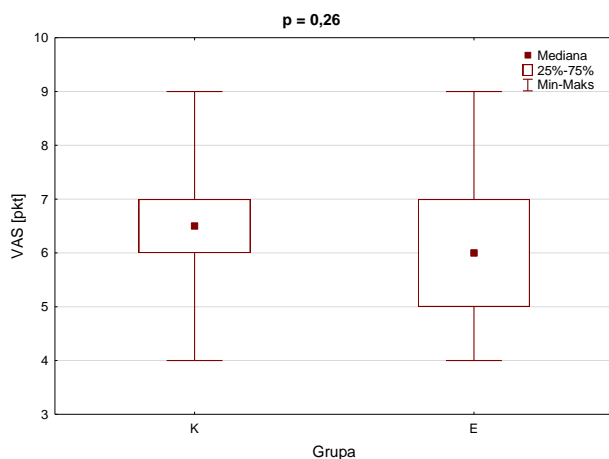


Rycina 30. Rozkład wyników zakresu wyprostów odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej

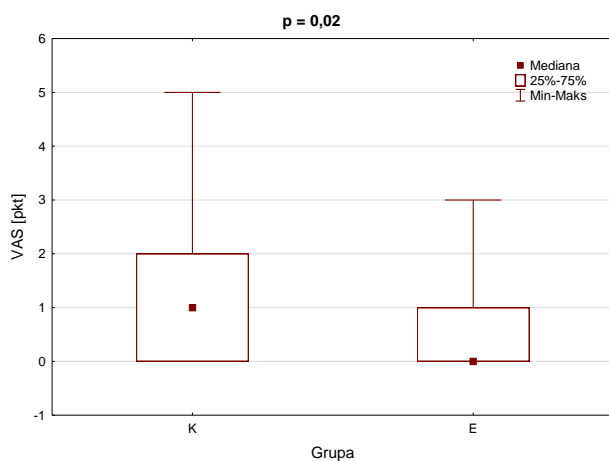
Po przeprowadzeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej jedynie u 2 badanych zakres wyprostów odcinka lędźwiowego kręgosłupa nie uległ zmianie. Biorąc pod uwagę pozostałe 28 badanych ruchomość odcinka lędźwiowego kręgosłupa podczas wyprostów uległa istotnej statystycznie zmianie w porównaniu do wyjściowej ruchomości przed przystąpieniem do zajęć (tab. 3). Jednakże w odniesieniu do normy zakresu wyprostów w odcinku lędźwiowym kręgosłupa zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), która wynosi odpowiednio 25 stopni, różnica w wynikach przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń nie jest duża. Przed przystąpieniem do programu ćwiczeń w grupie kontrolnej u wszystkich badanych wyprost w odcinku lędźwiowym był poniżej tej normy. Po zakończeniu programu ćwiczeń u jednej badanej (3%) zakres wyprostów odcinka lędźwiowego kręgosłupa wyniósł 25 stopni, u 2 badanych (7%) ruchomość była powyżej normy, a u pozostałych badanych (90%) nadal poniżej normy (ryc. 30).

IV 2. Porównanie efektów ćwiczeń pomiędzy grupą eksperymentalną a grupą kontrolną

Jednym z najważniejszych efektów zastosowania autorskiego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej jest poziom bólu określanego przez badane kobiety w skali VAS.



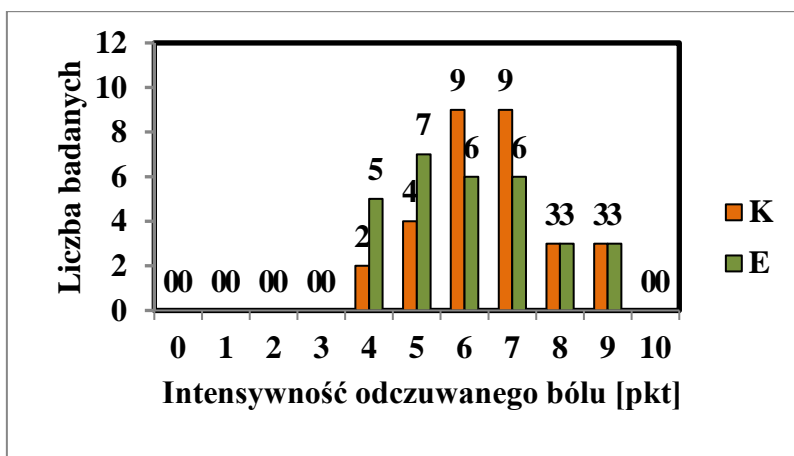
Rycina 31. Poziom intensywności odczuwanego bólu kręgosłupa w odcinku lędźwiowym w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń



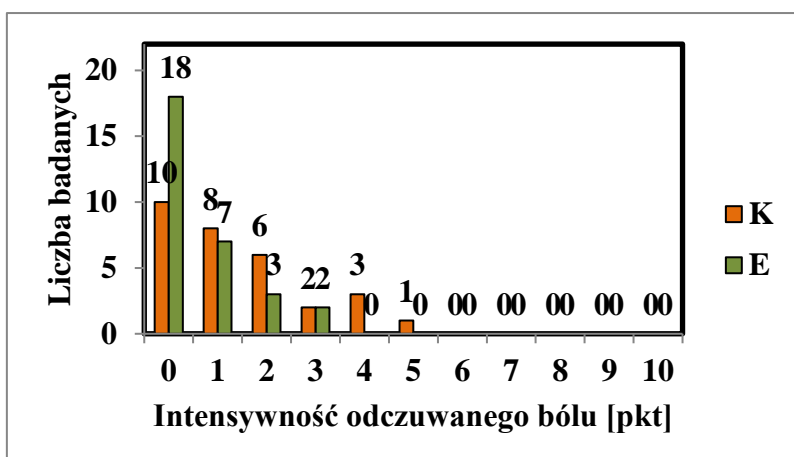
Rycina 32. Poziom intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń nie stwierdzono istotnie statystycznej różnicy w poziomie intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa pomiędzy grupami badanych (ryc. 31). Po zakończeniu cyklu ćwiczeń różnica ta była istotna statystycznie (ryc. 32). Znacząco niższy poziom bólu po odbyciu cyklu zajęć, wg

autorskiego programu, ćwiczeń deklarowały badane z grupy eksperymentalnej niż z grupy kontrolnej.

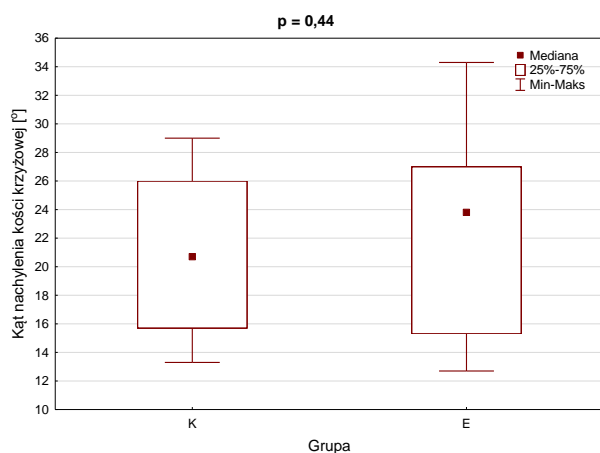


Rycina 33. Poziom intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed rozpoczęciem 3-miesięcznego programu ćwiczeń

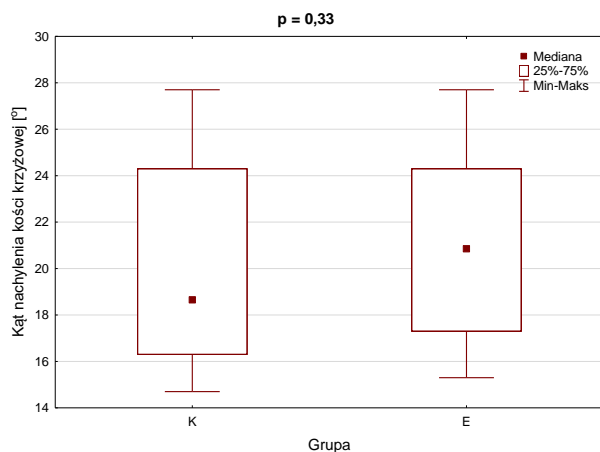


Rycina 34. Poziom intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Większy efekt zmniejszenia się odczuwania bólu można zaobserwować w grupie eksperymentalnej niż w kontrolnej, w której także typowe ćwiczenia okazały się skuteczne w zmniejszaniu dolegliwości kręgosłupa. Po zakończeniu projektu badawczego w grupie eksperymentalnej 18 badanych (60%) w ogóle nie odczuwała bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, chociaż przed rozpoczęciem ćwiczeń osoby te deklarowały kilkupunktowy poziom bólu w skali VAS. W grupie kontrolnej 10 badanych (33%) także stwierdziło brak bólu po cyklu ćwiczeń i tym samym poprawę stanu sprzed zajęć (ryc. 34).

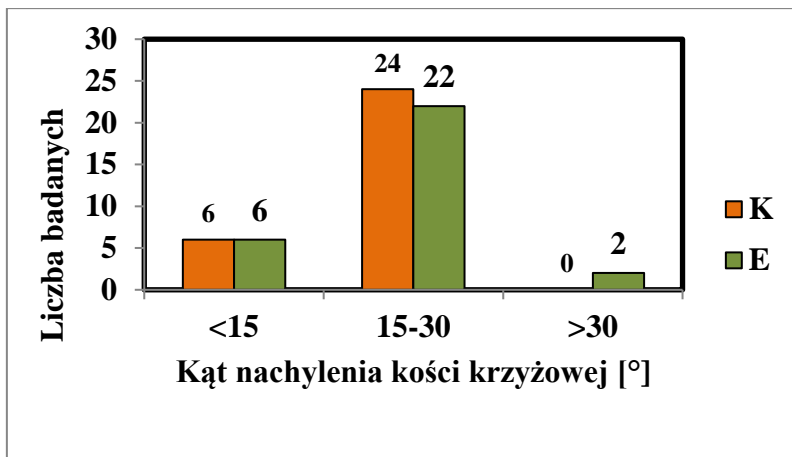


Rycina 35. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

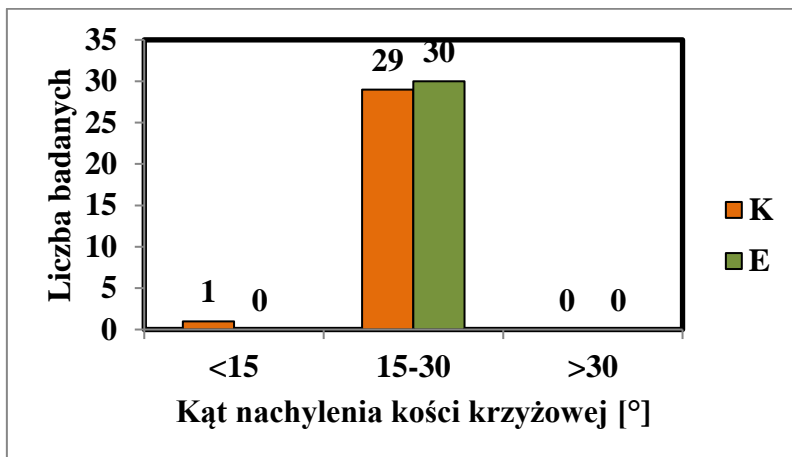


Rycina 36. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w wielkości kąta lędźwiowo-krzyżowego pomiędzy grupami ($p > 0,05$; ryc.35), jak również po zakończeniu projektu badawczego ($p > 0,05$; ryc. 36). Natomiast można zauważyć poprawę w obu grupach w efekcie 3-miesięcznego programu ćwiczeń w kontekście korzystnej zmiany wielkości tego kąta tak, by mieścił się w granicach normy (ryc. 37 i 38).

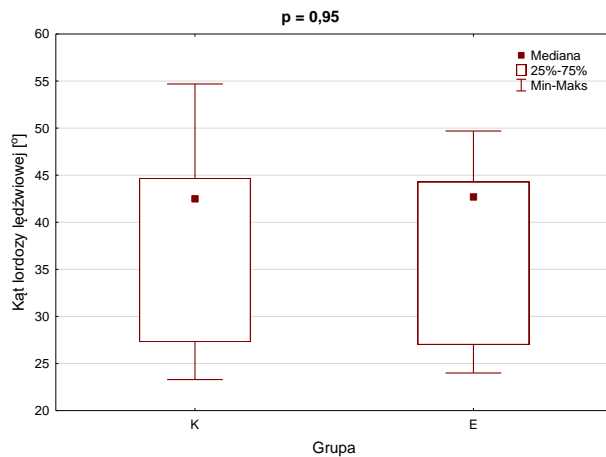


Rycina 37. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

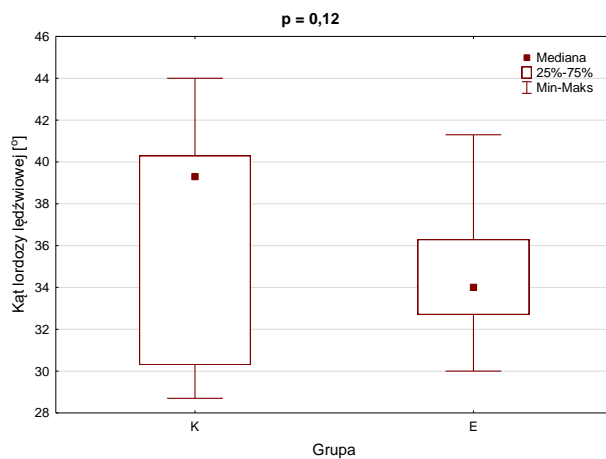


Rycina 38. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Norma zaprezentowana przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) dla kąta nachylenia kości krzyżowej wynosi odpowiednio od 15 do 30 stopni. Przed przystąpieniem do ćwiczeń w obu grupach po 6 badanych (20%) wykazało zbyt mały kąt nachylenia kości krzyżowej, a zbyt duży kąt nachylenia kości krzyżowej miały tylko 2 badane (7%) w grupie eksperymentalnej (ryc. 37). Po zakończeniu projektu badawczego tylko jedna osoba badana (3%) z grupy kontrolnej nie mieściła się w normie (ryc. 38).

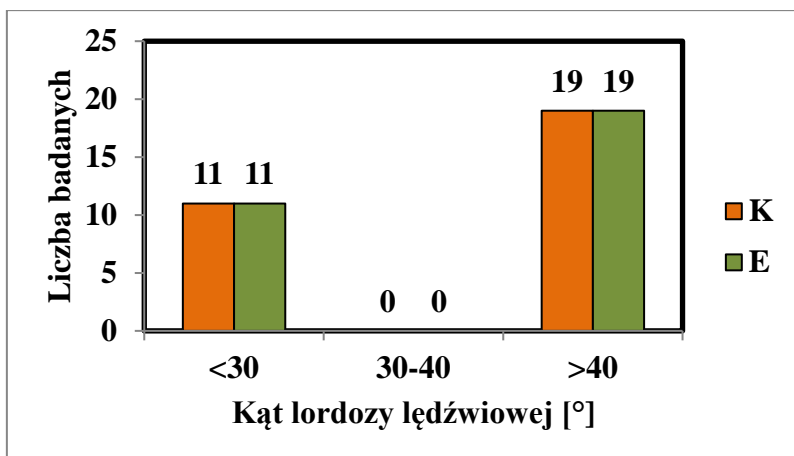


Rycina 39. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

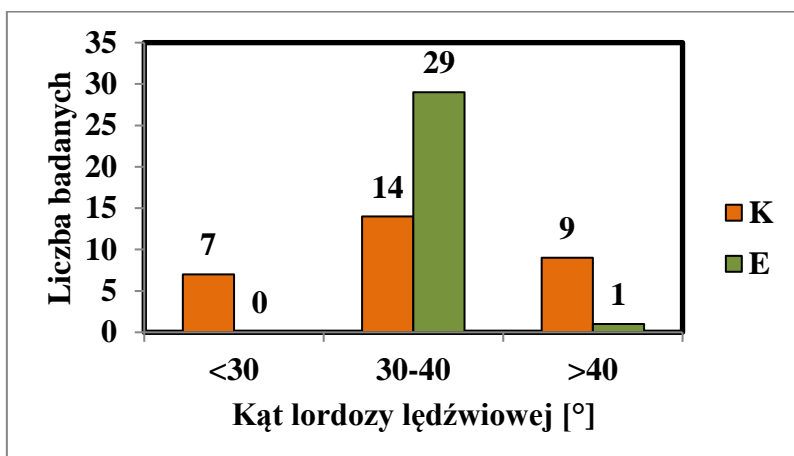


Rycina 40. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

W przypadku wielkości kąta lordozy lędźwiowej obie grupy badanych niemal wcale nie różniły przed rozpoczęciem realizacji programu ćwiczeń (ryc. 39), ale również po zakończeniu 3-miesięcznego cyklu zajęć obie grupy nie wykazały istotnych różnic wartości tego kąta (ryc.40). Natomiast można stwierdzić nieznaczną poprawę w efekcie zastosowanych ćwiczeń w obu grupach w sensie zmiany kąta lordozy w kierunku normy (ryc. 41 i 42).

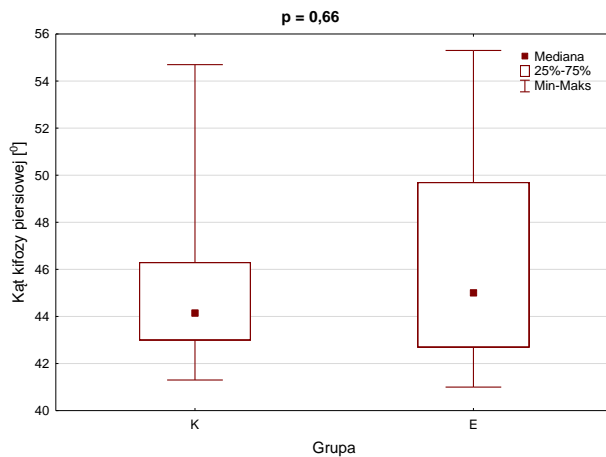


Rycina 41. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

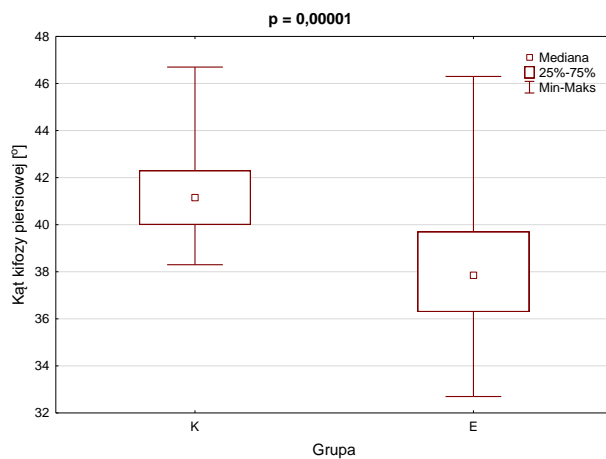


Rycina 42. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Norma zaprezentowana przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) dla kąta lordozy lędźwiowej wynosi od 30 do 40 stopni. Przed przystąpieniem do ćwiczeń hipolordozę stwierdzono u 11 badanych (37%), a hiperlordozę u 19 badanych (63%) w każdej grupie. Nikt z badanych nie mieścił się w normie, ponieważ było to jedno z kryterium przyjęcia do projektu badawczego (ryc. 41). Po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej prawie u połowy badanych (47%) kąt lordozy lędźwiowej mieścił się w normie, a w grupie eksperymentalnej prawie u wszystkich (97%) (ryc. 42).

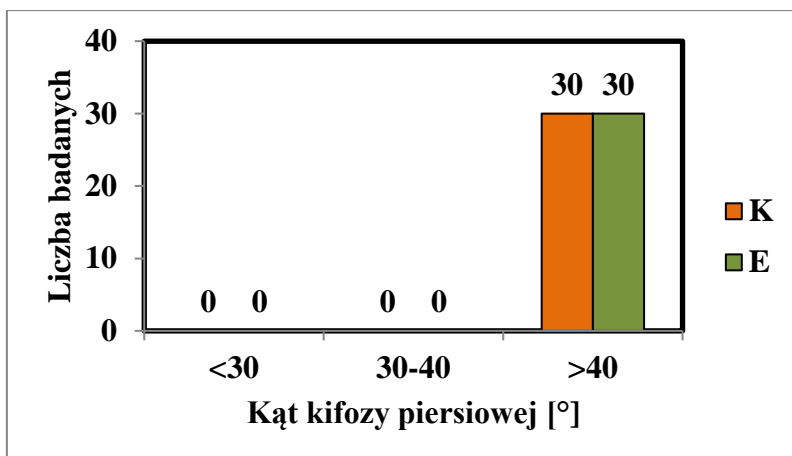


Rycina 43. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

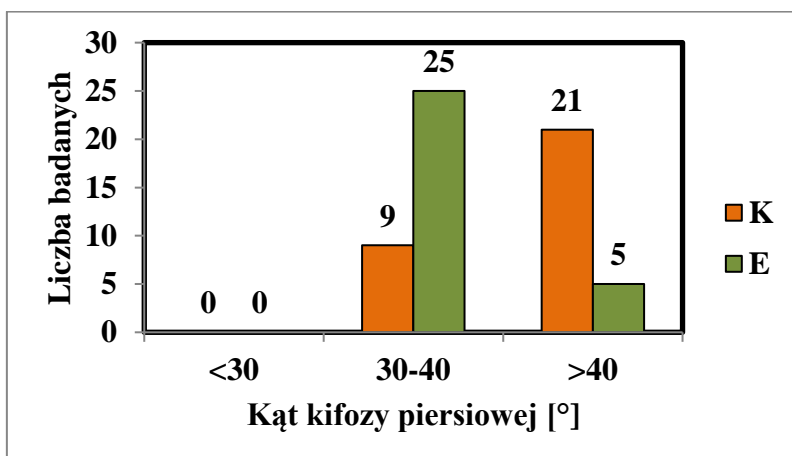


Rycina 44. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Wielkość kąta kifozy piersiowej nie różniła się istotnie pomiędzy badanymi grupami przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń (ryc. 43). Natomiast po zakończeniu projektu badawczego różnica ta była istotna statystycznie ($p < 0,001$; ryc. 44). W grupie eksperymentalnej można zaobserwować znacząco niższe wartości kąta kifozy piersiowej w porównaniu z grupą kontrolną (ryc. 44), chociaż obie grupy wykonywały te same ćwiczenia zmniejszające kifozę piersiową z tą jednak różnicą, że w grupie eksperymentalnej brano pod uwagę zabezpieczenie prawidłowego ukształtowania lordozy lędźwiowej podczas ćwiczeń.

