

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO  
WE WROCŁAWIU  
WYDZIAŁ FIZJOTERAPII

Urszula Żywień

WPŁYW SPOSOBU UTRZYMYWANIA POZYCJI SIEDZĄCEJ  
NA KSZTAŁT KRZYWIZN PRZEDNIO-TYLNYCH  
KRĘGOSŁUPA U OSÓB  
Z PRZEWLEKŁYM ZESPOŁEM BÓLOWYM  
W OKOLICY LĘDŹWIOWEJ

Autoreferat rozprawy doktorskiej wykonywanej w Katedrze Fizjoterapii  
Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

Promotor:

dr hab. Tomasz Sipko prof. AWF

Recenzenci:

dr hab. n. med. Małgorzata Paprocka-Borowicz, prof. nadzw. Uniwersytet  
Medyczny we Wrocławiu

dr hab. Dariusz Czaprowski, prof. Olsztyńska Szkoła Wyższa

WROCŁAW 2020

## I WSTĘP

### I.1 Postawa ciała

Postawa ciała jest nawykowym, spontanicznym mechanizmem, umożliwiającym utrzymanie neutralnej postawy, a także autokorekty (Kendall i wsp., 2005). Idealna postawa ciała to złożona interakcja między funkcjami biomechanicznymi i nerwowo-mięśniowymi organizmu odpowiedzialnymi za równowagę i stabilność ciała, która gwarantuje sprawną kontrolę statyczną i dynamiczną (Monticone i wsp., 2014; Weiss i wsp., 2006). Prawidłowa postawa ciała jest złożoną interakcją pomiędzy funkcjami biomechanicznymi i nerwowo-mięśniowymi, które zapewniają zrównoważenie i stabilność ciała, a także dużą wydolność statyczno-dynamiczną oraz zapewniają ekonomię wydatku energetycznego (Claus i wsp., 2009). Postawa taka posiada niewielkie wygięcia kręgosłupa do przodu w odcinku szyjnym i lędźwiowym oraz niewielkie wypukłości w odcinku piersiowym, miednica znajduje się w pozycji neutralnej. Taka pozycja rozumiana jest jako nawykowa - habitualna (Kendall i wsp., 2005). Postawa prawidłowa to taka dwunożna pozycja stojąca, w której usytuowanie poszczególnych części ciała i ich kształty tworzą globalny kształt teoretycznie sprzyjający podstawowym funkcjom organizmu. Natomiast postawa nieprawidłowa to uwidaczniający się w pozycji stojącej niekorzystny dla organizmu kształt ciała. Każdy człowiek ma indywidualną, charakterystyczną dla niego postawę ciała, czyli pozycję habitualną, która nie zawsze jest postawą prawidłową (Zeyland- Malawka, 2003).

Jedną z podstawowych cech określających jakość postawy ciała są krzywizny kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej. Sugeruje się, że prawidłowa pozycja stojąca powinna zawierać nieznaczną lordozę lędźwiową i lekką kifozę piersiową (Kendall i wsp., 2005). Cechy jakimi powinna charakteryzować się prawidłowa pozycja stojąca w płaszczyźnie strzałkowej to: ustawienie głowy prosto nad klatką piersiową, miednicą i stopami, przednia ściana szyi zbliżona do pionu, barki w przedłużeniu szyi (w jednej linii), łopatki przylegają do klatki piersiowej, brzuch płaski, przednio-tylne wygięcia kręgosłupa łagodnie zaznaczone. W płaszczyźnie czołowej wszystkie symetryczne części ciała powinny być usytuowane na tej samej wysokości, tak samo oddalone od linii środkowej ciała i powinny posiadać ten sam kształt. Natomiast w płaszczyźnie poprzecznej osie łączące stawy ramienne, biodrowe i kolanowe powinny być do siebie równoległe oraz prostopadłe do płaszczyzny strzałkowej. Wszystkie odchylenia od wyżej wymienionych zaburzają obraz prawidłowej postawy. Odchylenie od normy w jednym odcinku ciała prowadzi do zaburzeń w innych odcinkach co doprowadza do powstania i utrwalania postawy nieprawidłowej (Zeyland- Malawka, 2003).

Zdecydowanie trudniej jest określić optymalną pozycję siedzącą. Niektórzy autorzy twierdzą, że kształt kręgosłupa podczas siedzenia powinien być podobny do „idealnej” pozycji stojącej (Lee, 2003; O`Sullivan, 2004). Choć powszechnie przyjmuje się, że prawidłowa postawa jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania to w rzeczywistości ciało okazuje się trudne do zdefiniowania za pomocą czynników ilościowych. W związku z tym tak trudne jest określenie jak ta prawidłowa postawa powinna wyglądać (Claus i wsp., 2009).

Badania wykazały, że w pozycji stojącej i stojącej wyprostowanej- skorygowanej, występuje podobne ciśnienie wewnątrzdyaskowe. Przebywanie w pozycji siedzącej, w podobnym stopniu jak w stojącej predysponuje do występowania zmian zwyrodnieniowych i przewlekłych zespołów bólowych dolnego odcinka kręgosłupa (Chronic Low Back Pain-CLBP) (Battie i wsp.,1995; Claus i wsp.,. 2008).

Zmiana pozycji ciała ze stojącej na siedzącą u kobiet ma większy wpływ na wielkości kątów nachylenia odcinków kręgosłupa i pochylenia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej niż czynna korekcja w obu pozycjach. Przyjęcie pozycji siedzącej spowodowało zmniejszenie kąta nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa i zwiększenie kąta nachylenia górnego odcinka piersiowego oraz pochylenia tułowia do przodu. W zależności od postawy stojącej lub siedzącej występuje zróżnicowane oddziaływanie korekcji na krzywizny przednio-tylne i pochylenie tułowia. Korekcja czynna dotyczy jednak jedynie odcinka piersiowego kręgosłupa. Ważnym elementem oceny jakości postawy siedzącej jest również określenie kąta pochylenia tułowia względem pionu wyprowadzonego z podstawy kręgu krzyżowego S1, obrazującego w ten sposób ułożenie tułowia w płaszczyźnie strzałkowej (Barczyk-Pawelec i Sipko 2017).

## **I.2 Nieprawidłowa pozycja siedząca a powstawanie dolegliwości bólowych kręgosłupa**

W krajach wysoko rozwiniętych aż 75% wszystkich pracowników wykonuje pracę siedzącą, która niesie ze sobą ryzyko występowania niespecyficznych dolegliwości bólowych odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Częstość występowania bólu dolnej części pleców wzrasta w okresie dojrzewania, zwykle wcześniej u dziewcząt niż u chłopców, prawdopodobnie w wyniku wcześniejszego wystąpienia u nich okresu dojrzewania (Jeffries i wsp., 2007). U dorosłych objawy CLBP osiągają szczyt w wieku od 40 do 69 lat, a częstość występowania jest wyższa wśród kobiet we wszystkich grupach wiekowych (Hoy i wsp., 2012).

Podczas przyjmowania nieprawidłowej pozycji siedzącej pojawia się asymetryczne obciążenie kręgosłupa, siły rozciągające i ściskające działają na struktury kręgosłupa w sposób

nieprawidłowy. W konsekwencji dochodzi do zaburzenia napięcia mięśniowego oraz patologicznego obciążania stawów międzywyrostkowych kręgosłupa (Lis i wsp., 2007).

Podczas przyjmowania habitualnej - pasywnej pozycji siedzącej - miednica jest ustawiona w tyłopochyleniu, co może nasilać dolegliwości bólowe dolnej części pleców (Mork i Westgaard, 2009). Ponadto odcinek lędźwiowy traci swoją naturalną krzywiznę, czyli lordozę, ustawia się kifotycznie, co doprowadza do zmniejszenia aktywności mięśni w okolicy lędźwiowo-krzyżowej kręgosłupa oraz zwiększenia aktywności mięśni w okolicy szyi (Caneiro i wsp., 2010). W stosunku do pozycji stojącej siedzenie powoduje zmniejszenie kąta w odcinku lędźwiowo-krzyżowym (De Carvalhoi wsp., 2010; Watanabe i wsp., 2007). Mechanizmy te mogą powodować, że pojawiają się przeciążenia dolnego lub górnego odcinka kręgosłupa, których charakterystycznym objawem jest ból. Długotrwałe siedzenie lub stanie w miejscu pracy oraz nieprawidłowo przygotowane stanowisko pracy mogą prowadzić do poważnych powikłań w układzie mięśniowo-szkieletowym (Brink i wsp., 2009; Lis i wsp., 2007). Siedzenie zwiększa pasywne rozciąganie struktur okolicy lędźwiowej kręgosłupa, które mogą zaostrzyć CLBP (Mork i Westgaard 2009). Niektórzy badacze zalecili przyjmowanie bardziej neutralnej pozycji dla kręgosłupa obejmującej lekką lordozę lędźwiową i rozluźniony kręgosłup piersiowy. Osoby z CLBP są bardziej wrażliwe na zgięcie i wyprost kręgosłupa lędźwiowego, ta pozycja ma umożliwić uniknięcie tym osobom bólu końca ruchu oraz zapewnić bardziej pożądaną aktywację mięśni tułowia (Claus i wsp., 2009; Scannell i McGill, 2003).

