

**AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I SPORTU
IM. JĘDRZEJA ŚNIADECKIEGO W GDAŃSKU**
Wydział Kultury Fizycznej



mgr Magdalena Piernicka

PROGRAMY TRENINGOWO-EDUKACYJNE
A FUNKCJA MIĘŚNI DNA MIEDNICY
U AKTYWNYCH FIZYCZNIE NIERÓDEK

opiekun naukowy: dr hab. Barbara Duda-Biernacka, prof. AWF i S

opiekun pomocniczy: dr hab. Anna Szumilewicz, prof. AWF i S

Gdańsk 2021

Spis treści

1. Teoretyczne podstawy problematyki badań w świetle piśmiennictwa.....	4
2. Metodologiczne podstawy badań	7
2.1. Uzasadnienie wyboru tematu i cel badań	7
2.2. Pytania i hipotezy badawcze	8
2.3. Procedura badań	12
2.4. Osoby badane i metody badawcze	13
3. Wyniki badań	18
3.1. Publikacja 1: “The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women: a systematic review”	18
3.2. Publikacja 2: “Nauczanie techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej: randomizowane badanie eksperymentalne z grupą kontrolną”	20
3.3. Publikacja 3: “High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women – a randomized control trial”	21
4. Dyskusja	22
5. Wnioski	25
Piśmiennictwo	27
Streszczenie	38
Abstract	41
Załączniki	43
• Publikacja 1: “The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women: a systematic review”	
• Publikacja 2: “Nauczanie techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej: randomizowane badanie eksperymentalne z grupą kontrolną”	
• Publikacja 3: “High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women – a randomized control trial”	
• Oświadczenia współautorów o wkładzie pracy w powstanie artykułów naukowych dotyczących ich kompilacji w dysertacji doktorskiej	

Niniejszą rozprawę doktorską oparto o cykl trzech publikacji pod wspólnym tytułem: „Programy treningowo-edukacyjne a funkcja mięśni dna miednicy u aktywnych fizycznie nieródek”, na który składają się trzy publikacje o sumarycznej punktacji IF 3.318, MNiSW 116 (załącznik 1)

Publikacja 1

The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women: a systematic review (2020), Piernicka Magdalena, Duda-Biernacka Barbara, Błudnicka Monika, Szumilewicz Anna; Iranian Journal of Public Health, DOI: 10.18502/ijph.v49i6.3353; IF 1.429, MNiSW: 40

Publikacja 2

Nauczanie techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej : randomizowane badanie eksperymentalne z grupą kontrolną (2015), Piernicka Magdalena, Szumilewicz Anna, Dornowski Marcin, Rajkowska Natalia; Rocznik Naukowy AWFIS, MNiSW: 6

Publikacja 3

High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women – a randomized control trial (2021), Piernicka Magdalena, Błudnicka Monika, Kortas Jakub, Duda-Biernacka Barbara, Szumilewicz Anna; Medicine, DOI: 10.1097/MD.00000000000026989; IF 1.889, MNiSW: 70

1. Teoretyczne podstawy problematyki badań w świetle piśmiennictwa

Dokonując przeglądu literatury zarówno polskiej, jak i zagranicznej można stwierdzić, że mięśnie dna miednicy (MDM) odgrywają bardzo istotną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu narządów miednicy małej i jamy brzusznej. Poziom ich siły decyduje o prawidłowym podtrzymywaniu pęcherza moczowego, pochwy, odbytnicy oraz macicy. Szczególnie narażone na dysfunkcje mięśni dna miednicy są kobiety w okresie ciąży, po przebytych porodach naturalnych (Sung i Hampton, 2009; Tran i Puckett, 2021) oraz w okresie pomenopauzalnym. Dotyczy to również młodych kobiet obciążonych bardzo wysoką intensywnością treningową wywołującą wzrost ciśnienia w jamie brzusznej, prowadzący do silnego napierania na dno miednicy (Alves i in. 2017; Opara i in. 2013; Pomian i in. 2016; Szumilewicz i in. 2019a; Szumilewicz i in. 2019b).

Mięśnie dna miednicy, to zespół mięśni i powięzi, które są przyczepione do wewnętrznej powierzchni kości miednicy. Zbudowane są z trzech warstw tworząc tzw. „hamak” zawieszony od kości łonowej z przodu do kości ogonowej z tyłu (Bochenek i Reicher, 2020; Ignasiak, 2013). Prawidłowa funkcja tych mięśni jest decydującym czynnikiem odpowiedniego funkcjonowania trzymaniu moczu i kału, przy podnoszeniu ciężkich przedmiotów oraz podczas snu. Zaburzenie tego mechanizmu doprowadza do niekontrolowanego wycieku moczu w czasie kaszlu, kichania, biegania i skakania. Dysfunkcje w wyżej wymienionych czynnościach powodują znaczne pogorszenie jakości życia, często doprowadzając do izolacji społecznej, zaburzeń snu a nawet depresji (Tran i Puckett, 2021).

Szczególnie problematyczne jest nietrzymanie moczu (NTM), definiowane poprzez jakikolwiek epizod niezależnego od woli wycieku moczu z pęcherza moczowego. Dysfunkcja ta jest powszechna, ponieważ dotyka milionów ludzi. Szacowana liczba osób z inkontynencją na całym świecie wynosi około 423 miliony – 303 miliony kobiet i 121 milionów mężczyzn. W Polsce dane dotyczą ponad 2 mln osób dotkniętych tym zaburzeniem. Ze względu na intymny charakter schorzenia utrudnione jest zebranie rzetelnych danych (Bękarska i in. 2020).

W związku z tym, iż mięśnie dna miednicy, to mięśnie poprzecznie prążkowane wymagają systematycznej aktywizacji w formie specyficznego treningu zalecanego zarówno w profilaktyce (Bazi i in. 2016; Dumoulin i in. 2018; Woodley i in. 2020), jak i leczeniu (Hagen i in. 2020; Liu i in. 2018; Qaseem i in. 2014). Przeprowadzone badania jednoznacznie wskazują, że odpowiednio zastosowany trening, podczas którego badani nauczyli się

świadomej kontroli aktywności mięśni dna miednicy (napinania i rozluźniania) zmniejsza objawy wysiłkowego nietrzymania moczu oraz nietrzymania stolca w okresie okołoporodowym i pomenopauzalnym (Bhat i in. 2016; Park i in. 2013; Woodley i in. 2020; Özengin i in. 2015). Leczenie nietrzymania moczu metodą chirurgiczną niesie za sobą ryzyko powikłań, a oczekiwane rezultaty są wątpliwe i odległe w czasie. Wytyczne National Institute for Health and Care Excellence (NICE) wykazują, że trening mięśni dna miednicy jest tak samo skuteczny jak operacja u około połowy kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu. Zalecenia te, wskazują trening mięśni dna miednicy jako główną interwencję fizjoterapeutyczną dla osób z nietrzymaniem moczu (NICE, 2019). Odnotowano również pozytywne zmiany w wyniku systematycznie realizowanych ćwiczeń mięśni dna miednicy u osób z wypadaniem narządów miednicy mniejszej (Bø, 2014; Özengin i in. 2015) oraz dysfunkcjami seksualnymi (Preda i Moreira, 2019).

Dysonans między wysiłkowym nietrzymaniem moczu podczas ćwiczeń fizycznych, a koniecznością zastosowania programów treningowych w celu poprawy funkcjonowania mięśni dna miednicy stanowi powód poszukiwań coraz bardziej skutecznych metod treningowych. Ze względu na powszechność problemu badaczom zależy na znalezieniu takich metod, które są efektywne, łatwe do zastosowania i powszechnie dostępne.

Przed rozpoczęciem treningu mięśni dna miednicy bardzo istotne jest ich prawidłowe zlokalizowanie i wyizolowanie, co umożliwi wykonywanie ćwiczeń poprawnie technicznie. Szczególnie trudne będzie to dla osób początkujących (Szumilewicz i in. 2019a; Szumilewicz i in. 2019b). Najczęstsze błędy, to skurcze innych synergicznych mięśni (m. skośnego zewnętrznego, m. prostego brzucha i m. pośladkowego wielkiego) oraz wstrzymanie oddechu (O'Toole, 2016). Nauka prawidłowych wzorców technicznych jest niezbędna dla większej efektywności treningu (Arnouk i in. 2017; Luginbuehl i in. 2015). Za prawidłową technikę przyjmuje się maksymalne napięcie mięśni dna miednicy pozostawiając rozluźnione mięśnie synergistyczne (Szumilewicz i in. 2019b).

Do oceny i analizy skurczów mięśni dna miednicy zalecane jest zastosowanie specjalistycznego sprzętu. Elektromiografia powierzchniowa (sEMG) jest popularną metodą, która umożliwia nieinwazyjną ocenę funkcji mięśni dna miednicy (Keshwani i McLean, 2015). Elektromiografia jest stosowana zarówno w badaniach naukowych, jak i w praktyce fizjoterapeutycznej umożliwiając obserwację czynności nerwowo-mięśniowej przy użyciu sondy waginalnej (Halski i in. 2014; Nazmi i in. 2016). Technologia ta jest stosunkowo nowa, niemniej jednak niezawodna i obiektywna, jednocześnie nie powoduje dyskomfortu dla pacjentki. Podczas badania, oprócz elektrody dopochwowej stosowane są również elektrody

powierzchniowe. Rejestrowanie sygnałów rozchodzących się we włóknach mięśniowych podczas skurczu, umożliwia kompleksową analizę poszczególnych zadań motorycznych (Elena i in. 2020). Zastosowanie sEMG jest alternatywną metodą monitorowania poziomu napięcia nerwowego oraz uzyskiwania danych na temat prawidłowych i nieprawidłowych funkcji mięśni dna miednicy (Ribeiro i in. 2018). W celu zwiększenia efektywności ćwiczeń coraz częściej trening omawianych mięśni wspomagany jest badaniem metodą biofeedback. Rejestrując i wizualizując pracę mięśni, biofeedback optymalizuje pracę ośrodkowego układu nerwowego i mięśni. Daje możliwość aktywacji odpowiedniej grupy mięśniowej oraz obiektywnej obserwacji postępów treningu (Kopańska i in. 2020). Ze względu na efektywność treningową, biofeedback staje się powszechną metodą treningu mięśni dna miednicy. W przeglądzie literatury z 2019 roku dotyczącego charakterystyki wykorzystywanych technik biofeedback w treningach mięśni dna miednicy badacze zastosowali również inne metody do oceny aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy. Metody pomiaru zastosowane w analizowanych eksperymentach to: perinometria, ultrasonografia z metodą palpacyjną oraz elektrostymulacja z elektromiografią. Efektywność niektórych metod ciągle podlega dyskusji (Błudnicka i in. 2019).

2. Metodologiczne podstawy badań

2.1. Uzasadnienie wyboru tematu i cel badań

Badania dotyczące funkcji mięśni dna miednicy od wielu lat są tematem naukowej eksploracji. Niemniej jednak, w dostępnej literaturze niewiele jest doniesień naukowych dotyczących prewencyjnego treningu mięśni dna miednicy u młodych nieródek. Przegląd literatury dotyczący charakterystyki programów treningu mięśni dna miednicy u aktywnych fizycznie nieródek wskazuje na niewielkie zainteresowanie badaczy profilaktycznymi programami treningowymi tej grupy mięśniowej (Piernicka i in. 2020). Ze względu na lokalizację mięśni dna miednicy większość osób zgłasza się do specjalisty dopiero w momencie odczuwania symptomów inkontynencji. Przed rozpoczęciem treningu mięśni dna miednicy bardzo istotne jest ich prawidłowe zlokalizowanie i wyizolowanie, co może być szczególnie problematyczne dla kobiet, które wcześniej nie wykonywały podobnych ćwiczeń (Szumilewicz i in. 2019a; Szumilewicz i in. 2019b). Dlatego też w części badawczej przedstawionego cyklu artykułów zdecydowano przeanalizować technikę wykonywanych ćwiczeń oraz efektywność treningu mięśni dna miednicy u młodych nieródek. Eksperymentalny trening mięśni dna miednicy realizowany był albo w formie programu zawierającego tylko ćwiczenia na tę grupę mięśniową, albo w formie zestawu ćwiczeń uzupełniających program aerobiku typu high-impact (czyli zawierającego podskoki, przeskoki i biegi). W każdym z programów ćwiczenia mięśni dna miednicy wykonywane były w sposób izolowany, tj. osoba ćwicząca miała zadanie zaktywizować tylko mięśnie dna miednicy, przy utrzymaniu rozluźnienia pozostałych grup mięśniowych. W ostatnich latach pojawia się coraz więcej dowodów, że intensywny wysiłek fizyczny bez odpowiedniego skurczu mięśni dna miednicy może zbytnio obciążać, rozciągać oraz osłabiać mięśnie dna miednicy doprowadzając do wysiłkowego nietrzymania moczu (Almeida i in. 2016; Bø i Nygaard 2020; Carvalhais i in. 2017). Mając na uwadze powyższe, w dalszej części badań u nieródek uczestniczących w grupowych zajęciach aerobiku typu high-impact wdrożono trening mięśni dna miednicy w celu podtrzymania dobrej jakości życia i zapobiegania nietrzymaniu moczu. Określenie skuteczności treningu mięśni dna miednicy ma istotne znaczenie aplikacyjne przy tworzeniu programów profilaktyczno-edukacyjnych dla młodych kobiet, w tym w kierunku prewencji zaburzeń dysfunkcji mięśni dna miednicy (Bazi i in. 2016). Ocena zmian w wybranych parametrach aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u aktywnych fizycznie nieródek pod wpływem różnorodnego zastosowania izolowanego treningu mięśni dna miednicy jest przedmiotem rozważań przedstawianego cyklu publikacji

pod wspólnym tytułem „Programy treningowo-edukacyjne a funkcja mięśni dna miednicy u aktywnych fizycznie nieródek”.

Celem badań jest ocena wpływu programów treningowo-edukacyjnych na zmiany w aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u aktywnych fizycznie nieródek.

Do jego realizacji sformułowano następujące **cele szczegółowe**:

1. Charakterystyka opisowa dostępnych w literaturze programów treningowych mięśni dna miednicy dla kobiet niebędących w ciąży (Pub. 1).
2. Ocena techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy wykonywanych przez aktywne fizycznie nieródkę przed zastosowaniem programów treningowo-edukacyjnych (Pub. 2).
3. Ocena efektywności nauczania prawidłowej techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy w oparciu o różne programy treningowo-edukacyjne (Pub. 2).
4. Ocena zmian aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy pod wpływem aerobiku high-impact uzupełnionego ćwiczeniami mięśni dna miednicy (Pub. 3).
5. Ocena jakości życia aktywnych fizycznie nieródek, uczestniczących w aerobiku high-impact w odniesieniu do nietrzymania moczu (Pub. 3).

2.2. Pytania i hipotezy badawcze

Publikacja 1.

Na przestrzeni lat naukowcy i praktycy pracowali nad modyfikacją tzw. ćwiczeń Kegla poprzez stopniowanie skurczu, wydłużanie czasu, dezaktywację mięśni synergistycznych lub przez zastosowanie dodatkowego sprzętu. Przykładem kompleksowego zestawu ćwiczeń mięśni dna miednicy jest autorski program treningowy Miller (2013). Proponowany trening ukierunkowany jest na kształtowanie różnych zdolności motorycznych. W pierwszej kolejności uczestniczka uczy się prawidłowo wykonywać szybkie, pojedyncze skurcze mięśni dna miednicy. W kolejnych tygodniach ćwiczenia opierają się o stopniowanie skurczu oraz utrzymanie napięcia przez kilkanaście sekund (Miller, 2013). Początkowo według zaleceń ćwiczenia odbywały się w stabilnych pozycjach, dopiero w XXI wieku aktywację mięśni dna miednicy zalecano w trakcie wykonywania innych czynności (Hay-Smith i in. 2001). W 2015 roku przeprowadzono innowacyjne badania mięśni dna miednicy z zastosowaniem treningu w formie gry komputerowej. Protokół został zaprojektowany w taki

sposób, aby uczestniczka siedząc na platformie ciśnieniowej mogła odtworzyć wirtualną grę, wykonując poszczególne ruchy poprzez aktywację mięśni dna miednicy (Botelho i in. 2015). Marques i in. (2010) wykonali przegląd propozycji treningowych mięśni dna miednicy. W dwóch analizowanych przez nich badaniach autorzy zalecali ćwiczenia mięśni dna miednicy poprzez wielokrotne świadome wstrzymanie strumienia moczu (Marques i in. 2010). Aktualnie taka forma ćwiczeń nie jest zalecana ze względu na potencjalne ryzyko dysfunkcji układu moczowego, chociaż nie zostało ono poparte badaniami naukowymi. W związku z coraz większą świadomością i zainteresowaniem kobiet problemem wywołanym dysfunkcjami mięśni dna miednicy, na rynku dostępnych jest wiele urządzeń mobilnych, pełniących funkcję terapeutyczną i treningową. Przykładem narzędzia umożliwiającego profesjonalny trening w warunkach domowych jest aplikacja PelviFly. Wykonywanie ćwiczeń z zastosowaniem dopochwowego urządzenia oraz aplikacji mobilnej umożliwiającej kontrolowanie efektów wykonywanych ćwiczeń na dostosowanym indywidualnie poziomie trudności jest w pełni rekomendowane przez fizjoterapeutów. Program posiada funkcję pomocniczą w lokalizowaniu mięśni dna miednicy poprzez system wibracji oraz umożliwia dostosowanie poszczególnych celów treningowych w postaci etapów gry wirtualnej (<https://pelvifly.com/o-pe-lvifly/>). Programy treningowe dostępne na rynku różnią się czasem trwania oraz sposobem interwencji, dlatego w celu usystematyzowania dotychczasowej wiedzy postanowiono zadać pytanie:

Pytanie 1. W jaki sposób skomponowane są programy treningowe mięśni dna miednicy dla kobiet niebędących w ciąży w zakresie czterech komponentów treningowych (częstotliwość, intensywność, czas trwania oraz rodzaj ćwiczeń)?

Hipoteza 1. Programy treningowe mięśni dna miednicy dla kobiet nie będących w ciąży nie posiadają opisu wszystkich komponentów treningowych.

Hipoteza 2. W dostępnej literaturze brakuje propozycji programów treningowych skierowanych na profilaktykę i utrzymanie prawidłowych funkcji mięśni dna miednicy.

Publikacja 2.

Prawidłowe napięcie mięśni dna miednicy Kegel zdefiniował już w latach czterdziestych ubiegłego wieku (Kegel, 1948). W czasie izolowanego napięcia mięśni dna miednicy zalecane jest utrzymywanie rozluźnionych mięśni: brzucha, pośladkowych i uda (Newman, 2014; Miller, 2013). Bø (2004) podkreśla, że brak izolacji mięśni dna miednicy od

zewnątrznych synergistów może maskować świadomość tej grupy mięśni oraz jej siłę, co z kolei przekłada się na mniejszą skuteczność proponowanego treningu. Inni autorzy sugerują, że kolejność aktywizowania różnych grup mięśni w zamierzonym skurczu mięśni dna miednicy jest skorelowana z przejawami nietrzymania moczu (Madill i in. 2009). Na tej podstawie założono, że kluczowym w technice ćwiczeń mięśni dna miednicy będzie nie tyle sama ich izolacja, co również zaktywizowanie przed synergistami.

Dysfunkcje związane z nietrzymaniem moczu podczas wysiłku fizycznego są w dużej mierze związane z brakiem wiedzy na temat znaczenia treningu mięśni dna miednicy. Przeprowadzone badania dotyczące świadomości kobiet na temat mięśni dna miednicy wykazały, że 51% respondentek nie miało wcześniej wiedzy na ten temat. Co zaskakujące, 43% kobiet zgłosiło, że nigdy nie wykonywało ćwiczeń mięśni dna miednicy (Szumilewicz i in. 2019b). Zwiększenie świadomości kobiet na temat wpływu ćwiczeń mięśni dna miednicy na jakość życia, powinna być rozpowszechniana na różnych etapach edukacyjnych.

W związku z powyższymi ustaleniami można by zadać pytanie:

Pytanie 1. Czy młode, aktywne fizycznie nieródki potrafią prawidłowo technicznie wykonać ćwiczenie mięśni dna miednicy?

Hipoteza 1. Znacząca część młodych, aktywnych fizycznie nieródek nie potrafi prawidłowo technicznie wykonać ćwiczenia mięśni dna miednicy.

Ze względu na lokalizację tej grupy mięśni, w czasie jednostki treningowej zarówno instruktorowi, jak i osobie ćwiczącej trudno ocenić technikę wykonywanych ćwiczeń. Wykazano, że zastosowanie sesji biofeedback wspomaga proces nauczania prawidłowego skurczu mięśni dna miednicy (Batista i in. 2011; Opara i in. 2012). Metoda biofeedback umożliwia zwizualizować sposób aktywizowania mięśni, co wspomaga utrwalanie prawidłowych wzorców ruchowych (Konrad, 2007). Powszechnie służy do nauki prawidłowej lokalizacji i izolacji mięśni dna miednicy oraz do nauki kontrolowania skurczów. Świadomość prawidłowo wykonywanych ćwiczeń poprawia samopoczucie kobiet i motywuje je do kontynuacji treningu (Ding, 2017). Inni badacze podkreślają, że o sukcesie planu treningowego mięśni dna miednicy w dużym stopniu decydować będzie udział wykwalifikowanych instruktorów, trenerów czy fizjoterapeutów (Bø, 2004; Chiarelli i in. 2003; Herderschee i in. 2013; Price i in. 2010). Opisywane w piśmiennictwie istotne związki między zastosowaną metodą treningową a zmianami zachodzącymi w parametrach aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy pozwalają na postawienie kolejnego pytania:

Pytanie 2. Który program treningowo-edukacyjny jest najbardziej efektywny dla poprawy techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u badanych kobiet?

Hipoteza 2. W nauczaniu techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy największą efektywność będzie miał regularny izolowany trening mięśni dna miednicy pod nadzorem instruktora poprzedzony jednorazową sesją edukacyjną sEMG biofeedback.

Publikacja 3

Intensywny wysiłek fizyczny może nasilić wysiłkowe nietrzymanie moczu, ale wiadomym jest, że odpowiednia praca mięśni dna miednicy działa prewencyjnie w kierunku tej dysfunkcji. Inkontynencja związana jest ze zwiększonym ciśnieniem w jamie brzusznej spowodowanym silnymi skurczami mięśni brzucha przy niewystarczająco efektywnym skurczu mięśni dna miednicy (Almeida i in. 2016). Badacze sugerują, że intensywny wysiłek fizyczny bez odpowiedniego skurczu mięśni dna miednicy może dodatkowo obciążać, rozciągać oraz osłabiać mięśnie dna miednicy (Almeida i in. 2016; Bø i Nygaard 2020; Carvalhais i in. 2017). Badania przeprowadzone przez Carls i in. (2007) na grupie kobiet uczestniczących w wysiłku fizycznym o wysokiej intensywności wykazały epizody niekontrolowanego wycieku moczu u 14% badanych. W odniesieniu do powyższych badań, w przedstawianym eksperymencie zbadano istotność zmian w poprawie aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy i utrzymaniu dobrej jakości życia w odniesieniu do nietrzymania moczu po zastosowaniu programu treningowo-edukacyjnego. Bardzo ważną rolę pełni umiejętność świadomego wykonywania skurczu mięśni dna miednicy, co umożliwi kobietom m.in. uczestnictwo w aktywności fizycznej o dużym obciążeniu lub wysokiej intensywności, bez negatywnych skutków ubocznych. Zarówno obniżenie poziomu napięcia mięśni dna miednicy w świadomym skurczu, jak i podwyższenie napięcia w świadomym rozluźnieniu, a także obniżenie jakości życia wynikającej z symptomów nietrzymania moczu przyjęto jako wskaźniki osłabienia funkcji tej grupy mięśniowej.

Mając na uwadze powyższe doniesienia naukowe postawiono następujące pytanie badawcze:

Pytanie 1. Czy występują istotne statystycznie zmiany w aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy i jakości życia (w odniesieniu do nietrzymania moczu) u młodych aktywnych fizycznie nieródek po 6-cio tygodniowym aerobiku high-impact uzupełnionym o trening mięśni dna miednicy?

Hipoteza 1. U młodych aktywnych fizycznie nieródek uczestniczących w 6-cio tygodniowym programie aerobiku high-impact uzupełnionym o trening mięśni dna miednicy, nastąpi istotna

statystycznie zmiana w poprawie aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy oraz utrzymanie dobrej jakości życia (w odniesieniu do nietrzymania moczu).

2.3. Procedura badań

Badania realizowano w ramach projektu pt. „Wpływ treningu mięśni dna miednicy z użyciem elektromiografii powierzchniowej na wybrane parametry sEMG u kobiet w wieku reprodukcyjnym, poddawanych różnym sposobom instruktażu i nadzoru treningowego”, sfinansowane z badań statutowych Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku (AWFiS). Każda z badanych grup została poddana testom dwukrotnie – na początku i na końcu eksperymentu. Badania zostały przeprowadzone w Laboratorium Wysiłku Fizycznego i Genetyki w Sporcie w AWFiS w okresie 01/12/2013 – 30/06/2018. Projekt ‘Pelvic floor muscle training with Surface electromyography’ został zarejestrowany w Międzynarodowym Rejestrze Badań Klinicznych - ISRCTN92265528.

Badania były prowadzone zgodnie z Deklaracją Helsińską oraz wymogami niezależnej komisji etyki. Projekt badań uzyskał zgodę Okręgowej Izby Lekarskiej w Gdańsku w roku 2012 (KB - 8/14). W celu zachowania poufności dane osobowe i laboratoryjne zostały zakodowane. Postępowanie w czasie badań było zgodne z obowiązującymi przepisami ochrony danych, w tym zgodnie z Dyrektywą 95/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej. Przed przystąpieniem do badania wszystkie uczestniczki podpisały formularz świadomej zgody na udział w badaniu.

2.4. Osoby badane i metody badawcze

W badaniu udział wzięły studentki AWFIS ($n = 98$) – nieródki w wieku 19-26 lat (23 ± 2 ; średnia $\pm$ SD). Do badań zakwalifikowano kobiety, które spełniły wszystkie kryteria: wiek 19-26 lat, nieródki, aktywne fizycznie, dyspozycyjne do uczestnictwa w treningu realizowanego trzy razy w tygodniu, studentki AWFIS). Kryteria wykluczające z udziału w badaniach to: nieprawidłowości dna miednicy w wywiadzie, dysfunkcje układu moczowo-płciowego w wywiadzie, ciąża w czasie badania, przeciwskazania do aktywności fizycznej. W przeprowadzonym badaniu zastosowano metodę eksperymentu. Sposoby interwencji treningowo-edukacyjnej zastosowane w eksperymentach w poszczególnych grupach badanych kobiet przedstawia Tab.1.

W publikacji drugiej w celu uzyskania informacji na temat najefektywniejszej interwencji treningowej badaniu poddano cztery grupy kobiet z różnymi sposobami instruktazu. Po analizie uzyskanych wyników wyłoniono najskuteczniejszy sposób instruktazu w zastosowanym treningu mięśni dna miednicy. Natomiast w publikacji trzeciej zbadano grupę kobiet realizujących 6-cio tygodniowy program aerobiku typu high-impact (zawierający podskoki, przeskoki i biegi) uzupełniony o izolowany trening mięśni dna miednicy. Uzyskane wyniki eksperymentu w obu publikacjach zostały odniesione do pomiarów aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy kobiet, które nie były poddane żadnemu programowi ćwiczeń tej grupy mięśniowej.