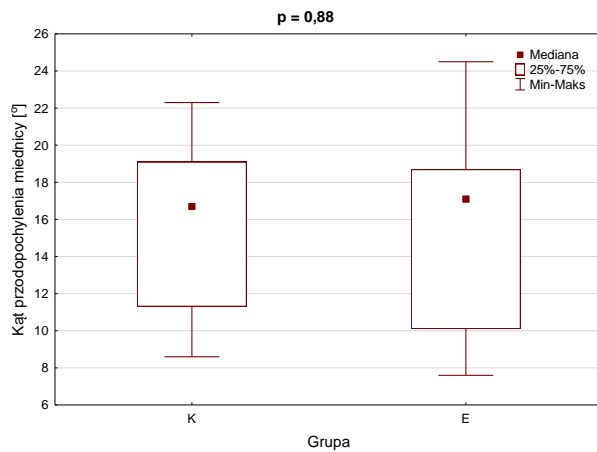


Rycina 45. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

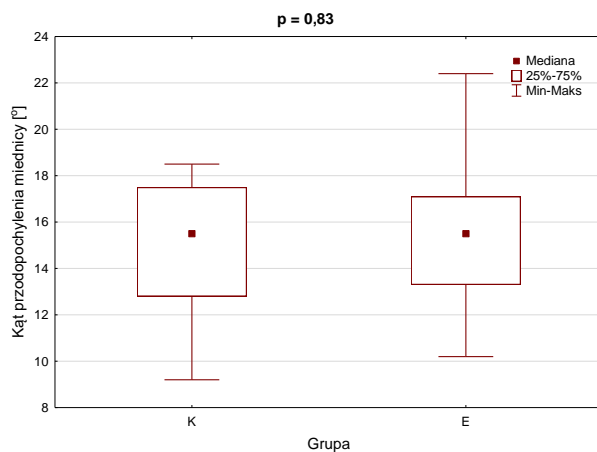


Rycina 46. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Norma kąta kifozy piersiowej zaprezentowana przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) wynosi od 30 do 40 stopni, podobnie jak lordozy lędźwiowej. Przed przystąpieniem do ćwiczeń w obu grupach wszyscy badani (100%) mieli stwierdzoną hiperkifozę w odcinku piersiowym kręgosłupa (ryc. 45). Natomiast po zakończeniu projektu badawczego nastąpiła wyraźna poprawa w grupie eksperymentalnej - 25 badanych (83%) mieściło się w normie, a w grupie kontrolnej 9 badanych (30%) (ryc. 46).

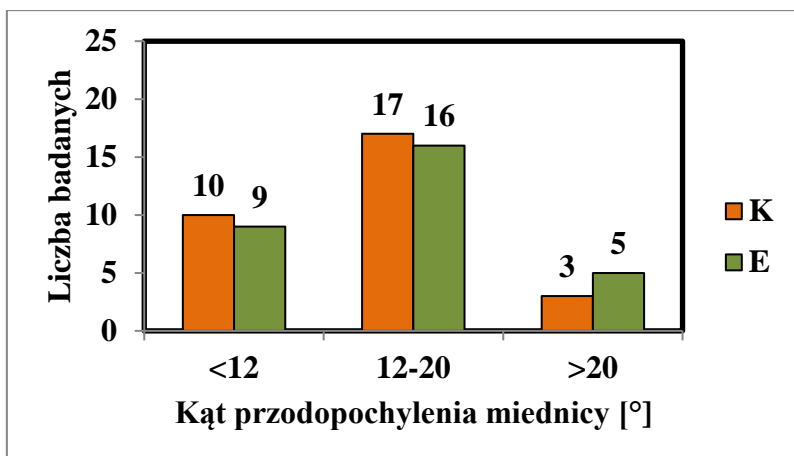


Rycina 47. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

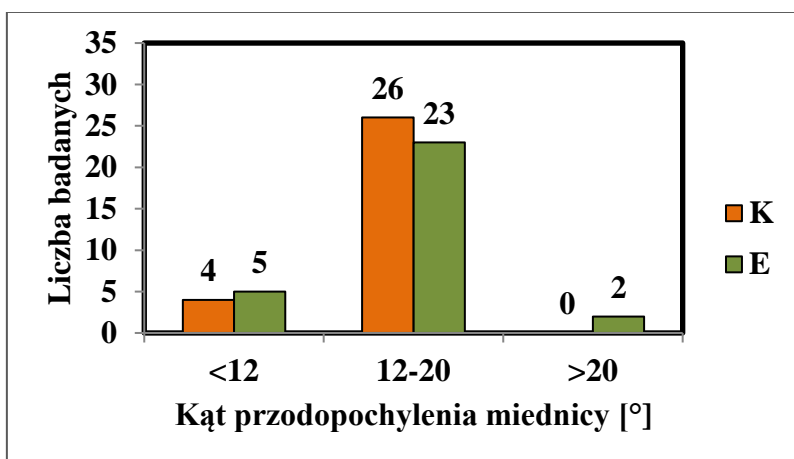


Rycina 48. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Przed przystąpieniem do ćwiczeń nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy wielkości kąta przodopochylenia miednicy pomiędzy obiema grupami ($p > 0,05$; ryc. 47), jak również po zakończeniu projektu badawczego (ryc. 48). Jednak w efekcie zastosowanych ćwiczeń w obu grupach odnotowano zmianę kąta przodopochylenia miednicy w takim wymiarze, że wartość tego kąta po cyklu ćwiczeń mieściła się w granicach normy u większości badanych (ryc. 50).

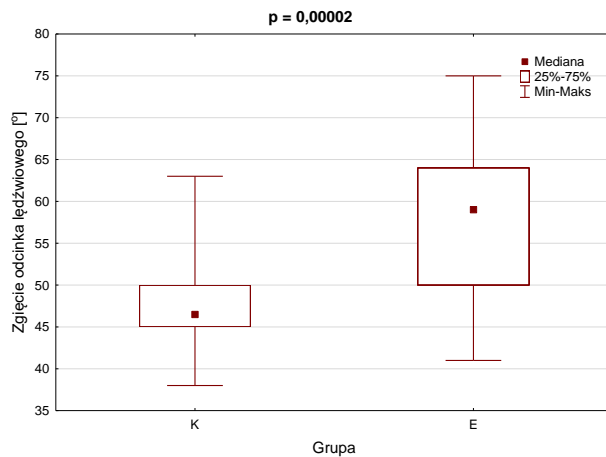


Rycina 49. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

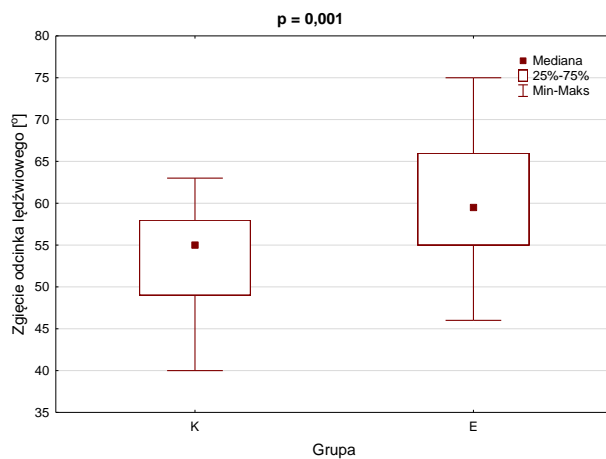


Rycina 50. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Norma kąta przodopochylenia miednicy zaprezentowana przez Bibrowicza (2014) wynosi u kobiet od 12 do 20 stopni. Przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej 10 osób (33%) wykazało kąt przodopochylenia miednicy poniżej normy, a w grupie eksperymentalnej 9 osób (30%). Natomiast kąt przodopochylenia miednicy powyżej normy w grupie kontrolnej miały 3 osoby (10%), a w grupie eksperymentalnej 5 osób (17%) (ryc. 49). Po ukończeniu projektu badawczego liczba badanych poniżej normy zmniejszyła się zarówno w grupie kontrolnej (13%), jak i w grupie eksperymentalnej (17%). Wielkość kąta przodopochylenia miednicy powyżej normy po cyklu zajęć miały tylko 2 osoby (7%) w grupie eksperymentalnej (ryc. 50).

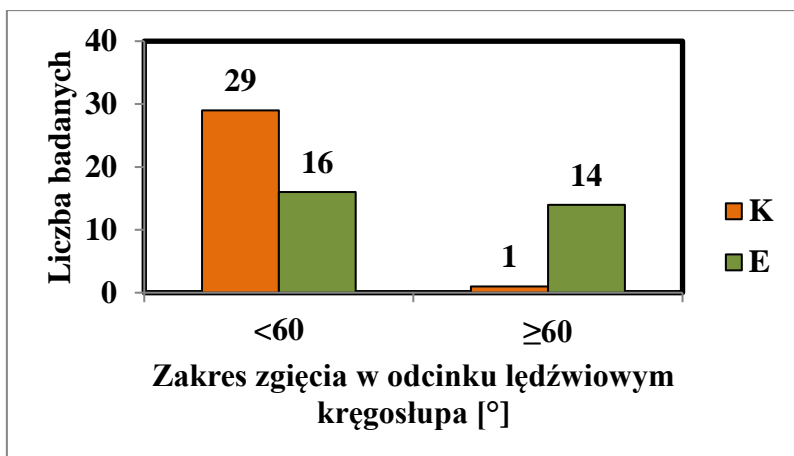


Rycina 51. Zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

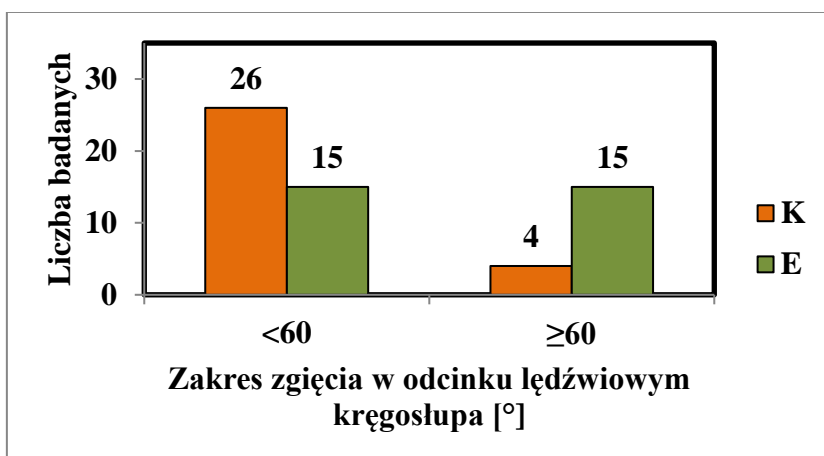


Rycina 52. Zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Przed rozpoczęciem realizacji 3-miesięcznego programu ćwiczeń stwierdzono istotną statystycznie różnicę w zakresie zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa pomiędzy grupami ($p < 0,001$; ryc. 51), jak również po zakończeniu projektu badawczego ($p = 0,001$; ryc. 52). Większy zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa można zaobserwować w grupie eksperymentalnej niż w grupie kontrolnej przed i po zakończeniu cyklu zajęć.

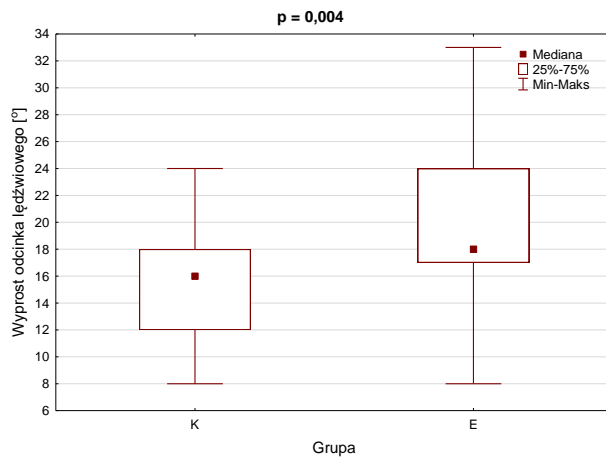


Rycina 53. Zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

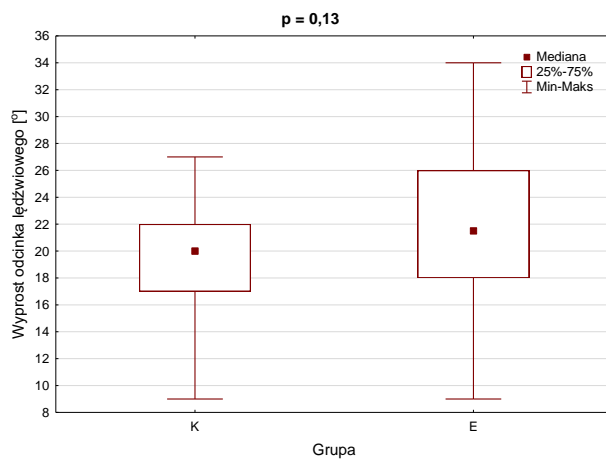


Rycina 54. Zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Norma zakresu zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa zaprezentowana przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) jest równa lub większa niż 60 stopni. Przed przystąpieniem do ćwiczeń w grupie kontrolnej tylko jedna badana (3%) mieściła się w normie, a w grupie eksperymentalnej 14 badanych (47%) (ryc. 53). Natomiast po zakończeniu projektu badawczego 4 badane (13%) w grupie kontrolnej oraz połowa badanych (50%) w grupie eksperymentalnej miało prawidłowy zakres ruchu zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (ryc. 54).

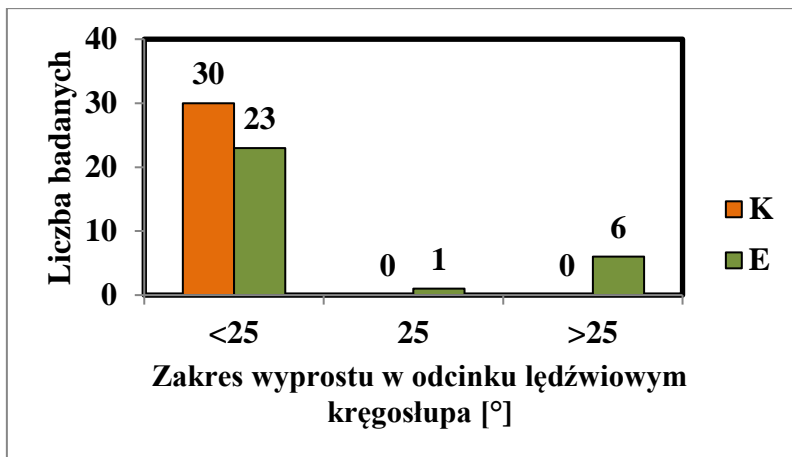


Rycina 55. Zakres wyprost odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń

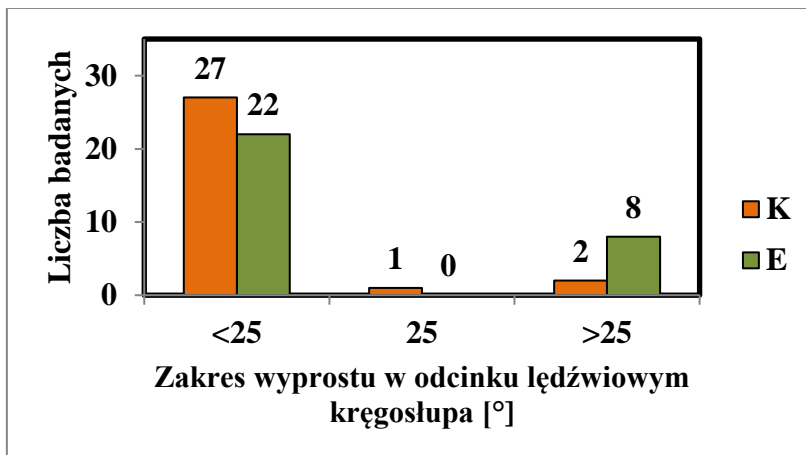


Rycina 56. Zakres wyprost odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Zakres wyprost odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed rozpoczęciem 3-miesięcznego programu ćwiczeń różnił się istotnie statystycznie w obu grupach ($p < 0,01$; ryc. 55). Natomiast po zakończeniu projektu badawczego różnica ta nie spełniała warunku istotności ($p > 0,05$; ryc. 56). Nieznacznie większy zakres ruchu wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa można nadal zaobserwować w grupie eksperymentalnej niż w kontrolnej, po zakończonym cyklu zajęć (ryc. 56).



Rycina 57. Zakres wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń



Rycina 58. Zakres wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

Norma zakresu ruchu wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa zaprezentowana przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) wynosi 25 stopni. Przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej wszystkie badane (100%) wykazały zbyt mały wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa. W grupie eksperymentalnej 23 badane (77%) wykazały zbyt mały wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, 6 badanych (20%) wykazało zwiększony zakres wyprost, a tylko jedna badana (3%) mieściła się w normie (ryc. 57). Po zakończeniu projektu badawczego w grupie kontrolnej 27 badanych (90%) miało nadal zbyt mały, w odniesieniu do normy, zakres wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, 2 badane (7%) wykazały zwiększony zakres tego ruchu, a jedna badana (3%) mieściła się w normie.

W grupie eksperymentalnej 22 badane (73%) miały zbyt mały wyprost w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, a pozostałe (27%) zwiększony zakres ruchu wyprostowania tułowia (ryc. 58).

IV 3. Związek pomiędzy krzywiznami i ruchomością kręgosłupa a poziomem bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa

W pracy określono związek pomiędzy deklarowanym przez badane poziomem bólu kręgosłupa a jego wielkością krzywizn i zakresem ruchomości w odcinku lędźwiowym przed rozpoczęciem programu ćwiczeń i po jego zakończeniu.

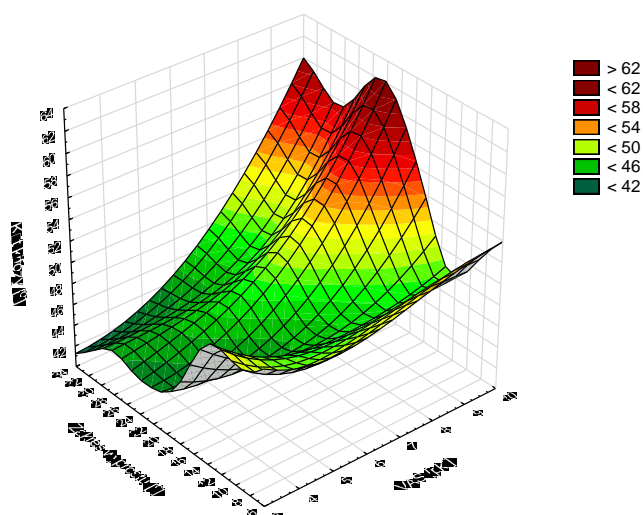
Tabela 4. Wartości korelacji pomiędzy krzywiznami kręgosłupa i poziomem bólu deklarowanym przed i po 3-miesięcznym cyklu ćwiczeń przez badane z **grupy eksperymentalnej**(N=30)

Zmienna	VAS przed	VAS po
BMI	0,14	-0,07
Kąt nachylenia kości krzyżowej	-0,12	0,12
Kąt lordozy lędźwiowej	0,1	0,14
Kąt kifozy piersiowej	0,48*	0,35
Kąt przodopochylenia miednicy	0,17	0,29
Zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa	-0,36	0,12
Zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa	-0,52*	-0,19

*korelacja istotna

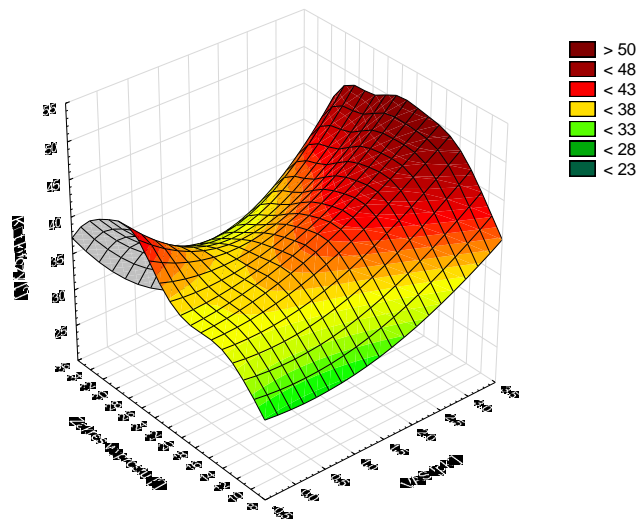
Poziom ból deklarowany przed rozpoczęciem 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej wykazał istotną dodatnią wartość korelacji na poziomie przeciętnym jedynie z wielkością kąta kifozy piersiowej oraz odwrotną wysoką wartość korelacji z zakresem wyprostowania tułowia w płaszczyźnie strzałkowej (tab. 4). Pozostałe zmienne, a także BMI, nie korelowały istotnie z poziomem bólu przed zajęciami.