### **I.3 Znaczenie aktywności fizycznej**

Według wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) oraz Unii Europejskiej poziom aktywności fizycznej jest istotnym składnikiem zdrowego stylu życia. Dla osób dorosłych, w wieku 18-65 lat, WHO zaleca osiągnięcie minimum 30 minut umiarkowanej aktywności fizycznej przez 5 dni w tygodniu lub co najmniej 20 minut intensywnej aktywności fizycznej przez 3 dni w tygodniu. Jednorazowa aktywność powinna trwać co najmniej 10 minut. Dodatkowo zaleca się ćwiczenia 2-3 razy w tygodniu, mające na celu zwiększenie siły i wytrzymałości mięśni. Dla osób starszych, powyżej 65 roku życia, zalecana jest aktywność jak dla osób dorosłych, uzupełniona treningiem oporowym i ćwiczeniami równoważnymi, które mają na celu zmniejszenie ryzyka upadków. Młodzież i dzieci w wieku 5-18 lat powinny uczestniczyć w umiarkowanej do intensywnej aktywności fizycznej co najmniej 60 minut dziennie (EU Working Group "Sport & Health", 2008).

Niski poziom aktywności fizycznej jest obecnie uznawany za największy problem zdrowia publicznego w społeczeństwach Europy Zachodniej (Ozguler i wsp., 2000). Konsekwencją tego jest powszechne występowanie zespołów bólowych kręgosłupa w tym o charakterze nawrotowym i przewlekłym w okolicy lędźwiowej kręgosłupa (Verbunt i wsp., 2010). Uważa się, że aż 80% populacji osób dorosłych przynajmniej raz w życiu doświadcza bólów dolnego odcinka kręgosłupa co jest coraz częściej przyczyną wizyt u lekarza (Rubin, 2007). Wśród długoterminowych czynników ryzyka wystąpienia CLBP na pierwszym miejscu wymieniono siedzący tryb życia - długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej (13,4%), na drugim podnoszenie ciężkich przedmiotów (10,9%), a na trzecim niski poziom aktywności fizycznej (9,1%) (Steffens i wsp., 2014). Wobec tego wydaje się, że praca zawodowa, w której dominuje przebywanie w pozycji siedzącej oraz niski poziom aktywności fizycznej mogą być ważnymi czynnikami ryzyka powstawania objawów przeciążeniowych w okolicy lędźwiowej kręgosłupa. Istotny wpływ na występowanie CLBP mają także znajomość profilaktyki, spożycie alkoholu i białka zwierzęcego, poziom wykształcenia oraz występowanie bólów kręgosłupa w rodzinie. Nie stwierdza się natomiast wpływu takich czynników jak: BMI, palenie papierosów i wysokości zarobków. Aby zmniejszyć częstotliwość występowania CLBP konieczne są działania profilaktyczne takie jak zwiększenie poziomu aktywności fizycznej, edukowanie społeczeństwa w zakresie odżywiania oraz prawidłowego wykonywania czynności dnia codziennego (Karunanayake i wsp., 2013). Wdrożenie programów profilaktycznych mogłoby w sposób znaczący zmniejszyć liczbę osób z CLBP.

Regularna aktywność fizyczna zmniejsza ponadto ryzyko wystąpienia cukrzycy typu 2, chorób sercowo- naczyniowych oraz przedwczesnej śmierci (Haskell i wsp., 2007).

#### **I.4 Próg bólu tkanek miękkich**

Ból jest doznaniem subiektywnym. Międzynarodowe Stowarzyszenia Badania Bólu (International Association for the Study of Pain- IASP) określa ból jako „nieprzyjemne doznanie czuciowe i emocjonalne związane z rzeczywistym lub potencjalnym uszkodzeniem tkanek, albo opisywane w kategorii takich uszkodzeń” (IASP, 1979). Bóle odcinka lędźwiowego kręgosłupa są powszechne w cywilizacjach zachodnich i dotyczą aż jednej trzeciej populacji. Dolegliwości te o 10% częściej dotyczą kobiet, ponieważ są one bardziej narażone na czynniki ryzyka predysponującego do bólu kręgosłupa. Do tych czynników zalicza się ciężę, chodzenie na wysokich obcasach, stres oraz zwyrodnienia stawów (Hoy i wsp., 2012).

Zgodnie z definicją Międzynarodowego Stowarzyszenia Badania Bólu (IASP), uciskowy próg bólu (Pressure Pain Threshold – PPT) to najmniejszy bodziec powodujący

wystąpienie odczucia bólu (IASP, 1979). Zatem obniżenie PPT tkanek miękkich będzie wskazywać na możliwość wystąpienia objawów przeciążeniowych, rozwoju choroby przeciążeniowej narządu ruchu. Za potencjalne czynniki związane ze zwiększoną wrażliwością na ból uznaje się: płęć żeńską, wzrost wskaźnika masy ciała, depresję, odczuwanie lęku i stresu, obniżoną jakość życia związaną ze zdrowiem, niską aktywność fizyczną, siedzący tryb życia i palenie tytoniu (Waller i wsp., 2016).

## **II CEL PRACY**

Celem pracy było określenie wpływu habitualnej - pasywnej i skorygowanej - aktywnej pozycji siedzącej na kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa u kobiet i mężczyzn z niespecyficznym, przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa w okolicy lędźwiowej.

## **III PYTANIA BADAWCZE**

Pytania badawcze:

1. Czy w pozycji siedzącej habitualnej- pasywnej kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa różni się między grupą z CLBP a grupą kontrolną u kobiet i mężczyzn?
2. Czy w pozycji siedzącej aktywnej - skorygowanej kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa różni się między grupą z CLBP a grupą kontrolną kobiet i mężczyzn?
3. W którym odcinku kręgosłupa występuje korygowanie krzywizn w pozycji siedzącej aktywnej w grupie z CLBP i grupie kontrolnej kobiet i mężczyzn?
4. Czy zmiana progu bólowego tkanek miękkich, kształtu krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa przyjmowanych w obu pozycjach siedzących, czasu przebywania w pozycji siedzącej, stażu pracy, poziomu aktywności fizycznej, wskaźnika BMI zwiększają lub zmniejszają szansę wystąpienia bólu przewlekłego u kobiet i mężczyzn?
5. Czy kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa w obu pozycjach jest zależny od poziomu aktywności fizycznej w grupie z CLBP i grupie kontrolnej kobiet i mężczyzn?

## IV MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

### IV.1 Materiał badawczy

Badaniami objęto 163 pracowników biurowych z dwunastu firm z Wrocławia i okolic, które zostały podzielone na grupę osób z niespecyficznym przewlekłym bólem okolicy lędźwiowo-krzyżowej (CLBP) oraz grupę kontrolną (KON).

Kryteria włączenia do grupy CLBP:

- wiek 25-35 lat
- praca biurowa wykonywana zawodowo nie mniej niż 6 godzin dziennie, staż pracy min. 2 lata
- niespecyficzne przewlekłe dolegliwości bólowe okolicy lędźwiowo-krzyżowej kręgosłupa w skali NRS 1- 3 w dniu badania
- pisemna zgoda na udział w badaniach

Kryteria wyłączenia z grupy CLBP:

- złe samopoczucie w dniu badania
- schorzenia neurologiczne i ortopedyczne
- specyficzne zespoły bólowe kręgosłupa na podstawie opisu rtg
- schorzenia kręgosłupa kwalifikujące do operacji
- ból spoczynkowy w dniu badania w skali NRS 4-10
- ból, drętwienie, mrowienie promieniujące do kończyny dolnej poniżej fałdu pośladkowego

Kryteria włączenia do grupy KON:

- wiek 25-35 lat
- praca biurowa wykonywana zawodowo nie mniej niż 6 godzin dziennie, staż pracy min. 2 lata
- brak dolegliwości bólowych kręgosłupa w odcinku lędźwiowym w ciągu ostatnich 3 miesięcy
- pisemna zgoda na udział w badaniach

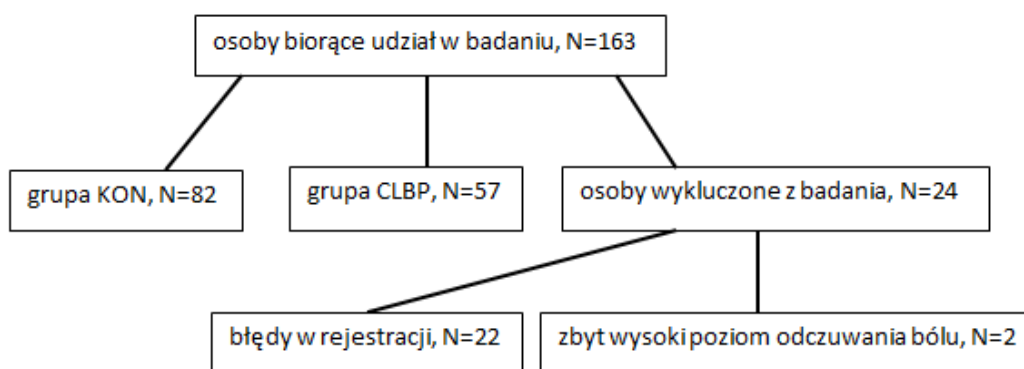
Kryteria wyłączenia z grupy KON:

- złe samopoczucie w dniu badania



- schorzenia neurologiczne i ortopedyczne

W grupie CLBP znalazło się 57 osób z niespecyficznymi przewlekłymi dolegliwościami bólowymi kręgosłupa lędźwiowego o natężeniu bólu 1-3 w skali NRS. Grupę KON stanowiły 82 osoby bez dolegliwości bólowych kręgosłupa. Z badań wykluczono 24 osoby: 22 z powodu błędów w rejestracji ukształtowania kręgosłupa oraz 2 osoby z powodu zbyt silnego bólu odczuwanego w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (ryc. 1).



