

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
IM. JERZEGO KUKUCZKI W KATOWICACH

mgr Małgorzata Białach

**Pomiar morfologii mięśni bocznej ściany brzucha podczas nachylania postawy w
płaszczyźnie strzałkowej u młodych zdrowych osób**

Rozprawa na stopień doktora nauk o kulturze fizycznej

Opiekun naukowy:

Dr hab. n. o kult. fiz. Andrzej Myśliwiec, prof. AWF.

Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach

Opiekun pomocniczy:

Dr n. o kult. fiz. Karol Bibrowicz

Wyższa Szkoła Edukacji i Terapii w Poznaniu

Katowice 2022r.

Spis treści:

Wykaz skrótów	2
1. Wstęp	3
1.1. Anatomia i funkcja mięśni bocznej ściany brzucha	3
1.2. Wybrane sposoby aktywacji mięśni bocznej ściany brzucha oraz ich aktywność podczas ćwiczeń oraz złożonych czynności ruchowych	4
1.3. Wpływ wybranych czynników antropometrycznych na grubość mięśni bocznej ściany brzucha	7
1.4. USG jako narzędzie pomiarowe morfologii mięśni bocznej ściany brzucha	9
2. Cel pracy	11
3. Materiał i metody	12
3.1. Narzędzia i metody badawcze	14
3.2. Analiza statystyczna	19
3.3. Materiał	19
Charakterystyka grupy z podziałem na płeć	19
Charakterystyka grupy ze względu na nachylenie miednicy w płaszczyźnie strzałkowej z podziałem na płeć	21
Charakterystyka grupy ze względu na wskaźnik WHR z podziałem na płeć	26
Charakterystyka grupy ze względu na BMI z podziałem na płeć	30
4. Wyniki	35
5. Dyskusja	50
6. Wnioski	58
7. Streszczenie	59
8. Summary	60
Bibliografia	61

Wykaz skrótów

AB/AH – abdominal bracing/abdominal hollowing, technika napięcia mięśni brzucha połączona z tyłopochyleniem miednicy i zmniejszeniem lordozy lędźwiowej

BE – bridge exercise, ćwiczenie które opiera się na stabilnym utrzymywaniu miednicy oraz odcinka lędźwiowego ponad powierzchnią podparcia w pozycji supinacyjnej lub bocznej

DIM – drawing-in maneuver, technika przyciągnięcia pępka w kierunku kręgosłupa

OE – obliquus externus abdominis, mięsień skośny zewnętrzny brzucha

OI – obliquus internus abdominis, mięsień skośny wewnętrzny brzucha

TRA – transversus abdominis, mięsień poprzeczny brzucha

PTL – nachylenie miednicy po stronie lewej

PTP – nachylenie miednicy po stronie prawej

N - ilość

\bar{x} – średnia

SD – odchylenie standardowe

min-max – wartość minimalna i maksymalna

Me – mediana

Q₂₅ - Q₇₅ – kwartył górny i kwartył dolny

p – poziom istotności statystycznej

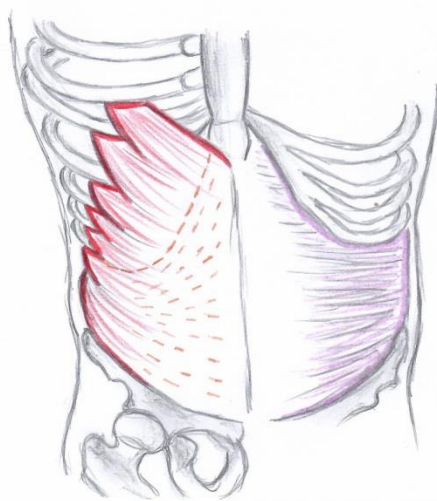
BMI – Wskaźnik/indeks masy ciała, wskaźnik Queteleta II

WHR – stosunek obwodu talii do obwodu bioder

1. Wstęp

1.1. Anatomia i funkcja mięśni bocznej ściany brzucha

W skład mięśni bocznej ściany brzucha wchodzi trzy mięśnie: skośny zewnętrzny (*musculus obliquus externus abdominis*, OE), skośny wewnętrzny (*musculus obliquus internus abdominis*, OI) oraz mięsień poprzeczny brzucha (*musculus transversus abdominis*, TRA). Swoimi przyczepami łączą ze sobą struktury takie jak grzebień kości biodrowej, powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne dolnych żeber, powięź lędźwiowo-grzbietowa i więzadło pachwinowe. Wplatają się także w mięsień prosty brzucha i jego pochewkę [97]. Choć mięśnie są z reguły strukturami symetrycznymi w ludzkim ciele warto wspomnieć, że w warunkach fizjologicznych istnieje niewielka różnica anatomiczna budowy mięśnia poprzecznego pomiędzy stronami ciała. Dotyczy ona przejścia ścięgna w brzusiec [77]. Wykazano, że po stronie lewej wykazuje on większy wymiar strzałkowy (sięga dalej w kierunku przednim nad powierzchnię powłok jamy brzusznej). Odległość mięśnia od kresy białej jest mniejsza po stronie lewej o 6,69% w stosunku do strony prawej.



Rycina 1. Mięsień skośny zewnętrzny, wewnętrzny oraz poprzeczny brzucha [materiał własny]

Dzięki tak zorganizowanemu anatomicznemu położeniu, mięśnie bocznej ściany brzucha tworzą swoisty cylinder utrzymujący odpowiednie ciśnienie wewnątrz jamy brzusznej. W połączeniu ze znaczną ruchomością lędźwiowego odcinka kręgosłupa umożliwia to uzyskanie optymalnego kompromisu pomiędzy mobilnością, a stabilnością. Publikacje anatomiczne opisują najczęściej funkcje ruchowe tych mięśni [97, 118]. Zdecydowanie bardziej istotne wydaje się, iż pełnią one również funkcję

stabilizatorów tułowia. Zarówno u dorosłych, jak i u dzieci bardzo wysokie znaczenie przypisuje się strefie neutralnej w obrębie kręgosłupa, której zwiększenie powoduje zaburzenie stabilizacji. Za prawidłowy jej zakres odpowiada właściwa praca poszczególnych mięśni i więzadeł. Niewydolność stabilizacyjna lub urazy powodują jej zwiększenie i tym samym większą predyspozycję do powstawania przeciążeń, przyczyniających się do narastania dolegliwości bólowych [87]. Lokalne mięśnie stabilizujące mają swoje przyczepy w obrębie kręgów lędźwiowych. Mięsień wielodzielny oraz mięsień poprzeczny pełnią tu kluczową rolę [11].

Wiadomo, że mięśnie brzucha są tonicznie aktywne w pozycji stojącej i biorą udział w mechanizmie oddychania [1, 28]. Liczne badania oraz publikacje analizowały także aktywność, jaką wykazują podczas wykonywania czynności ruchowych kończyn [3, 42, 43]. Oceniono za pomocą pomiaru EMG, że mięsień poprzeczny brzucha aktywizuje się jako pierwszy, poprzedzając ruch wykonywany kończyną dolną, niezależnie od jego kierunku [43]. Ruch kończyn górnych wywołuje szybszą kontralateralną odpowiedź mięśnia poprzecznego brzucha i skośnego wewnętrznego w stosunku do ipsilateralnych mięśni [3]. A w przypadku kończyn dolnych przeciwnie [92]. Należy więc pamiętać, że prócz funkcji ruchowych mięśnie bocznej ściany brzucha pełnią bardzo ważną funkcję stabilizacyjną nie tylko w statyce, ale także podczas różnych czynności dynamicznych i ruchów kończyn, zapewniając odpowiednie warunki stabilności tułowia dla mobilności części obwodowych ciała.

1.2. Wybrane sposoby aktywacji mięśni bocznej ściany brzucha oraz ich aktywność podczas ćwiczeń oraz złożonych czynności ruchowych

Analizując aktywność mięśni za pomocą dostępnych obecnie technologii, badacze w największym stopniu skupiają się na pomiarze potencjału elektrycznego oraz wielkości ich przekroju. Zmiany tych parametrów pomiarowych rejestrowane podczas badania wskazują na występowanie pewnych zależności pomiędzy czynnościami ruchowymi i aktywnością mięśniową oraz pozwalają ocenić skuteczność poszczególnych technik terapeutycznych i treningowych [22, 53, 64, 70, 74, 84, 92, 99, 119]. Udowodniono, iż regularnie podejmowana aktywność fizyczna nie ma wpływu na grubość mięśni bocznej ściany brzucha w pozycji spoczynkowej, jednakże u osób młodych, zdrowych i aktywnych obserwuje się większą zdolność aktywacji mięśnia poprzecznego i skośnego wewnętrznego brzucha [66]. Grubość mięśnia poprzecznego

brzucha mierzona za pomocą USG większa jest w napięciu w całkowitym podwieszeniu ciała, niż w podwieszeniu w pozycji spoczynkowej [70]. Za pomocą pomiaru EMG określono, że czynne tyłopochylenie miednicy powoduje wzrost aktywności mięśnia poprzecznego (w badanej grupie zauważony szczególnie po stronie lewej) oraz mięśnia pośladkowego wielkiego. W trakcie ruchu przodopochylenia miednicy aktywizują się mięśnie prostownik grzbietu (prawostronnie) oraz wielodzielny (obustronnie) w odcinku lędźwiowym [109]. Podczas przyjmowania pozycji siedzącej oraz wstawania z siadu największą aktywność wykazuje mięsień poprzeczny brzucha oraz prostownik grzbietu [84].

W literaturze opisywanych jest kilka powszechnie stosowanych technik aktywizacji mięśni głębokich, na których oparto wiele spośród analiz. Wśród technik tych wymienić należy (za nazewnictwem ogólnościowym): drawing-in manouever, abdominal hollowing/abdominal bracing, czy bridge exercise. Technika „drawing-in manouever” (DIM) polega na poleceniu osobie badanej zbliżenia pępka do kręgosłupa unikając wykonania ruchu miednicy oraz kręgosłupa [106]. Technika „abdominal bracing/abdominal hollowing” (AB/AH) polega na napięciu mięśni brzucha połączonym z tyłopochyleniem miednicy i zmniejszeniu lordozy lędźwiowej [51]. Ćwiczenie „bridge” (BE) opiera się na stabilnym utrzymywaniu miednicy oraz odcinka lędźwiowego ponad powierzchnią podparcia i występuje w trzech wariantach. W pozycji supinacyjnej ze zgiętymi kończynami dolnymi w stawach biodrowych i kolanowych. W pozycji leżenia bokiem, gdzie badany wykonuje podpór na przedramieniu i bocznej powierzchni stawu kolanowego lub stopy oraz w pozycji podporu przodem [21, 36, 88, 119]. Ćwiczenie BE w pozycji pronacyjnej oraz pozycji bocznej powoduje zwiększenie grubości mięśni bocznej ściany brzucha (poprzecznego brzucha i skośnego wewnętrznego) [21, 36]. Wykonując ćwiczenie na niestabilnym podłożu, znaczącym zmianom morfologicznym ulega grubość mięśnia poprzecznego, natomiast na stabilnym podłożu, zarówno mięśnia poprzecznego, jak i mięśnia skośnego wewnętrznego [21]. Yang i wsp. [119] oceniając warianty ćwiczenia BE w połączeniu z procedurą DIN zaprezentowali największy wzrost grubości mięśnia poprzecznego brzucha u osób ćwiczących na boku. Odkryto, iż w trakcie ćwiczenia AH w pozycji siedzącej na krześle grubość mięśnia poprzecznego brzucha zwiększa się. Dodanie niestabilnego podłoża i zmniejszanie płaszczyzny podparcia do tego wariantu ćwiczenia zwiększało natomiast istotnie grubość mięśnia skośnego wewnętrznego [78].

Ćwiczenia oddechowe prowadzone we właściwy sposób wywołują zwiększenie grubości mięśnia poprzecznego brzucha podobnie jak dzieje się to w przypadku ćwiczeń skierowanych bezpośrednio na jego aktywizację, takich jak DIM [106]. Analiza grubości mięśni bocznej ściany brzucha za pomocą USG podczas rotacji górnej części tułowia w pozycji siedzącej wskazuje, że pięćdziesięcio-procentowa rotacja powoduje wzrost grubości mięśnia skośnego wewnętrznego i poprzecznego brzucha po tej samej stronie oraz zmniejszenie grubości przeciwstronnego skośnego wewnętrznego i zewnętrznego. Również izometryczny opór dla rotacji zwiększa aktywność mięśni ipsilateralnych [105]. Badanie szczegółowe partii mięśniowych podczas rotacji dolnej części tułowia w pozycji siedzącej pozwoliło zaobserwować, że dolne aktony mięśnia poprzecznego i skośnego wewnętrznego wykazują największą aktywność kontralateralnie, natomiast górne - ipsilateralnie [112].

Rozważając złożone aktywności ruchowe i ćwiczenia, zauważyć można pozytywny wpływ elementu destabilizacji na aktywność mięśniową. Na podstawie biomechanicznego modelu 3D odcinka lędźwiowego oceniono, że warunki niestabilnego podłoża i wywołana nimi praca mięśniowa zwiększa sztywność rotacyjną stawów międzykręgowych [9]. Element destabilizacyjny stanowić może wykorzystanie systemu podwieszenia [17, 26, 32, 75, 76], gdzie w zależności od części ciała znajdującej się na podwieszkach występuje zwiększony i zróżnicowany pomiędzy poszczególnymi mięśniami poziom aktywności. Umieszczenie poduszki sensorycznej lub piłki pod kończyny dolne bądź górne, czy też siad na niej [29, 30, 49]. Zastosowanie drążka drgającego, który podczas ćwiczeń skierowanych na wzmocnienie mięśnia poprzecznego brzucha, zwiększa ich skuteczność i umożliwia lepszą jego aktywizację [23]. Zmiana ustawienia kończyn górnych oraz miednicy w trakcie zadań ruchowych także różnicuje aktywność mięśniową. Ćwiczenia wykonywane w podporze, w pozycji pronacyjnej, wzbogacone o tyłopochylenie miednicy oraz zwiększenie kąta zgięcia kończyn górnych, skutkują większą aktywnością bioelektryczną mięśni stabilizujących. Nie mniej jednak, mocniej aktywizują również mięśnie powierzchowne [98]. Poprzez dodanie do ćwiczenia 60 lub 90 stopni zgięcia kończyn górnych w stawach ramiennych, mięsień poprzeczny brzucha prezentuje znaczne zwiększenie grubości. Natomiast ustawienie kątowe kończyn górnych wynoszące 120 stopni, w największym stopniu zwiększa przekrój mięśnia skośnego zewnętrznego [88]. W przypadku kończyn dolnych, taka zależność nie występuje [52]. Wyższy potencjał EMG mięśni brzucha,

kończyn dolnych oraz prostowników odcinka lędźwiowo-krzyżowego, uzyskać można podczas wykonywania przysiadów na niestabilnym podłożu w stosunku do innych jego wariantów [6]. Stworzenie warunków wymagających większej kontroli posturalnej zwiększa aktywność mięśni stabilizujących, co potwierdzają także badania pozostałych autorów oparte na analizie innych ćwiczeń sportowych i ćwiczeń skierowanych na budowanie napięcia mięśni „centrum” [9, 18, 98]. Wykorzystanie wzorców PNF kończyny górnej i dolnej kontralateralnie w pozycji stojącej połączone z procedurą DIM powoduje wzrost grubości wszystkich trzech mięśni bocznej ściany brzucha [35]. Badając wpływ kierunku oporu na grubość mięśni, na przykładzie stawu biodrowego, wykazano istotną statystycznie różnicę wynikającą z izometrycznego oporowania po diagonalnej (powyżej stawu kolanowego i bocznie), dla zmiany grubości mięśnia poprzecznego brzucha [47]. Połączenie aktywizacji mięśni oporem dla kończyn dolnych daje jeszcze lepsze rezultaty [86]. Kim i wsp. [51] analizując trzy najbardziej popularne ćwiczenia stabilizacyjne, czyli procedurę DIM, AB oraz tyłopochylenie miednicy, pod kątem największej wybiórczej aktywacji mięśnia poprzecznego brzucha udokumentowali największą skuteczność techniki DIM, zarówno na podstawie zmian w obrazie USG jak i EMG. Nie mniej jednak w największym stopniu zwiększała ona również grubość mięśni skośnych. Ćwiczenie to podobnie zyskało przewagę nad innymi w eksperymencie Lee i wsp. [58]. W zastosowaniu długofalowym stanowi najskuteczniejszy sposób by osiągnąć jak największy wzrost grubości mięśnia poprzecznego brzucha w stosunku do innych ćwiczeń. Ciekawym jest również fakt, że technika DIM przeprowadzana codziennie, już po dwóch tygodniach może znacznie poprawiać wyniki testu równowagi stania jedno nogą oraz zmniejszyć wychylenia środka ciężkości [59]. Aktywności takie jak jazda konna wykorzystywana w celach terapeutycznych (hippoterapia), również zwiększa grubość mięśnia poprzecznego brzucha o wartość istotną statystycznie [57].

1.3. Wpływ wybranych czynników antropometrycznych na grubość mięśni bocznej ściany brzucha

Autorzy publikacji często zadają sobie pytanie, czy aktywność mięśniowa ulega zmianie i przekształceniu wraz z wiekiem i dojrzałością człowieka oraz czy budowa ciała, typ sylwetki, jak również wybrane dysfunkcje wpływają znacząco na ową aktywność. W 2009 roku Stetts i wsp. [103] wykonali badanie USG mięśni bocznej ściany brzucha w spoczynku i w trakcie procedury DIM u zdrowych osób w starszym

wieku. Podczas gdy grubość mięśnia poprzecznego zwiększa się prawie dwukrotnie w napięciu, to mięśnie skośne w tej grupie wiekowej pozostają relatywnie niezmiennie. W 2012 roku badacze dokonali ciekawego odkrycia. Analizując mięśnie bocznej ściany brzucha u kobiet w 5 różnych grupach wiekowych zauważyli, że mięśnie skośne wraz z wiekiem ulegają atrofii, ich grubość się zmniejsza, natomiast grubość mięśnia poprzecznego, pomiędzy poszczególnymi grupami wiekowymi nie różni się w sposób istotny statystycznie [85]. Springer i wsp. [102] wykonali analizę porównawczą kobiet i mężczyzn dotyczącą lateralizacji. Podczas badania mięśni bocznej ściany brzucha w spoczynku oraz podczas wykonywania procedury DIM nie wykazano zależności między wartością przekroju i dominacją kończyny górnej. Grubość mięśnia poprzecznego u mężczyzn była większa niż u kobiet, jednakże u kobiet stanowiła ona większą część całkowitej grubości mięśni bocznej ściany brzucha niż u mężczyzn. Późniejsza analiza międzyplciowa pozwoliła stwierdzić, iż u mężczyzn przekrój mięśnia poprzecznego i skośnego wewnętrznego w spoczynku jest większy, natomiast u kobiet w wyniku wykonania procedury DIM dochodzi do większej procentowo zmiany grubości mięśnia poprzecznego w stosunku do pozycji wyjściowej. Nie wykazano różnic grubości mięśni pomiędzy stronami u obu grup [95]. Podobne wyniki uzyskał Tahan i wsp. [108]. Wśród badanych przez niego mężczyzn grubość mięśnia poprzecznego była większa niż u kobiet, a przekrój mięśni skośnych zmniejszał się z wiekiem, podczas gdy mięsień poprzeczny nie wykazał takiej zależności. Oceniono także, że brak jest wpływu cyklu menstruacyjnego i jego fazy na grubość mięśnia poprzecznego brzucha u kobiet [111].

W jednej z prac postanowiono zweryfikować, czy istnieje zależność pomiędzy grubością fałdów tłuszczowych w rejonie brzucha oraz BMI, a grubością mięśni bocznej ściany brzucha mierzoną za pomocą USG. Uzyskano istotną statystycznie dodatnią korelację mięśnia skośnego zewnętrznego z parametrami takimi jak BMI oraz obwód tułowia, natomiast mięsień skośny wewnętrzny korelował ujemnie z BMI oraz obwodem tułowia. Mięsień poprzeczny nie wykazał żadnej zależności. Podobne dane uzyskano podczas analizy grubości fałdów skórnych [96].

Warto wspomnieć o wpływie nawyku postawy na aktywność mięśnia poprzecznego. Za Reeve i wsp. [93] poprawna pozycja stojąca to przede wszystkim postawa wyprostowana, w której miednica znajduje się w ustawieniu neutralnym. Postawa nieprawidłowa to pozycja zwieszona, z pogłębionymi krzywiznami. Podobnie

w pozycji siedzącej. W siadzie prawidłowo ciężar ciała opiera się na guzach kulszowych, nie na kości krzyżowej. Wykazano, iż już samo przyjęcie prawidłowej, zrównoważonej postawy zarówno w pozycji stojącej, jak i siedzącej zwiększa grubość mięśnia poprzecznego brzucha [93].

1.4. USG jako narzędzie pomiarowe morfologii mięśni bocznej ściany brzucha

Mięśnie bocznej ściany brzucha na przestrzeni lat badane były przy użyciu zróżnicowanych narzędzi pomiarowych. Jednym z nich jest USG. Maria Stokes jako prekursorka fizjoterapeutycznego RUSI (ang. Rehabilitative Ultrasound Imaging) [104] rozpropagowała jego zastosowanie do celów badawczych i ułatwienia kontroli procesu terapeutycznego. Specyfika USG umożliwia wgląd pod warstwę tkanek powierzchniowych, do położonych głębiej struktur oraz selektywną analizę wybranych mięśni, w tym mięśni brzucha [52, 56]. McMeeken i wsp. [73] korelując aktywność EMG w zakresie 5-80%MVC z grubością mięśnia poprzecznego mierzoną za pomocą USG wskazali, iż USG może stanowić dobre narzędzie do oceny aktywności mięśnia poprzecznego. Hodges i wsp. [41] dokonali pomiaru grubości mięśni bocznej ściany brzucha za pomocą USG oraz aktywności bioelektrycznej za pomocą EMG podczas skurczu izometrycznego owych mięśni w zakresie 0-100 MVC (maximal voluntary contraction). Ocenili oni, iż jedynie napięcia o niższej wartości (do 30%MVC) znacząco korelują z grubością mięśni. Dla większych wartości napięcia zmiany architektury mięśni są niewielkie i nie pozwala to na rozróżnienie między średnim, a silnym skurczem. Wartości grubości mięśnia poprzecznego brzucha mierzone tą metodą najbardziej miarodajne są dla 12%MVC, natomiast dla skośnego wewnętrznego dla 22%MVC. Badacze dokonując pomiaru mięśnia poprzecznego brzucha w pozycji supinacyjnej ocenili, że USG może być miarodajnym narzędziem oceny grubości mięśnia niezależnie od wariantów ustawienia kończyn dolnych [24]. Mangum i wsp. [72] potwierdzili w swoich badaniach rzetelność USG jako narzędzia pomiaru grubości mięśnia poprzecznego brzucha w różnych pozycjach osoby badanej (leżącej, stojącej, siedzącej oraz podczas chodu). W pewnym eksperymencie zwrócono jednak uwagę, że aktywność mięśni skośnych bardziej wyrażona jest podczas stania [101], a uczestnicy badań w trakcie wykonywania zadanych technik w pozycji stojącej osiągnęli większe wartości zmian grubości mięśnia poprzecznego brzucha niż w pozycji supinacyjnej [74]. Wykonując badanie w pozycji pronacyjnej przez kilka kolejnych dni udowodniono powtarzalność pomiarów [80]. Gibbon i wsp. [33] udowodnił, iż pomiar USG jest

miarodajny i dokładny zarówno podczas spoczynku, jak i aktywizacji mięśniowej. Na przestrzeni lat porównano także dane dotyczące grubości mięśni uzyskane za pomocą badania metodą USG z wartościami pozyskiwanymi w obrazie rezonansu magnetycznego. Wykazano wysoką korelację pomiarów wykonanych tymi dwoma metodami dlatego USG może służyć jako dobre narzędzie oceny grubości mięśni [114]. Stanowi ono także skuteczniejsze narzędzie do bieżącego śledzenia napięcia mięśni brzucha niż powszechnie wykorzystywane urządzenie ciśnieniowe. W przypadku USG stosowanego jako feedback stwierdzono większą umiejętność uzyskania zmiany grubości mięśni u osób wykonujących techniki napięciowe, niż w przypadku urządzenia ciśnieniowego [60].

W kontekście samej metodyki pomiaru wykonywanego za pomocą USG udowodniono, iż konieczne są co najmniej 2 kolejne pomiary dla pozycji spoczynkowej, a dla pomiaru podczas napięcia i oceny zmian morfologii mięśnia 3 kolejne pomiary, niezależnie od pozycji w jakiej znajduje się badany [34, 63, 65]. Warto mieć na uwadze niektóre czynniki mogące wprowadzać do badań błąd statystyczny. Do takowych należy spożycie posiłku przed wykonaniem badania. Badacze udowodnili, że jedzenie bezpośrednio przed wykonaniem pomiaru grubości mięśni bocznej ściany brzucha ma istotny statystycznie wpływ na otrzymane wartości. Grubość mięśni bocznej ściany brzucha jest mniejsza po 30 minutach od spożycia posiłku dla wszystkich trzech mięśni, w stosunku do badania wykonanego dwie godziny po [54]. Kilka lat później inni badacze rozszerzyli powyższe badania, w celu sprawdzenia po jakim czasie mięśnie bocznej ściany brzucha wracają do swojej wyjściowej grubości. Oceniono, że powrót do parametrów początkowych następuje po 1,5 godziny dla mięśnia poprzecznego brzucha, 1,3 godziny dla skośnego wewnętrznego, a 1,2 godziny dla skośnego zewnętrznego [82].