Po zakończeniu cyklu zajęć w tej grupie nie odnotowano żadnej istotnej korelacji poziomu bólu z BMI, wielkością krzywizn i ruchomością kręgosłupa (tab. 4), chociaż kąt kifozy piersiowej wykazał nieco niższą, ale nadal przeciętną i dodatnią, wartość korelacji z poziomem bólu.



Rycina 59. Rozkład powierzchniowy kąta kifozy i wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie eksperymentalnej przed realizacją programu zajęć

Powierzchniowy rozkład wyników wykazujących istotny związek z poziomem bólu w grupie eksperymentalnej przed rozpoczęciem zajęć (ryc. 59) obrazuje związki wielkości kąta kifozy piersiowej z zakresem wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa i z deklarowanym poziomem bólu. Większy kąt kifozy piersiowej i mniejszy zakres wyprostu kręgosłupa w odcinku lędźwiowym jest związany z wyższym deklarowanym poziomem bólu.



Rycina 60. Rozkład powierzchniowy kąta kifozy i zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie eksperymentalnej po zakończeniu programu zajęć

Po zakończeniu zajęć w grupie eksperymentalnej nie odnotowano tych samych istotnych związków pomiędzy wielkością kifozy piersiowej i zakresem wyprostowania w odcinku lędźwiowym z bólem kręgosłupa (ryc. 60). Zobrazowany na wykresie związek kąta kifozy i poziomu bólu zmienił się w relacji do stanu przed zajęciami i nie okazał się istotny statystycznie po zastosowaniu autorskiego programu ćwiczeń (tab. 4). Związek maksymalnego wyprostowania tułowia z poziomem bólu po zajęciach okazał się słaby i nieistotny. Warto odnotować, że skala bólu, jaką deklarowały badane w tej grupie po cyklu zajęć osiągnęła jedynie maksymalnie 4 pkt (na 10 możliwych).

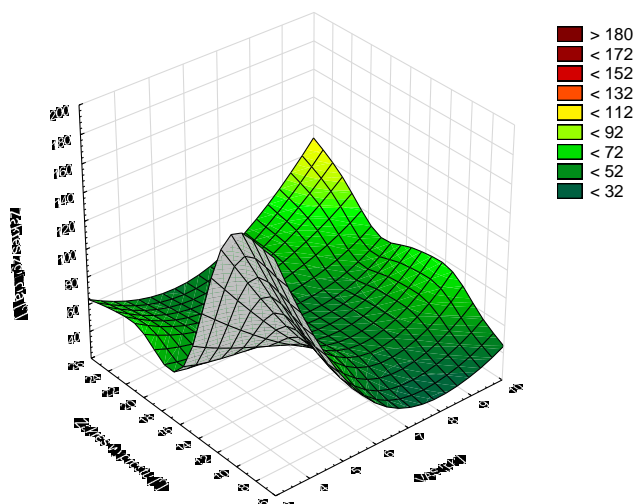
Tabela 5. Wartości korelacji pomiędzy krzywiznami kręgosłupa i poziomem bólu deklarowanym przed i po 3-miesięcznym cyklu ćwiczeń przez badane z **grupy kontrolnej** (N=30)

Zmienna	VAS przed	VAS po
BMI	0,02	0,02
Kąt nachylenia kości krzyżowej	-0,1	0,01
Kąt lordozy lędźwiowej	-0,14	-0,06
Kąt kifozy piersiowej	0,15	0,17
Kąt przodopochylenia miednicy	-0,12	-0,1
Zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa	-0,43*	-0,49*
Zakres wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa	-0,81*	-0,70*

*korelacja istotna

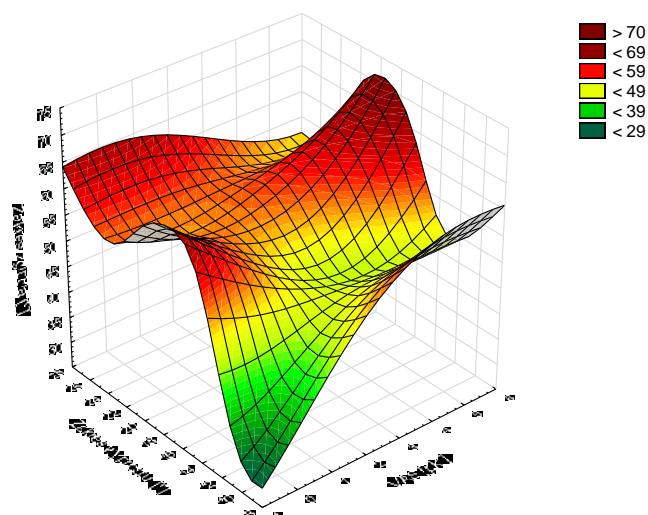
Poziom ból deklarowany przed rozpoczęciem 3-miesięcznego zajęć w grupie kontrolnej wykazał istotną odwrotną wartość korelacji z zakresem zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej oraz także odwrotny, bardzo wysoki związek z zakresem wyprostu w tym odcinku kręgosłupa (tab. 5). Pozostałe zmienne, a także BMI, nie korelowały istotnie z poziomem bólu przed zajęciami.

Po zakończeniu cyklu ćwiczeń w grupie kontrolnej badane wartości korelacji poziomu bólu z zakresem zgięcia i wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa zmieniły się nieznacznie, pozostając na zbliżonym poziomie do stanu przed rozpoczęciem programu ćwiczeń (tab. 5).



Rycina 61. Rozkład powierzchniowy zakresu zgięcia i wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie kontrolnej przed realizacją programu zajęć

Powierzchniowy rozkład wyników wykazujących istotny związek z poziomem bólu w grupie kontrolnej przed rozpoczęciem zajęć (ryc. 61) obrazuje zależności zakresu zgięcia w odcinku lędźwiowym i zakresu wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa z poziomem bólu. Mniejszy zakres zgięcia oraz mniejszy zakres wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa jest istotnie związany z wyższym deklarowanym poziomem bólu.



Rycina 62. Rozkład powierzchniowy zakresu zgięcia i wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie kontrolnej po realizacji programu zajęć

Po zakończeniu zajęć w grupie kontrolnej odnotowano te same istotne związki pomiędzy zakresem zgięcia oraz wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa z bólem kręgosłupa (tab. 5). Mniejszy zakres zgięcia oraz mniejszy zakres wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa jest istotnie związany z wyższym deklarowanym poziomem bólu (ryc. 62).

V DYSKUSJA

V1. Efekt zastosowanych ćwiczeń w grupie eksperymentalnej i kontrolnej

Celem pracy była ocena wpływu autorskiego programu ćwiczeń na dolegliwości bólowe kręgosłupa oraz na zmiany w ukształtowaniu przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, a także na zmiany w zakresie jego ruchomości u młodych kobiet pracujących w pozycji siedzącej. Autorski program ćwiczeń uwzględniał diagnozę ukształtowania krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej. Zatem inne ćwiczenia były stosowane w celu zwiększenia kąta lordozy lędźwiowej dla kobiet ze stwierdzoną hipolordozą, a inne w celu zmniejszenia kąta lordozy lędźwiowej dla kobiet z hiperlordożą, jak miało to miejsce w grupie eksperymentalnej. Jednak, aby sprawdzić efektywność takiego indywidualnego podejścia, należało porównać je ze stosowaniem wszystkich ćwiczeń wpływających na kształt lordozy lędźwiowej, bez uwzględnienia zdiagnozowanej hiperlordozy bądź hipolordozy, co miało miejsce w grupie kontrolnej.

W grupie eksperymentalnej, w której stosowano ćwiczenia odpowiednio dobrane pod kątem zdiagnozowanej w niniejszych badaniach hiperlordozy lub hipolordozy, po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń, zanotowano wyraźną i istotną statystycznie różnicę w poziomie odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (tab.2) w odniesieniu do stanu wyjściowego, w którym wszystkie badane deklarowały różny poziom bólu. Po upływie 3 miesięcy ćwiczeń, które odbywały się regularnie 3 razy w tygodniu, 60% badanych w tej grupie zgłosiło zupełny brak odczuwania dolegliwości bólowych kręgosłupa (ryc. 17). Zatem stosowanie zindywidualizowanego programu ćwiczeń pod kątem stwierdzonej hiperlordozy bądź hipolordozy przyniosło pożądany efekt w przeciwdziałaniu dolegliwościom bólowym dolnego odcinka kręgosłupa u większości badanych. Wiele źródeł potwierdza, że dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa mogą być związane zarówno ze zbyt dużym, ale także ze zbyt małym kątem lordozy lędźwiowej (Lang-Tapia i wsp., 2011; Czaprowski i wsp., 2012; Kluszczyński i wsp., 2017; Filiz i Firat, 2019). Zatem wydaje się zasadne w przypadku stwierdzonej hiperlordozy lub hipolordozy odcinka lędźwiowego kręgosłupa, a także towarzyszącego im bólu, stosowanie ćwiczeń, które będą miały na celu zwiększenie lub zmniejszenie kąta lordozy lędźwiowej. Niniejsze badania potwierdzają tą zasadność.

W kwestii zmian w ukształtowaniu krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, w wyniku zastosowania autorskiego programu ćwiczeń, w grupie eksperymentalnej odnotowano istotną statystycznie różnicę w wielkości kąta lordozy lędźwiowej w porównaniu ze stanem wyjściowym (tab.2). Warunkiem włączenia do grupy badawczej było stwierdzenie w niniejszych badaniach inklinometrycznych zbyt dużego kąta lordozy lędźwiowej lub zbyt małego. Następnie przez 3 miesiące badane wykonywały odpowiednie ćwiczenia, które miały na celu zwiększenie lub zmniejszenie kąta lordozy lędźwiowej. Po ukończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń u prawie u wszystkich badanych (97%) w tej grupie (ryc. 19) kąt lordozy lędźwiowej mieścił się w normie zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001). Zatem stosowanie odpowiednio dobranych ćwiczeń pod kątem stwierdzonej wady postawy w zakresie ukształtowania lordozy lędźwiowej przynosi pożądany efekt. W badaniach przeprowadzonych na 40 kobietach ze zdiagnozowaną hiperlordozą sprawdzono efektywność programu ćwiczeń Williama (Fatemi i wsp., 2015). Badane uczestniczyły w opisanym projekcie przez 8 tygodni. Stwierdzono, że na skutek zastosowania tego programu ćwiczeń kąt lordozy lędźwiowej uległ znacznemu zmniejszeniu. W tym przypadku zastosowanie tego programu ćwiczeń znajduje swoje uzasadnienie, ponieważ ćwiczenia Williama bazują na pozycjach zgięciowych kręgosłupa, które mają na celu zmniejszać kąt lordozy lędźwiowej (ryc. 1) po zdiagnozowaniu hiperlordozy. W innych badaniach stosowano ćwiczenia stabilizujące właściwą pozycję kręgosłupa, mające na celu zmniejszenie kąta lordozy lędźwiowej (Hosseinifar i wsp., 2017). W badaniach tych wzięło udział 32 osoby, ze stwierdzoną hiperlordozą, które losowo zostały podzielone na dwie grupy. W grupie pierwszej zastosowano program ćwiczeń, które odbywały się 6 razy w tygodniu po 30 minut przez 12 tygodni, a w grupie drugiej wykorzystano zabiegi fizjoterapii. Po ukończeniu projektu badawczego stwierdzono, że wielkość kąta lordozy lędźwiowej uległa zmniejszeniu w obu grupach. Efekt celowo stosowanych ćwiczeń w jednorodnej grupie pod względem diagnostycznym jest niemal gwarantowany, o czym świadczą doniesienia przytoczone powyżej. Na ogół ćwiczenia i zabiegi fizykalne tak są dobierane, żeby stymulować skurcz odpowiednich mięśni, których zwiększone napięcie zmniejsza kąt lordozy lędźwiowej. Problem pojawia się na otwartych zajęciach dla wszystkich, tych z hipo- i hiperlordozą, które mają poprawiać stan krzywizn kręgosłupa i tym samym zmniejszać ból w okolicy lędźwiowej. Na ogół z góry zakłada się, że wszyscy uczestnicy zajęć mają hiperlordozę, ale to nie jest prawda, jak pokazują niniejsze badania. W takim przypadku, kiedy w grupie ćwiczących są osoby z zarówno z hipolordozą, jak i z hiperlordozą należałoby przeprowadzić diagnozę i dostosować ćwiczenia – siłowe i rozciągające - do potrzeby danej osoby.

W innych badaniach, w których również zastosowano ćwiczenia stabilizacyjne kręgosłupa u badanych ze stwierdzoną hiperlordozą odcinka lędźwiowego kręgosłupa, nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w wielkości kąta lordozy lędźwiowej w wyniku zastosowanych ćwiczeń (Ko i wsp., 2018). Natomiast nie ma dokładnych informacji, jak te ćwiczenia wyglądały, jakie mięśnie były wzmacniane, a jakie rozciągane. Autorski program ćwiczeń, który został zastosowany w niniejszych badaniach, prezentowanych w tej pracy, dokładnie przedstawia ćwiczenia, które mają na celu wzmocnienie mięśni, które są osłabione i jednocześnie rozciąganie mięśni, które są nadmiernie napięte przy stwierdzonej hiperlordozie bądź hipolordozie odcinka lędźwiowego kręgosłupa.

W grupie eksperymentalnej po ukończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń stwierdzono także istotną statystycznie różnicę w wielkości kąta kifozy piersiowej w porównaniu do stanu wyjściowego (tab.2). Przed przystąpieniem do zajęć u 100% badanych stwierdzono zbyt duży kąt kifozy piersiowej (powyżej 40 stopni), a po 3 miesiącach ćwiczeń tylko u 17% badanych (ryc. 20), zarówno u badanych ze zbyt małym kątem lordozy lędźwiowej, jak i zbyt dużym kątem lordozy lędźwiowej. Może mieć to związek z tym, że pogłębiona kifoza piersiowa może występować zarówno wśród osób z hiperlordozą, wówczas mówimy o tzw. wadzie postawy „plecy okrągło-wklęsłe”, jak również u osób z hipolordozą tzw. „plecy okrągłe” lub też postawa „swayback” (Czaprowski i wsp., 2018). Badania własne potwierdziły tą prawidłowość.

Przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń u wszystkich badanych zdiagnozowano hiperkifozę odcinka piersiowego kręgosłupa. W autorskim programie ćwiczeń uwzględniono ćwiczenie wzmacniające mięśnie grzbietu w odcinku piersiowym kręgosłupa oraz ćwiczenie mające na celu rozciąganie przykurczonych mięśni piersiowych, w których również uwzględniono ukształtowanie lordozy lędźwiowej w grupie eksperymentalnej. U osób ze stwierdzoną hiperlordozą lędźwiową w obu tych ćwiczeniach zwracano uwagę, by nie pogłębiać kąta lordozy lędźwiowej, a w przypadku osób z hipolordozą, wręcz odwrotnie – zarówno przy ćwiczeniu wzmacniającym mięśnie grzbietu w odcinku piersiowym, jak przy ćwiczeniu rozciągającym mięśnie piersiowe - uwzględniono także powiększanie kąta lordozy lędźwiowej.

W przypadku wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej, jak i kąta przodopochylenia miednicy, w grupie eksperymentalnej, nie odnotowano istotnych statystycznie różnic przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń (tab. 2). Jednakże, gdy weźmiemy pod uwagę normy tych kątów, to uwidacznia się efekt zastosowania autorskiego programu ćwiczeń.

Według norm zaprezentowanych przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) wielkość kąta nachylenia kości krzyżowej powinna mieścić się w zakresie 15-30 stopni i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń u 100% badanych z grupy eksperymentalnej kąt ten mieści się w podanej normie (ryc. 18). Podobnie w przypadku kąta przodopochylenia miednicy, jego wielkość według normy powinna mieścić się w przedziale 12-21 stopni (Bibrowicz, 2014). W efekcie zastosowanych ćwiczeń u 77% badanych w grupie eksperymentalnej wielkość tego kąta także mieściło się w podanej normie (ryc. 21).

Ruchomość odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie eksperymentalnej po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń wykazała istotne statystycznie różnice w porównaniu ze stanem wyjściowym zarówno w przypadku ruchu zgięcia, jak i wyprostu (tab.2). W przypadku zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa jedynie u 7 % badanych nie uległ on zmianie (ryc. 21), a w przypadku zakresu wyprostu – u 17% (ryc. 22). Pomimo tego, że różnice „przed i po” są istotne statystycznie, to w przypadku odniesienia wyników do norm AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), nie ma znaczących różnic po cyklu zajęć w odniesieniu do stanu przed ich rozpoczęciem. Zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa powinien wynosić 60 lub więcej stopni wg norm AMA. Przed przystąpieniem do zajęć w grupie eksperymentalnej u 47% badanych zakres ten mieścił się w podanej normie, a po zakończeniu programu ćwiczeń u 50% (ryc. 22). Podobnie wyniki układały się w przypadku wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, który powinien wynosić 25 stopni wg AMA. Przed przystąpieniem do programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej u jednej badanej zakres ten mieścił się w podanej normie, u 77 % badanych wyprost w odcinku lędźwiowym był poniżej tej normy, a u pozostałych badanych powyżej. Po zakończeniu programu ćwiczeń u żadnej badanej zakres wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa nie wyniósł 25 stopni, u 27% badanych ruchomość była powyżej normy, a u pozostałych badanych nadal poniżej (ryc. 23). Może być to związane z tym, że celem autorskiego programu ćwiczeń było wpływanie przede wszystkim na wielkość kąta lordozy lędźwiowej oraz zmniejszenie występowania dolegliwości bólowych kręgosłupa, a nie bezpośrednie wpływanie na ruchomość kręgosłupa. Relatywnie niewiele ćwiczeń w autorskim programie dotyczyło zwiększania ruchomości kręgosłupa, ale wyniki tej pracy sugerują, że należy dodać takie ćwiczenia do zestawu. W związku z tym, że dolegliwościom bólowym dolnego odcinka kręgosłupa bardzo często towarzyszy jego ograniczona ruchomość (Klein i wsp., 1991; Evcik i Yucel; 2003; Hawrylak i wsp., 2004; Dobosiewicz, 2006; Vaisy i wsp., 2015; Coyle i wsp., 2017; Sonvivo i wsp., 2019), to w efekcie

zastosowanych ćwiczeń, których celem było zmniejszenie bólu upatrywano także polepszenia ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa.

W grupie kontrolnej zanotowano także istotną statystycznie różnicę przed i po 3-miesięcznym programie ćwiczeń w poziomie odczuwanego bólu wyrażonego w skali VAS (tab.3). Wśród 30 badanych kobiet w tej grupie 33% stwierdziło, że po cyklu zajęć w ogóle nie odczuwają bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (poziom w skali VAS=0) (ryc. 24). Taki wynik ponownie potwierdza zasadność stosowania ćwiczeń w przeciwdziałaniu dolegliwościom bólowym kręgosłupa. Pozostałe badane w grupie kontrolnej nadal odczuwały ból, jednak był on niższy w porównaniu ze stanem wyjściowym. Należy jednak podkreślić, że w grupie kontrolnej ćwiczenia te nie były zindywidualizowane pod kątem zdiagnozowanej hiperlordozy bądź hipolordozy, a mimo to ból istotnie się zmniejszył po 3-miesięcznym cyklu zajęć.

W przypadku zmian ukształtowania krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej przed i po 3-miesięcznym programie ćwiczeń w grupie kontrolnej, odnotowano istotne statystycznie różnice w wielkościach kąta nachylenia kości krzyżowej, kąta kifozy piersiowej oraz kąta przodopochylenia miednicy (tab. 3). W odniesieniu do normy zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) wielkość kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń u 97% badanych mieściła się w normie. W przypadku wielkości kąta kifozy piersiowej w odniesieniu do normy AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń u 30% badanych w grupie kontrolnej kąt ten mieścił się w podanej normie. Jeśli chodzi o kąt przodopochylenia miednicy, to w odniesieniu do normy zaprezentowanej przez Bibwowicza (2014), po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń u 87% badanych kąt ten mieścił się w normie.

Natomiast w grupie kontrolnej nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w wielkościach kąta lordozy lędźwiowej przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń (tab. 3). Biorąc pod uwagę to, że w grupie kontrolnej nie stosowano podziału na wcześniej zdiagnozowaną hiperlordozę bądź hipolordozę w doborze ćwiczeń, tylko wykonywano je wszystkie, może być to wytłumaczeniem, dlaczego różnica ta nie jest istotna statystycznie, jak miało to miejsce w grupie eksperymentalnej.

W grupie kontrolnej zanotowano również istotne statystycznie różnice w zakresie ruchomości odcinka lędźwiowego przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń

(tab.3). Natomiast tak, jak w grupie eksperymentalnej w odniesieniu do norm AMA (Doerge, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) różnice te nie są znaczące. W przypadku wielkości zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego przed przystąpieniem do badań u 3 % badanych zakres ten mieścił się w normie, a po zajęciach u 13 % badanych (ryc. 29). Jeżeli chodzi o zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa, przed przystąpieniem do badań zakres ten u wszystkich badanych grupy kontrolnej był poniżej normy. Po zakończeniu programu ćwiczeń u 3% badanych zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa mieścił się w normie, u 7% badanych zakres ten był powyżej normy, a u pozostałych badanych (90%) nadal poniżej normy (ryc. 30). Oznacza to, że stosowanie ćwiczeń bez dostosowania do diagnozowanych potrzeb uczestniczki zajęć, nie przynosi efektu zwiększonej ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa.

V 2. Porównanie efektów zastosowania autorskiego programu ćwiczeń pomiędzy grupą eksperymentalną a grupą kontrolną

Wyniki badań tej pracy potwierdzają osiągnięcie lepszych efektów w przeciwdziałaniu dolegliwościom bólowym kręgosłupa poprzez stosowanie autorskiego programu ćwiczeń, uwzględniającego ukształtowanie lordozy lędźwiowej w porównaniu do stosowania ćwiczeń nie uwzględniających diagnozy co do wielkości kąta lordozy lędźwiowej.