Tab. 1. Programy treningowo-edukacyjne wykorzystane jako interwencja eksperymentalna

Programy treningowo-edukacyjne	Publikacja nr 2 (n = 98)			
	Grupa 1 (n = 14)	Grupa 2 (n = 31)	Grupa 3 (n = 26)	Grupa 4* (n = 27)
Wykład edukacyjny nt. znaczenia i funkcji mięśni dna miednicy oraz roli ćwiczeń MDM	TAK	TAK	TAK	TAK
Pomiar aktywności nerwowo-mięśniowej MDM przed interwencją	TAK	TAK	TAK	TAK
Jednorazowa sesja edukacyjna sEMG biofeedback	TAK	TAK	-	-
Instruktaż dotyczący prawidłowej techniki ćwiczeń MDM przy badaniu EMG	TAK	TAK	TAK	
6-cio tygodniowy trening MDM ¹ pod nadzorem instruktora	TAK	-	-	-
Plan treningowy MDM ¹ do samodzielnego wykonywania ćwiczeń	TAK	TAK	TAK	-
Pomiar aktywności nerwowo-mięśniowej MDM po interwencji	TAK	TAK	TAK	TAK
Programy treningowo-edukacyjne	Publikacja nr 3 (n = 27)			
	Grupa 1 (n = 13)		Grupa 2 (n = 19)	
Wykład edukacyjny nt. znaczenia i funkcji mięśni dna miednicy oraz roli ćwiczeń MDM	TAK		TAK	
Pomiar aktywności nerwowo-mięśniowej MDM przed interwencją	TAK		TAK	
Jednorazowa sesja edukacyjna sEMG biofeedback	TAK		-	
Instruktaż dotyczący prawidłowej techniki ćwiczeń MDM przy badaniu EMG	TAK		-	
6-cio tygodniowy program aerobiku high-impact ² uzupełniony izolowanym treningiem MDM ¹	TAK		-	
Plan treningowy MDM ¹ do samodzielnego wykonywania ćwiczeń	TAK		-	
Pomiar aktywności nerwowo-mięśniowej MDM po interwencji	TAK		TAK	

*grupa kobiet niećwiczących, sEMG – elektromiografia powierzchniowa, MDM – mięśnie dna miednicy

1 - **Izolowany trening mięśni dna miednicy**; zadaniem w ćwiczeniach było aktywizowanie mięśni dna miednicy przy zachowaniu rozluźnionych innych grup mięśniowych; oparty był na koncepcji treningowej Miller „Graduated Strength Training”. W pierwszym tygodniu- nauczanie podstawowego krótkiego skurczu (tzw. quick flicks); w drugim tygodniu ćwiczenia stopniowania skurczu polegające na wykonaniu trzech coraz mocniejszych napięć MDM i powolnym zmniejszaniu skurczu, aż do całkowitego rozluźnienia; trzeci tydzień ukierunkowany był na trening wytrzymałości mięśni poprzez dodanie stałego skurczu trwającego 10 sekund. W czwartym tygodniu jedno powtórzenie ćwiczenia obejmowało: stopniowanie skurczu, utrzymanie stałego napięcia przez 10 sekund oraz dodatkowe, krótkie pulsowanie przed fazą rozluźnienia. W piątym tygodniu treningu powtórzono trzykrotnie sekwencję skurczów i rozluźnień mięśni dna miednicy, zgodnie z protokołem zastosowanym przy ocenie sEMG (str. 15). W szóstym tygodniu powtórzono zestaw ćwiczeń z czwartego tygodnia. Dodatkowo, w celu poprawy umiejętności aktywacji mięśni dna miednicy w codziennych czynnościach, poproszono badane o świadome skurcze mięśni przed kichaniem, kaszlem lub podnoszeniem ciężkich przedmiotów (Miller, 2013).

2 - **Pojedyncza jednostka treningu high-impact aerobik** obejmowała: 10 min. rozgrzewki, 43 min. części aerobowej obejmującej podskoki oraz ćwiczenia biegowe (co znacznie zwiększało obciążenie dna miednicy), 7 min. ćwiczeń rozciągających i oddechowych oraz 10 min. treningu MDM. Każda kobieta wykonywała ćwiczenia o intensywności 60-75% HRmax na podstawie oceny krążeniowo-oddechowej. Zajęcia realizowano w tempie 140-152 BPM (uderzeń na minutę) (Kostrzewa-Nowak i in. 2015). Do kontroli intensywności treningu wykorzystano sport testery, umożliwiające pomiar tętna podczas wysiłku fizycznego.

Narzędzia badawcze

1. **Aktywność nerwowo-mięśniową mięśni dna miednicy** oraz mięśni synergistycznych zmierzono przy pomocy TeleMyo™ 2400T Direct Transmission System (DTS), NORAXON sEMG and Sensors System (Scottsdale, AZ, USA). Do oceny mięśni dna miednicy wykorzystano elektrodę waginalną (Lifecare PR-02, Everyway Medical Instruments Co., Ltd., Tajwan). Elektroda PR-02 jest lekka (23.1 g), o komfortowym kształcie zapewniającym łatwe utrzymanie i zabezpieczającym przed wypadaniem w czasie skurczu. Zastosowano elektrodę o długości 76 mm i średnicy 28 mm posiadającej dwie podłużne płytki rejestrujące (stal nierdzewna, zawierająca nikiel) po prawej i lewej stronie. Kobiety zostały poproszone o zaaplikowanie elektrody dopochwowo upewniając się, że każda powierzchnia metalowa skierowana była w stronę jednego z bioder. Do oceny wybranych mięśni synergistycznych (m. prostego brzucha, m. skośnego zewnętrznego brzucha oraz m. pośladkowego wielkiego) użyte były okrągłe elektrody powierzchniowe (SKINTACT Premier W-60, LEONHARD LANG GmbH, Austria). Badania zostały przeprowadzone stosownie do standardów badań elektromiograficznych SENIAM (Hermens, 2000). Ocena mięśni dna miednicy z użyciem elektromiografii powierzchniowej jest bezbolesna i nieinwazyjna (Glazer i in. 2002; Glazer i in. 1999). Dokonywana była poprzez jednorazowy zapis cyklu skurczów i rozluźnień w następującej kolejności: quick flicks wykonany 5 razy w naprzemiennych sekwencjach 5 s skurczu / 5 s rozluźnienia; contractions wykonany również 5 razy w sekwencjach 10 s skurczu / 10 s rozluźnienia; static hold wykonany jeden raz w formie 60 s skurczu; rest – powrót do rozluźnienia.

W celu zachowania wysokiego standardu badania komendy wydawane były automatycznie, przy pomocy programu komputerowego. Gdy aktywność mięśnia podczas ćwiczenia przekraczała trzykrotnie zakres odchylenia standardowego (SD) dla linii podstawowej sEMG tego mięśnia przed rozpoczęciem ćwiczenia, mięsień uznawany był jako „włączony” (Konrad, 2007). Zastosowano minimalny czas trwania podokresu (2 s), kiedy sygnał sEMG powinien pozostawać powyżej wartości progowej w celu uniknięcia pojedynczych spontanicznych wyładowań, które zaburzają interpretację danych. Przeanalizowano wszystkie krzywe sEMG, by zweryfikować poprawność wyboru mnożnika SD oraz minimalnego czasu trwania podokresu.

W oparciu o skalę metryczną czasu określono kolejność włączenia badanych mięśni w ćwiczeniu (tzw. “firing order”) przy pomocy programu komputerowego MyoResearch XP Master Edition. Prawidłową i najwyżej ocenianą techniką jest aktywacja mięśni dna miednicy, utrzymując nieaktywne mięśnie synergistyczne. W niniejszej pracy przeanalizowano kolejność włączania mięśni dna miednicy w każdym zadaniu ruchowym. Za najlepszą technikę ćwiczenia przyjęto takie wykonanie, kiedy mięśnie dna miednicy były aktywowane w pierwszej kolejności (1). Każdy kolejny numer odpowiadał następująco: 2 – mięśnie dna miednicy aktywowane jako drugie; 3 – mięśnie dna miednicy aktywowane w trzeciej kolejności; 4 – mięśnie dna miednicy aktywowane jako czwarte w kolejności; 5 - brak aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy. W przypadku aktywacji mięśni dna miednicy jako jedynej grupy mięśni w danym zadaniu lub włączeniu mięśni jako pierwsze w stosunku do mięśni synergistycznych, uznawano ćwiczenie za technicznie poprawne. Włączenie mięśni dna miednicy po mięśniach synergistycznych przyjęto za błędną technikę. Brak aktywizacji mięśni dna miednicy wskazywał na nieumiejętność wykonania ćwiczenia (Szumilewicz i in. 2019b).

2. **Ocena wpływu symptomów nietrzymania moczu na jakość życia** sprawdzana była przed i po eksperymencie z wykorzystaniem kwestionariusza Incontinence Impact Questionnaire (IIQ) (Uebersax i in. 1995). Na podstawie badań przeprowadzonych przez Corcos i in. (2002), sklasyfikowano wynik powyżej 70 punktów jako niską jakość życia; wynik 50–70 wskazywał na umiarkowaną jakość życia, a wynik poniżej 50 uznano za dobrą jakość życia. Podczas analizy przed interwencją wykluczono kobiety, u których nie odnotowano dobrej jakości życia na podstawie IIQ. W związku z tym, że przeanalizowano zarówno aktywność nerwowo-mięśniową mięśni dna miednicy, jak i wpływ nietrzymania moczu na jakość życia uczestniczek, w odniesieniu do tych zmiennych w dalszej części badania użyto wspólnego terminu „funkcja mięśni dna miednicy”.
3. **Ocena aktywności fizycznej** dokonana została przy wykorzystaniu Międzynarodowego Kwestionariusza Aktywności Fizycznej (IPAQ). Wszystkie uczestniczki zostały zaklasyfikowane jako aktywne fizycznie (Booth, 2000).
4. **Analiza statystyczna** przeprowadzona została przy użyciu oprogramowania Statistica 13.1 (Statsoft, Tulsa, Oklahoma). Wartości w tabelach przedstawione zostały jako średnia $\pm$ odchylenie standardowe (SD). Do oceny zgodności rozkładu badanych zmiennych z rozkładem normalnym zastosowano test Shapiro–Wilka. W pierwszej

fazie analizy w celu zidentyfikowania różnic pomiędzy grupami, w momencie kwalifikacji do grupy, wykonano porównanie przy użyciu testów niesparowanych (odpowiednio: t-test lub Mann–Whitney test). W dalszej części analiz wykonano procedurę porównania efektów uzyskanych w poszczególnych grupach badanych osób przy użyciu analizy wariancji. Do oceny jednorodności wariancji zastosowano test Browna-Forsythe'a. Następnie wykonano test ANOVA oraz test post-hoc Dunna-Bonferroni. Dodatkowo obliczono wielkości efektów (η_p^2). Poziom istotności statystycznej ustalono na $p < 0,05$.

3. Wyniki badań

3.1. Publikacja 1: "The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women: a systematic review"

W przeglądzie literatury dotyczącej charakterystyki programów treningowych mięśni dna miednicy stosowanych w badaniach eksperymentalnych z wykorzystaniem elektromiografii powierzchniowej u kobiet niebędących w ciąży do analizy zakwalifikowano 29 artykułów naukowych, w których przebadano łącznie 1721 kobiet. Tylko w sześciu artykułach autorzy szczegółowo określili wszystkie komponenty treningowe czyli częstotliwość, intensywność, czas trwania oraz typ ćwiczeń. Wyszczególnienie ich umożliwia odtworzenie i zastosowanie wybranych programów treningowych dla realizacji odpowiednich celów (Aukee i in. 2002; Botelho i in. 2015; Chmielewska i in. 2016; Huebner i in. 2011; Luginbuehl i in. 2015; Pereira-Baldon i in. 2019). Częstotliwość treningów zdefiniowana liczbą sesji treningowych proponowana była średnio 4 ± 2 ($M \pm SD$) razy w tygodniu (Aukee i in. 2002; Alves i in. 2015; Bertotto i in. 2017; Botelho i in. 2015; Chmielewska i in. 2016; Elmelund i in. 2018; Eyjólfssdóttir i in. 2009; Hirsch i in. 1999; Huebner i in. 2011; Lee-Bognar i in. 2009; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; Luginbuehl i in. 2015; Özengin i in. 2015; Pereira i in. 2013; Pereira-Baldon i in. 2019; Shin i in. 2016). Informacje dotyczące intensywności ćwiczeń odnotowano w jedenastu artykułach. W dziesięciu z nich proponowane były maksymalne skurcze mięśni dna miednicy (Aukee i in. 2002; Botelho i in. 2015; Huebner i in. 2011; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; Luginbuehl i in. 2015; Pereira-Baldon i in. 2019), podczas gdy w jednym badaniu intensywność zalecana była na poziomie 60-80% maksymalnego skurczu (Chmielewska i in. 2016). Najczęściej opisywanym komponentem był całkowity czas trwania programu treningowego. Badacze proponowali trening mięśni dna miednicy od 4 do 26 tygodni, średnio 10 ± 5 tygodni. Najwięcej analizowanych badań bazowało w oparciu o 12-tygodniowy program treningowy, $n = 7$ (Aukee i in. 2002; Di Gangi Herms i in. 2006; Elmelund i in. 2018; Huebner i in. 2011; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; Wang i in. 2004). W czterech publikacjach autorzy ograniczyli się do podania liczby przeprowadzonych sesji, bez sprecyzowania okresu, w jakim zostały wykonane (Botelho i in. 2015; Dannecker i in. 2005; Piassarolli i in. 2010; Terra i in. 2006). Objętość jednostki treningowej w jedenastu artykułach została podana w minutach, średnio $25' \pm 10,49'$ (Aukee i in. 2002; Alves i in. 2015; Bertotto i in. 2017; Botelho i in. 2015; Eyjólfssdóttir i in. 2009; Hirsch i in. 1999;

Huebner i in. 2011; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; Luginbuehl i in. 2015; Shin i in. 2016). W czterech przypadkach objętość jednostki treningowej została określona liczbą powtórzeń (Capelini i in. 2006; Chmielewska i in. 2016; Özengin i in. 2015; Pereira-Baldon i in. 2019). Rodzaj wykonywanych ćwiczeń mięśni dna miednicy był szczegółowo opisany w dziesięciu analizowanych artykułach. Szybkie, pojedyncze skurcze mięśni dna miednicy, tzw. ‘quick flicks’ zastosowane były w pięciu badaniach (Aukee i in. 2002; Chmielewska i in. 2016; Liu i in. 2018; Pereira i in. 2013; Wang i in. 2004). Ćwiczenie ‘quick flicks’ oraz ‘static hold’ skurcz mięśni dna miednicy trwający 60 sekund odnotowano w jednym eksperymencie (Luginbuehl i in. 2015). W czterech programach treningowych zastosowano naprzemienne skurcze trwające 10 sekund z następującym rozluźnieniem trwającym 15 sekund (Capelini i in. 2006; Huebner i in. 2011; Özengin i in. 2015; Pereira-Baldon i in. 2019).

W dokonanym przeglądzie literatury odnotowano niedostateczne zainteresowanie programami treningowymi mięśni dna miednicy w formie prewencyjnej. Tylko w trzech artykułach poddanych analizie program treningowy skierowany był do grupy zdrowych nieródek w celu zapobiegania nietrzymania moczu (Chmielewska i in. 2016; Huebner i in. 2011; Pereira-Baldon i in. 2019). Badacze szczególnie skupiają się na grupach osób ze zdiagnozowanymi dysfunkcjami. Aż 21 eksperymentów przeprowadzono wśród kobiet z dysfunkcjami dolnych dróg moczowych. Najczęściej odnotowane dysfunkcje zdiagnozowane u osób poddanych interwencji treningowej dotyczyły wysiłkowego nietrzymania moczu i nietrzymania stolca (Aukee i in. 2002; Bertotto i in. 2017; Capelini i in. 2006; Dannecker i in. 2005; Di Gangi Herms i in. 2006; Elmelund i in. 2018; Eyjólfssdóttir i in. 2009; Heidler 1986; Hirsch i in. 1999; Lee-Bognar 2009; Liu i in. 2018; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; Luginbuehl i in. 2015; McClurg i in. 2006; McClurg i in. 2008; Özengin i in. 2015; Shin i in. 2016; Terra i in. 2006; Wang i in. 2004) oraz dysfunkcji seksualnych (Piassarolli i in. 2010). Powyższe publikacje dodatkowo uwzględniały grupę kobiet chorych na stwardnienie rozsiane (Lee-Bognar 2009; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; McClurg i in. 2006; McClurg i in. 2008) oraz kobiet po udarze mózgu (Shin i in. 2016). Pozostałe cztery eksperymenty dotyczyły grupy kobiet w leczeniu wypadania narządów miednicy mniejszej (Alves i in. 2015; Özengin i in. 2015; Resende i in. 2012; Stüpp i in. 2011).

Poprawę funkcji mięśni dna miednicy po interwencji treningowej zaobserwowano w 27 eksperymentach badawczych (Alves i in. 2015; Aukee i in. 2002; Bertotto i in. 2017; Botelho i in. 2015; Capelini i in. 2006; Dannecker i in. 2005; Di Gangi Herms i in. 2006; Elmelund i in. 2018; Eyjólfssdóttir i in. 2009; Heidler 1986; Hirsch i in. 1999; Huebner i in. 2011; Lee-Bognar 2009; Liu i in. 2018; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; Luginbuehl i in. 2015;

McClurg i in. 2008; Özengin i in. 2015; Pereira i in. 2013; Pereira-Baldon i in. 2019; Piassarolli i in. 2010; Resende i in. 2012; Shin i in. 2016; Stüpp i in. 2011; Terra i in. 2006; Wang i in. 2004). Uwzględnienie w interwencji badawczej dodatkowego bodźca w postaci stymulacji elektrycznej zastosowano w ośmiu z powyższych (Elmelund i in. 2018; Eyjólfssdóttir i in. 2009; Lee-Bognar 2009; Lúcio i in. 2014; Lúcio i in. 2016; McClurg i in. 2008; Terra i in. 2006; Wang i in. 2004). W żadnej z analizowanych prac nie odnotowano negatywnych skutków zastosowania elektromiografii powierzchniowej do oceny aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy, niezależnie od tego, czy badanie wykonywane było w grupie zdrowych kobiet czy w grupie kobiet z dysfunkcjami.

3.2. Publikacja 2: "Nauczanie techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej: randomizowane badanie eksperymentalne z grupą kontrolną"

Badania dotyczące nauczania techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy przeprowadzono na grupie 98 studentek AWFIS. Analiza wyników wykazała, że co piąta badana nie potrafiła prawidłowo wykonać ćwiczenia mięśni dna miednicy. Trzy kobiety (3%) aktywizowały mięśnie dna miednicy niepoprawną techniką ćwiczeń. Natomiast prawie jedna na pięć badanych (18%) nie potrafiła zlokalizować i napiąć wybranej grupy mięśniowej. Największą skuteczność w nauczaniu techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy zaobserwowano w grupie 1. Po zrealizowaniu jednej sesji biofeedback, a następnie wykonywaniu ćwiczeń pod nadzorem instruktora w badaniu powtórzeniowym 100% grupy treningowej wykonało ćwiczenia prawidłową techniką. W grupie 2, gdzie po jednorazowej sesji biofeedback studentki ćwiczyły samodzielnie, również nastąpiła poprawa techniki. Jednakże 16% tej grupy nadal nie potrafiła wykonać poprawnie ćwiczeń w badaniu powtórzeniowym. Po interwencji w grupie 3, polegającej tylko na instruktażu słownym odnotowano niewielki regres w technice. Po sześciu tygodniach treningu 12% studentek z tej grupy nie napięła prawidłowo mięśni dna miednicy, co stanowiło pogorszenie o 2% w porównaniu z badaniem wstępnym. Aż 1/3 grupy 4 (kontrolnej) nie wykonała ćwiczeń mięśni dna miednicy prawidłową techniką w badaniu powtórzeniowym. Po sześciu tygodniach bez instruktażu i informacji zwrotnej, aż 10% więcej z nich napinała mięśnie dna miednicy w niewłaściwej kolejności lub ich w ogóle nie aktywowała.

3.3. Publikacja 3: “High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women – a randomized control trial”

Po przeprowadzeniu sześciotygodniowego eksperymentu w grupie 32 kobiet wykazano, że program aerobiku high-impact uzupełniony treningiem MDM, nie zaburza funkcji tych mięśni. Zauważono niewielką poprawę umiejętności uczestniczek w zakresie napinania i rozluźniania mięśni dna miednicy. Chociaż zmiana po interwencji nie była istotna statystycznie w grupie realizującej trening zaobserwowano wzrost wartości aktywności elektrycznej mięśni dna miednicy w skurczach oraz obniżenie tych wartości w rozluźnieniu. Ponadto w grupie treningowej średnia pięciu 10-sekundowych skurczów (contractions) wzrosła o 11,75% MVC, natomiast w grupie kobiet niećwiczących wartość tego parametru zmalała o 3,36% MVC ($p = 0.06$). Średnia pięciu 10-sekundowych rozluźnień zmalała w grupie treningowej o 4,44% MVC, a w grupie niećwiczących kobiet o 0,23% MVC ($p = 0.17$). W ćwiczeniu static hold (60-sekundowym skurczu), w grupie treningowej odnotowano wzrost wartości aktywności nerwowo-mięśniowej o 7,07% MVC, natomiast w odniesieniu do grupy niećwiczącej odnotowano spadek o 1,44% MVC ($p = 0.56$). Z kolei wartość elektryczna mięśni dna miednicy w relaksacji po 60-cio sekundowym skurczu w grupie treningowej zmalała o 3,93% MVC, a w przypadku grupy niećwiczącej wartość ta wzrosła o 1,85% MVC ($p = 0.42$). Grupa niećwiczących kobiet, która nie otrzymała żadnej interwencji, wykazywała tendencję do zmniejszenia aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy podczas 10-sekundowych skurczów w badaniu powtórzeniowym. Wszystkie badane uczestniczące w 6-tygodniowym programie aerobiku high-impact wzbogaconym trening mięśni dna miednicy utrzymały dobrą jakość życia na podstawie Incontinence Impact Questionnaire (przed: $4,4 \pm 4,54$; po: $3,66 \pm 4,82$).

4. Dyskusja

Wprowadzeniem teoretycznym do wskazanego jednotematycznego cyklu artykułów naukowych jest praca przeglądowa dotycząca charakterystyki programów treningowych mięśni dna miednicy, stosowanych w badaniach eksperymentalnych. Większość programów treningowych mięśni dna miednicy skierowanych jest do kobiet w ciąży (Barbosa i in. 2020; Dornowski i in. 2018; Pires i in. 2020) lub osób ze zdiagnozowanymi dysfunkcjami dna miednicy (Hagen i in. 2020; Liu i in. 2018; Qaseem i in. 2014). Zaskakujące jest to, że tylko w trzech analizowanych artykułach celem interwencji była profilaktyka dysfunkcji mięśni dna miednicy u zdrowych nieródek (Chmielewska i in. 2016; Huebner i in. 2011; Pereira-Baldon i in. 2019). Niepokojącą obserwacją jest to, że młode kobiety zaczynają odczuwać objawy nietrzymania moczu. W niniejszym badaniu przed interwencją 38% respondentek zgłosiło pojedyncze epizody inkontynencji, jednak żadna z badanych nie miała zdiagnozowanych dysfunkcji układu moczowego. Przedstawione wyniki badań korespondowały z badaniami innych autorów, gdzie zaobserwowano objawy wysiłkowego nietrzymania moczu u 28% (Carls, 2007) i 23% (Alves i in. 2017). Coraz więcej badań naukowych potwierdza pozytywne efekty różnych programów treningowych na poprawę kondycji tej grupy mięśniowej (Bhat i in. 2016; Preda i Mareira 2019; Woodley i in. 2020). Aby porównać i skutecznie wdrożyć dany program treningowy konieczny jest szczegółowy opis jednostki treningowej zawierający informacje o częstotliwości, intensywności, czasie trwania i rodzaju ćwiczeń zgodnie z zasadą FIIT (ang. frequency, intensity, time and type) (Saltiel i in. 2018; Thompson, 2010).

W dostępnej literaturze brak jest badań przedstawiających podsumowanie programów treningowych mięśni dna miednicy z wykorzystaniem elektromiografii powierzchniowej u kobiet niebędących w ciąży. Z analizy wynika, że autorzy zwykle skupiają się na opisie wyników przeprowadzonego eksperymentu, pomijając szczegółowe informacje dotyczące zastosowanej interwencji treningowej. Niedostateczny opis zastosowanego programu treningowego uniemożliwia replikację ćwiczeń innym badaczom, fizjoterapeutom i instruktorom rekreacji ruchowej. W związku z tym, iż w 2016 roku zostały scharakteryzowane standardy opisywania różnorodnych programów treningowych w badaniach eksperymentalnych (Slade i in. 2016), należałoby oczekiwać w kolejnych pracach badawczych szczegółowych informacji na temat zastosowanych środków i metod w programach treningowych mięśni dna miednicy.

Największe różnice wśród analizowanych komponentów zaobserwowano w całkowitym czasie trwania stosowanego programu treningowego. Najdłużej trwający program treningowy mięśni dna miednicy trwał 26 tygodni (Hirsch i in. 1999), a najkrótszy 4 tygodnie (Heidler i in. 1986). Oba eksperymenty zostały przeprowadzone na grupie kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu. Należałoby określić optymalny czas trwania programu treningowego, do zrealizowania określonego celu profilaktycznego lub medycznego zakładającego poprawę czynności mięśni dna miednicy. Niestety w znacznej części analizowanych publikacji zabrakło nie tylko opisów komponentów treningowych, ale również zastosowano nieodpowiednią terminologię wprowadzając dodatkowe wątpliwości określające efektywność danego treningu (Frawley i in. 2017).

Jednym z istotniejszych zagadnień, na które zwrócono uwagę w procesie badawczym było określenie najskuteczniejszego instruowania i metody nauczania prawidłowej techniki napinania oraz rozluźniania mięśni dna miednicy u aktywnych fizycznie nieródek. Uzyskanie tych umiejętności może być jednym z podstawowych gwarantów odpowiedniej efektywności treningowej. Wyniki podjętych przeze mnie badań jednoznacznie wskazały, że młode nieródki nie posiadają umiejętności świadomego kontrolowania napięcia mięśni dna miednicy.

Kobiety planujące macierzyństwo powinny mieć świadomość, że zmiany zachodzące w mięśniach dna miednicy w czasie ciąży mogą zwiększać ryzyko nietrzymania moczu (Ghetti, 2017). Nie tylko świadomość, ale praktyczne umiejętności ćwiczeń MDM powinny posiadać nie tylko kobiety przed planowaną ciążą, ale również uprawiające wyczynowo, jak i rekreacyjnie sport.

Znaczna liczba przebadanych studentek niepotrafiących prawidłowo wykonać ćwiczeń mięśni dna miednicy wskazuje na potrzebę uzupełnienia programów edukacyjnych na wszystkich szczeblach zwłaszcza o profilu sportowym.

Podsumowując wyniki badań na podstawie przeprowadzonego eksperymentu można stwierdzić, że najefektywniejszym programem treningowo-edukacyjnym było połączenie jednorazowej sesji EMG biofeedback z ciągłym nadzorem instruktora podczas 6-cio tygodniowego treningu mięśni dna miednicy. W związku z powyższym kompetencje do prowadzenia ćwiczeń mięśni dna miednicy mogą być wysoce pożądane na rynku prozdrowotnych usług rekreacyjnych. Uzasadnione zatem jest promowanie doskonalenia zawodowego ukierunkowanego na uzyskiwanie kwalifikacji zawodowych Specjalisty ćwiczeń mięśni dna miednicy (Szumilewicz, 2015). Badania dotyczące świadomości i wiedzy z zakresu funkcjonowania mięśni dna miednicy przeprowadzone wśród młodych aktywnych

fizycznie kobiet, wykazały braki edukacyjne w tym temacie. Ponad połowa respondentek przyznała, że nie wie jaką funkcję pełnią mięśnie dna miednicy, część z nich dodatkowo nie знаła lokalizacji tej grupy mięśniowej (11%). Aż 89% przyszłych specjalistów rekreacji ruchowej przyznało, że temat mięśni dna miednicy i ich wpływu na jakość życia powinien być uwzględniany w programach edukacyjnych (Szumilewicz i in. 2019b).