2. Cel pracy

Celem pracy był pomiar zmian morfologii mięśni bocznej ściany brzucha zachodzących podczas biernego nachylenia ciała w pozycji stojącej w płaszczyźnie strzałkowej u młodych zdrowych osób.

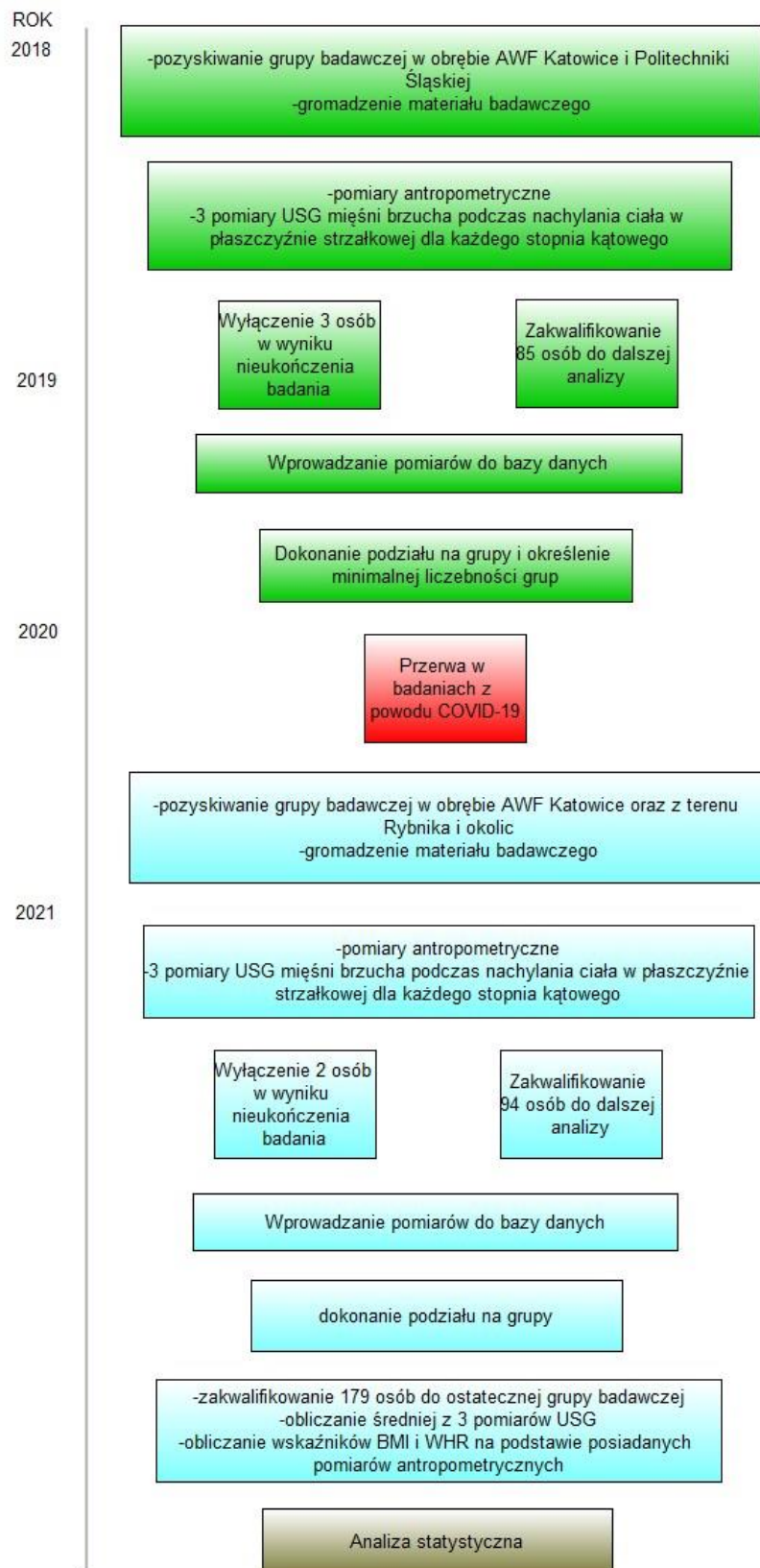
Pytania badawcze

- jakie zmiany w zakresie morfologii mięśni bocznej ściany brzucha zachodzą podczas nachylenia ciała w płaszczyźnie strzałkowej?
- czy istnieje różnica w zmianach grubości poszczególnych mięśni bocznej ściany brzucha podczas nachylenia ciała w płaszczyźnie strzałkowej w zależności od płci?
- czy zmiany grubości poszczególnych mięśni bocznej ściany brzucha podczas nachylenia ciała w płaszczyźnie strzałkowej zależne są od indeksu masy ciała (BMI), wskaźnika WHR oraz nachylenia miednicy?
- czy wprowadzenie funkcji nachylenia ciała do systemu Disc4Spine może mieć korzystny wpływ na proces automatycznej aktywacji mięśni bocznej ściany brzucha?

3. Materiał i metody

Badania realizowane były w ramach projektu badawczego finansowanego w ramach -grantu B+R Narodowego Centrum Badań i Rozwoju „System interaktywnej rehabilitacji kręgosłupa i postawy ciała w aspekcie dynamicznej, spersonalizowanej stymulacji Disc4Spine” pod numerem 07/010/FSB18/0026 (FSB/47/RIB1/2018) współrealizowanym przez Wydział Fizjoterapii AWF Katowice, Wydział Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz inwestora Meden-Inmed z siedzibą w Koszalinie. Badania uzyskały zgodę Uczelnianej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego im. J. Kukuczki w Katowicach z dnia 17.01.2019 nr 03/2019.

Przebieg prac badawczych przedstawiono na Rycinie 2.



Rycina 2. Diagram przedstawiający przebieg pracy

W badaniu udział wzięło 179 zdrowych osób w wieku 18-30 lat.

Jako kryterium włączenia przyjęto:

- wyrażenie zgody na udział w badaniach,
- brak dysfunkcji w obrębie narządu ruchu, mogących mieć wpływ na wyniki badania,
- brak zgłaszanych dolegliwości bólowych, które mogłyby mieć wpływ na uzyskane wyniki badania,
- ogólne dobre samopoczucie w dniu wykonywania badania, brak objawów infekcji,
- spożycie posiłku co najmniej dwie godziny przed rozpoczęciem badania
- wiek 18-30 lat

Kryterium wyłączenia:

- przebyte urazy w okresie 3 miesięcy poprzedzających badania
- przebyte zabiegi operacyjne, które mogłyby wpłynąć na stan napięcia mięśni bocznej ściany brzucha
- brak zrozumienia przekazywanych poleceń
- przedwczesne zakończenie badania

3.1. Narzędzia i metody badawcze

W badaniach wykorzystano następujące narzędzia i techniki pomiarowe:

- antropometr typu Martina (dokładność do 0,1cm) - pomiar wysokości ciała oraz siedzeniowej wysokości tułowia
- cyrkiel kabłąkowy duży (dokładność do 0,1cm) - pomiar szerokości bioder
- taśma antropometryczna (dokładność do 0,5cm) - pomiar obwodu w pasie, obwodu bioder
- platforma FDM-S Zebris - pomiar masy ciała
- Duometr - pomiar kąta nachylenia miednicy
- USG marki SonoScape E2, głowica liniowa, częstotliwość 4.0 - 16.0 MHz, 128 elementów, szerokość czoła głowicy (FOV) 46 mm - pomiar grubości mięśni bocznej ściany brzucha

Wysokość ciała (B-v)

W czasie wykonywania pomiarów osoba mierzona znajdowała się w pozycji stojącej, habitualnej bez obuwia, w lekkiej odzieży. Kończyny górne swobodnie wzdłuż tułowia, wyprostowane w stawie łokciowym. Kończyny dolne złączone piętami, stopy równoległe. Głowa w płaszczyźnie frankfurckiej (linia pozioma łączy dolny skrawek ucha i dolną krawędź oczodołu). Pomiar wykonano od płaszczyzny, na której stoi badany (B) do szczytu głowy (v).

Wysokość siedzeniowa tułowia (BS-v)

W czasie pomiaru osoba badana znajdowała się w pozycji siedzącej na taborecie. Antropometr oparto o powierzchnię taboretu między udami, z przodu w pozycji strzałkowej. Pomiar wykonano od płaszczyzny, na której siedział badany (BS) do szczytu głowy (v).

Szerokość bioder (ic-ic)

Pomiaru szerokości bioder dokonano poprzez przyłożenie nóżek cyrkla do najbardziej wystających bocznie miejsc grzebieni biodrowych (ic).

Obwód pasa (zl-zl)

Pomiaru obwodu w pasie dokonano poprzez ułożenie taśmy poziomo przez największe przewężenie tułowia w talii (zl). W przypadku wydatnego brzucha, taśmę układano poziomo ponad grzebieniami biodrowymi. Pomiar w bezdechu.

Obwód bioder

Pomiar obwodu bioder odbywał się poprzez przyłożenie taśmy przez pośladki w miejscu ich największej wypukłości.

Masa ciała

Do wyznaczania masy ciała w niniejszej pracy posłużyła platforma stabilograficzna FDM-S Zebris, wyposażona w sensory pojemnościowe, które pozwalają mierzyć wartość nacisku na podłoże. Podczas pomiaru masy ciała pacjent znajdował się na platformie w pozycji stojącej z kończynami dolnymi rozstawionymi na szerokość bioder. Pozycja swobodna, oczy otwarte, kończyny górne wzdłuż ciała.

Pomiar nachylenia miednicy

Do pomiaru nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej użyto Duometru z dokładnością kątową pomiaru do $0,1^\circ$. Składa się on z dwóch poziomych poprzeczek pomiarowych oraz skalowanej poziomiczki antropometrycznej z wbudowanym cyfrowym wyświetlaczem. W celu wyznaczenia nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej wykorzystano kąt pomiędzy prostą przechodzącą przez kołec przedni góry oraz tylny górny, a poziomem. Pomiaru dokonano w pozycji habitualnej, opierając poprzeczki pomiarowe na zewnętrznych powierzchniach paliczków środkowych, podtrzymując je od góry przez przyśrodkowe paliczki palców wskazujących oraz od wewnątrz przez opuszki kciuków. Opuszki palców środkowych umieszczono na wybranych punktach kostnych (kolcach biodrowych przednich i tylnych górnych) następnie z cyfrowego wyświetlacza odczytano wartość nachylenia miednicy [13].



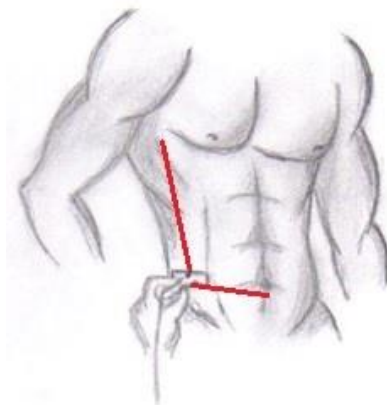
Rycina 3. Pomiar nachylenia miednicy przy użyciu Duometru [13]

Tabela 1. Zakresy normatywne dla nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej dla asymptomatycznych osób z prawidłową masą ciała w wieku 19-24 lata [12]

zmienna	zakresy normatywne	
	kobiety ($^\circ$)	mężczyźni ($^\circ$)
nachylenie miednicy	12-20	12-19

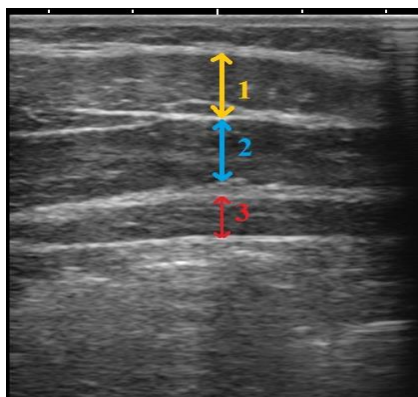
Procedura pomiaru mięśni bocznej ściany brzucha za pomocą USG

Zdjęcie USG powłok brzusznych wykonane zostało w spoczynku, w pozycji stojącej, pod koniec fazy wydechu. Głowicę USG przyłożono po prawej stronie ciała, 2 cm poniżej pępka (w płaszczyźnie poziomej) oraz w linii bocznej nad talerzem kości biodrowej.



Rycina 4. Sposób przyłożenia głowicy podczas pomiaru USG mięśni bocznej ściany brzucha [materiał własny]

Na podstawie zdjęcia dokonano pomiaru przekroju mięśnia skośnego zewnętrznego, skośnego wewnętrznego oraz poprzecznego brzucha. Dla każdego ustawienia kąтового pomiar wykonywano trzykrotnie, a następnie wyliczono wartości średnie [34, 63, 65].



Rycina 5. Obraz USG mięśni bocznej ściany brzucha. Wyznaczanie przekroju mięśni: 1-skośnego zewnętrznego, 2-skośnego wewnętrznego, 3- poprzecznego brzucha [materiał własny]

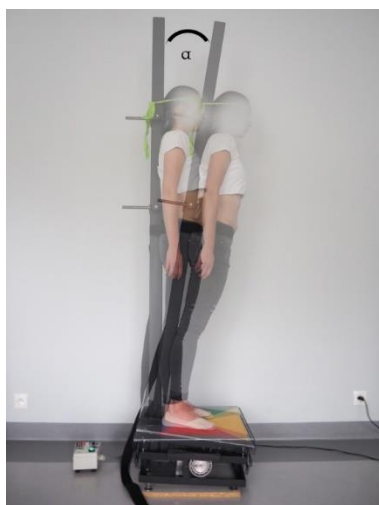
Pozycja do badań

Badania dokonano w pozycji stojącej, habitualnej w urządzeniu do nachylania ciała. Była nią platforma z belką pionową autorskiego projektu, umożliwiająca

nachylenie osoby badanej co 1 stopień. Osoba badana poproszona została o przyjęcie swobodnej pozycji stojącej na platformie, ze stopami ustawionymi równolegle, na szerokość bioder (ic-ic). Pięty przysunięte do linii stycznej do przedniej krawędzi belki, wyznaczającej prawidłowe ustawienie stóp. Badanemu zalecono zachowanie swobodnego rytmu oddychania i oparcie się plecami o belkę pionową, do której badany został ustabilizowany za pomocą dwóch pasów. Jeden z nich, elastyczny, stabilizował głowę badanego na wysokości czoła, natomiast drugi przebiegał przez kolce biodrowe przednie górne. Wysokość mocowania pasa do belki pionowej wyznaczono ze wzoru *wzrost-wysokość siedzeniowa tułowia*. W pozycji zerowej (0°) ustawienia stanowiska pomiarowego dokonano wyjściowego pomiaru grubości mięśni bocznej ściany brzucha.

Nachylenie postawy w płaszczyźnie strzałkowej

Nachylenie ciała pacjenta wykonane zostało skokowo, co 1 stopień kątowy, za każdym razem dokonując pomiarów USG grubości mięśni bocznej ściany brzucha po prawej stronie. Rozpoczynano od pozycji pionowej, aż do wartości maksymalnej wynoszącej 7 stopni. Koniec badania oraz finalny stopień nachylenia postawy wyznaczyć mogło także zgłoszenie przez badanego braku możliwości dalszego kontrolowania postawy lub pojawienie się niepokojących objawów (ból, złe samopoczucie). Obraz uzyskany w kolejnych zdjęciach USG poddany został pomiarowi. Uzyskane wyniki wpisano do bazy danych. Z trzech kolejnych pomiarów wyliczono średnie, a następnie opracowano statystycznie.



Rycina 6. Zmiana nachylenia ciała pacjenta w pozycji habitualnej od 0 do 7 stopni kątowych [materiał własny]

3.2. Analiza statystyczna

W przebiegu niniejszych badań uzyskane wyniki poddano opracowaniu statystycznemu. Wyliczono: średnie, odchylenia standardowe, wartości maksymalne i minimalne, mediany oraz kwartyle górne i dolne. Następnie oceniono normalność rozkładu każdej ze zmiennych za pomocą testu Shapiro-Wilka w celu doboru odpowiednich metod statystycznych. Wszystkie testy statystyczne przeprowadzone zostały na poziomie istotności $\alpha=0,05$. W związku ze znaczącą przewagą rozkładów odbiegających od normalnego do analizy różnic wykorzystano statystyki nieparametryczne. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci wykresów pudełkowych.

3.3. Materiał

Charakterystyka grupy z podziałem na płeć

Wśród przebadanych 179 osób, 96 osobową grupę stanowiły kobiety (54%), natomiast 83 osobową mężczyźni (46%). U badanych dokonano pomiaru masy z wykorzystaniem platformy stabilograficznej oraz wysokości ciała przy pomocy antropometru typu Martina, a następnie na ich podstawie obliczono wskaźnik BMI. Wyniki zestawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Wartości masy (kg) i wysokości ciała (cm), a także BMI-wskaźnika masy ciała, dla całej badanej grupy i z podziałem ze względu na płeć (K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartyl górny, Q75-kwartyl dolny)

parametr wartość	masa ciała		wysokość ciała		BMI	
	całość		całość		całość	
N	179**		179**		179**	
$\bar{x}\pm SD$	66,93±14,23		171,69±9,27		22,51±3,29	
min-max	45-107,4		153-194		16,46-40,42	
Me	65		171		21,58	
Q25-Q75	55-77		165-177		19,92-24,68	
płeć	K	M	K	M	K	M
N	96**	83**	96**	83**	96**	83**
$\bar{x}\pm SD$	58,97±10,74	76,15±12,05	165,7±5,95	178,63±7,4	21,42±3,34	23,77±2,77
min-max	45-107,4	56-101	153-184	161-194	16,46-40,42	19,59-30,04
Me	56,85	76	165	176	20,94	24,16
Q25-Q75	51-64,75	65-85	162-167	174-183	19,39-22,34	20,98-26,17

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Na podstawie pomiaru obwodu pasa oraz obwodu bioder, obliczono wskaźnik WHR (Tabela 3).

Tabela 3. Wartości obwodu pasa (cm) i bioder (cm), a także WHR-wskaźnika stosunku obwodu pasa do obwodu bioder dla całej badanej grupy i z podziałem ze względu na płeć (K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

parametr wartość	obwód pasa		obwód bioder		WHR	
	całość		całość		całość	
N	179**		179**		179**	
\bar{x} ±SD	78,1±10,38		96,73±6,78		0,81±0,09	
min-max	59-110,5		76-127		0,55-1,1	
Me	77		96		0,8	
Q25-Q75	71,5-82,5		92-101		0,74-0,85	
pleć	K	M	K	M	K	M
N	96**	83**	96**	83**	96**	83**
\bar{x} ±SD	72,7±7,62	84,35±9,64	95,43±6,73	98,23±6,55	0,76±0,06	0,86±0,09
min-max	59-106	63-110,5	85,4-127	76-119,8	0,55-0,88	0,69-1,1
Me	73	82	95	98,5	0,77	0,84
Q25-Q75	68,25-76,25	79-88,1	90,75-99	95-102	0,72-0,8	0,8-0,87

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

U badanych dokonano także takich pomiarów antropometrycznych jak: wartość nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej, szerokość bioder oraz wysokość siedzeniowa tułowia (Tabela 4).

Tabela 4. Wartości PTP-nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej po stronie prawej (°), szerokości bioder (cm), a także wysokości siedzeniowej tułowia (cm) dla całej badanej grupy i z podziałem ze względu na płeć (K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

parametr wartość	PTP		szerokość bioder		wysokość tułowia	
	całość		całość		całość	
N	179**		179**		179**	
\bar{x} ±SD	17,08±4,44		25,55±4,22		88,61±5,57	
min-max	7,8-29		18-35		72,5-102,4	
Me	17,7		26,2		88,9	
Q25-Q75	13,6-20		21,5-28,3		85,6-92	
pleć	K	M	K	M	K	M
N	96**	83**	96**	83**	96**	83**
\bar{x} ±SD	17,96±4,95	16,07±3,54	26,77±3,91	24,14±4,14	85,47±4,88	92,24±3,86
min-max	7,8-29	8,7-24	18-35	19-31,8	72,5-96	83,7-102,4
Me	18,7	17,4	27	23	85,95	91
Q25-Q75	14-20,3	13,2-19,1	24-29	20-28,2	84-87,5	89-94,6

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Określono także wyjściową grubość każdego z mięśni bocznej ściany brzucha, którą stanowi średnia z trzech kolejnych pomiarów USG w pozycji 0° (Tabela 5).

Tabela 5. Wartości grubości mięśni bocznej ściany brzucha (mm) w pozycji wyjściowej dla całej badanej grupy i z podziałem ze względu na płeć (EO-mięsień skośny zewnętrzny, IO-mięsień skośny wewnętrzny, TRA-mięsień poprzeczny brzucha, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartyl górny, Q75-kwartyl dolny)

parametr wartość	EO		IO		TRA	
	całość		całość		całość	
N	179**		179**		179**	
$\bar{x}\pm SD$	6,15 \pm 1,76		9,62 \pm 2,47		4,97 \pm 1,45	
min-max	1,22-11,82		2,52-16,85		2,12-11,13	
Me	6,13		9,41		4,68	
Q25-Q75	4,9-7,17		7,96-11,15		4-5,74	
płeć	K	M	K	M	K	M
N	96*	83**	96*	83*	96**	83*
$\bar{x}\pm SD$	5,38 \pm 1,56	7,03 \pm 1,55	8,09 \pm 1,6	11,38 \pm 2,1	4,67 \pm 1,57	5,32 \pm 1,22
min-max	1,22-10,47	4,6-11,82	2,52-11,61	7,46-16,85	2,12-11,13	2,85-8,17
Me	5,33	6,92	8,15	11,2	4,32	5,24
Q25-Q75	4,3-6,28	5,74-7,8	7,26-9,13	9,63-12,71	3,8-4,98	4,41-5,96

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Na podstawie nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej, dokonano podziału celowego uczestników badań na trzy grupy typów miednicy: zrównoważona, przodopochylona, tyłopochylona. Do wyłonienia grup posłużono się klasyfikacją dla pomiarów wykonywanych za pomocą urządzenia „Duometr” zaproponowaną przez Bibrowicza [11]. Klasyfikację podobnie jak badanie wykonano dla prawej strony ciała gdyż analizie poddano również mięśnie bocznej ściany brzucha po stronie prawej. Na podstawie obliczonego wskaźnika WHR badanych podzielono według reprezentowanego typu sylwetki na dwie grupy: sylwetkę androidalną (kształt jabłka), oraz sylwetkę gynoidalną (kształt gruszki). Na podstawie wskaźnika masy ciała (BMI) każdego z badanych uczestników przyporządkowano do jednego z trzech przedziałów wagowych tj.: „niedowaga”, „masa prawidłowa”, „nadwaga i otyłość”.

Charakterystyka grupy ze względu na nachylenie miednicy w płaszczyźnie strzałkowej z podziałem na płeć:

Na podstawie nachylenia miednicy badanych podzielono na trzy grupy: miednica o ustawieniu zrównoważonym, przodopochylonym i tyłopochylonym, a następnie w tabelach zestawiono wartości danych antropometrycznych oddzielnie i z podziałem na płeć. Tabela 6 przedstawia wartości nachylenia miednicy po stronie prawej.

Tabela 6. Wartość PTP-nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej po stronie prawej (°) w grupach o poszczególnym typie ustawienia miednicy z podziałem na płeć (PTP 0-grupa o normalnym ustawieniu miednicy, PTP 1-grupa o miednicy przodopochylonej, PTP 2-grupa o miednicy tyłopochylonej, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr		PTP	
	wartość		całość	
PTP 0	N		96**	
	\bar{x} ±SD		16,97±2,55	
	min-max		12-29	
	Me		17,4	
	Q25-Q75		15-18,5	
	pleć	K	M	
	N	51**	45**	
	\bar{x} ±SD	17,07±3,09	16,85±1,77	
	min-max	12-29	12,2-19,1	
	Me	17	17,4	
Q25-Q75	15-19,9	15-18		
PTP 1			całość	
	N		50**	
	\bar{x} ±SD		21,65±2,77	
	min-max		19,1-29	
	Me		20,3	
	Q25-Q75		19,5-23	
	pleć	K	M	
	N	31**	19**	
	\bar{x} ±SD	22,85±2,81	19,69±1,14	
	min-max	20,2-29	19,1-24	
Me	21,3	19,5		
Q25-Q75	20,3-25	19,1-19,5		
PTP 2			całość	
	N		33**	
	\bar{x} ±SD		10,52±1,22	
	min-max		7,8-11,5	
	Me		11	
	Q25-Q75		10-11,5	
	pleć	K	M	
	N	14**	19**	
	\bar{x} ±SD	10,41±1,56	10,59±0,93	
	min-max	7,8-11,5	8,7-11,5	
Me	11,2	11		
Q25-Q75	9-11,5	10,11,5		

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartości masy, wysokości ciała i wskaźnika masy ciała (BMI) dla każdego typu nachylenia miednicy. Dane zestawiono w Tabeli 7.