Stwierdzono istotną statystycznie różnicę w poziomie intensywności odczuwanego bólu pomiędzy grupą kontrolną i eksperymentalną na korzyść tej ostatniej, po ukończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p=0,02$; ryc. 32). Badania innych autorów również potwierdzają pozytywny wpływ ćwiczeń na dolegliwości bólowe kręgosłupa (Kim i wsp., 2015; Gordon i Bloxham, 2016; Yoo, 2016; Yoo, 2017; Shariat i wsp., 2019). Najczęściej zaleca się ćwiczenia mające na celu stabilizację odcinka lędźwiowego kręgosłupa (Hides i wsp., 2006; Akuthota i wsp., 2008; Czaprowski i wsp., 2011; Czaprowski i Kędra, 2012; Fatemi i wsp., 2015; Szczygieł i wsp., 2016; Areeudomwong i wsp., 2017; Bhadauria i Gurudut, 2017), ale także ćwiczenia rozciągające i wydłużające wszystkie mięśnie, jak np. ćwiczenia jogi (Chang i wsp., 2016; Wieland i wsp., 2017; Saper i wsp., 2017; Schmid i wsp., 2019). Z pewnością można z góry założyć, że osoba, która nigdy wcześniej nie dbała o aktywność fizyczną, jeśli zacznie regularnie ćwiczyć, zauważy pozytywny efekt takich ćwiczeń, niezależnie od tego czy te ćwiczenia są dopasowane do jej indywidualnych potrzeb. Świadczą o tym także wyniki grupy kontrolnej przedstawione w tej pracy.

Istnieje także kilka programów ćwiczeń, stosowanych w fizjoterapii, mających na celu przeciwdziałanie bólowi kręgosłupa. W metodzie McKenzie proponuje się ćwiczenia wyprostne kręgosłupa, zwiększające lordozę lędźwiową (Alhakami i wsp., 2019) jako te, które mają głównie za zadanie przeciwdziałać przepuklinie krążka międzykręgowego i tym samym zmniejszyć ból. Badania przeprowadzone przez Mbada i wsp. (2014) na 67 badanych potwierdziły zasadność stosowania metody McKenzie w dolegliwościach bólowych kręgosłupa (Mbada i wsp., 2014). Także badania przeprowadzone przez Szulca i wsp. (2015) dowiodły skuteczności metody McKenzie w dolegliwościach bólowych kręgosłupa. Jest to potwierdzenie zasadności stosowania ćwiczeń zwiększających lordozę lędźwiową i zakres ruchu wyprostu tułowia u osób, u których zdiagnozowano spłaszczenie lordozy lędźwiowej i zbyt mały kąt przodopochylenia miednicy. W innych badaniach zdecydowano się porównać metodę McKenzie z ćwiczeniami stabilizacyjnymi kręgosłupa. Wzięło w nich udział 30 osób, które zostały losowo przydzielone do dwóch grup, które uczestniczyły w ćwiczeniach 3 razy w tygodniu przez 6 tygodni. Stwierdzono, że ćwiczenia stabilizacyjne są bardziej skuteczne w przeciwdziałaniu bólowi kręgosłupa niż metoda McKenzie (Hosseiniifar i wsp., 2013), jednakże przed przystąpieniem do badań nie diagnozowano badanych na okoliczność hipo- lub hiperlordozy odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Inne podejście w radzeniu sobie z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa proponuje tzw. zestaw ćwiczeń Williama, które opiera się na ruchach zgięciowych kręgosłupa (Dydyk i Sapra, 2019). W badaniach Fatemi i wsp. (2015), o których już wspominałam powyżej, w których zastosowano program ćwiczeń Williama, poza efektem dotyczącym zmniejszenia się kąta lordozy lędźwiowej zaobserwowano także zmniejszenia się dolegliwości bólowych kręgosłupa.

W przypadku wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej to zarówno przed, jak i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w wielkości kąta lędźwiowo-krzyżowego pomiędzy grupami (ryc. 35 i 36). Natomiast można zauważyć poprawę w obu grupach w efekcie 3-miesięcznego programu ćwiczeń w kontekście korzystnej zmiany wielkości tego kąta tak, by mieścił się w granicach normy (ryc. 37 i 38).

W wyniku przeprowadzenia eksperymentu badawczego nie udowodniono, by autorski program ćwiczeń wpłynął lepiej na wielkość kąta lordozy lędźwiowej niż stosowanie ćwiczeń bez uwzględnienia zdiagnozowanej hiperlordozy lub hipolordozy. Nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w wielkości kąta lordozy lędźwiowej między grupą eksperymentalną a grupą kontrolną po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p = 0,12$; ryc. 40). W obu

grupach nastąpiła poprawa, jednak można stwierdzić, iż jest ona większa, bardziej widoczna w liczebności badanych, u których nastąpiła poprawa, w grupie eksperymentalnej niż w kontrolnej (ryc. 42). Po ukończeniu projektu badawczego wśród 29/30 badanych z grupy eksperymentalnej wielkość kąta lordozy lędźwiowej mieści się w normie AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), a w grupie kontrolnej 14/30 badanych. Biorąc pod uwagę, że przed przystąpieniem do programu ćwiczeń wszyscy badani mieli zdiagnozowaną hiperlordozę lub hipolordozę, gdyż to było warunkiem włączenia do badań, to różnica pomiędzy efektem zastosowania odpowiednio do diagnozy dobranych ćwiczeń i stosowania wszystkich ćwiczeń bez uwzględniania diagnozy jest godna odnotowania. Lepszy efekt osiągnięcia normy kąta lordozy lędźwiowej na skutek zastosowania autorskiego programu ćwiczeń wykazała grupa eksperymentalna niż kontrolna, chociaż w tej ostatniej także liczebność badanych z osiągnięciem normy kąta lordozy lędźwiowej zwiększyła się po cyklu zajęć w stosunku do stanu wyjściowego. Inni badacze także podejmowali się sprawdzenia wpływu ćwiczeń na wielkość kąta lordozy lędźwiowej i również odnotowali poprawę w zakresie ukształtowania lordozy lędźwiowej (Fatemi i wsp., 2015; Hosseinifar i wsp., 2017).

Dolegliwości bólowe kręgosłupa są często związane z występowaniem pogłębionej kifozy piersiowej. Złe nawyki ruchowe, długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej, brak aktywności ruchowej mogą wiązać się z pojawieniem się zbyt dużej kifozy w odcinku piersiowym (Schwab i wsp., 2010; Roussouly i Pinheiro-Franco, 2011; Zwierzchowska i Tuz, 2018). Po ukończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń zaobserwowano istotną statystycznie różnicę w wielkości kąta kifozy piersiowej pomiędzy grupami ($p=0,0001$; ryc. 44). W odniesieniu do normy zaprezentowanej przez AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001), która wynosi od 30 do 40 stopni, istotnie lepsze efekty stwierdzono w grupie eksperymentalnej niż kontrolnej. Badania naukowe potwierdzają skuteczność ćwiczeń fizycznych stosowanych w celu korekcji hiperkifozy (Seidi i wsp., 2014; Katzman i wsp., 2017a i 2017b; Feng i wsp., 2018; Gonzalez-Galvez i wsp., 2019). W badaniach przeprowadzonych przez Senthil i wsp. (2017) porównywano skuteczność specjalnego programu ćwiczeń mających na celu korygowanie hiperkifozy z ćwiczeniami konwencjonalnymi. Przebadano 60 osób, które losowo zostały podzielone na dwie grupy. Ćwiczenia odbywały się przez 8 tygodni, 4 razy w tygodniu po 45 minut. Po upływie tego czasu zaobserwowano zmniejszenie się kąta kifozy piersiowej zarówno wśród badanych, którzy wykonywali specjalny program ćwiczeń korygujących, jak i wśród badanych wykonujących ćwiczenia konwencjonalne. Wyniki badań tych autorów dowodzą, że każde ćwiczenia fizyczne, w których zwraca się uwagę na prawidłowe ustawienie kręgosłupa,

z zachowaniem naturalnych krzywizn w płaszczyźnie strzałkowej, prowadzą do poprawy postawy ciała. W innych badaniach porównywano skuteczność ćwiczeń fizycznych z terapią manualną w procesie zmniejszania kąta kifozy piersiowej i stwierdzono, że terapia ruchowa jest tak samo skuteczna, jak terapia manualna (Kamali i wsp., 2016).

Powyższe badania, jak i badania własne przesądzają o zasadności stosowania ćwiczeń w celu korekcji nadmiernie pogłębionej kifozy piersiowej. Ciało człowieka jest łańcuchem biokinematycznym (Kasperczyk 2004; Trew i Everett, 2005), którego funkcjonowanie jako całości uzależnione jest od sąsiednich segmentów i stawów, a zatem nieprawidłowy kąt przodopochylenia miednicy wpływa na wielkość kąta lordozy lędźwiowej, a to z kolei na wielkość kąta kifozy piersiowej i odwrotnie (Trew i Everett, 2005). Długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej jest koronnym przykładem takiej zależności krzywizn kręgosłupa. Nie ma wątpliwości, że w celu odniesienia lepszych efektów przy doborze ćwiczeń korygujących ukształtowanie kręgosłupa powinno się brać także pod uwagę ukształtowanie nie tylko samej kifozy piersiowej, ale także lordozy lędźwiowej. W przypadku hiperlordozy należy wziąć pod uwagę to, by wraz ze zmniejszaniem kąta kifozy piersiowej podczas ćwiczeń nie pogłębiać kąta lordozy lędźwiowej, a w przypadku hipolordozy odwrotnie, starać się tak dobierać ćwiczenia, by również zwiększać lordozę lędźwiową, jak to zostało uwzględnione w autorskim programie ćwiczeń prezentowanym w tej pracy. Układając program ćwiczeń korekcji krzywizn kręgosłupa powinno się patrzeć całościowo na postawę ćwiczącego tak, by nie zastosować jakiegoś przeciwwskazanego ćwiczenia, żeby korekcja jednego odcinka kręgosłupa nie spowodowała pogorszenia kształtu innego. Badania własne, zastosowanie autorskiego programu ćwiczeń, potwierdzają skuteczność takiego działania w procesie korygowania wad postawy w płaszczyźnie strzałkowej kręgosłupa.

W przypadku wielkości kąta przodopochylenia miednicy nie wykazano istotnej statystycznie różnicy pomiędzy grupą eksperymentalną i kontrolną po ukończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń (ryc. 48). W obu grupach nastąpiła poprawa, pomimo tego, iż w grupie eksperymentalnej stosowano ćwiczenia zwiększające lub zmniejszające kąt przodopochylenia miednicy zależnie od diagnozy. W tej grupie oddziaływano na mięśnie zginacze i prostowniki stawu biodrowego (opisane w rozdziale III) w celu ich wzmocnienia lub rozciągania, w zależności od potrzeby. Natomiast grupa kontrolna wykonywała wszystkie ćwiczenia, które nie uwzględniały diagnozy, a mimo to nastąpiła poprawa podobnie, jak w grupie eksperymentalnej. Może to być efekt edukowania i uświadamiania wszystkich

uczestniczek zajęć w zakresie przyjmowania prawidłowej postawy. Samym ustawieniem miednicy można wpływać na wielkość lordozy lędźwiowej. Im miednica jest ustawiona w większym przodopochyleniu, tym kąt lordozy lędźwiowej ulega zwiększeniu, a im miednicę ustawiamy bardziej w tyłopochyleniu, tym kąt lordozy lędźwiowej ulega zmniejszeniu (Youdas i wsp., 2000; Evcik i Yücel, 2003; Singh i wsp., 2018). Sprawdzano także skuteczność ćwiczeń fizycznych w porównaniu do ćwiczeń w odciążeniu na specjalnych temblakach i stwierdzono, że tylko w wyniku ćwiczeń w odciążeniu kąt lordozy lędźwiowej oraz kąt przodopochylenia miednicy uległ poprawie (Roh i wsp., 2016). Pomimo tego, iż w wyniku zastosowania autorskiego programu ćwiczeń opisanego w tej pracy, nie wykazano istotnej statystycznie różnicy w wielkości kąta lordozy lędźwiowej oraz kąta przodopochylenia miednicy pomiędzy grupą eksperymentalną a kontrolną, parametry te uległy znacznej poprawie w kontekście osiągnięcia norm tych kątów przez większość badanych w obu grupach.

Porównując wyniki grupy eksperymentalnej i kontrolnej w odniesieniu do ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa, to przedstawia się to następująco. Zarówno przed rozpoczęciem realizacji 3-miesięcznego programu ćwiczeń, jak i po jego zakończeniu stwierdzono istotne statystycznie różnice w zakresie zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa pomiędzy grupami (ryc. 51 i 52). Istotnie większy zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa można zaobserwować w grupie eksperymentalnej niż w grupie kontrolnej po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń (ryc. 52). Natomiast zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed rozpoczęciem 3-miesięcznego programu ćwiczeń różnił się istotnie statystycznie w obu grupach przed rozpoczęciem programu ćwiczeń (ryc. 55), ale po zakończeniu projektu badawczego różnica ta była nieznaczna (ryc. 56). Nieco większy zakres ruchu wyprostowania w odcinku lędźwiowym kręgosłupa można zaobserwować w grupie eksperymentalnej niż w kontrolnej po zakończonym cyklu zajęć. Głównym celem autorskiego programu ćwiczeń było przede wszystkim wpływanie na wielkość krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej oraz zmniejszenie występowania dolegliwości bólowych kręgosłupa. Mając na uwadze efekt przeciwbólowy ćwiczeń, spodziewano się także uzyskania lepszych wyników w zakresie ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej. W podobnych badaniach, osób w wieku od 20 do 40 lat z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa, potwierdzono występowanie tej zależności (Kumar i wsp., 2015). Autorzy ci zastosowali odpowiedni 6-tygodniowy program ćwiczeń, który uwzględniał głównie wzmacnianie mięśni stabilizujących tułów. W efekcie tych ćwiczeń zakres ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa uległ poprawie, a ból kręgosłupa uległ zmniejszeniu. Również badania Ko i wsp.

(2018) potwierdziły pozytywny wpływ ćwiczeń stabilizujących odcinek lędźwiowy kręgosłupa na zakres jego ruchomości oraz zmniejszenie występowania dolegliwości bólowych kręgosłupa. Natomiast badania przeprowadzone na 40 osobach, odczuwających dolegliwości bólowe kręgosłupa, w których podzielono badanych na dwie grupy- pierwsza wykonywała ćwiczenia rozciągające, a w drugiej zastosowano techniki manualne, dowiodły, iż lepsze wyniki w zakresie ruchomości kręgosłupa uzyskano w grupie pierwszej, a zmniejszenie bólu w grupie drugiej (Fahmy i wsp., 2019). W innych badaniach porównano zastosowanie samych ćwiczeń, jak i ćwiczeń z dodatkową mobilizacją odcinka lędźwiowego kręgosłupa przez fizjoterapeutę. Lepsze efekty w zakresie ruchomości kręgosłupa i ustąpienia dolegliwości bólowych zaobserwowano w grupie, w której zastosowano oprócz ćwiczeń także terapię manualną (Verma i wsp., 2013). Natomiast Gobbo i wsp. (2019) dowiedli, że stosowanie odpowiednich ćwiczeń przynosi pozytywne efekty wśród pracowników biurowych. Ćwiczenia proponowane przez tych autorów, wpłynęły zarówno na polepszenie zakresu ruchomości kręgosłupa, jak i zmniejszenie występowania dolegliwości bólowych. W efekcie zastosowanego autorskiego programu ćwiczeń prezentowanego w tej pracy, który pomimo tego, że głównie miał wpływać na wielkość strzałkowych krzywizn kręgosłupa, zarówno w grupie eksperymentalnej, jak i kontrolnej ruchomość odcinka lędźwiowego kręgosłupa uległa poprawie (ryc. 53, 54, 57, 58). Można stąd wnosić, że ćwiczenia, które mają w założeniu wpływ na korekcję krzywizny kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, niezależnie od kierunku tej korekcji (zmniejszenia czy zwiększenia krzywizny), są jednocześnie ćwiczeniami zwiększającymi ruchomość kręgosłupa w tej płaszczyźnie.

V 3. Związek pomiędzy BMI, krzywiznami i ruchomością kręgosłupa a poziomem bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa

Badania własne nie wykazały związku wskaźnika masy ciała (BMI) z poziomem odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa zarówno w grupie eksperymentalnej, jak i kontrolnej (tab. 4 i 5). Natomiast warto podkreślić, że warunkiem włączenia do grupy badawczej było uzyskanie prawidłowego wskaźnika BMI (18,5 – 24,99 kg/m²). Dane literaturowe potwierdzają natomiast występowanie zależności BMI i występowania dolegliwości bólowych kręgosłupa, ale w przypadku nadwagi i otyłości (BMI \geq 25) (Heuch i wsp., 2010 i 2013), co potwierdza założenie dotyczące ryzyka występowania dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa wśród osób z nadwagą i otyłością (Shiri i wsp., 2010; Zhang i wsp., 2018).

Oдноśnie założenia wpływu wielkości krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej na poziom odczuwanego bólu w dolnym odcinku kręgosłupa, badania własne nie wykazały istotnych związków w tym zakresie (tab. 4 i tab. 5). Jedynie w przypadku grupy eksperymentalnej, przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń stwierdzono odwrotną zależność kąta kifozy piersiowej i zakresu wyprostu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa z poziomem odczuwanego bólu w dolnym odcinku kręgosłupa (ryc. 59). W związku z tym nie potwierdzono przypuszczenia, że występowanie hiperlordozy lub hipolordozy lędźwiowej (warunek włączenia do grup badawczych) miało istotny związek z występowaniem dolegliwości bólowych kręgosłupa, na co wskazywały dane z piśmiennictwa (Adams i Freeman; 2010; McKenzie, 2011; Been i Kalichman, 2014; Chun i wsp., 2017; Zwierzchowska i Tuz, 2018).

Jednakże potwierdzono inną zależność. Dolegliwościom bólowym dolnego odcinka kręgosłupa bardzo często towarzyszy ograniczona ruchomość w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (Klein i wsp., 1991; Evcik i Yucel; 2003; Hawrylak i wsp., 2004; Dobosiewicz, 2006; Vaisy i wsp., 2015; Coyle i wsp., 2017; Sonvivo i wsp., 2019). Wyniki niniejszej pracy potwierdzają występowanie takiej zależności. Wykazano ujemne, przeciętne i bardzo wysokie istotne statystycznie korelacje pomiędzy poziomem intensywności odczuwanego bólu a całkowitą ruchomością w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (zgięcie i wyprostu) w płaszczyźnie strzałkowej, zarówno przed rozpoczęciem programu ćwiczeń, jak i po jego zakończeniu, ale tylko w grupie kontrolnej. Przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń zaobserwowano przeciętną istotną statystycznie ujemną korelację pomiędzy poziomem intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa a zakresem zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa podobnie jak po zakończeniu programu ćwiczeń ($r = -0,43$ 'przed' i $r = -0,49$ 'po'; tab. 5). W grupie eksperymentalnej również zanotowano ujemny i przeciętny, ale nieistotny związek pomiędzy tymi samymi wynikami, przed zajęciami ($r = -0,36$; tab. 4), ale po cyklu zajęć związek ten okazał się słaby i także nieistotny ($r = 0,12$; tab. 4). Oznaczałoby to, że ćwiczenia stosowane zgodnie z diagnozą zmniejszają zależność pomiędzy zakresem zgięcia kręgosłupa a deklarowanym poziomem bólu, natomiast ćwiczenia niedostosowane do diagnozy nie wykazały podobnego efektu. Zależność ta w grupie kontrolnej pozostała po cyklu zajęć na przeciętnym poziomie podobnie, jak przed zajęciami. Można więc konkludować, że mniejszy/ograniczony zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa warunkuje wyższy poziom odczuwania bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, jak twierdzą również inni autorzy (Vaisy i wsp., 2015; Coyle i wsp., 2017). Należy jednak zwrócić uwagę na

to, że zarówno przed, jak i po zakończeniu projektu badawczego, badani z grupy eksperymentalnej wykazywali lepszą ruchomość w zgięciu odcinka lędźwiowego w porównaniu do grupy kontrolnej oraz to, że po 3-miesięcznym programie ćwiczeń w grupie eksperymentalnej ponad połowa (18 badanych) nie odczuwała w ogóle dolegliwości bólowych w odcinku lędźwiowym kręgosłupa.

Przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń zaobserwowano bardzo wysoką istotnie statystyczną ujemną korelację pomiędzy poziomem intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa a wyprostem odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej ($r = -0,81$; tab.5). W grupie eksperymentalnej korelacja ta była również istotna statystycznie i ujemna, na poziomie wysokim ($r = -0,52$; tab. 4), chociaż niższym niż w grupie kontrolnej. Można więc wnioskować generalnie, że mniejszy zakres wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa może być powodem wyższego poziomu odczuwanego bólu w tym odcinku (Wong i Lee, 2004; Ogundele, 2015). Natomiast po zakończeniu projektu badawczego stwierdzono także bardzo wysoką istotną statystycznie ujemną korelację pomiędzy poziomem odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa a wyprostem odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej, chociaż nieco niższą niż przed zajęciami ($r = -0,70$; tab. 5). W grupie eksperymentalnej ta sama korelacja po 3-miesięcznym cyklu zajęć wg autorskiego programu była słaba, ujemna i nieistotna statystycznie ($r = -0,19$; tab. 4). Oznacza to, że stosowanie tych samych ćwiczeń dla wszystkich ćwiczących niezależnie od wstępnej diagnozy nie przyniosło żadnej wyraźnej zmiany uwarunkowania bólu kręgosłupa w odniesieniu do stanu przed zajęciami, ale taki efekt zanotowano w grupie eksperymentalnej. Jednakże należy zwrócić uwagę na to, że w grupie eksperymentalnej po zakończeniu ćwiczeń można było zaobserwować lepsze wyniki zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa niż w grupie kontrolnej, jak również to, że w grupie eksperymentalnej osiągnięto lepszy efekt przeciwbólowy ćwiczeń niż w grupie kontrolnej, co mogło przełożyć się na zmniejszenie znaczenia zakresu wyprostu, jako jednego z powodów do odczuwania bólu. Według norm AMA (Doerge, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa powinien wynosić 60 stopni lub więcej, a zakres wyprostu 25 stopni. W wyniku zastosowania 3- miesięcznego programu ćwiczeń zakres ruchomości kręgosłupa w odcinku lędźwiowym kręgosłupa uległ nieznacznej poprawie zarówno w grupie eksperymentalnej, jak i kontrolnej, ale to w grupie eksperymentalnej poziom bólu przestał wykazywać związek z ruchomością kręgosłupa w ruchu do tyłu po zakończeniu autorskiego programu ćwiczeń.