W badaniach potwierdzono, że uczestnictwo w aerobiku high-impact nie pogarsza funkcji mięśni dna miednicy, jeżeli program treningowy uzupełniony jest treningiem mięśni dna miednicy. Uzyskane wyniki odpowiadały badaniom przeprowadzonym przez Chmielewską (2016), w których również zaobserwowano pozytywny wpływ treningu mięśni dna miednicy wspomagany metodą biofeedback, na poprawę nauki prawidłowej techniki ćwiczeń w grupie zdrowych kobiet (Chmielewska i in. 2016). W oparciu o wyniki zaprezentowane w Pub. 3, zalecenia innych autorów dotyczące uczestnictwa w aerobiku o niskiej intensywności w celach zapobiegania pogorszeniu dysfunkcjom dna miednicy wydają się być bezzasadne (Pelaez i in. 2014; Sangsawang i in. 2016; Stafne i in. 2012). Niemniej jednak programy ćwiczeń o niskiej intensywności nie spełniają oczekiwań rekreacyjnych wielu młodych kobiet. Realizacja programów profilaktyczno-promocyjnych akcentujących odpowiednią aktywność fizyczną może zapobiegać wyraźnemu pogorszeniu jakości życia (Duda 2009).

Mając na uwadze wnioski z licznych badań potwierdzających korzystne zmiany wskaźników zdrowia zaobserwowane po treningu o wysokiej intensywności (Kostrzewa-Nowak i in. 2015; Nowak i in. 2016), nie należy ograniczać uczestnictwa kobiet w tego typu formach ćwiczeń. Istotne jest jednak, aby zmniejszyć ryzyko działań niepożądanych związanych z dysfunkcją mięśni dna miednicy (Carvalhais i in. 2018; Szumilewicz i in. 2019a).

Program treningowy mięśni dna miednicy powinien być wkomponowany w grupowe ćwiczenia ruchowe dostępne w klubach fitness. Dlatego pierwszym etapem moich badań było określenie efektywności zastosowanego programu MDM będącego częścią aerobiku high-impact. W dalszych badaniach zakładam przebadanie zastosowanego treningu mięśni dna miednicy w różnych formach rekreacji ruchowej oraz wykorzystania poza kwestionariuszami dotyczącymi wpływu nietrzymania moczu na jakość życia obiektywnego narzędzia, testu wkładkowego.

Przedstawiony cykl publikacji pozwolił na zrealizowanie stawianych celów badań oraz zweryfikowanie wszystkich hipotez badawczych.

5. Wnioski

Uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań, sugerują następujące wnioski:

1. Autorzy badań eksperymentalnych dotyczących treningu mięśni dna miednicy z wykorzystaniem sEMG skupiają się na opisie odnotowanych efektów, pomijając znaczną część informacji o zastosowanej interwencji treningowej. Brak pełnego opisu wszystkich komponentów treningowych (częstotliwość, intensywność, czas trwania i rodzaj ćwiczeń) uniemożliwia replikację treningu.
2. Wykazano niedostateczne zainteresowanie programami treningu mięśni dna miednicy jako formy prewencji nietrzymania moczu. Badacze koncentrują się zwykle na programach treningowych przeznaczonych dla grupy kobiet ze zdiagnozowanymi dysfunkcjami dolnych dróg moczowych. Zagadnienie to sugeruje potrzebę podjęcia stosownych działań poprzez realizację programów profilaktyczno-edukacyjnych. Brak takich działań prowadzić może do wyraźnego pogorszenia jakości życia kobiet.
3. Parametry czasowe sygnału sEMG przełożone na kolejność włączania analizowanych mięśni, umożliwiły sprawdzenie wykonania poszczególnych ćwiczeń pod względem technicznym. Stwierdzono, że znaczna część aktywnych fizycznie nieródek nie potrafiła prawidłowo zlokalizować i napiąć mięśni dna miednicy. Co piąta badana nie wykonała poprawnie poszczególnych zadań ruchowych. Ten problem wymaga zwiększenia świadomości i edukacji w zakresie prozdrowotnych ćwiczeń wśród młodych aktywnych fizycznie kobiet.
4. Uzyskane wyniki z eksperymentu przeprowadzonego na czterech grupach kobiet, pozwoliły na zweryfikowanie najbardziej efektywnego programu treningowo-edukacyjnego w celu poprawy techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy. Wykazano, że największa skuteczność w nauczaniu prawidłowej techniki napięć mięśni dna miednicy wystąpiła w grupie, u której zastosowano sesję biofeedback oraz zrealizowano 6-cio tygodniowy program treningowy pod nadzorem wykwalifikowanego instruktora.
5. Zmiany w parametrach aktywności nerwowo-mięśniowej u aktywnych fizycznie nieródek regularnie uczestniczących w aerobiku high-impact, uzupełnionym ćwiczeniami mięśni dna miednicy okazały się nieistotne statystycznie. W przeciwieństwie do wielu doniesień naukowych dotyczących negatywnego wpływu intensywnej aktywności fizycznej na funkcję mięśni dna miednicy, nie odnotowano

tego typu zmian. Przeciwnie, zaobserwowano tendencję poprawy umiejętności kontrolowania napięcia i rozluźnienia mięśni dna miednicy w grupie treningowej.

6. Uzupełnienie programu aerobiku high-impact, ćwiczeniami mięśni dna miednicy umożliwia uczestnictwo w aktywności fizycznej o dużym obciążeniu na dno miednicy, nie powodując symptomów nietrzymania moczu. Programy treningowo-edukacyjne mięśni dna miednicy powinny być wdrożone w różnego rodzaju zajęcia prozdrowotne.

- Almeida, M.B., Barra, A.A., Saltiel, F., Silva-Filho, A.L., Fonseca, A.M., Figueiredo, E.M. (2016). Urinary incontinence and other pelvic floor dysfunctions in female athletes in Brazil: A cross-sectional study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(9), 1109-1116. DOI: 10.1111/sms.12546.
- Alves, F.K., Riccetto, C., Adami, D.B., Marques, J., Pereira, L.C., Palma, P., Botelho, S. (2015). A pelvic floor muscle training program in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Maturitas*, 81(2), 300-305. DOI: 10.1016/j.maturitas.2015.03.006.
- Alves, J.O., Luz, S.T.D., Brandão, S., Da Luz, C.M., Jorge, R.N., Da Roza, T. (2017). Urinary Incontinence in Physically Active Young Women: Prevalence and Related Factors. *International Journal of Sports Medicine*, 38(12), 937-941. DOI: 10.1055/s-0043-115736.
- Arnouk, A., De, E., Rehfuss, A., Cappadocia, C., Dickson, S., Lian, F. (2017). Physical, Complementary, and Alternative Medicine in the Treatment of Pelvic Floor Disorders. *Current Urology Reports*, 18(6), 47-51. DOI: 10.1007/s11934-017-0694-7.
- Aukee, P., Immonen, P., Penttinen, J., Laippala, P., Airaksinen, O. (2002). Increase in pelvic floor muscle activity after 12 weeks' training: a randomized prospective pilot study. *Urology*, 60(6), 1020-1024. DOI: 10.1016/s0090-4295(02)02125-8.
- Barbosa, A.M., Enriquez, E.M., Rodrigues, M.R., Prudencio, C.B., Atallah, Á.N., Reyes, D.R., Hallur, R.L., Nunes, S.K., Pinheiro, F.A., Filho, C.I., Andrade, G.L., Berghmans, B., Bie, R., Lima, S.A., Rudge, M.V. (2020). Effectiveness of the pelvic floor muscle training on muscular dysfunction and pregnancy specific urinary incontinence in pregnant women with gestational diabetes mellitus: A systematic review protocol. *Public Library of Science*, 15(12), e0241962. DOI: 10.1371/journal.pone.0241962.
- Batista, R.L., Franco, M.M., Naldoni, L.M., Duarte, G., Oliveira, A.S., Ferreira, C.H. (2011). Biofeedback and the electromyographic activity of pelvic floor muscles in pregnant women. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 15(5), 386-392.
- Bazi, T., Takahashi, S., Ismail, S., Bø, K., Ruiz-Zapata, A.M., Duckett, J., Kammerer-Doak, D. (2016). Prevention of pelvic floor disorders: international urogynecological association research and development committee opinion. *International Urogynecology Journal*, 27(12), 1785-1795. DOI: 10.1007/s00192-016-2993-9.

- Bertotto, A., Schwartzman, R., Uchôa, S., Wender, M.C. (2017). Effect of electromyographic biofeedback as an add-on to pelvic floor muscle exercises on neuromuscular outcomes and quality of life in postmenopausal women with stress urinary incontinence: A randomized controlled trial. *Neurourology Urodynamics*, 36(8), 2142-2147. DOI: 10.1002/nau.23258.
- Bękarska, M., Ciepiela, K., Michałek, T. (2020). Raport „Pacjent z NTM w systemie opieki zdrowotnej 2020”, *Stowarzyszenie Osób z NTM „UroConti”*, Warszawa, 6-8.
- Bhat, C., Khan, M., Ballala, K., Kamath, A., Pandey, D. (2016). Reduced Pelvic Floor Muscle Tone Predisposes to Persistence of Lower Urinary Tract Symptoms after Puerperium. *Scientifica*, 5705186. DOI: 10.1155/2016/5705186.
- Błudnicka, M., Piernicka, M., Szumilewicz, A. (2019). The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women : a narrative review. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 11(4), 87-95.
- Bø, K. (2004). Urinary incontinence, pelvic floor dysfunction, exercise and sport. *Sports Medicine*, 34(7), 451-464.
- Bø, K. (2014). Physiotherapy for Urinary Incontinence and Urogenital Prolapse. *The Global Library of Women's Medicine's*, 1756-2228, DOI 10.3843/GLOWM.10480.
- Bø, K., Nygaard, I.E. (2020). Is Physical Activity Good or Bad for the Female Pelvic Floor? A Narrative Review. *Sports Medicine*, 50(3), 471-484. DOI: 10.1007/s40279-019-01243-1.
- Bochenek, A., Reicher, M. (2020), *Anatomia człowieka część II*. Warszawa: PZWL, Warszawa. Wydanie X.
- Booth, M. Assessment of physical activity: an international perspective. (2000). *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2), 114-120. DOI: 10.1080/02701367.2000.11082794.
- Botelho, S., Martinho, N.M., Silva, V.R., Marques, J., Carvalho, L.C., Riccetto, C. (2015). Virtual reality: a proposal for pelvic floor muscle training. *International Urogynecology Journal*, 26(11), 1709-12. DOI: 10.1007/s00192-015-2698-5.
- Capelini, M.V., Riccetto, C.L., Dambros, M., Tamanini, J.T., Herrmann, V., Muller, V. (2006). Pelvic floor exercises with biofeedback for stress urinary incontinence. *International Brazilian Journal of Urology*, 32(4), 462-469. DOI: 10.1590/s1677-55382006000400015.

- Carls, C. (2007). The Prevalence of Stress Urinary Incontinence in High School and College-Age Female Athletes in the Midwest: Implications for Education and Prevention. *Urologic Nursing*, 27, 21-24.
- Carvalhais, A., Natal Jorge, R., Bø, K. (2018). Performing high-level sport is strongly associated with urinary incontinence in elite athletes: a comparative study of 372 elite female athletes and 372 controls. *British Journal of Sports Medicine*, 52(24), 1586-1590. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097587.
- Chiarelli, P., Murphy, B., Cockburn, J. (2003). Women's knowledge, practises, and intentions regarding correct pelvic floor exercises. *Neurourology and Urodynamics*, 22(3), 246-9. DOI: 10.1002/nau.10119.
- Chmielewska, D., Stania, M., Smykla, A., Kwaśna, K., Błaszczak, E., Sobota, G., Skrzypulec-Plinta, V. (2016). Bioelectrical activity of the pelvic floor muscles after 6-week biofeedback training in nulliparous continent women. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(3), 105-113.
- Corcos, J., Behloul, H., Beaulieu, S. (2002). Identifying cut-off scores with neural networks for interpretation of the incontinence impact questionnaire. *Neurourology and Urodynamics*, 21(3), 198-203. DOI: 10.1002/nau.10005.
- Dannecker, C., Wolf, V., Raab, R., Hepp, H., Anthuber, C. (2005). EMG-biofeedback assisted pelvic floor muscle training is an effective therapy of stress urinary or mixed incontinence: a 7-year experience with 390 patients. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 73(2), 93-97. DOI: 10.1007/s00404-005-0011-4.
- Di Gangi Herms, A.M., Veit, R., Reisenauer, C., Herms, A., Grodd, W., Enck, P., Stenzl, A., Birbaumer, N. (2006). Functional imaging of stress urinary incontinence. *Neuroimage*, 29(1), 267-75. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.07.018.
- Ding, S. (2017). Pelvic floor biofeedback therapy in pelvic floor diseases. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi*, 20(12), 1351-1354.
- Dornowski, M., Sawicki, P., Wilczyńska, D., Vereshchaka, I., Piernicka, M., Błudnicka, M., Worska, A., Szumilewicz, A. (2018). Six-Week Pelvic Floor Muscle Activity (sEMG) Training in Pregnant Women as Prevention of Stress Urinary Incontinence. *Medical Science Monitor*, 14(24), 5653-5659. DOI: 10.12659/MSM.911707.
- Duda, B. (2009). Aktywność, sprawność i wydolność fizyczna a komponenty morfologiczne u osób w wieku średnim. Wydawnictwo Uczelniane AWFis Gdańsk, 123-124.

- Dumoulin, C., Cacciari, L.P., Hay-Smith, E.J.C. (2018). Pelvic floor muscle training versus no treatment, or inactive control treatments, for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 10(10), CD005654. DOI: 10.1002/14651858.CD005654
- Elena, S., Dragana, Z., Ramina, S., Evgeniia, A., Orazov, M. (2020). Electromyographic Evaluation of the Pelvic Muscles Activity After High-Intensity Focused Electromagnetic Procedure and Electrical Stimulation in Women With Pelvic Floor Dysfunction. *Sexual Medicine*, 8(2), 282-289. DOI: 10.1016/j.esxm.2020.01.004.
- Elmelund, M., Biering-Sørensen, F., Due, U., Klarskov, N. (2018). The effect of pelvic floor muscle training and intravaginal electrical stimulation on urinary incontinence in women with incomplete spinal cord injury: an investigator-blinded parallel randomized clinical trial. *International Urogynecology Journal*, 29(11), 1597-1606. DOI: 10.1007/s00192-018-3630-6.
- Eyjólfsdóttir, H., Ragnarsdóttir, M., Geirsson, G. (2009). Pelvic floor muscle training with and without functional electrical stimulation as treatment for stress urinary incontinence. *Laeknabladid*, 95, 575-580.
- Frawley, H.C., Dean, S.G., Slade, S.C., Hay-Smith, E.J. (2017). Is Pelvic-Floor Muscle Training a Physical Therapy or a Behavioral Therapy? A Call to Name and Report the Physical, Cognitive, and Behavioral Elements. *Physical Therapy*, 97(4), 425-437. DOI: 10.1093/ptj/pzx006.
- Ghetti, C. (2017). Pelvic Floor Changes in First Pregnancy: How Do They Affect Quality of Life? *Obstetrics & Gynecology*, 34, 3-4.
- Glazer, H., Marinoff, S.C., Sleight, I.J. (2002). Web-enabled Glazer surface electromyographic protocol for the remote, real-time assessment and rehabilitation of pelvic floor dysfunction in vulvar vestibulitis syndrome. A case report. *Journal of Reproductive Medicine*, 47(9), 728–730.
- Glazer, H., Romanzi, L., Polaneczky, M. (1999). Pelvic floor muscle surface electromyography. Reliability and clinical predictive validity. *Journal of Reproductive Medicine*, 44(9), 779-82.
- Hagen, S., Elders, A., Stratton, S., Sergenson, N., Bugge, C., Dean, S., Hay-Smith, J., Kilonzo, M., Dimitrova, M., Abdel-Fattah, M., Agur, W., Booth, J., Glazener, C., Guerrero, K., McDonald, A., Norrie, J., Williams, L.R., McClurg, D. (2020). Effectiveness of pelvic floor muscle training with and without electromyographic

- biofeedback for urinary incontinence in women: multicentre randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 14, 371:m3719. DOI: 10.1136/bmj.m3719.
- Halski, T., Słupska, L., Dymarek, R., Bartnicki, J., Halska, U., Król, A., Paprocka-Borowicz, M., Dembowski, J., Zdrojowy, R., Ptaszkowski, K. (2014). Evaluation of bioelectrical activity of pelvic floor muscles and synergistic muscles depending on orientation of pelvis in menopausal women with symptoms of stress urinary incontinence: a preliminary observational study. *BioMed Research International*, 4, 274938. DOI: 10.1155/2014/274938.
- Hay-Smith, E., BØ, K., Berghmans, L., Hendriks, H. (2001). Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Systematic Reviews*, (1), CD001407.
- Heidler, H. (1986). Modification of urge incontinence by biofeedback mechanisms. *Der Urologe*, 25, 267-270.
- Herderschee, R., Hay-Smith, E.C., Herbison, G.P., Roovers, J.P., Heineman, M.J. (2013). Feedback or biofeedback to augment pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women: shortened version of a Cochrane systematic review. *Neurourology and Urodynamics*, 32(4), 325-9. DOI: 10.1002/nau.22329.
- Hermens, H.J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 10(5), 361-374. DOI: 10.1016/s1050-6411(00)00027-4.
- Hirsch, A., Weirauch, G., Steimer, B., Bihler, K., Peschers, U., Bergauer, F., Leib, B., Dimpfl, T. (1999). Treatment of female urinary incontinence with EMG-controlled biofeedback home training. *International urogynecology journal and pelvic floor dysfunction*, 10(1), 7-10. DOI: 10.1007/pl00004015.
- Huebner, M., Riegel, K., Hinninghofen, H., Wallwiener, D., Tunn, R., Reisenauer, C. (2011). Pelvic floor muscle training for stress urinary incontinence: a randomized, controlled trial comparing different conservative therapies. *Physiotherapy Research International*, 16(3), 133-140. DOI: 10.1002/pri.489.
- Ignasiak, Z. (2013). Anatomia układu ruchu - wydanie II. *Wrocław: Elsevier Urban & Partner*, 159-161.
- Kegel, A.H. (1948). Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 56, 238-248. DOI: 10.1016/0002-9378(48)90266-x.

- Keshwani, N., McLean, L. (2015). State of the art. review: Intravaginal probes for recording electromyography from the pelvic floor muscles. *Neurourology and Urodynamics*, 34(2), 104-12. DOI: 10.1002/nau.22529.
- Konrad, P. (2007). The ABC of EMG. A practical introduction to kinesiological electromyography. Noraxon INC. USA., *Technomex Sp. z o.o., Gliwice*, 42-45.
- Kopańska, M., Torices, S., Czech, J., Koziara, W., Toborek, M., Dobrekiet, Ł. (2020). Urinary incontinence in women: biofeedback as an innovative treatment method. *Therapeutic Advances in Urology*, (12), 1756287220934359. DOI: 10.1177/1756287220934359.
- Kostrzewa-Nowak, D., Nowak, R., Jastrzębski, Z., Zarębska, A., Bichowska, M., Drobnik-Kozakiewicz, I., Radzimiński, Ł., Leońska-Duniec, A., Ficek, K., Ciężczyk, P. (2015). Effect of 12-week-long aerobic training programme on body composition, aerobic capacity, complete blood count and blood lipid profile among young women. *Biochemia Medica*, (1), 103-113. DOI: 10.11613/BM.2015.013.
- Lee-Bognar, E. (2009). Electrical stimulation is a useful adjunct in the management of urinary incontinence in people with multiple sclerosis. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(1), 55-62. DOI: 10.1016/s0004-9514(09)70063-7.
- Liu, Y.J., Wu, W.Y., Hsiao, S.M., Ting, S.W., Hsu, H.P., Huang, C.M. (2018). Efficacy of pelvic floor training with surface electromyography feedback for female stress urinary incontinence. *International Journal of Nursing Practice*, 24(6), e12698. DOI: 10.1111/ijn.12698.
- Lúcio, A., D'Ancona, C.A., Lopes, M.H., Perissinotto, M.C., Damasceno, B.P. (2014). The effect of pelvic floor muscle training alone or in combination with electrostimulation in the treatment of sexual dysfunction in women with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 20(13), 1761-1768. DOI: 10.1177/1352458514531520.
- Lúcio, A., D'ancona, C.A., Perissinotto, M.C., McLean, L., Damasceno, B.P., de Moraes Lopes, M.H. (2016). Pelvic Floor Muscle Training With and Without Electrical Stimulation in the Treatment of Lower Urinary Tract Symptoms in Women With Multiple Sclerosis. *Journal of Wound Ostomy and Continence Nursing*, 43(4), 414-419. DOI: 10.1097/WON.0000000000000223.
- Luginbuehl, H., Lehmann, C., Baeyens, J.P., Kuhn, A., Radlinger, L. (2015). Involuntary reflexive pelvic floor muscle training in addition to standard training versus standard

- training alone for women with stress urinary incontinence: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 16, 524-531. DOI: 10.1186/s13063-015-1051-0.
- Madill, S.J., Harvey, M.A., McLean, L. (2009). Women with SUI demonstrate motor control differences during voluntary pelvic floor muscle contractions. *International Urogynecology Journal and Pelvic Floor Dysfunction*, 20(4), 447-59.
- Marques, A., Stothers, L., Macnab, A. (2010). The status of pelvic floor muscle training for women. *Canadian Urological Association Journal*, 4(6), 419-24. DOI: 10.5489/cuaj.10026.
- McClurg, D., Ashe, R.G., Lowe-Strong, A.S. (2008). Neuromuscular electrical stimulation and the treatment of lower urinary tract dysfunction in multiple sclerosis--a double blind, placebo controlled, randomised clinical trial. *Neurourology and Urodynamics*, 27, 231-7. DOI: 10.1002/nau.20486.
- McClurg, D., Ashe, R.G., Marshall, K., Lowe-Strong, A.S. (2006). Comparison of pelvic floor muscle training, electromyography biofeedback, and neuromuscular electrical stimulation for bladder dysfunction in people with multiple sclerosis: a randomized pilot study. *Neurourology and Urodynamics*, 25(4), 337-348. DOI: 10.1002/nau.20209.
- Miller, J. (2013). On Pelvic Floor Muscle function and Stress Urinary Incontinence: Effects of Posture, Parity and Volitional Control, Dissertation. *University of Michigan*, 145-157.
- Nazmi, N., Abdul Rahman, M.A., Yamamoto, S., Ahmad, S.A., Zamzuri, H., Mazlan, S.A. (2016). A Review of Classification Techniques of EMG Signals during Isotonic and Isometric Contractions. *Sensors (Basel)*, 16(8), 1304. DOI: 10.3390/s16081304.
- Newman, D. (2014). Pelvic floor muscle rehabilitation using biofeedback. *Urologic Nursing*, 34(4), 193-202.
- Nowak, R., Kostrzewa-Nowak, D., Jastrzębski, Z., Zarębska, A., Ficek, K., Ciężczyk, P. (2016). High and low impact aerobic exercise as a method of early prevention of hypercholesterolaemia development among young women. *Human Movement*, 17, 242.
- Opara, J., Socha, T., Poświata, A. (2013). Pelvic floor muscle exercise as the best stress urinary incontinence prevention method in women practising competitive sport. *Physiotherapy*, 21(2), 57-67. DOI: 10.2478/physio-2013-0011.

- Opara, J., Socha, T., Prajsner, A., Poświata, A. (2012). Fizjoterapia w wysiłkowym nietrzymaniu moczu u kobiet Część III. Elektrostymulacja w wysiłkowym nietrzymaniu moczu. *Fizjoterapia*, 20(1), 79-86.
- O'Toole, J. (2016). Pelvic floor exercises for women tips and tricks. *Australian Nursing & Midwifery Journal*, 24(1), 44-44.
- Özengin, N., Ün Yıldırım, N., Duran, B. (2015). A comparison between stabilization exercises and pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse. *Turkish Journal Of Obstetrics And Gynecology*, 12(1), 11-17. DOI: 10.4274/tjod.74317.
- Park, S.H., Kang, C.B., Jang, S.Y., Kim, B.Y. (2013). Effect of Kegel exercise to prevent urinary and fecal incontinence in antenatal and postnatal women: systematic review. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 43(3), 420-430.
- Pelaez, M., Gonzalez-Cerron, S., Montejo, R., Barakat, R. (2014). Pelvic floor muscle training included in a pregnancy exercise program is effective in primary prevention of urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Neurourology and Urodynamics*, 33(1), 67-71. DOI: 10.1002/nau.22381.
- Pereira, V.S., de Melo, M.V., Correia, G.N., Driusso, P. (2013). Long-term effects of pelvic floor muscle training with vaginal cone in post-menopausal women with urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Neurourology and Urodynamics*, 32(1), 48-52. DOI: 10.1002/nau.22271.
- Pereira-Baldon, V.S., Avila, M.A., Dalarmi, C.B., de Oliveira, A.B., Driusso, P. (2019). Effects of different regimens for pelvic floor muscle training in young continent women: Randomized controlled clinical trial. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 44, 31-35. DOI: 10.1016/j.jelekin.2018.11.008.
- Piassarolli, V.P., Hardy, E., Andrade, N.F., Ferreira, N., Osis, M.J. (2010). Pelvic floor muscle training in female sexual dysfunction. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 32(5), 234-240. DOI: 10.1590/s0100-72032010000500006.
- Piernicka, M., Duda-Biernacka, B., Błudnicka, M., Szumilewicz, A. (2020). The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women : a systematic review. *Iranian Journal of Public Health*, 49(6), 1022-1032. DOI: 10.18502/ijph.v49i6.3353.
- Pires, T.F., Pires, P.M., Costa, R., Viana, R. (2020). Effects of pelvic floor muscle training in pregnant women. *Porto Biomedical Journal*, 5(5), e077. DOI: 10.1097/j.pbj.0000000000000077.

- Pomian, A., Lisik, W., Kosieradzki, M., Barcz, E. (2016). Obesity and Pelvic Floor Disorders: A Review of the Literature. *Medical Science Monitor*, 22, 1880-1886. DOI: 10.12659/msm.896331.
- Preda, A., Moreira, S. (2019). Stress Urinary Incontinence and Female Sexual Dysfunction: The Role of Pelvic Floor Rehabilitation. *Acta Medica Portuguesa*, 32(11), 721-726. DOI: 10.20344/amp.12012.
- Price, N., Dawood, R., Jackson, S.R. (2010). Pelvic floor exercise for urinary incontinence A systematic literature review. *Maturitas*, 67(4), 309-15.
- Qaseem, A., Dallas, P., Forciea, M.A., Starkey, M., Denberg, T.D., Shekelle, P. (2014). Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians. Nonsurgical management of urinary incontinence in women: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, 161(6), 429-40. DOI: 10.7326/M13-2410.
- Resende, A.P., Stüpp, L., Bernardes, B.T., Oliveira, E., Castro, R.A., Girão, M.J., Sartori, M.G. (2012). Can hypopressive exercises provide additional benefits to pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse? *Neurourology and Urodynamics*, 31(1), 121-125. DOI: 10.1002/nau.21149.
- Ribeiro, A.M., Mateus-Vasconcelos, E.C., da Silva, T.D., de Oliveira Brito, L.G., de Oliveira, H.F. (2018). Functional assessment of the pelvic floor muscles by electromyography: Is there a normalization in data analysis? A systematic review. *Fisioterapia e Pesquisa*, 25, 88–99.
- Saltiel, F., Miranda-Gazzola, A.P., Vitória, R.O., Figueiredo, E.M. (2018). Terminology of Pelvic Floor Muscle Function in Women With and Without Urinary Incontinence: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 98(10), 876-890. DOI: 10.1093/ptj/pzy084.
- Sangsawang, B., Sangsawang, N. (2016). Is a 6-week supervised pelvic floor muscle exercise program effective in preventing stress urinary incontinence in late pregnancy in primigravid women?: a randomized controlled trial. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 197, 103-110. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2015.11.039.
- Shin, D.C., Shin, S.H., Lee, M.M., Lee, K.J., Song, C.H. (2016). Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in female stroke patients: a randomized, controlled and blinded trial. *Clinical Rehabilitation*, 30(3), 259-267. DOI: 10.1177/0269215515578695.