Tabela 7. Wartość masy (kg), wysokości ciała (cm) i BMI-wskaźnika masy ciała w grupach o poszczególnym typie ustawienia miednicy z podziałem na płeć (PTP 0-grupa o normalnym ustawieniu miednicy, PTP 1-grupa o miednicy przodopochylonej, PTP 2-grupa o miednicy tyłopochylonej, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr wartość	masa ciała		wysokość ciała		BMI	
		całość		całość		całość	
PTP 0	N	96**		96**		96**	
	$\bar{x}\pm SD$	68,51±13,63		172,04±8,46		22,99±3,27	
	min-max	45-98		157-194		16,46-30,49	
	Me	68,65		171		22,83	
	Q25-Q75	58-78,5		165-194		19,92-25,6	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	51**	45*	51**	45*	51**	45*
	$\bar{x}\pm SD$	60,85±10,84	77,2±11,05	167,14±6,49	177,6±6,88	21,3±3,12	24,43±2,85
	min-max	45-90		157-184	161-194	16,46-30,49	19,59-30,04
	Me	58	77	166	176	21,3	24,44
Q25-Q75	52,3-66,5	69,1-85	163-171	174-183	19,57-24,77	22,82-26,64	
PTP 1		całość		całość		całość	
	N	50**		50**		50**	
	$\bar{x}\pm SD$	62,37±11,61		169,64±6,97		21,6±3,44	
	min-max	50-107,4		159-187		17,93-40,42	
	Me	62		167		20,98	
	Q25-Q75	53-66,1		165-175		19,71-22,34	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	31**	19**	31**	19**	31**	19**
	$\bar{x}\pm SD$	58,71±11,36	68,35±9,56	165,35±4,32	176,63±4,22	21,46±4,11	21,82±1,99
	min-max	50-107,4	62-101	159-177	173-187	17,93-40,42	20,72-28,88
Me	55	65	165	176	20,94	20,98	
Q25-Q75	50-66,1	62-76	163-167	173-177	19,53-22,34	20,72-22,69	
PTP 2		całość		całość		całość	
	N	33**		33**		33*	
	$\bar{x}\pm SD$	69,24±17,95		173,79±13,41		22,49±2,9	
	min-max	45-96		153-193		18-27,16	
	Me	64,5		168		22,19	
	Q25-Q75	51-90		165-188		19,92-24,16	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	14*	19**	14**	19**	14*	19**
	$\bar{x}\pm SD$	52,68±6,09	81,45±13,25	161,21±4,87	183,05±9,42	20,24±1,77	24,14±2,41
	min-max	45-64,5	56-96	153-168	168-193	18-22,04	19,84-27,16
Me	51	84	162,5	184	19,92	24,16	
Q25-Q75	49-60	78-90	156-165	174-193	18,73-22,04	23,29-26,26	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartości obwodu pasa, obwodu bioder oraz wskaźnika stosunku obwodu pasa do obwodu bioder – WHR dla osób o różnych typach nachylenia miednicy (Tabela 8).

Tabela 8. Wartość obwodu pasa (cm), obwodu bioder (cm) i WHR-stosunku obwodu pasa do obwodu bioder w grupach o poszczególnym typie ustawienia miednicy z podziałem na płeć (PTP 0-grupa o normalnym ustawieniu miednicy, PTP 1-grupa o miednicy przodopochylonej, PTP 2-grupa o miednicy tyłopochylonej, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr wartość	obwód pasa		obwód bioder		WHR	
		całość		całość		całość	
PTP 0	N	96*		96**		96**	
	\bar{x} ±SD	76,7±8,76		97,25±6,26		0,79±0,07	
	min-max	59,8-100,8		85,4-119,8		0,55-1,01	
	Me	76,5		97		0,79	
	Q25-Q75	71,75-82,5		92,8-101,1		0,73-0,83	
	pleć	K	M	K	M	K	M
	N	51**	45*	51*	45**	51**	45**
	\bar{x} ±SD	72,5±7,82	81,46±7,25	96,15±6,26	98,51±6,09	0,75±0,06	0,83±0,06
	min-max	59,8-90,5	63-100,8	85,4-114,5	89-119,8	0,55-0,88	0,69-1,01
	Me	73	81	95	99	0,74	0,83
Q25-Q75	67-75	77-85	92-101	95-102	0,7-0,8	0,79-0,87	
PTP 1		całość		całość		całość	
	N	50**		50**		50*	
	\bar{x} ±SD	75,89±7,62		96,02±6,6		0,79±0,05	
	min-max	59-106		86,5-127		0,66-0,88	
	Me	76,35		96		0,8	
	Q25-Q75	71,5-80		91-98		0,74-0,83	
	pleć	K	M	K	M	K	M
	N	31**	19**	31**	19**	31*	19**
	\bar{x} ±SD	73,25±8,37	80,18±3,12	95,36±7,98	97,08±3,22	0,77±0,06	0,83±0,02
	min-max	59-106	71,5-84,5	86,5-127	91-103	0,66-0,88	0,78-0,85
Me	73,5	81	95,5	96	0,76	0,82	
Q25-Q75	69-76	79-81	89-97,1	95-99,5	0,72-0,8	0,82-0,85	
PTP 2		całość		całość		całość	
	N	33**		33*		33**	
	\bar{x} ±SD	85,55±14,56		96,26±8,39		0,89±0,13	
	min-max	66,5-110,5		76-110,5		0,68-1,1	
	Me	82		96		0,84	
	Q25-Q75	74-99,4		91,5-102,5		0,79-1,03	
	pleć	K	M	K	M	K	M
	N	14**	19*	14*	19*	14**	19**
	\bar{x} ±SD	72,24±5,17	95,36±10,87	92,94±5,01	98,71±9,6	0,78±0,04	0,97±0,1
	min-max	66,5-76,5	74-110,5	87-105	76-110,5	0,68-0,82	0,77-1,1
Me	69,9	96	93,25	100	0,79	1,01	
Q25-Q75	68,5-76,5	87-106	87,7-96	95-105,5	0,73-0,81	0,86-1,04	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono szerokość bioder i wysokość siedzeniową tułowia dla każdego typu nachylenia miednicy (Tabela 9).

Tabela 9. Wartość szerokości bioder (cm) i wysokości siedzeniowej tułowia (cm) w grupach o poszczególnym typie ustawienia miednicy z podziałem na płeć (PTP 0-grupa o normalnym ustawieniu miednicy, PTP 1-grupa o miednicy przodopochylonej, PTP 2-grupa o miednicy tyłopochylonej, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr wartość	szerokość bioder		wysokość tułowia	
		całość		całość	
PTP 0	N	96**		96*	
	\bar{x} ±SD	26,86±3,99		89,37±5,26	
	min-max	19-35		77-102,4	
	Me	27		89,6	
	Q25-Q75	25-29		85,8-93	
	płeć	K	M	K	M
	N	51**	45**	51**	45**
	\bar{x} ±SD	27,87±3,71	25,71±4,03	86,21±4,34	92,95±3,71
	min-max	22-35	19-31,5	77-96	83,7-102,4
	Me	27	27,6	86	92,9
Q25-Q75	25-30	21-28,5	83-88	91-94	
PTP 1	N	50**		50**	
	\bar{x} ±SD	23,64±4,12		86,01±5,73	
	min-max	18-33,1		72,5-97,4	
	Me	23		87,5	
	Q25-Q75	20-27,2		84,5-89	
	płeć	K	M	K	M
	N	31*	19**	31**	19**
	\bar{x} ±SD	24,79±3,93	21,75±3,8	84,11±6,24	89,11±2,84
	min-max	18-27,7	19,5-31,8	72,5-94	86,5-97,4
	Me	25,5	20	85,7	89
Q25-Q75	21,5-27,7	19,5-20,5	80,5-87,5	87,5-89	
PTP 2	N	33**		33*	
	\bar{x} ±SD	24,65±3,75		90,33±4,99	
	min-max	20-31		80,1-99,8	
	Me	23		90,2	
	Q25-Q75	21-28		86,5-95,2	
	płeć	K	M	K	M
	N	14*	19**	14*	19**
	\bar{x} ±SD	27,16±3	22,79±3,15	85,77±2,35	93,69±3,49
	min-max	23-31	20-29,5	80,1-90,2	89-99,8
	Me	27	22	86	94,5
Q25-Q75	24-29	20,5-23	84-87,5	91-97	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartość średnią grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) w pozycji wyjściowej dla poszczególnych grup nachylenia miednicy, następnie wartości zestawiono w Tabeli 10.

Tabela 10. Wartości grubości mięśni bocznej ściany brzucha (mm) w grupach o poszczególnym typie ustawienia miednicy w pozycji wyjściowej z podziałem ze względu na płeć (EO-mięsień skośny zewnętrzny, IO-mięsień skośny wewnętrzny, TRA-mięsień poprzeczny brzucha, PTP 0-grupa o normalnym ustawieniu miednicy, PTP 1-grupa o miednicy przodopochylonej, PTP 2-grupa o miednicy tyłopochylonej, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr wartość	EO		IO		TRA	
PTP 0		całość		całość		całość	
	N	96**		96**		96**	
	\bar{x} ±SD	6,11±1,84		9,63±2,48		5,14±1,68	
	min-max	1,22-10,94		4,92-15,88		2,12-11,13	
	Me	5,85		9,15		4,91	
	Q25-Q75	4,86-7,16		7,9-11,16		3,98-5,96	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	51**	45*	51*	45**	51**	45**
	\bar{x} ±SD	5,35±1,65	6,96±1,67	8,04±1,35	11,43±2,24	4,83±1,97	5,49±1,21
	min-max	1,22-10,47	4,6-10,94	4,92-10,71	7,46-15,88	2,12-11,13	3,39-7,77
Me	5,18	6,64	8,33	11,44	4,27	5,31	
Q25-Q75	4,32-6,21	5,74-7,99	6,82-8,92	9,43-12,96	3,64-5,43	4,58-6,3	
PTP 1		całość		całość		całość	
	N	50*		50*		50*	
	\bar{x} ±SD	5,91±1,8		9,13±2,15		4,63±0,94	
	min-max	2,74-11,82		2,52-13,23		2,67-6,99	
	Me	6,14		9,6		4,55	
	Q25-Q75	4,76-6,92		7,96-10,6		4-5,24	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	31*	19*	31*	19**	31**	19**
	\bar{x} ±SD	5,35±1,7	6,84±1,6	8,17±2,01	10,69±1,32	4,41±1,01	4,99±0,71
	min-max	2,74-9,22	4,76-11,82	2,52-11,18	8,79-13,23	2,67-6,99	4-6
Me	5,4	6,92	8,39	10,6	4,25	4,81	
Q25-Q75	3,71-6,52	5,55-7,58	7,31-9,72	9,6-11,87	3,73-4,94	4,23-5,74	
PTP 2		całość		całość		całość	
	N	33*		33*		33**	
	\bar{x} ±SD	6,61±1,37		10,31±2,79		5±1,3	
	min-max	3,97-9,82		5,98-16,85		2,85-8,17	
	Me	6,34		10,47		4,75	
	Q25-Q75	6,06-7,21		8,07-11,89		4,06-5,47	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	14**	19*	14*	19**	14*	19*
	\bar{x} ±SD	5,57±0,84	7,37±1,18	8,05±1,53	11,97±2,3	4,64±0,65	5,26±1,59
	min-max	3,97-6,67	5,59-9,82	5,98-11,61	8,24-16,85	3,65-5,83	2,85-8,17
Me	5,89	7,21	7,55	11,2	4,52	4,75	
Q25-Q75	5,29-6,13	6,35-8,26	6,99-9,06	10,52-12,59	4,27-4,97	3,91-6,92	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Charakterystyka grupy ze względu na wskaźnik WHR z podziałem na płeć

Na podstawie wskaźnika WHR badanych podzielono na dwie grupy: o typie androidalnym sylwetki i typie gynoidalnym sylwetki, a następnie w tabelach zestawiono wartości danych antropometrycznych oddzielnie i z podziałem na płeć. Wartość średnia wskaźnika WHR (stosunek obwodu pasa do obwodu bioder) dla poszczególnych typów sylwetki przedstawiono w Tabeli 11.

Tabela 11. Wartość wskaźnika WHR-stosunku obwodu pasa do obwodu bioder, w grupach o poszczególnym typie sylwetki z podziałem na płeć (WHR andro-typ androidalny sylwetki, WHR gyno-typ gynoidalny sylwetki, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr		WHR
	wartość		całość
WHR andro	N		67**
	$\bar{x}\pm SD$		0,86±0,1
	min-max		0,76-1,1
	Me		0,81
	Q25-Q75		0,79-0,88
	pleć	K	M
	N	52**	15**
	$\bar{x}\pm SD$	0,81±0,03	1,03±0,27
	min-max	0,76-0,88	1-1,1
	Me	0,8	1,03
Q25-Q75	0,79-0,82	1,01-1,04	
WHR gyno	całość		
	N		112**
	$\bar{x}\pm SD$		0,78±0,07
	min-max		0,55-0,9
	Me		0,78
	Q25-Q75		0,72-0,83
	pleć	K	M
	N	44**	68**
	$\bar{x}\pm SD$	0,71±0,03	0,82±0,04
	min-max	0,55-0,74	0,69-0,9
Me	0,72	1,03	
Q25-Q75	0,79-0,82	1,01-1,04	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartość masy i wysokości ciała oraz wskaźnika masy ciała (BMI) w grupach o poszczególnym typie sylwetki i zestawiono je w Tabeli 12.

Tabela 12. Wartość masy (kg) i wysokości ciała (cm) oraz BMI-wskaźnika masy ciała, w grupach o poszczególnym typie sylwetki z podziałem na płeć (WHR andro-typ androidalny sylwetki, WHR gyno-typ gynoidalny sylwetki, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr	masa ciała		wysokość ciała		BMI	
	wartość						
WHR andro		całość		całość		całość	
	N	67**		67**		67**	
	$\bar{x}\pm SD$	64,48±15,43		169,21±10,08		22,29±3,65	
	min-max	49-107,4		156-193		18-40,42	
	Me	58		165		21,22	
	Q25-Q75	53-73		162-177		19,83-24,74	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	52**	15*	52**	15*	52**	15*
	$\bar{x}\pm SD$	59,54±12,23	81,6±13,17	165,29±6,27	182,8±9,02	21,72±3,76	24,26±2,41
	min-max	49-107,4	56-96	156-184	168-193	18-40,42	19,84-27,16
Me	55	84	165	184	20,94	24,16	
Q25-Q75	51-62	75-90	156-184	174-193	19,62-23,29	23,67-26,26	
WHR gyno		całość		całość		całość	
	N	112**		112*		112**	
	$\bar{x}\pm SD$	68,4±13,31		173,18±8,45		22,64±3,07	
	min-max	45-101		153-194		16,46-30,49	
	Me	66,05		174		22,27	
	Q25-Q75	59,6-77		167-177		20,72-24,63	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	44**	68**	44*	68**	44**	68**
	$\bar{x}\pm SD$	58,29±8,76	74,95±11,55	166,18±5,6	177,71±6,73	21,07±2,76	23,66±2,84
	min-max	45-83	56-101	153-177	176-174	16,46-30,49	19,59-30,04
Me	58	75,5	167	176	21,42	23,67	
Q25-Q75	50,5-66,05	65-82,4	163,5-170,5	174-183	18,73-22,34	20,98-25,84	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartości nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej, szerokości bioder i wysokości siedzeniowej tułowia dla poszczególnych typów sylwetki (Tabela 13).

Tabela 13. Wartość PTP-nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej po stronie prawej (°), szerokości bioder (cm) i wysokości siedzeniowej tułowia (cm) w grupach o poszczególnym typie sylwetki z podziałem na płeć (WHR andro-typ androidalny sylwetki, WHR gyno-typ gynoidalny sylwetki, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr wartość	PTP		szerokość bioder		wysokość tułowia	
		całość		całość		całość	
WHR andro	N	67**		67**		67*	
	$\bar{x}\pm SD$	16,31±5,02		25,95±4,53		86,28±6,63	
	min-max	7,8-27		18-35		72,5-99,8	
	Me	17		27		86	
	Q25-Q75	11,5-20,2		22-29		83-91	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	52**	15**	52**	15**	52*	15*
	$\bar{x}\pm SD$	17,65±4,67	11,68±3,12	27,02±4,34	22,23±3,03	84,2±5,82	93,5±3,44
	min-max	7,8-27	8,7-19,1	18-35	20-29,5	72,5-96	89-99,8
	Me	19,9	11	27	21	84,5	93
Q25-Q75	13-20,3	10-11,5	24,5-29,5	20-23	81-87,5	91-97	
WHR gyno	N	112**		112**		112**	
	$\bar{x}\pm SD$	17,55±4,01		25,31±4,03		90±4,29	
	min-max	8,7-29		19-34		81,4-102,4	
	Me	17,8		26,05		89,3	
	Q25-Q75	15-19,2		21,25-28,25		86,65-93	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	44*	68**	44**	68**	44**	68**
	$\bar{x}\pm SD$	18,33±5,28	17,04±2,83	26,48±3,37	24,56±4,26	86,98±2,87	91,96±3,91
	min-max	9-29	8,7-24	21,5-34	19-31,8	81,4-94	83,7-102,4
	Me	18,5	17,5	26,4	25,7	86,5	91
Q25-Q75	14-20,65	15-19,1	24-28	20-28,3	85,5-87,55	89-94,25	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartości średnie grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych typów sylwetki (Tabela 14).

Tabela 14. Wartości grubości mięśni bocznej ściany brzucha (mm) w grupach o poszczególnym typie sylwetki w pozycji wyjściowej z podziałem ze względu na płeć (EO-mięsień skośny zewnętrzny, IO-mięsień skośny wewnętrzny, TRA-mięsień poprzeczny brzucha, WHR andro-typ androidalny sylwetki, WHR gyno-typ gynoidalny sylwetki, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartyl górny, Q75-kwartyl dolny)

typ sylwetki	parametr	EO		IO		TRA	
	wartość	całość		całość		całość	
WHR andro	N	67*		67**		67**	
	$\bar{x}\pm SD$	5,62 \pm 1,44		9,04 \pm 2,42		5,05 \pm 1,81	
	min-max	3,02-9,82		2,52-16,85		2,67-11,13	
	Me	5,69		8,63		4,57	
	Q25-Q75	4,49-6,45		7,55-10,59		3,95-5,72	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	52*	15*	52**	15*	52**	15*
	$\bar{x}\pm SD$	5,16 \pm 1,14	6,92 \pm 1,25	8,14 \pm 1,61	12,19 \pm 2,13	4,84 \pm 1,84	5,77 \pm 1,57
	min-max	3,02-7,23	5,69-9,82	2,52-10,71	8,24-16,85	2,67-11,13	2,85-8,17
	Me	5,24	6,92	8,01	12,14	4,31	5,47
Q25-Q75	4,29-6,12	6,34-8,26	7,37-9,25	10,77-12,92	3,87-5,19	4,75-7	
WHR gyno	N	112*		112*		112**	
	$\bar{x}\pm SD$	6,46 \pm 1,86		9,96 \pm 2,45		4,92 \pm 1,19	
	min-max	1,22-11,82		4,92-16,3		2,12-7,77	
	Me	6,24		9,63		4,75	
	Q25-Q75	5,36-7,52		8,42-11,47		4,03-5,76	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	44*	68**	44*	68*	44**	68**
	$\bar{x}\pm SD$	5,65 \pm 1,93	6,98 \pm 1,62	8,03 \pm 1,6	11,21 \pm 2,07	4,46 \pm 1,15	5,22 \pm 1,12
	min-max	1,22-10,47	4,6-11,82	4,92-11,61	7,46-16,3	2,12-6,99	3,39-7,77
	Me	5,74	6,92	8,35	11	4,34	5,24
Q25-Q75	4,3-6,44	5,71-7,69	6,67-8,93	9,6-12,68	3,62-4,95	3,39-7,77	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Charakterystyka grupy ze względu na BMI z podziałem na płeć

Na podstawie wskaźnika masy ciała badanych podzielono na trzy grupy: o prawidłowym stosunku masy ciała do wzrostu, o niedowadze i nadwadze, a następnie w tabelach zestawiono wartości danych antropometrycznych oddzielnie i z podziałem na płeć. Wartość wskaźnika masy ciała (BMI) w poszczególnych typach sylwetki zestawiono w Tabeli 15.

Tabela 15. Wartość BMI-wskaźnika masy ciała w grupach o poszczególnym typie sylwetki z podziałem na płeć (BMI norma-grupa o prawidłowym stosunku masy ciała do wzrostu, BMI niedowaga-grupa o zbyt małej wadze w stosunku do wzrostu, BMI nadwaga i otyłość- grupa o zbyt dużej wadze w stosunku do wzrostu, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartyl górny, Q75-kwartyl dolny)

typ sylwetki	parametr		BMI
	wartość		całość
BMI norma			całość
	N		85**
	$\bar{x}\pm SD$		22,35±1,66
	min-max		18,73-25,41
	Me		22,19
	Q25-Q75		21,22-24,12
	płeć		K M
	N		46* 39**
	$\bar{x}\pm SD$		21,35±1,31 23,53±1,2
	min-max		18,73-24,39 21-25,41
Me		21,34 24,05	
Q25-Q75		20,83-22,04 22,69-24,42	
BMI niedowaga			całość
	N		54**
	$\bar{x}\pm SD$		19,37±1,11
	min-max		16,46-20,98
	Me		19,59
	Q25-Q75		18,37-19,92
	płeć		K M
	N		33** 21**
	$\bar{x}\pm SD$		18,74±0,89 20,35±0,61
	min-max		16,46-19,92 19,59-20,98
Me		18,51 20,72	
Q25-Q75		18-19,71 19,59-20,98	
BMI nadwaga i otyłość			całość
	N		40**
	$\bar{x}\pm SD$		27,08±2,58
	min-max		24,61-40,42
	Me		26,58
	Q25-Q75		26,04-27,44
	płeć		K M
	N		17** 23**
	$\bar{x}\pm SD$		26,8±3,76 27,29±1,2
	min-max		24,61-40,42 25,74-30,04
Me		26,13 26,84	
Q25-Q75		25,28-26,58 26,26-28,04	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartości obwodu pasa, obwodu bioder i stosunku obwodu pasa do obwodu bioder (WHR) dla poszczególnych typów sylwetki (Tabela 16).

Tabela 16. Wartość obwodu pasa (cm), obwodu bioder (cm) oraz WHR-stosunku obwodu pasa do obwodu bioder w grupach o poszczególnym typie sylwetki z podziałem na płeć (BMI norma-grupa o prawidłowym stosunku masy ciała do wzrostu, BMI niedowaga-grupa o zbyt małej wadze w stosunku do wzrostu, BMI nadwaga i otyłość-grupa o zbyt dużej wadze w stosunku do wzrostu, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr wartość	obwód pasa		obwód bioder		WHR	
BMI norma		całość		całość		całość	
	N	85**		85*		85**	
	$\bar{x}\pm SD$	77,94 \pm 10,65		97,9 \pm 5,26		0,8 \pm 0,09	
	min-max	59-110,5		87-110,5		0,66-1,07	
	Me	75		97		0,79	
	Q25-Q75	71,3-83		94-101,5		0,73-0,83	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	46*	39*	46*	39*	46**	39**
	$\bar{x}\pm SD$	72,2 \pm 5,91	84,7 \pm 11,07	96,66 \pm 4,76	99,36 \pm 5,5	0,75 \pm 0,05	0,85 \pm 0,1
	min-max	59-86	63-110,5	87-105,5	88-110,5	0,66-0,82	0,69-1,07
Me	73,25	83	96	99	0,73	0,83	
Q25-Q75	67-75	77,5-88,9	93,5-101	95,5-102,5	0,71-0,79	0,79-0,87	
BMI niedowaga		całość		całość		całość	
	N	54**		54**		54**	
	$\bar{x}\pm SD$	73,41 \pm 6,66		90,85 \pm 4,47		0,81 \pm 0,07	
	min-max	59,8-82		76-96,5		0,68-1,04	
	Me	76		90,5		0,81	
	Q25-Q75	68,5-79		88-95		0,79-0,85	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	33**	21**	33**	21**	33**	21**
	$\bar{x}\pm SD$	69,94 \pm 6,24	78,86 \pm 2,03	90,14 \pm 3,37	91,98 \pm 5,7	0,78 \pm 0,06	0,86 \pm 0,06
	min-max	59,8-80	74-82	85,4-95,5	76-96,5	0,68-0,88	0,77-1,04
Me	71,5	79	89	95	0,79	0,85	
Q25-Q75	63-76	77-81	87-92,6	89-96	0,73-0,81	0,82-0,87	
BMI nadwaga i otyłość		całość		całość		całość	
	N	40**		40**		40**	
	$\bar{x}\pm SD$	84,8 \pm 10,52		102,16 \pm 6,47		0,83 \pm 0,1	
	min-max	63,5-106		93-127		0,55-1,1	
	Me	83		101,5		0,81	
	Q25-Q75	78,25-90,25		99,3-103,1		0,77-0,88	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	17*	23**	17**	23**	17**	23**
	$\bar{x}\pm SD$	79,45 \pm 10,2	88,76 \pm 9,05	102,36 \pm 8,35	102,01 \pm 4,84	0,78 \pm 0,08	0,87 \pm 0,1
	min-max	63,5-106	76-106	93-127	95-119,8	0,55-0,88	0,76-1,1
Me	77,5	86	101	102	0,77	0,83	
Q25-Q75	73-83	82-96	98-102,5	100-103,2	0,74-0,83	0,8-0,9	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartość nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej, szerokości bioder i wysokości siedzeniowej tułowia dla poszczególnych typów sylwetki (Tabela 17).

