

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



Monika Majda

***Zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback EMG w świadomym
skurczu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży prawidłowej***

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

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

Gdańsk 2023

Spis treści

1. Teoretyczne podstawy problematyki badań w świetle piśmiennictwa	4
2. Metodologiczne podstawy badań	6
2.1. Uzasadnienie wyboru tematu i cel badań.....	6
2.2. Pytania i hipotezy badawcze.....	7
2.3. Procedura badań	9
2.4. Osoby badane i metody badawcze.....	10
3. Wyniki badań	13
3.1. Publikacja 1: “The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women. A narrative review ”.....	13
3.2. Publikacja 2: “ Effects of a One-Time Biofeedback EMG Session on Neuromuscular Activity of the Pelvic Floor Muscles in Pregnant Women ”	16
3.3. Publikacja 3: “The influence of one-time biofeedback emg session on the firing order in the pelvic floor muscle contraction in pregnant woman- a randomized controlled trial ”	16
4. Dyskusja.....	18
5. Wnioski i podsumowanie	23
Piśmiennictwo	24
Streszczenie.....	31
Summary	34
Załączniki.....	36

Załącznik nr 1

- Publikacja 1: “The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women. A narrative review”.
- Publikacja 2: “ Effects of a One-Time Biofeedback EMG Session on Neuromuscular Activity of the Pelvic Floor Muscles in Pregnant Women”.
- Publikacja 3: “The influence of one-time biofeedback emg session on the firing order in the pelvic floor muscle contraction in pregnant woman- a randomized controlled trial”.

Załącznik nr 2

- 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: „Zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback EMG w skurczu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży prawidłowej”, na który składają się trzy publikacje o sumarycznej punktacji MEiN: 190.000; IF: 4,286 (załącznik nr 1).

Publikacja 1

Błudnicka M, Piernicka M, Szumilewicz A. The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women: a narrative review. *Balt J Health Phys Act.* 2019; 11; 4; 87-95. DOI:10.29359/BJHPA.11.4.10; MEiN: 70.000.

Publikacja 2

Błudnicka M, Piernicka M, Kortas J, Duda-Biernacka B, Szumilewicz A. Effects of a one-time biofeedback emg session on neuromuscular activity of the pelvic floor muscles in pregnant women. *Neuroph.* 2021; 52; 6; 438–445. DOI:10.1007/s11062-021-09902-8; MEiN: 20.000; IF: 0.813.

Publikacja 3

Błudnicka M, Piernicka M, Kortas J, Bojar D, Duda-Biernacka B, Szumilewicz A. The influence of one-time biofeedback electromyography session on the firing order in the pelvic floor muscle contraction in pregnant woman: a randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci.* 2022; 16; 944792. DOI:10.3389/fnhum.2022.944792; MEiN: 100.000; IF:3.473.

1. Teoretyczne podstawy problematyki badań w świetle piśmiennictwa

W odniesieniu do przeglądu literatury można zaobserwować jak ważną rolę w organizmie człowieka spełniają mięśnie dna miednicy, są jednym z elementów zespołu mięśniowego otaczającego i podtrzymującego narządy jamy brzusznej i miednicy mniejszej (1). Mięśnie dna miednicy ułożone są niczym hamak, składający się z trzech warstw: powierzchownej i dwóch głębokich. Dzięki ich sprężystości reagują na przeciążenia np. kaszel, kichanie, czy dźwiganie (2).

Ciąża i poród to czynniki, które mają największy wpływ na osłabienie mięśni dna miednicy (3). Siła mięśni dna miednicy może się zmniejszyć w czasie ciąży z powodu obciążenia mięśni dna miednicy. Kobiety w ciąży są bardziej podatne na zaburzenia mięśni dna miednicy, takie jak nietrzymanie moczu, nietrzymanie stolca, wypadanie narządów miednicy mniejszej i dysfunkcje seksualne (4-8).

Nietrzymanie moczu (NTM) jest to choroba społeczna uważana za jeden z ważniejszych problemów zdrowotnych XXI wieku. Zalicza się do niej jakikolwiek niekontrolowany wyciek moczu z pęcherza moczowego. Określa się, że 8% populacji w krajach rozwiniętych ma ten problem. Według analiz opracowanych w 2018 roku przez Departament Analiz i Strategii Ministerstwa Zdrowia prognozowana zapadalność na nietrzymanie moczu dla Polski w roku 2031 roku będzie na poziomie 53 920 przypadków (9).

Według National Institute for Health and Care Excellence (NICE) u około 50% kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu trening mięśni dna miednicy jest tak samo skuteczny jak operacja. Trening mięśni dna miednicy jest główną składową fizjoterapii uroginekologicznej (10).

Nietrzymanie moczu najczęściej jest powodem rezygnacji z aktywności fizycznej u kobiet. Z tego względu ważne jest, aby znaleźć odpowiedni program treningowy w celu poprawy tej dysfunkcji. Badaczom zależy na znalezieniu skutecznej, łatwej w zastosowaniu i dostępnej dla każdej kobiety metody łagodzenia objawów.

Ćwiczenia mięśni dna miednicy mogą być wykonywane samodzielnie lub przy pomocy biofeedback. Najważniejsze jest zlokalizowanie odpowiedniej grupy mięśniowej. Dobrowolne skurcze mięśni dna miednicy często nieoficjalnie nazywa się skurczem "Kegla", ponieważ po raz pierwszy ćwiczenia zostały zaprojektowane i opisane w latach 40-tych ubiegłego wieku przez Arnolda Kegla (11). Powtarza się je codziennie, najlepiej podczas siedzenia lub stania, polepszając siłę mięśniową. Kobieta aktywując mięśnie dna miednicy może wykonać ruch zaciśnięcia ich i podciągnięcia w górę. W celu uzyskania lepszej skuteczności, kobieta może

umieścić palec w pochwie i go ścisnąć, zaciskając tylko mięśnie dna miednicy, uważając aby nie używać innych mięśni, np. mm. brzucha, mm. przywodzicieli uda lub mm. pośladkowych. Jeśli poczuje, że jej mięśnie zaciskają się wokół palca, zidentyfikowała właściwą pracę mięśni (7, 12).

Wśród uznanych metod łagodzenia dysfunkcji mięśni dna miednicy istotne znaczenie mają regularne ćwiczenia wspomagane specjalistyczną aparaturą, wykorzystującą mechanizm sprzężenia zwrotnego – biofeedback (13). Urządzenie to optymalizuje pracę obwodowego układu nerwowego i mięśni oraz umożliwia odzyskiwanie utraconych funkcji, wykorzystując oddziaływanie na świadomość osoby ćwiczącej. Biofeedback daje możliwość uruchomienia właściwej grupy mięśni, kontrolowania nasilenia i czasu trwania skurczu, rozluźnienia i obiektywnej obserwacji postępów terapii. Biofeedback jest powszechnie stosowanym środkiem pomocniczym dodawanym do treningu mięśni dna miednicy w celu nauki dobrowolnego skurczu lub w celu zwiększenia efektywności ćwiczeń (11).

Elektromiografia (EMG), będąca częścią ćwiczeń, opiera się na samokontroli pracy wybranych mięśni poprzez dostarczanie pacjentowi sygnałów akustycznych lub wizualnych. (14). Ponieważ wiele kobiet nie może początkowo napiąć mięśni dna miednicy i wymaga wsparcia, biofeedback poprzez wizualizację skutecznie pomaga im właściwie kontrolować skurcze (15).

Obecnie dość szeroko stosowane są treningi biofeedback, mające na celu przedstawienie dysfunkcji mięśni dna miednicy. Istniejące techniki EMG pozwalają na odpowiednią rejestrację aktywności mięśni generowanej przez dobrowolny skurcz mięśni dna miednicy. Ta aktywność mięśni jest przekazywana do skomputeryzowanego lub mechanicznego urządzenia, które wytwarza wizualny odczyt generowanej siły (14). Rejestrując i wizualizując pracę mięśni, biofeedback optymalizuje pracę obwodowego układu nerwowego i mięśni. Daje to możliwość aktywacji odpowiedniej grupy mięśniowej, kontrolowania siły i czasu trwania skurczu lub rozluźnienia oraz obiektywnego monitorowania postępów treningu czy terapii (16). Biofeedback może być wzrokowy, słuchowy i/lub czuciowy. Świadomość prawidłowo wykonywanych ćwiczeń poprawia samopoczucie kobiet i zachęca je do dalszych ćwiczeń. Dzięki wykorzystaniu biofeedback kobiety są w stanie samodzielnie wykonywać ćwiczenia w domu (16). Biofeedback staje się powszechną metodą treningu mięśni dna miednicy i dowiódł swojej skuteczności.

2. Metodologiczne podstawy badań

2.1. Uzasadnienie wyboru tematu i cel badań

Od lat wiedza dotycząca mięśni dna miednicy jest mocno zgłębianą. Jednak cały czas w dostępnej literaturze niewiele jest doniesień naukowych dotyczących efektywności ćwiczeń mięśni dna miednicy i zastosowania jednorazowej sesji EMG biofeedback (2).

Ciąża i poród, to duże obciążenie dla mięśni dna miednicy, dlatego warto zwrócić uwagę na ćwiczenia i profilaktykę osłabienia tej partii mięśni (17). Poprzez słabą edukację większość kobiet nie zdaje sobie sprawy, gdzie dokładnie znajdują się mięśnie dna miednicy. Przed rozpoczęciem treningu mięśni dna miednicy bardzo istotne jest ich prawidłowe zlokalizowanie i wyizolowanie. Bardzo często jest to problematyczne dla kobiet, które wcześniej nie miały styczności z ćwiczeniami mięśni dna miednicy (18). Podczas ciąży mięśnie dna miednicy są szczególnie narażone na dodatkowe obciążenia w wyniku wzrostu macicy. Wiele kobiet w tym okresie ma incydenty nietrzymania moczu, najczęściej podczas kaszlu, kichania czy śmiechu - jest to tzw. wysiłkowe nietrzymanie moczu, które zazwyczaj ustępuje po okresie połogu. Trzeba jednak pamiętać, że te kobiety są bardziej narażone na wystąpienie w przyszłości problemów związanych z osłabieniem mięśni dna miednicy. Znaczenie badań dotyczących wzmocnienia mięśni dna miednicy w chwili obecnej wzrasta (5, 8, 17, 19-21).

W przeglądzie piśmiennictwa opisano charakterystykę technik biofeedback stosowanych w treningu mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży. Należy podkreślić, że nie udało się znaleźć żadnych norm dotyczących liczby i częstości poszczególnych sesji biofeedback (15). Jak się powszechnie uważa, treningi należy powtarzać, aby uzyskać skumulowany pozytywny efekt. Jednocześnie nie zbadano efektów pojedynczej (jednorazowej) sesji treningowej biofeedback. Stąd w części badawczej przedstawionego cyklu artykułów **głównym celem badań** jest analiza wpływu zastosowania jednorazowej sesji biofeedback EMG w świadomym skurczu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży prawidłowej na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy oraz kolejność ich włączenia.