- Slade, S.C., Dionne, C.E., Underwood, M., Buchbinder, R., Beck, B., Bennell, K., Brosseau, L., Costa, L., Cramp, F., Cup, E., Feehan, L., Ferreira, M., Forbes, S., Glasziou, P., Habets, B., Harris, S., Hay-Smith, J., Hillier, S., Hinman, R., Holland, A., Hondras, M., Kelly, G., Kent, P., Lauret, G.J., Long, A., Maher, C., Morso, L., Osteras, N., Peterson, T., Quinlivan, R., Rees, K., Regnaud, J.P., Rietberg, M., Saunders, D., Skoetz, N., Sogaard, K., Takken, T., van Tulder, M., Voet, N., Ward, L., White, C. (2016). Consensus on Exercise Reporting Template (CERT): Modified Delphi Study. *Physical Therapy*, 96(10), 1514-1524. DOI: 10.2522/ptj.20150668.
- Stafne, S.N., Salvesen, K.A., Romundstad, P.R., Torjusen, I.H., Mørkved, S. (2012). Does regular exercise including pelvic floor muscle training prevent urinary and anal incontinence during pregnancy? A randomised controlled trial. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 119(10), 1270-80. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2012.03426.x.
- Stüpp, L., Resende, A.P., Oliveira, E., Castro, R.A., Girão, M.J., Sartori, M.G. (2011). Pelvic floor muscle training for treatment of pelvic organ prolapse: an assessor-blinded randomized controlled trial. *International Urogynecology Journal*, 22(10), 1233-1239. DOI: 10.1007/s00192-011-1428-x.
- Sung, V., Hampton, B. (2009). Epidemiology of pelvic floor dysfunction. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 36, 421-443. DOI: 10.1016/j.ogc.2009.08.002.
- Szumilewicz, A. (2015). Kwalifikacje w rekreacji ruchowej na przykładzie fitnessu oraz prenatalnej i postnatalnej aktywności fizycznej. W: Chłoń-Domińczak, A., Fandrejewska, A., red. W drodze do Polskiej Ramy Kwalifikacji. Dobre praktyki w systemie kwalifikacji. *Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych*, 43-57.
- Szumilewicz, A., Dornowski, M., Piernicka, M., Worska, A., Kuchta, A., Kortas, J., Błudnicka, M., Radziński, Ł., Jastrzębski, Z. (2019a). High-Low Impact Exercise Program Including Pelvic Floor Muscle Exercises Improves Pelvic Floor Muscle Function in Healthy Pregnant Women - A Randomized Control Trial. *Frontiers in Physiology*, 9, 1867. doi: 10.3389/fphys.2018.01867.
- Szumilewicz, A., Hopkins, W.G., Dornowski, M., Piernicka, M. (2019b). Exercise Professionals Improve Their Poor Skills in Contracting Pelvic-Floor Muscles: A Randomized Controlled Trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(4), 641-650. DOI: 10.1080/02701367.2019.1642993.
- Terra, M.P., Dobben, A.C., Berghmans, B., Deutekom, M., Baeten, C.G., Janssen, L.W., Boeckstaens, G.E., Engel, A.F., Felt-Bersma, R.J., Slors, J.F., Gerhards, M.F.,

- Bijnen, A.B., Everhardt, E., Schouten, W.R., Bossuyt, P.M., Stoker, J. (2006). Electrical stimulation and pelvic floor muscle training with biofeedback in patients with fecal incontinence: a cohort study of 281 patients. *Diseases of the Colon & Rectum*, 49(8), 1149-1159. DOI: 10.1007/s10350-006-0569-3.
- Thompson, R.W. (2010). ACSM's Resources for the Personal Trainer-third edition. *Philadelphia: American College of Sports Medicine*, 332-434.
- Tran, L.N., Puckett, Y. (2021). Urinary Incontinence. In: StatPearls. Treasure Island, PMID: 32644521.
- Uebersax, J.S., Wyman, J.F., Shumaker, S.A., McClish, D.K., Fantl, J.A. (1995). Short forms to assess life quality and symptom distress for urinary incontinence in women: the Incontinence Impact Questionnaire and the Urogenital Distress Inventory. Continence Program for Women Research Group. *Neurourology and Urodynamics*, 14(2), 131-139. DOI: 10.1002/nau.1930140206.
- Wang, A.C., Wang, Y.Y., Chen, M.C. (2004). Single-blind, randomized trial of pelvic floor muscle training, biofeedback-assisted pelvic floor muscle training, and electrical stimulation in the management of overactive bladder. *Urology*, 63(1), 61-66. DOI: 10.1016/j.urology.2003.08.047.
- Woodley, S.J., Lawrenson, P., Boyle, R., Cody, J.D., Mørkved, S., Kernohan, A., Hay-Smith, E.J.C. (2020). Pelvic floor muscle training for preventing and treating urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 12(12), CD007471. DOI: 10.1002/14651858.CD007471.
- Özengin, N., Ün Yıldırım, N., Duran, B. (2015). A comparison between stabilization exercises and pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse. *Turkish Journal Of Obstetrics And Gynecology*, 12(1), 11-17. DOI: 10.4274/tjod.74317.

Streszczenie

Utrzymanie prawidłowej funkcji mięśni dna miednicy znacząco wpływa na jakość życia kobiet, które ze względów biologicznych są szczególnie narażone na dysfunkcje mięśni dna miednicy. Trening tych mięśni zalecany jest w prewencji i terapii dysfunkcji mięśni dna miednicy. Najprawdopodobniej ze względu na intymność położenia, ćwiczenia fizyczne na tę grupę mięśniową, powszechnie pomijane są w programach aktywności fizycznej. Stan wiedzy dotyczący zastosowania skutecznej metody interwencji treningowej dla poszczególnych grup docelowych, jest nie wystarczający.

Celem badań jest ocena wpływu programów treningowo-edukacyjnych na zmiany w aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u aktywnych fizycznie nieródek. Wprowadzeniem teoretycznym do wskazanego jednotematycznego cyklu artykułów naukowych jest praca przeglądowa dotycząca charakterystyki programów treningowych mięśni dna miednicy dla kobiet niebędących w ciąży, stosowanych w badaniach eksperymentalnych. Natomiast w dwóch publikacjach zastosowano metodę eksperymentu, w którym udział wzięło 98 młodych nieródek, aktywnych fizycznie będących studentkami Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku w wieku 19-26 lat (23 ± 2 ; średnia $\pm$ SD). W publikacji drugiej uczestniczki badania zostały podzielone na cztery grupy z zastosowaniem różnych programów treningowo-edukacyjnych w celu określenia najbardziej skutecznej metody w nauczaniu prawidłowej techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy. Między pierwszą a drugą oceną aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy zastosowano 6-cio tygodniowy trening. W publikacji trzeciej najbardziej skuteczny program treningowo-edukacyjny zastosowano w grupie kobiet uczestniczących w aerobiku high-impact. Dodatkowo u uczestniczek badania kontrolowano jakość życia w odniesieniu do nietrzymania moczu przy użyciu kwestionariusza Incontinence Impact Questionnaire. Do oceny funkcji mięśni dna miednicy wykorzystano elektromiografię powierzchniową (sEMG) przy użyciu elektrody waginalnej. Każdy zastosowany program treningowy przeprowadzony był pod nadzorem wykwalifikowanego instruktora.

W przeglądzie literatury odnotowano niedostateczne zainteresowanie programami treningowymi mięśni dna miednicy w formie prewencyjnej. Tylko w trzech na 29 artykułów poddanych analizie program treningowy skierowany był do grupy zdrowych nieródek w celu zapobiegania nietrzymania moczu. Autorzy zwykle skupiają się na opisie wyników przeprowadzonego eksperymentu, pomijając szczegółowe informacje dotyczące zastosowanej interwencji treningowej.

Znacząca część aktywnych fizycznie nieródek nie potrafiła prawidłowo technicznie wykonać ćwiczenia mięśni dna miednicy, a co piąta studentka AWF i S nie potrafiła wykonać tego zadania. Najskuteczniejszym programem treningowo-edukacyjnym w nauczaniu prawidłowej techniki ćwiczeń był trening mięśni dna miednicy pod nadzorem wykwalifikowanego instruktora, poprzedzony jednorazową sesją sEMG biofeedback.

Intensywny program aerobiku high-impact, uzupełniony treningiem mięśni dna miednicy, nie zaburza ich funkcji. W przeciwieństwie do doniesień naukowych, nie stwierdzono żadnych negatywnych zmian w aktywności nerwowo-mięśniowej u nieródek uczestniczących w intensywnych ćwiczeniach. Odnotowano niewielką poprawę umiejętności uczestniczek eksperymentu w zakresie napinania i rozluźniania mięśni dna miednicy. Chociaż zmiana po interwencji nie była istotna statystycznie w grupie treningowej zaobserwowano wzrost wartości aktywności elektrycznej w skurczach (skurcz 10- i 60-sekundowy) oraz spadek tej wartości podczas relaksacji.

Podjęcie stosownych działań w zakresie edukacji kobiet na temat znaczenia i funkcji mięśni dna miednicy oraz realizacji programów treningowych w prewencji nietrzymania moczu pozwoli na utrzymanie dobrej jakości życia kobiet.

GDANSK UNIVERSITY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

Faculty of Physical Culture



M.Sc. Magdalena Piernicka

TRAINING AND EDUCATION PROGRAMS AND PELVIC FLOOR MUSCLE FUNCTION IN PHYSICALLY ACTIVE NULLIPAROUS WOMEN

Ph.D. thesis under supervision of

Associate profesor, Barbara Duda-Biernacka, PhD.

Associate profesor, Anna Szumilewicz, PhD.

Gdansk 2021

Abstract

Maintaining the proper function of the pelvic floor muscles has a significant impact on the quality of life of women who, for biological reasons, are particularly exposed to dysfunction of the pelvic floor muscles. Training of these muscles is recommended in the prevention and treatment of pelvic floor muscle dysfunction. Most likely due to the intimacy of the location, physical exercises for this muscle group are commonly omitted in physical activity programs. The state of knowledge regarding the use of an effective method of training intervention for individual target groups is insufficient.

The aim of the study is to assess the impact of training and education programs on changes in the neuromuscular activity of the pelvic floor muscles in physically active nulliparous women. The theoretical introduction to the indicated monothematic series of scientific articles is a review on the characteristics of pelvic floor muscle training programs for non-pregnant women, used in experimental research.

In two publications, the method of the experiment was used, in which 98 young nulliparous women, physically active, students of the Gdansk University of Physical Education and Sport, aged 19-26 (23 ± 2 ; mean $\pm$ SD) participated. In the second publication, the study participants were divided into four groups using different training and education programs to determine the most effective method in teaching the correct technique of pelvic floor muscle exercise. Between the first and the second assessment of the neuromuscular activity of the pelvic floor muscles, a 6-week training program was carried out. In the third publication, the most effective training and education program was used in a group of women participating in high-impact aerobics. Additionally, quality of life in relation to urinary incontinence was monitored in the study participants using the Incontinence Impact Questionnaire. Surface electromyography (sEMG) using a vaginal electrode was used to assess pelvic floor muscle function. Each training program applied was carried out under the supervision of a qualified instructor.

A review of the literature reported insufficient interest in pelvic floor muscle training programs in a preventive form. In only three out of 29 articles analyzed, the training program targeted a group of healthy nulliparous women to prevent urinary incontinence. The authors usually focus on the description of the results of the conducted experiment, omitting detailed information on the training intervention used.

A significant part of the physically active nulliparous women was unable to technically perform the pelvic floor muscle exercises, and every fifth woman was not able to

perform this task. The most effective training and education program in teaching the correct exercise technique was pelvic floor muscle training under the supervision of a qualified instructor, preceded by a one-time sEMG biofeedback session.

Intensive high-impact aerobics program, supplemented with pelvic floor muscle training, does not disturb their functions. Contrary to scientific reports, no negative changes in neuromuscular activity were found in nulliparous women participating in intensive exercises. There was a slight improvement in the participants' skills in contracting and relaxing the pelvic floor muscles. Although the change after the intervention was not statistically significant, an increase in the value of electrical activity in contractions (10- and 60-second contraction) and a decrease in this value during relaxation were observed in the training group.

Taking appropriate measures to educate women on the importance and function of pelvic floor muscles and the implementation of training programs in the prevention of urinary incontinence will help maintain a good quality of life for women.

Załączniki

- Publikacja 1: “The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women: a systematic review”
- Publikacja 2: “Nauczanie techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej: randomizowane badanie eksperymentalne z grupą kontrolną”
- Publikacja 3: “High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women – a randomized control trial”
- Oświadczenia współautorów o wkładzie pracy w powstanie artykułów naukowych dotyczących ich kompilacji w dysertacji doktorskiej



The Characteristics of the Pelvic Floor Muscle Training Programs Used in Experimental Studies with Surface Electromyography in Non-Pregnant Women: A Systematic Review

***Magdalena PIERNICKA¹, Barbara DUDA-BIERNACKA², Monika BŁUDNICKA³, Anna SZUMILEWICZ¹**

1. Department of Fitness, Gdansk University of Physical Education and Sport, Gdansk, Poland

2. Department of Anatomy and Anthropology, Gdansk University of Physical Education and Sport, Gdansk, Poland

3. Department of Clinical Physiotherapy and Professional Practices, Gdansk University of Physical Education and Sport, Gdansk, Poland

***Corresponding Author:** Email: magda.piernicka@wp.pl

(Received 19 Jun 2019; accepted 11 Aug 2019)

Abstract

Background: We aimed to characterize the pelvic floor muscle training (PFMT) programs for non-pregnant women used in the experimental studies with surface electromyography, based on the four training components: the frequency, intensity, time and type of exercises. Then, to characterize the study groups in which the PFMT programs were applied and the effectiveness of these programs.

Methods: This is a review of 29 papers published in the years 1986-2019, available in PubMed, MEDLINE and SPORTDiscus with Full Text databases. We used keywords: "pelvic floor", "muscle training" and "EMG or electromyography".

Results: Only in six articles all training components were characterized. The frequency was given in 17 papers, and on average, it was 4 ± 2 (M $\pm$ SD) times a week. The intensity was described in nine reports, most often the maximal contraction of the pelvic floor muscles was recommended. Researchers conducted their interventions on average for 10 ± 5 weeks. The exercise sessions lasted $25' \pm 10.49'$. Type of exercises was specified in eleven papers and most often quick flicks were performed. In 90% of the studies, the training programs were applied in women with pelvic floor muscle dysfunctions. In most works, positive effects of PFMT were observed. No adverse outcomes of the use of electromyography were reported.

Conclusion: The full training description should be presented in any scientific work, providing information on applied intensity, frequency, volume and type of pelvic floor muscle exercises to enable their replication and comparability between various interventions. It is important to pay more attention to preventive approach and the implementation of PFMT programs in healthy women. It is justified to use surface electromyography to support PFMT, regardless of health condition.

Keywords: Pelvic floor; Muscle training; Electromyography; Exercise

Introduction

The muscles of the pelvic floor play a key role in the proper functioning of the pelvic and abdominal organs. They must be strong enough

to support the bladder, rectum, vagina, uterus and internal organs of the abdominal cavity (1, 2). Relaxation of the pelvic floor muscles is required



Copyright © 2020 Piernicka et al. Published by Tehran University of Medical Sciences.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

during urination and defecation as well as during delivery (3-5). Correct muscle tone of this muscle group ensures urinary continence during sleep and during activities increasing intra-abdominal pressure, e.g. during coughing, sneezing, lifting heavy objects, running and jumping (1, 2, 6-8).

The regular pelvic floor muscles training is essential for the prevention of urinary incontinence and other pelvic floor muscle dysfunctions at any age (2, 4-6, 9-11). Unfortunately, most of the pelvic floor muscle training programs are directed at pregnant or incontinent women. More and more scientific papers prove the positive effects of various training programs conditioning this muscle group. In order to be able to compare and effectively implement these programs, information about frequency, intensity, time and type of exercise is necessary in accordance with the FITT principle (12, 13). The training frequency is usually given in the number of training units during the week. The intensity in pelvic floor muscle training is most often expressed in relation to the maximum contraction of these muscles. The training time refers to the duration of a single exercise session (usually expressed in minutes) or the overall duration of the training program (most often expressed in the number of weeks, so called total training time). The training type should include a description of each exercise, for example including exercise positions and the exercise technique (12).

To increase the efficiency of pelvic floor muscle training and its assessment, specialized equipment is increasingly used. One of the more popular methods that allows both non-invasive assessment of pelvic floor muscle function before and after training, and visualization of the correctness of the exercises performed is surface electromyography (sEMG) (14). Electromyography is widely used both in scientific research and in practice, allowing the observation of the neuromuscular activity of pelvic floor muscles, among others owing to the use of the vaginal probes (15). Therefore, our research has focused on it. In this review study, we set two research goals. First, we aimed at characterizing the pelvic floor muscle training programs for non-pregnant women used in the experimental studies with surface electromyography, based on the four training

components: the frequency, intensity, time and type of the pelvic floor muscle exercises. Second, we intended to characterize the study groups in which the PFMT programs were applied and the effectiveness of these programs.

Methods

The review of the literature was carried out from May 2017 to February 2019 in databases: PubMed, MEDLINE and SPORTDiscus with Full Text, using keywords: "pelvic floor", "muscle training" and "EMG or electromyography". We found 147 articles published in 1986-2019. The criteria for including papers in the analysis were: publication in English, conducting experimental research using pelvic floor muscle training in non-pregnant women, and characterizing at least one training component for the applied training intervention (frequency, intensity, volume and / or type of exercise). The above procedure was repeated by two independent researchers. Overall, 29 articles were qualified for the analysis. Fig. 1 presents the process of qualifying articles for analysis.

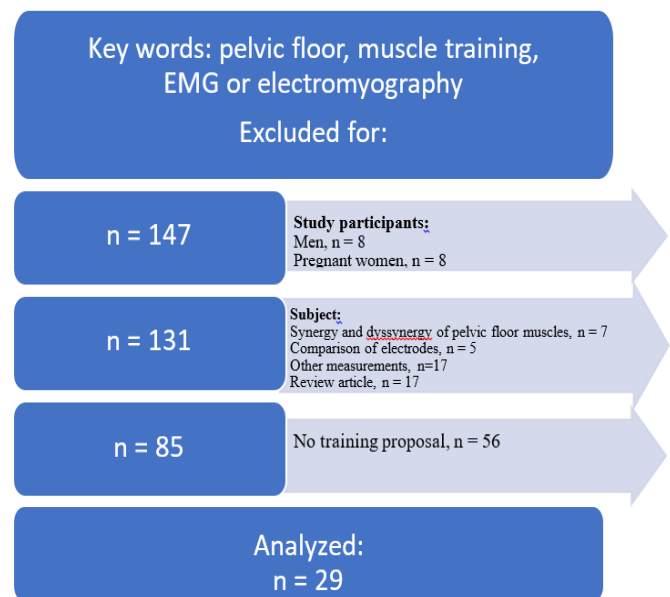


Fig. 1: The process of classification of the studies for analysis

Results

A total of 1721 women participated in 29 studies qualified for the analysis. The training components for pelvic floor muscle training presented by the authors are summarized in Table 1. Only in six articles the researchers characterized all the training components (16-21).

As for the training frequency, the number of training sessions during the week was given in 17 papers, and on average it was 4 ± 2 (M $\pm$ SD) times a week (16-32). We found information about training intensity in eleven articles. In ten of them, maximal contraction of the pelvic floor muscles was recommended (16-18, 20, 21, 23, 24, 30, 31, 33), while in one study it was the intensity of 60-80% of the maximum contraction (19).

Table 1: Proposed PFMT with the division into the training components described

Author, year	Type (description exercise)	Intensity	Training program		
			Frequency (n times w week)	Time (minutes/ repetitions)	Number of weeks/ sessions
Heidler, 1986 (41)	-	-	-	-	4 weeks
Hirsch et al. 1999 (25)	-	-	7	20'	26 weeks
Aukee et al. 2002 (16)	Quick flicks (5s.)	Maximum contraction	5	20'	12 weeks
Wang et al. 2004 (34)	Quick flicks	--	-	-	12 weeks
Dannecker et al. 2005 (36)	-	-	-	-	9 sessions
Capelini et al. 2006 (39)	Contraction (15 s.) Rest (15 s.)	-	-	1 set of 6-8 repetitions	8 weeks
Di gangi herms et al. 2006 (35)	-	-	-	-	12 weeks
Terra et al. 2006 (37)	-	-	-	-	9 sessions
Mcclurg et al. 2006 (42)	-	-	-	-	9 weeks
Mcclurg et al. 2008 (43)	-	-	-	-	9 weeks
Eyjólfssdóttir et al. 2009 (26)	-	-	7 (twice a day)	15'	9 weeks
Lee-bognar, 2009 (27)	-	-	7	-	9 weeks
Piassarolli et al. 2010 (38)	-	-	-	-	10 sessions
Huebner et al. 2011 (17)	Contraction (8 s.) Rest (15 s.)	Maximum contraction	7 (twice a day)	15'	12 weeks
Stüpp et al. 2011 (44)	-	-	-	-	14 weeks
Resende et al. 2012 (33)	-	-	-	-	14 weeks
		Maximum contraction			
Pereira et al. 2013 (31)	Quick flicks	Maximum contraction	2	-	6 weeks
Lúcio et al. 2014 (23)	-	Maximum contraction	2	30'	12 weeks
Alves et al. 2015 (28)	-	-	2	30'	6 weeks
Botelho et al. 2015 (20)	Virtual game	Maximum contraction	2	30'	10 sessions
Luginbuehl et al. 2015 (18)	Quick flicks, static hold	Maximum contraction	3 (three times a day)	15'	1-5 weeks
			3	15'	6-16 weeks
Özengin et al. 2015 (22)	Contraction (10 s.) Rest (10 s.)	-	3	5-30 sets	8 weeks
	-	-	3	50'	6 weeks
shin et al. 2016 (29)	-	-	-	-	-
Lúcio et al. 2016 (24)	-	Maximum contraction	2	30'	12 weeks
Chmielewska et al. 2016 (19)	Quick flicks	60-80% Maximum contraction	3 3	3 sets of 10 repetitions 4 sets of 15 repetitions	1-3 weeks 4-6 weeks
Bertotto et al. 2017 (30)	-	Maximum contraction	2	20'	4 weeks
Liu et al. 2018 (40)	Quick flicks	-	-	-	8 weeks
Elmelund et al. 2018 (32)	-	-	7	-	12 weeks
Pereira-baldon et al. 2019 (21)	Contraction	Maximum contraction	7	8-12 sets	8 weeks

The most often described component was the total training time. Researchers applied their pelvic floor muscle trainings for a period of 4 to 26 weeks, on average 10 ± 5 weeks. Most researchers implemented 12 weeks of training between the pre and post-intervention assessments ($n = 7$) (16, 17, 23, 24, 32, 34, 35). In four articles, the authors gave only the number of conducted training sessions, without specifying the time period in which they were performed (20, 36-38). The characteristics of the training unit in eleven articles were given in minutes: on average $25' \pm 10.49'$ (16-18, 20, 23-26, 28-30). In

four works, the number of repetitions was provided (19, 21, 22, 39). Type of pelvic floor muscle exercises was specified in eleven studies (16-22, 32, 34, 40). So called quick flicks were performed in five studies (16, 19, 31, 34, 40), the quick flicks and static holds – in one study (18) and 15-second relaxations followed by 8-10 seconds contractions also in four studies (17, 21, 22, 39).

In Table 2 we presented a summary of the analyzed articles, including the study groups and the obtained training effects regarding the pelvic floor muscle function.

Table 2: Characteristics of the analyzed articles

<i>Author, year</i>	<i>Characteristics of the study</i>	<i>Training effectiveness</i>
Heidler, 1986 (41)	Dysfunction of the urinary system, $n = 22$ G1 - sui	73% - significant improvement
Hirsch et al. 1999 (25)	Dysfunction of the urinary system - overactive bladder, $n = 33$ g1 = sui, $n = 13$ g2 = mui, $n = 20$	85% - significant improvement
Aukee et al. 2002 (16)	Treatment of stress urinary incontinence using biofeedback emg, $n = 30$ g1 = pfmt + biofeedback, $n = 15$ g2 = pfmt, $n = 15$	Greater improvement in g1
Wang et al. 2004 (34)	Dysfunction of the urinary system - overactive bladder, $n = 103$ g1 = pfmt, $n = 34$ g2 = pfmt + biofeedback, $n = 34$ g3 = nmes, $n = 35$	Effectiveness: 1. Nmes 2. Pfmt+biofeedback 3. Pfmt
Dannecker et al. 2005 (36)	Stress urinary incontinence, $n = 263$ g1 = sui, $n = 263$	71% - significant improvement
Capelini et al. 2006 (39)	Stress urinary incontinence, $n = 10$ G1= sui, $n = 10$	Significant improvement
Di Gangi Herms et al. 2006 (35)	Stress urinary incontinence, $n = 10$ g1 = (pfmt + emg biofeedback), $n = 10$	Significant improvement
Terra et al. 2006 (37)	Treatment of fecal incontinence, $n = 252$ g1 = pfmt + biofeedback + nmes, $n = 252$	60% - improvement 23% - no change 17% - deterioration
Mcclurg et al. 2006 (42)	Women with multiple sclerosis with symptoms of urinary incontinence, $n = 30$ g1 = pfta, $n = 10$ g2 = emg, $n = 10$ g3 = biofeedback + nmes, $n = 10$	
Mcclurg et al. 2008 (43)	Women with multiple sclerosis with symptoms of urinary incontinence, $n = 74$ g1 = nmes, $n = 37$ g2 = simulated nmes, $n = 37$	G1 – 47% improvement g2 – 85% improvement
Eyjólfssdóttir et al. 2009 (26)	Treatment of stress urinary incontinence using electrical stimulation, $n = 24$ g1 = pfmt, $n = 12$ g2 = pfmt + nmes, $n = 12$	Significant improvement, no differences between groups
Lee-Bognar, 2009 (27)	Women with multiple sclerosis with symptoms of urinary incontinence, $n = 74$ g1 = nmes, $n = 37$ g2 = simulated nmes, $n = 37$	Significant improvement, no differences between groups

Piassarolli et al. 2010 (38)	Sexual dysfunctions, n = 26	69% - significant improvement
Huebner et al. 2011 (17)	Prevention of stress urinary incontinence, n = 108 g1 = emg assisted pfmt convective, n = 36 g2 = emg assisted pfmt dynamic, n = 36 g3 = emg assisted pfmt, n = 36	There was improvement in each sui prevention group, but there were no significant differences between the study groups
Stüpp et al. 2011 (44)	Treatment of pelvic organ prolapse, n = 37 g1 = intervention group, n = 21 g2 = control group, n = 16	Significant improvement in the intervention group
Resende et al. 2012 (33)	Treatment of pelvic organ prolapse, n = 58 g1 - pfmt g1 - hypopressive exercises + pfmt g3 - control group	G1 i g2 – significantly better results than in the control group
Pereira et al. 2013 (31)	Postmenopausal women with stress urinary incontinence, n = 45 g1 = vc, n = 15 g2 = pfmt, n = 15 g3 = control group, n = 15	Significant improvement, no differences between groups
Lúcio et al. 2014 (23)	Women with multiple sclerosis, sexual dysfunctions and symptoms of urinary incontinence, n = 30 g1 = pfmt + biofeedback + simulated nmes, n = 10 g2 = pfmt + biofeedback + nmes, n = 10 g3 = pfmt + biofeedback + ttms, n = 10	Significant improvement, no differences between groups
Alves et al. 2015 (28)	Postmenopausal women with pelvic organ prolapse, n = 30 g1 = treatment group, n = 18 g2 = control group, n = 12	Improvement: reducing the symptoms of falling out pelvic organs in postmenopausal women
Botelho et al. 2015 (20)	Virtual game, n = 46 g1 = healthy women, n = 19 g2 = postmenopausal women with sui, n = 27	Significant improvement, no differences between groups
Luginbuehl et al. 2015 (18)	Stress urinary incontinence, n = 96 g1 = intervention group, n = 48 g2 = control group, n = 48	Significant improvement, no differences between groups
Özengin et al. 2015 (22)	Women with pelvic organ prolapse, n = 38 g1 = stabilization exercise, n = 19 g2 = pfmt, n = 19	Significant improvement, no differences between groups
Shin et al. 2016 (29)	Patients with stress urinary incontinence after a stroke, n = 31 g1 = pfmt, n = 16 g2 = control group, n = 15	Significant improvement, no differences between groups
Lúcio et al. 2016 (24)	Women with multiple sclerosis with symptoms of urinary incontinence, n = 30 g1 = pfmt + biofeedback + simulated nmes, n = 10 g2 = pfmt + biofeedback + nmes, n = 10 g3 = pfmt + biofeedback + ttms, n = 10	Significant improvement, no differences between groups
Chmielewska et al. 2016 (19)	Prevention of stress urinary incontinence, n = 21 g1 = healthy women, n = 21	Pfamt- assisted biofeedback affects the learning of correct pfm exercise techniques
Bertotto et al. 2017 (30)	Postmenopausal women with stress urinary incontinence, n = 49 g1 = control group, n = 14 g2 = pfmt, n = 15 g3 = pfmt + biofeedback, n = 16	Significant improvement in the pfamt group and pfamt with biofeedback
Liu et al. 2018 (40)	Stress urinary incontinence, n = 110	A significant improvement was noted in the second week, the effect remained until the follow-up in the eighth week
Elmelund et al. 2018 (32)	Women with spinal cord injury and urinary incontinence, n = 36 g1 = pfamt, n = 17 g2 = pfamt + ives, n = 19	Significant improvement in the g1, pfamt with ives is not superior to pfamt alone in reducing urinary incontinence
Pereira-Baldon et al. 2019 (21)	Healthy women, n = 25 g1 = training once a day, n = 13 g2 = training twice a day, n = 12	Significant improvement, no differences between groups

Emg – electromyography // g – group

ives – intravaginal electrical stimulation

mui – mixed urinary incontinence // nmes - neuromuscular electrical stimulation

pfm – pelvic floor muscles // pfamt – pelvic floor muscles training

sui – stress urinary incontinence // ttms - transcutaneous tibial nerve electrostimulation

vc – vaginal cones

Only in three papers the trainings of pelvic floor muscles were carried out in groups of healthy women for the prevention of urinary incontinence (17, 19, 21). As many as 21 studies were performed in women with dysfunctions of: lower urinary tract (stress urinary incontinence, fecal incontinence) (16, 18, 22-27, 29, 30, 32, 34-37, 39-43) and sexual dysfunctions (38). In five of the above studies, women with multiple sclerosis were examined (23, 24, 27, 42, 43) and in one study, women after stroke (29). The other four experiments concerned female patients in the treatment of pelvic organ prolapse (22, 28, 33, 44).