Na powyżej opisane wyniki mogło mieć wpływ to, w jakich pozycjach były dokonywane pomiary. Pomiar zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa odbywał się w pozycji stojącej poprzez wykonanie jak najgłębszego skłonu tułowia w przód, a pomiar wyprostowania w odcinku lędźwiowym kręgosłupa odbywał się w pozycji leżenia przodem i podparciem kończyn górnych blisko klatki piersiowej, a badane wykonywały skłon tułowia w tył poprzez wyprost ramion. W związku z tym może pojawić się następujące pytanie: dlaczego w autorskim programie ćwiczeń nie uwzględniono ćwiczeń w tych ww. pozycjach, jako ćwiczeń rozciągających? Mogłoby to wpłynąć na lepsze rezultaty w zakresie ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Ćwiczenia te, nie były stosowane celowo, ponieważ zakres ruchu skłonu tułowia w przód z wyprostowanymi stawami kolanowymi jest zależny od elastyczności mięśni prostowników stawu biodrowego, a także mięśni prostowników grzbietu (szczególnie w odcinku lędźwiowym kręgosłupa). Rozciąganie mięśni prostowników stawu biodrowego nie jest zalecane dla osoby z hiperlordozą, bo napięcie tej grupy mięśni wpływa korzystnie na korekcję – zmniejszenie kąta przodopochylenia miednicy – więc należy te mięśnie wzmacniać a nie rozciągać. Z kolei zalecane jest rozciąganie mięśni grzbietu zwłaszcza w odcinku lędźwiowym, co można by uzyskać w skłonie tułowia w przód w pozycji na zgiętych stawach kolanowych. Ćwiczenie podobne uwzględniające to zalecenie znalazło się w zestawie autorskiego programu ćwiczeń. Odwrotne zalecenie, co do rozciągania mięśni grupy tylnej uda, dotyczy osób, które charakteryzują się hipolordozą i zmniejszonym kątem przodopochylenia miednicy. Natomiast pozycja wyprostowania tułowia (skłonu tułowia w tył) z leżenia przodem pogłębia kąt lordozy lędźwiowej, co jest przeciwwskazane przy zdiagnozowanej hiperlordozie. W związku z tym w autorskim programie ćwiczeń nie zawarto specjalnych ćwiczeń poprawiających ruchomość kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej (większość badanych nie byłaby w stanie wykonywać tych ćwiczeń bez bólu), ale przewidziano, że odpowiednie ćwiczenia siłowe i rozciągające mogą w efekcie poprawiać ruchomość kręgosłupa. Ocena ruchomości kręgosłupa w odcinku lędźwiowym w niniejszych badaniach była oceniana jedynie przez pryzmat dolegliwości bólowych kręgosłupa.

Zatem korzystając z wiedzy anatomicznej, znajomości funkcji mięśni odpowiedzialnych za ustawienie miednicy w płaszczyźnie strzałkowej, a tym samym warunkującej wielkość kąta lordozy lędźwiowej w naturalnej pozycji stojącej, można odpowiednio dobrać ćwiczenia, które będą miały na celu zmniejszenie lub zwiększenie krzywizny kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej w odcinku lędźwiowym, zależnie od diagnozy. Autorski program ćwiczeń uwzględnia te uwarunkowania. Inne ćwiczenia w, opisywanym w tej pracy, programie zostały

zaproponowane dla osób ze zdiagnozowaną hiperlordozą, a inne dla osób z hipolordozą. Natomiast, grupa kontrolna wykonywała wszystkie ćwiczenia, bez uwzględnienia zdiagnozowanej wady postawy. W obu grupach, zarówno w eksperymentalnej jak i kontrolnej, poziom odczuwanego bólu w odcinku kręgosłupa obniżył się, ale lepsze efekty zostały odnotowane w grupie eksperymentalnej, która wykonywała ćwiczenia zindywidualizowane z uwzględnieniem wcześniejszej diagnozy. Ponadto program ćwiczeń został odpowiednio dobrany dla osób, które przebywają długotrwale w pozycji siedzącej. Badania zostały przeprowadzone w jednej z wrocławskich firm korporacyjnych, a kryterium włączenia do grupy badawczej obejmowało minimum 6 godzin dziennie przebywania w pozycji siedzącej. Długotrwałe przebywanie przed komputerem, a zatem przybywanie w pozycji zgięciowej kręgosłupa przez wiele godzin w ciągu doby pociąga za sobą skutki, które wcześniej czy później objawiają się bólem kręgosłupa (Spyropoulousi wsp., 2007; Damanhuri i wsp., 2014; Zemp i wsp., 2016; Szczygieł i wsp., 2016; Munir i wsp., 2018; Bontrup i wsp., 2019; Kett i Sichtung, 2020). Zatem jest to stale rosnąca grupa relatywnie młodych osób, która wymaga szczególnej uwagi. Badania potwierdzają, że bóle kręgosłupa stanowią poważny problem zarówno społeczny, jak i ekonomiczny, są najczęściej występującą przyczyną nieobecności w pracy (Ehrlich, 2003; Dagenais i wsp., 2008; Asadi i wsp., 2016; Mehrad i wsp., 2016; Moheseni-Bandpei i wsp., 2017; Filiz i Firat, 2019; Namnaqani i wsp., 2019; Shariat i wsp., 2019). W związku z tym ważne jest, by działać skutecznie w przeciwdziałaniu dolegliwościom bólowym kręgosłupa. Ćwiczenia prowadzone systematycznie w miejscu pracy mogą stanowić skuteczne rozwiązanie zmniejszenia absencji w pracy z powodów dolegliwości bólowych kręgosłupa, ale najlepsze efekty będą zauważalne w przypadku zindywidualizowanego podejścia w doborze ćwiczeń.

Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych wyników badań można sformułować odpowiedzi na postawione pytania badawcze:

1. Zastosowanie ćwiczeń odpowiednio dobranych w celu zmniejszenia lub zwiększenia kąta lordozy lędźwiowej wykazuje lepsze efekty w przeciwdziałaniu dolegliwościom bólowym kręgosłupa, niż stosowanie ćwiczeń bez uwzględnienia indywidualnego ukształtowania lordozy lędźwiowej wśród młodych kobiet pracujących w pozycji siedzącej.
2. W wyniku zastosowania indywidualnie dobranych ćwiczeń pod kątem ukształtowania lordozy lędźwiowej można zaobserwować większą poprawę w zakresie ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej w stosunku do zastosowania ćwiczeń bez uwzględnienia wielkości kąta lordozy lędźwiowej wśród młodych kobiet pracujących w pozycji siedzącej, chociaż autorski zestaw ćwiczeń nie zawiera specyficznych ćwiczeń zwiększających ruchomość kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej.
3. Wykazano lepsze efekty w działaniu mającym na celu zmniejszenie kąta kifozy piersiowej poprzez zastosowanie programu ćwiczeń uwzględniającego indywidualne ukształtowanie lordozy lędźwiowej w porównaniu do stosowania ćwiczeń bez uwzględnienia wielkości kąta lordozy lędźwiowej wśród młodych kobiet pracujących w pozycji siedzącej. Jest to dodatkowy, nieprzewidywany w założeniu, efekt zastosowania autorskiego programu ćwiczeń.
4. Nie stwierdzono różnicy w efektywności stosowania ćwiczeń odpowiednio dobranych pod kątem ukształtowania lordozy lędźwiowej w stosunku do stosowania ćwiczeń bez uwzględnienia diagnozy w działaniu na wielkość kąta lordozy lędźwiowej i kąta przodopochylenia miednicy wśród młodych kobiet pracujących w pozycji siedzącej. W obu przypadkach nastąpiła poprawa po 3-miesięcznej realizacji programu ćwiczeń. Zarówno w grupie eksperymentalnej, jak i kontrolnej wielkość kąta lordozy lędźwiowej w większości mieściła się w normie (przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń u wszystkich badanych stwierdzono hiperlordozę lub hipolordozę).

5. Stwierdzono zależność pomiędzy występowaniem dolegliwości bólowych kręgosłupa a ograniczeniami w zakresie ruchomości odcinka lędźwiowego kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, ale zastosowanie autorskiego programu ćwiczeń dopasowanych do indywidualnych potrzeb uczestniczek zajęć znosi tą zależność.

Konkluzja

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono zasadność stosowania zindywidualizowanego programu ćwiczeń w przeciwdziałaniu dolegliwościom bólowym kręgosłupa w celu uzyskiwania lepszych efektów przeciwbólowych. Mając na uwadze zdrowie i bezpieczeństwo ludzi bardzo ważne jest, by stosując się do zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia, w których duży nacisk kładzie się na fizjoterapię, w doborze ćwiczeń, kierować się także ukształtowaniem krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej. Mając do dyspozycji szeroki wachlarz różnych ćwiczeń, które stosuje się w dolegliwościach bólowych kręgosłupa, należy pamiętać, że same dolegliwości bólowe mogą leżeć u podnóża wadliwie ukształtowanej lordozy lędźwiowej. Nie powinno się wszystkich traktować jednakowo i z góry zakładać, że ból kręgosłupa jest związany tylko z hiperlordozą lub tylko z hipolordozą. Zarówno zniesione, jak i zbyt pogłębione krzywizny kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej mogą być przyczyną dolegliwości w codziennym życiu. Zatem opierając się na anatomii funkcjonalnej powinno się odpowiednio dobierać ćwiczenia, które będą miały za zadanie odpowiednio oddziaływać na mięśnie, które wpływają na wielkość kąta lordozy lędźwiowej.

Autorski program ćwiczeń, który został wykorzystany w badaniach sprawdził się dla osób pracujących w pozycji siedzącej. Może stanowić on dobrą propozycję zapobiegania dolegliwościom bólowym kręgosłupa, które są coraz częściej spotykane szczególnie wśród osób pracujących w pozycji siedzącej. Może być stosowany w różnych firmach korporacyjnych w przerwach od pracy w celu dbania o zdrowie i samopoczucie pracowników. Nie bez znaczenia jest tutaj także świadomość prowadzącego zajęcia, który będzie zawsze mógł odpowiednio skorygować ćwiczących i zwrócić uwagę, by każde ćwiczenie było wykonywane z zachowaniem prawidłowej techniki ruchu, tak by z powodzeniem odnosić zamierzone efekty przeciwbólowe.

PIŚMIENICTWO

1. Abdel S.C., Maher C.G., Williams K.A., McLachlan A.J. Interventions available over the counter and advice for acute low back pain: systematic review and meta-analysis. *The Journal of Pain* 2014; 15 (1):2–15. DOI: 10.1016/j.jpain.2013.09.016
2. Adams M., Freeman B.J.C. *Biomechanika bólu kręgosłupa*, Warszawa 2010.
3. Airaksinen O., Brox J.I., Cedraschi C., Hildebrandt J., Klüber-Moffett J., Kovacs F., Mannion A.F., Reis S., Staal J.B., Ursin H., Zanoli G. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal* 2006, 15 (S2): 192-300. DOI: 10.1007/s00586-006-1072-1
4. Akkarakittichoke N., Janwantanakul P. Seat Pressure Distribution Characteristics During 1 Hour Sitting in Office Workers With and Without Chronic Low Back Pain. *Safety and Health at Work* 2017; 8(2): 212–219. DOI: 10.1016/j.shaw.2016.10.005
5. Akuthota V., Ferreiro A., Moore T., Fredericson M. Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports* 2008; 7(1): 39-44. DOI: 10.1097/01.csmr.0000308663.13278.69
6. Alhakami A.M., Davis S., Qasheesh M., Shaphe A., Chahal A. Effects of McKenzie and stabilization exercises in reducing pain intensity and functional disability in individuals with nonspecific chronic low back pain: a systematic review. *Journal of Physical Therapy Science* 2019; 31(7): 590–597. DOI: 10.1589/jpts.31.590
7. Anderson B.D. *Randomized clinical trial comparing active versus passive approaches to the treatment of recurrent and chronic low back pain*. University of Miami 2005.
8. Arab A.M., Haghghat A., Amiri Z., Khosravi F. Lumbar lordosis in prone position and prone hip extension test: comparison between subjects with and without low back pain. *Chiropractic & Manual Therapies* 2017; 25 (1). DOI: 10.1186/s12998-017-0139-x
9. Areeudomwong P., Wongrat W., Neammesri N., Thongsakul T. A randomized controlled trial on the long-term effects of proprioceptive neuromuscular facilitation training, on pain-related outcomes and back muscle activity, in patients with chronic low back pain. *Musculoskeletal Care*. 2017;15(3):218-229. DOI: 10.1002/msc.1165
10. Asadi P., Monsef Kasmaei.V., Zia Ziabari S.M., Zohrevandi B. The prevalence of low back pain among nurses working in Poursina hospital in Rasht, Iran. *Journal of Emergency Practice and Trauma* 2016;2 (1):11-15. DOI: 10.15171/jept.2015.01
11. Atchison J.W., Vincent H.K. Obesity and low back pain: relationships and treatment. *Pain Management* 2012; 2(1), 79–86. DOI:10.2217/pmt.11.64

12. Axler C.T., McGill S.M. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1997; 29(6): 804-811. DOI: 10.1097/00005768-199706000-00011
13. Barone Gibbs B., Hergenroeder A.L., Perdomo S.J., Kowalsky R.J., Delitto A., Jakicic J.M. Reducing sedentary behaviour to decrease chronic low back pain: the stand back randomised trial. *Occupational and environmental medicine* 2018; 75(5):321-327. DOI: 10.1136/oemed-2017-104732
14. Battié M.C., Videman T., Parent E. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic influences. *Spine* 2004; 29(23):2679-2690. DOI: 10.1097/01.brs.0000146457.83240.eb
15. Beckers L., Bekaert J. The role of lordosis. *Acta orthopaedica Belgica* 1991; 57 (1):198-202.
16. Been E., Kalichman L. Lumbar lordosis. *The Spine Journal* 2014; 14 (1), 87-97. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.07.464
17. Bhadauria E.A., Gurudut P. Comparative effectiveness of lumbar stabilization, dynamic strengthening, and Pilates on chronic low back pain: randomized clinical trial. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2017; 13(4): 477-485. DOI:10.12965/jer.1734972.486
18. Bibrowicz K., Bibrowicz B., Asymetria położenia i ruchomości obręczy biodrowej osób z i bez dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa. W: *Kierunki rozwoju neurofizjologii klinicznej, fizjoterapii i terapii manualnej* red Huber J., Wytrążek M., Kabsch A., UM Poznań, 2010: 145-154.
19. Bibrowicz K., Osińska M. Charakterystyka wielkości i ocena zależności pomiędzy pochyleniem miednicy w płaszczyźnie strzałkowej a wielkością przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa u uczniów w wieku 13, 14, 15 lat. *Zeszyty Promocji Rehabilitacji, Ortopedii, Neurofizjologii i Sportu – IRONS, PAN – Oddział w Poznaniu, Komisja Rehabilitacji i Integracji Społecznej* 2012, 1: 66-75.
20. Bibrowicz K. Duometr – nowe możliwości pomiarów położenia i ruchomości obręczy biodrowej. *Rehabilitacja w praktyce* 2014, 4: 54-59.
21. Bláfoss R., Aagaard P., Andersen L.L. Physical and psychosocial work environmental risk factors of low-back pain: protocol for a 1 year prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2019; 20 (1): 626. DOI: 10.1186/s12891-019-2996-z
22. Boden S.D., Davis D.O., Dina T.S., Patronas N.J., Wiesel S.W. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 1990; 72(3):403-8.

23. Boissière L., Bourghli A., Vital J.M., Gille O., Obeid I. The lumbar lordosis index: a new ratio to detect spinal malalignment with a therapeutic impact for sagittal balance correction decisions in adult scoliosis surgery. *European Spine Journal* 2013; 22(6): 1339–1345.
DOI: 10.1007/s00586-013-2711-y
24. Boisson M., Lefèvre-Colau M.M., Rannou F., Nguyen C. Active Discopathy: A Clinical Reality. *RMD Open* 2018; 4(1): e000660. DOI: 10.1136/rmdopen-2018-000660
25. Bontrup C., Taylor W.R., Fliesser M., Visscher R., Green T., Wippert P.M., Zemp R. Low back pain and its relationship with sitting behaviour among sedentary office workers. *Applied Ergonomics* 2019; 81: 102894. DOI: 10.1016/j.apergo.2019.102894
26. Boocock M.G., Jackson J.A., Burton A.K., Tillotson K.M. Continuous measurement of lumbar posture using flexible electrogoniometers. *Ergonomics* 1994; 37(1): 175–185.
DOI: 10.1080/00140139408963636
27. Borenstein D.G., O'Mara J.W., Boden S.D., Lauerman W.C., Jacobson A., Platenberg C., Schellinger D., Wiesel S.W. The value of magnetic resonance imaging of the lumbar spine to predict low-back pain in asymptomatic subjects: a seven-year follow-up study. *Journal of Osteopathic Medicine* 2001; 4(2): 71–72. DOI: 10.1016/s1443-8461(01)80029-0
28. Brown D. E., Neumann R. D.: *Sekrety Ortopedii*. Wrocław 2006.
29. Buchbinder R., van Tulder M., Öberg B., Costa L.M., Woolf A., Schoene M., Croft P. Low Back Pain: A Call for Action. *The Lancet* 2018; 391 (10137), 2384-2388. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30488-4
30. Celik S., Celik K., Dirimese E., Taşdemir N., Arik T., Büyükkara I. Determination of Pain in Musculoskeletal System Reported by Office Workers and the Pain Risk Factors. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2018; 31 (1), 91-111.
DOI: 10.13075/ijomeh.1896.00901
31. Chang D.G., Holt J.A., Sklar M., Groessl E.J. Yoga as a treatment for chronic low back pain: A systematic review of the literature. *Journal of Orthopaedic Rheumatology* 2016; ; 3(1): 1–8.
32. Chen Y.L, Chen W.J, Chiou W.K. An alternative method for measuring scoliosis curvature. *Orthopedics*. 2007;30 (10):828–831. DOI: 10.3928/01477447-20071001-01.
33. Chenot J.F., Greitemann B., Kladny B., Petzke F., Pflingsten M., Schorr S.G., Non-Specific Low Back Pain. *Deutsches Ärzteblatt International* 2017; 114(51-52): 883–890. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0883

34. Cho I.Y., Park S. Y., Park J.H., Kim T.K., Jung T.W., Lee H.M. The Effect of Standing and Different Sitting Positions on Lumbar Lordosis: Radiographic Study of 30 Healthy Volunteers. *Asian Spine Journal* 2015a; 9(5): 762–769. DOI: 10.4184/asj.2015.9.5.762
35. Cho I., Jeon C., Lee S., Lee D., Hwangbo G. Effects of lumbar stabilization exercise on functional disability and lumbar lordosis angle in patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science* 2015b; 27(6): 1983–1985. DOI: 10.1589/jpts.27.1983
36. Chou R., Qaseem A., Snow V., Casey D., Cross J.T., Shekelle P., Owens D.K. 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* 2007; 147 (7), 478-491. DOI: 10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006
37. Chun S.W., Lim C.Y., Kim K., Hwang J., Chung S.G. The relationships between low back pain and lumbar lordosis: a systematic review and meta-analysis. *The spine journal: official journal of the North American Spine Society* 2017; 17(8):1180-1191. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.04.034.
38. Cocchiarella L., Anderson G.B.J. *Guides to the Evaluation of Permanent Impairment*. 5th ed. Chicago: American Medical Association 2001.
39. Colloca C.J., Hinrichs R.N. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2005; 28(8):623-31. DOI:10.1016/j.jmpt.2005.08.005
40. Coyle P.C., Velasco T., Sions J.M., Hicks G.E. Lumbar Mobility and Performance-Based Function: An Investigation in Older Adults With and Without Chronic Low Back Pain. *Pain Med* 2017; 18 (1), 161-168. DOI: 10.1093/pm/pnw136
41. Crowell R.D, Cummings G.S, Walker J.R, Tillman L.J. Intratester and intertester reliability and validity of measures of innominate bone inclination. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1994.; 20(2):88-97.
42. Cyfrowy Pochyłomierz Saundersa. Instrukcja obsługi. Technomex, Sp.z O.O. Gliwice.
43. Czaprowski D., Kędra A., Sitarski D. Podstawa bezpiecznych ćwiczeń: neutralna pozycja dolnego kręgosłupa i miednicy. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne* 2011, R.58,(9): 30-3.
44. Czaprowski D., Pawłowska P., Gębicka A., Sitarski D., Kotwicki T. Powtarzalność, zgodność i rzetelność pomiaru krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa z wykorzystaniem inklinometru cyfrowego Saundersa. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2012;2(6); Vol.14: 145-153.
45. Czaprowski D., Leszczewska J., Sitarski D. Czy istnieje „idealna” pozycja siedząca? *Postępy Rehabilitacji* 2014, 3: 47-54.