Do realizacji głównego celu badań sformułowano następujące **cele szczegółowe**:

1. charakterystyka technik biofeedback stosowanych w treningu mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży (Publikacja 1),
2. analiza wpływu jednorazowej sesji na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży (Publikacja 2),
3. ocena kolejności włączenia mięśni dna miednicy i mięśni synergistycznych u kobiet w ciąży w jednorazowej sesji EMG biofeedback (Publikacja 3).

2.2. Pytania i hipotezy badawcze

Publikacja 1.

Aby utrzymać mięśnie dna miednicy we właściwej kondycji, należy je regularnie ćwiczyć. Ze względu na ich lokalizację ocena poprawności ćwiczeń jest trudna (23). Coraz częściej trening mięśni dna miednicy wspomagany jest specjalistycznym sprzętem oraz tzw. biofeedbackiem. Rejestrując i wizualizując pracę mięśni, biofeedback optymalizuje pracę ośrodkowego układu nerwowego i mięśni. Daje możliwość aktywacji odpowiedniej grupy mięśniowej, kontrolowania siły i czasu trwania skurczu lub rozluźnienia oraz obiektywnej oceny postępów treningu lub terapii (24). Biofeedback może być wzrokowy, słuchowy i sensoryczny. Powszechnie stosowany jest do nauki wykonywania świadomych skurczów mięśni dna miednicy, czy do zwiększania efektywności ćwiczeń (11). Świadomość prawidłowo wykonywanych ćwiczeń poprawia samopoczucie kobiet i motywuje je do kontynuacji (25). Zastosowanie biofeedback różni się czasem trwania oraz sposobem interwencji. Uzasadnia to konieczność usystematyzowania dotychczasowej wiedzy. W związku z tym postanowiono zadać pytanie:

Pytanie 1. W jaki sposób skomponowane są protokoły wykorzystywania różnych technik biofeedback w treningu mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży w trzech komponentach treningu: liczba, częstość oraz czas trwania skurczu?

Hipoteza 1. Nie ma jednoznacznego opisu zastosowania biofeedback w treningu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży.

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

Pytanie 2. Czy zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback może pozytywnie wpłynąć na naukę świadomego skurczu mięśni dna miednicy?

Hipoteza 1. Nie ma badań opisujących zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback w poprawie świadomości skurczu mięśni dna miednicy.

Publikacja 2.

Mocne mięśnie dna miednicy zapewniają podparcie dla pęcherza moczowego, macicy i jelit, a także umożliwiają zamknięcie ujścia cewki moczowej i odbytu (5, 20). W czasie ciąży mięśnie dna miednicy są przeciążone przez zwiększającą się macicę oraz zwiększony przyrost masy ciała. Ponadto w tym okresie zwiększa się ryzyko wystąpienia u kobiet ciężarnych

zaburzeń mięśni dna miednicy, takich jak nietrzymanie moczu, nietrzymanie stolca, wypadanie narządów miednicy mniejszej i zaburzenia seksualne (7, 19). Mięśnie dna miednicy powinny być regularnie ćwiczone, aby zachowały swoją funkcję. Ze względu na ich lokalizację ocena poprawności ćwiczenia może być trudna. Biofeedback, w kontekście kontrolowania dysfunkcji mięśni dna miednicy, odnosi się do urządzenia wkładanego do pochwy lub odbytu, który mierzy poziom aktywności mięśni generowany przez dobrowolny skurcz mięśni dna miednicy. Tę aktywność mięśni można wykryć na podstawie rzeczywistego wytwarzanego ciśnienia lub aktywności elektrycznej (wytwarzanej przez skurcz mięśni). Aktywność mięśni jest przekazywana do skomputeryzowanego lub mechanicznego urządzenia, które wytwarza wizualny odczyt generowanej siły (14). Biofeedback rejestrując i wizualizując pracę mięśni, optymalizuje pracę ośrodkowego układu nerwowego i mięśni. Daje to możliwość aktywacji odpowiedniej grupy mięśniowej, kontrolowania siły i czasu trwania skurczu lub rozluźnienia, a co ważniejsze, obiektywnego monitorowania postępów treningu czy terapii (16). Dzięki korzystnemu wykorzystaniu biofeedback kobiety są w stanie samodzielnie wykonywać ćwiczenia w domu (16). Biofeedback staje się powszechną metodą treningu mięśni dna miednicy. Przeprowadzone wcześniej badanie przeglądowe bibliografii opisało charakterystykę technik biofeedback stosowanych w treningu mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży. Nie znaleziono jednak żadnych norm dotyczących liczby i częstości korzystania z sesji biofeedback (15). Należy zadać pytanie:

Pytanie 1. Czy zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback przy użyciu elektromiografii (EMG) ma pozytywny wpływ na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży?

Hipoteza 1. Jednorazowa sesja biofeedback EMG wpływa pozytywnie na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży.

Publikacja 3

Wiele kobiet początkowo nie jest w stanie prawidłowo napiąć mięśni dna miednicy, aktywując inne grupy mięśni przed lub zamiast mięśni dna miednicy. Właściwy trening mięśni dna miednicy odgrywa istotną rolę w zapobieganiu dysfunkcjom mięśni dna miednicy. Z tego względu jest polecany kobietom w ciąży przez różne organizacje medycyny sportowej i zdrowia, w tym Światową Organizację Zdrowia (25). Wielu autorów udowodniło, że biofeedback może być idealnym narzędziem wspomagającym naukę skurczu mięśni dna miednicy (14, 26, 27). Jednak obecnie brakuje danych naukowych na temat tego, ile sesji biofeedback jest niezbędnych w tym procesie edukacyjnym. Pozwala to, na postawienie

kolejnych pytań:

Pytanie 1. Czy jednorazowa sesja EMG biofeedback ma wpływ na kolejność włączenia mięśni dna miednicy podczas świadomych skurczów w stosunku do wybranych synergistycznych mięśni u zdrowych kobiet w ciąży?

Hipoteza 1. Jednorazowa sesja EMG biofeedback ma wpływ na kolejność włączenia mięśni dna miednicy podczas świadomych skurczów w stosunku do wybranych synergistycznych mięśni u zdrowych kobiet w ciąży.

Pytanie 2. Czy zastosowanie jednorazowej sesji EMG biofeedback może poprawić skurcz mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży?

Hipoteza 1. Zastosowanie jednorazowej sesji EMG biofeedback może znacznie poprawić skurcz mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży.

Pytanie 3. Czy zastosowanie jednorazowej sesji EMG biofeedback może pomóc przy zachowaniu prawidłowej techniki skurczu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży?

Hipoteza 1. Zastosowanie jednorazowej sesji EMG biofeedback może pomóc przy zachowaniu prawidłowej techniki skurczu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży.

2.3. Procedura badań

Badanie zostało przeprowadzone w ramach projektu pt. “Pelvic floor muscle training with Surface electromyography”, który został zarejestrowany retrospektywnie 25 lipca 2016 r. w Międzynarodowym Rejestrze Badań Klinicznych - ISRCTN92265528. Badanie przeprowadzono w Pracowni Wysiłku Fizycznego i Genetyki w Sporcie Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku. Każda z badanych grup została poddana testom dwukrotnie w trakcie jednej wizyty w laboratorium. Projekt rozpoczął się 1 października 2016 r. i zakończył 31 maja 2019 r.

Jako wytyczne dla tego badania posłużono się zasadami Deklaracji Helsińskiej World Medical Association- WMA (Światowe Towarzystwo Medyczne) oraz wcześniej uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Okręgowej Izby Lekarskiej w Gdańsku (KB - 8/14). Uczestniczki zostały poproszone o podpisanie świadomej zgody przed rozpoczęciem testów.

2.4. Osoby badane i metody badawcze

W badaniu zastosowano metodę eksperymentu. Podczas jednej wizyty w laboratorium uczestniczki wykonywały dwie sekwencje testowe pod rząd. W obu publikacjach wykorzystano wyniki z tego samego badania. W drugiej publikacji, w badaniu wzięły udział zdrowe nieródki ($n=92$) z niepowikłanymi ciążami (wiek 30 ± 4 lata, 21 ± 5 tygodni ciąży; średnie SD). Uczestniczki badania zostały losowo podzielone na dwie grupy: 52 kobiety z grupy biofeedback i 40 kobiet z grupy kontrolnej. W trzeciej publikacji w badaniu udział wzięło 90 zdrowych nieródek, dwie uczestniczki zostały wykluczone z analizy ze względu na brak czytelności danych dotyczących włączenia mięśni dna miednicy. Badane osoby zostały losowo podzielone na dwie grupy: 50 kobiet w grupie biofeedback i 40 kobiet w grupie kontrolnej.

Kryterium kwalifikacji obejmowało wszelkie przeciwwskazania do uczestniczenia w aktywności fizycznej, zdolność do spełnienia wymagań testu oraz brak reakcji alergicznych na materiały użyte w badaniu. Kryteria wykluczenia były następujące: jakiegokolwiek obecne lub wcześniejsze dysfunkcje mięśni dna miednicy zdiagnozowane przez pracowników służby zdrowia, poronienia w wywiadzie w ciągu 12 pierwszych tygodni poprzedniej ciąży i/lub więcej niż dwa kolejne poronienia w pierwszym trymestrze, alergia na jakiegokolwiek materiały użyte podczas procedury badania (np. nikiel w sondach dopochwowych) oraz obecność stanu lub nieprawidłowości, które zagrażałyby bezpieczeństwu uczestniczki lub jakości zebranych danych. Wykluczono również kobiety, które nie wykazywały dobrej jakości życia w odniesieniu do nietrzymania moczu na podstawie Incontinence Impact Questionnaire (IIQ).

Narzędzia badawcze

1. Elektromiograf

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). Bardzo ważne jest, aby elektroda nie powodowała bólu u badanych, ani nie wypadała podczas skurczu mięśni dna miednicy. Te wymagania z pewnością spełnia sonda o długości 76 mm i średnicy 28 mm. Sonda składająca się z dwóch podłużnych płytek rejestrujących po obu stronach, wykonanych ze stali nierdzewnej i niklu została umieszczona dopochwowo przez same uczestniczki, z każdą elektrodą skierowaną w stronę bioder. Według badania Halskiego (28) różne

umieszczenie sondy podczas skurczów mięśni dna miednicy w żaden sposób nie wpływa na ocenę sEMG, pozwalając badanym kobietom na umieszczenie jej zgodnie z własnymi preferencjami i komfortem. Bezbolesność i nieinwazyjność, to kolejna zaleta wykorzystania powierzchniowego EMG do analizy mięśni dna miednicy (29). Elektrody powierzchniowe (SKINTACT Premier W - 60, LEONHARD LANG GmbH, Austria) zostały zastosowane do wybranych mięśni synergistycznych, takich jak mięsień prosty brzucha, mięsień skośny zewnętrzny brzucha i mięsień pośladkowy wielki. Wszystkie oceny EMG zostały przeprowadzone w tym samym laboratorium pod nadzorem fizjoterapeuty doświadczonego w dziedzinie uroginekologii oraz w stosowaniu EMG powierzchniowej.