A significant improvement in the function of pelvic floor muscles after training interventions was observed in 27 experiments (16-18, 20-41, 43, 44), wherein electrical stimulation was additionally used in eight of them (23, 24, 26, 27, 32, 34, 37, 43). In one work, the authors observed a positive effect of training on pelvic floor muscle function in 60% of participants, no change in 23% and its deterioration in 17% (37). In one paper, no results were reported regarding changes in pelvic floor muscle function (43).

In none of the analyzed works, any adverse outcomes of the use of surface electromyography for pelvic floor muscle assessments were reported, regardless of whether the study was performed in healthy women or in patients with various dysfunctions.

Discussion

To the best of our knowledge this is the first published study presenting the summary of pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with the use of electromyography in non-pregnant women.

Our analysis shows that the authors usually focus on describing the results of the experiments in detail but omit information on the applied pelvic floor muscle training programs. The characteristics of training interventions are often inaccurate and do not allow their replication by other researchers, physiotherapists or exercise specialists. Only 20% of the analyzed articles

contained a description of all four components: frequency, intensity, time and type of exercise. In 2016, standards for describing training programs in experimental research were developed (45). Pelvic floor muscle training programs should also be characterized in accordance with these standards and providing information on all training components.

We observed the biggest discrepancy in analyzed pelvic floor muscle training programs in the total training time. From the presented training proposals, the longest-running program of pelvic floor muscle training was proposed by Hirsch et al. in 1999 (25). The treatment of female patients with urinary system dysfunctions lasted 26 weeks, the exercises were performed seven times a week for 20 minutes. The authors did not describe the exercises performed and the applied intensity of training. 85% of patients with stress urinary incontinence and mixed urinary incontinence achieved a significant improvement in pelvic floor function. The shortest training intervention, which lasted four weeks, was presented by Heidler in 1986 (41). Information about the other components of the training applied was also not presented. Twenty-two women with diagnosed Stress Urinary Incontinence participated in this experiment. In the post-intervention assessment there was a significant improvement in pelvic floor muscle function in 73% of women. It would be worth determining the optimal time of training programs, after which women could expect significant changes in pelvic floor muscle activity. However, it should be remembered that the pelvic floor muscles, like other striated muscles, require constant training stimulus, not only during a several-week program. Therefore, pelvic floor muscle training should become a fixed element of health-enhancing physical activity.

In the vast majority of the analyzed works, the authors observed positive effects of pelvic floor muscle training, including the treatment of dysfunction of this muscle group. In a study from 2005, conducted on a group of 263 women with stress incontinence Dannecker et al. (36) noted long-term improvement in pelvic floor muscle

function in 71% of respondents after nine training sessions. The study group was classified according to the severity of urinary incontinence starting from the third-degree (requiring medical intervention) to 0 degree (normal function of the pelvic floor muscles). Before the study, 60% of women were burdened with third-degree urinary incontinence; after the intervention this number decreased to 5%. This study proved the effectiveness of pelvic floor muscle exercises for patients with severe dysfunctions. It should be emphasized that the positive training effects were long-term, based on a questionnaire survey conducted over an average of 26 months (36).

In the next analyzed article (29), we also found a significant improvement in the intervention group and insufficient changes only in the controls after a six-week training program for pelvic floor muscles. In the baseline assessment, female patients with stress urinary incontinence after a stroke performed the pelvic floor muscle contraction with a maximum strength of 8.50mmHg. After a training intervention, the average strength was 17.81mmHg. The improvement also took place in the relaxation exercises; in the baseline assessment the mean value of relaxed muscle tone was 3.47mmHg and after the intervention it was 2.25mmHg. The time of the training unit was 50' and the training frequency three times a week (29). The authors did not provide information on the training intensity and type.

It is surprising that only three of the works analyzed (10%) concerned preventive interventions for pelvic floor muscle dysfunctions in healthy women (17, 19, 21). Due to the location of this muscle group, many people become interested in pelvic floor muscle exercises only when they feel severe discomfort. It is definitely better and more effective to undertake prophylactic training (46, 47). For preventive purposes, Huebner et al. (17) in their experiment proposed the following program: 15-second relaxation and 8-second maximal contraction of pelvic floor muscles aided by electric stimulation. Another prevention program for incontinence in healthy women was carried

out by Chmielewska et al. (19) The intervention included six weeks of exercises using biofeedback. The participants performed pelvic floor muscle exercises with the intensity of 60-80% of the maximum contraction. From the first to the third week they performed 3 series of 10 repetitions and from the fourth to the sixth week - 4 sets of 15 repetitions. The training sessions were performed three times a week. The latest analyzed article describing preventive training programs were presented by Pereira et al. (21) in 2019. In the article the exercises consisted of performing individual maximum contractions each day. The training program included 25 healthy women performing the recommended exercises for a period of eight weeks. The first group exercised once a day and the second group performed the exercises twice a day. There was a significant improvement in both groups, but no differences were noticed between the groups (21).

Many other pelvic floor muscle training programs have been presented for many years, however they did not fit into our methodology for classifying the material for analysis. Pelvic floor muscle exercises were described by A. Kegel (48) for the first time in the 1940s. The Kegel's recommendations were focused on strengthening and self-control of pelvic floor muscles by performing the following exercises: maximal contraction for approx. 8-19s. and repeating this task starting from 5 and increasing to 25 times with short rests between repetitions. The pelvic floor exercises introduced by Kegel were limited only to the contractions versus relaxations. Over the years, researchers and practitioners have been modifying the, so called, Kegel's exercises, e.g. by grading the contraction, increasing the time of exercising, activation or deactivation of synergistic muscles and using additional equipment to facilitate the training. Initially, the exercises were carried out in stable positions, e.g. in a lying or standing position. Later, the contraction of the pelvic floor muscles started to be combined with the performance of various activities (49). In 2015, Botelho and others he carried out innovative research on pelvic floor

muscles, including training in the form of a computer game. This protocol was designed in such a way that the participant could play a video game, sitting on the pressure platform, while directing it through pelvic movements (20). In 2010, Marques et al. (50) reviewed works on pelvic floor muscle exercises in women, summarizing the training proposals at that time. In the two studies analyzed by them, conscious suspension of the urine stream was recommended as a pelvic floor muscle exercise. However, in studies nowadays, none of the researchers offers such a form of exercise due to the potential risk of urinary system dysfunction. It should be noted that not all proposals for pelvic floor muscle training were comprehensively composed. Some of the training programs were focused on developing one motor skill. In programs aimed at improving the function of the pelvic floor muscles based on strengthening exercises, it is also necessary to incorporate exercises that relax this muscle group (51). In the analyzed articles, we did not find a clear answer to the "gold standard" of the pelvic floor muscle training program. A practical solution would be to develop recommendations for exercise programs aimed at treatment or prevention of particular pelvic floor muscle dysfunctions. Definitely, the influence of different training programs on particular pelvic floor muscle dysfunctions would require appropriate experimental research, using research methodology and reporting enabling their comparability. The variety of study design and the way of describing training programs in the analyzed works significantly impeded their comparison. In response to the growing interest in pelvic floor muscles and the prevention and treatment of their dysfunctions through exercises, there are more and more scientific papers on this subject (52). The limitation of our review work is that due to the adopted methodology for classifying articles for analysis, we have not presented here the full spectrum of pelvic floor muscle training programs used in current research. Nevertheless, the presented

characteristics of pelvic floor muscle training interventions can certainly be a valuable reference material for other researchers.

Conclusion

The vast majority of analyzed works did not contain information on four training components for pelvic floor muscle training programs, which makes it difficult to use them by other researchers, physicians, physiotherapists and exercise specialists. It is necessary for the scientific publishers to rigorously enforce full training program descriptions to include applied intensity, frequency, volume and type of exercise.

Ethical considerations

Ethical issues (including plagiarism, informed consent, misconduct, data fabrication and/or falsification, double publication and/or submission, redundancy, etc.) have been completely observed by the authors.

Acknowledgements

This work was supported by scientific funding from Gdańsk University of Physical Education and Sports, Gdańsk, Poland.

Conflict of interest

The authors have no conflicts of interest relevant to this article.

References

1. Almeida MBA, Barra AA, Saltiel F et al (2016). Urinary incontinence and other pelvic floor dysfunctions in female athletes in Brazil: A cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports*, 26:1109-16.
2. Herbert J (2010). Total Body Fitness: The role of the pelvic floor muscles in core stability and bladder and bowel health. *SportEX Medicine*, 23-27.

3. Hoyte L, Damaser MS (2007). Magnetic resonance-based female pelvic anatomy as relevant for maternal childbirth injury simulations. *Ann N Y Acad Sci*, 1101:361-376.
4. De Paepe H, Renson C, Hoebeka P et al (2002). The role of pelvic-floor therapy in the treatment of lower urinary tract dysfunctions in children. *Scand J Urol Nephrol*, 36:260-267.
5. Di Benedetto P, Coidessa A, Floris S (2008). Rationale of pelvic floor muscles training in women with urinary incontinence. *Minerva Ginecol*, 60(6):529-541.
6. Opara J, Socha T, Poświata A (2013). Pelvic floor muscle exercise as the best stress urinary incontinence prevention method in women practising competitive sport. *Physiotherapy*, 21(2):57-63.
7. Pomian A, Lisik W, Kosieradzki M et al (2016). Obesity and Pelvic Floor Disorders: A Review of the Literature. *Med Sci Monit*, 22(1):1880-6.
8. Madill SJ, Harvey MA, McLean L (2010). Women with stress urinary incontinence demonstrate motor control differences during coughing. *J Electromyogr Kinesiol*, 20(5):804-12.
9. Opara J, Socha T, Prajsner A et al (2011). Physiotherapy in stress urinary incontinence in females Part I. Contemporary recommendations for Kegel exercises (PFME). *Physiotherapy*, 19:41-49.
10. Morkved S, Bo K (2014). Effect of pelvic floor muscle training during pregnancy and after childbirth on prevention and treatment of urinary incontinence: a systematic review. *Br J Sports Med*, 48(4):299-310.
11. Boyle R, Hay-Smith EJ, Cody JD et al (2014). Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary and fecal incontinence in antenatal and postnatal women: a short version Cochrane review. *Neurourol Urodyn*, 33(3): 269-276.
12. Thompson RW (2010). ACSM's Resources for the Personal Trainer-third edition. *Philadelphia: ACSM*, 332-434.
13. Saltiel F, Miranda-Gazzola APG, Vitória RO et al (2018). Terminology of Pelvic Floor Muscle Function in Women With and Without Urinary Incontinence: A Systematic Review. *Phys Ther*, 98(10): 876-890.
14. Keshwani N, McLean L (2015). State of the art review: Intravaginal probes for recording electromyography from the pelvic floor muscles. *Neurourol Urodyn*, 34(2):104-12.
15. Nazmi N, Abdul Rahman MA, Yamamoto SI et al (2016). Review of Classification Techniques of EMG Signals during Isotonic and Isometric Contractions. *Sensors (Basel)*, 16(8): E1304.
16. Auke P, Immonen P, Penttinen J et al (2002). Increase in pelvic floor muscle activity after 12 weeks' training: a randomized prospective pilot study. *Urology*, 60(6):1020-3.
17. Huebner M, Riegel K, Hinninghofen H et al (2011). Pelvic floor muscle training for stress urinary incontinence: A randomized, controlled trial comparing different conservative therapies. *Physiother Res Int*, 16:133-140.
18. Luginbuehl H, Lehmann C, Baeyens JP et al (2015). Involuntary reflexive pelvic floor muscle training in addition to standard training versus standard training alone for women with stress urinary incontinence: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 16:524.
19. Chmielewska D, Stania M, Smykla A et al (2016). Bioelectrical activity of the pelvic floor muscles after 6-week biofeedback training in nulliparous continent women. *Acta Bioeng Biomech*, 18:105-113.
20. Botelho S, Martinho NM, Silva VR (2015). Virtual reality: a proposal for pelvic floor muscle training. *Int Urogynecol J*, 26(11): 1709-1712.
21. Pereira-Baldon VS, Avila MA, Dalmari CB (2019). Effects of different regimens for pelvic floor muscle training in young continent women: Randomized controlled clinical trial. *J Electromyogr Kinesiol*, 44: 31-35.
22. Özengin N, Ün Yıldırım N, Duran B (2015). A comparison between stabilization exercises and pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse. *Turk J Obstet Gynecol*, 12(1): 11-17.
23. Lúcio AC, D'Ancona CAL, Lopes MHBM et al (2014). The effect of pelvic floor muscle training alone or in combination with electrostimulation in the treatment of sexual dysfunction in women with multiple sclerosis. *Mult Scler*, 20:1761-8.
24. Lúcio A, D'Ancona CAL, Perissinotto MC et al (2016). Pelvic Floor Muscle Training With and Without Electrical Stimulation in the

- Treatment of Lower Urinary Tract Symptoms in Women with Multiple Sclerosis. *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 43:414-9.
25. Hirsch A, Weirauch G, Steimer B et al (1999). Treatment of female urinary incontinence with EMG-controlled biofeedback home training. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*, 10:7-10.
26. Eyjólfssdóttir H, Ragnarsdóttir M, Geirsson G (2009). Pelvic floor muscle training with and without functional electrical stimulation as treatment for stress urinary incontinence. *Laeknabladid*, 95:575-580.
27. Lee-Bognar E (2009). Electrical stimulation is a useful adjunct in the management of urinary incontinence in people with multiple sclerosis. *Aust J Physiother*, 55:62.
28. Alves FK, Riccetto C, Adami DBV et al (2015). A pelvic floor muscle training program in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Maturitas*, 81:300-305.
29. Shin DC, Shin SH, Lee MM et al (2016). Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in female stroke patients: a randomized, controlled and blinded trial. *Clin Rehabil*, 30:259-267.
30. Bertotto A, Schvartzman R, Uchōa S et al (2017). Effect of electromyographic biofeedback as an add-on to pelvic floor muscle exercises on neuromuscular outcomes and quality of life in postmenopausal women with stress urinary incontinence: A randomized controlled trial. *Neurol Urodyn*, 36:2142-2147.
31. Pereira VS, de Melo MV, Correia GN et al (2013). Long-term effects of pelvic floor muscle training with vaginal cone in postmenopausal women with urinary incontinence: A randomized controlled trial. *Neurol Urodyn*, 32:48-52.
32. Elmelund M, Biering-Sørensen F, Due U et al (2018). The effect of pelvic floor muscle training and intravaginal electrical stimulation on urinary incontinence in women with incomplete spinal cord injury: an investigator-blinded parallel randomized clinical trial. *Int Urogynecol J*, 29:1597-1606.
33. Resende APM, Stüpp L, Bernardes BT et al (2012). Can hypopressive exercises provide additional benefits to pelvic floor muscle training in women with pelvic organ prolapse? *Neurol Urodyn*, 31:121-5.
34. Wang AC, Wang Y-Y, Chen M-C (2004). Single-blind, randomized trial of pelvic floor muscle training, biofeedback-assisted pelvic floor muscle training, and electrical stimulation in the management of overactive bladder. *Urology*, 63:61-6.
35. Di Gangi Herms AMR, Veit R, Reisenauer C et al (2006). Functional imaging of stress urinary incontinence. *Neuroimage*, 29:267-275.
36. Dannecker C, Wolf V, Raab R et al (2005). EMG-biofeedback assisted pelvic floor muscle training is an effective therapy of stress urinary or mixed incontinence: a 7-year experience with 390 patients. *Arch Gynecol Obstet*, 273:93-97.
37. Terra MP, Dobben AC, Berghmans B et al (2006). Electrical stimulation and pelvic floor muscle training with biofeedback in patients with fecal incontinence: a cohort study of 281 patients. *Dis Colon Rectum*, 49:1149-1159.
38. Piassarolli VP, Hardy E, Andrade NFD et al (2010). [Pelvic floor muscle training in female sexual dysfunctions]. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 32:234-240.
39. Capelini MV, Riccetto CL, Dambros M et al (2006). Pelvic floor exercises with biofeedback for stress urinary incontinence. *Int Braz J Urol*, 32(4): 462-8.
40. Liu YJ, Wu WY, Hsiao SM et al (2018). Efficacy of pelvic floor training with surface electromyography feedback for female stress urinary incontinence. *Int J Nurs Pract*, 24(6):e12698.
41. Heidler H (1986). [Modification of urge incontinence by biofeedback mechanisms]. *Der Urologe*, 25:267-270.
42. McClurg D, Ashe RG, Marshall K et al (2006). Comparison of pelvic floor muscle training, electromyography biofeedback, and neuromuscular electrical stimulation for bladder dysfunction in people with multiple sclerosis: a randomized pilot study. *Neurol Urodyn*, 25:337-348.
43. McClurg D, Ashe RG, Lowe-Strong AS (2008). Neuromuscular electrical stimulation and the treatment of lower urinary tract dysfunction in multiple sclerosis—a double blind, placebo controlled, randomised clinical trial. *Neurol Urodyn*, 27:231-7.
44. Stüpp L, Resende APM, Oliveira E et al (2011). Pelvic floor muscle training for treatment of pelvic organ prolapse: an assessor-blinded

- randomized controlled trial. *Int Urogynecol J*, 22:1233-9.
45. Slade SC, Dionne CE, Underwood M et al (2016). Consensus on Exercise Reporting Template (CERT): Explanation and Elaboration Statement. *Br J Sports Med*, 50:1428-1437.
46. Piernicka M, Szumilewicz A, Dornowski M et al (2015). Teaching the technique of pelvic-floor muscle exercises among sport university female students – a randomized controlled trial. *JoHPaH*, 25: 45-51.
47. Fritel X, de Tayrac R, Bader G et al (2015). Preventing Urinary Incontinence With Supervised Prenatal Pelvic Floor Exercises: A Randomized Controlled Trial. *Obstet Gynecol*, 126(2): 370-377.
48. Kegel AH (1948). Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol*, 56:238-248.
49. Hay-Smith E, BØ K, Berghmans L, Hendriks H (2001). Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev*, (1):CD001407.
50. Marques A, Stothers L, Macnab A (2010). The status of pelvic floor muscle training for women. *Can Urol Assoc J*, 4(6):419-424.
51. Newman D (2014). Pelvic floor muscle rehabilitation using biofeedback. *Urol Nurs*, 34(4):193-202.
52. Frawley HC, Dean SG, Slade SC et al (2017). Is Pelvic-Floor Muscle Training a Physical Therapy or a Behavioral Therapy? A Call to Name and Report the Physical, Cognitive, and Behavioral Elements. *Phys Ther*, 97(4):425-437.

Nauczanie techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej – randomizowane badanie eksperymentalne z grupą kontrolną

Teaching the technique of pelvic-floor muscle exercises among sport university female students – a randomized controlled trial

MAGDALENA PIERNICKA^{1 BCDEF}, ANNA SZUMILEWICZ^{2 ABDEFG},
MARCIN DORNOWSKI^{3 BD}, NATALIA RAJKOWSKA^{4 B}

¹ Studia magisterskie, Wydział Turystyki i Rekreacji,
Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku

² Katedra Sportu Powszechnego, Wydział Turystyki i Rekreacji,
Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku

³ Zakład Teorii Sportu i Motoryczności Człowieka, Wydział Wychowania Fizycznego,
Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku

⁴ Studia doktoranckie, Wydział Turystyki i Rekreacji,
Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku

A – projekt badania; B – zebranie danych; C – analiza statystyczna; D – interpretacja danych; E – przygotowanie maszynopisu;
F – przegląd piśmiennictwa; G – zapewnienie finansowania

Streszczenie

U kobiet aktywnych fizycznie ryzyko nietrzymania moczu jest podwyższone, dlatego należy u nich zwrócić szczególną uwagę na ćwiczenia mięśni dna miednicy. Założono, że prawidłową techniką ćwiczeń mięśni dna miednicy będzie ich aktywizowanie przed synergistami. Zadano dwa pytania badawcze: 1) czy studentki uczelni sportowej prezentują prawidłową technikę ćwiczeń mięśni dna miednicy oraz 2) jaki sposób interwencji treningowej jest najbardziej efektywny dla poprawy techniki tych ćwiczeń?

U 98 studentek – zdrowych nieródek w wieku 23 ± 2 lata (śr. ± odch. stand.) oceniono technikę napięcia mięśni dna miednicy przy pomocy elektromiografii powierzchniowej (TeleMyo DTS, NORAXON EMG and Sensors System), używając elektrody waginalnej. Studentki losowo umieszczono w czterech grupach. Kobiety z grupy 1 (n = 14) otrzymały jedną sesję biofeedback i trzy razy w tygodniu trenowały pod nadzorem instruktora. Grupa 2 (n = 31) również otrzymała jedną sesję biofeedback, ale ćwiczenia wykonywała samodzielnie według rozpisanego planu treningowego. Grupa 3 (n = 26) otrzymała tylko słowny instruktaż co do techniki ćwiczeń i wykonywała ćwiczenia samodzielnie. Grupa 4 (n = 27) stanowiła grupę kontrolną. Po sześciu tygodniach ponownie oceniliśmy technikę ćwiczeń elektromiografem.

W badaniu wstępnym prawie jedna na pięć studentek (18%; n = 18) nie potrafiła napiąć mięśni dna miednicy. Poprawną technikę zaprezentowało 79% (n = 77) z nich. Największą skuteczność w nauczaniu techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy zaobserwowaliśmy w grupie, która po sesji biofeedback trenowała z instruktorem.

Wyniki wskazują na potrzebę uzupełnienia programów studiów w uczelniach sportowych o treści ukierunkowane na tę grupę mięśni. Uzasadnione jest dla przyszłych specjalistów aktywności fizycznej doskonalenie kompetencji zawodowych do prowadzenia ćwiczeń mięśni dna miednicy.

Słowa kluczowe: trening mięśni dna miednicy, skurcz mięśni, technika ćwiczeń, biofeedback, kompetencje zawodowe, specjaliści ćwiczeń.

Abstract

Physically active women who are at risk of urinary incontinence, therefore they should pay special attention to the pelvic-floor muscle exercises. We assumed that the correct technique of pelvic-floor muscle exercises will be their activation before synergists. We asked two research questions: whether students of sport university present the correct technique of pelvic-floor muscle exercises and which training intervention is the most effective for improving the technique?

We assessed the technique of pelvic-floor muscle exercises in 98 students – healthy nulliparas at the age of 23 ± 2 y (M ± SD) using surface electromyography (TeleMyo DTS Noraxon EMG and Sensors System) with vaginal probes. The women were randomly allocated into four groups. Women in group 1 (n = 14) received one biofeedback session and three times a week were trained under the supervision of an instructor. Group 2 (n = 31) also received one biofeedback session, but exercised without supervision according to a written training plan. Group 3 (n = 26) received only verbal instruction about exercise technique and performed the training plan without supervision. Group 4 (n = 27) was a control group. After six weeks, we re-evaluated the technique of pelvic-floor muscle exercises with the electromyography.

In the pretest, nearly one in five students (18%; n = 18) were not able to contract the pelvic-floor muscles. The proper technique was presented in 79% (n = 77) of women. The highest effectiveness in teaching exercise technique for pelvic-floor muscles we observed in the group that after the biofeedback session trained with an instructor.

The results show the need to supplement the educational programs in sport universities with the content on the pelvic-floor muscles. It is reasonable for future physical activity specialists to improve their professional competence to conduct exercises for this muscle group.

Key words: pelvic-floor muscle training, muscle contraction, exercise movement techniques, biofeedback, professional competence, exercise professionals.

Wstęp

Mięśnie dna miednicy (inaczej mięśnie krocza lub mięśnie Kegla) tworzą swoisty hamak w dolnej części miednicy rozpostarty od kości ogonowej z tyłu do kości łonowej z przodu. Pełnią funkcję podporową dla narządów leżących wewnątrztrzewnowo, stabilizują postawę ciała, determinują jakość życia seksualnego oraz istotnie wspierają mechanizm trzymania moczu i kału [1]. Przegląd piśmiennictwa naukowego wykazał, że regularny trening mięśni dna miednicy powinien być zalecany zarówno w prewencji, jak i terapii nietrzymania moczu [2-6], występującego u od 14% do 69% kobiet w Europie [7].

Ze względu na prozdrowotne funkcje mięśni dna miednicy należy je ćwiczyć w każdym wieku [1, 8]. Szczególnie należy zwrócić na nie uwagę u kobiet aktywnych fizycznie, u których ryzyko nietrzymania moczu jest podwyższone [9–11]. Bourcier [9] proponuje stosowanie tzw. blokowania (org. „the knack”), czyli szybkiego, świadomego napięcia mięśni dna miednicy przed zwiększeniem ciśnienia śródbrzusznego wywołanego kichaniem, kaszlem, śmiechem, podskokami itd. Jednakże studentki Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku (AWFiS) deklarują, że niewiele treści w ich programie studiów jest poświęconych mięśniom dna miednicy [12].