Rycina 1. Przepływ osób badanych

**Tabela 1.** Dane demograficzne grupy CLBP oraz KON z podziałem na kobiety i mężczyzn

Zmienna	Grupa CLBP (n=57)		Grupa KONTROLNA (n=82)		Poziom p CLBP /KON K	Poziom p CLBP /KON M
	K (n=19) X (SD)	M (n=38) X (SD)	K (n=32) X (SD)	M (n=50) X (SD)		
Wiek (lata)	29.00 (3.68)	29.39 (3.16)	29.59 (3.42)	29.72 (3.00)	0.56	0.63
Masa ciała (kg)	64.42 (9.27)	86.95 (13.67)	59.31 (7.75)	83.20 (11.95)	0.03*	0.17
Wysokość ciała (m)	1.67 (0.07)	1.80 (0.06)	1.66 (0.05)	1.80 (0.06)	0.64	0.87
BMI	23.11 (3.75)	26.67 (4.0)	21.39 (2.72)	25.56 (3.27)	0.06	0.15
Staż pracy (lata)	5.47 (3.39)	6.21 (2.87)	6.03 (3.30)	6.02 (3.08)	0.56	0.77
Czas pracy (godz.)	10.11 (1.70)	9.84 (1.94)	9.44 (1.92)	9.70 (1.96)	0.21	0.73
AF niska (n)	3	6	5	8	Chi <sup>2</sup> =0.06, p=0.80	
AF wyst. (n)	11	19	18	29	Chi <sup>2</sup> =0.02, p=0.88	
AF wysoka (n)	5	13	9	13	Chi <sup>2</sup> =0.75, p=0.39	
NRS	1.95 (0.78)	2.23 (0.79)	–	–	0.19	
ODI	9.10 (5.95)	7.07 (4.83)	–	–	0.17	

Skróty: KON grupa kontrolna, CLBP – grupa zespołem bólowym dolnego odcinka kręgosłupa, K – kobiety, M – mężczyźni, AF – aktywność fizyczna, n – liczebność, X (SD) – średnia, odchylenie standardowe, p – poziom istotności, Chi-kwadrat – Chi<sup>2</sup>, \* p<0,05

Normy wskaźnika BMI opracowane przez Międzynarodową Organizację Zdrowia (WHO):

< 16,0 – wygłodzenie, 16,0–16,99 – wychudzenie, 17,0–18,49 – niedowaga, 18,5–24,99 – wartość prawidłowa, 25,0–29,99 – nadwaga, 30,0–34,99 – I stopień otyłości, 35,0–39,99 – II stopień otyłości (otyłość kliniczna),  $\geq 40,0$  – III stopień otyłości (otyłość skrajna).

Porównanie danych demograficznych między grupami CLBP i kontrolną wskazuje na istotną różnicę masy ciała kobiet ( $p < 0,05$ ). Kobiety z grupy CLBP wykazywały istotnie większą masę ciała. Poziomy aktywności fizycznej (niska, wystarczająca, wysoka) nie różnicowały grupy CLBP oraz kontrolnej ( $p > 0,05$ ). Natężenie bólu spoczynkowego (NRS) oraz poziom niepełnosprawności (ODI) między kobietami a mężczyznami w grupie CLBP, nie różnił się istotnie ( $p > 0,05$ ). Pozostałe dane demograficzne nie różniły się istotnie między grupami CLBP i kontrolną.

## IV.2 Metody badawcze

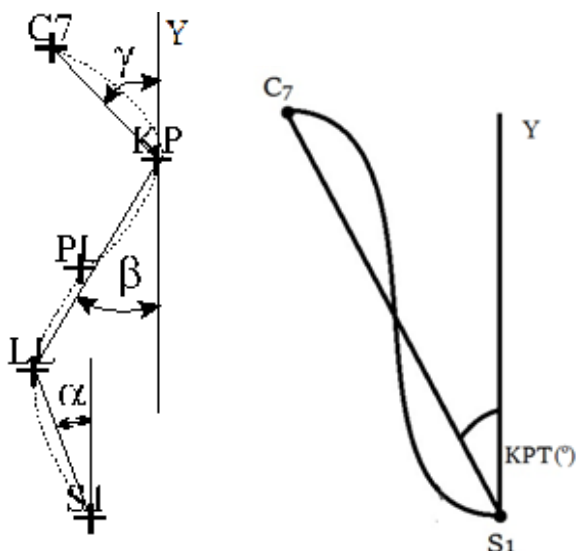
Na wykonanie badań uzyskano zgodę Komisji ds. Etyki Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu.

Ukształtowanie kręgosłupa badano przy pomocy aparatu Mory czwartej generacji (CQ Elektronik System, Wrocław, [www.cq.com.pl](http://www.cq.com.pl)) w dwóch warunkach postawy: pozycja siedząca habitualna - pasywna i pozycja siedząca skorygowana - aktywna (autokorekcja). Badania zostały przeprowadzone w godzinach 8.00-13.00. U osoby badanej zmywalnym markerem oznaczone były wyrostki kolczyste kręgów od C7 do S1, przejście piersiowo-lędźwiowe (Th12/L1), podstawa kości krzyżowej, kąty dolne łopatek oraz kolce biodrowe tylne górne.

Badania były wykonane przez jednego badacza w zaciemnionym pomieszczeniu (O'Sullivan i wsp., 2010). Osoba badana siedziała tyłem do kamery na taborecie, którego wysokość była indywidualnie regulowana, tak aby stopy swobodnie opierały się o ziemię, kąt w kolanach wynosił  $90^\circ$ , a przedramiona oparte były o blat stołu. Osoba była rozebrana od pasa w górę z odsłoniętą kością krzyżową, kobiety badano w biustonoszu. Odległość od kamery wynosiła 2,6 metra, kamera była ustawiona tak, aby na ekranie Mory wyświetlany był cały tułów (Czaprowski i wsp., 2014).

Ukształtowanie kręgosłupa rejestrowane było w sposób ciągły przez 5 s w pozycji habitualnej i 5 s w pozycji aktywnej z częstotliwością 4 Hz. Osoby badane nie były instruowane o sposobie korekcji w pozycji siedzącej aktywnie. Informacja podawana słownie osobom badanym: pozycja habitualna - Proszę przyjąć pozycję, w której zazwyczaj Pan/Pani utrzymuje pozycję siedzącą. Pozycja skorygowana - Proszę skorygować swoją pozycję, usiąść w sposób prawidłowy.

Zarejestrowane kadry były ręcznie opracowywane przez badacza, który oznaczał na zdjęciach wcześniej zaznaczone markerem punkty. Z opracowanych kadrów wyliczono wartości kątów krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej: kąt nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa ( $\alpha$ ), kąt nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa ( $\beta$ ), kąt nachylenia górnej części odcinka piersiowego ( $\gamma$ ) oraz kąt pochylenia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej (KPT), przy czym wartości minusowe KPT wskazują pochylenie tułowia do przodu (ryc.2).



Rycina 2. Kąt  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  oraz KPT (Barczyk-Pawelec i Sipko, 2017)

Poziom aktywności fizycznej został określony przy pomocy skróconej wersji Międzynarodowego Kwestionariusza Aktywności Fizycznej (IPAQ- SF). Kwestionariusz pozwala na zakwalifikowanie badanych osób do trzech grup ze względu na ich poziom aktywności fizycznej- wysoki, wystarczający i niewystarczający (Biernat i wsp., 2007).

Poziom uciskowego progu bólowego (PPT) został zbadany przy pomocy algometru FDIX RS232, firmy Wagner ([www.wagnerinstruments.com](http://www.wagnerinstruments.com)). Procedura badawcza była przeprowadzana w godzinach 8.00 - 13.00, w pozycji siedzącej, po przeprowadzeniu badania ukształtowania kręgosłupa. Badanie wykonywano w sześciu punktach pomiarowych, po obu stronach, 2 cm od kręgosłupa na szczycie lordozy szyjnej, kifozy piersiowej i lordozy lędźwiowej. W miejscu wyznaczonych punktów przykładano końcówkę pomiarową algometru prostopadle do ciała i powoli dociskano, do momentu aż badany stwierdził, że ucisk zaczyna być dla niego nieprzyjemny. Z urządzenia odczytywano wtedy wartość podaną w niutonach na centymetr<sup>2</sup> [N/cm<sup>2</sup>], wartość ta była uznawana za uciskowy próg bólowy. Pomiar dla większej

wiarygodności zostały wykonane dwukrotnie w odstępie 1 minuty, a następnie została wyliczona średnia dla każdego z punktów.

Do oceny aktualnego poziomu bólu spoczynkowego w grupie badanej została użyta Skala Numeryczna (j. ang. Numerical Rating Scale - NRS). Osoba badana na skali od 0-10 zaznaczała aktualny, w dniu badania poziom odczuwania bólu. 0 oznacza brak bólu, 10 natomiast najsilniejszy doświadczony czy wyobrażalny ból (Domżał, 2008).

W grupie z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa przeprowadzono ponadto Kwestionariusz Oswestry (Oswestry Disability Index - ODI). Kwestionariusz ten pozwala na ocenę stopnia niepełnosprawności u osób z dolegliwościami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa.

### IV.3 Metody statystyczne

Analizy statystycznej dokonano przy pomocy programu Statistica. Normalność rozkładów została sprawdzona testem Shapiro-Wilka. Rozkład okazał się nienormalny dla wyników prognozy bólu, więc przeprowadzono statystykę nieparametryczną - analizę efektów głównych wariancji - test Friedmana dla porównań wewnątrzgrupowych i dla porównań międzygrupowych - test Kruskala-Wallis. Dla porównań par międzygrupowych wykorzystano test Manna-Whitneya, dla porównań wewnątrzgrupowych test Wilcoxon. W przypadku wielokrotnych porównań zastosowano poprawkę Bonferroniego ( $p_{pop} = p / \text{liczba porównań}$ ). Wyniki na wykresach przedstawiono w postaci mediany oraz zakresu nieodstających.