W grupie biofeedback podczas drugiej oceny uczestniczki mogły obserwować na ekranie komputera aktywację swoich mięśni. Pokazano im cztery koła reprezentujące mięśnie dna miednicy, m. prosty brzucha, m. skośny zewnętrzny brzucha i m. pośladkowy wielki. Duże niebieskie koła przedstawiały rozluźnione mięśnie i ich zmieniający się rozmiar. Przy komendzie "Relax" okrąg powinien być duży, przy komendzie "Contract" okrąg powinien się zmniejszyć lub nawet zniknąć. Uczestniczki grupy kontrolnej nie widziały zmian na monitorze podczas drugiej oceny.

W celu porównania różnic zmian aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy między grupami i dwoma pomiarami, przeanalizowano średnią z 10-sekundowej relaksacji przed sekwencją testową (baseline), z pięciu 3-sekundowych maksymalnych skurczów (quick flicks), pięciu 3-sekundowych relaksacji po maksymalnych skurczach, pięciu 10-sekundowych maksymalnych skurczów (contraction), pięciu 10-sekundowych relaksacji po 10-sekundowym maksymalnym skurczu, jednego 60-sekundowego skurczu (static hold) oraz 10-sekundowego rozluźnienia po 60-sekundowym skurczu.

W pierwszej analizie ilościowej znormalizowano surowe dane EMG w μV do indywidualnej wartości maksymalnego skurczu mięśni dna miednicy trwającego co najmniej 3s (MVC) wykonanego przez uczestniczki badania podczas sekwencji testowej (w dalszej analizie wyrażonej jako % MVC).

W drugiej analizie oceniono kolejność włączenia mięśni dna miednicy w każdym zadaniu motorycznym, stosując następującą skalę 1-5: 1 - mięśnie dna miednicy aktywowane jako pierwsze w kolejności (najkorzystniejsze wykonanie skurczu mięśni dna miednicy); 2 - mięśnie dna miednicy aktywowane jako drugie; 3 - mięśnie dna miednicy aktywowane jako trzecie; 4 - mięśnie dna miednicy aktywowane jako czwarte

w kolejności; 5 - brak aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy. Uczestniczki zostały podzielone na dwie grupy: „reagujące”, to osoby badane, które jako pierwsze aktywowały mięśnie dna miednicy i utrzymały tę samą technikę do drugiego pomiaru, a także te, którym początkowo nie udało się aktywować mięśni dna miednicy, ale odniosły sukces w drugim powtórzeniu. Pojęcie „niereagujące” dotyczy uczestniczek, które najpierw włączyły swoje mięśnie synergiczne i mięśnie dna miednicy jako drugie lub tych, których mięśnie dna miednicy w ogóle nie zostały aktywowane. Niereagujące, to również kobiety, które albo utrzymały złą technikę podczas drugiego pomiaru, albo ich wynik się pogorszył.

2. Kwestionariusz Incontinence Impact Questionnaire (IIQ)

Ocena wpływu symptomów nietrzymania moczu na jakość życia sprawdzana była przed badaniem z wykorzystaniem skróconego kwestionariusza IIQ (30). Według Corcos i in. (31) wynik 50 lub mniej w skali IIQ odnosi się do „dobrej jakości życia”. Wynik między 50 a 70 wskazuje na „umiarkowaną jakość życia”, a każdy wynik powyżej 70 oznacza „złą jakość życia”. W analizie uwzględniono tylko kobiety z „dobrą jakością życia” z wynikami IIQ w przedziale od 50 do 100.

3. Analiza statystyczna

Analiza statystyczna przeprowadzona została przy użyciu oprogramowania Statistica 13.1 (Statsoft, USA). Do identyfikacji różnic między grupami zastosowano test U Manna–Whitneya. W pierwszej analizie wszystkie wartości liczbowe są wyrażone jako mediany (pierwszy kwartył– trzeci kwartył). Do oceny jednorodności dyspersji (odchylenia od rozkładu normalnego) zastosowano test Shapiro - Wilka. Do oceny jednorodności wariancji zastosowano test Browna - Forsythe'a. Porównania pomiarów i wyników między grupami dokonano za pomocą testów post-hoc ANOVA Friedmana i Dunna - Bonferroniego. W drugiej analizie wszystkie wartości są wyrażone jako średnia $\pm$ odchylenie standardowe (SD). Aby lepiej zobrazować rozkład wyników w obrębie poszczególnych grup, pomiędzy kolejnymi badaniami, wyniki przyporządkowano do tabeli kontyngencji, oceniającej wyniki badania przed i po interwencji (biofeedback). Do oceny techniki ćwiczeń mięśni dna miednicy wykonywanych przed i po biofeedback wykorzystano test McNemara. Przeprowadzono analizę wariancji (test ANOVA Friedmana) oraz testy post-hoc Dunna - Bonferroniego w celu zidentyfikowania istotnie różnych wyników powysiłkowych w obu badanych grupach. W obu analizach poziom istotności ustalono na $p < 0,05$.

3. Wyniki badań

3.1. Publikacja 1: “The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women. A narrative review”

W przeglądzie literatury dotyczącej charakterystyki technik biofeedback stosowanych w treningu mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży w 8 analizowanych artykułach przebadano 1120 kobiet. W pięciu badaniach potwierdzono poprawę funkcji mięśni dna miednicy po zastosowaniu biofeedback, a w trzech innych nie odnotowano poprawy. W badaniach zastosowano biofeedback z wykorzystaniem perineometru, ultrasonografii (USG), elektromiografii (EMG), elektrostymulacji (ES) lub badania palpacyjnego. Perineometrię wykorzystano w pięciu badaniach, palpację i ultrasonografię w trzech. Natomiast elektrostymulacja i elektromiografia wystąpiła tylko w jednym badaniu.

Meyer i in. (32) ocenili wpływ edukacji mięśni dna miednicy po porodzie naturalnym u 107 zdrowych pierworódek. Co miesiąc wypełniano kwestionariusze do wykrywania objawów ze strony mięśni dna miednicy. Badanie mięśni dna miednicy przeprowadzono w ciąży oraz w 9 tygodniu i 10 miesiącu po porodzie naturalnym. Każda kobieta została następnie przydzielona do jednej z dwóch grup. Grupa kontrolna, licząca 56 osób, nie otrzymała żadnych wskazówek dotyczących trzeciego pomiaru przeprowadzonego 10 miesięcy po porodzie. Grupa eksperymentalna, 51 kobiet otrzymała 6 tygodni (12 sesji) edukacji mięśni dna miednicy, która rozpoczęła się 2 miesiące po porodzie i zakończyła się przed trzecim badaniem, które również przeprowadzono 10 miesięcy po porodzie. Każda sesja składała się z treningu mięśni dna miednicy, po którym następowało 20 minut biofeedback i 15 minut elektrostymulacji z elektrodą umieszczoną w pochwie. Częstość wysiłkowego nietrzymania moczu zmniejszyła się u 2% osób z grupy kontrolnej w porównaniu z 19% kobiet, które przeszły edukację mięśni dna miednicy ($p = 0,002$). Częstość występowania nietrzymania stolca (5% vs 4%, $p = 0,1$) oraz odsetek kobiet, które odzyskały siłę skurczu mięśni dna miednicy przed porodem (33% vs 41%, $p = 0,4$) nie różniły się statystycznie.

W badaniu Oliveiry i in. (33) 46 kobiet do 20-go tygodnia ciąży zostało również podzielonych na dwie grupy: eksperymentalną i kontrolną. Ocenę czynnościową mięśni dna miednicy przeprowadzono badaniem palpacyjnym przez pochwę w skali Oritz oraz perineometrem z biofeedbackiem. Na początku pacjentka została zapytana o znajomość mięśni dna miednicy. Następnie otrzymała informacje o lokalizacji i funkcji oraz o tym, jak prawidłowo napiąć te mięśnie. W kolejnym kroku pacjentka została poinstruowana, aby

„zaciskać i unosić” mięśnie dna miednicy. Następnie u pacjentki w pozycji ginekologicznej wykonano kolejno ocenę wzrokową, badanie palpacyjne, ocenę czynnościową mięśni dna miednicy oraz perineometrię. Ocena funkcjonalna mięśni dna miednicy wykazała znaczny wzrost siły mięśni dna miednicy podczas ciąży w obu grupach ($P < 0,001$). Jednak wielkość zmiany była większa w grupie ćwiczącej niż w grupie kontrolnej (47,4% vs. 17,3%, $p < 0,001$). Trening mięśni dna miednicy spowodował znaczny wzrost ciśnienia i siły mięśni dna miednicy podczas ciąży.

Ornö i Dietz (34) opisali zastosowanie USG jako techniki biofeedback u 50 pierworódek w 36–38 tygodniu ciąży. Przeanalizowali mechanizm Valsalvy, któremu często towarzyszy skurcz mięśni dna miednicy. Manewry Valsalvy były rejestrowane początkowo i po wielokrotnych próbach z wizualnym biofeedbackiem zarówno podczas manewru, jak i po nim, przy czym operator demonstrował wyniki na monitorze USG, aby zapobiec koaktywacji m. dźwigacza odbytu. Autorzy doszli do wniosku, że bez powtórzeń i cyfrowego, słuchowego lub wzrokowego biofeedback kobiety mogą nie wykonać prawidłowo manewru Valsalvy. W tym badaniu opisano i przedstawiono w postaci liczbowej główną przeszkodę w ocenie wypadania narządów miednicy u młodych nieródek. Koaktywacja m. dźwigacza odbytu w czasie manewru Valsalvy może znacznie zmniejszyć opadanie narządów miednicy. Instruowanie i powtarzanie biofeedback może zniwelować ten efekt u niektórych kobiet.

Caroci i in. (35) wykazali zastosowanie perineometrii oraz badania palpacyjnego na początku ciąży (do 12 tygodnia), pod koniec ciąży (36 do 40 tygodni) oraz w okresie połogu (48 godzin i 42 do 60 dni po porodzie) u 110 pierworódek. Jako biofeedback w badaniu użyto elektroniczny perineometr, który rejestruje potencjalne działanie skurczów mięśni dna miednicy i tłumaczy ich intensywność na sygnały wizualne. Kobietę poproszono o zaciśnięcie i utrzymywanie, tak długo, jak to możliwe, skurczu mięśni dna miednicy wokół sondy dopochwowej w sekwencji trzech serii w odstępie 15 sekund między seriami. Chociaż ciąża postępowała, nie stwierdzono istotnego spadku siły mięśni dna miednicy we wczesnej i późnej ciąży oraz po porodzie. Zdaniem autorów zastosowanie perineometrii wraz z wykonywaniem ćwiczeń mięśni dna miednicy z biofeedbackiem ma szczególne znaczenie w praktyce klinicznej.