Tabela 17. Wartość PTP-nachylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej po stronie prawej ($^{\circ}$), szerokości bioder (cm) i wysokości siedzeniowej tułowia (cm) w grupach o poszczególnym typie sylwetki z podziałem na płeć (BMI norma-grupa o prawidłowym stosunku masy ciała do wzrostu, BMI niedowaga-grupa o zbyt małej wadze w stosunku do wzrostu, BMI nadwaga i otyłość-grupa o zbyt dużej wadze w stosunku do wzrostu, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

typ sylwetki	parametr	PTP		szerokość bioder		wysokość tułowia	
	wartość	całość		całość		całość	
BMI norma	N	85**		85**		85**	
	$\bar{x}\pm SD$	16,91 \pm 4,97		26,1 \pm 3,47		89,15 \pm 6,17	
	min-max	8,7-29		20-35		72,5-102,4	
	Me	17		26,3		87,8	
	Q25-Q75	13-19,2		23,7-28,3		85,5-93,8	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	46**	39**	46**	39**	46**	39*
	$\bar{x}\pm SD$	17,76 \pm 5,75	15,9 \pm 3,67	26,5 \pm 3,35	25,62 \pm 3,6	85,28 \pm 4,78	93,72 \pm 4,21
	min-max	9-29	8,7-24	22-35	20-31	72,5-94	83,7-102,4
	Me	17	17	26	27	85,75	93,8
Q25-Q75	13-22,6	11,5-18,9	24-28,2	23-28,4	83-87,2	91-97	
BMI niedowaga	N	54**		54**		54**	
	$\bar{x}\pm SD$	17,56 \pm 3,79		22,95 \pm 3,85		86,15 \pm 4,61	
	min-max	7,8-21,3		18-30		74,5-92	
	Me	19,1		21,25		87,5	
	Q25-Q75	17,4-20,1		19,5-27		84,5-89	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	33**	21**	33**	21**	33**	21**
	$\bar{x}\pm SD$	17,64 \pm 4,16	17,43 \pm 3,23	25,05 \pm 3,55	19,64 \pm 0,53	84,24 \pm 4,94	89,14 \pm 1,36
	min-max	7,8-21,3	10-19,5	18-30	19-20,5	74,5-92	87,5-91
	Me	20	19,1	26,5	19,5	85,7	89
Q25-Q75	16-20,3	17,4-19,5	21,5-27,5	19-20	80,5-87,5	87,5-91	
BMI nadwaga i otyłość	N	40*		40**		40*	
	$\bar{x}\pm SD$	16,83 \pm 4,11		27,9 \pm 4,43		90,78 \pm 4,11	
	min-max	10-27		21-34		84-102,1	
	Me	17		27,9		91	
	Q25-Q75	14,5-19,9		25,65-31,25		88,35-92,8	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	17*	23*	17**	23**	17**	23**
	$\bar{x}\pm SD$	19,15 \pm 3,99	15,11 \pm 3,33	30,85 \pm 3,19	25,72 \pm 3,96	88,36 \pm 4,07	92,57 \pm 3,17
	min-max	13-27	10-21	26,4-34	21-31,8	84-96	88,9-102,1
	Me	19,9	15	31	26,3	87,4	91,5
Q25-Q75	15,5-20	11-17,5	27-34	21-29	85,5-89,5	91-94,6	

* rozkład zbliżony do normalnego

** rozkład odmienny od normalnego

Obliczono wartości średniej grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla pozycji wyjściowej w poszczególnych typach sylwetki (Tabela 18).

Tabela 18. Wartości grubości mięśni bocznej ściany brzucha (mm) w grupach o poszczególnym typie sylwetki w pozycji wyjściowej z podziałem ze względu na płeć (EO-mięsień skośny zewnętrzny, IO-mięsień skośny wewnętrzny, TRA-mięsień poprzeczny brzucha, BMI norma-grupa o prawidłowym stosunku masy ciała do wzrostu, BMI niedowaga-grupa o zbyt małej wadze w stosunku do wzrostu, BMI nadwaga i otyłość-grupa o zbyt dużej wadze w stosunku do wzrostu, K-kobiety, M-mężczyźni, N-ilość osób, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

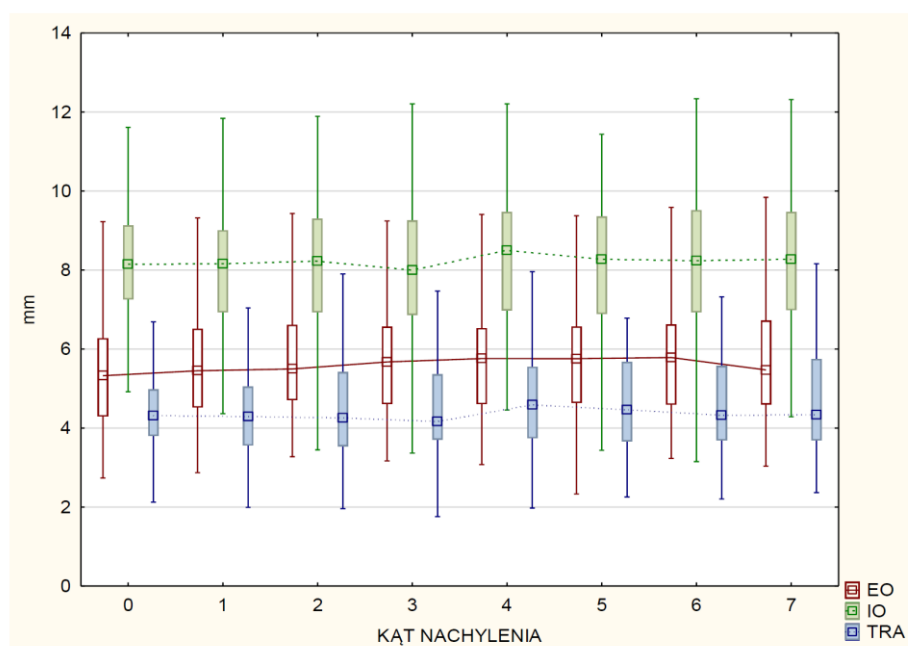
typ sylwetki	parametr wartość	EO		IO		TRA	
BMI norma		całość		całość		całość	
	N	85**		85*		85*	
	$\bar{x}\pm SD$	6,44±1,52		9,67±2,23		4,98±1,04	
	min-max	3,02-10,73		4,27-15,26		2,74-8,17	
	Me	6,25		9,65		4,92	
	Q25-Q75	5,59-7,21		8,46-11,18		4,39-5,43	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	46**	39**	46*	39*	46*	39*
	$\bar{x}\pm SD$	5,88±1,38	7,11±1,42	8,39±1,72	11,18±1,77	4,79±0,97	5,2±1,09
	min-max	3,02-6,45	4,9-10,73	4,27-11,61	7,46-15,26	2,74-6,99	2,85-8,17
Me	6,12	6,92	8,77	11,2	4,67	5,2	
Q25-Q75	4,9-6,45	6,06-7,83	7,25-9,48	9,78-12,55	4,25-5,09	4,45-5,91	
BMI niedowaga		całość		całość		całość	
	N	54*		54*		54**	
	$\bar{x}\pm SD$	5,04±1,43		8,45±1,59		4,26±0,87	
	min-max	1,22-7,58		4,92-11,2		2,12-6,37	
	Me	5,05		8,2		4,01	
	Q25-Q75	4,08-6,06		7,44-9,63		3,65-4,68	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	33*	21*	33*	21*	33**	21**
	$\bar{x}\pm SD$	4,4±1,29	6,05±1	7,62±1,28	9,76±1,05	4,12±0,87	4,48±0,84
	min-max	1,22-7,16	4,6-7,58	4,92-10,15	7,73-11,2	2,12-6,37	3,39-5,78
Me	4,49	5,74	7,55	9,63	3,88	4,1	
Q25-Q75	3,34-5,4	5,38-6,92	6,62-8,07	9,24-10,6	3,64-4,44	3,91-5,24	
BMI nadwaga i otyłość		całość		całość		całość	
	N	40*		40*		40*	
	$\bar{x}\pm SD$	7±1,93		11,07±3,12		5,92±2,15	
	min-max	4,14-11,82		2,52-16,85		2,67-11,13	
	Me	6,84		11,23		5,85	
	Q25-Q75	5,25-8,42		8,51-13,14		4,18-7,2	
	płeć	K	M	K	M	K	M
	N	17**	23*	17**	23*	17**	23*
	$\bar{x}\pm SD$	5,94±1,67	7,78±1,75	8,18±1,69	13,2±2,01	5,39±3,03	6,3±1,06
	min-max	4,14-10,47	4,85-11,82	2,52-10,66	9,41-16,85	2,67-11,13	4,4-7,77
Me	5,32	7,46	8,39	12,73	4,08	6,39	
Q25-Q75	4,99-6,45	6,64-8,84	7,84-8,8	11,89-14,55	3,02-6,62	5,41-7,25	

* rozkład zbliżony do normalnego

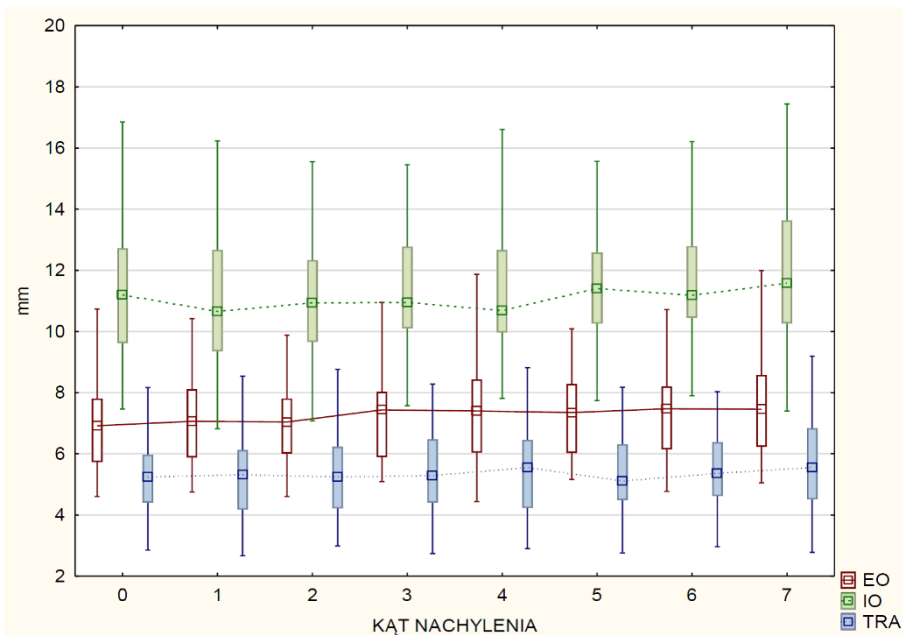
** rozkład odmienny od normalnego

4. Wyniki

W grupie kobiet (Tabela 19) grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), określona przez medianę pomiarów, pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia wzrosła o wartość 0,12mm (2,25%), co stanowi różnicę istotną statystycznie. W grupie mężczyzn w sposób istotny statystycznie zmieniła się grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO) oraz wewnętrznego (IO) brzucha. Mięsień skośny zewnętrzny (EO) zwiększył swoją grubość pomiędzy 2, a 3 stopniem nachylenia o 0,4mm (5,68%), natomiast między 6, a 7 stopniem grubość mięśnia zmalała o 0,01mm (0,13%). Grubość mięśnia skośnego wewnętrznego (IO) pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia zmalała o 0,54mm (4,82%).

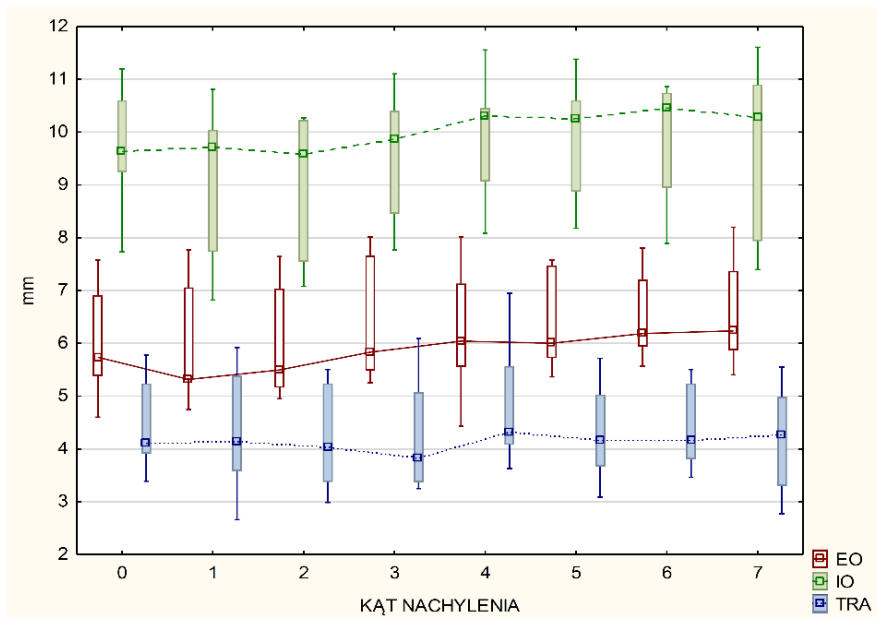


Rycina 7. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie kobiet

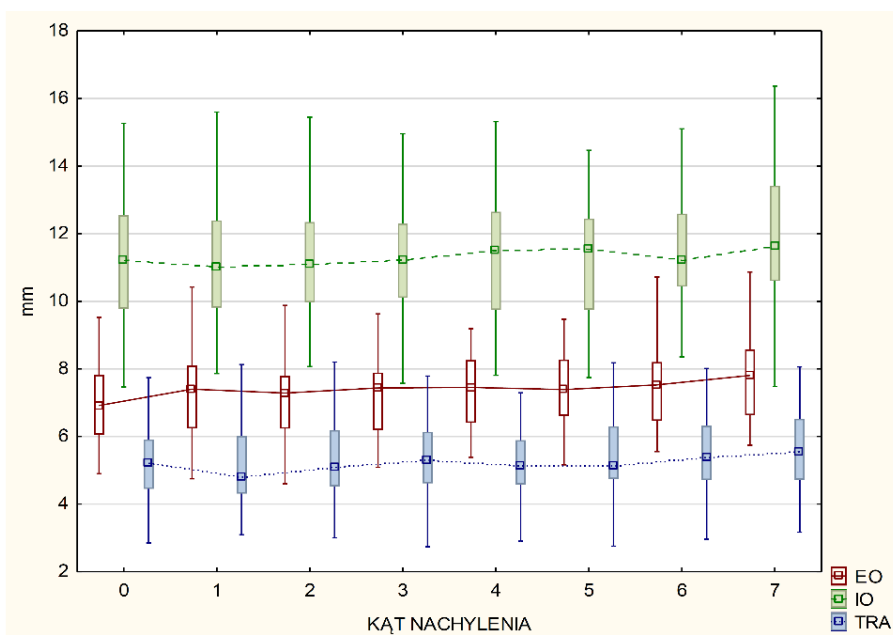


Rycina 8. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn

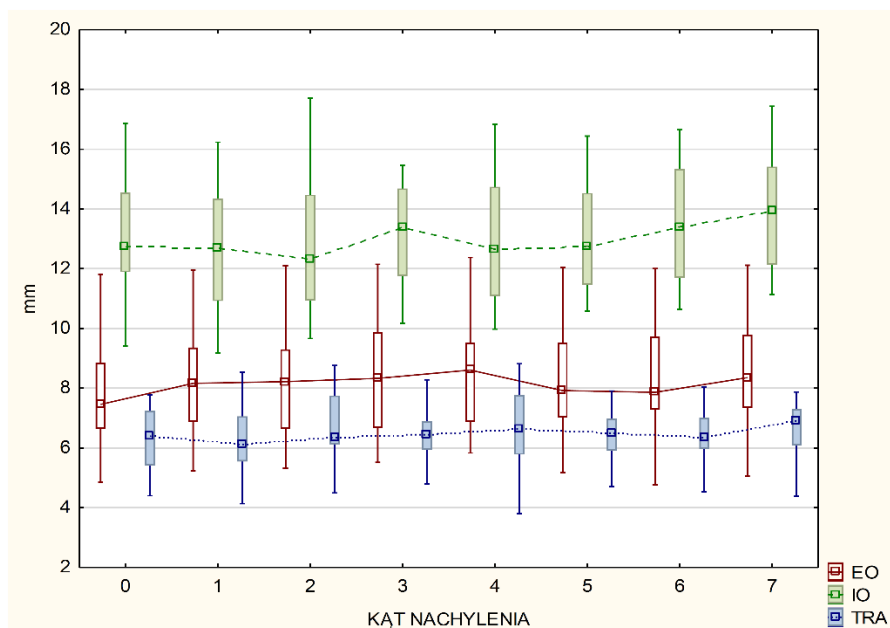
W grupie mężczyzn z niedowagą, na podstawie porównania median określono (Tabela 21), iż w sposób istotny statystycznie zmianie uległa grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO) i skośnego wewnętrznego (IO). Mięsień skośny zewnętrzny (EO) zwiększył swoją grubość pomiędzy 2, a 3 stopniem nachylenia o 0,33mm (6%), natomiast mięsień skośny wewnętrzny (IO) o 0,08mm (0,83%) pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia. W grupie mężczyzn o prawidłowym indeksie BMI mięsień skośny wewnętrzny (IO) zwiększył swoją grubość o wartość istotną statystycznie – 0,43mm (3,84%) pomiędzy 6, a 7 stopniem nachylenia. W grupie mężczyzn z nadwagą zaobserwowano istotny statystycznie wzrost grubości mięśnia poprzecznego brzucha (TRA) pomiędzy 6, a 7 stopniem nachylenia o wartość 0,52mm (8,15%).



Rycina 9. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn z niedowagą wg BMI

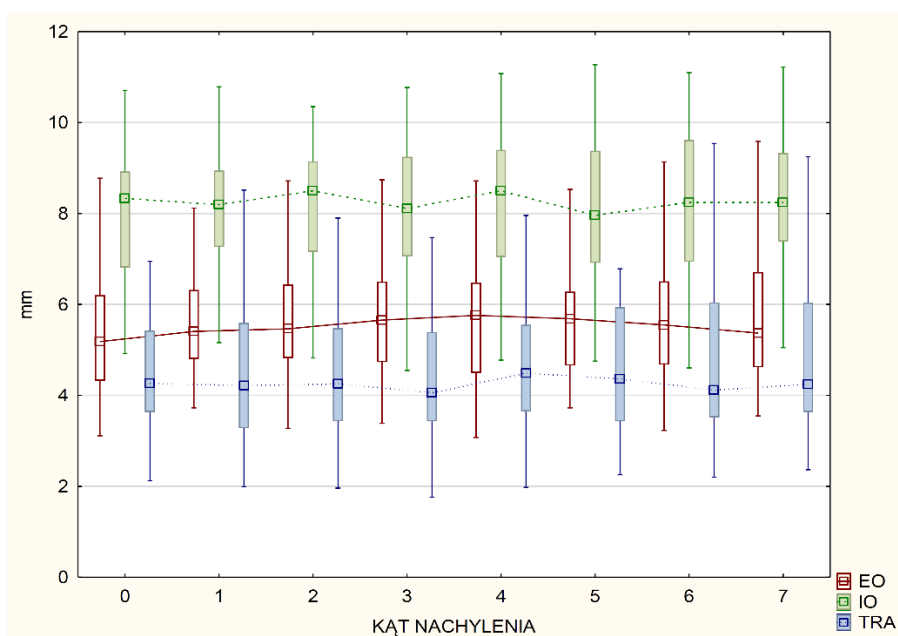


Rycina 10. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn o prawidłowym indeksie BMI



Rycina 11. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn z nadwagą i otyłością wg BMI

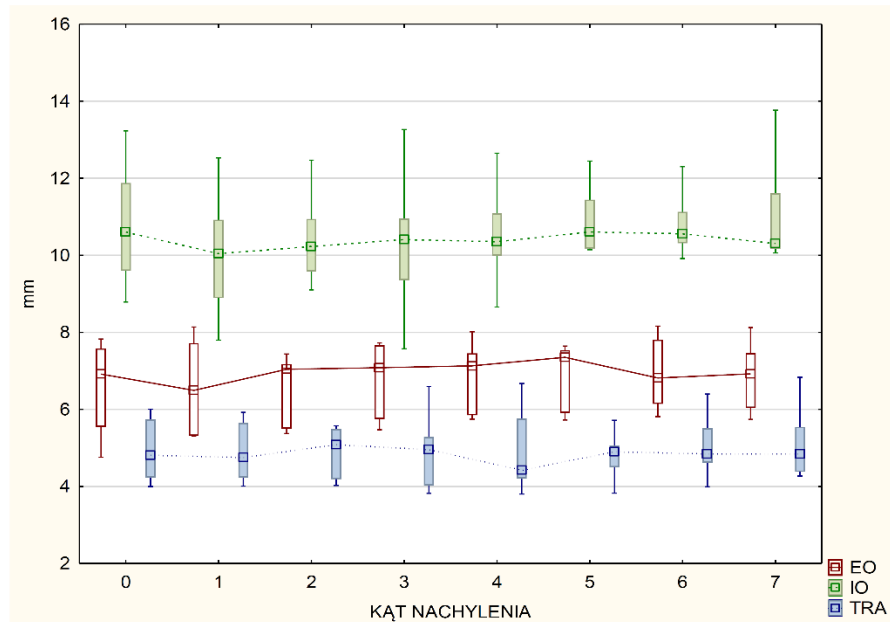
W grupie kobiet o zrównoważonym nachyleniu miednicy (Tabela 22) w płaszczyźnie strzałkowej zaobserwowano istotny statystycznie wzrost grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO) pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia o wartość 0,23mm (4,44%).



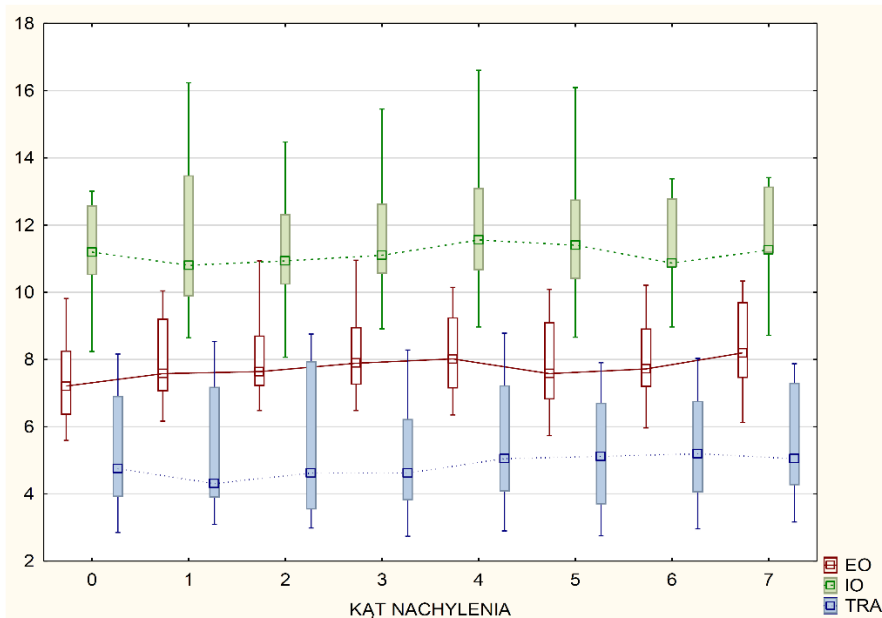
Rycina 12. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie kobiet o zrównoważonym nachyleniu miednicy w płaszczyźnie strzałkowej

W grupie mężczyzn o typie miednicy przodopochylonej (Tabela 23) zaobserwowano istotny statystycznie spadek grubości mięśnia skośnego

wewnętrzny (IO) pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia o 0,56mm (5,28%). Natomiast w grupie o miednicy tyłopochylonej istotny statystycznie wzrost grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO) pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia o wartość 0,37mm (5,13%).