Wyniki wielkości kątów krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa (ALFA, BETA, GAMA) oraz kąt pochylenia tułowia (KPT) poddano analizie wariancji wieloczynnikowej ANOVA (2xpłeć, 2xpozycja, 2xgrupa). Wyliczono efekty główne czynników oraz interakcje, a następnie przeprowadzono testowanie post-hoc testem Bonferroniego. Wyniki na wykresach przedstawiono w postaci średnich oraz przedziałów ufności 95%. Do porównań cech jakościowych - poziomu aktywności fizycznej zastosowano test Chi.

Dla opisu modelu przeprowadzono analizę regresji logistycznej, osobno dla grupy kobiet i mężczyzn. Jedynie dla grupy kobiet udało się stworzyć model, w którym stwierdzono prawdopodobieństwo powiązania.

Wyniki zostały uznane za istotne statystycznie jeśli  $p < 0,05$ .

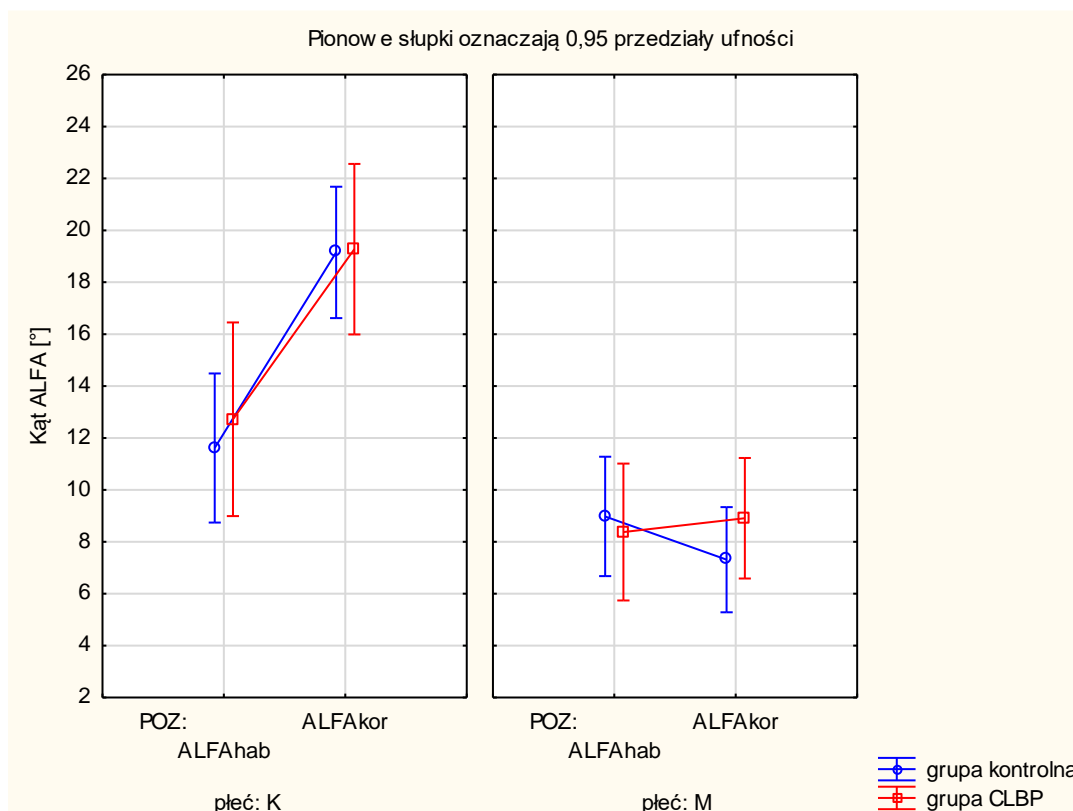
## V WYNIKI BADAŃ

### V.1 Kąt nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa (ALFA)

Zaobserwowano efekt główny płci ( $F_{(1, 135)}=41,822$ ,  $p=,00000$ ) i pozycji ( $F_{(1,135)}=15,413$ ,  $p=,00014$ ) oraz istotną statystycznie interakcję pomiędzy tymi dwoma czynnikami ( $F_{(1, 135)}=21,269$ ,  $p=,00001$ ).

W teście post-hoc stwierdzono istotną statystycznie różnicę w wielkości kąta ALFA między pozycją habitualną i korekcyjną jedynie u kobiet z grupy kontrolnej ( $p=,000209$ ). Nie stwierdzono różnic w wielkości kąta ALFA między pozycją habitualną i korekcyjną w grupie CLBP u mężczyzn ( $p>0,05$ ). Nie stwierdzono, również różnic między grupą Kontrolną i CLBP, w obu pozycjach, w obu grupach ( $p>0,05$ ).

Istotną statystycznie różnicę stwierdzono w wielkości kąta ALFA w pozycji korekcyjnej między kobietami i mężczyznami z grupy kontrolnej ( $p=,000000$ ) i CLBP ( $p=,000092$ ). Kobiety w pozycji korekcyjnej osiągają istotnie większą wartość kąta ALFA w porównaniu do mężczyzn (ryc.3).



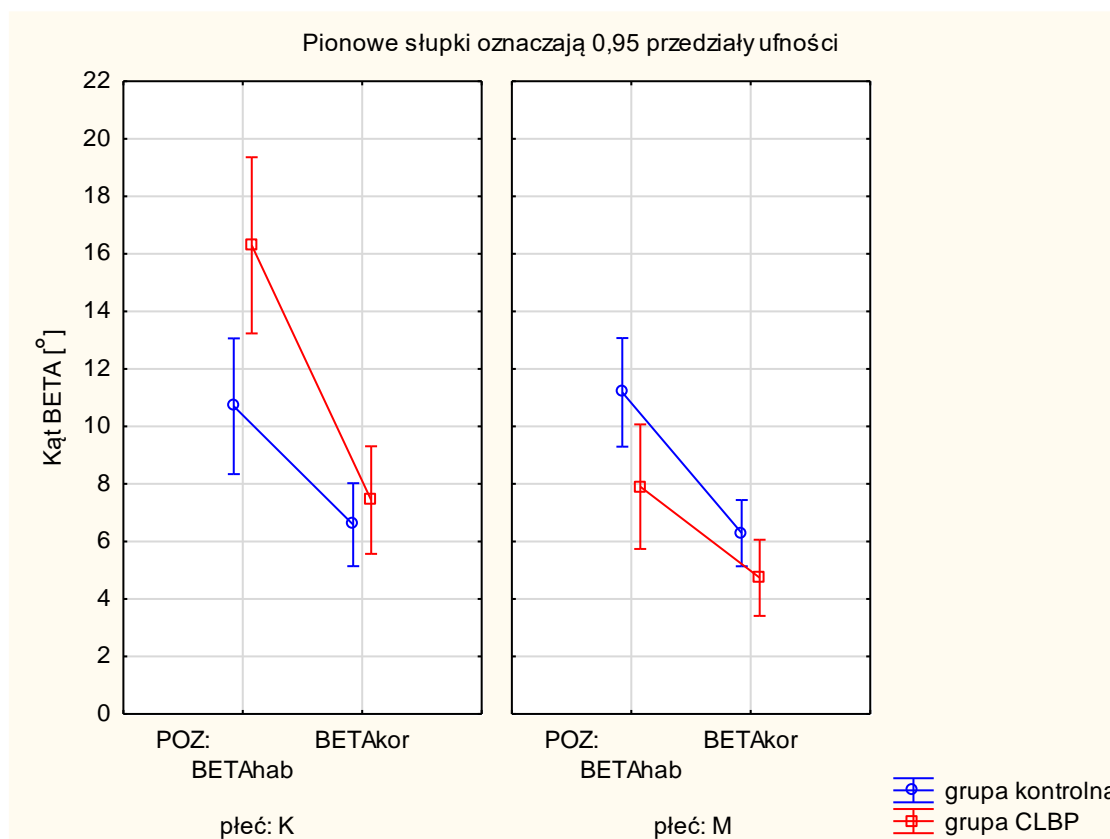
Rycina 3. Średnia oraz przedziały ufności kąta nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa (ALFA) w pozycji (POZ) habitualnej (hab) i korekcyjnej (kor) w grupie kontrolnej i CLBP u kobiet (K) i mężczyzn (M)

## V.2 Kąt nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa (BETA)

Zaobserwowano efekt główny płci ( $F_{(1, 135)} = 10,281$ ,  $p = 0,00168$ ) i pozycji ( $F_{(1, 135)} = 93,790$ ,  $p = 0,0000$ ) oraz istotną statystycznie interakcję pomiędzy tymi dwoma czynnikami ( $F_{(1, 135)} = 5,1274$ ,  $p = 0,02$ ). Istotna statystycznie interakcja występuje również pomiędzy czynnikiem płeć i ból ( $F_{(1, 135)} = 11,001$ ,  $p = 0,001$ ) oraz pomiędzy trzema czynnikami - płeć, ból i pozycja ( $F_{(1, 135)} = 8,8553$ ,  $p = 0,003$ ).

W teście post-hoc stwierdzono istotne zmniejszenie w wielkości kąta BETA między pozycją habitualną i korekcyjną w grupie CLBP zarówno u kobiet ( $p < 0,001$ ) jak i mężczyzn ( $p < 0,05$ ). Istotna statystycznie różnica w wielkości kąta BETA, między obiema pozycjami wystąpiła również w grupie kontrolnej u kobiet ( $p < 0,01$ ) i mężczyzn ( $p < 0,05$ ). Porównując grupę kontrolną i CLBP różnica istotna statystycznie wystąpiła jedynie w wielkości kąta BETA w pozycji habitualnej u kobiet ( $p < 0,05$ ). Kobiety z grupy CLBP cechuje istotnie większa wartość kąta BETA. Nie stwierdzono różnic w wielkości kąta BETA między grupą kontrolną i CLBP w obu pozycjach u mężczyzn oraz u kobiet w pozycji korekcyjnej ( $p > 0,05$ ).