Badanie Riescoi in. (36) weryfikuje, czy istnieje korelacja między wartościami siły mięśni dna miednicy uzyskanymi w wyniku badania palpacyjnego przez pochwę w skali Oxford oraz perineometrii wykonanej perineometrem elektronicznym. W badaniu palpacyjnym i perineometrii prosili badaną o jak najdłuższy skurcz mięśni dna miednicy i utrzymywanie go wokół sondy dopochwowej w sekwencji trzech serii w odstępie 15 sekund między każdą

serią. Ocenę przeprowadzono w trzech punktach czasowych: do 12 tygodnia ciąży, od 36 do 40 tygodni i między 42 a 60 dniem po porodzie. Współczynnik Spearmana wykazał silną pozytywną korelację między dwiema metodami oceny ($P < 0,0001$).

Batista i in. (26) opisali analizę trzech sesji EMG biofeedback składających się z krótkich i szybkich skurczów mięśni dna miednicy u 19 nieródek z ciążami niskiego ryzyka. Wyniki wskazują, że trzy sesje treningowe z biofeedbackiem poprawiły aktywność mięśni dna miednicy w drugim trymestrze ciąży. Autorzy stwierdzili, że biofeedback wzrokowy może pomóc w wykonaniu skurczu mięśnia dna miednicy.

W badaniu Lekskulchai i in. (37) 219 nieródek w ciąży między 8 a 12 tygodniem ciąży poddano dopochwowemu badaniu ultrasonograficznemu. Grupa eksperymentalna ($n=108$) została wyedukowana jak prawidłowo wykonać skurcz mięśni dna miednicy za pomocą wizualnego biofeedback przy użyciu ultrasonografii dopochwowej. Grupa kontrolna ($n=111$) otrzymywała rutynową opiekę prenatalną. Program ćwiczeń interwencyjnych obejmował serię 15 skurczów. Każdy skurcz był utrzymywany przez 5 sekund, z 5 sekundami odpoczynku pomiędzy każdym skurczem. Pacjentów poproszono o powtórzenie tego schematu 3 razy po każdym posiłku. W drugim, trzecim trymestrze, 3 miesiące po porodzie i 6 miesięcy po porodzie uczestniczki obu grup zostały poddane kolejnej ocenie ultrasonograficznej według tego samego protokołu. Badanie to wykazało, że ćwiczenia mięśni dna miednicy w ciąży, które były wspomagane biofeedbackiem przy użyciu USG mogą zmniejszać ruchomość pęcherza moczowego 6 miesięcy po porodzie.

Van Delft i in. (38) porównują ocenę cyfrową do ultrasonografii dopochwowej podczas skurczu mięśni dna miednicy. Zaobserwowali, że zarówno badanie palpacyjne za pomocą Zmodyfikowanej Skali Oksfordzkiej, jak i ultrasonografia dopochwowa mogą być używane jako narzędzia do oceny skurczu mięśni dna miednicy. Chociaż Zmodyfikowana Skala Oxford jest prostym narzędziem klinicznym, niewymagającym żadnego sprzętu, ultrasonografia dopochwowa może zapewnić dobry wizualny biofeedback podczas treningu ćwiczeń mięśni dna miednicy. Dokonano 459 ocen, z czego 268 dotyczyło kobiet w około 36 tygodniu ciąży, a 191 kobiet było 3 miesiące po porodzie. Podczas badania palpacyjnego kobietom zalecono zaciskać mięśnie dna miednicy i przeprowadzono subiektywną ocenę kurczliwości mięśni dna miednicy przez egzaminatora. Następnie kobiety poddano badaniu USG dopochwowo. Obrazowanie wykonano w spoczynku i przy maksymalnym skurczu mięśni dna miednicy.

W analizowanych badaniach najczęściej stosowaną techniką biofeedback była palpacja (w 4 z 8 badań), odstęp czasu między przed i po ocenie wynosił około 27 ± 21 ($M \pm SD$) tygodni,

a liczba sesji biofeedback wahała się od 1 do 12 podczas interwencji. Wykazano zastosowanie biofeedback z perineometrem, badaniem palpacyjnym, ultrasonografią, elektrostymulacją i elektromiografią oraz jego skuteczność na funkcje mięśni dna miednicy w ciąży. Jednak ze względu na różne wzorce zastosowań biofeedback i analizowane parametry mięśni dna miednicy niemożliwe było ich porównanie. Nie ma jasnych wytycznych dotyczących stosowania biofeedback w treningu mięśni dna miednicy podczas ciąży (np. w zakresie częstości, liczby powtórzeń, czasu trwania ćwiczeń).

3.2. Publikacja 2: “Effects of a One-Time Biofeedback EMG Session on Neuromuscular Activity of the Pelvic Floor Muscles in Pregnant Women”

Badanie dotyczące wpływu jednorazowej sesji EMG biofeedback na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy przeprowadzono na 92 nieródkach. Analiza wyników wykazała, że w grupie biofeedback między pierwszą a drugą oceną zaobserwowano 16% wzrost amplitudy EMG przy skurczach 10-sekundowych i 60-sekundowych. Jest to zmiana istotna statystycznie. W pięciu 3-sekundowych maksymalnych skurczach była pozytywna różnica dla grupy biofeedback (21%), ale nie osiągnęła poziomu istotności statystycznej, mimo że tendencja była wyraźnie widoczna ($p = 0,06$). W grupie kontrolnej zaobserwowano istotny wzrost amplitudy EMG w 10-sekundowych skurczach mierzonych w drugiej ocenie ($p = 0,00$); jednocześnie nie było statystycznie istotnych zmian w innych mierzonych wartościach. Poziom EMG przy relaksacji w pierwszej i drugiej ocenie był porównywalny w obu grupach.

3.3. Publikacja 3: “The influence of one-time biofeedback EMG session on the firing order in the pelvic floor muscle contraction in pregnant woman- a randomized controlled trial”

Badanie to pokazało pozytywny wpływ jednorazowej sesji EMG biofeedback na kolejność włączania mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży. Analiza wariancji (test Friedman ANOVA) oraz testy post hoc Dunna - Bonferroni umożliwiły porównanie różnic w zmianach kolejności włączenia mięśni dna miednicy w poszczególnych zadaniach ruchowych prezentowanych przez obie grupy (biofeedback i kontrolną). Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic. Co zaskakujące, wyniki wszystkich uczestniczek badania, w tym osób z grupy kontrolnej, poprawiły technikę skurczów mięśni dna miednicy w drugiej ocenie EMG. Poza podziałem na grupy biofeedback i kontrolną badane zostały podzielone na dwie grupy: „Reagujące” i „Niereagujące”. Porównując ich technikę skurczów mięśni dna miednicy w pierwszej i drugiej ocenie EMG. Na podstawie średnich wyników z jedenastu zadań

ruchowych 73% kobiet w grupie biofeedback utrzymało prawidłową technikę lub poprawiło ją w drugiej ocenie EMG (w związku z tym zostały zaklasyfikowane jako reagujące). W grupie kontrolnej takie wyniki zaobserwowano średnio u 65% uczestniczek. Co więcej, w dziesięciu z jedenastu zadań motorycznych zaobserwowano więcej reagujących w grupie biofeedback niż w grupie kontrolnej.

W tym badaniu wszystkie wartości, od pierwszych 3- sekundowych maksymalnych skurczach i po 60- sekundowych skurczach, zostały zmapowane do odpowiedniej skali dychotomicznej. Każda uczestniczka badania otrzymała jeden punkt, jeśli jej mięśnie dna miednicy zostały najpierw skurczone w porównaniu z mięśniami synergistycznymi. Uczestniczki, które aktywowały mięśnie dna miednicy po mięśniach synergistycznych lub w ogóle nie aktywowały mięśni dna miednicy, otrzymały 0 punktów. Oceniono wykonanie przez uczestniczkę skurczu mięśni dna miednicy oddzielnie dla pierwszej i drugiej oceny EMG. Na podstawie tych zagregowanych informacji umieszczono osoby w odpowiedniej komórce tabeli kontyngencji. Na przecięciu odpowiednich wierszy i kolumn tabela kontyngencji pokazuje liczbę uczestniczek z grupy biofeedback, które wykonały pierwszy 3- sekundowy maksymalny skurcz poprawnie lub nieprawidłowo podczas pierwszej i drugiej oceny EMG. Na tej podstawie użyto testu Chi - square McNamara B/C, aby określić, czy pojedyncza sesja biofeedback może statystycznie poprawić wyniki uczestniczek. Potwierdzono, że istotność statystyczną poniżej zakładanej wartości odnotowano dla czterech zadań motorycznych w grupie z biofeedbackiem: pierwszy 3- sekundowy maksymalny skurcz ($p = 0,016$), trzeci 3- sekundowy maksymalny skurcz ($p = 0,027$), piąty 3- sekundowy maksymalny skurcz ($p = 0,008$), oraz pierwszy 10- sekundowy skurcz ($p = 0,046$), a także przy jednym parametrze w grupie kontrolnej: czwarty 10- sekundowy skurcz ($p = 0,009$).

4. Dyskusja

Wprowadzeniem teoretycznym do wskazanego jednotematycznego cyklu artykułów naukowych jest praca przeglądowa dotycząca charakterystyki technik biofeedback stosowanych w treningu mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży. Na podstawie otrzymanych wyników zaobserwowano brak jednoznacznych wytycznych dotyczących stosowania biofeedback w treningu mięśni dna miednicy. Wzorce stosowania biofeedback różniły się pod względem metod, czasu między oceną przed i po, kiedy zastosowano biofeedback i ile razy zastosowano biofeedback. Ponadto przeanalizowano różne parametry opisujące skurcz mięśni dna miednicy w poszczególnych badaniach. W związku z tym trudno było stwierdzić, który z wzorców stosowania biofeedback był najskuteczniejszy dla kobiet w ciąży. Analizowane badania dostarczają informacji na temat wykorzystania perineometru, badania palpacyjnego, ultrasonografii, elektrostymulacji i elektromiografii jako biofeedback u kobiet w ciąży. Sonda dopochwowa, badanie palpacyjne i ultrasonografia są bodźcami percepcyjnymi, a jednocześnie dostarczają informacji zwrotnej, jak wykonać skurcz mięśni dna miednicy (39). Perineometr jest instrumentem służącym do pomiaru siły dobrowolnych skurczów mięśni dna miednicy (40). Elektrostymulacja aktywuje mięśnie, ale w przypadku mięśni osłabionych skurcz wywołany sztucznym bodźcem zewnętrznym jest zwykle większy i silniejszy niż skurcz naturalny (41). Elektromiografia, to badanie funkcji mięśni poprzez analizę sygnałów elektrycznych emitowanych podczas skurczów mięśni, co prowadzi do rejestrowania wyników (41). Wszystkie artykuły zawarte w analizie dotyczą zdrowych kobiet w ciąży. W przeprowadzonym przeglądzie literatury wykazano szerokie zastosowanie biofeedback i jego pozytywny wpływ na funkcje mięśni dna miednicy. Uzyskane wyniki są zgodne z przeglądem Cochrane autorstwa Herderschee i in. (42). Autorzy twierdzą, że sprzężenie zwrotne lub biofeedback, jako dodatek do treningu mięśni dna miednicy, może przynieść korzyści kobietom z różnymi rodzajami nietrzymania moczu. Gdy biofeedback jest traktowany jako dodatek do treningu mięśni dna miednicy, to ważne są preferencje kobiet i terapeuty przy podejmowaniu decyzji o tym, którą formę zastosować. Dostępność, opłacalność oraz postrzeganie przez kobietę inwazyjności zabiegu to istotne czynniki, które mogą wpłynąć na tę decyzję. Terapeuci powinni rozważyć cel dodania biofeedback i na tej podstawie rozważyć, jak często należy go stosować. Wydaje się, że jednokrotne lub dwukrotne zastosowanie biofeedback może być tak samo skuteczne, jak jego wielokrotne użycie (42). Riesco i in. (36) doszli również do wniosku, że w literaturze opisuje się kilka urządzeń i metod oceny mięśni dna miednicy. Ponadto zauważono brak standaryzowanych parametrów do