46. Czaprowski D., Stoliński Ł., Tyrakowski M., Kozinoga M., Kotwicki T. Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. *Scoliosis and Spinal Disorders* 2018; 13:6.
47. Dagdia L., Kokabu T., Ito M., Classification of Adult Spinal Deformity: Review of Current Concepts and Future Directions. *Spine Surgery and Related Research* 2019; 3(1): 17–26. DOI: 10.22603/ssrr.2017-0100
48. Dagenais S., Caro J., Haldeman S. A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. *The Spine Journal* 2008, 8(1):8-20. DOI: 10.1016/j.spinee.2007.10.005
49. Dahm K.T., Brurberg K.G., Jamtvedt G., Hagen K.B. Advice to Rest in Bed Versus Advice to Stay Active for Acute Low-Back Pain and Sciatica. *The Cochrane Database of Systematic Review* 2010; 16(6), CD007612. DOI: 10.1002/14651858.CD007612.pub2
50. Damanhuri Z., Zulkifli A., Lau ACT., Zainuddin H. Low back pain among office workers in a public university in Malaysia. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences* 2014; 1(1):99-108.
51. Damasceno LH, Catarin SR, Campos AD, Defino HL. Lordose lombar: estudo dos valores angulares e da participacao dos corpos vertebrais e discos intervertebrais. *Acta Ortopédica Brasileira* 2006;14 (4):193-8.
52. Dario A.B., Ferreira M.L., Refshauge K.M., Lima T.S., Ordoñana J.R., Ferreira P.H. The relationship between obesity, low back pain, and lumbar disc degeneration when genetics and the environment are reconsidered: a systematic review of twin studies. *The Spine Journal* 2015; 1;15(5):1106-17. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.02.001
53. Debrunner H.U. The Kyphometer. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete.* 1972; 110:389–92.
54. De Carvalho D.E., Soave D., Ross K., Callaghan J.P. Lumbar spine and pelvic posture between standing and sitting: a radiologic investigation including reliability and repeatability of the lumbar lordosis measure. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 2010; 33(1):48-55. DOI: 10.1016/j.jmpt.2009.11.008
55. Dobosiewicz K. Niespecyficzny ból kręgosłupa u dzieci i młodzieży – uwarunkowania biomechaniczne oraz psychospołeczne. *Neurologia dziecięca* 2006; 30: 51-57.
56. Doege T.C, Association A.M, Houston T.P. Guides to the evaluation of permanent impairment. 4th ed. Chicago: American Medical Association 1993.
57. Drabik J. Trening zdrowotny a trening sportowy. *Promocja Zdrowia. Nauki Społeczne i Medycyna.* 1997, 4(12-13): 126-135.

58. Dunstan D.W., Howard B., Healy G.N., Owen N. Too much sitting – A health hazard. *Diabetes Research and Clinical Practice* 2012; 97(3): 368–379. DOI:10.1016/j.diabres.2012.05.020
59. Duthey B. Update on 2004 Background Paper, BP 6.24 Low back pain. Geneva: World Health Organization 2013.
60. Dydyk A.M., Sapra A. *Williams Back Exercises*. Stat. Pearls Publishing, Treasure Island (FL)
61. Ehrlich G.E. Low back pain. *Bulletin of the World Health Organization* 2003, 81(9):671
62. Evcik D., Yücel A. Lumbar lordosis in acute and chronic low back pain patients. *Rheumatology International* 2003; 23(4):163-165. DOI 10.1007/s00296-002-0268-x
63. Fahmy E., Shaker H., Ragab W., Helmy H., Gaber M. Efficacy of spinal extension exercise program versus muscle energy technique in treatment of chronic mechanical low back pain. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery* 2019; 55: 77. DOI: 10.1186/s41983-019-0124-5
64. Fairbank JC., Couper J., Davies JB, O'Brien JP. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 1980, 66 (8): 271-273.
65. Fassina A., Rubinacci A., Tessari L. Muscular contracture as a component of low back pain: evaluation criteria and significance of relaxant therapy. *International Journal of Clinical Pharmacology Research* 1986; 6(6):501-7.
66. Fatemi R., Javida M., Najafabadi E.M. Effects of William training on lumbosacral muscles function, lumbar curve and pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2015; 28(3): 591–597. DOI 10.3233/BMR-150585
67. Feng Q., Wang M., Zhang Y., Zhou Y. The effect of a corrective functional exercise program on postural thoracic kyphosis in teenagers: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* 2018; 32 (1): 48-56. DOI: 10.1177/0269215517714591
68. Fernard R., Fox DE. Evaluation of lumbar lordosis. *Spine* 1985; 10(9): 799-803.
69. Filiz M.B., Firat S.C. Effects of Physical Therapy on Pain, Functional Status, Sagittal Spinal Alignment, and Spinal Mobility in Chronic Non-specific Low Back Pain. *The Eurasian Journal of Medicine* 2019, 51(1): 22–26. DOI:10.5152/eurasianjmed.2018.18126
70. Fortin M., Macedo L.G. Multifidus and Paraspinal Muscle Group Cross-Sectional Areas of Patients With Low Back Pain and Control Patients: A Systematic Review With a Focus on Blinding. *Physical Therapy* 2013; 93(7): 873–888. DOI: 10.2522/ptj.20120457
71. Fortuna M. *Trening zdrowotny w wybranych chorobach kardiologicznych*; Jelenia Góra 2012

72. Foster N.E., Anema J.R., Cherkin D., Chou R., Cohen S.P., Gross D.P., Ferreira P.H., Fritz J.M., Koes B.W., Peul W., Turner J.A., Maher C.G. Prevention and Treatment of Low Back Pain: Evidence, Challenges, and Promising Directions. *The Lancet* 2018; 391 (10137), 2368-2383. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30489-6
73. Freeman M.D., Woodham M.A., Woodham A.W. The Role of the Lumbar Multifidus in Chronic Low Back Pain: A Review. *PM&R* 2010; 2 (2), 142-146. DOI: 10.1016/j.pmrj.2009.11.006
74. Garczyński W., Lubkowska A., Dobek A., Andryszczyk M. Wpływ aplikacji kinesiologitapingutechnikamięśniowąnazakresruchomościłędźwiowego odcinka kręgosłupa oraz subiektywne odczuwanie natężenia bólu chorych z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa. *Pomeranian Journal of Sciences* 2014; 60(2): 19-24.
75. Gawinek M., Kiljan W. Terapia bólów kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym metodą Robina McKenziego. Wydawnictwo „Rewera” 2001.
76. Gaździk T. S. Ortopedia i traumatologia. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydawnictwo Lekarskie Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 2002.
77. Gilgil E., Kaçar C., Bütün B., Tuncer T., Urhan S., Yildirim C., Sünbülöglü G., Arıkan V., Tekeoğlu I., Oksüz M.C., Dündar U. Prevalence of low back pain in a developing urban setting. *Spine* 2005; 30(9):1093-1098. DOI: 10.1097/01.brs.0000161007.46849.4c
78. Główny Urząd Statystyczny, Zdrowie i zachowanie zdrowotne mieszkańców Polski w świetle Europejskiego Ankietyowego Badania Zdrowia (EHIS) 2014 r. Notatka informacyjna, Warszawa, 2015, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/zdrowie-i-zachowania-zdrowotne-mieszkanow-polski-w-swietle-badania-ehis-2014>
79. Gobbo S., Bullo V., Bergamo M., Duregon F., Vendramin B., Battista F., Roma E., Bocalini D.S., Rica R.L., Alberton C.L., Cruz-Diaz D., Priolo G., Pancheri V., Maso S., Neunhaeuserer D., Ermolao A., Bergamin M. Physical Exercise Is Confirmed to Reduce Low Back Pain Symptoms in Office Workers: A Systematic Review of the Evidence to Improve Best Practices in the Workplace. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2019; 4(3), 43. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk4030043>
80. Gondhalekar G.A., Kumar S.P., Eapen C., Mahale A. Reliability and validity of standing back extension test for detecting motor control impairment in subjects with low back pain. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2016; 10 1: KC07– KC11. DOI: 10.7860/JCDR/2016/14987.7142

81. Gonzalez-Galvez N., Gea-García G.M., Marcos-Pardo P.J. Effects of exercise programs on kyphosis and lordosis angle: A systematic review and metaanalysis. *PLOS ONE* 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0216180
82. Gordon R., Bloxham S. A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthcare* 2016; 4(2): 22. DOI: 10.3390/healthcare4020022
83. Greendale G.A., Nili N.S., Huang M.H., Seeger L., Karlamangla A.S. The Reliability and Validity of Three Non-Radiological Measures of Thoracic Kyphosis and Their Relations to the Standing Radiological Cobb Angle. *Osteoporosis International* 2011; 22(6): 1897–1905. DOI: 10.1007/s00198-010-1422-z
84. Hanna F., Daas R.N., El-Shareif T.J., Al-Marridi H.H., Al-Rojoub Z.M., Adegboye O.A. The Relationship Between Sedentary Behavior, Back Pain, and Psychosocial Correlates Among University Employees. *Frontiers in Public Health* 2019; 7: 80. DOI: 10.3389/fpubh.2019.00080
85. Hartvigsen J., Hancock M.J., Kongsted A., Louw Q., Ferreira M.L., Genevay S. Hoy D., Karppinen J., Pransky G., Sieper J., Smeets R.J., Underwood M. What Low Back Pain Is and Why We Need to Pay Attention. *The Lancet* 2018; 391 (10137), 2356-2367. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30480-X
86. Hawker G.A., Mian S., Kendzerska T., French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale. *Arthritis Care and Research* 2011; 63(S11): 240–252. DOI:10.1002/acr.20543
87. Hawrylak A., Skolimowski T., Barczyk K., Wójtowicz D. Ruchomość kręgosłupa lędźwiowego u osób z bólami dolnego odcinka kręgosłupa. *Fizjoterapia Polska* 2004; 4(2): 100-106.
88. Henry S.M., Van Dillen L.R., Trombley A.R., Dee J.M., Bunn J.Y. Reliability of Novice Raters in Using the Movement System Impairment Approach to Classify People With Low Back Pain. *Manual Therapy* 2013; 18(1): 35–40. DOI: 10.1016/j.math.2012.06.008
89. Heuch, I., Hagen, K., Heuch, I., Nygaard, Ø., Zwart, J.-A. The Impact of Body Mass Index on the Prevalence of Low Back Pain. *Spine* 2010; 35(7): 764–768. DOI:10.1097/brs.0b013e3181ba1531
90. Heuch, I., Heuch, I., Hagen, K., Zwart, J.-A. Body Mass Index as a Risk Factor for Developing Chronic Low Back Pain. *Spine* 2013; 38(2): 133–139. DOI:10.1097/brs.0b013e3182647af2

91. Hides J., Wilson S., Stanton W., McMahon S., Keto H., McMahon K., Bryant M., Richardson C. An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during "drawing-in" of the abdominal Wall. *Spine* 2006; 31(6): 175-178. DOI:10.1097/01.brs.0000202740.86338.df
92. Hochschild J. Anatomia funkcjonalna dla fizjoterapeutów, Wrocław 2018.
93. Hosseinifar M., Akbari M., Behtash H., Amiri M., Sarrafzadeh J. The Effects of Stabilization and Mckenzie Exercises on Transverse Abdominis and Multifidus Muscle Thickness, Pain, and Disability: A Randomized Controlled Trial in Non Specific Chronic Low Back Pain. *Journal of Physical Therapy Science* 2013; 25(12): 1541–1545. DOI: 10.1589/jpts.25.1541
94. Hosseinifar M., Ghiasi F., Akbari A., Ghorbani M. The effect of stabilization exercises on lumbar lordosis in patients with low back pain. *Annals of Tropical Medicine and Public Health* 2017; 10:1779–84.
95. Hunter D.J., Rivett D.A., McKiernan S., Weerasekara I., Snodgrass S.J. Is the inclinometer a valid measure of thoracic kyphosis? A cross-sectional study. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2018; 22(4): 310–317. DOI: 10.1016/j.bjpt.2018.02.005
96. Ignasiak Z. Anatomia układu ruchu. Wrocław 2015.
97. Ikeda J.P, Crawford P.B, Woodward-Lopez G. BMI screening in schools: helpful or harmful. *Health Education Research* 2006; 21(6): 761-769. DOI:10.1093/her/cyl144
98. Iwańczyk K., Lemiesz G., Czaprowski D. Trening stabilizacji kompleksu lędźwiowo-miedniczo-biodrowego. *Praktyczna Fizjoterapia & Rehabilitacja* 2013, 42: 5-10.
99. Jackson M., Solomonow M., Zhou B., Baratta R.V., Harris M. Multifidus EMG and Tension–Relaxation Recovery After Prolonged Static Lumbar Flexion. *Spine* 2001; 26(7): 715–723. DOI:10.1097/00007632-200104010-00003
100. Jagucka-Mętel W., Machoy-Mokrzyńska A., Nowicki A., Figeland A., Sobolewska E. Dolegliwości bólowe odcinka lędźwiowo-krzyżowego wynikające z zaburzenia lordozy lędźwiowej. *Pomeranian Journal of Life Sciences* 2017; 63(1): 20-23.
101. Janik B. Pilates – prawdziwa siła od środka. Szczecin 2004.
102. Javadian Y., Akbari M., Talebi G., Taghipour-Darzi M., Janmohammadi N. Influence of core stability exercise on lumbar vertebral instability in patients presented with chronic low back pain: A randomized clinical trial. *Caspian Journal of Internal Medicine* 2015; 6(2): 98–102.
103. Józefowski P., Kołcz-Trzęsicka A., Żurowska A. Zdrowy kręgosłup, Warszawa 2015.

104. Kamali F., Shirazi S.A., Ebrahimi S., Mirshamsi M., Ghanbari A. Comparison of Manual Therapy and Exercise Therapy for Postural Hyperkyphosis: A Randomized Clinical Trial. *Physiotherapy Theory and Practice* 2016; 32 (2), 92-7. DOI: 10.3109/09593985.2015.1110739
105. Kang J.H., Park R.Y., Lee S.J., Kim J.Y., Yoon S.R., Jung K.L. The effect of the forward head posture on postural balance in long time computer based worker. *Annals of Rehabilitation Medicine* 2012; 36(1): 98–104. DOI:10.5535/arm.2012.36.1.98
106. Kasperczyk T. *Wady postawy ciała – diagnostyka i leczenie*. Kraków 2004.
107. Katzman W.B., Vittinghoff E., Lin F., Schafer A., Long R.K., Wong S., Gladin A., Fan B., Allaire B., Kado D.M., Lane N.E. Targeted spine strengthening exercise and posture training program to reduce hyperkyphosis in older adults: results from the study of hyperkyphosis, exercise, and function (SHEAF) randomized controlled trial. *Osteoporosis International* 2017a; 28(10): 2831–2841. DOI:10.1007/s00198-017-4109-x
108. Katzman W.B., Parimi N., Gladin A., Poltavskiy E.A., Schafer A.L., Long R.K., Fan B., Wong S.S., Lane N.E. Sex differences in response to targeted kyphosis specific exercise and posture training in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2017b; 18 (1): 509. DOI: 10.1186/s12891-017-1862-0
109. Kett A.R., Sighting F. Sedentary Behaviour at Work Increases Muscle Stiffness of the Back: Why Roller Massage Has Potential as an Active Break Intervention. *Applied Ergonomics* 2020; 82, 102947. DOI: 10.1016/j.apergo.2019.102947
110. Kim H.J., Chung S., Kim S., Shin H., Lee J., Kim S., Song M.Y. Influences of trunk muscles on lumbar lordosis and sacral angle. *European Spine Journal* 2006; 15(4): 409–414. DOI: 10.1007/s00586-005-0976-5
111. Kim D., Cho M., Park Y., Yang Y. Effect of an exercise program for posture correction on musculoskeletal pain. *Journal of Physical Therapy Science* 2015; 27(6): 1791–1794. DOI: 10.1589/jpts.27.1791
112. Klein A.B., Snyder-Mackler L., Roy S.H., DeLuca C.J. Comparison of Spinal Mobility and Isometric Trunk Extensor Forces With Electromyographic Spectral Analysis in Identifying Low Back Pain. *Physical Therapy* 1991; 71 (6), 445-54. DOI: 10.1093/ptj/71.6.445
113. Kluszczynski M., Wąsik J., Ortenburger D., Zarzycki D., Siwik P. Prognostic value of measuring the angles of lumbar lordosis and thoracic kyphosis with the Saunders inclinometer in patients with low back pain. *Polish Annals Medicine* 2017; 24(1):31–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.poamed.2016.10.001>
114. Ko K.J., Ha G.C., Yook Y.S., Kang S.J. Effects of 12-week lumbar stabilization exercise and sling exercise on lumbosacral region angle, lumbar muscle strength, and pain scale of

- patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science* 2018; 30(1): 18–22. DOI: 10.1589/jpts.30.18
115. Koszewski W. *Bóle kręgosłupa i ich leczenie*. Termedia Wydawnictwo Medyczne, Poznań 2010.
116. Krismer M., van Tulder M. Strategies for prevention and management of musculoskeletal conditions. Low back pain (non-specific). *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* 2007, 21(1):77-91. DOI: 10.1016/j.berh.2006.08.004
117. Kumar T., Kumar S., Nezamuddin M., Sharma V.P. Efficacy of core muscle strengthening exercise in chronic low back pain patients. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2015; 28 (4): 699-707. DOI: 10.3233/BMR-140572
118. Kuński H. *Trening zdrowotny osób starszych*. Warszawa 2003.
119. Ko K.J., Ha G.C., Yook Y.S., Kang S.J. Effects of 12-week lumbar stabilization exercise and sling exercise on lumbosacral region angle, lumbar muscle strength, and pain scale of patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*. 2018;30:1–22. DOI:10.1589/jpts.30.18
120. Lang-Tapia M., España-Romero V., Anelo J., Castillo M.J. Differences on Spinal Curvature in Standing Position by Gender, Age and Weight Status Using a Noninvasive Method. *Journal of Applied Biomechanics*, 2011, 27, 143-150. DOI:10.1123/jab.27.2.143
121. Lee C.H., Chung C.K., Jang J.S., Kim S.M., Chin D.K., Lee J.K. ‘Lumbar Degenerative Kyphosis’ Is Not Byword for Degenerative Sagittal Imbalance: Time to Replace a Misconception. *Journal of Korean Neurosurgical Society* 2017; 60(2): 125–129. DOI: 10.3340/jkns.2016.0607.001
122. Levine D., Whittle MW. The effects of pelvic movement on lumbag lordosis in the standing position. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1996; 24(3):130-5.
123. Lewandowski J. *Kształtowanie się krzywizn fizjologicznych i zakresów ruchomości odcinkowej kręgosłupa człowieka w wieku 3-25 lat w obrazie elektrogoniometrycznym*. Poznań 2006.
124. Luoma K., Riihimäki H., Luukkonen R., Raininko R., Viikari-Juntura E., Lamminen A. Low Back Pain in Relation to Lumbar Disc Degeneration. *Spine* 2000; 25(4):487-92. DOI:10.1097/00007632-200002150-00016
125. MacDermid J.C., Arumugam V., Vincent J.I., Carroll K.L. The Reliability and Validity of the Computerized Double Inclinometer in Measuring Lumbar Mobility. *The Open Orthopaedics Journal* 2014; 8 (1): 355–360. DOI: 10.2174/1874325001408010355

126. MacDermid J.C., Arumugam V., Vincent J.I., Payne K.L., So A.K. Reliability of three landmarking methods for dual inclinometry measurements of lumbar flexion and extension. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2015; 16 (1):121. DOI: 10.1186/s12891-015-0578-2
127. Magalhães M.O., Muzi L.H., Comachio J., Burke T.N., Renovato França F.J., Vidal Ramos L.A., Leão Almeida G.P., de Moura Campos Carvalho-e-Silva A.P., Marques A.P. The short-term effects of graded activity versus physiotherapy in patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Manual Therapy* 2015, 20(4):603-9. DOI: 10.1016/j.math.2015.02.004
128. Manek N.J., MacGregor A.J. Epidemiology of back disorders: prevalence, risk factors, and prognosis. *Current Opinion in Internal Medicine* 2005, 4(3):324-330. DOI:10.1097/01.bor.0000154215.08986.06
129. Manheimer E., White A., Berman B., Forys K., Ernst E. Meta-analysis: Acupuncture for Low Back Pain. *Annals of internal medicine* 2005; 142 (8), 651-63. DOI: 10.7326/0003-4819-142-8-200504190-00014
130. Mavrych V., Bolgova O., Kheyson B. Finite-Element Analysis Of Different Shapes Of Lumbar Curvatures. *E-Journal of Age Management Medicine* 2012.
131. Mbada C.E., Ayanniyi O., Ogunlade S.O., Orimolade E.A., Oladiran A.B., Ogundele A.O. Influence of Mckenzie protocol and two modes of endurance exercises on health-related quality of life of patients with long-term mechanical low-back pain. *The Pan African Medical Journal* 2014; 17(1): 5. DOI: 10.11694/pamj.supp.2014.17.1.2950
132. McGill SM. Low back disorders. Evidence- Based Prevention and Rehabilitation. *Human Kinetics* 2002.
133. McGill SM. Enhancing Low-back Health through Stabilization Exercise. *ACE Certifies News* 2003; 1: 3-6.
134. McGillicuddy, J. E. Cervical radiculopathy, entrapment neuropathy, and thoracic outlet syndrome: how to differentiate? *Journal of Neurosurgery: Spine* 2004; 1(2): 179–187. DOI:10.3171/spi.2004.1.2.0179
135. McKenzie R. Kręgosłup lędźwiowy: mechaniczne diagnozowanie i terapia. T.1, Poznań 2011.
136. Meccariello L., Cioffi S., Grubor P., Franzese R., Cioffi R., Giacinto S.D. Flat back syndrome as post traumatic or post scoliosis treatment disorder of the spine. *The Journal of the School of Medicine University of Belgrade* 2013; 47: - 51-56.