Istotną statystycznie różnicę stwierdzono w wielkości kąta BETA w pozycji habitualnej pomiędzy kobietami i mężczyznami z grupy CLBP ( $p < 0,001$ ) (ryc.4).

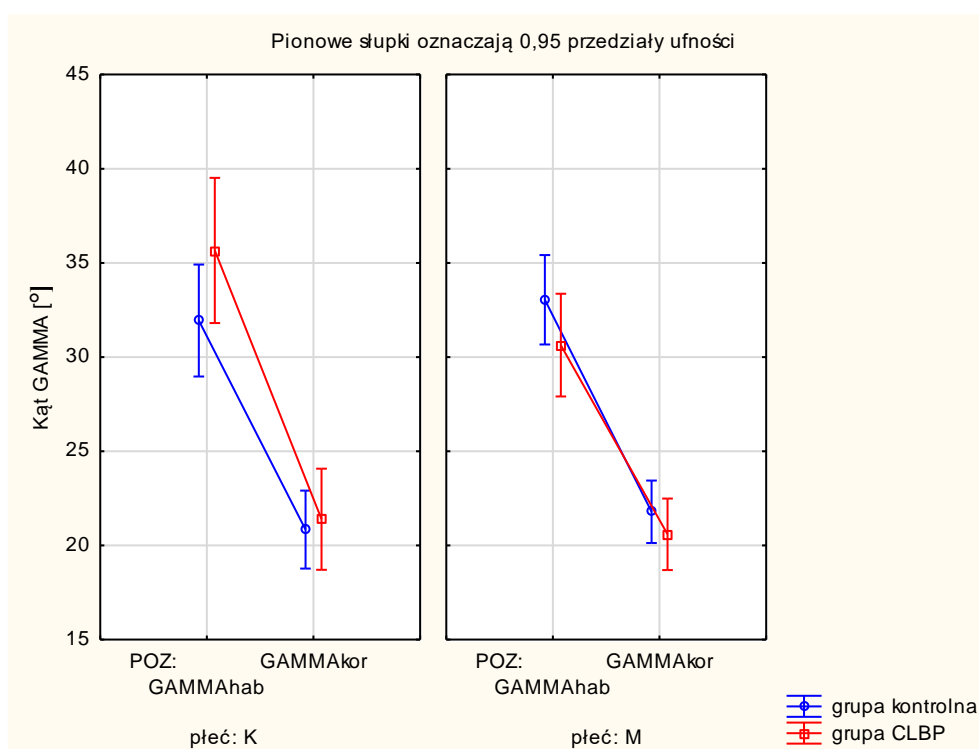


Rycina 4. Średnia oraz przedziały ufności kąta nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa (BETA) w pozycji (POZ) habitualnej (hab) i korekcyjnej (kor) w grupie kontrolnej i CLBP u kobiet (K) i mężczyzn (M)

### V.3 Kąt nachylenia górnej części odcinka piersiowego- GAMMA

Zaobserwowano efekt główny pozycji ( $F_{(1, 135)} = 359,51, p < 0,001$ ). Nie zaobserwowano efektu głównego czynnika płeć oraz ból ( $p > 0,05$ ).

W teście post-hoc stwierdzono istotne zmniejszenie w wielkości kąta GAMMA między pozycją habitualną i korekcyjną w grupie CLBP zarówno u kobiet ( $p < 0,001$ ) jak i mężczyzn ( $p < 0,001$ ). Istotna statystycznie różnica w wielkości kąta GAMMA, między obiema pozycjami wystąpiła również w grupie kontrolnej u kobiet ( $p < 0,001$ ) i mężczyzn ( $p < 0,001$ ). Nie stwierdzono, różnic w wielkości kąta GAMMA, między grupą kontrolną i CLBP, w obu pozycjach ( $p > 0,05$ ) (ryc. 5).



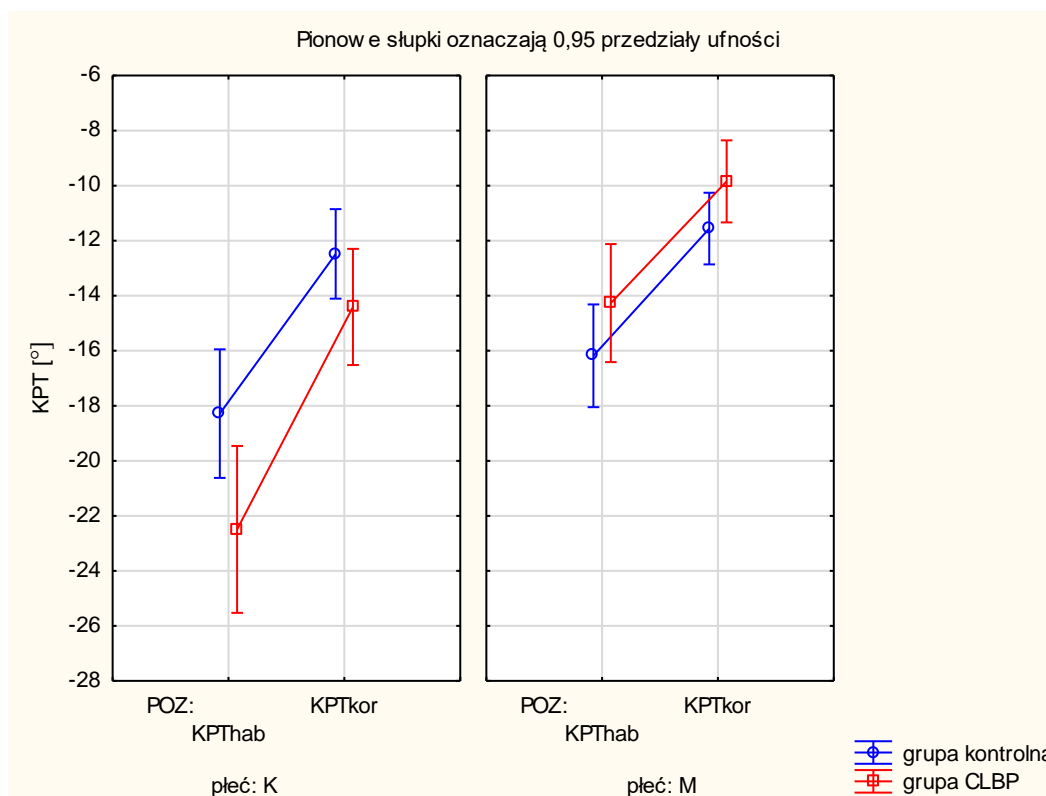
Rycina 5. Średnia oraz przedziały ufności kąta nachylenia górnej części odcinka piersiowego (GAMMA) w pozycji (POZ) habitulnej (hab) i korekcyjnej (kor) w grupie kontrolnej i CLBP u kobiet (K) i mężczyzn (M)



#### V.4 Kąt pochylenia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej (KPT)

Zaobserwowano efekt główny płci ( $F_{(1, 135)} = 19,437$ ,  $p = 0,00002$ ) i pozycji ( $F_{(1, 135)} = 119,23$ ,  $p = 0,0000$ ) oraz istotną interakcję pomiędzy tymi dwoma czynnikami ( $F_{(1, 135)} = 5,3137$ ,  $p = 0,02$ ). Istotna statystycznie interakcja występuje również pomiędzy czynnikiem płeć i ból ( $F_{(1, 135)} = 7,4166$ ,  $p = 0,00732$ ).