klasyfikacji funkcji mięśni dna miednicy, co ogranicza porównywanie wyników z różnych badań. Autorzy sugerują, że jest to temat, który wymaga dalszych badań i debaty. W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano, że różnorodność istniejących metod badawczych utrudnia wypracowanie czytelnych zaleceń dotyczących zastosowania biofeedback w treningu mięśni dna miednicy, zarówno w odniesieniu do poszczególnych technik, jak i stosowanych interwałów czasowych. Na podstawie innych badań (12, 23, 26) i doświadczeń praktycznych można dociekać, że zastosowanie sesji biofeedback w kilku punktach czasowych (np. pod koniec pierwszego, drugiego i trzeciego trymestru oraz trzy miesiące po porodzie) może pozytywnie wpłynąć na efekty działania mięśni dna miednicy.

W drugiej publikacji wykazano korzystny wpływ zastosowania jednorazowej sesji biofeedback EMG na skurcze mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży. Uzyskane wyniki wykazały istotne statystycznie, a co ważniejsze, pozytywne zmiany w poziomie aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy. W dostępnej literaturze brak jest badań dotyczących zastosowania jednorazowej sesji biofeedback EMG u kobiet w ciąży.

Ze względu na umiejscowienie mięśni dna miednicy poprawność wykonywania ćwiczeń jest trudna do oceny z zewnątrz. Biofeedback, to uznana metoda wspomagania treningu mięśni dna miednicy. Inni autorzy (18, 43, 44) dokonali przeglądu wykorzystania sesji biofeedback. Potwierdzono, że 45% kobiet stosowało prawidłową technikę skurczów mięśni dna miednicy. Prawie co piąta uczestniczka nie była w stanie aktywować mięśni dna miednicy. Kobiety oceniały swoją świadomość i doświadczenie treningowe związane z mięśniami dna miednicy jako słabe. Prawie połowa (43%) nigdy nie wykonywała ćwiczeń mięśni dna miednicy. Ćwiczenia te miały na celu poprawę siły mięśni dna miednicy, wytrzymałości, relaksacji lub kombinacji wszystkich tych parametrów (40). Stosowanie biofeedback wspomaga prawidłowe wykonywanie ćwiczeń mięśni dna miednicy. Świadomość prawidłowo wykonywanych ćwiczeń poprawia samopoczucie kobiet i zachęca je do dalszego ich wykonywania w przyszłości (24). Biofeedback EMG podnosi świadomość uczestniczek na temat skurczów mięśni dna miednicy, co skutkuje ich zwiększoną aktywnością EMG i poprawą funkcji tych mięśni, a także skuteczniejszymi technikami skurczów i programami treningu mięśni dna miednicy (26, 33, 42, 45).

W oparciu o opinie innych autorów (39) jednoczesne skurcze mięśni synergistycznych mogą negatywnie wpływać na świadomość i siłę skurczu mięśni dna miednicy. Według Neelsa i in. (46) skurcze innych mięśni (m. prostego brzucha, mm. pośladkowych i mm. przywodzicieli), a także inne ruchy (pochylenie miednicy, wstrzymanie oddechu i naprężenie) wykonywane obok lub zamiast skurczów mięśni dna miednicy są prawdopodobnie najbardziej

typowymi błędami przy próbie skurczu mięśni dna miednicy. Co więcej, ważnym czynnikiem w zapobieganiu wyciekowi moczu jest odpowiedni moment aktywności mięśni dna miednicy w stosunku do aktywności innych mięśni tułowia (47, 49). Dlatego w trzeciej opisywanej publikacji kolejność włączenia mięśni dna miednicy w związku z mięśniami synergistycznymi była przedmiotem analizy ilościowej i jakościowej. Korzystając z oceny EMG stwierdzono że, grupy mięśniowe były aktywowane w następującej kolejności: mięśnie dna miednicy, mięśnie brzucha, czy mięśnie pośladkowe. Uzyskane wyniki są naukowo uzasadnione i wydają się być wiarygodne w zastosowaniach w praktyce klinicznej. Corcos oraz Scharschmidt i in. potwierdzają wiarygodność oceny mięśni dna miednicy za pomocą EMG biofeedback (31, 49). Powierzchniowe EMG jest zwykle wykorzystywane w ocenie badań i leczeniu, gdy ma na celu ilościowy pomiar odpowiedzi elektrofizjologicznej układu nerwowo-mięśniowego. Protokoły nieinwazyjnej oceny większości grup mięśni, mimo że są standaryzowane na poziomie międzynarodowym, nie zostały jeszcze zatwierdzone jako rozwiązanie dla zaburzeń mięśni dna miednicy, co sprawia, że standaryzacja ich badań naukowych i zastosowania klinicznego jest jeszcze trudniejsza (27). Do oceny funkcji mięśni dna miednicy fizjoterapeuci najczęściej posługują się skalami Perfect i Oxford. Nazwa skali PERFECT wywodzi się z pierwszych inicjałów ocenianych zadań sprawności mięśni dna miednicy (P, moc; E, wytrzymałość; R, powtórzenia; F, szybkość; E, uniesienie; C, skurcz; T, czas). Firma Laycock opracowała Zmodyfikowany Oksfordzki System Klasyfikacji do oceny siły mięśni dna miednicy poprzez badanie palpacyjne przez pochwę. Składa się z sześciopunktowej skali: 0 = brak skurczu, 1 = drżenie, 2 = słabe, 3 = umiarkowane, 4 = dobre (z uniesieniem) i 5 = silne (50). W niniejszej pracy zastosowano skalę 1 - 5 punktową, gdzie „1” oznaczało, że mięśnie dna miednicy zostały aktywowane jako pierwsze w odniesieniu do trzech synergistycznych grup mięśni, a „5” - że mięśnie dna miednicy w ogóle się nie aktywowały.

Uzyskane wyniki wykazują, że jednorazowa sesja EMG z biofeedbackiem statystycznie istotnie zwiększyła amplitudę EMG skurczów 10-sekundowych i skurczów 60-sekundowych (51). W 3-sekundowych maksymalnych skurczach tendencja do wyniku była również pozytywna, ale nieistotna statystycznie. Grupa kontrolna również istotnie statystycznie poprawiła wynik w jednym zadaniu. Jednak zmiana ta, mimo że była istotna statystycznie, była znacznie mniejsza niż w przypadku grupy biofeedback.

Ze względu na brak istniejących badań skupiających się na jednorazowym efekcie sesji biofeedback EMG, odniesiono się do przeglądu literatury, w której opisywane są skutki długofalowego stosowania biofeedback podczas 6-tygodniowego treningu. Szumilewicz i in. (52) wykazali znaczny wzrost amplitudy EMG szybkich skurczów mięśni dna miednicy po 6

tygodniach programu ćwiczeń, wspartych jedną sesją biofeedback EMG i złożonym treningiem mięśni dna miednicy. Oceniając poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy w obu grupach w skurczach 10-sekundowych i 60-sekundowych, po zakończeniu programu nie zauważono istotnej zmiany, niemniej jednak tendencja wyniku była pozytywna.

Batista i in. (26) przedstawili analizę trzech sesji EMG biofeedback z wolnymi i szybkimi skurczami mięśni dna miednicy wśród 19 kobiet z ciążami niskiego ryzyka. Trzy sesje treningowe z biofeedbackiem poprawiły aktywność EMG dna miednicy w drugim trymestrze ciąży. Autorzy stwierdzili, że stymulacja wzrokowa jest pomocna przy skurczach mięśni dna miednicy.

Przeprowadzone badania wykazały, iż zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback EMG na skurcze mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży pomogło zwiększyć poziom EMG w zadaniach ruchowych wykonywanych w grupie biofeedback. Batista i in. (26) otrzymali podobne wyniki, ale po przeprowadzeniu aż 3 sesji.

Wyniki relaksacji, będącej kolejnym istotnym czynnikiem treningu mięśni dna miednicy, były niejednoznaczne. W relaksacjach w obu grupach poziom EMG był podobny w pierwszej i drugiej ocenie. Brak postępów w relaksacji można interpretować jako zmęczenie mięśni wykonywanymi ćwiczeniami, co zwiększa ich aktywność nerwowo-mięśniową.

Ciąża i zwiększone obciążenie mięśni dna miednicy są czynnikami ryzyka związanymi z dysfunkcją mięśni dna miednicy (53, 54). Powinny być regularnie ćwiczone, aby mogły prawidłowo funkcjonować. Ćwiczenia wsparte biofeedbackiem zauważalnie zwiększają ich efektywność. Biofeedback daje wyższą wartość EMG. Potwierdzono, że jednorazowa sesja EMG biofeedback ma pozytywny wpływ na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy, co ma kluczowe znaczenie w przypadku zaplanowanych treningów. Regularny trening mięśni dna miednicy może zmniejszać ryzyko nietrzymania moczu (4, 14, 54, 55), wypadania narządów miednicy (19, 34, 56) i dysfunkcji seksualnych (56). Ćwiczenia mięśni dna miednicy są wysoce zalecane w okresie ciąży i porodu zarówno w profilaktyce, jak i leczeniu nietrzymania moczu (37).