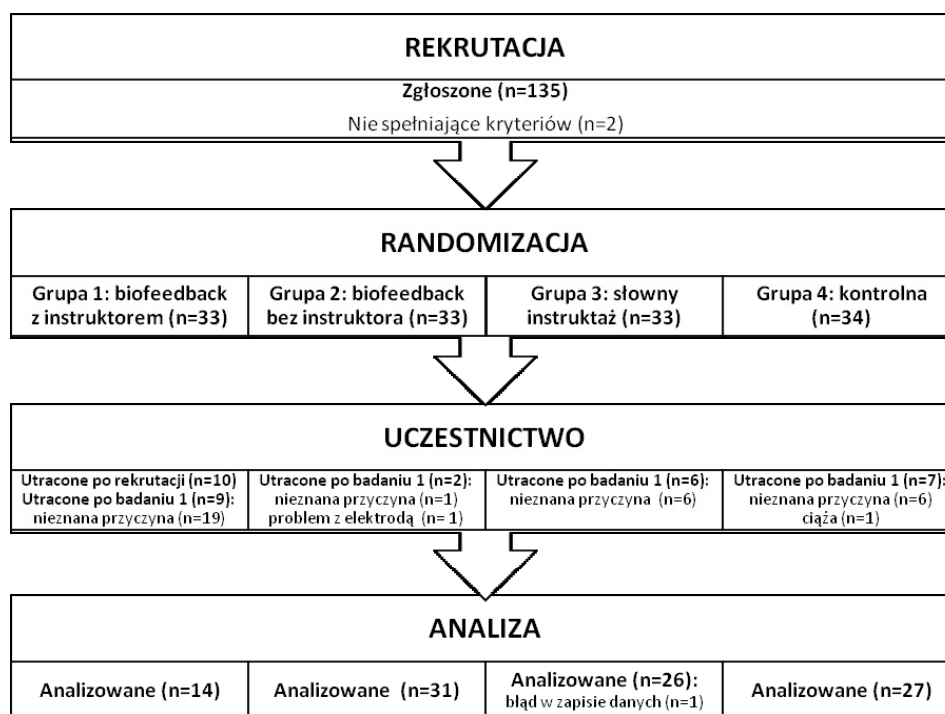
Dla efektywności programu ćwiczeń istotne znaczenie ma technika ich wykonywania. Prawidłowe napięcie mięśni dna miednicy A. Kegel zdefiniował już w latach 40. ubiegłego wieku [13]. W czasie napięcia mięśni dna miednicy w ćwiczeniach zalecane jest utrzymywanie rozluźnionych mięśni brzucha, pośladków i ud [14–16]. Bø i Mørkved [16] podkreślają, że brak izolacji mięśni dna miednicy od zewnętrznych synergistów może maskować świadomość tej grupy mięśni oraz jej siłę, co z kolei przekłada się na mniejszą skuteczność proponowanego treningu. Inni autorzy dowodzą, że kolejność aktywizowania różnych grup mięśni w zamierzonym skurczu mięśni dna miednicy jest skorelowana z przejawami nietrzymania moczu [17]. Na tej podstawie założono, że prawidłową techniką ćwiczeń mięśni dna miednicy będzie nie tyle ich izolacja, co zaktywizowanie przed synergistami.

W niniejszej pracy postawiono dwa pytania badawcze. Po pierwsze, czy studentki uczelni sportowej prezentują prawidłową technikę ćwiczeń mięśni dna miednicy? Po drugie, jaki sposób interwencji treningowej jest najbardziej efektywny dla poprawy techniki tych ćwiczeń?

Materiał i metody

U 98 studentek AWFiS – zdrowych nieródek w wieku 23 ± 2 lata (śr. $\pm$ odch. stand.) oceniono technikę napięcia mięśni dna miednicy przy pomocy elektromiografii powierzchniowej (sEMG), używając TeleMyo DTS, NORAXON EMG and Sensors System (Scottsdale, AZ, USA). Do oceny aktywności mięśni dna miednicy użyto elektrody waginalnej (Lifecare PR-02, Everyway Medical Instruments Co., Ltd., Taiwan), natomiast do oceny wybranych mięśni synergistycznych (mięśnia prostego i skośnego brzucha oraz mięśnia pośladkowego wielkiego) – standardowych elektrod powierzchniowych (SKINTACT Premier W-60, LEONHARD LANG GmbH, Austria). Ocena mięśni dna miednicy przy wykorzystaniu sEMG jest powszechnie stosowana, bezbolesna i nieinwazyjna [18]. W wykonaniu badania, wyborze i lokalizacji elektrod stosowano się do rekomendacji SENIAM [19].

Studentki losowo umieszczono w czterech grupach. Na rycinie 1 przedstawiono zmiany w liczebności grup w toku eksperymentu (ryc.1). Kobiety z grupy 1 ($n = 14$) otrzymały jedną sesję biofeedback (mogły obserwować zmiany napięcia badanych mięśni na monitorze) wraz z instruktażem co do techniki ćwiczeń. Następnie wykonywały one ćwiczenia mięśni dna miednicy na grupowych zajęciach fitness prowadzonych przez instruktora trzy razy w tygodniu. Grupa 2 ($n = 31$) również otrzymała jedną sesję biofeedback wraz z instruktażem co do techniki ćwiczeń, ale ćwiczenia wykonywała samodzielnie według rozpisanego planu treningowego. Grupa 3 ($n = 26$) otrzymała tylko instruktaż co do techniki ćwiczeń (nie otrzymała sesji biofeedback) i wykonywała ćwiczenia samodzielnie według rozpisanego planu treningowego. Grupa 4 ($n = 27$) stanowiła grupę kontrolną (nie otrzymała żadnej interwencji). Trening mięśni dna miednicy trwał 6 tygodni i opierał się na koncepcji treningowej J. Miller [15]. Po sześciu tygodniach technikę ćwiczeń mięśni dna miednicy oceniono ponownie w badaniu sEMG.



Ryc. 1. Zmiany w liczebności badanych studentek w toku eksperymentu

Ponieważ twarda elektroda waginalna może dawać proprioceptywną informację zwrotną co do lokalizacji mięśni dna miednicy, analizowano technikę pierwszego powtórzenia ćwiczenia. Na komendę „napnij” studentki miały za zadanie jak najszybciej napiąć mięśnie dna miednicy. Kiedy mięśnie dna miednicy odpowiadały skurczem jako jedyna grupa mięśni lub jako pierwsze w stosunku do mięśni brzucha lub pośladka, uznawano ćwiczenie za technicznie poprawne. Za błędną technikę przyjęto włączenie mięśni dna miednicy po synergistach. Brak aktywizacji mięśni dna miednicy wskazywał na nieumiejętność wykonania ćwiczenia. Jako próg aktywacji mięśni, tzw. próg włączenia mięśni, traktowano trzykrotność odchylenia standardowego dla linii podstawowej EMG [20]. Następnie w oparciu o skalę metryczną czasu określano kolejność włączenia badanych mięśni w ćwiczeniu.

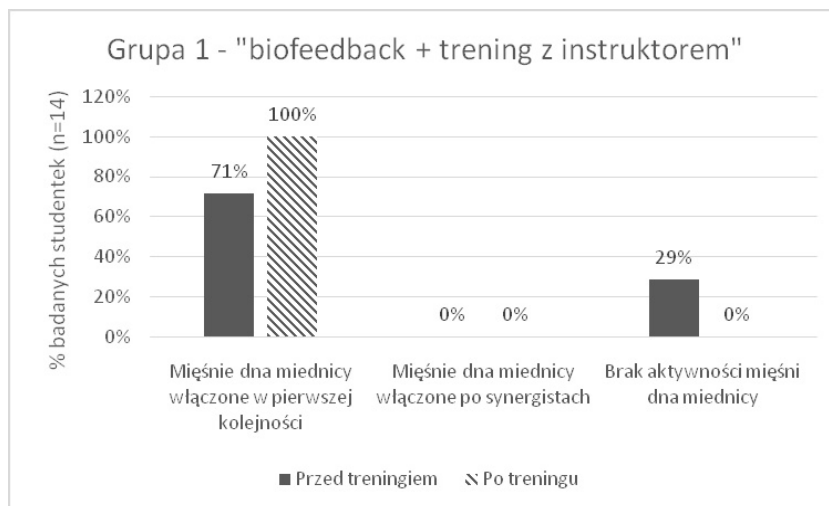
Badania przeprowadzono w okresie od lutego do czerwca 2013 r. w AWFis w Gdańsku. Uczelnia ta ma charakter sportowy i ukierunkowana jest na kształcenie specjalistów aktywności fizycznej (nauczycieli wychowania fizycznego, instruktorów i trenerów sportu kwalifikowanego i powszechnego, fizjoterapeutów itp.). Projekt był realizowany w ramach działalności Koła Naukowego Aktywności Fizycznej Kobiety w Okresie Reprodukcyjnym (KN „AFKOR”), ze wsparciem finansowym ze środków na badania statutowe Wydziału Turystyki i Rekreacji. Uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Gdańsku (KB – 8/13). Badane kobiety podpisały świadomą zgodę na udział w badaniu przed jego realizacją.

Wyniki

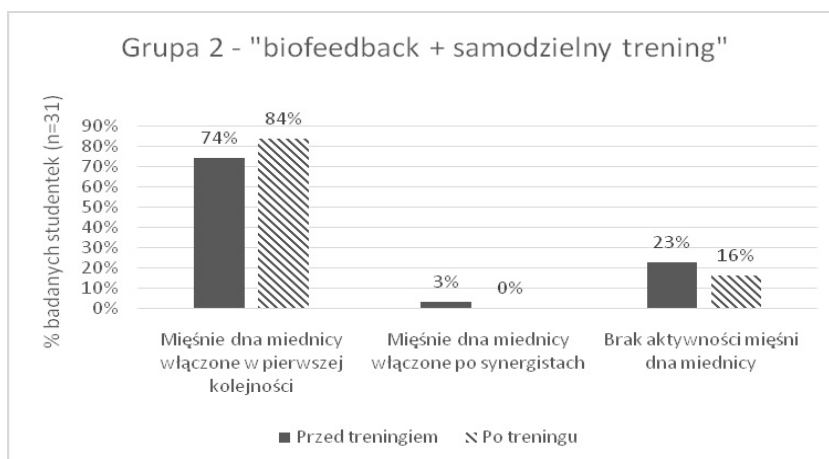
W badaniu wstępnym 79% studentek (n = 77) zaprezentowało poprawną technikę ćwiczenia mięśni dna miednicy, aktywizując tę grupę mięśni w wyizolowany sposób lub przed synergistami. Trzy kobiety (3%) aktywizowały mięśnie dna miednicy po mięśniach synergistycznych. Natomiast prawie jedna na pięć badanych (18%; n = 18) nie potrafiła napiąć wybranych mięśni.

Największą skuteczność w nauczaniu techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy zaobserwowano w grupie 1. Po zrealizowaniu jednej sesji biofeedback, a następnie wykonywaniu ćwiczeń pod nadzorem instruktora w badaniu powtórzeniowym wszystkie kobiety zaprezentowały poprawną technikę (ryc. 2). W grupie 2, gdzie po sesji biofeedback studentki ćwiczyły sa-

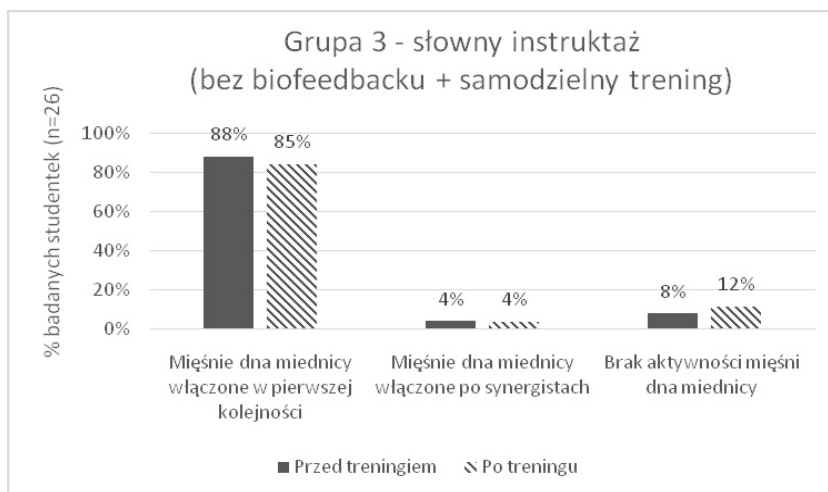
modzielnie, również nastąpiła poprawa techniki. Jednakże 16% tej grupy nadal nie wykonała poprawnie zadania w badaniu powtórzeniowym (ryc. 3). Po interwencji w grupie 3, opartej tylko na instruktażu słownym odnotowano niewielki regres w technice. Po sześciu tygodniach treningu 12% studentek z tej grupy nie napięła prawidłowo mięśni dna miednicy, co stanowiło gorszą proporcję o 2% w porównaniu z badaniem wstępnym (ryc. 4). Aż 1/3 grupy 4 (kontrolnej) nie zaprezentowała poprawnej techniki ćwiczenia mięśni dna miednicy w badaniu powtórzeniowym. Po sześciu tygodniach bez instruktażu i informacji zwrotnej, o 10% więcej z nich napinała mięśnie dna miednicy w niewłaściwej kolejności lub ich w ogóle nie napinała (ryc. 5).



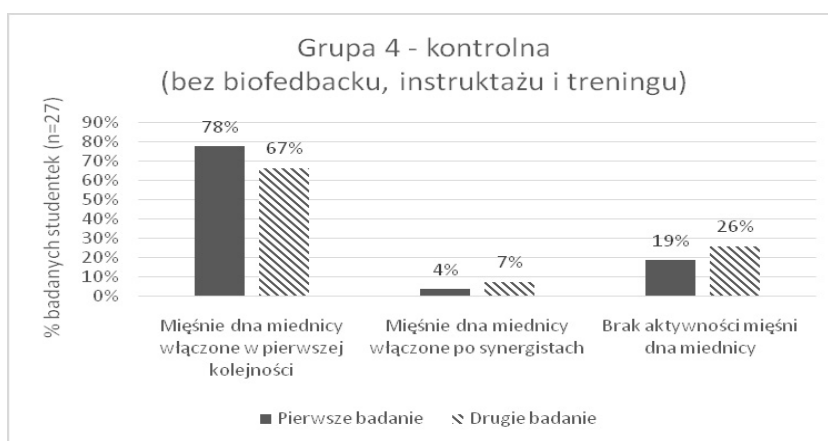
Ryc. 2. Zmiany w technice ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek po jednej sesji biofeedback i 6 tygodniach ćwiczeń pod nadzorem instruktora



Ryc. 3. Zmiany w technice ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek po jednej sesji biofeedback i 6 tygodniach samodzielnego treningu



Ryc. 4. Zmiany w technice ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek po słownym instruktażu i 6 tygodniach samodzielnego treningu



Ryc. 5. Zmiany w technice ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek z grupy kontrolnej po 6 tygodniach pomiędzy badaniem wstępnym a badaniem powtórzeniem

Dyskusja

Prezentowano badanie eksperymentalne dotyczące rzadko poruszanego w literaturze naukowej zagadnienia techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u zdrowych, młodych, aktywnych fizycznie kobiet. Blisko co piąta studentka AWFIS nie potrafiła prawidłowo wykonać ćwiczenia mięśni dna miednicy. Badane, jako studentki uczelni sportowej, powinny prezentować wysoką świadomość swojego ciała, jednakże pod względem celowego napięcia mięśni dna miednicy „na komendę” nie różniły się one od przeciętnej populacji kobiet. Autorzy podają, że proporcja kobiet, które nie potrafią poprawnie napiąć mięśni dna miednicy waha się od 14 do 53% [21–23].

Wyniki naszych badań są niepokojące. Po pierwsze aktywne fizycznie kobiety powinny umieć szybko napinać mięśnie dna miednicy w sytuacjach rosnącego ciśnienia śródbrzusznego, aby zapobiegać wyciekowi moczu w czasie zajęć ruchowych [9]. Poza tym, jako przyszłe instruktorki, trenerki sportu czy nauczycielki wychowania fizycznego, studentki AWFIS powinny być gotowe do prowadzenia ćwiczeń mięśni dna miednicy wśród swoich podopiecznych. Raczej trudno założyć, że sprostają temu zadaniu zawodowemu, skoro same przejawiają trudności z lokalizacją i aktywizacją tej grupy mięśni.

Zmiany w technice ćwiczeń mięśni dna miednicy różniły się w zależności od zastosowanej interwencji treningowej. Największą efektywność w poprawie techniki zaobserwowano w grupie 1, poddanej jednej sesji biofeedback i ćwiczącej z instruktorem. Wyniki potwierdzają

opinie innych badaczy, że o sukcesie planu treningowego dla mięśni dna miednicy w dużym stopniu decydować będzie udział wykwalifikowanych instruktorów, trenerów, fizjoterapeutów czy specjalistów inkontynencji [24–27]. Wykazano również, że zastosowanie sesji biofeedback wspomaga proces nauczania prawidłowego napięcia mięśni dna miednicy, co zaprezentowali już inni autorzy [28–30]. Ze względu na lokalizację tej grupy mięśni, w czasie zajęć jest trudno zarówno instruktorowi, jak i samej ćwiczącej ocenić poprawność techniczną wykonywanych ćwiczeń. Biofeedback wizualizuje sposób aktywizowania mięśni i dzięki temu wspomaga utrwalanie prawidłowych wzorców ruchowych [20].

W grupie kontrolnej zaobserwowano wyraźne pogorszenie prezentowanej techniki. W interpretacji danych należy wziąć pod uwagę, że ze względów logistycznych studentki były poinformowane o umieszczeniu w jednej z czterech badanych grup. Według Schultza i wsp. [31] uczestnicy eksperymentów mogą odpowiadać odmiennie, kiedy są świadomi przydzielonego sposobu interwencji. Niższa motywacja do udziału w badaniu u osób z grupy kontrolnej mogła być przyczyną ich słabszej techniki w porównaniu z badaniem wstępnym. Z drugiej strony, ze względów etycznych nie zniechęcano grupy kontrolnej do ćwiczeń. Pomiedzy badaniami studentki mogły samodzielnie podejmować próby wykonania zadania, ale nie otrzymawszy odpowiedniego instruktażu, nauczyły się aktywizować niewłaściwe mięśnie lub w niewłaściwej kolejności.

Wnioski

Znaczna liczba studentek niepotrafiących prawidłowo wykonać ćwiczeń mięśni dna miednicy wskazuje na potrzebę uzupełnienia programów studiów AWFIS o treści ukierunkowane na tę grupę mięśni. Mięśnie dna miednicy, pomimo intymności swojego położenia, powinny być traktowane we wszystkich programach aktywności fizycznej z tą samą uwagą co inne partie ciała (tj. mięśnie brzucha czy pleców).

Wynik wskazujący na najwyższą skuteczność interwencji treningowej wspomaganej nadzorem instruktora sugeruje, że kompetencje do prowadzenia ćwiczeń mięśni dna miednicy mogą być wysoce pożądane na rynku prozdrowotnych usług rekreacyjnych. Uzasadnione zatem jest promowanie doskonalenia zawodowego ukierunkowanego na uzyskiwanie kwalifikacji zawodowych Specjalisty ćwiczeń mięśni dna miednicy [patrz 32].

Autorzy zdają sobie sprawę ze słabych stron pracy. Między innymi należy do nich obszar rekrutacji do badań. Pomimo że AWFIS jest jedną z największych uczelni sportowych w Polsce, brak danych nt. techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u absolwentek innych instytucji edukacyjnych uniemożliwia generalizowanie wniosków. Analizę ilościową wyników ograniczyliśmy tylko do obserwacji proporcji w badaniu wstępnym i powtórzeniowym. Wartościowe byłoby wykorzystanie w przyszłości bardziej zaawansowanych metod statystycznych, w szczególności że pomimo randomizacji zarejestrowano odmienny poziom wyjściowy w technice ćwiczeń w poszczególnych grupach (ryc. 2–5). Uwagi wymagałoby poszukiwanie przyczyn znacznego zmniejszenia liczebności studentek w grupie 1 (ryc. 1). Można domniemywać, że trening 3 razy w tygodniu w wyznaczonych godzinach był dla nich zbyt dużym obciążeniem czasowym i organizacyjnym. Jednakże nie przeprowadzono wywiadu, dzięki któremu można by wyjaśnić obserwację autorów. Jednak pomimo wskazanych limitów pracy, autorzy są przekonani, że ważne było podjęcie tematu techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej. Może mieć to duże znaczenie dla prewencji wysiłkowego nietrzymania moczu, którego ryzyko w tej jest populacji podwyższone [9, 10].

BIBLIOGRAFIA

- [1] Carriere B. *Fitness for the Pelvic Floor*. Stuttgart – New York: Thieme; 2002.
- [2] Lemos A, de Souza AI, Ferreira ALCG, Figueiroa JN, Cabral-Filho JE. Do perineal exercises during pregnancy prevent the development of urinary incontinence? A systematic review. *Int J Urol*. 2008;15(10):875-80.
- [3] Park SH, Kang CB, Jang SY, Kim BY. Effect of Kegel exercise to prevent urinary and fecal incontinence in antenatal and postnatal women: systematic review. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2013;43(3):420-30.
- [4] Opara JA, Socha T, Poświata A. Ćwiczenia mięśni dna miednicy najlepszym sposobem prewencji w wysiłkowym nietrzymaniu moczu u kobiet uprawiających wyczynowo sport. *Fizjoterapia*. 2013;21(2):57-63.

- [5] Chmielewska D, Kwaśna K, Piecha M, et al. Selected methods of conservative treatment of stress urinary incontinence: current views. Part 1. Menopause Review/Przegląd Menopauzalny. 2012;4:264-8.
- [6] Opara J, Socha T, Prajsner A, et al. Fizjoterapia w wysiłkowym nietrzymaniu moczu u kobiet Część I. Aktualne rekomendacje dotyczące ćwiczeń według Kegla. Fizjoterapia. 2011;19(3):41-9.
- [7] Cerruto MA, D'Elia C, Aloisi A, Fabrello M, Artibani W. Prevalence, incidence and obstetric factors' impact on female urinary incontinence in Europe: a systematic review. Urol Int. 2013;90(1):1-9.
- [8] Opara J, Socha T, Prajsner A, Poświata A. Fizjoterapia w wysiłkowym nietrzymaniu moczu u kobiet Część III. Elektrostymulacja w wysiłkowym nietrzymaniu moczu. Fizjoterapia. 2012;20(1):79-86.
- [9] Bourcier AP. Incontinence during sports and fitness activities. W: Baessler K, Schüssler K, Burgio KL, Moore K, Norton PA, Stanton SL, editors. Pelvic floor re-education Principles and practice. Springer; 2008, 267-70.
- [10] Poświata A, Socha T, Opara J. Prevalence of Stress Urinary Incontinence in Elite Female Endurance Athletes. J Hum Kinet. 2014;44(1):91-6.
- [11] Opara J, Socha T, Bidzan M, Mehlich K, Poświata A. Stress urine incontinence especially in elite women athletes extremely practicing sports. Arch Budo. 2011;7(4):227-31.
- [12] Piątek K. Ćwiczenia wzmacniające i rozciągające mięśnie dna miednicy proponowane dla kobiet / The strengthening and stretching exercises for pelvic-floor muscles recommended for women. Gdansk: Gdansk University of Physical Education and Sport; 2012.
- [13] Kegel AH. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. Am J Obstet Gynecol. 1948;56(2):238-48.
- [14] Newman DK. Pelvic Floor Muscle Rehabilitation Using Biofeedback. Urologic Nursing. 2014;34(4):193-202.
- [15] Miller JM. Graduated strength training: A pelvic muscle exercise program: The Regents of the University of Michigan; 2012 [dostęp: <http://www.med.umich.edu/1libr/HealthyHealing/GraduatedStrengthTraining.pdf>].
- [16] Bø K, Berghmans B, Morkved S, Kampen van M. Evidence-Based Physical Therapy for the Pelvic Floor: Bridging Science and Clinical Practice. New York: Elsevier Butterworth Heinemann.
- [17] Madill SJ, Harvey M-A, McLean L. Women with SUI demonstrate motor control differences during voluntary pelvic floor muscle contractions. Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct. 2009;20(4):447-59.
- [18] Glazer HI, Romanzi L, Polaneczky M. Pelvic floor muscle surface electromyography. Reliability and clinical predictive validity. J Reprod Med. 1999;44(9):779-82.
- [19] Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, et al. European recommendations for surface ElectroMyoGraphy. Results of the SENIAM project. Enschede: Roessingh Research and Development.
- [20] Konrad P. The ABC of EMG. A practical introduction to kinesiological electromyography. Scottsdale, Arizona: Noraxon U.S.A. Inc.; 2006.
- [21] Henderson JW, Wang S, Egger MJ, Masters M, Nygaard I. Can women correctly contract their pelvic floor muscles without formal instruction? Female Pelvic Med Reconstr Surg. 2013;19(1):8-12.
- [22] Kandadai P, O'Dell K, Saini J. Correct Performance of Pelvic Muscle Exercises in Women Reporting Prior Knowledge. Female Pelvic Med Reconstr Surg. 2015;21(3):135-40.
- [23] Vermandel A, De Wachter S, Beyltsens T, D'Hondt D, Jacquemyn Y, Wyndaele JJ. Pelvic floor awareness and the positive effect of verbal instructions in 958 women early postdelivery. Int Urogynecol J. 2015;26(2):223-8.
- [24] Bø K. Urinary incontinence, pelvic floor dysfunction, exercise and sport. Sport Med. 2004;34(7):451-64.
- [25] Chiarelli P, Murphy B, Cockburn J. Women's knowledge, practises, and intentions regarding correct pelvic floor exercises. Neurourol Urodyn. 2003;22(3):246-9.
- [26] Herderschee R, Hay-Smith ECJ, Herbison GP, Roovers JP, Heineman MJ. Feedback or biofeedback to augment pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women: Shortened version of a Cochrane systematic review. Neurourol Urodyn. 2013;32(4):325-9.
- [27] Price N, Dawood R, Jackson SR. Pelvic floor exercise for urinary incontinence A systematic literature review. Maturitas. 2010;67(4):309-15.
- [28] Bump RC, Hurt GW, Fantl AJ, Wyman JF. Assessment of Kegel pelvic muscle exercise performance after brief verbal instruction. Am J Obstet Gynecol. 1991;165(2):322-9.
- [29] Batista RLA, Franco MM, Naldoni LMV, Duarte G, Oliveira AS, Ferreira CHJ. Biofeedback and the electromyographic activity of pelvic floor muscles in pregnant women. / Biofeedback na atividade eletromiográfica dos músculos do assoalho pélvico em gestantes. Brazilian Journal of Physical Therapy / Revista Brasileira de Fisioterapia. 2011;15(5):386-92.
- [30] Opara J, Socha T, Prajsner A, et al. Fizjoterapia w wysiłkowym nietrzymaniu moczu u kobiet. Część II. Biologiczne sprzężenie zwrotne w wysiłkowym nietrzymaniu moczu Fizjoterapia. 2011;19(4):37-42.
- [31] Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. Deutsche Medizinische Wochenschrift. 2011;136(15):E20-E23.
- [32] Szumilewicz A. Kwalifikacje w rekreacji ruchowej na przykładzie fitnessu oraz prenatalnej i postnatalnej aktywności fizycznej. W: Chłoń-Domińczak A, Fandrejewska A, red. W drodze do Polskiej Ramy Kwalifikacji. Dobre praktyki w systemie kwalifikacji. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych; 2015, 43-57.

Autor korespondencyjny:
Magdalena Piernicka

Tel. 503400075
e-mail: magda.piernicka@wp.pl

High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women

A randomized control trial

Magdalena Piernicka, MSc^{a,*}, Monika Błudnicka, MSc^b, Jakub Kortas, PhD^c, Barbara Duda-Biernacka, Prof^d, Anna Szumilewicz, Prof^a

Abstract

Background: We aimed to test the hypothesis that high-impact aerobics programme, combined with pelvic floor muscle training does not impair pelvic floor muscle function in young active women.