137. Mehrdad R., Shams-Hosseini N.S., Aghdaei S., Yousefian M. Prevalence of low back pain in health care workers and comparison with other occupational categories in Iran: a systematic review. *Iranian Journal of Medical Sciences* 2016;41:467-478.
138. Milani G.B., Natal Filho A., Joao S.M.A. Correlation between lumbar lordosis angle and degree of gynoid lipodystrophy (cellulite) in asymptomatic women. *Clinics* 2008;63 (4):503-508. DOI:10.1590/s1807-59322008000400015
139. Milne J.S., Williamson J. A longitudinal study of kyphosis in older people. *Age and Ageing* 1983;12 (3):225–233. DOI:10.1093/ageing/12.3.225
140. Mohseni-Bandpei M.A., Rahmani N., Halimi F., Farooq M.N. The prevalence of low back pain in Iranian dentists: an epidemiological study. *Pakistan Journal of Medical Sciences* 2017;33 (2):280-284. DOI: 10.12669/pjms.332.11519
141. Morgen I.M. BMI, pain and hyper-mobility are determinants of long-term outcome for women with low back pain and pelvic pain during pregnancy. *European Spine Journal* 2006; 15(7):1093-102.
142. Mork P.J., Westgaard R.H. Back posture and low back muscle activity in female computer workers: A field study. *Clinical Biomechanics* 2009; 24 (2): 169-175. DOI:10.1016/j.clinbiomech.2008.11.001
143. Munir F., Biddle S.J.H., Davies M.J., Dunstan D., Esliger D., Gray L.J., Jackson B.R., O'Connell S.E., Yates T., Edwardson C.L. Stand More AT Work (SMarT Work): using the behaviour change wheel to develop an intervention to reduce sitting time in the workplace. *BMC Public Health* 2018; 18 (1), 319. DOI: 10.1186/s12889-018-5187-1
144. Namnaqani F.I. , Mashabi A.S., Yaseen K.M., Alshehri M.A. The effectiveness of McKenzie method compared to manual therapy for treating chronic low back pain: a systematic review. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* 2019; 19(4):492-499.
145. Nourbakhsh MR, Moussavi SJ, Salavati M. Effects of lifestyle and work-related physical activity on the degree of lumbar lordosis and chronic low back pain in a Middle East population. *Journal of Spinal Disorders* 2001; 14 (4):283-292. DOI:10.1097/00002517-200108000-00002
146. Ogundele, A. O. Influence of Selected Pain Characteristics on Segmental Spine Range of Motion in Patients with Low-Back Pain. *Journal of Ergonomics* 2015; 05(02). DOI:10.4172/2165-7556.1000138
147. Olkowski G., Ślężyńska I. Gibkość kręgosłupa – jej uwarunkowania, znaczenie oraz pomiar. *Niepełnosprawność i rehabilitacja* 2011, 1: 108-121.
148. Orvieto R., Rand N., Lev B., Wiener M., Nehama H. Low back pain and BMI. *Military Medicine* 1994, 159 (1): 37-8.

149. Paanjanen H., Erkontalo M., Kuusela T., Dahlstrom S., Kormano M. Magnetic resonance study of disc degeneration in young low-back pain patients. *Spine* 1989; 14(9):982-985.
150. Pazos V., Cheriet F., Danserau J., Ronsky J., Zernicke R.F., Labelle H. Reliability of Trunk Shape Measurements Based on 3-D Surface Reconstructions. *European Spine Journal* 2007; 16 (11): 1882–1891. DOI: 10.1007/s00586-007-0457-0
151. Perkowski K., Śledziowski D. *Metodyczne podstawy treningu sportowego*. Warszawa 1998.
152. Puntumetakul R., Yodchaisarn W., Emasithi A., Keawduangdee P., Chatchawan U., Yamauchi J. Prevalence and individual risk factors associated with clinical lumbar instability in rice farmers with low back pain. *Patient Preference and Adherence* 2015; 9: 1–7. DOI: 10.2147/PPA.S73412
153. Qaseem A., Wilt T.J., McLean R.M., Forcica M.A. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Annals of internal medicine* 2017; 166 (7): 514-530. DOI: 10.7326/M16-2367
154. Rapała A., Rapała K., Lachowicz W. Metody badań klinicznych i skale ocen leczenia choroby dyskowej kręgosłupa ze szczególnym uwzględnieniem skali Oswestry. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2004, 2: 149-154.
155. Rapała K., Lachowicz W. *Zespoły bólowe kręgosłupa – zagadnienia wybrane*. Warszawa 2006.
156. Reeves N.P., Cholewicki J., van Dieën J.H., Kawchuk G., Hodges P.W. Are Stability and Instability Relevant Concepts for Back Pain? *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2019; 49 (6), 415-424. DOI: 10.2519/jospt.2019.8144
157. Roghani T., Zavieh M.K., Manshadi F.D., King N., Katzman W. Age-related Hyperkyphosis: Update of Its Potential Causes and Clinical Impacts-Narrative Review. *Aging Clinical and Experimental Research* 2017; 29(4): 567–577. DOI: 10.1007/s40520-016-0617-3.
158. Roh H.S., Cho W.J., Ryu W.J., Park S.J., An C.S., The change of pain and lumbosacral sagittal alignment after sling exercise therapy for patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science* 2016; 28(10): 2789–2792. DOI: 10.1589/jpts.28.2789
159. Rolland-Cachera, M.F. Childhood obesity: current definitions and recommendations for their use. *International Journal of Pediatric Obesity* 2011; 6:325-331.
160. Romanowski M.W., Kostiukow A., Kubaszewski Ł., Romanowski W., Majchrzycki M., Wiśniewski E., Samborski W. Low back pain - summary of the 2017 Expert Meeting. *Fizjoterapia Polska* 2019; 1: 108-121.

161. Rosenberg S., Sipko T. Wpływ sposobu utrzymywania pozycji siedzącej na próg bólu tkanek miękkich w okolicy piersiowej i lędźwiowej kręgosłupa u osób bez objawów bólowych. *Ból* 2016, 1: 17-24.
162. Rosławski A, Skolimowski T. *Badania czynnościowe w kinezyterapii*. Wyd. AWF Wrocław 2000.
163. Roussouly P., Pinheiro-Franco J.L.: Sagittal parameters of the spine: Biomechanical approach. *European Spine Journal* 2011; 20 (S5):578–585. DOI: 10.1007/s00586-011-1924-1
164. Russo M., Deckers K., Eldabe S., Kiesel K., Gilligan C., Vieceli J., Crosby P. Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain. *Neuromodulation* 2018; 21(1): 1–9. DOI: 10.1111/ner.12738
165. Sahrman S. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. St Louis, MO: Mosby; 2002: 51– 105.
166. Saper R.B., Lemaster C., Delitto A., Sherman K.J., Herman P.M., Sadikova E., Stevans J., Keosaian J.E., Cerrada C.J., Femia A.L., Roseen E.J., Gardiner P., Gergen Barnett K., Faulkner C., Weinberg J. Yoga, Physical Therapy, or Education for Chronic Low Back Pain. A Randomized Noninferiority Trial. *Annals of Internal Medicine* 2017; 18; 167(2): 85–94. DOI: 10.7326/M16-2579
167. Scannell J.P., McGill S.M. Lumbar Posture—Should It, and Can It, Be Modified? A Study of Passive Tissue Stiffness and Lumbar Position During Activities of Daily Living. *Physical Therapy* 2003; 83(10): 907-17.
168. Schmid A.A., Fruhauf C.A., Sharp J.L., Van Puymbroeck M., Bair M.J., Portz J.D. Yoga for People With Chronic Pain in a Community-Based Setting: A Feasibility and Pilot RCT. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine* 2019; 24: 2515690X19863763. DOI: 10.1177/2515690X19863763
169. Schwab F., Patel A., Ungar B., Farcy J.-P., Lafage V. Adult spinal deformity – Postoperative standing imbalance: How much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine* 2010;35 (25):2224–2231. DOI: 10.1097/ BRS.0b013e3181ee6bd4
170. Schuler T., Subach B., Branch C., Foley K., Burkus J. Lumbar Spine Study Group Segmental lumbar lordosis: manual versus computer-assisted measurement using seven different techniques. *Journal of Spinal Disorders and Techniques* 2004;17:372–379. DOI: 10.1097/01.bsd.0000109836.59382.47.

171. Seidi F., Rajabi R., Ebrahimi I., Alizadeh M.H., Minoonejad H. The Efficiency of Corrective Exercise Interventions on Thoracic Hyper-Kyphosis Angle. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2014; 27 (1): 7-16. DOI: 10.3233/BMR-130411
172. Senthil P., Sudhakar S., Radhakrishnan R., Jeyakumar S. Efficacy of corrective exercise strategy in subjects with hyperkyphosis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2017; 30(6): 1285–1289. DOI:10.3233/bmr-169668
173. Shariat A., Alizadeh R., Moradi V., Afsharnia E., Hakakzadeh A., Ansari N.N., Ingle L., Shaw B.S., Shaw I. The impact of modified exercise and relaxation therapy on chronic lower back pain in office workers: a randomized clinical trial. *Journal of Exercise Rehabilitation* 2019; 15(5): 703–708. DOI: 10.12965/jer.1938490.245
174. Shayesteh A.M., Talebpour F., Alaei A., Hadinejad A., Sajadi M., Nozari A. Association of low back pain with lumbar lordosis and lumbosacral angle. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 2010; 20:9-15.
175. Sherman K.J., Cherkin D.C., Erro J., Miglioretti D.L., Deyo R.A. Comparing Yoga, Exercise, and a Self-Care Book for Chronic Low Back Pain: A Randomized, Controlled Trial. *Annals of internal medicine* 2005; 143 (12), 849-56. DOI: 10.7326/0003-4819-143-12-200512200-00003
176. Shiri R., Karppinen J., Leino-Arjas P., Solovieva S., Viikari-Juntura E.: The association between obesity and low back pain: A meta-analysis. *American Journal Epidemiology* 2010; 171 (2): 135-154. DOI:10.1093/aje/kwp356
177. Singh R., Yadav S.K., Sood S., Yadav R.K., Rohilla R. Spino-pelvic radiological parameters in normal Indian population. *SICOT J.* 2018; 4: 14. DOI: 10.1051/sicotj/2016003
178. Sipko T., Grygier D., Barczyk K., Elias G. The Occurrence of Strain Symptoms in the Lumbo sacral Region and Pelvis During Pregnancy and After Childbirth. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 2010; 33(5):370-7.
179. Sonvico L., Spencer S.M., Fawcett L., Bucke J., Heneghan N.R., Rushton A. Investigation of optimal lumbar spine posture during a simulated landing task in elite gymnasts. *International Journal of Sports Physical Therapy* 2019; 14 (1), 65-73.
180. Sparrey C.J., Bailey J.F., Safaei M., Clark A.J., Lafage V., Schwab F., Smith J.S., Ames C.P. Etiology of lumbar lordosis and its pathophysiology: a review of the evolution of lumbar lordosis, and the mechanics and biology of lumbar degeneration. *Neurosurgical Focus – Journal of Neurosurgery* 2014; 36(5): E1. DOI:10.3171/2014.1.focus13551

181. Spyropoulos P., Papathanasiou G., Georgoudis G., Chronopoulos E., Koutis H., Koumoutsou F. Prevalence of low back pain in greek public office workers. *Pain Physician Journal* 2007; 10(5):651-659.
182. Stanisław A. *Przystępny kurs statystyki TOM I*; Kraków 2006.
183. Stochkendahl M.J., Kjaer P., Hartvigsen J., Kongsted A., Aaboe J., Andersen M., Andersen M.Ø., Fournier G., Højgaard B., Jensen M.B., Jensen L.D., Karbo T., Kirkeskov L., Melbye M., Morsel-Carlsen L., Nordsteen J., Palsson S., Rasti Z., Silbye P.F., Steiness M.Z., Tarp S., Vaagholt M. National Clinical Guidelines for Non-Surgical Treatment of Patients With Recent Onset Low Back Pain or Lumbar Radiculopathy. *European Spine Journal* 2018; 27 (1): 60–75. DOI: 10.1007/s00586-017-5099-2
184. Suchińska A., Kucab-Klich K. Stabilizacja centralna w zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowego. Strategie terapii w ujęciu treningu mięśni dna miednicy. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* 2015, 57: 46-53.
185. Szczygieł E., Zielonka K., Golec J. Trening mięśni głębokich a kontrola posturalna osób z przewlekłymi dolegliwościami bólowymi kręgosłupa lędźwiowego. *Ostry Dyżur* 2016, 9(2): 30-34.
186. Szczygieł E., Zielonka K., Mętel S., Golec J. Musculo-skeletal and Pulmonary Effects of Sitting Position - A Systematic Review. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 2017; 24 (1), 8-12. DOI: 10.5604/12321966.1227647
187. Szpala M., Skorupińska A., Kotorz K. Occurrence of back pain – causes and treatment. *Pomeranian Journal of Life Sciences* 2017;63(3):41-47.
188. Szulc P., Wendt M., Waszak M., Tomczak M., Cieślik K., Trzaska T. Impact of McKenzie Method Therapy Enriched by Muscular Energy Techniques on Subjective and Objective Parameters Related to Spine Function in Patients with Chronic Low Back Pain. *Medical Science Monitor* 2015; *Medical Science Monitor* 2015; 21: 2918–2932. DOI: 10.12659/MSM.894261
189. Tannast M., Murphy S.B., Langlotz F., Anderson S.E., Siebenrock K.A. Estimation of pelvic tilt on anteroposterior X-rays—a comparison of six parameters. *Skeletal Radiology* 2006; 35(3): 149–155. DOI:10.1007/s00256-005-0050-8
190. Tatsumi M., Mkoba E.M., Suzuki Y., Kajiwara Y., Zeidan H., Harada K., Bitoh T., Nishida Y., Nakai K., Shimoura K., Aoyama T. Risk factors of low back pain and the relationship with sagittal vertebral alignment in Tanzania. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2019; 20 (1): 584. DOI: 10.1186/s12891-019-2953-x

191. Traeger A.C., Lee H., Hübscher M., Skinner I.W., Moseley G.L., Nicholas M.K., Henschke N., Refshauge K.M., Blyth F.M., Main C.J., Hush J.M., Lo S., McAuley J.H. Effect of Intensive Patient Education vs Placebo Patient Education on Outcomes in Patients With Acute Low Back Pain. *JAMA Neurology* 2019; 76(2): 161–169. DOI: 10.1001/jamaneurol.2018.3376
192. Trew M., Everett T. (2005) *Human movement. An Introductory Text*. Elsevier Churchill Livingstone, fifth edition.
193. Vaisy M., Gizz L., Petzke F., Consmüller T., Pflingsten M., Falla D. Measurement of Lumbar Spine Functional Movement in Low Back Pain. *The Clinical Journal of Pain* 2015; 31(10): 876-885. DOI:10.1097/ajp.0000000000000190
194. Van Tilburg C.W.J., Groeneweg J.G., Stronks D.L., Petrus Maria Huygen F.J. Predictive Validity of Lumbar X-ray Images and MRIs for Chronic Low Back Pain Subtypes. *Journal of Pain and Relief* 2018; 7(3): 321. DOI:10.4172/2167-0846.1000321
195. Van Wambeke P., Desomer A., Ailliet L. et al *Low back pain and radicular pain: assessment and management. Good Clinical Practice (GCP) Brussels 2017: Belgian Health Care Knowledge Centre (KCE)*
196. Vanti C., Conti C., Faresin F., Ferrari S., Piccarreta R. The Relationship Between Clinical Instability and Endurance Tests, Pain, and Disability in Nonspecific Low Back Pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2016; 39 (5), 359-368. DOI: 10.1016/j.jmpt.2016.04.003
197. Verma Y., Goyal M., Narkeesh D. Pain, range of motion and back strength in chronic mechanical low back pain before and after lumbar mobilisation. *International Journal of Physiotherapy and Research* 2013; (3):48-57.
198. Vignaduzzo S.E., Castellano P.M., Kaufman T.S. Development and validation of a dissolution test for meloxicam and pridinolmesylate from combined tablet formulation. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* 2010; 72(2):197-203. DOI: 10.4103/0250-474X.65033
199. Vismara, L., Menegoni, F., Zaina, F., Galli, M., Negrini, S., & Capodaglio, P. Effect of obesity and low back pain on spinal mobility: a cross sectional study in women. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation* 2010; 7(1): 3. DOI:10.1186/1743-0003-7-3
200. Vrtovec C., Pernuš, F., Likar B. A review of methods for quantitative evaluation of axial vertebral rotation. *European Spine Journal* 2009; 18(8):1079-1090. DOI: 10.1007/s00586-009-0914-z
201. Walker B.F. The prevalence of low back pain: a systematic review of the literature from 1966 to 1998. *Journal of Spinal Disorders* 2000; 13(3):205-217. DOI: 10.1097/00002517-200006000-00003

202. Waś J., Sitarski D., Ewertowska P., Błoda J., Czaprowski D. Możliwości wykorzystania telefonu komórkowego w badaniu krzywizn strzałkowych kręgosłupa. *Postępy Rehabilitacji* 2016, 4: 29-38.
203. Whitcome KK., ShapiroLJ., Lieberman DE. Fetal load and the evolution of lumbar lordosis in bipedal hominins. *Nature* 2007; 13;450(7172):1075-1078.
204. WHO Obesity. Preventing and managing the global epidemic: Report of a WHO Consultation. Genewa, Szwajcaria: WHO; 2000.
205. Wieland L.S., Skoetz N., Pilkington K., Vempati R., D'Adamo C.R., Berman B.M. Yoga treatment for chronic non-specific low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017; 12;1: CD010671. DOI: 10.1002/14651858.CD010671.pub2
206. Wiles P. *Essential of orthopaedics*. London 1955.
207. Winslow J.J., Jackson M., Getzin M., Costello M. Rehabilitation of a Young Athlete With Extension-Based Low Back Pain Addressing Motor-Control Impairments and Central Sensitization. *Journal of Athletic Training* 2018; 53(2): 168–173. DOI: 10.4085/1062-6050-238-16
208. Wong T.K., Lee R.Y., Effects of low back pain on the relationship between the movements of the lumbar spine and hip. *Human Movement Science* 2004; 23(1): 21–34. DOI:10.1016/j.humov.2004.03.004
209. Yildiz H.K., Ekin E.E. Normal aging of the lumbar spine in women. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2017; 30 (5): 1061–1067. DOI: 10.3233/BMR-169666
210. Yoo W. Effect of unilateral exercises on low back pain in an urban driver. *Journal of Physical Therapy Science* 2016; 28(11): 3257–3258. DOI: 10.1589/jpts.28.3257
211. Yoo W. Effect of Modified Leg-Raising Exercise on the Pain and Pelvic Angle of a Patient With Back Pain and Excessive Lordosis. *Journal of Physical Therapy Science* 2017; 29 (7):1281-1282. DOI: 0.1589/jpts.29.1281
212. Youdas J.W., Garrett T.R., Egan K.S., Therneau T.M. Lumbar lordosis and pelvic inclination in adults with chronic low back pain. *Physical Therapy* 2000;80:261-275. DOI:10.1093/ptj/80.3.261
213. Zabjek K.F., Leroux M.A., Coillard C., Rivard C.H., Prince F. Evaluation of segmental postural characteristics during quiet standing in control and Idiopathic Scoliosis patients. *Clinical Biomechanics* 2005; 20 (5): 483-490. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2005.01.003
214. Zagra A., Minoia L., Archetti M., Corriero A.S., Ricci K., Teli M., Giudici F. Prospective Study of a New Dynamic Stabilisation System in the Treatment of Degenerative Discopathy and

- Instability of the Lumbar Spine. *European Spine Journal* 2012; 21(S1): 83–89.
DOI: 10.1007/s00586-012-2223-1
215. Zemp R., Fliesser M., Wippert P.M., Taylor W.R., Lorenzetti S. Occupational Sitting Behaviour and Its Relationship With Back Pain - A Pilot Study. *Applied Ergonomics* 2016; 56: 84-91. DOI: 10.1016/j.apergo.2016.03.007
216. Zhang T.T., Liu Z., Liu Y.L., Zhao J.J., Liu D.W., Tian Q.B. Obesity as a Risk Factor for Low Back Pain: A Meta-Analysis. *Clinical Spine Surgery* 2018; (31(1):22-27. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000468
217. Zwierzchowska A., Tuz J. Ocena wpływu krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej na dolegliwości mięśniowo-szkieletowe u młodych osób. *Medycyna Pracy* 2018, 69 (1): 29-36
218. <https://www.verywellfit.com/how-to-find-neutral-spine-position-2704586>
219. <https://www.elliehermanpilates.com/ellies-blog/neutral-spine-pelvis>
220. <https://www.totalfitness.com.pl/zajecia/zdrowy-kregoslup/>
221. <https://fabryka-formy.pl/zajecia/zdrowy-kregoslup>
222. <https://aquapark.wroc.pl/oferta/fitness/strefa-fitness/zdrowy-kregoslup/>
223. https://www.physio-pedia.com/Low_Back_Pain_Related_to_Hyperlordosis#cite_note-:4-8
224. <http://mobilephysiotherapyclinic.in/low-back-pain-physiotherapy-exercise/>
225. https://jkma.org/ViewImage.php?Type=F&aid=500613&id=F2&afn=119_JKMA_50_6_494&fn=jkma-50-494-g002_0119JKMA
226. <https://www.mp.pl/bol/bol/ostry/72858,skale-oceny-bolu>
227. <http://www.opiw.pl/pl/>