Przedstawione badania ukazują, że pojedyncza sesja biofeedback EMG jest korzystna dla wykonania skurczów mięśni dna miednicy u ciężarnych kobiet. Stosując jednorazową sesję biofeedback, więcej uczestniczek badania utrzymało prawidłową technikę lub ją poprawiło (klasyfikowanych jako „reagujący”) w porównaniu z grupą kontrolną. Z kolei w grupie z biofeedbackiem zaobserwowano statystycznie istotną poprawę kolejności włączenia mięśni dna miednicy w czterech z 11 zadań ruchowych. Otrzymane wyniki są zgodne z danymi wykazanymi we wcześniejszych badaniach, w których przedstawiono poprawę poziomu

aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy po jednorazowym zastosowaniu biofeedback EMG (57). Uzyskane dane potwierdzają wyniki zawarte w przeglądzie systematycznym i metaanalizie Wu i in. (58). Autorzy podkreślają, że dodanie biofeedback EMG do standardowego treningu mięśni dna miednicy poprawia jego skuteczność w terapii dysfunkcji mięśni dna miednicy. Podobne wyniki przedstawili również inni autorzy analizujący związki między biofeedbackiem EMG a bólem miednicy w różnych populacjach (59). Jednak różni badacze skupiali się głównie na skuteczności wielokrotnego zastosowania biofeedback (14, 26, 27). Wyniki badań z niniejszej pracy wskazują na pozytywne efekty zastosowania pojedynczej sesji biofeedback. Ma to ważne znaczenie dla praktyki klinicznej i ćwiczeń. Jedna sesja zamiast wielokrotnych wizyt u fizjoterapeuty uroginekologicznego z pewnością obniżyłaby koszty interwencji i ułatwiłaby pacjentom organizację leczenia. Bardzo interesujące są wyniki obserwowane w grupie kontrolnej. Chociaż po interwencji kobiety w grupie kontrolnej prezentowały średnią technikę skurczów mięśni dna miednicy niż grupa z biofeedbackiem, znaczna część z nich również pozytywnie odpowiedziała na powtórzenie oceny EMG. Może to uzasadniać przypuszczenie innych autorów, że sonda dopochwowa może zapewniać silny feedback proprioceptywny (39) oraz, że każde powtórzenie skurczu mięśni dna miednicy może prowadzić do poprawy techniki skurczu. Z drugiej strony, lepsze wyniki w drugiej ocenie mogą wynikać z praktyki w aktywowaniu mięśni dna miednicy na podstawie odpowiednich instrukcji podanych przez badacza na początku badania. Taka interpretacja danych potwierdzałaby wyniki badań innych autorów, że odpowiednie instrukcje dla kobiet są wystarczające do prawidłowej aktywacji mięśni dna miednicy (60-62). Charlanes i in. (63) doszli do wniosku, że najbardziej zrozumiałą i akceptowalną instrukcją oceny skurczów mięśni dna miednicy jest połączenie dwóch prostych instrukcji: jednej anatomicznej i jednej funkcjonalnej. Uczenie kobiet w ciąży wykonywania ćwiczeń mięśni dna miednicy wydaje się być szczególnie ważne w zapobieganiu zaburzeniom mięśni dna miednicy (64, 65). Zarówno badanie palpacyjne, jak i powierzchniowe EMG mogą być wiarygodnym źródłem danych w warunkach laboratoryjnych i klinicznych (18, 66). Jednak ocena elektromiografem zapewnia kobietom większą prywatność, pozwalając im monitorować poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy i zachęcając je do kontynuowania ćwiczeń (24).

5. Wnioski i podsumowanie

Uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań, sugerują następujące wnioski:

1. W dostępnej literaturze wykazano zastosowanie biofeedback z perineometrem, badaniem palpacyjnym, ultrasonografią, elektrostymulacją i elektromiografią oraz jego skuteczność na funkcje mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży. Jednak ze względu na różne wzorce zastosowań biofeedback i analizowane parametry mięśni dna miednicy niemożliwe było ich porównanie. Nie ma jednoznacznych wytycznych dotyczących stosowania biofeedback w treningu mięśni dna miednicy podczas ciąży w zakresie częstości, czasu między nimi lub liczby sesji. Autorzy w swoich badaniach zwykle wykorzystują wielokrotne stosowanie biofeedback na mięśnie dna miednicy u kobiet w ciąży. Natomiast brak jest doniesień na temat zastosowania jednorazowej sesji biofeedback EMG.
2. Wykazano, iż zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback EMG pod nadzorem wykwalifikowanego instruktora wpływa pozytywnie na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży. Sugeruje to potrzebę podjęcia stosownych działań np. realizację programów profilaktyczno-promocyjnych akcentujących zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback EMG na skurcze mięśni dna miednicy. Brak takich działań może prowadzić do wyraźnego pogorszenia jakości życia kobiet.
3. Zaobserwowano, że zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback EMG ma pozytywny wpływ na kolejność włączenia mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży, zwiększając tym samym szansę na aktywację mięśni dna miednicy przed mięśniami synergistycznymi. Z praktycznego punktu widzenia, jednorazowa sesja biofeedback EMG może wspomóc diagnostykę i terapię u fizjoterapeuty uroginekologicznego.
4. W grupie biofeedback stwierdzono istotność statystyczną w czterech zadaniach motorycznych oraz przy jednym parametrze w grupie kontrolnej. Zauważono u wszystkich uczestniczek badania (grupa biofeedback i grupa kontrolna) poprawę techniki skurczu mięśni dna miednicy w drugiej ocenie EMG.
5. Zalecenia stosowania biofeedback w programie treningowym powinny być opracowane dla kobiet w ciąży w celu kondycjonowania ich mięśni dna miednicy i opracowania środków zapobiegawczych w przypadku zaburzeń mięśni dna miednicy. Biorąc pod uwagę potencjalne trudności w początkowym wykonaniu skurczów mięśni dna miednicy i korzystny wpływ w tym zakresie jednorazowej sesji biofeedback EMG, powinien być zalecany jako standardowa metoda nauczania ćwiczeń mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży.

Piśmiennictwo

1. Szukiewicz D. Fizjoterapia w ginekologii i położnictwie. PZWL. Warszawa. 2012.
2. Roch M, Gaudreault N, Cyr M, Venne G, Bureau N, Morin M. The Female Pelvic Floor Fascia Anatomy: A Systematic Search and Review. *Life (Basel)*. 2021; 30;11(9):900. DOI: 10.3390/life11090900.
3. Romeikienė KE, Bartkevičienė D. Pelvic-Floor Dysfunction Prevention in Prepartum and Postpartum Periods. *Medicina (Kaunas)* 2021; 57(4):387. DOI: 10.3390/medicina57040387.
4. Dornowski M, Sawicki P, Wilczyńska D, Vereshchaka I, Piernicka M, Błudnicka M, Worska A, Szumilewicz A. Six-Week Pelvic Floor Muscle Activity (sEMG) Training in Pregnant Women as Prevention of Stress Urinary Incontinence. *Med Sci Monit*. 2018; 24:5653-5659. DOI: 10.12659/MSM.911707.
5. Betschart C, Singer A, Scheiner D. Female pelvic floor: anatomy and normal function. *Ther Umsch*. 2019; 73(9):529-534. DOI: 10.1024/0040-5930/a001035.
6. Schunke M, Schumacher U. PROMETEUSZ Atlas Anatomii Człowieka. Tom I. Anatomia ogólna i układ mięśniowo - szkieletowy. MedPharm. 2013.
7. Dumoulin C, Cacciari L. P, Hay-Smith EJC. Pelvic floor muscle training versus no treatment, or inactive control treatments, for urinary incontinence in women. *Cochrane Database. Syst. Rev.* 2018; 10(10):CD005654. DOI: 10.1002/14651858.CD005654.pub4.
8. Pintos-Díaz MZ, Parás-Bravo P, Alonso-Blanco C, Fernández-de-las-Peñas C, Paz-Zulueta M, Cueli-Arce M, Palacios-Ceña D. The Use of Disposable Tampons as Visual Biofeedback in Pelvic Floor Muscle Training. 2019; 16(12):2143. DOI: 10.3390/ijerph16122143.
9. Bękarska M, Ciepiela K, Michałek T. Raport „Pacjent z NTM w systemie opieki zdrowotnej 2020”, Stowarzyszenie Osób z NTM „UroConti”, Warszawa. 2020; 6-8.
10. Radziszewski P, Baranowski W, Nowak-Markwitz E, Rechbeger T, Suzin J, Witek A. Wytyczne Zespołu Ekspertów odnośnie postępowania diagnostyczno-terapeutycznego u kobiet z nietrzymaniem moczu i pęcherzem nadreaktywnym. *Ginekol Pol*. 2010; 81, 789-793.
11. Opara J, Socha T, Prajsner A, Poświata A. Fizjoterapia w wysiłkowym nietrzymaniu moczu u kobiet. Część II. Biologiczne sprzężenie zwrotne w wysiłkowym nietrzymaniu moczu / Physiotherapy in stress urinary incontinence in females. Part II. Biofeedback in stress urinary incontinence. *Physiotherapy*. 2011; 19(4):37-42. DOI 10.2478/v10109-011-0023-5.
12. Mørkved S, Bø K. Effect of pelvic floor muscle training during pregnancy and after childbirth on prevention and treatment of urinary incontinence: a systematic review. *Brit J Sport Med*. 2014; 48(4):299-310. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091758.
13. Chmielewska D, Stania M, Kucab-Klich K, Błaszczak E, Kwaśna K, Hudziak D, Dolibog

- P. Electromyographic characteristics of pelvic floor muscles in women with stress urinary incontinence following sEMG-assisted biofeedback training and Pilates exercises. *PLoS One*. 2019; 14(12):e0225647. DOI: 10.1371/journal.pone.0225647.
14. Kopańska M, Torices S, Czech J, Koziara W, Toborek M, Dobrek Ł. Urinary incontinence in women: biofeedback as an innovative treatment method. *Ther Adv Urol*. 2020; 12:1756287220934359. DOI: 10.1177/1756287220934359.
15. Błudnicka M, Piernicka M, Szumilewicz A. The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women. A narrative review. *Balt J Health Phys Act*. 2019; 11(4), 87-95. DOI: 10.29359/BJHPA.11.4.10.
16. Ding S. Pelvic floor biofeedback therapy in pelvic floor diseases. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi*. 2017; 20(12):1351-1354.
17. Woodley SJ, Boyle R, Cody JD, Mørkved S, Hay-Smith EJC. Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 12(12):CD007471. DOI: 10.1002/14651858.CD007471.pub3.
18. Szumilewicz A, Hopkins W, Dornowski M, Piernicka M. Exercise Professionals Improve Their Poor Skills in Contracting Pelvic-Floor Muscles: A Randomized Controlled Trial. *Res Q Exerc Sport*. 2019; 90(4):641-650. DOI: 10.1080/02701367.2019.1642993.
19. DeLancey JD. What's new in the functional anatomy of pelvic organ prolapse? *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2016; 28(5):420-429. DOI: 10.1097/GCO.0000000000000312.
20. Eickmeyer SM. Anatomy and Physiology of the Pelvic Floor. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2017; 28(3):455-460. DOI: 10.1016/j.pmr.2017.03.003.
21. Zhang S, Yuan L, Zhou L, Zhu L. Design of Exercise Nursing Program for Pelvic Floor Muscle Function Recovery at 42 Days Postpartum. *Comput Math Methods Med*. 2021; 10;2021:1714610. DOI: 10.1155/2021/1714610.
22. Pelvic Floor Exercises For Women. B&BF. 2008. https://www.nhs.uk/planners/pregnancycareplanner/documents/bandbf_pelvic_floor_women.pdf
23. Harvey M-A. Pelvic floor exercises during and after pregnancy: a systematic review of their role in preventing pelvic floor dysfunction. *J Obstet Gynaecol*. 2003; 25(6):487-498. DOI: 10.1016/s1701-2163(16)30310-3.
24. Chen S-Y, Tzeng Y-L. Path analysis for adherence to pelvic floor muscle exercise among women with urinary incontinence. *J Nurs Res*. 2009; 17(2):83-92. DOI: 10.1097/JNR.0b013e3181a53e7e.
25. WHO. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World

Health Organization. 2020.