Methods: A randomized control trial was conducted among active nulliparous, sport university students (age 23 ± 3 years, mean $\pm$ SD). Experimental group ($n = 13$) attended high-impact aerobics programme, supplemented by pelvic floor muscle training with one biofeedback session, for 6 weeks. The control group ($n = 19$) did not get any intervention. Before and after the experiment, we assessed pelvic floor muscle function in both groups with surface electromyography using vaginal probes. In both groups, we assessed the participants' quality of life related to pelvic floor functions with the Incontinence Impact Questionnaires.

Results: We recorded no impairments in neuromuscular activity of pelvic floor muscles and in quality of life in women regularly performing high-impact aerobics. What is even more positive, after 6 weeks, experimental group presented better skills both in contracting and relaxing their pelvic floor muscles, although the pre-post intervention EMG change was not statistically significant. All participants maintained good quality of life related to pelvic floor functions.

Conclusions: High-impact aerobics, supplemented by pelvic floor muscle training can be recommended for active nulliparas.

Abbreviations: BMI = body mass index, BPM = beats per minute, EMG = electromyography, HR = heart rate, IIQ = Incontinence Impact Questionnaire, IPAQ = International Physical Activity Questionnaire, M = mean, MVC = maximum voluntary contraction, SD = standard deviation.

Keywords: exercise programme, Kegel exercises, prevention, quality of life, stress urinary incontinence, young women

Editor: Atul Dwivedi.

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

The authors report no conflicts of interest.

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are not publicly available, but are available from the corresponding author on reasonable request.

^aDepartment of Fitness, ^bDepartment of Clinical Physiotherapy and Professional Practices, ^cDepartment of Department of Biomechanics and Sports Engineering, ^dDepartment of Anatomy and Anthropology, Gdansk University of Physical Education and Sport, Gdansk, Poland.

* Correspondence: Magdalena Piernicka, Department of Fitness, Gdansk University of Physical Education and Sport, Gdansk 80-336, Poland (e-mail: magdalena.piernicka@awf.gda.pl).

Copyright © 2021 the Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBY-NC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and build upon the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

How to cite this article: Piernicka M, Błudnicka M, Kortas J, Duda-Biernacka B, Szumilewicz A. High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women: A randomized control trial. *Medicine* 2021;100:33(e26989).

Received: 13 January 2021 / Received in final form: 18 May 2021 / Accepted: 16 July 2021

<http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000026989>

1. Introduction

Maintaining proper pelvic floor muscle function boosts the prevention of disorders like urinary or faecal incontinence, and pelvic organ prolapse. These dysfunctions are multifactorial, significantly impairing the quality of life, both physiologically and mentally.^[1] In the long term, weakening of the pelvic floor muscles can lead to social isolation, sleep disorders and even depression. People struggling with such problems are reluctant to engage socially and give up any significant physical exercise.^[2] Pelvic floor muscle training owing to the pro-health function is recommended for people of all ages. Regular pelvic floor muscle training should be recommended as both preventive and therapeutic.^[2–4] High-impact aerobics include choreographed jumps and running exercises with different phases of flight. While performing individual combinations, participants are asked to move both feet off the ground at the same time, which significantly increases training intensity.^[5] This is particularly important for women with high levels of advancement and high exercise capacity, which need high intensity of physical effort to benefit from exercise.^[6] However, some authors discuss the potential negative impact of intensive sports activities leading to the deterioration of pelvic floor function. Various authors observed that the highest rate of stress urinary incontinence affects people with high levels of physical activity.^[7–9] Increased

frequency of urine leakage during high-impact exercises seems to be associated with increased intra-abdominal pressure caused by severe abdominal muscle contraction with inadequate pelvic floor muscle contraction.^[8,10] Researchers suggest that intensive physical exertion without adequate pelvic floor muscle contraction can further strain, stretch, and weaken the pelvic floor muscles. Improper condition of this muscle group may expose young females to stress urinary incontinence.^[11] Some authors propose the use of “the knack,” that is, rapid conscious pelvic floor muscle pre-contraction before jumping, running, lifting heavy objects, as well as before any activities increasing intra-abdominal pressure.^[6,12] The experts also recommend informing the participants about the effects of pelvic floor muscle training on the quality of life.^[12] So far, the state of knowledge about the impact of physical activity on the pelvic floor is inconsistent. The changes in pelvic floor muscle functions, depending on the exercises introduced, are individually different.^[13] The literature review concerning the characteristics of pelvic floor muscle training programmes for nulliparas provides very few preventive exercise recommendations.^[14–17] Pelvic floor muscle specialists focus mainly on therapeutic programmes for people with diagnosed dysfunctions^[18–20] and people at increased risk (eg, pregnant women^[21,22] or postmenopausal women^[23,24]). Some authors recommend participation in low-impact sports only to prevent stress incontinence.^[9] Modern fitness clubs offer a very wide range of high-impact exercise classes. Safe participation in such forms of physical activities is of crucial importance for women of all ages. In this study we aimed to test a hypothesis that a structured programme of high-impact aerobics supported by pelvic floor muscle education and training improves pelvic floor neuromuscular activity, maintaining good quality of life in respect of urinary incontinence in active nulliparous women.

2. Materials and methods

A randomized control trial was conducted among 32 female students from the Gdansk University of Physical Education and Sport, aged between 19 and 28 (22 ± 2 years; mean $\pm$ SD), voluntarily participated in the study. They were randomly placed in the experimental or control groups, with the 1:1 ratio. Only women without diagnosed urinary tract problems were eligible for the study. Women in pregnancy, with past births or contraindications to physical activity or allergy to materials used in the study were excluded. The flow of participants throughout the study is presented in Figure 1.

All assessments were conducted in the Laboratory of Physical Effort and Genetics in Sport at Gdansk University of Physical Education and Sport between February and May in 2016. We conducted research interventions according to the principles of the WMA Declaration of Helsinki and with the approval of the Bioethics Commission at the District Medical Chamber in Gdansk (KB - 8/14). The participants signed informed consent before commencing the tests. Research project titled: “Pelvic floor muscle training with surface electromyography” registered by ISRCTN registry at the number ISRCTN92265528, DOI 10.1186/ISRCTN92265528.

Before participating in the electromyography (EMG) assessment, all women took part in an educational lecture given by an expert in the field of pelvic floor muscle function. In a one-off educational session, they were informed about the importance of pelvic floor muscles and the impact of their function on the quality of life. Subsequently, each woman underwent pelvic floor

muscle function assessment with EMG using a vaginal probe (self-applied by the participant)^[25] and surface electrodes glued to the rectus abdominis muscle, the external oblique muscle, and the gluteus maximus muscle. We performed the assessments of the pelvic floor muscles with surface electromyography based on the Glazer protocol.^[26] One EMG test sequence consisted of the following motor tasks: 10-second relaxation (pelvic floor muscle EMG baseline), 5 contractions lasting 10 seconds, each followed by a relaxation lasting 10 seconds, 60-second contraction followed by 10-second relaxation. The experimental group after the first EMG test sequence additionally performed all motor tasks with EMG biofeedback, observing the changes of neuromuscular activity on the computer monitor. Other synergistic muscles should have remained relaxed. Participants received the following commands: “contract” when they were to contract the pelvic floor muscles. At the “relax” command, the participants were asked to relax their entire body including their pelvic floor muscles. The commands were issued by computer software to increase data reliability. The tests were carried out by a qualified physiotherapist knowledgeable in urogynaecology, as well as in the use of surface EMG. After 6 weeks of training the women underwent the second pelvic floor muscle assessment. We considered the increase in mean EMG value in contractions and the decrease in mean EMG value in relaxations to be a positive change. We used the Incontinence Impact Questionnaire (IIQ) to assess the impact of incontinence symptoms on the quality of life of participants before and after the experiment.^[27] Based on research conducted by Corcos et al we classified a score >70 as low quality of life; a score of 50 to 70 indicated a moderate quality of life, and a score <50 was considered to indicate a good quality of life.^[28] During the pre-intervention analysis we excluded women who did not have a good quality of life based on IIQ (Fig. 1). Since we analyzed both the neuromuscular activity of pelvic floor muscles and the impact of urinary incontinence on participants’ quality of life, with reference to these variables we use the common term “pelvic floor muscle function” in the following part of the study. All study participants were tested on the basis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and they were classified as physically active.^[29] Before the exercise programme, we assessed the exercise capacity of participants and their exercise heart rate (HR) zones for the intervention. To that end, we conducted cardiopulmonary exercise tests to exhaustion, using an electronically regulated cycle ergometer with gas analyzer (Oxycon Pro, Erich JAEGER GmbH, Hoechberg, Germany) in laboratory conditions. The method and manner of the conducting the test, together with the applied load protocol, were presented by Kostrzewa-Nowak et al.^[30] The experimental group reached the following performance parameters at the initial stage before commencing the intervention exercise programme: VO_{2max} (34.8 ± 6.3); HR_{max} (180 ± 15). Between the first and second pelvic floor muscle function assessments, the experimental group participated in a high-impact aerobics programme, 3 times a week for 6 weeks. We decided to implement a 6-week intervention. In many previous experiments, training effectiveness has been demonstrated after 6 weeks.^[31] The individual training session included: 10 minutes aerobic warm-up, 43 minutes of the main part in the form of a choreographic layout using high-impact steps, 7 minutes of stretching and breathing exercises, and 10 minutes of pelvic floor muscle training. Each woman performed exercises with the intensity of 60% to 75% HR_{max} based on the cardiopulmonary assessments. During the

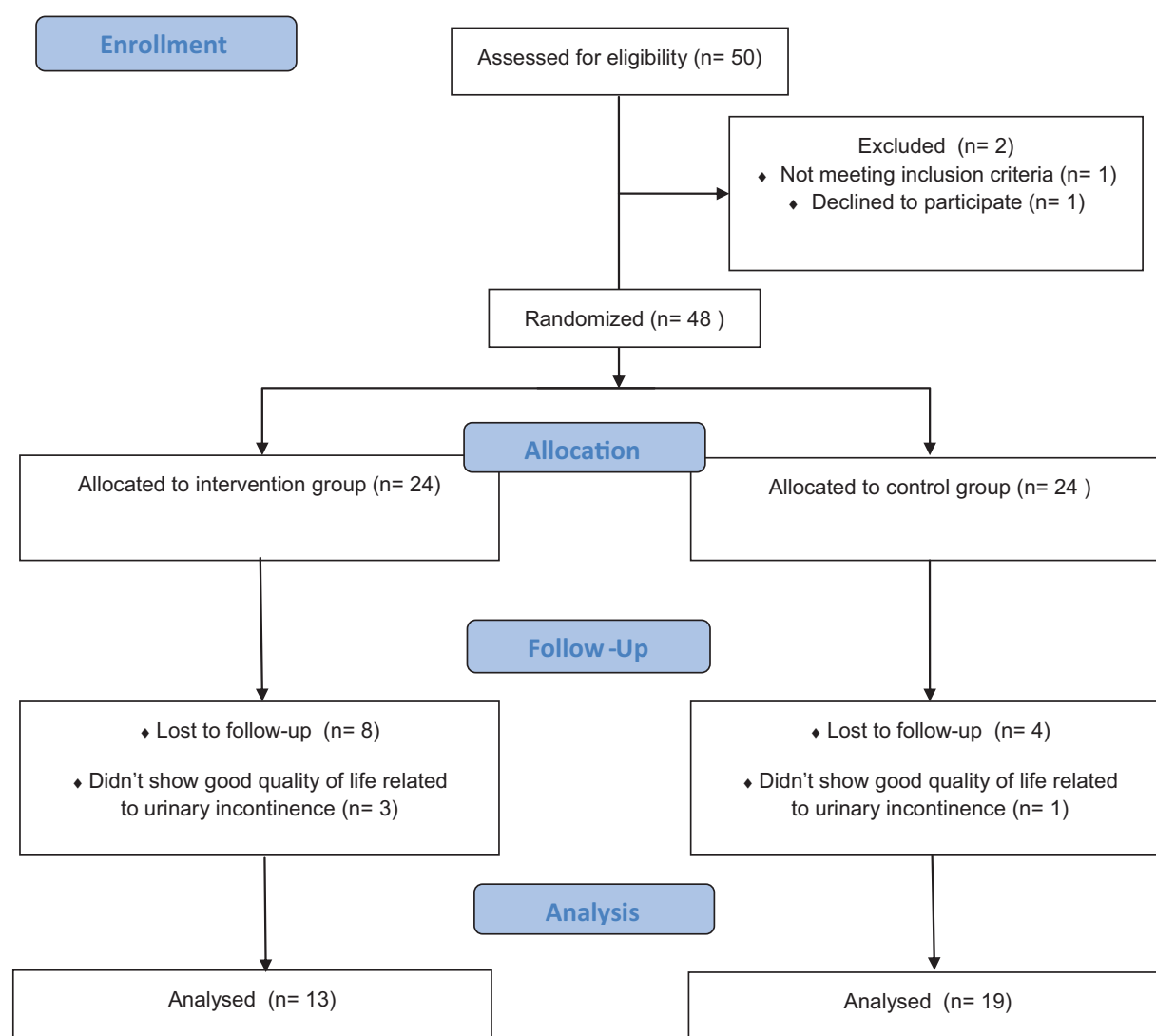


Figure 1. The flow of participants through the study.

classes, we used the music with a tempo of 140 to 152 BPM (beats per minute).^[30] Pelvic floor muscle training was based on “Graduated Strength Training.”^[32]

In the pelvic floor muscle training, we aimed at teaching the participants how to contract and relax pelvic floor muscles properly. During each week of the experiment the training sessions contained a different set of exercises. The participants learned the basic short contraction (so called quick flicks) in the first week. The objective of the exercises in the second week was to activate the pelvic floor muscles more fully through a short gradation of the contraction. One repetition of the exercise consisted of performing 3 increasingly stronger flicks and slowly reducing the contraction until complete relaxation. The next stage of the training focused on muscle endurance by adding constant contraction up to 10 seconds. In the fourth week, 1 repetition of the exercise included: 3 more intense contractions and maintaining constant contraction for 10 seconds, extended by a short pulsation before relaxation. During the fifth week of the training, pelvic floor muscles were activated to improve muscle speed, strength and endurance. The participants repeated

three times the sequence of pelvic floor muscle contractions and relaxations, according to the modified Glazer protocol.^[26] In the sixth week, the participants repeated exercises from the fourth week. Additionally, to improve their ability to activate their pelvic floor muscles in everyday activities, they were asked to consciously contract their muscles before sneezing, coughing or lifting heavy objects.^[32] All training sessions were supervised by a qualified fitness instructor proficient in pelvic floor muscle exercises. The control group has not receive any intervention: nor exercise nor education on pelvic floor muscle training. We asked them to continue their normal lifestyle during the experiment.

Statistical analysis was performed using Statistica 13.1 software (Statsoft, Tulsa, Oklahoma). All values are expressed as mean $\pm$ standard deviation (SD). The Shapiro–Wilk test was applied to assess the homogeneity of dispersion from the normal distribution. An unpaired *t* test analysis was performed to identify significantly different results at baseline. For the remaining results, we used the Mann–Whitney test. The Brown–Forsythe test was used to evaluate homogeneity of variance. We applied analysis of variance. An ANOVA Fried-

Table 1
Characteristics of the study participants.

Variable at baseline	All participants, n=32	Experimental, group n=13	Control group, n=19	P
Age, y	22±2	22±3	23±2	0.30
BMI, kg/m ²	21.56±3.18	21.06±1.65	22.15±3.67	0.59
IIQ score	2.98±4.49	4.4±4.54	2±4.29	0.10
MVC, μ V	27±11.26	27.09±8.89	26.93±12.87	0.97
10-s Relaxation before the test (% MVC)	20.15±14.66	18.57±7.38	21.22±18.19	0.49
Mean of five 10-s maximal contractions (% MVC)	60.61±16.3	54.92±15.74	64.5±15.91	0.06
Mean of five 10-s relaxations following the 10-s contractions (% MVC)	22.8±9.89	22.2±7.19	23.21±11.55	0.23
60-s contraction (% MVC)	56.89±14.5	54.78±14.92	58.34±14.43	0.88
10-s relaxation following the 60-s contraction (% MVC)	16.55±9.99	18.97±7.58	14.9±11.25	0.10

Values are means $\pm$ SD. The statistical significance level was obtained using Mann–Whitney test (the name of a variable in italics) or unpaired *t* test (the name of a variable in normal font); $P < .05$ was considered statistically significant. BMI = body mass index, IIQ = Incontinence Impact Questionnaire, MVC = maximal voluntary contraction.

IIQ score = item responses are assigned values of 0 for “not at all,” 1 for “slightly,” 2 for “moderately,” and 3 for “greatly.” The average score of items responded to is calculated. The average, which was between 0 and 3, was multiplied by 33 1/3 to put scores on a scale of 0 to 100.

man’s test and Dunn-Bonferroni post-hoc test was applied. Additionally, we calculated effect sizes (partial eta squared, η_p^2) with η_p^2 0.01 indicating small, ≥ 0.059 medium and ≥ 0.138 large effect, respectively. The significance level was set at $P < .05$.

3. Results

Table 1 illustrates the characteristics of the experimental and control groups. Analysis of selected variables such as age, BMI and IIQ scores showed that the study groups did not statistically differ from each other before the experiment (Table 1). For quantitative analysis, we normalized raw EMG data in μ V to the individual maximum voluntary contraction (MVC) of the pelvic floor muscles (expressed as % MVC). The experimental and control groups in their maximum voluntary pelvic floor muscle contractions reached pre-intervention values of $27.09 \pm 8.89 \mu$ V i $26.93 \pm 12.87 \mu$ V, respectively. After 6 weeks, these values have risen by 5% in the experimental group and by 2% in the control group.

We noticed no statistically significant deterioration in the parameters of neuromuscular activity pelvic floor muscles related to participation in the high-impact aerobics programme.

Additionally, in the experimental group we observed a positive trend in the pre-post intervention change in the EMG levels in all motor tasks. The experimental group achieved an increase in the mean EMG values in contractions and presented lower EMG values in relaxations. In the experimental group, we observed the most beneficial pre-post EMG change in 10-second contractions, although it was not statistically significant ($P = .06$). After 6 weeks, the mean EMG value in this task increased by 21% in the experimental group and decreased by 5% in the control group. We also noted a positive trend in the mean values of five 10-second relaxations following 10-second contractions. In the experimental group, this value decreased by 20%, whereas in the control group by only 1% (Fig. 2).

In the pre-intervention Incontinence Impact Questionnaire eight women from the experimental group and four from the control group reported some symptoms of urinary incontinence (IIQ score: 4.4 ± 4.54 and 2 ± 4.29 , respectively). After 6 weeks, there were six symptomatic women in the experimental group and three in the control group (IIQ score: 3.66 ± 4.82 and 1.75 ± 4.55 , respectively). These changes were not statistically significant (Table 2). All women maintained good quality of life in terms of pelvic floor muscle function (IIQ score < 50).

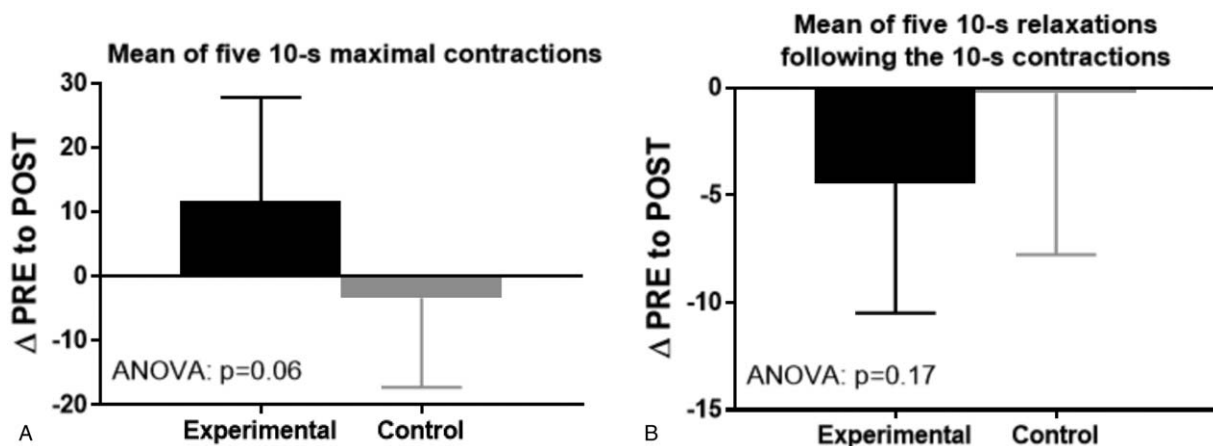


Figure 2. Changes in: (A) the mean EMG of the 10-s pelvic floor muscle contractions; (B) following relaxations in the experimental and control groups after 6 weeks of the high-impact aerobics programme. Values expressed as % MVC. EMG = electromyography, MVC = maximal voluntary contraction, POST = post-intervention, PRE = pre-intervention.

Table 2

The comparison between experimental and control groups in the mean EMG amplitude for pelvic floor muscle activity in selected tasks and in IIQ score.

Variables	Group	Pre-intervention EMG level (mean $\pm$ SD)	Post-intervention EMG level (mean $\pm$ SD)	Observed change	P	ES
MVC, μV	Experimental	27.09 $\pm$ 8.89	28.44 $\pm$ 16.84	+1.35 (+5%)	.82	0.00
	Control	26.93 $\pm$ 12.87	27.51 $\pm$ 17.6	+0.58 (+2%)		
10-s relaxation before the test (% MVC)	Experimental	18.57 $\pm$ 7.38	15.3 $\pm$ 10.37	-3.27 (-18%)	.45	0.10
	Control	21.22 $\pm$ 18.19	17.35 $\pm$ 11.64	-3.87 (-18%)		
Mean of five 10-s maximal contractions (% MVC)	Experimental	54.92 $\pm$ 15.74	66.67 $\pm$ 7.7	+11.75 (+21%)	.06	0.03
	Control	64.5 $\pm$ 15.91	61.14 $\pm$ 10.14	-3.36 (-5%)		
Mean of five 10-s relaxations following the 10-s contractions (% MVC)	Experimental	22.2 $\pm$ 7.19	17.76 $\pm$ 8.45	-4.44 (-20%)	.17	0.09
	Control	23.21 $\pm$ 11.55	22.98 $\pm$ 10.41	-0.23 (-1%)		
60-s Contraction (% MVC)	Experimental	54.78 $\pm$ 14.92	61.85 $\pm$ 9.38	+7.07 (+13%)	.56	0.03
	Control	58.34 $\pm$ 14.43	59.78 $\pm$ 9.42	+1.44 (+2%)		
10-s Relaxation following the 60-s contraction (% MVC)	Experimental	18.97 $\pm$ 7.58	15.04 $\pm$ 10.13	-3.93 (-21%)	.42	0.00
	Control	14.9 $\pm$ 11.25	16.75 $\pm$ 10.22	+1.85 (+12%)		
IIQ	Experimental	4.4 $\pm$ 4.54	3.66 $\pm$ 4.82	-0.74 (-17%)	.69	0.01
	Control	2 $\pm$ 4.29	1.75 $\pm$ 4.55	-0.25 (-13%)		

Values are means $\pm$ SD. Analysis of variance (ANOVA) for repeated measures; $P < .05$ was considered statistically significant. ES (partial eta squared, η_p^2) were additionally calculated with $\eta_p^2 \geq 0.01$ indicating small, ≥ 0.059 medium, and ≥ 0.138 large effect, respectively. ES = effect sizes, IIQ = Incontinence Impact Questionnaire, MVC = maximal voluntary contraction.

IIQ score = item responses are assigned values of 0 for "not at all," 1 for "slightly," 2 for "moderately," and 3 for "greatly." The average score of items responded to is calculated. The average, which was between 0 and 3, was multiplied by 33 1/3 to put scores on a scale of 0 to 100.

4. Discussion

Contrary to numerous reports concerning negative effects of high-impact physical activity on pelvic floor muscle function,^[7-9] we did not find any negative changes in neuromuscular activity in nulliparous women participating in high-impact exercise. Our main finding is that high-impact aerobics programme, supplemented by pelvic floor muscle training, does not impair pelvic floor function. What is even more positive, we noted a slight improvement of participants' skills in contracting and relaxing pelvic floor muscles.

In the experimental group, we observed an increase in EMG values in contractions (10- and 60-second contraction) and a decrease in the EMG values in relaxations (baseline, relaxations following 10- and 60-second contractions), although the pre-post intervention change was not statistically significant. In the control group, some of the analyzed parameters did not demonstrate a positive trend. The effectiveness of our intervention may result from the complexity of implemented pelvic floor muscle training, which aimed at developing various motor skills of this muscle group. Another strength of our intervention was the supervision of training by a specialist qualified in conducting pelvic floor muscle exercises.

An interesting outcome is that the control group, which has not received any intervention, presented a trend to decrease neuromuscular activity of pelvic floor in the 10-second contractions after the experiment. For organizational reasons, the women were informed on their allocation to the groups. Study participants may respond differently if they are aware of their intervention assignment,^[33] so the lower EMG level in the control group relative to the experimental group (although not statistically significant) could reflect less motivation to perform proper pelvic floor muscle contraction. However, we did not discourage controls from performing pelvic floor exercises during the experiment, so it is possible that some of them practiced on their own and learned to perform these motor tasks with

incorrect technique, for example, contracting synergistic muscles instead of pelvic floor muscles.^[12]

Studies conducted by other authors confirm the effectiveness of low-impact aerobics programme, supplemented by pelvic floor muscle training^[34,35] or isolated pelvic floor muscle training under the supervision of a qualified therapist in the field of urinary incontinence.^[36] However, such exercise programmes do not meet the needs of all populations. It should be remembered that higher intensity of physical activity reduces the risk of non-communicable diseases such as obesity, diabetes, hypertension, ischemic heart disease, sleep disorders, and depression.^[37] Bearing in mind the conclusions of numerous studies confirming beneficial changes in the lipid profile of high-impact training,^[5,30] women should not be discouraged from participating in such forms of exercise. However, it is important to reduce the risk of its adverse effects.^[6] The opportunity for women of all ages to participate in various forms of sports activities is of crucial importance. For some women, low-impact physical activity will not be sufficiently intensive.

A disturbing observation from our study is that young women started experiencing the symptoms of urinary incontinence already. In our study, before the intervention, 38% of the respondents suffered from symptoms associated with uncontrolled urine leakage. However, none of the respondents had any diagnosed dysfunction of the urinary system. Our research corresponded with that of other authors. Twenty-eight percent^[38,39] and 23%^[9] of young women observed symptoms of stress urinary incontinence in previous studies. A significant part of the respondents (14%) indicated exercise as the circumstances of uncontrolled of uncontrolled urine leakage.^[39] Young women are often embarrassed by the problem of urinary incontinence and avoid medical consultations. Therefore, initial screening of high-impact exercise participants with the use of simple questionnaires, like IIQ, may play a key role in the prevention

of incontinence development. It should be routinely performed by exercise professionals.