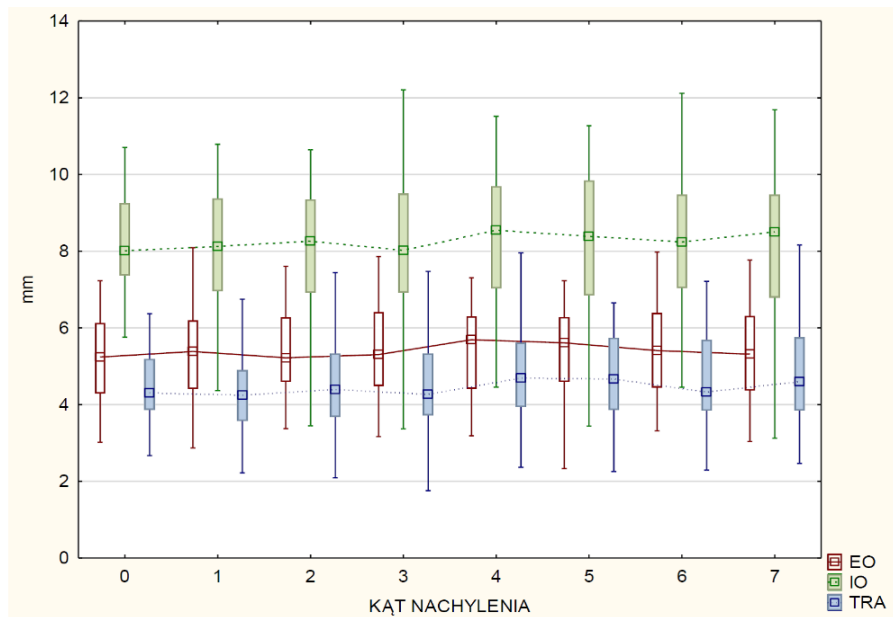


Rycina 13. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn z miednicą przodopochyloną

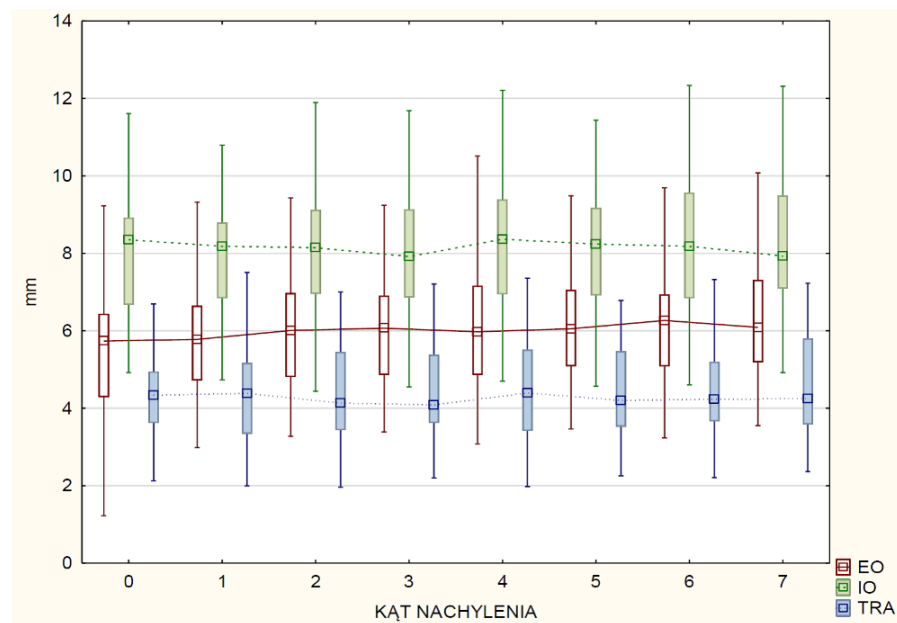


Rycina 14. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn z miednicą tyłopochyloną

W grupie kobiet o typie androidalnym sylwetki wg WHR (Tabela 24) zaobserwowano istotny statystycznie wzrost grubości mięśnia poprzecznego brzucha (TRA) pomiędzy 3, a 4 stopniem nachylenia o wartość 0,42mm (9,84%). Natomiast w grupie kobiet o typie gynoidalnym sylwetki zaobserwowano istotny statystycznie wzrost grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO) pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia o 0,04mm (0,7%).

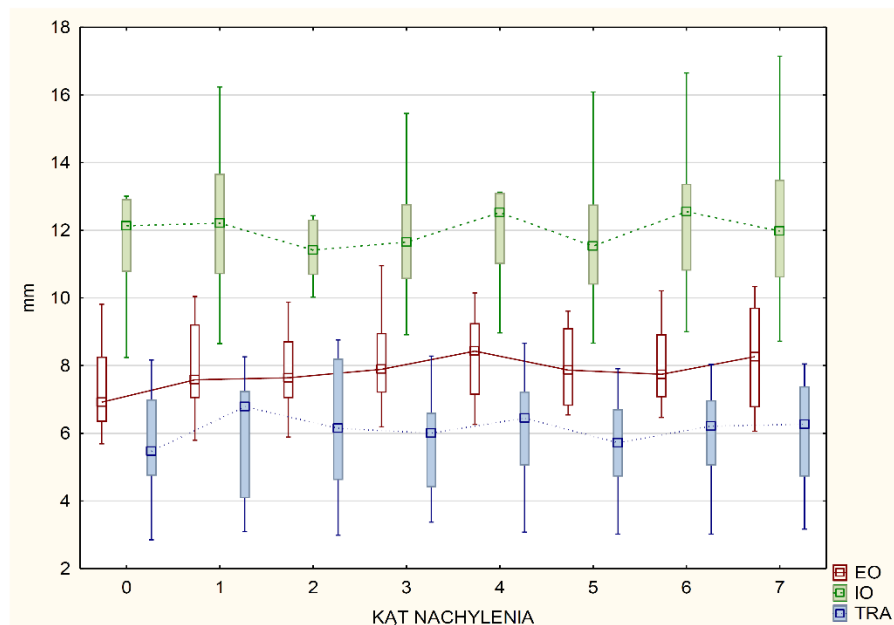


Rycina 15. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie kobiet o typie sylwetki androidalnej wg WHR (WHR-stosunek obwodu pasa do obwodu bioder)

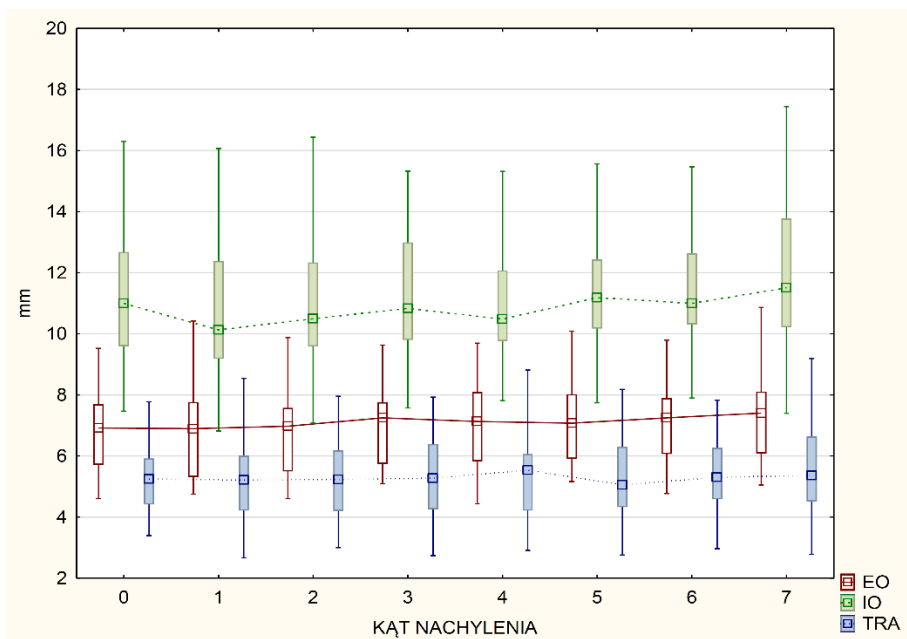


Rycina 16. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie kobiet o typie sylwetki gynoidalnej wg WHR (WHR-stosunek obwodu pasa do obwodu bioder)

Analiza median pomiarów w grupie mężczyzn o typie androidalnym sylwetki wg WHR (Tabela 25) pozwoliła zaobserwować istotną statystycznie zmianę grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO). Pomędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia zaobserwowano wzrost grubości mięśnia o 0,66mm (9,54%), natomiast pomiędzy 2, a 3 stopniem nachylenia wzrost o 0,25mm (3,27%). W grupie mężczyzn o typie gynoidalnym sylwetki zaobserwowano wzrost grubości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO) pomiędzy 2, a 3 stopniem nachylenia o 0,27mm (3,87%). Dla mięśnia skośnego wewnętrznego (IO) zaobserwowano spadek grubości o 0,87mm (7,91%) pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem, a także wzrost jego grubości o 0,36mm (3,55%) pomiędzy 1, a 2 stopniem nachylenia.



Rycina 17. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn o typie sylwetki androidalnej wg WHR (WHR-stosunek obwodu pasa do obwodu bioder)



Rycina 18. Grubość mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) dla poszczególnych stopni nachylenia kąтового w grupie mężczyzn o typie sylwetki gynoidalnej wg WHR (WHR-stosunek obwodu pasa do obwodu bioder)

Tabela 19. Wartości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) podane w mm, dla poszczególnych stopni nachylenia ciała z podziałem na płeć (\bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

stopień	wartość grupa	KOBIEТЫ			MĘŻCZYŹNI		
		EO	IO	TRA	EO	IO	TRA
0	\bar{x} ±SD	5,38±1,56	8,09±1,6	4,67±1,57	7,03±1,55	11,38±2,1	5,32±1,22
	min-max	1,22-10,47	2,52-11,61	2,12-11,13	4,6-11,82	7,46-16,85	2,85-8,17
	Me	5,33**	8,15	4,32	6,92	11,2**	5,24
	Q25-Q75	4,3-6,28	7,26-9,13	3,8-4,98	5,74-7,8	9,63-12,71	4,41-5,96
1	\bar{x} ±SD	5,58±1,48	8,02±1,61	4,62±1,65	7,18±1,62	10,98±2,32	5,27±1,36
	min-max	1,22-10,42	3,28-11,84	1,99-10,81	4,75-11,95	6,82-16,23	2,66-8,54
	Me	5,45	8,16	4,29	7,06	10,66	5,31
	Q25-Q75	4,52-6,51	6,93-9,01	3,56-5,05	5,89-8,11	9,36-12,66	4,18-6,12
2	\bar{x} ±SD	5,67±1,4	8,14±1,65	4,7±1,65	7,22±1,68	11,15±2,26	5,37±1,45
	min-max	3,28-10,25	3,45-11,89	1,96-10,65	4,6-12,1	7,08-17,71	2,99-8,76
	Me	5,5	8,23	4,26	7,04***	10,93	5,24
	Q25-Q75	4,71-6,61	6,93-9,3	3,54-5,41	6,02-7,81	9,66-12,33	4,21-6,22
3	\bar{x} ±SD	5,68±1,38	8,08±1,68	4,68±1,64	7,43±1,7	11,35±2,11	5,37±1,35
	min-max	3,17-10,32	3,37-12,21	1,76-10,72	5,09-12,15	7,57-15,45	2,74-8,28
	Me	5,68	8	4,16	7,44	10,95	5,28
	Q25-Q75	4,61-6,57	6,87-9,25	3,71-5,36	5,9-8,02	10,1-12,77	4,41-6,47
4	\bar{x} ±SD	5,74±1,4	8,26±1,74	4,85±1,63	7,45±1,65	11,28±2,34	5,53±1,38
	min-max	3,08-10,51	2,79-12,21	1,98-10,48	4,44-12,37	5,2-16,83	2,9-8,82
	Me	5,76	8,5	4,59	7,4	10,68	5,55
	Q25-Q75	4,61-6,53	6,98-9,47	3,74-5,55	6,04-8,43	9,98-12,65	4,23-6,45
5	\bar{x} ±SD	5,74±1,34	8,19±1,72	4,77±1,64	7,45±1,67	11,55±2,15	5,34±1,28
	min-max	2,33-9,49	3,44-11,44	2,26-10,94	5,16-12,73	7,74-16,96	2,76-8,18
	Me	5,76	8,27	4,47	7,35	11,41	5,11
	Q25-Q75	4,64-6,57	6,89-9,35	3,66-5,68	6,03-8,27	10,26-12,58	4,5-6,31
6	\bar{x} ±SD	5,78±1,47	8,17±1,73	4,78±1,63	7,42±1,49	11,73±2,21	5,45±1,23
	min-max	3,23-9,69	3,15-12,34	2,2-10,4	4,77-12	7,9-16,65	2,96-8,03
	Me	5,79	8,24	4,33	7,47*	11,18	5,36
	Q25-Q75	4,59-6,62	6,93-9,51	3,69-5,57	6,15-8,2	10,46-12,79	4,62-6,38
7	\bar{x} ±SD	5,81±1,54	8,19±1,76	4,84±1,67	7,59±1,57	11,89±2,49	5,61±1,47
	min-max	3,04-10,08	3,12-12,32	2,37-10,99	5,05-12,11	7,4-17,44	2,78-9,19
	Me	5,47	8,27	4,34	7,46	11,57	5,55
	Q25-Q75	4,6-6,72	6,99-9,47	3,69-5,75	6,24-8,57	10,27-13,63	4,51-6,83
p		0,00000	0,04990	0,01880	0,00000	0,00000	0,00190

*różnica istotna statystycznie dla $p < 0,05$ w kolejnym pomiarze kątowym

**różnica istotna statystycznie dla $p < 0,01$ w kolejnym pomiarze kątowym

***różnica istotna statystycznie dla $p < 0,001$ w kolejnym pomiarze kątowym

Tabela 20. Wartości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) podane w mm, dla poszczególnych stopni nachylenia ciała w grupie kobiet o różnym typie BMI (\bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

stopień	wartość grupa	KOBIEТЫ BMI								
		niedowaga			norma			nadwaga i otyłość		
		EO	IO	TRA	EO	IO	TRA	EO	IO	TRA
0	$\bar{x}\pm$ SD	4,4±1,29	7,62±1,28	4,12±0,87	5,88±1,38	8,39±1,72	4,79±0,97	5,94±1,67	8,18±1,69	5,39±3,03
	min-max	1,22-7,16	4,92-10,15	2,12-6,37	3,02-9,22	4,27-11,61	2,74-6,99	4,14-10,47	2,52-10,66	2,67-11,13
	Me	4,49	7,55	3,88	6,12	8,77	4,67	5,32	8,39	4,08
	Q25-Q75	3,34-5,4	6,62-8,07	3,64-4,44	4,9-6,45	7,25-9,48	4,25-5,09	4,99-6,45	7,84-8,8	3,02-6,62
1	$\bar{x}\pm$ SD	4,74±1,26	7,58±1,31	4,05±1,01	6,06±1,29	8,36±1,78	4,78±1,11	5,91±1,69	7,96±1,52	5,29±3,07
	min-max	1,22-7,55	4,74-10,18	1,99-6,75	2,87-9,32	4,36-11,84	2,5-7,5	3,73-10,42	3,28-9,73	2,22-10,81
	Me	4,98	7,45	3,76	6,21	8,51	4,64	5,4	8,08	3,78
	Q25-Q75	3,95-5,43	6,65-8,71	3,47-4,49	5,29-6,63	6,95-9,59	4,19-5,4	4,86-6,69	7,81-8,76	3,17-8,52
2	$\bar{x}\pm$ SD	4,84±1,08	7,73±1,35	4,04±1,08	6,2±1,27	8,52±1,83	4,96±1,02	5,86±1,59	7,93±1,47	5,25±3,08
	min-max	3,28-7,1	4,83-10,29	1,96-7,44	3,77-9,43	4,44-11,89	2,87-7	3,96-10,25	3,45-10,01	2,09-10,65
	Me	4,88	7,62	3,82	6,43	8,96	4,9	5,3	8,27	3,57
	Q25-Q75	3,88-5,46	6,88-8,26	3,43-4,4	5,29-6,77	6,93-9,91	4,17-5,53	4,96-6,8	7,92-8,56	3,37-7,9
3	$\bar{x}\pm$ SD	4,94±1,12	7,61±1,33	4,19±1,07	6,14±1,23	8,59±1,83	4,86±1,1	5,88±1,66	7,6±1,54	5,15±3,06
	min-max	3,39-7,04	4,55-10,08	2,2-7,04	3,17-9,24	4,66-12,21	3,04-7,21	4,06-10,32	3,37-10,71	1,76-10,72
	Me	4,73	7,51	3,95	6,34	9,01	4,97	5,26	7,87	3,78
	Q25-Q75	4,1-5,75	6,73-8,25	3,69-4,32	5,22-6,88	6,95-9,92	3,87-5,38	4,97-6,9	7,29-8,28	2,97-7,47
4	$\bar{x}\pm$ SD	5,02±1,07	7,76±1,48	4,29±1,08	6,2±1,27	8,76±1,82	5,03±1,1	5,91±1,76	7,86±1,72	5,41±2,99
	min-max	3,08-7,31	4,77-10,45	1,98-6,64	3,18-9,41	4,46-12,21	2,78-7,36	3,97-10,51	2,79-10,36	2,37-10,48
	Me	5,09	7,68	4,12	6,3	9,27	5,32	5,75	8,37	3,95
	Q25-Q75	4,08-5,94	6,73-8,91	3,52-5,01	5,43-6,84	7,16-9,79	4,1-5,67	4,36-6,82	7,86-8,75	3,71-7,96
5	$\bar{x}\pm$ SD	5,13±1,1	7,72±1,35	4,31±1,03	6,12±1,29	8,71±1,85	4,92±1,14	5,88±1,55	7,7±1,65	5,23±3,07
	min-max	3,47-6,84	4,75-9,95	2,26-6,65	2,33-9,49	4,06-11,44	2,65-6,78	4,28-9,37	3,44-11,27	2,26-10,94
	Me	5,38	7,68	4,23	6,11	9,16	5,13	5,34	7,74	3,87
	Q25-Q75	4,06-6,21	6,84-8,76	3,56-5	5,31-6,99	7,27-10,19	3,93-5,79	4,77-6,82	7,25-8,51	3,11-6,45
6	$\bar{x}\pm$ SD	5,1±1,15	7,6±1,3	4,32±1,02	6,3±1,44	8,72±1,92	4,95±1,22	5,7±1,61	7,81±1,57	5,21±2,97
	min-max	3,23-7,29	4,6-10,1	2,2-6,95	3,32-9,67	4,45-12,34	2,7-7,32	3,76-9,69	3,15-10,59	2,29-10,4
	Me	5,11	7,74	4,06	6,3	9,23	5,1	5,12	8,12	3,9
	Q25-Q75	4,18-6,08	6,63-8,46	3,77-4,63	5,46-6,84	7,21-10,04	3,93-5,8	4,92-6,51	8,03-8,5	3,17-7,21
7	$\bar{x}\pm$ SD	5,15±1,12	7,62±1,13	4,29±1,04	6,29±1,56	8,74±2,01	5,11±1,25	5,83±1,76	7,8±1,68	5,17±3,01
	min-max	3,55-7,7	5,05-9,5	2,37-7,14	3,04-10,04	4,29-12,32	2,91-8,16	4,06-10,08	3,12-10,55	2,46-10,99
	Me	5,15	7,81	4,16	6,32	9,37	5,09	5,32	8,3	3,77
	Q25-Q75	4,25-5,66	6,71-8,35	3,64-4,85	5,27-7,05	7,16-10,1	4,14-5,99	4,32-6,42	7,62-8,68	3,11-6,41
p		0,00000	0,66683	0,02404	0,00014	0,00021	0,08029	0,71665	0,29577	0,31855

*różnica istotna statystycznie dla $p<0,05$ w kolejnym pomiarze kątowym

**różnica istotna statystycznie dla $p<0,01$ w kolejnym pomiarze kątowym

***różnica istotna statystycznie dla $p<0,001$ w kolejnym pomiarze kątowym

Tabela 21. Wartości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) podane w mm, dla poszczególnych stopni nachylenia ciała w grupie mężczyzn o różnym typie BMI (\bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

		MĘŻCZYŹNI BMI								
stopień	wartość grupa	niedowaga			norma			nadwaga i otyłość		
		EO	IO	TRA	EO	IO	TRA	EO	IO	TRA
0	$\bar{x}\pm SD$	6,05±1	9,76±1,05	4,48±0,84	7,11±1,42	11,18±1,77	5,2±1,09	7,78±1,75	13,2±2,01	6,3±1,06
	min-max	4,6-7,58	7,73-11,2	3,39-5,78	4,9-10,73	7,46-15,26	2,85-8,17	4,85-11,82	9,41-16,85	4,4-7,77
	Me	5,74	9,63*	4,1	6,92	11,2	5,2	7,46	12,73	6,39
	Q25-Q75	5,38-6,92	9,24-10,6	3,91-5,24	6,06-7,83	9,78-12,55	4,45-5,91	6,64-8,84	11,89-14,55	5,41-7,25
1	$\bar{x}\pm SD$	6,01±1,04	8,95±1,4	4,25±1,05	7,25±1,37	11,08±1,93	5,29±1,24	8,13±1,82	12,66±2,21	6,17±1,16
	min-max	4,75-7,77	6,82-10,81	2,66-5,92	4,75-10,42	7,86-15,6	3,09-8,13	5,24-11,95	9,17-16,23	4,14-8,54
	Me	5,32	9,71	4,14	7,4	10,99	4,81	8,16	12,71	6,12
	Q25-Q75	5,31-7,06	7,73-10,04	3,58-5,38	6,24-8,09	9,82-12,39	4,31-6,02	6,87-9,36	10,92-14,35	5,55-7,06
2	$\bar{x}\pm SD$	6,04±0,98	9,12±1,24	4,13±0,91	7,33±1,47	11,33±1,97	5,36±1,24	8,09±1,94	12,7±2,12	6,52±1,27
	min-max	4,95-7,64	7,08-10,27	2,99-5,51	4,6-11,24	8,07-16,44	3-8,2	5,33-12,1	9,66-17,71	3,56-8,76
	Me	5,5**	9,58	4,02	7,29	11,08	5,09	8,22	12,32	6,36
	Q25-Q75	5,16-7,04	7,55-10,23	3,38-5,24	6,23-7,79	9,97-12,34	4,53-6,19	6,65-9,3	10,94-14,47	6,13-7,75
3	$\bar{x}\pm SD$	6,45±1,05	9,56±1,03	4,14±0,91	7,38±1,49	11,32±1,94	5,41±1,15	8,42±2	13,04±1,76	6,41±1,09
	min-max	5,26-8,02	7,77-11,10	3,25-6,09	5,09-11,67	7,57-14,95	2,74-7,79	5,52-12,15	10,18-15,45	3,91-8,28
	Me	5,83	9,88	3,82	7,44	11,2	5,28	8,33	13,4	6,47
	Q25-Q75	5,48-7,66	8,46-10,41	3,37-5,07	6,19-7,89	10,1-12,3	4,62-6,14	6,67-9,88	11,76-14,68	5,94-6,9
4	$\bar{x}\pm SD$	6,33±1,07	9,55±1,67	4,8±1,06	7,5±1,44	11,24±2,04	5,29±1,13	8,4±1,83	12,94±2,22	6,6±1,43
	min-max	4,44-8,01	5,2-11,56	3,63-6,95	5,38-11,63	7,81-9,75	2,9-8,02	5,83-12,37	9,98-16,83	3,8-8,82
	Me	6,04	10,31	4,31	7,45	11,5	5,11	8,61	12,65	6,65
	Q25-Q75	5,56-7,13	9,07-10,46	4,08-5,57	6,41-8,26	9,75-12,65	4,59-5,89	6,88-9,53	11,09-14,74	5,78-7,77
5	$\bar{x}\pm SD$	6,39±0,83	9,95±1,01	4,32±0,79	7,54±1,63	11,5±2,1	5,3±1,12	8,27±1,86	13,09±1,95	6,36±1,13
	min-max	5,37-7,58	8,18-11,38	3,09-5,72	5,16-12,73	7,74-16,96	2,76-8,18	5,18-12,04	10,57-16,44	3,82-7,91
	Me	6	10,26	4,16	7,39	11,53	5,11	7,92	12,76	6,49
	Q25-Q75	5,72-7,48	8,87-10,6	3,67-5,03	6,61-8,27	9,76-12,45	4,74-6,3	7,03-9,53	11,46-14,53	5,91-6,98
6	$\bar{x}\pm SD$	6,54±0,78	9,92±1,09	4,4±0,73	7,41±1,28	11,55±1,89	5,49±1,15	8,23±1,87	13,69±1,93	6,34±0,99
	min-max	5,57-7,81	7,9-10,87	3,47-5,51	5,55-10,72	8,35-16,43	2,96-8,01	4,77-12	10,64-16,65	3,99-8,03
	Me	6,19	10,46	4,16	7,53	11,2*	5,36	7,86	13,4	6,38*
	Q25-Q75	5,94-7,2	8,94-10,75	3,8-5,24	6,47-8,2	10,44-12,59	4,71-6,32	7,29-9,72	11,7-15,33	5,96-7,01
7	$\bar{x}\pm SD$	6,47±0,83	9,77±1,47	4,22±0,89	7,66±1,26	11,77±2,09	5,72±1,31	8,47±1,95	14,03±2,1	6,7±1,11
	min-max	5,4-8,2	7,4-11,61	2,78-5,55	5,74-10,86	7,48-16,37	3,17-8,06	5,05-12,11	11,14-17,44	4,38-9,19
	Me	6,24	10,27	4,27	7,81	11,63	5,55	8,35	13,93	6,9
	Q25-Q75	5,87-7,37	7,94-10,9	3,3-4,99	6,63-8,57	10,6-13,42	4,72-6,52	7,35-9,79	12,13-15,41	6,08-7,31
p		0,00000	0,00000	0,00002	0,00001	0,01383	0,00211	0,00036	0,00001	0,00331