26. Batista RLA, Franco MM, Naldoni LMV, Duarte G, Oliveira AS, Ferreira CHJ. Biofeedback and the electromyographic activity of pelvic floor muscles in pregnant women. *Rev Bras Fisioter*. 2011; 15(5):386-92. DOI: 10.1590/s1413-35552011005000026.
27. de Oliveira Ferro J, Lemos A, de Santana Chagas AC, de Moraes A, de Moura Filho A, de Oliveira D. Techniques for registration of myoelectric activity of women's pelvic floor muscles: a scoping review protocol. *JBIEvid Synth*. 2020; 19(3):727-733. DOI: 10.11124/JBIES-20-00159.
28. Halski T PK, Słupska L, Dymarek R. The evaluation of bioelectrical activity of pelvic floor muscles depending on probe location: a pilot study. *Biomed Res Int*. 2013; 2013:238312. DOI: 10.1155/2013/238312.
29. Glazer HI, Romanzi L, Polaneczky M. Pelvic floor muscle surface electromyography. Reliability and clinical predictive validity. *J Reprod Med*. 1999; 44(9):779-82.
30. Uebersax JS, Wyman JF, Shumaker SA, McClish DK, Fantl JA. 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(2):131-9. DOI: 10.1002/nau.1930140206.
31. Corcos J, Behloul H, Beaulieu S. Identifying cut-off scores with neural networks for interpretation of the incontinence impact questionnaire. *Neurourol. Urodyn*. 2002; 21(3):198-203. DOI: 10.1002/nau.10005.
32. Hohlfield P, Ahtari C, De Grandi P. Pelvic floor education after vaginal delivery. *Obstetrics And Gynecology*. 2001; 97(5 Pt 1):673-7. DOI: 10.1016/s0029-7844(00)01101-7.
33. de Oliveira C, Lopes MAB, Pereira L, Zugaib M. Effects of pelvic floor muscle training during pregnancy. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*. 2007; 62(4):439-446. DOI: 10.1590/s1807-59322007000400011.
34. Ornö AK, Dietz HP. Levator co-activation is a significant confounder of pelvic organ descent on Valsalva maneuver. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2007; 30(3):346-350. DOI: 10.1002/uog.4082.
35. Caroci A, Riesco M, Sousa W, Cotrim A, Sena E, Rocha N, Caroci Fontes CN. Analysis of pelvic floor musculature function during pregnancy and postpartum: a cohort study: (a prospective cohort study to assess the PFMS by perineometry and digital vaginal palpation during pregnancy and following vaginal or caesarean childbirth). *J Clin Nurs*. 2010; 19(17-18): 2424-2433. DOI: 10.1111/j.1365-2702.2010.03289.x.
36. Riesco M, Caroci A, de Oliveira S, Lopes M. Perineal muscle strength during pregnancy

and postpartum: the correlation between perineometry and digital vaginal palpation. *Rev Latino-Am.* 2010; 18(6):1138-1144. DOI: 10.1590/s0104-11692010000600014.

37. Lekskulchai O, Wanichsetakul P. Effect of pelvic floor muscle training (PFMT) during pregnancy on bladder neck descend and delivery. *J Med Assoc Thailand.* 2014; 97 Suppl 8:S156-63.

38. van Delft K, Thakar R, Sultan AH. Pelvic floor muscle contractility: digital assessment vs transperineal ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2015; 45(2):217-2122. DOI: 10.1002/uog.13456.

39. Bø K, Sherburn M. Vaginal squeeze pressure measurement. Evidence-based physical therapy for the pelvic floor: Bridging science and clinical practice London: Elsevier. 2007; 63–8.

40. Bo K, Frawley H, Haylen B, Abramov Y, Almeida F, Berghmans B, Bortolini M, Dumoulin C, Gomes M, McClurg D, Meijlink J, Shelly E, Trabuco E, Walker C, Wells A .An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for the conservative and nonpharmacological management of female pelvic floor dysfunction. *Int Urogynecol J.* 2007; 28(2):191-213. DOI: 10.1007/s00192-016-3123-4.

41. Konrad P. ABC EMG Praktyczne wprowadzenie do elektromiografii kinezyjologicznej. Gliwice: Technomex; 2007.

42. Herderschee R, Hay-Smith EJC, Herbison GP, Roovers JP, Heineman MJ. Feedback or biofeedback to augment pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Db Syst Rev.* 2011; (7): CD009252. DOI: 10.1002/14651858.CD009252.

43. Bump R, Hurt WG, Fantl JA, Wyman JF. Assessment of Kegel pelvic muscle exercise performance after brief verbal instruction. *Am J Obstet Gynecol.* 1991; 165(2):322-329. DOI: 10.1016/0002-9378(91)90085-6.

44. Dietz HP, Shek C, B. C. Biometry of the pubovisceral muscle and levator hiatus by three-dimensional pelvic floor ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005; 25(6):580-585. DOI: 10.1002/uog.1899.

45. Mørkved S, Bø K, Schei B, Salvesen KA. Pelvic floor muscle training during pregnancy to prevent urinary incontinence: a single-blind randomized controlled trial. *Obstet Gynecol.* 2003; 101(2):313-319. DOI: 10.1016/s0029-7844(02)02711-4.

46. Neels H, De Wachter, S, Wyndaele J, Van Aggelpoel, T, Vermandel A. Common errors made in attempt to contract the pelvic floor muscles in women early after delivery: A prospective observational study. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2018; 220:113-117. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2017.11.019.

47. Moser H, Leitner M, Baeyens J, Radlinger L. Pelvic floor muscle activity during impact activities in continent and incontinent women: A systematic review. *Int. Urogynecol J.* 2018; 29(2):179-196. DOI: 10.1007/s00192-017-3441-1.
48. Koenig I, Eichelberger P, Luginbuehl H, Kuhn A, Lehmann C, Taeymans J, Radlinger L. Activation patterns of pelvic floor muscles in women with incontinence while running: A randomized controlled trial. *Int. Urogynecol J.* 2021; 32(2):335-343. DOI: 10.1007/s00192-020-04334-0.
49. Scharschmidt R, Derlien S, Siebert T, Herbsleb M, Stutzig N. Intraday and interday reliability of pelvic floor muscles electromyography in continent woman. *Neurourol Urodyn.* 2020; 39(1):271-278. DOI: 10.1002/nau.24187.
50. Laycock J, Jerwood D. Pelvic Floor Muscle Assessment: The PERFECT Scheme. *Jop.* 2001; 87(12):631-642. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)61108-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)61108-X).
51. Błudnicka M, Piernicka M, Kortas J, Bojar D, Duda-Biernacka B, Szumilewicz A. The influence of one-time biofeedback electromyography session on the firing order in the pelvic floor muscle contraction in pregnant woman-A randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci.* 2022; 29;16:944792. DOI: 10.3389/fnhum.2022.944792
52. Szumilewicz A, Dornowski M, Piernicka M, Worska A, Kuchta A, Kortas J, Błudnicka M, Radziński Ł, Jastrzębski Z. 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. DOI: 10.3389/fphys.2018.01867.
53. Delancey JO, Kane Low L, Miller JM, Patel D. Graphic integration of causal factors of pelvic floor disorders: an integrated life span model. *Am J Obstet Gynecol.* 2008; 199(6):610.e1-5. DOI: 10.1016/j.ajog.2008.04.001.
54. 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. *Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2016; 197:103-110. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2015.11.039.
55. Vahdatpour B, Zargham M, Chatraei M, Bahrami F, Alizadeh F. Potential risk factors associated with stress urinary incontinence among Iranian women. *Advanced Biomedical Research.* 2015; 4:205. DOI: 10.4103/2277-9175.166141.
56. Sun Z, Zhu L, Lang J, Zhang Y, Liu G, Chen X, Feng S, Zhang J, Yao Y, Zhang J, Su Y, Fang G, Yang M, Liu J, Ma Z. Postpartum pelvic floor rehabilitation on prevention of female pelvic floor dysfunction: a multicenter prospective randomized controlled study. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi.* 2015; 50(6):420-427.

57. Błudnicka M, Piernicka M, Kortas J, Duda- Biernacka B, Szumilewicz A. Effects of a one-time biofeedback EMG session on neuromuscular activity of the pelvic floor muscles in pregnant women. *Neuroph.* 2020; 52(9):438-445. DOI:10.1007/s11062-021-09902-8.
58. Wu X, Zheng X, Yi X, Lai P, Lan Y. Electromyographic biofeedback for stress urinary incontinence or pelvic floor dysfunction in women: A systematic review and meta-analysis. *Adv. Ther.* 2021; 38(8):4163-4177. DOI: 10.1007/s12325-021-01831-6.
59. Wagner B, Steiner M, Huber X, Crevenna R. The effect of biofeedback interventions on pain, overall symptoms, quality of life and physiological parameters in patients with pelvic pain. A systematic review. *Wien Klin Wochenschr.* 2022; 134(Suppl 1):11-48. DOI: 10.1007/s00508-021-01827-w.
60. 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. DOI: 10.1097/SPV.0000000000000145.
61. Vermandel A, De Wachter S, Beyltjens T, D'Hondt D, Jacquemyn Y, Wyndaele JJ. Pelvic floor awareness and the positive effect of verbal instructions in 958 women early postdelivery. *International Urogynecology Journal.* 2015; 26(2):223-8. DOI: 10.1007/s00192-014-2483-x.
62. Ami B, Dar G. What is the most effective verbal instruction for correctly contracting the pelvic floor muscles? *Neurourol Urodyn.* 2018; 37(8):2904-2910. DOI: 10.1002/nau.23810.
63. Charlanes A, Chesnel C, Jousse M, Le Breton F, Sheikh Ismael S, Amarenco G, Hentzen C. Verbal instruction to obtain voluntary pelvic floor muscle contraction: Acceptability and understanding. *Prog Urol.* 2021; 31(4):231-237. DOI: 10.1016/j.purol.2020.12.010.
64. Davenport MH, Nagpal T, Mottola M, Skow J, Riske L, Poitras J, Garcia A, Gray C, Barrowman N, Meah V, Sobierajski F, James M, Nuspl M, Weeks A, Marchand A, Slater L, Adamo K, Davies G, Barakat R, Ruchat S. Prenatal exercise (including but not limited to pelvic floor muscle training) and urinary incontinence during and following pregnancy: A systematic review and meta-analysis *Br. J. Sports Med.* 2018; 52(21):1397-1404. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099780.
65. Woodley SJ, Lawrenson P, Boyle R, Cody J, Mørkve S, Kernohan A, Hay-Smith E. Pelvic floor muscle training for preventing and treating urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020; 5(5):CD007471. DOI: 10.1002/14651858.CD007471.pub4.
66. Botelho S, Pereira LC, Marques J, Lanza A, Amorim C, Palma P, Riccetto C. Is there correlation between electromyography and digital palpation as means of measuring pelvic floor

muscle contractility in nulliparous, pregnant, and postpartum women? *Neurourol Urodyn.* 2013; 32(5):420-3. DOI: 10.1002/nau.22321.