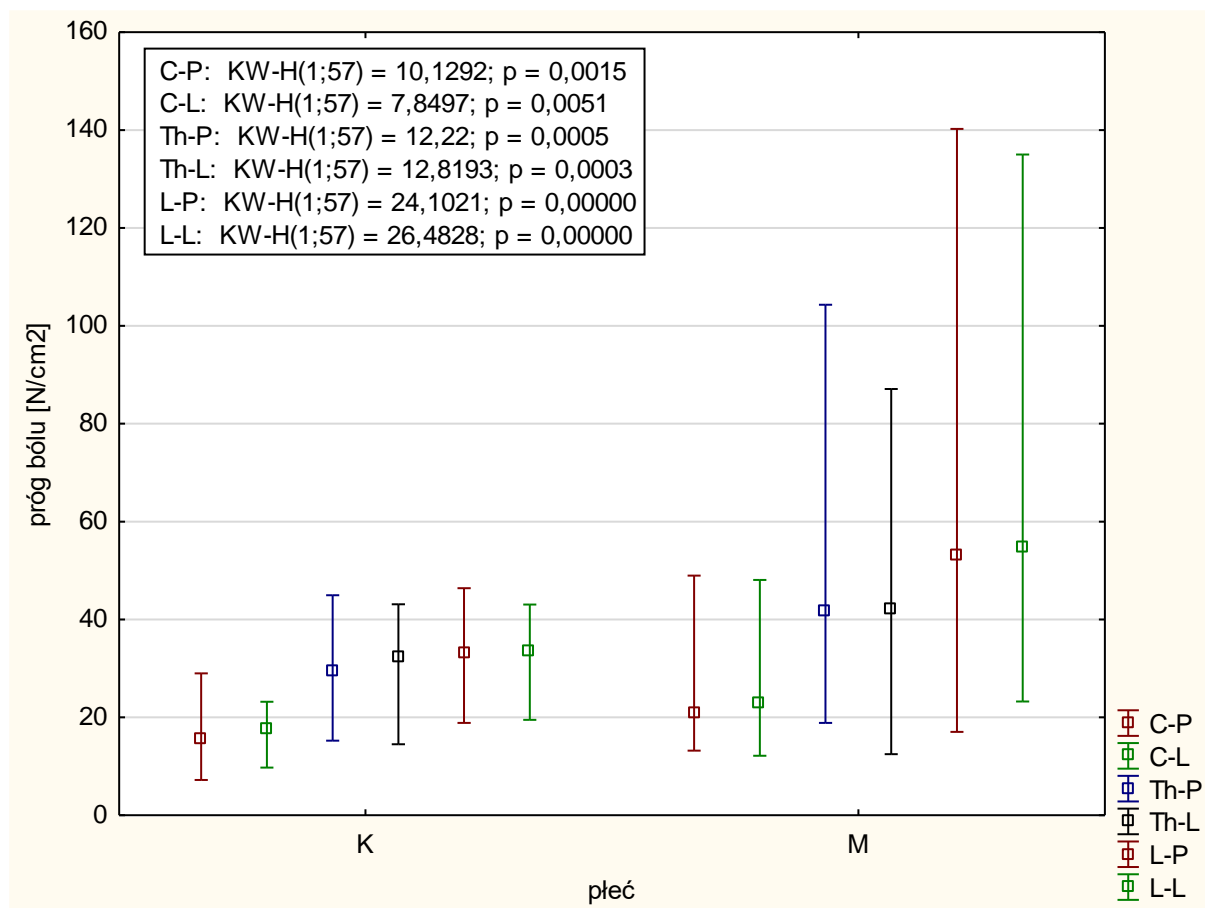
W teście post-hoc stwierdzono istotną statystycznie różnicę w wielkości kąta pochylenia tułowia między pozycją habitualną i korekcyjną w grupie CLBP zarówno u kobiet ( $p < 0,001$ ) jak i mężczyzn ( $p < 0,001$ ). Istotna statystycznie różnica między obiema pozycjami wystąpiła również w grupie kontrolnej u kobiet ( $p < 0,001$ ) i mężczyzn ( $p < 0,001$ ). Nie stwierdzono, również różnic w wielkości KPT, między grupą kontrolną i CLBP, w obu pozycjach ( $p > 0,05$ ). Istotna statystycznie różnica wystąpiła w pozycji habitualnej w grupie CLBP pomiędzy kobietami i mężczyznami ( $p < 0,0001$ ) (ryc. 6).



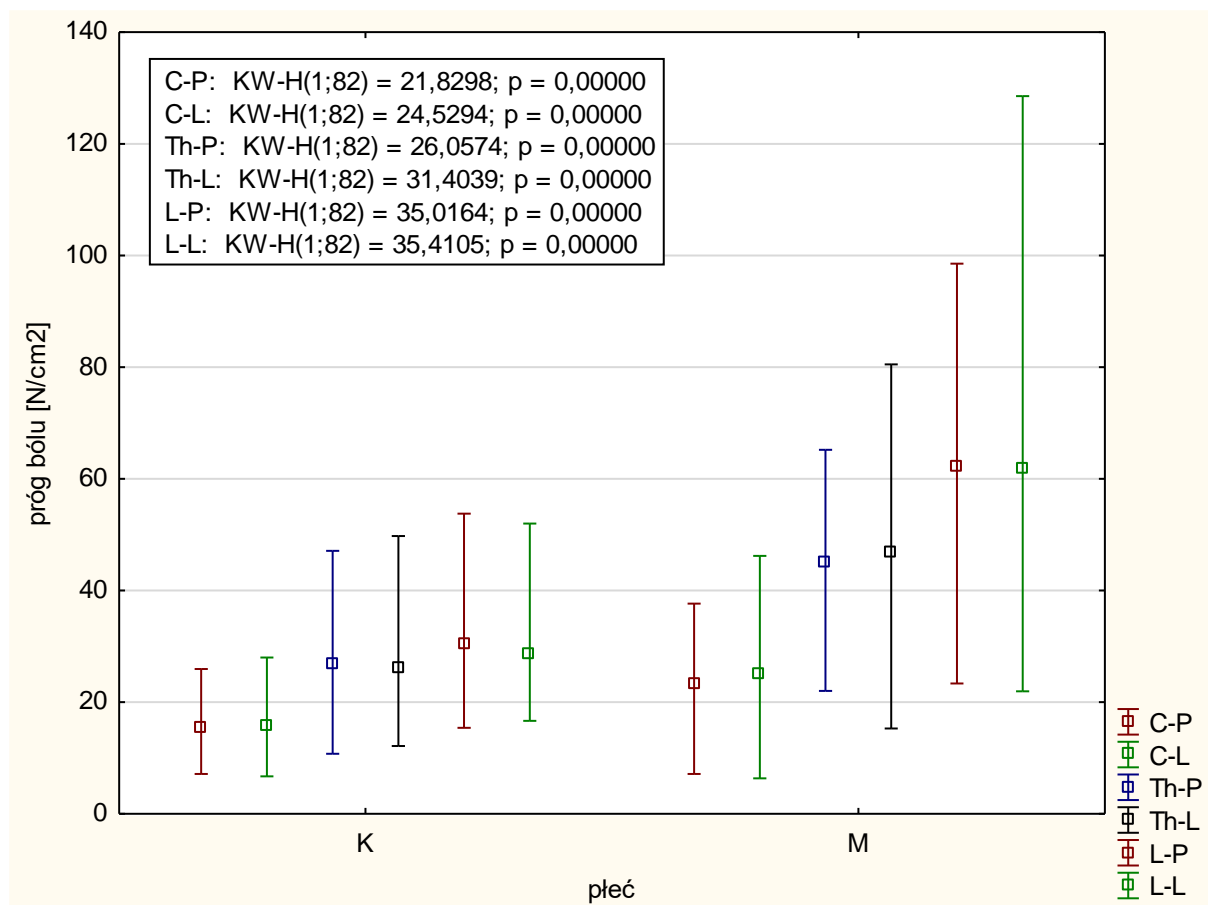
Rycina 6. Średnia oraz przedziały ufności kąta pochylenia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej (KPT) w pozycji (POZ) habitualnej (hab) i korekcyjnej (kor) w grupie kontrolnej i CLBP, kobiet (K) i mężczyzn (M)

### V.5 Próg bólu tkanek miękkich u kobiet i mężczyzn

Zaobserwowano istotne statystycznie różnice w wielkości progu bólu ( $p < 0,05$ ) we wszystkich odcinkach kręgosłupa, pomiędzy kobietami i mężczyznami zarówno w grupie CLBP jak i kontrolnej. Najwyższe wartości progu bólowego występują w odcinku lędźwiowym kręgosłupa a najniższe w odcinku szyjnym. Nie stwierdzono różnic istotnych między stronami lewą i prawą ( $p > 0,05$ ). Kobiety wykazują istotnie niższy próg bólu, natomiast w grupie mężczyzn stwierdzono znaczny zakres nieodstających wyników zarówno w grupie CLBP oraz w grupie kontrolnej (ryc. 7 i 8).



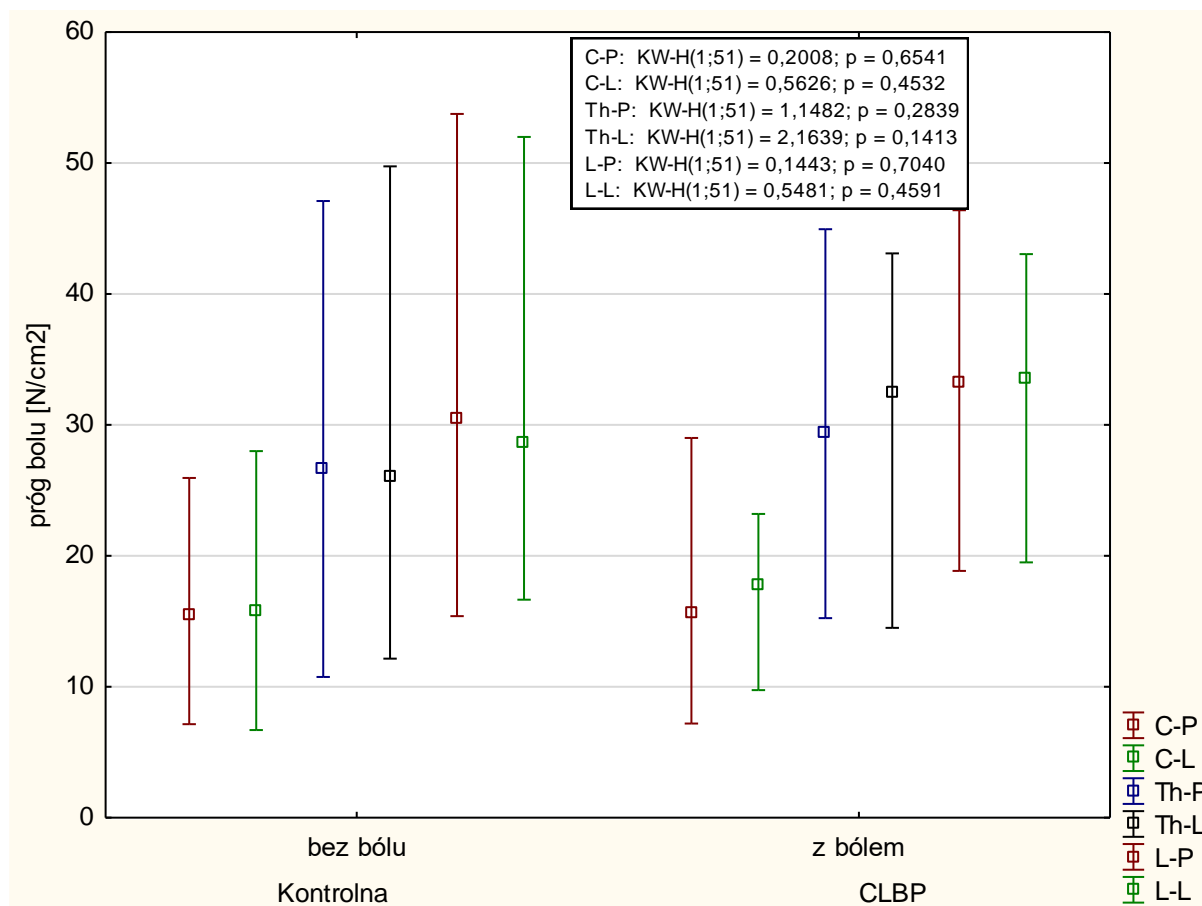
Rycina 7. Mediany oraz zakres nieodstających progu bólu tkanek miękkich w odcinku szyjnym, po stronie prawej i lewej (C-P, C-L), piersiowym (Th-P, Th-L) i lędźwiowym (L-P, L-L) kręgosłupa w grupie CLBP z podziałem na kobiety (K) i mężczyzn (M), wartość testu Kruskala-Wallisa (ramka)