*różnica istotna statystycznie dla $p<0,05$ w kolejnym pomiarze kątowym

**różnica istotna statystycznie dla $p<0,01$ w kolejnym pomiarze kątowym

***różnica istotna statystycznie dla $p<0,001$ w kolejnym pomiarze kątowym

Tabela 22. Wartości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) podane w mm, dla poszczególnych stopni nachylenia ciała w grupie kobiet o różnym typie nachylenia miednicy (PTP-nachylenie miednicy, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

KOBIEТЫ PTP										
stopień	wartość grupa	przodopochylona			zrównoważona			tylopochylona		
		EO	IO	TRA	EO	IO	TRA	EO	IO	TRA
0	$\bar{x}\pm$ SD	5,35 \pm 1,7	8,17 \pm 2,01	4,41 \pm 1,01	5,35 \pm 1,65	8,04 \pm 1,35	4,83 \pm 1,97	5,57 \pm 0,84	8,05 \pm 1,53	4,64 \pm 0,65
	min-max	2,74-9,22	2,52-11,18	2,67-6,99	1,22-10,47	4,92-10,71	2,12-11,13	3,97-6,67	5,98-11,61	3,65-5,83
	Me	5,4	8,39	4,25	5,18**	8,33	4,27	5,89	7,55	4,52
	Q25-Q75	3,71-6,52	7,31-9,72	3,73-4,94	4,32-6,21	6,82-8,92	3,64-5,43	5,29-6,13	6,99-9,06	4,27-4,97
1	$\bar{x}\pm$ SD	5,47 \pm 1,67	8,17 \pm 1,94	4,58 \pm 1,11	5,64 \pm 1,51	8,06 \pm 1,3	4,71 \pm 2,07	5,63 \pm 0,85	7,55 \pm 1,87	4,39 \pm 0,62
	min-max	2,87-9,32	3,28-11,84	3,07-6,75	1,22-10,42	4,74-10,79	1,99-10,81	4,29-6,79	4,94-10,79	3,34-5,29
	Me	5,44	8,35	4,51	5,41	8,2	4,21	5,79	6,69	4,56
	Q25-Q75	4,23-6,63	7,45-9,48	3,6-5,08	4,8-6,32	7,27-8,94	3,28-5,59	5,09-6,32	6,23-9,52	3,9-4,78
2	$\bar{x}\pm$ SD	5,55 \pm 1,57	8,14 \pm 1,93	4,52 \pm 1,21	5,71 \pm 1,41	8,23 \pm 1,35	4,81 \pm 2,02	5,81 \pm 0,94	7,83 \pm 2,03	4,68 \pm 0,83
	min-max	3,37-9,43	3,45-11,89	3,09-7,44	3,28-10,25	4,83-10,35	1,96-10,65	4,55-7,13	5,42-11,2	3,45-6,26
	Me	5,29	8,01	4,21	5,46	8,5	4,25	6,03	7,2	4,76
	Q25-Q75	3,96-6,77	6,93-9,82	3,47-5,42	4,83-6,44	7,16-9,15	3,43-5,48	4,77-6,65	6,24-10,06	4,03-5,28
3	$\bar{x}\pm$ SD	5,47 \pm 1,55	8,06 \pm 2,03	4,44 \pm 1,16	5,74 \pm 1,39	8,08 \pm 1,44	4,77 \pm 2,02	5,96 \pm 0,8	8,1 \pm 1,81	4,98 \pm 0,72
	min-max	3,17-9,24	3,37-12,21	2,8-7,04	3,39-10,32	4,55-10,77	1,76-10,72	4,57-7	6,05-10,85	3,91-6,06
	Me	5,43	8,17	4,08	5,66	8,11	4,06	6,2	7,8	5,06
	Q25-Q75	4,06-6,67	6,86-9,47	3,45-4,88	4,73-6,5	7,06-9,25	3,43-5,39	5,18-6,5	6,45-10,41	4,32-5,38
4	$\bar{x}\pm$ SD	5,61 \pm 1,58	8,35 \pm 2,14	4,58 \pm 1,14	5,75 \pm 1,43	8,28 \pm 1,48	4,94 \pm 2,01	5,99 \pm 0,75	7,98 \pm 1,78	5,13 \pm 0,78
	min-max	3,18-9,41	2,79-12,21	2,56-7,36	3,08-10,51	4,77-11,08	1,98-10,48	4,86-7,31	5,69-10,79	3,69-6,43
	Me	5,65	8,75	4,34	5,76	8,5	4,49	5,95	7,34	5,38
	Q25-Q75	4,15-6,82	7,16-9,53	3,77-5,25	4,49-6,48	7,04-9,4	3,65-5,55	5,44-6,37	6,79-9,61	4,68-5,68
5	$\bar{x}\pm$ SD	5,53 \pm 1,63	8,17 \pm 1,96	4,31 \pm 1,05	5,7 \pm 1,24	8,23 \pm 1,56	4,95 \pm 2,04	6,31 \pm 0,84	8,12 \pm 1,85	5,11 \pm 0,54
	min-max	2,33-9,49	3,44-11,44	2,65-6,65	3,73-9,37	4,75-11,27	2,26-10,94	4,62-7,29	5,52-11,27	4,23-6,07
	Me	5,54	8,66	4,02	5,69	7,96	4,36	6,46	7,61	5,18
	Q25-Q75	4,25-6,58	6,51-9,19	3,56-5,11	4,66-6,28	6,92-9,38	3,43-5,94	6,04-6,96	6,64-10	4,64-5,41
6	$\bar{x}\pm$ SD	5,71 \pm 1,67	8,17 \pm 2,07	4,47 \pm 1,13	5,75 \pm 1,47	8,23 \pm 1,54	4,98 \pm 2,03	6,06 \pm 0,94	7,96 \pm 1,7	4,75 \pm 0,52
	min-max	3,32-9,67	3,15-12,34	3,1-7,32	3,23-9,69	4,6-11,1	2,2-10,4	4,34-7,81	5,94-11,15	3,95-5,78
	Me	5,46	8,42	4,02	5,55	8,24	4,12	6,15	7,72	4,62
	Q25-Q75	4,26-6,84	7,21-9,5	3,67-5,18	4,68-6,51	6,94-9,62	3,52-6,05	5,66-6,71	6,47-9,65	4,33-5,14
7	$\bar{x}\pm$ SD	5,83 \pm 1,66	8,2 \pm 2,18	4,58 \pm 1,13	5,77 \pm 1,61	8,24 \pm 1,46	5,02 \pm 2,08	5,97 \pm 0,96	7,97 \pm 1,89	4,75 \pm 0,71
	min-max	3,04-9,84	3,12-12,32	2,93-7,14	3,55-10,08	5,05-11,22	2,37-10,99	4,12-7,06	5,09-10,52	3,63-6
	Me	5,41	8,66	4,35	5,37	8,24	4,25	6,28	7,83	4,87
	Q25-Q75	4,25-6,99	6,69-9,5	3,65-5,52	4,62-6,71	7,38-9,33	3,63-6,04	5,44-6,65	6,64-10,37	4,16-5,22
p		0,00012	0,46357	0,03599	0,00129	0,13799	0,09294	0,00000	0,28329	0,00578

*różnica istotna statystycznie dla $p<0,05$ w kolejnym pomiarze kątowym**różnica istotna statystycznie dla $p<0,01$ w kolejnym pomiarze kątowym***różnica istotna statystycznie dla $p<0,001$ w kolejnym pomiarze kątowym

Tabela 23. Wartości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) podane w mm, dla poszczególnych stopni nachylenia ciała w grupie mężczyzn o różnym typie nachylenia miednicy (PTP-nachylenie miednicy, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

stopień	wartość grupa	MĘŻCZYŹNI PTP								
		przodopochylona			zrównoważona			tyłopochylona		
		EO	IO	TRA	EO	IO	TRA	EO	IO	TRA
0	$\bar{x}\pm$ SD	6,84±1,6	10,69±1,32	4,99±0,71	6,96±1,67	11,43±2,24	7,77±1,21	7,37±1,18	11,97±2,3	5,25±1,59
	min-max	4,76-11,82	8,79-13,23	4-6	4,6-10,94	7,46-15,88	3,39-7,77	5,59-9,82	8,24-16,85	2,85-8,17
	Me	6,92	10,6**	4,81	6,64	11,44	5,31	7,21*	11,2	4,75
	Q25-Q75	5,55-7,58	9,6-11,87	4,23-5,74	5,74-7,99	9,43-12,96	4,58-6,3	6,35-8,26	10,52-12,59	3,91-6,92
1	$\bar{x}\pm$ SD	6,76±1,6	10,02±1,41	4,88±0,68	7,02±1,71	11,07±2,49	5,44±1,34	7,98±1,17	11,71±2,39	5,26±1,81
	min-max	5,31-11,95	7,8-12,53	4,01-5,92	4,75-11,54	6,82-15,6	2,66-8,13	6,17-10,04	8,65-16,23	3,09-8,54
	Me	6,49	10,04	4,75	6,87	11,17	5,59	7,58	10,81	4,31
	Q25-Q75	5,32-7,72	8,89-10,92	4,23-5,65	5,31-8,11	9,19-12,9	4,51-6,28	7,06-9,22	9,88-13,48	3,89-7,18
2	$\bar{x}\pm$ SD	6,79±1,51	10,36±1,08	4,8±0,62	7,09±1,84	11,34±2,54	5,61±1,37	7,95±1,21	11,5±2,35	5,37±2,03
	min-max	5,37-12,1	9,1-12,47	4,02-5,57	4,6-11,66	7,08-16,44	3,09-7,88	6,48-10,93	8,07-17,71	2,99-8,76
	Me	7,04	10,23	5,08	6,78	11,41	6,02	7,64	10,93	4,62
	Q25-Q75	5,5-7,08	9,58-10,94	4,19-5,49	5,41-8,22	9,73-13,3	4,7-6,43	7,21-8,72	10,23-12,32	3,54-7,95
3	$\bar{x}\pm$ SD	6,96±1,56	10,31±1,47	4,89±0,86	7,27±1,8	11,64±2,3	5,63±1,32	8,29±1,34	11,71±1,92	5,23±1,69
	min-max	5,47-12,15	7,57-13,27	3,82-6,59	5,09-12,06	7,77-15,32	3,32-7,84	6,48-10,95	8,91-15,45	2,74-8,28
	Me	7,08	10,41	4,96	6,79	11,8	5,87	7,89	11,1	4,62
	Q25-Q75	5,75-7,66	9,35-10,95	4,03-5,28	5,7-8,05	10,1-13,59	4,73-6,55	7,25-8,96	10,56-12,63	3,81-6,23
4	$\bar{x}\pm$ SD	7,1±1,51	10,56±1,15	4,97±0,89	7,29±1,81	11,21±2,63	5,73±1,28	8,19±1,13	12,18±2,3	5,61±1,84
	min-max	5,74-12,37	8,66-12,84	3,8-6,67	4,44-11,87	5,2-15,32	3,63-8,82	6,35-10,15	8,97-16,83	2,9-8,78
	Me	7,13	10,35	4,42	6,93	11,35	5,79	8,02	11,56	5,05
	Q25-Q75	5,85-7,45	9,99-11,09	4,21-5,76	5,74-8,37	9,75-13,05	4,68-6,49	7,14-9,26	10,66-13,11	4,08-7,23
5	$\bar{x}\pm$ SD	7,06±1,44	10,64±1,27	4,85±0,67	7,41±1,89	11,73±2,34	5,59±1,24	7,92±1,23	12,02±2,21	5,25±1,68
	min-max	5,72-12,04	7,74-12,45	3,82-6,44	5,16-12,73	8-16,96	3,24-8,18	5,74-10,09	8,66-16,44	2,76-7,91
	Me	7,35	10,6	4,9	7,02	11,61	5,85	7,58	11,41	5,11
	Q25-Q75	5,91-7,54	10,18-11,44	4,5-5,05	5,87-8,28	9,76-13,21	4,87-6,49	6,81-9,11	10,4-12,76	3,69-6,71
6	$\bar{x}\pm$ SD	7,15±1,41	10,8±1,01	5,04±0,69	7,28±1,6	12,03±2,44	5,66±1,25	8±1,2	11,97±2,3	5,38±1,5
	min-max	5,81-11,89	9,06-12,59	3,99-6,4	4,77-12	7,9-10,44	3,47-8,01	5,97-10,21	8,97-16,65	2,96-8,03
	Me	6,81	10,56	4,85	7,29	11,7	5,96	7,72	10,87	5,2
	Q25-Q75	6,15-7,81	10,31-11,13	4,62-5,51	6-8,21	10,44-14,65	4,68-6,4	7,18-8,92	10,75-12,79	4,05-6,77
7	$\bar{x}\pm$ SD	7,14±1,42	10,8±1,68	5,21±1,08	7,44±1,66	12,22±2,74	5,83±1,56	8,38±1,25	12,19±2,3	5,5±1,56
	min-max	5,74-12,11	7,48-14,04	4,27-7,93	5,05-11,99	7,4-17,44	2,78-9,19	6,13-10,34	8,72-17,14	3,17-7,87
	Me	6,92	10,31	4,84	7,35	12,58	6,08	8,2	11,26	5,05
	Q25-Q75	6,04-7,46	10,16-11,61	4,38-5,55	6,02-8,59	10,68-14,17	4,7-6,88	7,45-9,71	11,18-13,15	4,26-7,31
p		0,00154	0,00019	0,14084	0,00000	0,00000	0,04164	0,00000	0,00421	0,08287

*różnica istotna statystycznie dla p<0,05 w kolejnym pomiarze kątowym

**różnica istotna statystycznie dla p<0,01 w kolejnym pomiarze kątowym

***różnica istotna statystycznie dla p<0,001 w kolejnym pomiarze kątowym

Tabela 24. Wartości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) podane w mm, dla poszczególnych stopni nachylenia ciała w grupie kobiet o różnym typie sylwetki wg WHR (WHR- stosunek obwodu pasa do obwodu bioder, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

		KOBIECY WHR					
stopień	wartość grupa	androidalna			gynoidalna		
		EO	IO	TRA	EO	IO	TRA
0	$\bar{x}\pm SD$	5,16±1,14	8,14±1,61	4,84±1,84	5,65±1,93	8,03±1,6	4,46±1,15
	min-max	3,02-7,23	2,52-10,71	2,67-11,13	1,22-10,47	4,92-11,61	2,12-6,99
	Me	5,24	8,01	4,31	5,74*	8,35	4,34
	Q25-Q75	4,29-6,12	7,37-9,25	3,87-5,19	4,3-6,44	6,67-8,93	3,62-4,95
1	$\bar{x}\pm SD$	5,36±1,16	8,07±1,62	4,71±1,8	5,85±1,77	7,96±1,61	4,52±1,46
	min-max	2,87-8,09	3,28-10,79	2,22-10,81	1,22-10,42	4,73-11,84	1,99-9,14
	Me	5,38	8,12	4,25	5,78	8,18	4,38
	Q25-Q75	4,41-6,19	6,96-9,38	3,58-4,89	4,72-6,64	6,84-8,79	3,35-5,17
2	$\bar{x}\pm SD$	5,4±1,05	8,17±1,62	4,81±1,78	6±1,68	8,11±1,7	4,56±1,48
	min-max	3,37-7,61	3,45-10,64	2,09-10,65	3,27-10,25	4,44-11,89	1,96-9,45
	Me	5,22	8,26	4,4	6,01	8,15	4,13
	Q25-Q75	4,6-6,28	6,92-9,35	3,68-5,33	4,81-6,97	6,96-9,12	3,43-5,46
3	$\bar{x}\pm SD$	5,46±1,12	8,17±1,67	4,77±1,8	5,95±1,61	7,97±1,71	4,58±1,43
	min-max	3,17-7,86	3,37-12,21	1,76-10,72	3,39-10,32	4,55-11,69	2,2-9,32
	Me	5,3	8,02	4,27*	6,07	7,92	4,08
	Q25-Q75	4,49-6,4	6,93-9,5	3,73-5,33	4,86-6,91	6,86-9,14	3,62-5,38
4	$\bar{x}\pm SD$	5,47±1,04	8,32±1,78	5,02±1,72	6,07±1,69	8,18±1,71	4,64±1,52
	min-max	3,18-7,31	2,79-11,52	2,37-10,48	3,08-10,51	4,7-12,21	1,98-9,72
	Me	5,69	8,54	4,69	5,97	8,36	4,4
	Q25-Q75	4,42-6,3	7,03-9,69	3,94-5,61	4,86-7,16	6,94-9,39	3,42-5,51
5	$\bar{x}\pm SD$	5,47±1,05	8,28±1,76	4,96±1,73	6,05±1,58	8,09±1,68	4,53±1,5
	min-max	2,33-7,23	3,44-11,27	2,26-10,94	3,47-9,49	4,57-11,44	2,26-10,46
	Me	5,61	8,39	4,67	6,05	8,24	4,2
	Q25-Q75	4,6-6,28	6,85-9,84	3,87-5,75	5,09-7,05	6,92-9,17	3,53-5,47
6	$\bar{x}\pm SD$	5,45±1,09	8,23±1,78	4,9±1,75	6,17±1,75	8,1±1,69	4,64±1,49
	min-max	3,32-7,97	3,15-12,12	2,29-10,4	3,23-9,69	4,6-12,34	2,2-10,01
	Me	5,41	8,24	4,33	6,27	8,18	4,23
	Q25-Q75	4,45-6,39	7,05-9,47	3,84-5,68	5,08-6,94	6,84-9,57	3,67-5,2
7	$\bar{x}\pm SD$	5,39±1,12	8,25±1,84	5,01±1,81	6,33±1,8	8,12±1,69	4,64±1,47
	min-max	3,04-7,77	3,12-11,69	2,46-10,99	3,55-10,08	4,92-12,32	2,37-9,25
	Me	5,32	8,51	4,6	6,09	7,93	4,25
	Q25-Q75	4,37-6,31	6,8-9,47	3,85-5,75	5,19-7,31	7,09-9,49	3,58-5,8
p		0,00048	0,50281	0,00098	0,00000	0,12537	0,61398

*różnica istotna statystycznie dla $p<0,05$ w kolejnym pomiarze kątowym

**różnica istotna statystycznie dla $p<0,01$ w kolejnym pomiarze kątowym

***różnica istotna statystycznie dla $p<0,001$ w kolejnym pomiarze kątowym

Tabela 25. Wartości mięśnia skośnego zewnętrznego (EO), skośnego wewnętrznego (IO) oraz poprzecznego brzucha (TRA) podane w mm, dla poszczególnych stopni nachylenia ciała w grupie mężczyzn o różnym typie sylwetki wg WHR (WHR-stosunek obwodu pasa do obwodu bioder, \bar{x} -średnia, SD-odchylenie standardowe, min-wartość minimalna, max-wartość maksymalna, Me-mediana, Q25-kwartył górny, Q75-kwartył dolny)

stopień	wartość grupa	MĘŻCZYŹNI WHR					
		androidalna			gynoidalna		
		EO	IO	TRA	EO	IO	TRA
0	$\bar{x}\pm SD$	7,23±1,25	12,19±2,13	5,77±1,57	6,98±1,62	11,21±2,07	5,22±1,12
	min-max	5,69-9,82	8,24-16,85	2,85-8,17	4,6-11,82	7,46-16,3	3,39-7,77
	Me	6,92*	12,14	5,47	6,92	11***	5,24
	Q25-Q75	6,34-8,26	10,77-12,92	4,75-7	5,71-7,69	9,6-12,68	4,41-5,92
1	$\bar{x}\pm SD$	7,99±1,25	12,26±2,14	5,7±1,83	7±1,65	10,69±2,27	5,18±1,23
	min-max	5,79-10,04	8,65-16,23	3,09-8,26	4,75-11,95	6,82-16,07	2,66-8,54
	Me	7,58	12,21	6,79	6,89	10,13*	5,22
	Q25-Q75	7,04-9,22	10,7-13,66	4,08-7,25	5,32-7,77	9,18-12,38	4,21-6,01
2	$\bar{x}\pm SD$	7,81±1,19	11,81±2,29	5,89±1,95	7,08±1,75	11,01±2,24	5,26±1,31
	min-max	5,89-9,88	8,07-17,71	2,99-8,76	4,6-12,1	7,08-16,44	3-7,95
	Me	7,64*	11,41	6,15	6,98*	10,49	5,23
	Q25-Q75	7,04-8,72	10,68-12,32	4,62-8,2	5,5-7,58	9,59-12,34	4,2-6,18
3	$\bar{x}\pm SD$	8,24±1,37	11,82±1,92	5,58±1,58	7,25±1,73	11,25±2,15	5,32±1,3
	min-max	6,19-10,95	8,91-15,45	3,37-8,28	5,09-12,15	7,57-15,32	2,74-7,93
	Me	7,89	11,65	6	7,25	10,83	5,28
	Q25-Q75	7,2-8,96	10,56-12,77	4,41-6,61	5,75-7,76	9,8-12,99	4,26-6,39
4	$\bar{x}\pm SD$	8,24±1,16	12,42±2,04	6,01±1,6	7,28±1,69	11,03±2,34	5,42±1,31
	min-max	6,26-10,15	8,97-16,61	3,08-8,66	4,44-12,37	5,2-16,83	2,9-8,82
	Me	8,43	12,53	6,45	7,13	10,48	5,54
	Q25-Q75	7,14-9,26	11-13,11	5,05-7,23	5,83-8,1	9,76-12,08	4,22-6,06
5	$\bar{x}\pm SD$	8±1,11	12,05±2,14	5,54±1,58	7,33±1,76	11,44±2,15	5,3±1,21
	min-max	6,54-9,61	8,66-16,44	3,02-7,91	5,16-12,73	7,74-16,96	2,76-8,18
	Me	7,87	11,53	5,72	7,08	11,19	5,05
	Q25-Q75	6,81-9,11	10,4-12,76	4,72-6,71	5,91-8,02	10,18-12,43	4,33-6,3
6	$\bar{x}\pm SD$	7,99±1,21	12,37±2,09	5,86±1,46	7,29±1,53	11,59±2,22	5,36±1,16
	min-max	6,47-10,21	9-16,65	3,02-8,03	4,77-12	7,9-16,58	2,96-7,83
	Me	7,74	12,55	6,21	7,25	11	5,3
	Q25-Q75	7,07-8,92	10,81-13,38	5,05-6,98	6,07-7,9	10,31-12,63	4,59-6,27
7	$\bar{x}\pm SD$	8,35±1,38	12,38±2,24	6,03±1,66	7,42±1,57	11,78±2,54	5,52±1,42
	min-max	6,06-10,34	8,72-17,14	3,17-8,05	5,05-12,11	7,4-17,44	2,78-9,19
	Me	8,26	11,98	6,27	7,4	11,51	5,37
	Q25-Q75	6,77-9,71	10,6-13,49	4,72-7,39	6,09-8,11	10,22-13,78	4,51-6,64
p		0,00000	0,00469	0,04952	0,00000	0,00000	0,02669

*różnica istotna statystycznie dla $p < 0,05$ w kolejnym pomiarze kątowym

**różnica istotna statystycznie dla $p < 0,01$ w kolejnym pomiarze kątowym

***różnica istotna statystycznie dla $p < 0,001$ w kolejnym pomiarze kątowym

5. Dyskusja

Liczne badania i analizy nie pozostawiają wątpliwości, iż mięśnie bocznej ściany brzucha pełnią bardzo ważną rolę w stabilizacji tułowia zapewniając bezpieczne i stabilne warunki pracy kręgosłupa [2, 11, 43, 87]. Przygotowują solidną podstawę dla bardziej ruchomych i mobilnych części obwodowych w naszym ciele. Stanowią znaczący element wielu funkcji życiowych, takich jak oddychanie, czy wydalanie. Biorą także udział w odruchach, które mają zapewnić ludzkiemu organizmowi bezpieczeństwo, między innymi w kaszlu, kichaniu czy wymiotowaniu [45]. Mięśnie bocznej ściany brzucha reagują na zmiany statyki naszego ciała. Na przykład gdy warunki stają się mniej stabilne, a powierzchnia podparcia maleje, automatycznie ulegają one aktywizacji [2, 100]. Mięsień poprzeczny brzucha, wraz z innymi stabilizatorami lokalnymi oraz układem torebkowo-więzadłowym wprowadza równowagę pomiędzy stabilnością, a mobilnością kontrolowanych segmentów [11]. Będąc jednym z narzędzi wykonawczych (efektorów) układu nerwowego, pomaga regulować zakres bardzo ważnej dla prawidłowej pracy kręgosłupa strefy neutralnej [87]. Aby zapobiec przeciążeniom, mięsień skośny zewnętrzny w przypadku zwiększonego wysiłku i intensywnych obciążeń reaguje wzmożoną aktywnością i współdziała w usztywnieniu kompleksu biodrowo-miedniczo-lędźwiowego [20]. Bez prawidłowej pracy mięśni stabilizujących nie byłyby możliwe czynności dynamiczne i poruszanie się. Uczestniczą one we wszystkim co związane z ruchem ludzkiego ciała [3, 92]. Udowodniono, że im bardziej złożona czynność i większa potrzeba stabilizacji (nie tylko kręgosłupa), tym większa aktywność mięśniowa mierzona za pomocą EMG i USG [78, 79]. Pewne jest, że morfologia mięśni bocznej ściany brzucha jest osobniczo odmienna. Grubość mięśni posiada zróżnicowaną wartość u osób charakteryzujących się różnym typem sylwetki oraz wiekiem. Ponadto funkcja i przekrój mięśni zmienia się u osób dotkniętych dolegliwościami bólowymi oraz dysfunkcjami kompleksu biodrowo-miedniczo-lędźwiowego [31, 83, 107].