Spis rycin

Rycina 1. Protokół ćwiczeń Williama	19
Rycina 2. Protokół ćwiczeń Mckenziego	20
Rycina 3. Skala VAS	24
Rycina 4. Zaznaczone punkty anatomiczne: przejście lędźwiowo-krzyżowe, przejście piersiowo-lędźwiowe oraz przejście szyjno-piersiowe	25
Rycina 5. Pomiar kąta nachylenia kości krzyżowej	26
Rycina 6. Pomiar kąta lordozy lędźwiowej	26
Rycina 7. Pomiar kąta kifozy piersiowej	27
Rycina 8. Pomiar zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu lędźwiowo-krzyżowym	28
Rycina 9. Pomiar zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa (I pomiar)	29
Rycina 10. Pomiar zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu piersiowo-lędźwiowym	29
Rycina 11. Pomiar zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa – II pomiar	30
Rycina 12. Pomiar zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu lędźwiowo-krzyżowym	30
Rycina 13. Pomiar zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa – I pomiar	31
Rycina 14. Pomiar zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa – wyzerowanie inklinometru na przejściu piersiowo-lędźwiowym	31
Rycina 15. Pomiar zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa – II pomiar	32
Rycina 16. Pomiar kąta przodopochylenia miednicy	33
Rycina 17. Rozkład wyników oceny bólu przed rozpoczęciem zajęć (VAS przed) i po zakończeniu 3-miesięcznego cyklu ćwiczeń (VAS po) w grupie eksperymentalnej	43
Rycina 18. Rozkład wyników kąta nachylenia kości krzyżowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej	44
Rycina 19. Rozkład wyników kąta lordozy lędźwiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej	44
Rycina 20. Rozkład wyników kąta kifozy piersiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej	45
Rycina 21. Rozkład wyników kąta przodopochylenia miednicy przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej	46
Rycina 22. Rozkład wyników zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej	46

Rycina 23. Rozkład wyników zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie eksperymentalnej.....	47
Rycina 24. Rozkład wyników oceny bólu przed rozpoczęciem zajęć (VAS przed) i po zakończeniu 3-miesięcznego cyklu ćwiczeń (VAS po) w grupie kontrolnej.....	49
Rycina 25. Rozkład wyników kąta nachylenia kości krzyżowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej	50
Rycina 26. Rozkład wyników kąta lordozy lędźwiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej	50
Rycina 27. Rozkład wyników kąta kifozy piersiowej przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej	51
Rycina 28. Rozkład wyników kąta przodopochylenia miednicy przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej	52
Rycina 29. Rozkład wyników zakresu zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej	52
Rycina 30. Rozkład wyników zakresu wyprostu odcinka lędźwiowego kręgosłupa przed i po 3-miesięcznym cyklu zajęć w grupie kontrolnej	53
Rycina 31. Poziom intensywności odczuwanego bólu kręgosłupa w odcinku lędźwiowym w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	54
Rycina 32. Poziom intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	54
Rycina 33. Poziom intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed rozpoczęciem 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	55
Rycina 34. Poziom intensywności odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	55
Rycina 35. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	56
Rycina 36. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń	56

Rycina 37. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	57
Rycina 38. Wielkości kąta nachylenia kości krzyżowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	57
Rycina 39. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	58
Rycina 40. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	58
Rycina 41. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	59
Rycina 42. Wielkości kąta lordozy lędźwiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	59
Rycina 43. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	60
Rycina 44. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	60
Rycina 45. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	61
Rycina 46. Wielkości kąta kifozy piersiowej w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	61
Rycina 47. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	62
Rycina 48. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	62
Rycina 49. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	63
Rycina 50. Wielkości kąta przodopochylenia miednicy w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	63
Rycina 51. Zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	64

Rycina 52. Zakres zgięcia odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń	64
Rycina 53. Zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	65
Rycina 54. Zakres zgięcia w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń	65
Rycina 55. Zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	66
Rycina 56. Zakres wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń	66
Rycina 57. Zakres wyprostowania w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy przed przystąpieniem do 3-miesięcznego programu ćwiczeń.....	67
Rycina 58. Zakres wyprostowania w odcinku lędźwiowym kręgosłupa w grupie kontrolnej (K) oraz eksperymentalnej (E) w odniesieniu do normy po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń	67
Rycina 59. Rozkład powierzchniowy kąta kifozy i wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie eksperymentalnej przed realizacją programu zajęć	69
Rycina 60. Rozkład powierzchniowy kąta kifozy i zakresu wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie eksperymentalnej po zakończeniu programu zajęć	70
Rycina 61. Rozkład powierzchniowy zakresu zgięcia i wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie kontrolnej przed realizacją programu zajęć.....	72
Rycina 62. Rozkład powierzchniowy zakresu zgięcia i wyprostowania odcinka lędźwiowego kręgosłupa oraz bólu w skali VAS w grupie kontrolnej po realizacji programu zajęć	73

Spis tabel

Tabela 1. Autorski program ćwiczeń.....	36
Tabela 2. Wyniki porównania zmiennych przed i po realizacji autorskiego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej.....	42
Tabela 3. Wyniki porównania zmiennych przed i po realizacji autorskiego programu ćwiczeń w grupie kontrolnej	48
Tabela 4. Wartości korelacji pomiędzykrzywiznami kręgosłupa i poziomem bólu deklarowanym przed i po 3-miesięcznym cyklu ćwiczeń przez badane z grupy eksperymentalnej (N=30)	68
Tabela 5. Wartości korelacji pomiędzy krzywiznami kręgosłupa i poziomem bólu deklarowanym przed i po 3-miesięcznym cyklu ćwiczeń przez badane z grupy kontrolnej (N=30).....	71

Streszczenie

Wprowadzenie. Dolegliwości bólowe kręgosłupa stanowią w dzisiejszych czasach poważny problem. Z badań przeprowadzonych w 2014 roku przez Główny Urząd Statystyczny wynika, że w Polsce na ból w odcinku lędźwiowym kręgosłupa skarży się co 4-5 osoba (Główny Urząd Statystyczny, 2014). Przyczyny bólu kręgosłupa są bardzo złożone, w badaniach w tej pracy wzięto przede wszystkim pod uwagę czynniki strukturalne, takie jak wady postawy, a tym samym nieodpowiednie nawyki ruchowe, czy zaburzenia w równowadze mięśniowej. Prawidłowo ukształtowany kręgosłup w płaszczyźnie czołowej powinien być linią prostą. W projekcji bocznej kręgosłup tworzy potrójną krzywiznę typu esowatego. Z punktu widzenia biomechaniki krzywizny kręgosłupa spełniają ważną funkcję, jaką jest m.in. amortyzacja obciążeń wynikających z codziennych czynności (Hochschild, 2018). Nieprawidłowe ukształtowanie przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa jest uważane za potencjalny czynnik wystąpienia dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa (Lang-Tapia i wsp., 2011; Czaprowski i wsp., 2012; Kluszczyński i wsp., 2017; Filiz i Firat, 2019). U osób, u których występują dolegliwości dolnego odcinka kręgosłupa, mogą również pojawić się zaburzenia w ruchomości kręgosłupa (Klein i wsp., 1991; Evcik i Yucel, 2003; Hawrylak i wsp., 2004; Dobosiewicz, 2006; Vaisy i wsp., 2015; Coyle i wsp., 2017; Sonvico i wsp., 2019). Na dolegliwości bólowe kręgosłupa w odcinku lędźwiowym są narażone osoby prowadzące sedenteryjny tryb życia tzn. pracujące w pozycji siedzącej (Spyropoulos i wsp. 2007; Damanhuri i wsp., 2014; Zemp i wsp., 2016; Szczygieł i wsp., 2016; Munir i wsp, 2018; Bontrup i wsp., 2019; Kett i Sichting, 2020). Leczenie zespołów bólowych kręgosłupa powinno być ukierunkowane na przyczynę dolegliwości i obejmować przede wszystkim leczenie nieinwazyjne poprzez ruch i edukację społeczeństwa (Romanowski i wsp., 2019).

Celem badań jest ocena wpływu autorskiego programu ćwiczeń na dolegliwości bólowe kręgosłupa oraz na zmiany w ukształtowaniu przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, a także na zmiany w zakresie jego ruchomości u młodych kobiet pracujących w pozycji siedzącej.

Osoby badane i metoda badań. W badaniach wzięło udział 60 kobiet pracujących w pozycji siedzącej w wieku od 26 do 40 lat, które losowo zostały podzielone na dwie grupy: eksperymentalną oraz kontrolną. W celu określenia nasilenia bólu w odcinku lędźwiowym

kręgosłupa wykorzystano skalę Visual Analogue Scale (VAS) (Garczyński i wsp., 2014). Natomiast w celu zbadania strzałkowych krzywizn kręgosłupa oraz ruchomości w odcinku lędźwiowym kręgosłupa wykorzystano cyfrowy inklinometr Saundersa (Technomex), a w celu zbadania kąta przodopochylenia miednicy - Duometr OPIW (Bibrowicz, 2014). Warunkiem włączenia do grupy badawczej było zdiagnozowanie u badanych hiperlordozy bądź hipolordozy lędźwiowej. Obie grupy wzięły udział w 3 miesięcznym programie ćwiczeń, z tym, że grupa eksperymentalna wykonywała ćwiczenia odpowiednio zmodyfikowane pod kątem indywidualnego ukształtowania przednio-tylnych krzywizn kręgosłupa, a grupa kontrolna wszystkie ćwiczenia z autorskiego programu ćwiczeń. Zajęcia odbywały się trzy razy w tygodniu po 45 minut. Następnie po upływie 3 miesięcy badania zostały przeprowadzone ponownie na obu grupach.

Wyniki. W grupie eksperymentalnej po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń, zanotowano wyraźną i istotną statystycznie różnicę w poziomie odczuwanego bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa ($p < 0,001$). Wśród 30 badanych kobiet w tej grupie 18 (60%) z nich stwierdziło, że po cyklu zajęć w ogóle nie odczuwają bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (poziom w skali VAS=0). Natomiast odnotowano także istotną statystycznie różnicę w porównaniu do grupy kontrolnej ($p = 0,02$). Znacząco niższy poziom bólu po odbyciu cyklu zajęć deklarowały badane z grupy eksperymentalnej niż z grupy kontrolnej, chociaż w obu grupach poziom odczuwanego bólu po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń był deklarowany przez badane na zdecydowanie niższym poziomie. W grupie eksperymentalnej zanotowano istotną statystycznie różnicę w wielkości kąta lordozy lędźwiowej przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń ($p < 0,05$), a w grupie kontrolnej różnica ta nie była istotna statystycznie ($p = 0,09$). Natomiast w obu grupach nastąpiła poprawa w odniesieniu do normy AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) - po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej u 97% badanych kąt lordozy lędźwiowej mieścił się w normie, a w grupie kontrolnej u 47% badanych. W obu grupach odnotowano istotną statystycznie różnicę w wielkości kąta kifozy piersiowej przed i po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń. W odniesieniu do normy AMA (Doege, 1993; Cocchiarella i Anderson, 2001) wielkość kąta kifozy piersiowej uległa poprawie – po zakończeniu 3-miesięcznego programu ćwiczeń w grupie eksperymentalnej wielkość tego kąta u 83% mieściła się w normie, a w grupie kontrolnej u 30% badanych.

Konkluzja. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono zasadność stosowania zindywidualizowanego programu ćwiczeń w przeciwdziałaniu dolegliwościom bólowym kręgosłupa w celu uzyskiwania lepszych efektów przeciwbólowych. Mając do dyspozycji szeroki wachlarz różnych ćwiczeń, które stosuje się w dolegliwościach bólowych kręgosłupa, należy pamiętać, że same dolegliwości bólowe mogą leżeć u podnóża wadliwie ukształtowanej lordozy lędźwiowej. Nie powinno się wszystkich traktować jednakowo i z góry zakładać, że ból kręgosłupa jest związany tylko z hiperlordozą lub tylko z hipolordozą. Zarówno zniesione, jak i zbyt pogłębione krzywizny kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej mogą być przyczyną dolegliwości w codziennym życiu. Zatem opierając się na anatomii funkcjonalnej powinno się odpowiednio dobierać ćwiczenia, które będą miały za zadanie odpowiednio oddziaływać na mięśnie, które wpływają na wielkość kąta lordozy lędźwiowej.

Abstract

Background. Today, back pain is a serious problem. Research carried out in 2014 by the Central Statistical Office shows that in Poland every 4-5 person complains about lumbar back pain (Central Statistical Office, 2014). The causes of back pain are very complex, the research in this work primarily took into account structural factors such as posture defects, and thus inappropriate movement habits or disorders of muscular balance. A correctly formed spine in the frontal plane should be a straight line. In the lateral projection, the spine forms a triple sigmoidal curvature. From the biomechanical point of view, the curvature of the spine perform an important function, which is, among others amortization of loads resulting from daily activities (Hochschild, 2018). Abnormal anterior-posterior curvature of the spine is considered to be a potential factor in the occurrence of low back pain (Lang-Tapia et al., 2011; Czaprowski et al., 2012; Kluszczyński et al., 2017; Filiz and Firat, 2019). People with low back pain may also have spinal mobility disorders (Klein et al., 1991; Evcik and Yucel; 2003; Hawrylak et al., 2004; Dobosiewicz, 2006; Vaisy et al., 2015; Coyle et al., 2017; Sonvico et al., 2019). People who lead a sedentary lifestyle, work in a sitting position, are exposed to pain in the lumbar spine (Spyropoulos et al., 2007; Damanhuri et al., 2014; Zemp et al., 2016; Szczygieł et al., 2016; Munir et al. , 2018; Bontrup et al., 2019; Kett and Sichtung, 2020). Treatment of back pain syndromes should be geared to the cause of the ailment and include primarily non-invasive treatment through movement and education of society (Romanowski et al., 2019).

The aim of the study is to assess the impact of the author's exercise program on back pain and changes in the formation of anteroposterior curves of the spine, as well as changes in its mobility in young women working in a sitting position.

Material and methods. The study involved 60 women working in a sitting position between the ages of 26 and 40, who were randomly divided into two groups: experimental and control. To determine the severity of pain in the lumbar spine, the Visual Analogue Scale (VAS) was used (Garczyński et al., 2014). In

contrast, a digital Saunders inclinometer (Technomex) was used to examine the sagittal curvature of the spine and mobility in the lumbar spine, and the OPIW Duometr (Bibrowicz, 2014) to examine the pelvic angle of inclination. The condition of joining the research group was diagnosing hyperlordosis or lumbar hypolordosis in the subjects. Both groups took part in the 3-month exercise program, except that the experimental group performed exercises appropriately modified in terms of individual shaping of the anteroposterior curves of the spine, and the control group all exercises from the author's exercise program. Classes were held three times a week for 45 minutes. Then, after 3 months, the tests were again carried out on both groups.

Results. In the experimental group after the end of the 3-month exercise program, a clear and statistically significant difference in the level of pain felt in the lumbar spine ($p < 0.001$) was noted. Among 30 examined women in this group, 18 (60%) of them said that after a cycle of classes they did not feel any pain in the lumbar spine (VAS level = 0). However, a statistically significant difference was also noted compared to the control group ($p = 0.02$). Significantly lower level of pain after completing the series of classes was declared by the subjects from the experimental group than from the control group, although in both groups the level of pain felt after the end of the 3-month exercise program was declared by the subjects at a significantly lower level. In the experimental group, a statistically significant difference was noted in the size of the lumbar lordosis angle before and after the end of the 3-month exercise program ($p < 0.05$), and in the control group this difference was not statistically significant ($p = 0.09$). On the other hand, in both groups there was an improvement in relation to the AMA norm (Doege, 1993; Cocchiarella and Anderson, 2001) - after completing the 3-month exercise program in the experimental group in 97% of subjects the lumbar lordosis angle was within the normal range and in the control group in 47 % of respondents. In both groups there was a statistically significant difference in the size of the angular kyphosis angle before and after the end of the 3-month exercise program. In relation to the AMA standard (Doege, 1993; Cocchiarella and Anderson, 2001), the size of the angular kyphosis angle has improved - after the end of the 3-month exercise program in the experimental group, this angle in 83% was normal, and in the control group 30% respondents.

Conclusion. Based on the research, it was justified to use an individualized exercise program to counteract back pain in order to obtain better analgesic effects. Having a wide range of different exercises at your disposal that are used for back pain, keep in mind that the pain itself may lie at the foot of a malformed lumbar lordosis. One should not treat everyone equally and assume in advance that back pain is associated only with hyperlordosis or only with hypolordosis. Both abolished and too deep curvature of the spine in the sagittal plane can cause ailments in everyday life. Therefore, based on functional anatomy, we should choose the exercises that will be able to properly affect the muscles that affect the size of the lumbar lordosis angle.

Aneks

Kwestionariusz Oswestry Low Back Pain Disability

Szanowni Państwo!

Nazywam się Patrycja Proskura, jestem doktorantką na Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Będę pisała pracę doktorską dotyczącą oceny efektów autorskiego programu ćwiczeń w dolegliwościach bólowych kręgosłupa u osób pracujących w pozycji siedzącej. 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 ODPOWIEDŹ, 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.

Data urodzenia:

Masa ciała:

Wysokość ciała:

• Intensywność bólu

- Ból jest bardzo słaby, pojawia się i ustępuje.
- Ból jest słaby, o stałym natężeniu.
- Ból jest umiarkowany, pojawia się i ustępuje.
- Ból jest umiarkowany, o stałym natężeniu.
- Ból jest silny, pojawia się i ustępuje.
- Ból jest silny, o stałym natężeniu.

• Pielęgnacja (mycie, ubieranie się itp.)

- Nie muszę zmieniać mojego sposobu mycia lub ubierania się, aby uniknąć bólu.
- Zazwyczaj nie zmieniam mojego sposobu mycia lub ubierania się, mimo iż powoduje to lekki ból.
- Mycie i ubieranie się powoduje zwiększenie bólu, ale daję sobie radę nie zmieniając sposobu wykonywania tych czynności.
- Mycie i ubieranie się powoduje zwiększenie bólu, co zmusza mnie do zmiany sposobu wykonywania tych czynności.
- Z powodu bólu nie jestem w stanie wykonać bez pomocy niektórych czynności związanych z myciem i ubieraniem.
- Z powodu bólu nie jestem w stanie umyć się ani ubrać bez pomocy.

• Podnoszenie

- Mogę podnosić ciężkie przedmioty bez bólu.
- Mogę podnosić ciężkie przedmioty, ale podnoszenie wywołuje ból.
- Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów z podłogi.
- Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów z podłogi, ale radzę sobie, jeśli są ułożone w dogodny sposób, np. na stole.
- Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów, ale mogę podnosić lekkie i niezbyt ciężkie przedmioty, jeśli są ułożone w dogodny sposób.
- Mogę podnosić jedynie bardzo lekkie przedmioty.

- **Chodzenie**

- Ból nie powstrzymuje mnie od pokonania żadnego dystansu.
- Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 1500 m.
- Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 800 m.
- Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 400 m.
- Mogę chodzić tylko z pomocą laski lub o kulach.
- Spędzam w łóżku większość czasu i muszę czołgać się do toalety.

- **Siedzenie**

- Mogę siedzieć na dowolnym krześle tak długo, jak chcę, bez bólu.
- Mogę siedzieć tylko w moim ulubionym krześle tak długo, jak chcę.
- Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej, niż jedną godzinę.
- Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej, niż pół godziny.
- Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej, niż dziesięć minut.
- Ból w ogóle nie pozwala mi siedzieć

- **Stanie**

- Mogę stać tak długo, jak chcę, bez bólu
- Odczuwam lekki ból gdy stoję, ale ból ten nie narasta.
- Nie mogę stać dłużej, niż godzinę, bez narastającego bólu.
- Nie mogę stać dłużej, niż pół godziny, bez narastającego bólu.
- Nie mogę stać dłużej, niż dziesięć minut, bez narastającego bólu.
- Unikam stania, ponieważ ból od razu narasta.

- **Spanie**

- Leżąc w łóżku nie odczuwam bólu.
- Leżąc w łóżku odczuwam ból, ale nie utrudnia mi on snu.
- Z powodu bólu przesypiam jedynie $\frac{3}{4}$ nocy.
- Z powodu bólu przesypiam jedynie $\frac{1}{2}$ nocy.
- Z powodu bólu przesypiam jedynie $\frac{1}{4}$ nocy.
- Z powodu bólu w ogóle nie sypiam.

- **Życie towarzyskie**

- Moje życie towarzyskie jest normalne i nie przysparza mi bólu kręgosłupa.
- Moje życie towarzyskie jest normalne, ale wzmaga odczuwany ból.
- Ból nie ma znaczącego wpływu na moje życie towarzyskie, ale muszę unikać bardziej wymagających zajęć takich, jak taniec itp.
- Ból ogranicza moje życie towarzyskie i nie wychodzę zbyt często z domu.
- Z powodu bólu całe moje życie towarzyskie ograniczam do spotkań w domu.
- Z powodu bólu nie prowadzę prawie żadnego życia towarzyskiego.

- **Podróżowanie**

- Nie odczuwam bólu podczas podróży.
- Odczuwam pewien ból, gdy podróżuję, ale żadna z moich typowych form podróżowania nie wzmacnia bólu.
- Odczuwam dodatkowy ból w trakcie podróży, ale nie zmusza mnie on do szukania innych sposobów podróżowania.
- Odczuwam dodatkowy ból w trakcie podróży, który zmusza mnie on do szukania innych sposobów podróżowania.
- Ból ogranicza wszelkie sposoby podróżowania
- Ból uniemożliwia mi podróżowanie, chyba że podczas podróży mogę leżeć.

- **Zmiana natężenia bólu**

- Odczuwamy przez mnie ból szybko słabnie.
- Odczuwany przeze mnie ból jest zmienny, ale generalnie słabnie.
- Odczuwany przeze mnie ból zdaje się słabnąć, ale obecnie poprawa następuje powoli.
- Odczuwany przeze mnie ból ani nie słabnie, ani nie wzmacnia się.
- Odczuwany przeze mnie ból stopniowo się wzmacnia.
- Odczuwany przeze mnie ból szybko się wzmacnia.