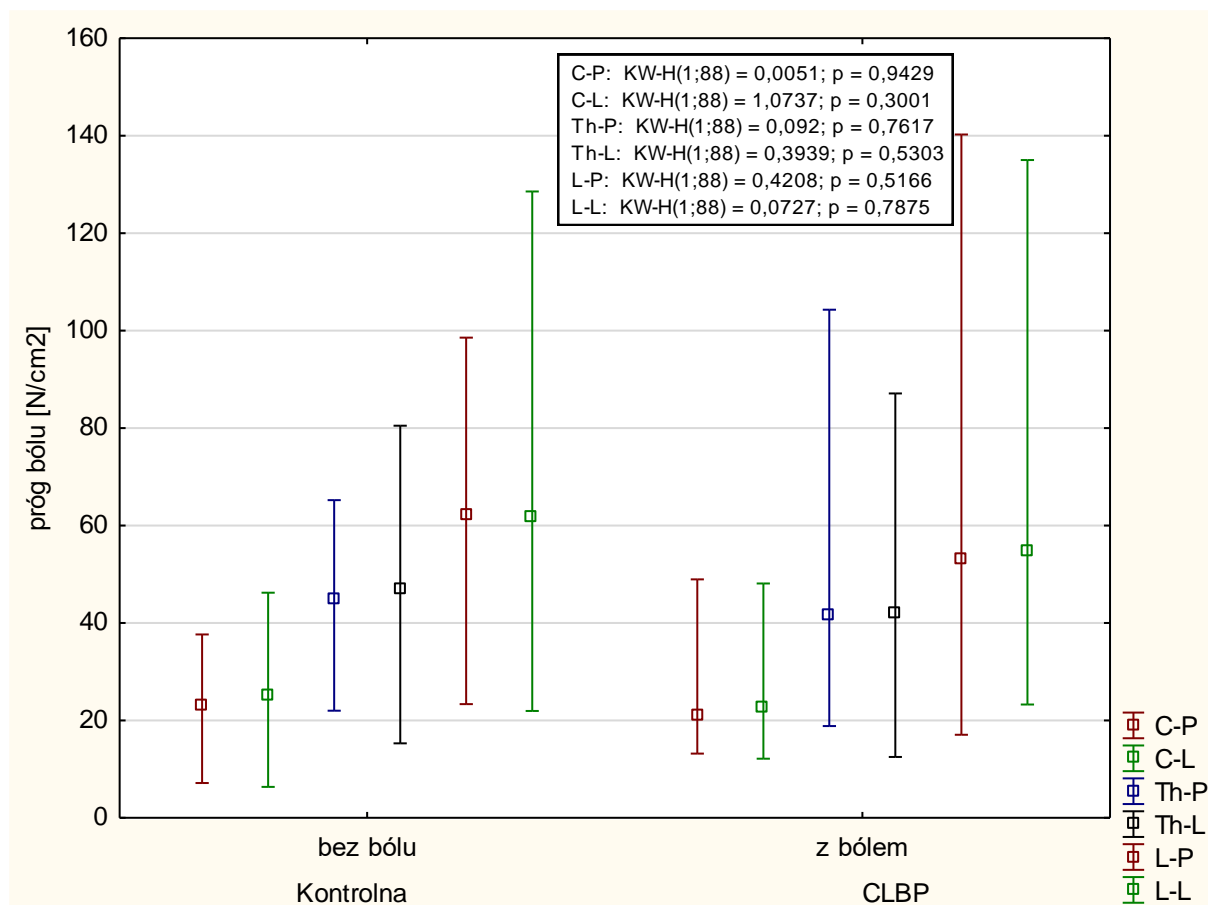
Rycina 8. Mediany oraz zakres nieodstających progu bólu tkanek miękkich w odcinku szyjnym, po stronie prawej i lewej (C-P, C-L), piersiowym (Th-P, Th-L) i lędźwiowym (L-P, L-L) kręgosłupa w grupie kontrolnej z podziałem na kobiety (K) i mężczyzn (M), wartość testu Kruskala-Wallisa (ramka)

## V.6 Próg bólu tkanek miękkich w grupie kontrolnej i CLBP

Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w wielkości progu bólowego tkanek miękkich okolicy szyjnej, piersiowej i lędźwiowej, pomiędzy grupą CLBP i kontrolną, zarówno w grupie kobiet jak i mężczyzn ( $p > 0,05$ ). Nie stwierdzono różnic istotnych między stronami lewą i prawą ( $p > 0,05$ ) (ryc. 9 i 10).



Rycina 9. Mediany oraz zakres nieodstających progów bólu tkanek miękkich w odcinku szyjnym, po stronie prawej i lewej (C-P, C-L), piersiowym (Th-P, Th-L) i lędźwiowym (L-P, L-L) kręgosłupa w grupie Kontrolnej i CLBP wśród kobiet, wartość testu Kruskala-Wallis (ramka)



Rycina 10. Mediany oraz zakres nieodstających progu bólu tkanek miękkich w odcinku szyjnym, po stronie prawej i lewej (C-P, C-L), piersiowym (Th-P, Th-L) i lędźwiowym (L-P, L-L) kręgosłupa w grupie kontrolnej i CLBP wśród mężczyzn, wartość testu Kruskala-Wallisa (ramka)

## V.7 Model regresji logistycznej

Jedynie dla grupy kobiet udało się stworzyć model regresji logistycznej, który klasyfikuje poprawnie prawie 77% przypadków. Iloraz szans wynosi 9,4% co oznacza, że klasyfikacja post-hoc jest ponad 9-krotnie lepsza niż klasyfikacja przypadkowa (tab. 2).

Tabela 2. Klasyfikacja przypadków w modelu regresji logistycznej dla grupy kobiet

Obserw.	Klasyfikacja przypadków (baza danych (0-1)) Il. szans: 9,3889 % poprawnych: 76,47% Warunek uwzględniania: grupa kobiet		
	Przewidywane bez bólu	Przewidywane z bólem	Procent Poprawnych
bez bólu	26	6	81,25000
z bólem	6	13	68,42105

Przy tworzeniu modelu wykluczano kolejne zmienne: BMI ( $p > 0,05$ ), aktywność fizyczną ( $p > 0,05$ ), staż pracy ( $p > 0,05$ ), liczbę godzin przebywania w pozycji siedzącej dziennie ( $p > 0,05$ ), kąt nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa w pozycji habitualnej-  $ALFA_{hab}$  ( $p > 0,05$ ), kąt nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa w pozycji korekcyjnej-  $ALFA_{kor}$  ( $p > 0,05$ ), kąt nachylenia odcinka piersiowo- lędźwiowego w pozycji korekcyjnej-  $BETA_{kor}$  ( $p > 0,05$ ), kąt nachylenia górnej części odcinka piersiowego w pozycji habitualnej-  $GAMMA_{hab}$  ( $p > 0,05$ ), kąt nachylenia górnej części odcinka piersiowego w pozycji korekcyjnej-  $GAMMA_{kor}$  ( $p > 0,05$ ), kąt pochylenia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej w pozycji habitualnej-  $KPT_{hab}$  ( $p > 0,05$ ), kąt pochylenia tułowia w płaszczyźnie strzałkowej w pozycji korekcyjnej-  $KPT_{kor}$  ( $p > 0,05$ ), próg bólu tkanek miękkich w odcinku szyjnym po stronie prawej i lewej-  $C(P+L)$  ( $p > 0,05$ ).

Do końcowego modelu regresji logistycznej ujęto następujące zmienne: próg bólu w odcinku piersiowym kręgosłupa ( $Th$ ), próg bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa ( $L$ ) oraz kąt nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego w pozycji habitualnej ( $BETA_{hab}$ ) (tab. 3).

Wzrost wartości progu bólu w odcinku piersiowym kręgosłupa ( $Th$ ) oraz wzrost wartości kąta nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego w pozycji habitualnej ( $BETA_{hab}$ ) zwiększają szansę, że u danej osoby pojawi się ból w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (iloraz szans  $> 1$ ). Natomiast wzrost wartości progu bólu w odcinku lędźwiowym zmniejsza szansę, że u danej osoby pojawi się ból dolnego odcinka kręgosłupa (iloraz szans  $< 1$ ) (tab. 3).