Osoby, które cierpią na dolegliwości bólowe dolnego odcinka kręgosłupa charakteryzują się słabszą aktywizacją mięśnia poprzecznego brzucha podczas wykonywania ćwiczeń izometrycznych kończyn dolnych niż te, które takowych dolegliwości nie mają. Potencjał EMG mięśni skośnych w powyższym przypadku nie różni się w sposób istotny statystycznie [31], jednakże ich grubość jest mniejsza [83]. Analiza osób o niespecyficznym pochodzeniu dolegliwości bólowych dolnego odcinka

kręgosłupa wykazuje pewne charakterystyczne zależności. Wzrost aktywności w obrazie EMG lewostronnego mięśnia poprzecznego brzucha i skośnego wewnętrznego podczas przyjmowania pozycji siedzącej u grupy osób, u których pojawienie się dolegliwości nasilają czynności zgięciowe. Natomiast dla prawostronnego skośnego zewnętrznego podczas podnoszenia przedmiotu u osób, u których nasilenie dolegliwości występuje podczas czynności wyprostnych [39]. U osób zdrowych, mięśnie brzucha (w tym mięsień poprzeczny) uaktywniają się niedługo przed lub po mięśniu naramiennym i wykonaniu ruchu kończyną. Zjawisko to nie jest zależne od kierunku wykonywanego ruchu. Osoby, u których występują dolegliwości bólowe kręgosłupa cechuje opóźniona aktywacja mięśniowa [44]. Prędkość ruchu ma znaczenie. Dla ruchów wolnych nie zaobserwowano różnic w potencjale EMG. Za to podczas ruchów o średniej i dużej prędkości mięsień poprzeczny i skośny wewnętrzny nie wykazały aktywizacji poprzedzającej ruch u pacjentów z bólem [42]. Wśród badanych z rozpoznaną dysfunkcją stawów krzyżowo-biodrowych obserwuje się zmniejszoną grubość mięśnia poprzecznego i skośnego wewnętrznego po stronie dysfunkcji. Architektura mięśni różna jest także w stosunku do osób, u których dysfunkcja nie występuje [7]. W grupie osób charakteryzującej się występowaniem skoliozy idiopatycznej udokumentowano mniejszą grubość mięśni bocznej ściany brzucha w spoczynku po obu stronach w stosunku do osób z prawidłowymi krzywiznami kręgosłupa [62]. W późniejszych analizach badacze wykazali, że dysproporcja dotyczy w największym stopniu mięśnia poprzecznego brzucha w pozycji supinacyjnej [67]. Zauważono także, że kierunek skrzywienia nie wpływa na symetrię mięśni pomiędzy stronami ciała.

Przedstawione w pracy wyniki skupiają swoją uwagę na grupie młodych zdrowych osób. Zanim jednak podejmie się analizę cech różnicujących, należy wspomnieć o cechach wspólnych. Odwołując się do pomiarów wykonanych na potrzeby niniejszych badań, mięsień poprzeczny brzucha u wszystkich osób zawsze posiadał najmniejszą wartość przekroju, niezależnie od płci, masy ciała czy nachylenia miednicy. Mięsień skośny wewnętrzny największą. Jest to zgodne z innymi pomiarami grubości mięśni za pomocą USG [64]. Można więc stwierdzić, że jest to cecha populacyjna, wspólna dla wszystkich ludzi i w przebiegu analiz niezmienna. W innym eksperymencie naukowym oceniono również, że mięsień poprzeczny brzucha u większości osób wyróżnia dalej sięgający brzusec po stronie lewej i można

zlokalizować go bliżej kresy białej. Nie stwierdzono dotychczas z czego wynika ta zależność, ani nie powiązano jej z żadną konkretną funkcją w organizmie. W jednym z badań wykazano jednak, że odległość brzośca od kresy białej nie ma związku z dolegliwościami bólowymi [77].

Mięśnie skośne z wiekiem ulegają atrofii. U osób młodych ich przekrój jest większy niż u osób starszych, zaś grubość mięśnia poprzecznego posiada zbliżoną wartość na przestrzeni całego życia [85]. Przyczyną większego podlegania zanikowi przez wspomniane mięśnie może być ich budowa morfologiczna na poziomie samych włókien, procentowa zawartość włókien wolno i szybko-kurczliwych, oraz nieco odmienny charakter pracy mięśni skośnych i mięśnia poprzecznego [11]. Są to jednak jedynie przypuszczenia, których potwierdzenia nie udało się na razie odnaleźć w literaturze, gdyż brak jest tak dokładnej analizy. Wspomniane różnice przekroju dla poszczególnych grup wiekowych sugerują, aby uwzględnić te zmienności w porównaniach, w których czynnikiem dywersyfikującym na dużej populacji jest grubość mięśni. W przypadku badań na mniejszą skalę zasadne może być poddanie analizie różnic jednorodnej grupy wiekowej. W obecnym eksperymencie skupiono się na grupie osób w przedziale 18-30 lat.

Charakterystyka mięśni brzucha kobiet i mężczyzn także różni się pomiędzy sobą. W badanej grupie podobnie jak u cytowanych autorów [95, 102] wykazano, iż mężczyźni charakteryzują się większą spoczynkową grubością mięśnia skośnego zewnętrznego (29,83%) oraz poprzecznego brzucha (21,3%) niż kobiety. Mięsień skośny wewnętrzny w grupie mężczyzn średnio posiadał większą wartość przekroju (37,42%), co zgodne jest z wcześniejszymi doniesieniami, które definiują heterogeniczność płci [68, 102, 108]. Pomimo niewątpliwej odmienności przekroju charakterystyka aktywności mięśni mierzona na podstawie zmian morfologicznych w przeprowadzonym teście nachylenia jest tożsama dla obu grup. W przypadku mięśnia poprzecznego brzucha nie zaobserwowano istotnych zmian grubości na żadnym etapie nachylenia u żadnej z płci. U kobiet wzrosła jedynie w sposób istotny statystycznie grubość mięśnia skośnego zewnętrznego pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia. U mężczyzn między 2, a 3 stopniem, a między 6, a 7 stopniem zmalała grubość mięśnia skośnego wewnętrznego. Badacze w swoich eksperymentach wykazali, że wytrzymałość mięśni tułowia kobiet i mężczyzn nie różni się znacząco między sobą [8], jednakże kobiety prezentują inne strategie stabilizacji

miednicy [15, 117]. Mimo to wynik niniejszych badań i zmiany morfologii mięśni na poszczególnych stopniach nachylenia kąтового wydają się mieć charakter raczej przypadkowy.

Rostami i wsp. [96] w 2013 roku określili, że im większy obwód pasa i wyższy wskaźnik BMI tym mięsień skośny zewnętrzny jest grubszy. Wartości uzyskane dla uczestników obecnego eksperymentu są co do tej kwestii zgodne. Jego grubość u osób z nadwagą i otyłością była większa o 9,44% od grubości u osób z prawidłowym BMI, a o 35,45% od osób z niedowagą. Zależność tę wśród badanych zaobserwowano także dla pozostałych mięśni bocznej ściany brzucha. Odpowiednio 16,37% i 36,95% dla mięśnia skośnego wewnętrznego oraz 18,9% i 45,89% dla poprzecznego brzucha. Nie wiadomo na ile uwarunkowanie to związane jest z większą ilością lub grubością włókien mięśniowych. Przepuszczalnie może mieć też związek z większą zawartością tkanki tłuszczowej w organizmie. Warto zwrócić uwagę, że najmniejszą grubość wszystkich wyżej wymienionych mięśni zaobserwowano u osób z niedowagą według indeksu BMI. Badania oparte na tomografii komputerowej udowodniły, że u osób otyłych występuje większa ilość tkanki tłuszczowej w mięśniach [37]. Dodatkowo jakość mięśni i ich komponenta tłuszczowa koreluje z otyłością brzuszną i tolerancją glukozy [71]. Ilość tkanki tłuszczowej zlokalizowana w okolicach trzewi u obu płci w wieku dorosłym może być zbliżona [116]. Jednakże u osób starszych, zwiększa się komponenta składowa tłuszczu w mięśniach tułowia. Wyraźniej widoczne jest to u kobiet [27]. W istocie kobiety fizjologicznie charakteryzuje większa dystrybucja tkanki tłuszczowej w organizmie [14], a mężczyźni z reguły posiadają większą masę mięśniową i cechują się bardziej beztłuszczową masą ciała [116]. Mimo wyjściowych różnic morfologicznych pomiędzy grupami o różnym indeksie masy ciała, podczas analizy morfologii mięśni w trakcie nachylania nie udało się zaobserwować żadnych charakterystycznych zależności u żadnej z tych grup. Mięsień skośny zewnętrzny w sposób istotny statystycznie zwiększył swoją grubość między 2, a 3 stopniem u mężczyzn z niedowagą. Mięsień skośny wewnętrzny natomiast pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia w tej samej grupie oraz u mężczyzn o prawidłowym indeksie BMI. Najgłębiej położony, mięsień poprzeczny brzucha zwiększył swoją grubość u mężczyzn z nadwagą w krańcowym zakresie ruchu – między 6, a 7 stopniem. U kobiet nie wykazano żadnych istotnych statystycznie zmian grubości mięśni. W kontekście typu sylwetki i rozmieszczenia tkanki tłuszczowej grupa

osób o gynoidalnym typie sylwetki charakteryzowała się większym przekrojem mięśni bocznej ściany brzucha. Szczególnie wyrażone było to w przypadku mięśnia skośnego zewnętrznego oraz skośnego wewnętrznego (odpowiednio 9,67% i 11,59%). Analogicznie jak w przypadku BMI nie zaobserwowano charakterystycznych zmian architektury mięśni podczas biernego nachylenia ciała. U kobiet o typie androidalnym sylwetki wystąpiła istotna statystycznie zmiana grubości mięśnia poprzecznego brzucha pomiędzy 3, a 4 stopniem w postaci wzrostu jego grubości. W sylwetce gynoidalnej jednak to mięsień skośny zewnętrzny zwiększył swoją grubość pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia.

Reeve i wsp. [93] ocenili, iż czynne ustawienie miednicy w pozycji neutralnej i zachowanie prawidłowej postawy wywołuje zwiększenie grubości mięśnia poprzecznego brzucha. Zjawisko to związane było niejako z jego aktywacją. Co ciekawe, u osób które poddano niniejszemu badaniu to właśnie grupa o normatywnym nachyleniu miednicy wyjściowo posiadała największą wartość przekroju mięśnia poprzecznego brzucha, natomiast najmniejszą skośnego zewnętrznego i skośnego wewnętrznego. Starsze prace, Walkera i wsp. [115] z 1987 roku stwierdzają, że brak jest zależności pomiędzy nachyleniem miednicy, a aktywnością mięśni brzucha i wielkością lordozy lędźwiowej. Kolejne publikacje zajmują nieco inne stanowisko. Niespełna dziesięć lat później wykazano, że ustawienie miednicy wpływa na wielkość lordozy lędźwiowej. Osoby charakteryzujące się przodopochyleniem miednicy lub przyjmujące takie jej ustawienie posiadały większy kąt lordozy. Charakteryzujące się miednicą tyłopochyloną lub wykonujące tyłopochylenie mniejszą lordozę [61]. W 2009 roku Claus i wsp. [25] zaobserwowali, że u osób z prawidłowym (neutralnym) wariantem krzywizn kręgosłupa aktywność mięśni brzucha, w tym skośnego wewnętrznego, w pozycji siedzącej jest największa. Natomiast podczas testu uniesienia kończyny dolnej zwiększenie grubości mięśnia poprzecznego brzucha jest najbardziej wyrażone przy neutralnym ustawieniu odcinka lędźwiowego [91]. Dodatkowo wytrzymałość mięśni brzucha koreluje ujemnie z wartością lordozy lędźwiowej. Osoby z mniejszą krzywizną odznaczają się większą wytrzymałością wspomnianych mięśni [55]. Jest to zatem łańcuch ogniw ze sobą powiązanych i trudno zaprzeczyć, że mają na siebie wzajemny wpływ. Gdy badanych poddano nachyleniu ciała w przód, z miednicą ustabilizowaną w pozycji habitualnej, aktywność mięśnia poprzecznego nie cechowała się jakimkolwiek charakterystycznym wzorcem u żadnej z grup. Zwiększył on swoją

grubość pomiędzy pozycją wyjściową, a pierwszym stopniem nachylenia u kobiet o zrównoważonym nachyleniu miednicy oraz u mężczyzn z miednicą tyłopochyloną. Mężczyźni z miednicą przodopochyloną na tym samym poziomie nachylania demonstrowali redukcję grubości mięśnia skośnego wewnętrznego. Przytoczone zmiany są zbyt słabe i niejednoznaczne by wysuwać jakiegokolwiek wnioski. Badania innych autorów wykazały, że czynne tyłopochylenie miednicy zwiększa aktywność mięśnia poprzecznego brzucha [51, 70, 106]. Nie ma wątpliwości co do tego, że świadome działania w postaci korekcji ustawienia miednicy i napięcia mięśni stanowią najskuteczniejszy sposób pobudzania aktywności mięśni bocznej ściany brzucha .

W przebiegu niniejszych badań zadano pytanie, jaki wpływ na mięśnie bocznej ściany brzucha wywiera niewielkie nachylenie ciała w płaszczyźnie strzałkowej. Uzyskano informację o braku występowania charakterystycznego schematu napięcia mięśnia skośnego zewnętrznego, wewnętrznego i poprzecznego brzucha podczas biernego ruchu w przód. Wcześniejsze doniesienia [113] pozwoliły stwierdzić, że gdy ciało ludzkie poddawane jest wychyleniom, a badani proszeni są o ustabilizowanie tułowia to aktywność mięśni stabilizujących w trakcie wychyleń ciała znacząco wzrasta. Gdy mają poddać się zewnętrznym bodźcom i zachować całkowitą bierność jest niewielka. Rzuca to pewne światło w kontekście wyższości czynnej korekcji segmentów ciała i kontroli postawy przez osobę badaną nad kontrolą bierną tudzież nad biernym poddaniem się czynnikom zewnętrznym. Anders i wsp. [4] dowiedli, że podczas nachylania ciała w płaszczyźnie strzałkowej największą aktywność mięśniową podczas ruchu w przód wykazują mięśnie okołokręgosłupowe. Podczas ruchu w tył mięśnie brzucha. Odkryto także, iż w trakcie niektórych zadań ruchowych aktywność mięśnia poprzecznego większa jest podczas ekscentrycznej pracy mającej na celu kontrolę tułowia w trakcie powrotu do pozycji wyjściowej niż podczas pracy koncentrycznej [38]. Doniesienia te stanowią cenną wskazówkę do dalszych badań. Być może warto byłoby rozważyć przeprowadzenie podobnego eksperymentu, w którym badani poproszeni zostaną o czynne napięcie mięśni lub ustabilizowanie miednicy w pozycji skorygowanej podczas każdej z faz nachylania. Rozszerzyć test o wychylenie ciała w tył i rezygnację ze stabilizacji górnych segmentów za pomocą elastycznego pasa na głowę. Jak wskazuje Hlavenka i wsp. [40] prawidłowe ustawienie głowy i szyi w retrakcji zwiększa aktywność mięśnia skośnego zewnętrznego. Badania Kang i wsp. [50] potwierdzają, że u osób, u których występuje protrakcja grubość mięśnia

poprzecznego jest mniejsza. Oznacza to, że ustawienie głowy i odcinka szyjnego wpływa nie tylko miejscowo na morfologię i funkcję struktur, lecz także na elementy ciała znacznie oddalone, jak tułów i odcinek lędźwiowy. Większość wspomnianych badań opiera się na dużych zakresach ruchu, nawet do 90 stopni [4, 5], sugerując, że im większy kąt nachylenia tym większa uzyskana aktywacja mięśni [100]. Wykorzystując analizę EMG stwierdzono, że przy dużych wychyleniach ciała kobiety charakteryzują się większą kokontrakcją mięśni brzucha i mięśni okołokręgosłupowych [5]. Brak jest publikacji badających szczegółowo morfologię mięśni będących przedmiotem analizy tej pracy podczas niewielkich wychyleń ciała w płaszczyźnie strzałkowej w kontekście pytania, „czy takowy ruch byłby swoistym, odruchowym stymulatorem takiej aktywacji mięśniowej?”.

Wyniki uzyskane przez cytowanych autorów często nie obejmują wszystkich mięśni bocznej ściany brzucha. Powierzchniowa analiza EMG, która jest najbardziej powszechna, nie umożliwia pełnego wglądu w ich aktywność, lub co najmniej jest ona bardzo trudna, gdyż mięsień poprzeczny położony jest najgłębiej. Do analiz potencjału często wybiera się najbardziej powierzchowne struktury. W przeciwieństwie do USG, które charakteryzuje bardzo duża dokładność pomiarowa wszystkich trzech mięśni w dowolnych pozycjach ciała [65]. Badacze zwracają uwagę na warstwową budowę bocznej ściany brzucha [16]. Przy niedokładnym przyłożeniu elektrod powierzchniowych pomiary mogą być nieco zafałszowane i nie wykazywać korelacji z pomiarem USG. Nie tylko mięsień poprzeczny, ale i najbardziej zewnętrznym położony mięsień skośny nastrocza pewnych trudności badawczych. John i wsp. [46] wykazali, że jego aktywność podczas zadań o charakterze izometrycznym mierzona za pomocą EMG korelowała dodatnio ze zmianą jego grubości. Nie mniej jednak podczas ćwiczenia polegającego na „wciągnięciu pępka” pokrywała się u mniej niż połowy osób. Często obraz tych dwóch technik pomiarowych nie był spójny. W tym wypadku USG charakteryzuje większa specyficzność podczas obserwacji zmian występujących w obrębie mięśni brzucha [110]. Kluczowy w tym wypadku zdaje się być fakt, iż prócz równoległej orientacji brzuśców mięśni bocznej ściany brzucha ich praca odbywa się w synergii. Odruchowe pobudzenie mięśnia skośnego wewnętrznego wywołuje równoczesną odpowiedź położonego bardziej powierzchownie mięśnia skośnego zewnętrznego i położonego głębiej mięśnia poprzecznego brzucha [10]. Co za tym idzie zmianę potencjału w obrazie EMG z trzech mięśni otrzymać możemy niemalże

równocześnie. Niewątpliwie USG jest optymalnym narzędziem diagnostycznym. Stanowi bezinwazyjną metodę analizy tkanek, nawet o dużej powierzchni. Umożliwia niezakłócony przez inne struktury miękkie wgląd do ich wnętrza bez napromieniowania osoby badanej [89] oraz w przypadku dużego doświadczenia badacza ocenę otłuszczenia mięśni na podstawie ich echogeniczności [90, 94].

Wiele istniejących obecnie metod aktywizujących napięcie mięśni bocznej ściany brzucha, charakteryzuje się zróżnicowaną metodologią oraz pozycją wyjściową [21, 36, 78, 98]. Nie ulega wątpliwości, że pobudzenie układu przedsionkowego oraz somatosensorycznego podobnie jak niewielka zmiana ustawienia stawu, czy występujące rozciągnięcie mięśni wywołują odpowiedź układu nerwowego [69, 81]. Układ ten kontrolując ciało w warunkach statyki i dynamiki zapewnia optymalną odpowiedź mięśniowo-szkieletową. Reaguje na zmiany adekwatnie do kierunku ruchu [48]. Nawet w sytuacji pozbawienia informacji płynących z jednego z układów receptorowych i informacyjnych [19]. Wspomniana wcześniej modyfikacja doświadczenia zwiększająca jego komponentę wolicjonalną z dużym prawdopodobieństwem pozwoliłaby zaprezentować inne, odmienne i ciekawe wyniki. W badanej próbie zaobserwowano liczne różnice morfologiczne przekroju mięśni pomiędzy grupami. Związane z płcią, indeksem masy ciała, czy nachyleniem miednicy. W wątpliwość poddana zostaje jednak skuteczność zastosowania biernego nachylenia ciała w przód o kilka stopni kątowych, jeśli celem jest uzyskanie zmian grubości mięśni bocznej ściany brzucha i zwiększenie ich aktywności.

6. Wnioski

- w trakcie przeprowadzonych badań, podczas nachylenia ciała w płaszczyźnie strzałkowej nie zauważono istotnych zmiany w morfologii mięśni bocznej ściany brzucha,
- nie wykazano różnic w zmianach grubości poszczególnych mięśni bocznej ściany brzucha podczas nachylenia ciała w płaszczyźnie strzałkowej w podziale ze względu na płeć,
- zmiany grubości poszczególnych mięśni bocznej ściany brzucha podczas nachylenia ciała w płaszczyźnie strzałkowej nie są zależne od indeksu masy ciała (BMI), wskaźnika WHR oraz nachylenia miednicy,
- nie wykazano korzyści z instalacji funkcji nachylenia w urządzeniu Disc4Spine.

STRESZCZENIE

Dzięki prowadzonym przez naukowców z całego świata licznym analizom udowodniono niejednokrotnie, że mięśnie bocznej ściany brzucha (mięsień skośny zewnętrzny, wewnętrzny i poprzeczny brzucha) pełnią bardzo ważną rolę w ludzkim ciele. Stanowią zarówno część układu ruchu człowieka, jak i element stabilizacji tego układu. Różnią się osobniczo, a ich funkcja zmienia się w zależności od warunków pracy. Wolicjonalna i odruchowa aktywacja tych mięśni jest nieustannie przedmiotem zainteresowania licznych eksperymentów naukowych.

W przeprowadzonych badaniach postanowiono zweryfikować, czy bierne nachylenie ciała w przód w płaszczyźnie strzałkowej może być odruchowym aktywatorem napięcia mięśni bocznej ściany brzucha oraz, czy aktywacja ta może różnić się w zależności od płci i parametrów antropometrycznych (BMI, WHR, nachylenia miednicy).

Badaniu poddano 179 młodych, zdrowych osób w przedziale wiekowym 18-30 lat. 96 kobiet i 83 mężczyzn. Warunkiem zakwalifikowania było spełnienie warunków wstępnych oraz ukończenie pełnego procesu nachylania. Badanych nachylano w płaszczyźnie strzałkowej skokowo, co jeden stopień kątowy, w zakresie 0-7 stopni. Podczas nachylania dokonano pomiaru USG mięśni bocznej ściany brzucha. Wykonano także pomiary antropometryczne na podstawie, których dokonano kwalifikacji do poszczególnych grup badawczych.

W toku niniejszych badań nie zaobserwowano żadnego charakterystycznego wzorca aktywności mięśniowej podczas biernego nachylania ciała w przód w płaszczyźnie strzałkowej. Występujące zmiany na poszczególnych stopniach kątowych wydają się mieć charakter przypadkowy. Żadna z grup i płci poddana analizie nie wyróżniała się specyficzną, jednoznaczną aktywnością mięśniową.

Wyniki obecnego eksperymentu nie wykazały korzyści z instalacji urządzenia do nachylania ciała w sposób bierny o 7 stopni kątowych w urządzeniu Disc4Spine, ani żadnym innym urządzeniu, jeśli celem jest uzyskanie odruchowej aktywacji mięśni brzucha.

SUMMARY

Numerous analyzes conducted by scientists from around the world have proven that the muscles of the lateral abdominal wall (oblique external, internal and transverse abdominal muscle) play a very important role in the human body. They are both part of the human musculoskeletal system and its well-known stabilizers. Their architecture may differ between individuals. Their function changes depending on the working conditions. The volitional and reflexive activation of these muscles is a constant subject of interest in numerous scientific experiments.

The conducted research was to verify whether passive forward tilting in the sagittal plane can be a reflexive activator for the muscle tone of the lateral abdominal wall and whether this activation may differ depending on gender and anthropometric parameters (BMI, WHR, pelvic inclination).

179 young, healthy people aged 18-30 were subjected to the study. 96 women and 83 men. The qualification was upon the prerequisites and the full tilt process completion. The subjects were inclined in the sagittal plane by steps of one angular degree, in the range of 0-7 degrees. During the tilting, muscles of the lateral abdominal wall were measured by ultrasound. Anthropometric parameters were also estimated. On their basis qualification for individual research groups was done.