Dysfunctions related to urinary incontinence during physical activities are to a large extent related to lack of knowledge about the importance of pelvic floor muscle training. In our previous article, we analyzed the awareness of women about the pelvic floor muscles.^[12] According to our research, 51% of respondents had no previous knowledge on that topic. Surprisingly, 43% of women reported that they never performed pelvic floor muscle exercises. The analyses by other authors are even more disturbing: 91% of respondents have never heard of pelvic floor muscle training.^[39] The dissemination of education on the importance of pelvic floor muscle training at different levels of social life (school education, exercise professionals) would promote urinary incontinence prevention. Sport university students reported their willingness to implement pelvic floor muscle trainings in specialist courses (89%).^[12]

The ability to locate and isolate the pelvic floor muscles correctly can be problematic for women who have not previously performed similar exercises. The awareness of the correct pelvic floor muscle contraction may bring improvement. In the experimental group, in the first EMG assessment, we carried out one additional sequence of exercises using the biofeedback method. The use of EMG biofeedback made it possible to visualize the muscle activation which could be reflected by the consolidation of proper motor patterns.^[40] The effectiveness of EMG biofeedback in teaching sport students how to properly contract pelvic floor muscles was described in our previous publication.^[12]

The main assumption of our intervention was to make young women more aware of the importance of the pelvic floor muscle training for the prevention of the pelvic floor disorders. In our previous literature review concerning the offer of pelvic floor muscle trainings for healthy women, only 14% of analyzed articles contained a proposal of preventive pelvic floor muscle trainings.^[14–17] Owing to the fact that our participants were young women and might want to give birth in the near future, they should start working on improving their pelvic floor function as early as possible. Women planning motherhood must be aware that the changes occurring in pelvic floor during pregnancy might increase the risk of incontinence.^[41,42]

5. Conclusions

Owing to numerous speculations about the negative influence of high-impact aerobics programme on pelvic floor muscle function, we conducted this study as a pilot trial. Therefore, the results were obtained from small groups which could result in the paucity of statistical significance. Another weakness of our research is that we used only questionnaires to assess potential pelvic floor dysfunctions. Subjective assessment of urinary incontinence in participants of future studies could be supplemented by a more reliable tool, for example, pad test. Another interesting research issue is carrying out a similar intervention in various populations, for example, including sedentary women.

Acknowledgments

The authors are grateful to the authorities of the Gdansk University of Physical Education and Sport for financial and organizational support. We acknowledge prof. Zbigniew Jastrzębski and his team for the cardiopulmonary assessments of study participants' and prof. Aleksandra Jażdżewska for the

high-impact aerobics programme implementation. We also acknowledge prof. Marcin Dornowski for the support in EMG assessments.

Author contributions

Conceptualization: Magdalena Piernicka, Anna Szumilewicz.

Data curation: Magdalena Piernicka, Anna Szumilewicz.

Formal analysis: Jakub Kortas.

Funding acquisition: Anna Szumilewicz.

Investigation: Magdalena Piernicka, Monika Błudnicka, Anna Szumilewicz.

Methodology: Anna Szumilewicz.

Project administration: Magdalena Piernicka.

Resources: Magdalena Piernicka, Anna Szumilewicz.

Software: Magdalena Piernicka, Jakub Kortas, Anna Szumilewicz.

Supervision: Magdalena Piernicka, Anna Szumilewicz.

Validation: Magdalena Piernicka, Anna Szumilewicz.

Visualization: Magdalena Piernicka, Monika Błudnicka, Jakub Kortas, Anna Szumilewicz.

Writing – original draft: Magdalena Piernicka, Monika Błudnicka, Jakub Kortas, Anna Szumilewicz.

Writing – review & editing: Magdalena Piernicka, Monika Błudnicka, Jakub Kortas, Barbara Duda-Biernacka, Anna Szumilewicz.

References

- [1] Sung V, Hampton B. Epidemiology of pelvic floor dysfunction. *Obstet Gynecol Clin N Am* 2009;36:421–43.
- [2] Park S, Kang C, Jang S, et al. Effect of Kegel exercise to prevent urinary and fecal incontinence in an antenatal and postnatal women: systematic review. *J Korean Acad Nurs* 2013;43:420–30.
- [3] Chmielewska D, Kwaśna K, Piecha M, et al. Selected methods of conservative treatment of stress urinary incontinence: current views. Part 1. *Menopause Rev* 2012;4:264–8.
- [4] Lemos A, de Souza A, Ferreira A, et al. Do perineal exercises during pregnancy prevent the development of urinary incontinence? A systematic review. *Int J Urol* 2008;15:875–80.
- [5] Nowak R, Kostrzewa-Nowak D, Jastrzębski Z, et al. High and low impact aerobic exercise as a method of early prevention of hypercholesterolaemia development among young women. *Hum Mov* 2016;17:242.
- [6] Szumilewicz A, Dornowski M, Piernicka M, et al. High-low impact exercise program including pelvic floor muscle exercises improves pelvic floor muscle function in healthy pregnant women—a randomized control trial. *Front Physiol* 2019;9:1867.
- [7] Nygaard I, DeLancey J, Arnsdorf L, et al. Exercise and incontinence. *Obstet Gynecol* 1990;75:848–51.
- [8] Almeida MBA, Barra AA, Saltiel F, et al. Urinary incontinence and other pelvic floor dysfunctions in female athletes in Brazil: A cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports* 2016;26:1109–16.
- [9] Alves JO, Luz STD, Brandão S, Da Luz CM, Jorge RN, Da Roza T. Urinary incontinence in physically active young women: prevalence and related factors. *Int J Sports Med* 2017;38:937–41.
- [10] Harman EA, Frykman PN, Clagett ER, et al. Intra-abdominal and intra-thoracic pressures during lifting and jumping. /Pressions intra-abdominales et intra-thoraciques lors de soulevés de poids et de sauts. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:195–201.
- [11] Carvalhais A, Natal Jorge R, Bø K. Performing high-level sport is strongly associated with urinary incontinence in elite athletes: a comparative study of 372 elite female athletes and 372 controls. *Br J Sports Med* 2017;52:586–90.
- [12] Szumilewicz A, Hopkins WG, Dornowski M, et al. Exercise professionals improve their poor skills in contracting pelvic-floor muscles: a randomized controlled trial. *Res Q Exerc Sport* 2019;90:641–50.
- [13] Bø K, Nygaard IE. Is physical activity good or bad for the female pelvic floor? A narrative review. *Sports Med* 2020;50:471–84.

- [14] Chmielewska D, Stania M, Smykla A, et al. Bioelectrical activity of the pelvic floor muscles after 6-week biofeedback training in nulliparous continent women. *Acta Bioeng Biomech* 2016;18:105–13.
- [15] Pereira-Baldon VS, Avila MA, Dalarmi CB, et al. Effects of different regimens for pelvic floor muscle training in young continent women: randomized controlled clinical trial. *J Electromyogr Kinesiol* 2018;44:31–5.
- [16] Pereira VS, de Melo MV, Correia GN, et al. Long-term effects of pelvic floor muscle training with vaginal cone in post-menopausal women with urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Neurourol Urodyn* 2019;32:48–52.
- [17] Huebner M, Riegel K, Hinninghofen H, et al. Pelvic floor muscle training for stress urinary incontinence: a randomized, controlled trial comparing different conservative therapies. *Physiother Res Int* 2011;16:133–40.
- [18] Liu Y-J, Wu W-Y, Hsiao S-M, et al. Efficacy of pelvic floor training with surface electromyography feedback for female stress urinary incontinence. *Int J Nurs Pract* 2018;24:12696–8.
- [19] Shin DC, Shin SH, Lee MM, et al. Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in female stroke patients: a randomized, controlled and blinded trial. *Clin Rehabil* 2016;30:259–67.
- [20] Luginbuehl H, Lehmann C, Baeyens J-P, et al. Involuntary reflexive pelvic floor muscle training in addition to standard training versus standard training alone for women with stress urinary incontinence: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2015;16:524–1524.
- [21] Batista RLA, Franco MM, Naldoni LMV, et al. Biofeedback and the electromyographic activity of pelvic floor muscles in pregnant women. *Rev Bras Fisioter* 2011;15:386–92.
- [22] Bhat C, Khan M, Ballala K, et al. Reduced pelvic floor muscle tone predisposes to persistence of lower urinary tract symptoms after puerperium. *Scientifica* 2016;1–5.
- [23] Bertotto A, Schwartzman R, Uchôa S, et al. Effect of electromyographic biofeedback as an add-on to pelvic floor muscle exercises on neuromuscular outcomes and quality of life in postmenopausal women with stress urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Neurourol Urodyn* 2017;36:2142–7.
- [24] Alves FK, Riccetto C, Adami DBV, et al. A pelvic floor muscle training program in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Maturitas* 2015;81:300–5.
- [25] Halski T, Ślupska L, Dymarek R, et al. Evaluation of bioelectrical activity of pelvic floor muscles and synergistic muscles depending on orientation of pelvis in menopausal women with symptoms of stress urinary incontinence: a preliminary observational study. *BioMed Res Int* 2014;274938.
- [26] Glazer HI, Marinoff SC, Sleight IJ. Web-enabled Glazer surface electromyographic protocol for the remote, real-time assessment and rehabilitation of pelvic floor dysfunction in vulvar vestibulitis syndrome. A case report. *J Reprod Med* 2002;47:728–30.
- [27] Uebersax J, Wyman J, Shumaker S, et al. Short forms to assess life quality and symptom distress for urinary incontinence in women: the incontinence impact questionnaire and the urogenital distress inventory. continence program for women research group. *Neurourol Urodyn* 1995;14:131–9.
- [28] Corcos J, Behloul H, Beaulieu S. Identifying cut-off scores with neural networks for interpretation of the incontinence impact questionnaire. *Neurourol Urodyn* 2002;21:198–203.
- [29] Booth M. Assessment of physical activity: an international perspective. *Res Q Exerc Sport* 2000;71:114–20.
- [30] Kostrzewa-Nowak D, Nowak R, Jastrzębski Z, et al. Effect of 12-week-long aerobic training programme on body composition, aerobic capacity, complete blood count and blood lipid profile among young women. *Biochem Med* 2015;25:103–13.
- [31] Piernicka M, Duda-Biernacka B, Bludnicka M, Szumilewicz A. The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women: a systematic review. *Iran J Public Health* 2020;49:1022–32.
- [32] Miller M. On Pelvic Floor Muscle Function and Stress Urinary Incontinence: Effects of Posture, Parity and Volitional Control, Dissertation. 2013;University of Michigan, 145–157.
- [33] Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Dtsch Med Wochenschr* 2011;136:E26–126.
- [34] Stafne SN, Salvesen K, Romundstad PR, et al. Does regular exercise including pelvic floor muscle training prevent urinary and anal incontinence during pregnancy? A randomised controlled trial. *Int J Gynaecol Obstet* 2012;119:1270–80.
- [35] Pelaez M, Gonzalez-Cerron S, Montejó R, et al. Pelvic floor muscle training included in a pregnancy exercise program is effective in primary prevention of urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Neurourol Urodyn* 2014;33:67–71.
- [36] Sangsawang B, Sangsawang N. Is a 6-week supervised pelvic floor muscle exercise program effective in preventing stress urinary incontinence in late pregnancy in primigravid women?: a randomized controlled trial. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2016;197:103–10.
- [37] Bouchard C, Shephard R, Stephens T. Physical activity, fitness, and health: international proceedings and consensus statement campaign. *Human Kinetics Inc* 1994;167–76.
- [38] Nygaard IE, Thompson FL, Svengalis SL, et al. Urinary incontinence in elite nulliparous athletes. *Obstet Gynecol* 1994;84:183–7.
- [39] Carls C. The prevalence of stress urinary incontinence in high school and college-age female athletes in the Midwest: implications for education and prevention. *Urol Nurs* 2007;27:21–4.
- [40] Arnouk A, De E, Rehfuss A, et al. Physical, complementary, and alternative medicine in the treatment of pelvic floor disorders. *Curr Urol Rep* 2017;18:47–8.
- [41] Ghetti C. Pelvic floor changes in first pregnancy: how do they affect quality of life? *OB/GYN Clinical Alert* 2017;34:3–4.
- [42] Boyles S, Li H, Mori T, et al. Effect of mode of delivery on the incidence of urinary incontinence in primiparous women. *Obstet Gynecol* 2009;113:134–41.



OŚWIADCZENIE WSPÓLAUTORÓW PUBLIKACJI

Piernicka, M., Duda-Biernacka, B., Błudnicka, M., Szumilewicz, A. (2020).
The characteristics of the pelvic floor muscle training programs used in experimental studies with surface electromyography in non-pregnant women : a systematic review. *Iranian Journal of Public Health*, 49(6), 1022-1032. DOI: 10.18502/ijph.v49i6.

Niniejszym oświadczamy, że indywidualny wkład w powstanie ww publikacji jest następujący:

autor	wkład %	opis*	podpis
mgr Magdalena Piernicka	64%	ABDEF	<i>Piernicka</i>
dr hab. Barbara Duda-Biernacka, prof. AWF i S	3%	EF	<i>Duda-Biernacka</i>
mgr Monika Błudnicka	8%	DEF	<i>Błudnicka</i>
dr hab. Anna Szumilewicz, prof. AWF i S	25%	ADEFG	<i>Szumilewicz</i>
...			

* **A** – przygotowanie projektu badania, **B** – przeprowadzanie badań, **C** – analiza statystyczna, **D** – interpretacja wyników, **E** – przygotowanie publikacji, **F** – opracowanie piśmiennictwa, **G** – pozyskanie funduszy

Piernicka Magdalena
podpis doktoranta

Duda-Biernacka
podpis promotora



OŚWIADCZENIE WSPÓLAUTORÓW PUBLIKACJI

Piernicka M., Szumilewicz A., Dornowski M., Rajkowska N. (2015). Nauczanie techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej : randomizowane badanie eksperymentalne z grupą kontrolną. Rocznik Naukowy AWFIS Gdańsk, 25: 45-51.

Niniejszym oświadczamy, że indywidualny wkład w powstanie ww publikacji jest następujący:

autor	wkład %	opis*	podpis
mgr Magdalena Piernicka	67%	ABCDEF	<i>Piernicka</i>
dr hab. Anna Szumilewicz, prof. AWFIS	23%	ABDEG	<i>AS</i>
dr hab. Marcin Dornowski, prof. AWFIS	7%	BG	<i>MD</i>
dr Natalia Rajkowska	3%	BF	<i>Rajkowska</i>

* **A** – przygotowanie projektu badania, **B** – przeprowadzanie badań, **C** – analiza statystyczna, **D** – interpretacja wyników, **E** – przygotowanie publikacji, **F** – opracowanie piśmiennictwa, **G** – pozyskanie funduszy

Piernicka Magdalena
podpis doktoranta

Anna Szumilewicz
podpis promotora



OŚWIADCZENIE WSPÓLAUTORÓW PUBLIKACJI

Piernicka, M., Błudnicka, M., Kortas, J., Duda-Biernacka, B., Szumilewicz, A. (2021). High-impact aerobics programme supplemented by pelvic floor muscle training does not impair the function of pelvic floor muscles in active nulliparous women – a randomized control trial.

Niniejszym oświadczamy, że indywidualny wkład w powstanie ww publikacji jest następujący:

autor	wkład %	opis*	podpis
mgr Magdalena Piernicka	63%	ABCDEF	<i>Piernicka</i>
mgr Monika Błudnicka	5%	EF	<i>Błudnicka</i>
dr hab. Jakub Kortas, prof. AWFIS	7%	CE	<i>Jakub Kortas</i>
dr hab. Barbara Duda-Biernacka, prof. AWFIS	3%	EF	<i>Barbara Duda-Biernacka</i>
dr hab. Anna Szumilewicz, prof. AWFIS	22%	ABCDEG	<i>Szumilewicz</i>

* A – przygotowanie projektu badania, B – przeprowadzanie badań, C – analiza statystyczna, D – interpretacja wyników, E – przygotowanie publikacji, F – opracowanie piśmiennictwa, G – pozyskanie funduszy

Piernicka Magdalena
podpis doktoranta

podpis promotora

Barbara Duda-Biernacka

Działalność naukowo – dydaktyczna i organizacyjna

mgr Magdaleny Piernickiej

Urodziłam się w 1992 roku w Starogardzie Gdańskim. Jestem absolwentką Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku. Studia pierwszego stopnia na Wydziale Turystyki i Rekreacji ukończyłam w roku 2014 ze specjalizacją Fitness – nowoczesne formy gimnastyki oraz Fitness – ćwiczenia dla kobiet w ciąży i po porodzie. Podczas trwania studiów rozwijałam swoje zainteresowania związane ze specjalnością fitness zdobywając nowe kwalifikacje uczestnicząc w licznych kursach. Od początku studiów aktywnie uczestniczyłam w Kołach Naukowych, które umożliwiły mi zdobywanie doświadczenia praktycznego. Aktywne członkostwo w Kole Naukowym „AFKOR” Aktywność Fizyczna Kobiet w Okresie Reprodukcyjnym pod kierownictwem dr hab. Anny Szumilewicz, prof. AWFIS umożliwiło mi uczestnictwo w projekcie naukowo-badawczym. Opracowane wyniki badań zaprezentowałam w 2013 roku na Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. „Nordic walking - Sport - Turystyka” w konkursie na najlepszy plakat konferencji. Prezentując temat: ‘The influence of 6-week graduated strength training with the assistance of sEMG on the fatigue index for pelvic floor muscles among healthy nulliparas - a randomized controlled trial’ zdobyłam pierwsze miejsce. Pracę licencjacką napisałam pt. „Trening mięśni dna miednicy u studentek AWFIS w Gdańsku - analiza techniki zadań ruchowych przed i po 6-ciu tygodniach ćwiczeń”.

W 2016 roku ukończyłam studia magisterskie ze specjalizacji Żywność i Suplementacja Człowieka. Kontynuując rozwój naukowy z zakresu mięśni dna miednicy obroniłam pracę magisterską pt. „Sposoby interwencji treningowej w nauczaniu ćwiczeń mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej - randomizowane badanie kontrolne”. Podczas trwania studiów magisterskich odbywałam staż naukowo-dydaktyczny pod kierownictwem dr hab. Anny Szumilewicz, prof. AWFIS. Do moich głównych zadań należało: prowadzenie zajęć dydaktycznych ze studentami na Wydziale Turystyki i Rekreacji, pełnienie funkcji nadzorującej w projekcie naukowo-badawczym „Przebieg ciąży i porodu oraz wysiłkowe nietrzymanie moczu w kobiet z ciążą fizjologiczną, uczestniczących w programie aktywności fizycznej” oraz prowadzenie dokumentacji projektu. W ramach projektu przeprowadzałam badanie mięśni dna miednicy z użyciem sEMG w Laboratorium Wysiłku Fizycznego – AWFIS. Od 2016 roku jestem studentką studiów doktoranckich oraz czynnym nauczycielem akademickim w Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku. Obecnie jestem zatrudniona na stanowisku asystenta dydaktycznego w Zakładzie Fitness w Katedrze Sportu.

Prowadziłam następujące przedmioty: fitness – nowoczesne trendy w treningu indywidualnym; fitness – grupowe ćwiczenia przy muzyce; ukierunkowany trening fitness; animator fitness; animator tańca; taniec rekreacyjny; fitness – ćwiczenia dla kobiet w ciąży i po porodzie; ocena stanu zdrowia w treningu personalnym; anatomia układu pokarmowego; podstawy żywienia; planowanie diet; suplementy diety. W działalności organizacyjno-dydaktycznej dodatkowo zdobyłam doświadczenie będąc Członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości i Programów Kształcenia (Wydział Turystyki i Rekreacji; 2017-2019); Uczelnianej Komisji ds. Jakości Kształcenia 2019 - obecnie); dwukrotnie byłam członkiem Komisji rekrutacyjnej oraz od października 2019 jestem opiekunem roku. Od początku studiów doktoranckich jestem Członkiem Polskiego Towarzystwa Antropologicznego obejmując w 2020 roku stanowisko Skarbnika PTA - Oddział Gdańsk.

Mój całkowity dorobek naukowy obejmuje: 10 oryginalnych artykułów naukowych oraz 2 prace poglądowe. Zakres wpływu moich publikacji wyrażony międzynarodowym wskaźnikiem Impact Factor (IF) to 16,446 punktów oraz 462 punkty MNiSW.

Dysfunkcje związane z nietrzymaniem moczu podczas wysiłku fizycznego są w dużej mierze związane z brakiem wiedzy na temat znaczenia treningu mięśni dna miednicy. We wcześniejszym artykule naszego zespołu przeanalizowaliśmy świadomość kobiet na temat mięśni dna miednicy (Szumilewicz i in. 2019b). Skuteczność biofeedbacku sEMG w nauczaniu prawidłowego skurczu mięśni dna miednicy u studentek uczelni sportowej została opisana w publikacji:

- Szumilewicz, A., Hopkins, W.G., Dornowski, M., **Piernicka, M.** (2019). Exercise Professionals Improve Their Poor Skills in Contracting Pelvic-Floor Muscles: A Randomized Controlled Trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(4), 641-650. DOI: 10.1080/02701367.2019.1642993.

W powyższej publikacji brałam również udział w tworzeniu odpowiedniej klasyfikacji punktowej odpowiadającej za ocenę techniki wykonywanych ćwiczeń mięśni dna miednicy. W badaniach tych mięśni przeprowadzonych w grupie studentek uczelni sportowej przeanalizowano również zmiany aktywności nerwowo-mięśniowej w zależności od sposobu przeprowadzonego programu treningowego. Zarówno ćwiczenia wykonywane pod nadzorem instruktora w trakcie trwania high-low impact aerobik, jak i samodzielnie w warunkach domowych bez instruktora okazały się być efektywne dla spadku napięcia nerwowego w rozluźnieniach oraz dla wzrostu aktywności nerwowo-mięśniowej w poszczególnych

skurczach. Wyszczególnienie tego tematu znajduje się w niżej wymienionych publikacjach, w których jestem współautorem:

- Dornowski, M., Sawicki, P., Vereshchaka, I., **Piernicka, M.**, Błudnicka, M., Worska, A., Szumilewicz, A. (2018). Training-related changes of EMG activity of the pelvic floor muscles in women with urinary incontinence problems. *Neurophysiology*, 50(3), 215-221. DOI: 10.1007/s11062-018-9740-4.
- Łochowska, M., Szumilewicz, A., Dornowski, M., Rajkowska, N., **Piernicka, M.** (2015). Zmiany w aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u zdrowych nieródek po treningu realizowanym pod nadzorem instruktora lub samodzielnie : randomizowane badania z dwiema grupami eksperymentalnymi. *Rocznik Naukowy AWF i S Gdańsk*, t. 25, 52-58.

W okresie realizacji mojej pracy naukowej brałam udział w projekcie naukowym z zakresu ćwiczeń mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży. W projekcie byłam koordynatorem odpowiadającym za przeprowadzenie oceny funkcji mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży prawidłowej co umożliwiło mi zdobycie doświadczenia w tematyce pokrewnej do mojej pracy doktorskiej oraz skutkowało powstaniem następujących publikacji naukowych:

- Błudnicka, M., **Piernicka, M.**, Kortas, J., Duda-Biernacka, B., Szumilewicz, A. (2021). Effects of a One-Time Biofeedback EMG Session on Neuromuscular Activity of the Pelvic Floor Muscles in Pregnant Women. *Neurophysiology*, 52(9), 438-445. DOI: 10.1007/s11062-021-09902-8
- Dornowski, M., Sawicki, P., Wilczyńska, D., Vereshchaka, I., **Piernicka, M.**, Błudnicka, M., Worska, A., Szumilewicz, A. (2018). Six-week pelvic floor muscle activity (sEMG) training in pregnant women as prevention of stress urinary incontinence. *Medical Science Monitor*, 24, 5653-5659. 10.12659/MSM.911707.
- Szumilewicz, A., Dornowski, M., **Piernicka, M.**, Worska, A., Kuchta, A., Kortas, J., Błudnicka, M., Radziński, Ł., Jastrzębski, Z. (2019a). High-Low Impact Exercise Program Including Pelvic Floor Muscle Exercises Improves Pelvic Floor Muscle Function in Healthy Pregnant Women - A Randomized Control Trial. *Frontiers in Physiology*, 9, 1867. doi: 10.3389/fphys.2018.01867.
- Szumilewicz, A., Worska, A., **Piernicka, M.**, Kuchta, A., Jastrzębski, Z., Radziński, Ł., Kozłowska, M., Micielska, K., Ziemann, E. (2019). Acute postexercise change in circulating irisin is related to more favorable lipid profile in pregnant women attending a structured exercise program and to less favorable lipid profile in controls : an experimental study with two groups. *International Journal of Endocrinology*, 28, 1932503. DOI: 10.1155/2019/1932503.
- Szumilewicz, A., Worska, A., **Piernicka, M.**, Kuchta, A., Kortas, J., Jastrzębski, Z., Radziński, Ł., Jaworska, J., Micielska, K., Ziemann, E. (2017). The Exercise-Induced Irisin Is Associated with Improved Levels of Glucose Homeostasis Markers in Pregnant Women Participating in 8-Week Prenatal Group Fitness Program: A Pilot Study. *BioMed Research International*, 9414525. DOI: 10.1155/2017/9414525.

Dodatkowo w jednej z publikacji, w której jestem współautorem przygotowano pracę przeglądową, dotyczącą charakterystyki technik biofeedback stosowanych w treningu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży. Przegląd literatury umożliwił przeprowadzenie analizy najczęściej stosowanych metod badawczych oraz ich efektywności. Zastosowanie metody biofeedback oceniono w szerokim spektrum w publikacji:

- Błudnicka, M., **Piernicka, M.**, Szumilewicz, A. (2019). The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women : a narrative review. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 11(4), 97-95. DOI: 10.29359/BJHPA.11.4.10.

Obecnie od lutego 2021 roku uczestniczę w projekcie naukowym pt. „Wpływ specjalnych ćwiczeń w ciąży i po porodzie metodą interwałową o wysokiej intensywności (HIIT) oraz metodą ciągłą o umiarkowanej intensywności (MICT) na zmiany w wybranych biologicznych, funkcjonalnych i psychologicznych markerach powikłań i dolegliwości ciążowych oraz chorób przewlekłych u matek i ich dzieci”. W projekcie pełnię rolę kierownika zadania związanego z oceną funkcji mięśni dna miednicy. W pomiarach sEMG jestem osobą wykonującą badanie, poszerzając zakres badania o ćwiczenia dynamiczne.

Dodatkowo jestem wykonawcą wskazanym dla projektu NEPPE „New Era of Pregnancy and Postpartum Exercise” z programu SPINAKER, NAWA. NEPPE to międzynarodowy ponad dwuletni projekt wdrożeniowo-edukacyjny, ukierunkowany na popularyzację nauki na poziomie ogólnościowym. Udział w projekcie naukowych wpłynie m.in. na przełożenie wyników projektu HIIT Mama na międzynarodowe kwalifikacje zawodowe specjalistów ćwiczeń oraz opracowane programy i materiały dydaktyczne. Publikacje naukowe będą dotyczyły obszaru badań edukacyjnych. Projekt będzie realizowany we współpracy z międzynarodowymi ekspertami ćwiczeń w ciąży i po porodzie.

Z zakresu ćwiczeń dla kobiet w ciąży i po porodzie uczestniczyłam w walidacji kwalifikacji dla kobiet w ciąży realizowane z Instytutu Badań Naukowych. Ogólnopolski projekt pt. „Opracowywanie 120 opisów kwalifikacji rynkowych i potrzebnych społecznie wraz z narzędziami walidacji oraz rozwiązaniami w obszarze wewnętrznego systemu zapewniania jakości nadawania kwalifikacji” w ramach projektu IBE pt. “Włączanie kwalifikacji innowacyjnych i potrzebnych społecznie do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji oraz ograniczenie barier w rozwoju ZSK przez wspieranie interesariuszy systemu na poziomie krajowym i regionalnym”, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej, w ramach Europejskiego Funduszu społecznego (11.2018-07.2019). W projekcie powstały opisy pięciu kwalifikacji wraz z narzędziami walidacji w kategorii „Rodzina, macierzyństwo,

rodzicielstwo”. Opisane kwalifikacje to: „Prowadzenie ćwiczeń dla kobiet w ciąży prawidłowej”, „Prowadzenie ćwiczeń dla kobiet po porodzie”, „Prowadzenie procesu treningowego dla zawodniczek w ciąży i po porodzie”, „Doradztwo dla pacjentek w zakresie ćwiczeń w ciąży i po porodzie” oraz „Prowadzenie profilaktycznych ćwiczeń mięśni dna miednicy dla kobiet”. W powyższym projekcie uczestniczyłam w pilotażowej procedurze oceny wypracowanych narzędzi walidacji dla wyżej wymienionych kwalifikacji zawodowych.