Tabela 3. Model regresji logistycznej dla grupy kobiet

N=51	Model: Regresja logistyczna (logit) N zer: 32 jedynek: 19 (baza danych (0-1)) Zmn. zal.: BÓL [2] Strata: Największe prawd. bł. Średn kw.skala. Całkowita strata: 25,849924978 Chi2( 3)=15,651 p=,00134 Warunek uwzględniania: grupa kobiet Modelowane p że BÓL [Tak/Nie] = z bólem			
	Stała B0	Th(P+L)	L(P+L)	BETA <sub>hab</sub>
Ocena	-2,345407	0,1001644	-0,09605781	0,175915
Błąd standard.	1,452992	0,03879386	0,04103521	0,05877153
t(47)	-1,614191	2,581965	-2,340863	2,993201
p	0,1131807	<b>0,01300118</b>	<b>0,02353315</b>	<b>0,004390338</b>
-95% CL	-5,26845	0,0221212	-0,17861	0,05768195
+95% CL	0,5776368	0,1782076	-0,01350561	0,2941481
Chi-kwadrat Walda	2,605612	6,666543	5,47964	8,959253
p	0,1064959	<b>0,00982836</b>	<b>0,01924533</b>	<b>0,002762784</b>
<b>Iloraz szans z.jedn.</b>	<b>0,09580825</b>	<b>1,105353</b>	<b>0,9084115</b>	<b>1,192337</b>
-95% CL	0,00515159	1,022368	0,836432	1,059378
+95% CL	1,781823	1,195073	0,9865852	1,341983
<b>Iloraz szans zakr.</b>		<b>2484,508</b>	<b>0,00003784064</b>	<b>267,2633</b>
-95% CL		5,621283	0,0000000059930 87	6,248637
+95% CL		1098109	0,2389276	11431,24

**BETA<sub>hab</sub>** kąt nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa w pozycji habitualnej

**Th (P+L)** próg bólu okolicy piersiowej kręgosłupa

**L (P+L)** próg bólu okolicy lędźwiowej kręgosłupa

Wyznaczone wartości pozwalają na zbudowanie następującego modelu postaci logitowej:

$$\text{logit } P = \frac{-2,3454}{(1,453)} + \frac{1,1002Th(P+L)}{(0,039)} - \frac{0,0961L(P+L)}{(0,041)} + \frac{0,1759BETA_{hab}}{(0,059)}$$

Model logistyczny przyjmuje zaś postać:

$$P(X) = \frac{e^{-2,3454+1,1002Th(P+L)-0,0961L(P+L)+0,1759BETA_{hab}}}{1 + e^{-2,3454+1,1002Th(P+L)-0,0961L(P+L)+0,1759BETA_{hab}}}$$

Dla grupy mężczyzn nie udało się stworzyć podobnego, równie satysfakcjonującego modelu regresji logistycznej



## OGRANICZENIA PRACY

Zasadniczym ograniczeniem pracy jest stosunkowo mała liczebność osób badanych w podgrupach, dotyczy to szczególnie grupy kobiet z CLBP (n=19). Słabszą stroną również stanowi zastosowanie kwestionariusz IPAQ do oceny poziomu aktywności fizycznej. Jest to narzędzie dość subiektywne, ocena ostatnich siedmiu dni może być zbyt uproszczona, biorąc pod uwagę, że ból przewlekły to problem, który trwa ponad 3 miesiące. W analizie zmiany kształtu krzywizn kręgosłupa pod wpływem aktywnej pozycji siedzącej sugerowane byłby wyliczenie o ile stopni zmienia się kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa, czy taka zmiana jest klinicznie istotna.

## VI WNIOSKI

1. W pozycji siedzącej - habitualnej kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa różni się między grupą z CLBP a grupą kontrolną, jednak jedynie w wielkości kąta nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa w grupie kobiet.
2. W pozycji siedzącej - skorygowanej kształt krzywizn przednio-tylnych kręgosłupa nie różni się między grupą z CLBP a grupą kontrolną u kobiet i mężczyzn.
3. Jedynie kąt nachylenia odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa nie ulega korekcji w pozycji siedzącej w grupie mężczyzn.
4. Jedynie w grupie kobiet wzrost wartości progu bólu w odcinku piersiowym kręgosłupa oraz wzrost wartości kąta nachylenia odcinka piersiowo-lędźwiowego w pozycji habitualnej zwiększają szansę, że w grupie kobiet wystąpi ból w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, natomiast wzrost wartości progu bólu w odcinku lędźwiowym zmniejsza szansę, że w grupie kobiet wystąpi ból tego odcinka.
5. Odmienny poziom aktywności fizycznej (niska, wystarczająca, wysoka), nie różnicował grupy CLBP i kontrolnej u kobiet i u mężczyzn.

## VII PIŚMIENNICTWO

1. Barczyk- Pawelec K, Sipko T. Active self- correction of spinal posture in pain- free women in response to the command “Straighten Your Back”. *Women and Health* 2017, 57 (9): 1098- 1114.
2. Battie, M. C., T. Videman, L. E. Gibbons, L. D. Fisher, H. Manninen, K. Gill. Determinants of lumbar disc degeneration. A study relating lifetime exposures and magneticresonance imaging findings in identical twins. *Spine* 1995 (24):2601–2612.
3. Biernat E., Stupnicki R., Gajewski A. Międzynarodowy Kwestionariusz Aktywności Fizycznej (IPQA)- wersja polska. *Wychowanie Fizyczne i Sport* 2007, 51 (1): 47-54.
4. Brink, Y., L. C. Crous, Q. A. Louw, K. Grimmer-Somers, K. Schreve. The association between postural alignment and psychosocial factors to upper quadrant pain in high school students: A prospective study. *Manual Therapy* 2009, 14 (6):647–653.
5. Caneiro J., O'Sullivan P., Burnett A., Barach A., O'Neil D., Tveit O., Olafsdottir K. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Manual Therapy* 2010, 15(1):54-60.
6. Claus A., Hides J., Moseley G., Hodges P. Is “ideal” sitting real?: measurement of spinal curves in four sitting postures. *Manual Therapy* 2009,14(4):404-408.
7. Claus, A., J. Hides, Y. G. L. Mosele, P. Hodges. Sitting versus standing: Does the intradiscal pressure cause disc degeneration or low back pain? *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008, 18 (4):550–558.
8. Czaprowski D., Pawłowska P., Stoliński L., Kotwicki T. Active self-correction of back posture in children instructed with 'straighten your back' command. *Manual Therapy* 2014, 19(5):392-398.
9. De Carvalho, D. E., D. Soave, K. Ross, J. P. Callaghan. 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.
10. EU Working Group "Sport & Health", EU Physical Activity Guidelines, 2008
11. Haskell W., Lee I., Pate R., Powell K., Blair S., Franklin B., et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007;116(9):1081–1093.

12. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Vos T, Buchbinder R. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis and Rheumatology*, 2012; 64(6): 2028-2037.
13. International Association for the Study of Pain- IASP 1979, *Pain* 6:249-252.
14. Jeffries, L. J., S. F. Milanese, and K. A. Grimmer-Somers.. Epidemiology of adolescent spinal pain: A systematic overview of the research literature. *Spine* 2007 (32):2630–2637.
15. Karunanayake A., Pathmeswaran A., Kasturiratne A., Wijeyaratne L. Risk factors for chronic low back pain in a sample of suburban Sri Lankan adult males. *International Journal of Rheumatic Diseases* 2013, 16, 203–210.
16. Kendall, F., McCreary E., Provance P., Rodgers, M. , Romani W. In *Muscles testing and function with posture and pain*, *Posture* 2005: 51–79.
17. Lee L. Ch : Restoring force closure/motor control of the thorax. In: Lee D. (red.) *The thorax: an integrated approach*. OPTP, Minneapolis, 2003: pp.103-135.
18. Lis A., Black K., Korn H., Nordin M. Association between sitting and occupational LBP. *European Spine Journal* 2007, 16:238-298.
19. Monticone, M., E. Ambrosini, D. Cazzaniga, B. Rocca, S. Ferrante. Active selfcorrection and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial. *European Spine Journal* 2014, 23 (6):1204–1214.
20. Mork P., Westgaard R. Back posture and low back muscle activity in female computer workers: A field study. *Clinical Biomechanics* 2009, 24(2):169-175.
21. O’Sullivan PB. “Clinical instability” of the lumbar spine: its pathological basis, “diagnosis and conservative management. In: Boyling JD, Jull GA, editors. *Grieve’s modern manual therapy: the vertebral column*. 3rd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2004,pp. 311-331.
22. O’Sullivan K., O’Dea P., Dankaerts W., O’Sullivan P., Clifford A., O’Sullivan L. Neutral lumbar spine sitting posture in pain-free subjects. *Manual Therapy* 2010, 15(6):557-561.
23. Ozguler A., Leclerc A., Landre M., Pietri-Taleb F., Niedhammer I. Individual and occupational determinants of low back pain according to various definitions of low back pain. *J Epidemiol Community Health* 2000, 54: 215-220.
24. Rubin D. Epidemiology and risk factors for spine pain. *Neurol Clin* 2007, 25(2): 353–371.

25. Scannell, J. P., S. M. McGill. 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):907–917.
26. Steffens D., Mather C., Ferreira M., Hancock M., Glass T., Latimer J. Clinician's views on factors that trigger a sudden onset of low back pain. *European Journal of Pain* 2014, 23 (3): 512-519.
27. Verbunt J., Smeets R., Wittink H. Cause or effect? Deconditioning and chronic low back pain. *Pain* 2010, 149: 428- 430.
28. Waller R., Smith A., O'Sullivan P., Slater H., Sterling M., McVeigh J., Straker L. Pressure and cold pain threshold reference values in a large, young adult, pain-free population. *Scandinavian Journal of Pain* 2016, 13: 114–122 .
29. Watanabe, S., A. Eguchi, K. Kobara, and H. Ishida. Influence of trunk muscle cocontraction on spinal curvature during sitting for desk work. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* 2007, 47 (6):273–278.
30. Zeyland- Malawka E., Ćwiczenia korekcyjne. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego, Gdańsk 2003, ss. 6-10.