In this study, no characteristic pattern of muscle activity was observed during the passive forward inclination of the body in the sagittal plane. The changes occurring at individual angular degrees seem to be of a random nature. None of the groups and sexes presented specific and clear muscle activity pattern.

The results of the present experiment have not shown the benefit of installing a passive 7-degree tilting device on the Disc4Spine, or any other device, if the goal is to achieve reflexive activation of the abdominal muscles.

Bibliografia

1. Abe T, Yamanada T, Tomita T, Easton PA, Posture effects on timing of abdominal muscle activity during stimulated ventilation, *J Appl Physiol* (1985), 1999 Jun;86(6):1994-2000
2. Ainscough-Potts AM, Morrissey MC, Critchley D, The response of the transverse abdominis and internal oblique muscles to different postures, *Man Ther*, 2006 Feb;11(1):54-60
3. Allison GT, Morris SL, Lay B, Feedforward responses of transversus abdominis are directionally specific and act asymmetrically: implications for core stability theories, *J Orthop Sports Phys Ther*, 2008 May;38(5):228-237
4. Anders Ch, Brose G, Hofmann GO, Scholle HCh, Evaluation of the EMG-force relationship of trunk muscles during whole body tilt, *J Biomech*, 2008;41(2):333-339
5. Anders Ch, Brose G, Hofmann GO, Scholle HCh, Gender specific activation patterns of trunk muscles during whole body tilt, *Eur J Appl Physiol*, 2007 Sep;101(2):195-205
6. Anderson K, Behm DG, Trunk muscle activity increases with unstable squat movements, *Can J Appl Physiol*, 2005 Feb;30(1):33-45
7. Bashir MS, Noor R, Hadian MR, Olyaei G, Pattern of changes in latissimus dorsi, gluteus maximus, internal oblique and transverse abdominus muscle thickness among individuals with sacroiliac joint dysfunction, *Pak J Med Sci*, 2019;35(3):818-823
8. Bayraktar D, Özyürek, Genc A, The relationship between isometric trunk muscle endurance and physical activity related energy expenditure in healthy young adults, *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2015;28(4):859-864
9. Beach TA, Howarth SJ, Callaghan JP, Muscular contribution to low-back loading and stiffness during standard and suspended push-ups, *Hum Mov Sci*, 2008 Jun;27(3):457-472
10. Beith ID, Harrison PJ, Stretch reflexes in human abdominal muscles, *Exp Brain Res*, 2004 Nov;159(2):206-213
11. Bergmark A, Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Suppl* 1989;230:1-54

12. Bibrowicz K, Charakterystyka i propozycja zakresów normatywnych położenia i ruchomości obręczy biodrowej w płaszczyźnie strzałkowej u asymptomatycznych osób w wieku 19-24 lat, Fizjoterapia wobec nowych wyzwań., WSEiT, Poznan 2014
13. Bibrowicz K, Duometr – nowe możliwości pomiarów położenia i ruchomości obręczy biodrowej. *RwP* 2014;4:54-59
14. Blaak E, Gender differences in fat metabolism, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2001 Nov;4(6):499-502
15. Brophy RH, Staples JR, Motley J, Blalock R, Steger-May K, Halstead M, Young Females Exhibit Decreased Coronal Plane Postural Stability Compared to Young Males, *HSS J*, 2016 Feb;12(1):26-31
16. Brown SHM, McGill SM, A comparison of ultrasound and electromyography measures of force and activation to examine the mechanics of abdominal wall contraction, *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2010 Feb;25(2):115-123
17. Byrne JM, Bishop NS, Caines AM, Crane KA, Feaver AM, Pearcey GE, Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise, *J Strength Cond Res*, 2014 Nov;28(11):3049-3055
18. Calatayud J, Borreani S, Colado JC, Martin F, Rogers ME, Muscle activity levels in upper-body push exercises with different loads and stability conditions, *Phys Sportsmed*, 2014 Nov;42(4):106-119
19. Caudron S, Ceyte H, Barraud PA, Cian C, Guerraz M, Perception of body movement when real and simulated displacements are combined, *PLoS One*, 2018 Mar 6;13(3):e0193174
20. Chang M, Slater LV, Corbett RO, Hart JM, Hertel J, Muscle activation patterns of the lumbo-pelvic-hip complex during walking gait before and after exercise, *Gait Posture*, 2017 Feb;52:15-21
21. Cho M, The effects of bridge exercise with the abdominal drawing-in maneuver on an unstable surface on the abdominal muscle thickness of healthy adults, *J Phys Ther Sci*, 2015 Jan;27(1):255-257
22. Cho M, The effects of modified wall squat exercises on average adults' deep abdominal muscle thickness and lumbar stability, *J Phys Ther Sci*, 2013 Jun;25(6):689-692

23. Chung SH, You YY, Lee HJ, Sim SH, Effects of stabilization exercise using flexi-bar on functional disability and transverse abdominis thickness in patients with chronic low back pain, *J Phys Ther Sci*, 2018 Mar;30(3):400-404
24. Chung SH, You YY, Reliability of ultrasound imaging of the transversus abdominis muscle in asymptomatic subjects, *J Phys Ther Sci*, 2015 May;27(5):1373-1375
25. Claus AP, Hides JA, Moseley GL, Hodges PW, Different ways to balance the spine: subtle changes in sagittal spinal curves affect regional muscle activity, *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009 Mar 15;34(6):E208-14
26. Cugliari G, Boccia G, Core Muscle Activation in Suspension Training Exercises, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020;17(12):4306
27. Dahlqvist JR, Vissing ChR, Hedermann G, Thomsen C, Vissing J, Fat Replacement of Paraspinal Muscles with Aging in Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2017 Mar;49(3):595-601
28. De Troyer A, Mechanical role of the abdominal muscles in relation to posture, *Respir Physiol*, 1983 Sep;53(3):341-353
29. Do YC, Yoo WG, Comparison of the thicknesses of the transversus abdominis and internal abdominal obliques during plank exercises on different support surfaces. *J Phys Ther Sci*, 2015;27:169–170
30. Escamilla RF, Lewis C, Bramblet G, Daffron J, Lambert S, Pecson A, Imamura R, Paulos L, Andrews JR, Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises, *J Orthop Sports Phys Ther*, 2010 May;40(5):265-276
31. Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW, Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity, *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004 Nov 15;29(22):2560-2566
32. Fong SS, Tam YT, Macfarlane DJ, Ng SS, Bae YH, Chan EW, Guo X, Core Muscle Activity during TRX Suspension Exercises with and without Kinesiology Taping in Adults with Chronic Low Back Pain: Implications for Rehabilitation, *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015;2015:910168
33. Gibbon KC, Debuse D, Hibbs A, Caplan N, Reliability and Precision of Sonography of the Lumbar Multifidus and Transversus Abdominis During Dynamic Activities. *J Ultrasound Med*, 2017; 36(3):571-581
34. Gnat R, Saulicz E, Miądowicz B, Reliability of real-time ultrasound measurement of transversus abdominis thickness in healthy trained subjects, *Eur Spine J*, 2012 Aug;21(8):1508-1511

35. Gong W, The effects of dynamic exercise utilizing PNF patterns on abdominal muscle thickness in healthy adults, *J Phys Ther Sci*, 2015 Jun;27(6):1933-1936
36. Gong W, The effects of the continuous bridge exercise on the thickness of abdominal muscles in normal adults, *J Phys Ther Sci*, 2018 Jul;30(7):921-925
37. Goodpaster BH, Thaete FL, Kelley DE, Composition of skeletal muscle evaluated with computed tomography. *Ann N Y Acad Sci*, 2000 May;904:18-24
38. Ha SY, Shin DCh, The effects of curl-up exercise in terms of posture and muscle contraction direction on muscle activity and thickness of trunk muscles, *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2020;33(5):857-863
39. Hemming R, Sheeran L, Van Deursen R, Sparkes V, Investigating differences in trunk muscle activity in non-specific chronic low back pain subgroups and no-low back pain controls during functional tasks: a case-control study, *BMC Musculoskelet Disord*, 2019 Oct 22;20(1):459
40. Hlavenka TM, Christner VFK, Gregory DE, Neck posture during lifting and its effect on trunk muscle activation and lumbar spine posture, *Appl Ergon*, 2017 Jul;62:28-33
41. Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, Gandevia SC, Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging, *Muscle Nerve*, 2003 Jun;27(6):682-692
42. Hodges PW, Richardson CA, Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80:1005-1012
43. Hodges PW, Richardson CA, Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997a; 77(2):132-142
44. Hodges PW, Richardson CA, Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis, *Spine (Phila Pa 1976)*, 1996 Nov 15;21(22):2640-2650
45. Iscoe S, Control of abdominal muscles, *Prog Neurobiol*, 1998 Nov;56(4):433-506
46. John EK, Beith ID, Can activity within the external abdominal oblique be measured using real-time ultrasound imaging? *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2007 Nov;22(9):972-979

47. Jung JH, Lee SY, The effect of resistance exercise direction for hip joint stabilization on lateral abdominal muscle thickness, *J Exerc Rehabil*, 2016 Oct 31;12(5):424-428
48. Kaminishi K, Jiang P, Chiba R, Takakusaki K, Ota J, Postural control of a musculoskeletal model against multidirectional support surface translations, *PLoS One*, 2019 Mar 6;14(3):e0212613
49. Kang MH, Kim MS, EMG Activity in the Abdominal Muscles and the Kinematics of the Lumbar Spine during Unilateral Upper-limb Resistance Exercises under Stable and Unstable Conditions, *J Phys Ther Sci*, 2014 Jun;26(6):873-875
50. Kang MH, Kwon YH, Son SM, Ultrasound Measurement of the Transverse Abdominis, Internal Oblique, and External Oblique Muscles Associated with Forward Head Posture and Reduced Cranio-Vertebral Angle, *Med Sci Monit*, 2021 Jun 7;27:e928987
51. Kim BJ, Lee SK, Effects of three spinal stabilization techniques on activation and thickness of abdominal muscle, *J Exerc Rehabil*, 2017 Apr 30;13(2):206-209
52. Kim HD, Jeon DM, Bae HW, Kim JG, Han N, Eom MJ, Changes in Activation of Abdominal Muscles at Selected Angles During Trunk Exercise by Using Ultrasonography, *Ann Rehabil Med*, 2015 Dec;39(6):950-956
53. Kopenhagen SL, Hebert JJ, Parent EC, Fritz JM, Rehabilitative ultrasound imaging is a valid measure of trunk muscle size and activation during most isometric sub-maximal contractions: a systematic review. *Aust J Physiother* 2009; 55(3):153-169
54. Kordi R, Rostami M, Noormohammadpour P, Mansournia MA, The effect of food consumption on the thickness of abdominal muscles, employing ultrasound measurement, *European Spine Journal*, 20(8):1312-1317

55. Koumantakis GA, Malkotsis A, Pappas S, Manetta M, Anastopoulos T, Kakouris A, Kiourtsidakis E, Lumbopelvic sagittal standing posture associations with anthropometry, physical activity levels and trunk muscle endurance in healthy adults, *Hong Kong Physiother J*, 2021 Dec;41(2):127-137
56. Larivière C, Gagnon D, De Oliveira E Jr, Henry SM, Mecheri H, Dumas JP, Reliability of ultrasound measures of the transversus abdominis: effect of task and transducer position. *PM R* 2013; 5(2):104-113
57. Lee J, Yun CK, Effects of hippotherapy on the thickness of deep abdominal muscles and activity of daily living in children with intellectual disabilities, *J Phys Ther Sci*, 2017 Apr;29(4):779-782
58. Lee JS, Kim TH, Kim DY, Shim JH, Lim JY, Effects of selective exercise for the deep abdominal muscles and lumbar stabilization exercise on the thickness of the transversus abdominis and postural maintenance, *J Phys Ther Sci*, 2015 Feb;27(2):367-370
59. Lee NG, You JS, Kim TH, Choi BS, Intensive Abdominal Drawing-In Maneuver After Unipedal Postural Stability in Nonathletes With Core Instability, *J Athl Train*, 2015 Jun; 50(6): 675
60. Lee S, Han S, Lee D, Comparison of abdominal muscle thickness according to feedback method used during abdominal hollowing exercise, *J Phys Ther Sci*, 2016 Sep;28(9):2519-2521
61. Levine D, Whittle MW, The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position, *J Orthop Sports Phys Ther*, 1996 Sep;24(3):130-135
62. Linek P, Saulicz E, Kuszewski M, Wolny T, Ultrasound Assessment of the Abdominal Muscles at Rest and During the ASLR Test Among Adolescents With Scoliosis. *Clin Spine Surg* 2017; 30(4):181-186
63. Linek P, Saulicz E, Wolny T, Myśliwiec A, Intra-rater reliability of B-mode ultrasound imaging of the abdominal muscles in healthy adolescents during the active straight leg raise test. *PM R* 2015 Jan; 7 (1): 53-59
64. Linek P, Saulicz E, Wolny T, Myśliwiec A, Kokosz M, Lateral abdominal muscle size at rest and during abdominal drawing-in manoeuvre in healthy adolescents, *Man Ther*, 2015 Feb;20(1):117-123

65. Linek P, Saulicz E, Wolny T, Myśliwiec A, Reliability of B-mode sonography of the abdominal muscles in healthy adolescents in different body positions, *J Ultrasound Med*, 2014 Jun;33(6):1049-1056
66. Linek P, Saulicz E, Wolny T, Myśliwiec A, Assessment of the abdominal muscles at rest and during abdominal drawing-in manoeuvre in adolescent physically active girls: A case-control study, *J Sport Health Sci*, 2017 Mar;6(1):118-124
67. Linek P, Saulicz E, Wolny T, Myśliwiec A, Gogola A, Ultrasound evaluation of the symmetry of abdominal muscles in mild adolescent idiopathic scoliosis. *J. Phys Ther Sci* 2015; 27:465-468
68. Linek P, The importance of body mass normalisation for ultrasound measurements of the morphology of oblique abdominis muscles: the effect of age, gender, and sport practice, *Folia Morphol (Warsz)*, 2018;77(1):123-130
69. LoMonaco EA, Paquet N, Hui-Chan CWY, Responses to whole head-and-body tilts with and without passive ankle dorsiflexion in the absence of visual feedback, *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2004 Jul;19(6):648-652
70. Lükens J, Boström KJ, Puta C, Schulte TL, Wagner H, Using ultrasound to assess the thickness of the transversus abdominis in a sling exercise, *BMC Musculoskeletal Disord*, 2015 Aug 19;16:203
71. Maltais A, Alméras N, Lemieux I, Tremblay A, Bergeron J, Poirier P, Després JP, Trunk muscle quality assessed by computed tomography: Association with adiposity indices and glucose tolerance in men, *Metabolism*, 2018 Aug;85:205-212
72. Mangum LC, Sutherland MA, Saliba SA, Hart JM, Reliability of Ultrasound Imaging Measures of Transverse Abdominis and Lumbar Multifidus in Various Positions, *PM R*, 2016 Apr;8(4):340-347
73. McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, Milligan P, Critchley DJ, The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis, *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2004 May;19(4):337-342
74. Mew R, Comparison of changes in abdominal muscle thickness between standing and crook lying during active abdominal hollowing using ultrasound imaging, *Man Ther*, 2009 Dec;14(6):690-695
75. Mok NW, Yeung NW, Cho JC, Hui SC, Liu KC, Pang CH, Core muscle activity during suspension exercises, *J Sci Med Sport*, 2015 Mar;18(2):189-194

76. Morat T, Holzer D, Trumpf R, Trunk Muscle Activation During Dynamic Sling Training Exercises, *Int J Exerc Sci*, 2019 May 1;12(1):590-601
77. Myśliwiec A, Kuszewski M, Saulicz E, Linek P, Wolny T, Białach M, Pośluszny A, Assessment of Transverse Abdominal Muscle Symmetry by Ultrasonography. *Ortop Traumatol Rehab* 2014; 4(6);16:427-434
78. Nagai H, Akasaka K, Otsudo T, Sawada Y, Okubo Y, Deep abdominal muscle thickness measured under sitting conditions during different stability tasks, *J Phys Ther Sci*, 2016 Mar;28(3):900-905
79. Nakai Y, Kawada M, Miyazaki T, Kiyama R, Trunk muscle activity during trunk stabilizing exercise with isometric hip rotation using electromyography and ultrasound, *J Electromyogr Kinesiol*, 2019 Dec;49:102357
80. Nanikawa W, Miyazaki J, Examination of the intrarater reliability of ultrasound measurements of the thickness of the lumbar and lateral abdominal muscles in the prone position, *J Phys Ther Sci*, 2019 Aug;31(8):645-648
81. Nardone A, Giordano A, Corrà T, Schieppati M, Responses of leg muscles in humans displaced while standing. Effects of types of perturbation and of postural set, *Brain*, 1990 Feb;113 (Pt 1):65-84
82. Noormohammadpour P, Ansari M, Mansournia MA, Rostami M, Nourian R, Kordi R, Reversal time of postprandial changes of the thickness of abdominal muscles employing ultrasound measurements, *Man Ther*, 2015 Feb;20(1):194-199
83. Noormohammadpour P, Mirzaei S, Moghadam N, Mansournia MA, Kordi R, Comparison of lateral abdominal muscle thickness in young male soccer players with and without low back pain, *Int J Sports Phys Ther*, 2019 Apr;14(2):273-281
84. Nowakowska K, Gzik M, Michnik R, Myśliwiec A, Jurkojć J, Suchoń S, Burkacki M, The Loads Acting on Lumbar Spine During Sitting Down and Standing Up. *IBE* 2016; 169-176
85. Ota M, Ikezoe T, Kaneoka K, Ichihashi N, Age-related changes in the thickness of the deep and superficial abdominal muscles in women, *Arch Gerontol Geriatr*, Sep-Oct 2012;55(2):26-30
86. Pang L, Yin L, Tajri K, Huo M, Maruyama H, Measurement the thickness of the transverse abdominal muscle in different tasks, *J Phys Ther Sci*, 2017 Feb;29(2):209-211
87. Panjabi M, The stabilizing system of the spine. Part 1 and 2.. *J Spinal Disord Tech* 1992; 5(4):383-397

88. Park MH, Yu JH, Hong JH, Kim JS, Jung SW, Lee DY, Effect of core muscle thickness and static or dynamic balance on prone bridge exercise with sling by shoulder joint angle in healthy adults, *J Phys Ther Sci*, 2016 Mar;28(3):945-950
89. Pillen S, Boon A, Van Alfen N, Muscle ultrasound, *Handb Clin Neurol*, 2016;136:843-53
90. Pillen S, Van Alfen N, Skeletal muscle ultrasound, *Neurol Res*, 2011 Dec;33(10):1016-24
91. Pinto RZ, Ferreira PH, Franco MR, Ferreira MC, Ferreira ML, Teixeira-Salmela LF, Oliveira VC, Maher Ch, The effect of lumbar posture on abdominal muscle thickness during an isometric leg task in people with and without non-specific low back pain, *Man Ther*, 2011 Dec;16(6):578-584
92. Pirouzi S, Emami F, Taghizadeh S, Ghanbari A, Is Abdominal Muscle Activity Different from Lumbar Muscle Activity during Four-Point Kneeling, *Iran J Med Sci*, 2013 Dec;38(4):327-333
93. Reeve A, Dilley A, Effects of posture on the thickness of transversus abdominis in pain-free subjects, *Man Ther*, 2009 Dec;14(6):679-684
94. Reimers K, Reimers CD, Wagner S, Paetzke I, Pongratz DE, Skeletal muscle sonography: a correlative study of echogenicity and morphology, *J Ultrasound Med*, 1993 Feb;12(2):73-77
95. Rho M, Spitznagle T, Van Dillen L, Maheswari V, Oza S, Prather H, Gender differences on ultrasound imaging of lateral abdominal muscle thickness in asymptomatic adults: a pilot study, *PM R*, 2013 May;5(5):374-380
96. Rostami M, Abedi Yekta AH, Noormohammadpour P, Farahbakhsh F, Kordi M, Kordi R, Relations between lateral abdominal muscles thickness, body mass index, waist circumference and skin fold thickness, *Acta Med Iran*, 2013 Mar 16;51(2):101-106
97. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Atlas anatomii człowieka PROMETEUSZ, Tom I: Anatomia ogólna i układ mięśniowo-szkieletowy, ISBN 978-7846-005-3: 152
98. Schoenfeld BJ, Contreras B, Tiryaki-Sonmez G, Willardson JM, Fontana F, An electromyographic comparison of a modified version of the plank with a long lever and posterior tilt versus the traditional plank exercise, *Sports Biomech*, 2014 Sep;13(3):296-306

99. Seo K, Park K, The effect of trunk stabilization circuit exercise using a rubber mat on the thickness and white area index of transverse abdominis in healthy young adults, *J Phys Ther Sci*, 2018 Jun;30(6):892-895
100. Shin SH, Kang SR, Kwon TK, Yu Ch, A study on trunk muscle activation patterns according to tilt angle during whole body tilts, *Technol Health Care*, 2017 Jul 20;25(S1):73-81
101. Snijders CJ, Slagter AH, van Strik R, Vleeming A, Stoeckart R, Stam HJ, Why leg crossing? The influence of common postures on abdominal muscle activity, *Spine (Phila Pa 1976)*, 1995 Sep 15;20(18):1989-1993
102. Springer BA, Mielcarek BJ, Nesfield TK, Teyhen DS, Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance, *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006 May;36(5):289-297
103. Stetts DM, Freund JE, Allison SC, Carpenter G, A rehabilitative ultrasound imaging investigation of lateral abdominal muscle thickness in healthy aging adults, *J Geriatr Phys Ther*, 2009;32(2):60-66
104. Stokes M, Hides J, Elliott J, Kiesel K, Hodges P, Rehabilitative ultrasound imaging of the posterior paraspinal muscles, *J Orthop Sports Phys Ther*, 2007 Oct;37(10):581-95
105. Sugaya T, Abe Y, Sakamoto M, Ultrasound evaluation of muscle thickness changes in the external oblique, internal oblique, and transversus abdominis muscles considering the influence of posture and muscle contraction, *J Phys Ther Sci*, 2014 Sep;26(9):1399-1402
106. Sugimoto T, Yokogawa M, Miaki H, Madokoro S, Nakagawa T, Changes in thickness of the transversus abdominis during the abdominal drawing-in manoeuvre and expiratory muscle training in elderly people, *J Phys Ther Sci*, 2018 Jan;30(1):119-123
107. Sutherlin M, Gage M, Mangum LC, Hertel J, Russell S, Saliba SA, Hart JM, Changes in Muscle Thickness Across Positions on Ultrasound Imaging in Participants With or Without a History of Low Back Pain, *J Athl Train*, 2018 Jun;53(6):553-559
108. Tahan N, Khademi-Kalantari K, Mohseni-Bandpei MA, Mikaili S, Bagban AA, Jaberzadeh S, Measurement of superficial and deep abdominal muscle thickness: an ultrasonography study, *J Physiol Anthropol*, 2016 Aug 23;35(1):17

109. Takaki S, Kaneoka K, Okubo Y, Otsuka S, Tatsumura M, Shiina I, Miyakawa S, Analysis of muscle activity during active pelvic tilting in sagittal plane, *Phys Ther Res*, 2016 Nov 29;19(1):50-57
110. Tweedell AJ, Tenan MS, Haynes CA, Differences in muscle contraction onset as determined by ultrasound and electromyography, *Muscle Nerve*, 2019 Apr;59(4):494-500
111. Ubukata H, Matsumura A, Relationship between the phases of the menstrual cycle and the transversus abdominis muscle, *J Phys Ther Sci*, 2015 Mar;27(3):563-565
112. Urquhart DM, Hodges PW, Differential activity of regions of transversus abdominis during trunk rotation, *Eur Spine J*, 2005 May;14(4):393-400
113. Van Drunen P, van der Helm FCT, van Dieën JH, Happee R, Trunk stabilization during sagittal pelvic tilt: from trunk-on-pelvis to trunk-in-space due to vestibular and visual feedback, *J Neurophysiol*, 2016 Mar;115(3):1381-1388
114. Wachi M, Suga T, Higuchi T, Misaki J, Tsuchikane R, Tanaka D, Miyake Y, Isaka T, Applicability of ultrasonography for evaluating trunk muscle size: a pilot study, *J Phys Ther Sci*, 2017 Feb;29(2):245-249
115. Walker ML, Rothstein JM, Finucane SD, Lamb RL, Relationships between lumbar lordosis, pelvic tilt, and abdominal muscle performance, *Phys Ther*, 1987 Apr;67(4):512-516
116. Wells JCK, Sexual dimorphism of body composition, *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 2007 Sep;21(3):415-430
117. Weltin E, Gollhofer A, Mornieux G, Effect of gender on trunk and pelvis control during lateral movements with perturbed landing, *Eur J Sport Sci*, 2016;16(2):182-189
118. Zembaty A., *Kinezyterapia Tom I*, Kasper, 2002, ISBN 83-910437-4-6
119. Yang HS, Lee YS, Jin SA, Effect of evidence-based trunk stability exercises on the thickness of the trunk muscles, *J Phys Ther Sci*, 2015 Feb;27(2):473-475