Streszczenie

Ze względu na budowę anatomiczną kobiecej miednicy, mięśnie dna miednicy są szczególnie narażone na dysfunkcje, zwłaszcza w okresie ciąży. Stąd ważne jest utrzymanie prawidłowej funkcji mięśni dna miednicy, ponieważ znacząco wpływa to na jakość życia kobiet ciężarnych. Wiele kobiet początkowo nie jest w stanie prawidłowo napiąć mięśni dna miednicy, aktywując inne grupy mięśni przed lub zamiast mięśni dna miednicy. Wielu autorów udowodniło, że biofeedback może być narzędziem wspomagającym naukę skurczu mięśni dna miednicy. Jednak obecnie brakuje danych naukowych na temat tego, ile sesji biofeedback jest potrzebnych w tym procesie edukacyjnym.

Celem badań jest analiza wpływu zastosowania jednorazowej sesji biofeedback EMG w świadomym skurczu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży prawidłowej na poziom aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni dna miednicy oraz kolejność ich włączenia. Wprowadzeniem teoretycznym do wskazanego jednotematycznego cyklu artykułów naukowych jest praca przeglądowa dotycząca charakterystyki technik biofeedback stosowanych w treningu mięśni dna miednicy u zdrowych kobiet w ciąży. Natomiast w dwóch publikacjach zastosowano metodę eksperymentu, w którym udział wzięło 92 zdrowych nieródek w ciąży prawidłowej (wiek 30 ± 4 lata, 21 ± 5 tygodni ciąży; średnie SD. Do analiz statystycznych włączono dane od 52 uczestniczek z grupy biofeedback oraz od 40 kobiet z grupy kontrolnej. Część kobiet zrezygnowała z udziału w badaniu po otrzymaniu informacji, że zostały przydzielone do grupy kontrolnej (stąd ich mniejsza liczba w porównaniu z grupą biofeedback). Badanie to zostało przeprowadzone w ramach ISRCTN. DOI: 10.1186/ISRCTN92265528: Projekt "Pelvic floor muscle training with Surface electromyography". Badanie przeprowadzono w Pracowni Wyśiłku Fizycznego i Genetyki w Sporcie Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu w Gdańsku. Jako wytyczne dla tego badania przyjęto zasady Deklaracji Helsińskiej WMA, a wcześniej uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Gdańsku (KB-8/14). W obu publikacjach zastosowano jednorazową sesję biofeedback EMG do oceny aktywności i kolejności włączenia mięśni dna miednicy w wybranych zadaniach: w pięciu 3-sekundowych maksymalnych skurczach, pięciu 10-sekundowych skurczach i w 60-sekundowym skurczu.

W przeglądzie literatury odnotowano niedostateczne zainteresowanie jednorazową sesją biofeedback na poziom aktywności nerwowo - mięśniowej mięśni dna miednicy. Autorzy skupiali się na wielokrotnym zastosowaniu sesji biofeedback, dzięki temu zauważono poprawę funkcji mięśni dna miednicy w pięciu publikacjach na osiem analizowanych. Ze względu na różne wzorce zastosowań biofeedback i analizowane parametry mięśni dna

miednicy nie możliwe było ich porównanie i ustalenie wytycznych dotyczących stosowania biofeedback w treningu mięśni dna miednicy u kobiet w ciąży.

Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie jednorazowej sesji biofeedback zapewniło istotny statystycznie wzrost amplitudy EMG w skurczach o długości 60 i 10 sekund. W odniesieniu do szybkich 3- sekundowych maksymalnych skurczów mięśni dna miednicy również zaobserwowano tendencję wzrostową, jednak różnica nie osiągnęła poziomu istotności statystycznej. Nie stwierdzono wpływu sesji biofeedback EMG na poziom relaksacji.

Ponadto stwierdzono pozytywny wpływ jednorazowej sesji biofeedback EMG na kolejność włączenia mięśni dna miednicy oraz poprawę skurczu tych mięśni u kobiet w ciąży. Stosując analizę ilościową i jakościową testem Chi-kwadrat McNamara B/C, w grupie biofeedback zaobserwowano istotną statystycznie poprawę kolejności włączenia mięśni dna miednicy w czterech zadaniach: w pierwszym 3- s maksymalnym skurczu ($p = 0,016$), w trzecim 3- s maksymalnym skurczu ($p = 0,027$), w piątym 3- s maksymalnym skurczu ($p = 0,008$) oraz w pierwszym 10- s maksymalnym skurczu ($p = 0,046$). W grupie kontrolnej lepsze wyniki uzyskano tylko w jednym zadaniu ruchowym: w czwartym 10- s maksymalnym skurczu ($p = 0,009$). Ponadto stosując jednorazową sesję biofeedback, więcej kobiet utrzymało prawidłową technikę lub ją poprawiło w drugiej ocenie w porównaniu z grupą kontrolną (73 vs. 65%).

Biorąc pod uwagę pozytywny wpływ jednorazowej sesji biofeedback EMG na poziom aktywności nerwowo- mięśniowej oraz kolejność włączenia mięśni dna miednicy kobietom w ciąży bez nietrzymania moczu należy zalecić nauczanie ich prawidłowego wykonywania ćwiczeń mięśni dna miednicy, co pozwoli na utrzymanie dobrej jakości życia.

**GDANSK UNIVERSITY OF PHYSICAL EDUCATION
AND SPORT**

Faculty of Physical Culture



Monika Majda

**The influence of one-time biofeedback electromyography session in
the pelvic floor muscle contraction in pregnant woman**

Ph.D. thesis under supervision of

Associate professor, Barbara Duda-Biernacka, PhD.

Associate professor, Anna Szumilewicz, PhD.

Gdansk 2023

Summary

Due to the anatomical structure of the female pelvis, the pelvic floor muscles are particularly vulnerable to dysfunction, especially during pregnancy. It is important to maintain the proper function of the pelvic floor muscles, as it significantly affects the quality of life of pregnant women. Many women are initially unable to contract the pelvic floor muscles properly, activating other muscle groups before or instead of the pelvic floor muscles. Many authors have proven that biofeedback can be an ideal tool to help you learn how to contract the pelvic floor muscles. However, there is currently a lack of scientific data on how many biofeedback sessions are needed in this educational process.

The aim of the study is to analyze the impact of use one time EMG biofeedback session on neuromuscular activity and the sequence of activation of the pelvic floor muscles in pregnant women. The theoretical introduction to the indicated single - subject series of scientific articles is a review paper on the characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training in healthy pregnant women. However, in two publications the experimental method was used, in which 92 healthy nulliparous women with normal pregnancy took part (age 30 ± 4 years, 21 ± 5 weeks of gestation; mean SD). In the statistical analyses, we included data from 52 - 50 participants from the biofeedback group and from 40 women from the control group. Some women resigned from the study after receiving information that they had been assigned to the control group (hence their smaller number compared to the biofeedback group). This research was conducted as a part of the ISRCTN. DOI: 10.1186/ISRCTN92265528: "PFM training with surface EMG" project. The study was retrospectively registered on 25 July 2016 with regard to the pilot phase that we carried out in 2013 - 2015. The trial was carried out in the Laboratory of Physical Effort and Genetics in Sport, at Gdansk University of Physical Education and Sport in Poland. The principles of the WMA Declaration of Helsinki were used as guidelines for this study and the approval of the Bioethics Commission at the District Medical Chamber in Gdansk, Poland (KB-8/14) was obtained beforehand. The participants were asked to sign informed consent prior to the commencement of pelvic floor muscles assessments. In both publications, a one-time EMG biofeedback session was used to assess the activity and sequence of activation of the pelvic floor muscles in selected tasks: five maximal 3- second contractions (quick flicks), five 10- second contractions and a 60- second contraction (static hold).

A literature review noted insufficient interest in a one-time biofeedback session for neuromuscular activity of the pelvic floor muscles. The authors focused on the repeated use of biofeedback sessions, thanks to which an improvement in the function of the pelvic floor muscles

was noticed in five publications out of eight analyzed. Due to the different patterns of biofeedback applications and the analyzed parameters of the pelvic floor muscles, it was not possible to compare them and establish guidelines for the use of biofeedback in pelvic floor muscle training in pregnant women.

After analyzing a single EMG biofeedback session on the neuromuscular activity of the pelvic floor muscles, it was found that such sessions provided significant increases in EMG amplitude in contractions of 60 and 10 seconds. With regard to quick flicks of the pelvic floor muscles, an upward trend was also observed, but the difference did not reach the level of statistical significance. No effect of the EMG biofeedback session on the level of relaxation was found.

A positive effect of using one time EMG biofeedback session of activation of the pelvic floor muscles in pregnant women has been demonstrated. The most important finding of our study is that a single EMG biofeedback substantially improved the pelvic floor muscles contractions in pregnant women. Firstly, when applying one-time biofeedback session, more women maintained correct technique or improved it in the second assessment, compared to the control group (73 vs. 65%). Secondly, using the quantitative and qualitative analysis with the Chi-square McNamara B/C test, in the biofeedback group we observed a statistically significant improvement of PFM firing order in four tasks: in the first quick flicks ($p = 0.016$), third quick flicks ($p = 0.027$), fifth quick flicks ($p = 0.008$), and in the first 10-s contractions ($p = 0.046$). In the control group we observed better outcome only in one motor task: in the fourth 10-s contraction ($p = 0.009$).

Given the positive effects of a single session of EMG biofeedback on the firing order in the pelvic floor muscle contractions, it should be recommended for pregnant women without urinary incontinence to teach them how to perform pelvic floor muscle exercises correctly.

Załączniki

Załącznik nr 1.

- Publikacja 1

Błudnicka M, Piernicka M, Szumilewicz A. The characteristics of biofeedback techniques used in pelvic floor muscle training for healthy pregnant women: a narrative review. *Balt J Health Phys Act.* 2019; 11; 4; 87-95. DOI:10.29359/BJHPA.11.4.10.

- Publikacja 2

Błudnicka M, Piernicka M, Kortas J, Duda-Biernacka B, Szumilewicz A. Effects of a one-time biofeedback emg session on neuromuscular activity of the pelvic floor muscles in pregnant women. *Neuroph.* 2021; 52; 6; 438–445. DOI:10.1007/s11062-021-09902-8.

- Publikacja 3

Błudnicka M, Piernicka M, Kortas J, Bojar D, Duda-Biernacka B, Szumilewicz A. The influence of one-time biofeedback electromyography session on the firing order in the pelvic floor muscle contraction in pregnant woman : a randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci.* 2022; 16; 1-11. DOI:10.3389/fnhum.2022.944792.

Załącznik nr 2.

- Oświadczenia współautorów o wkładzie pracy w powstanie artykułów naukowych dotyczących ich kompilacji w dysertacji doktorskiej.