

STATE OF THE ART REVIEW

Maciej Józwik¹, Marcin Józwik², Maciej Adamkiewicz³, Paweł Szymanowski⁴, Michał Józwik⁵

BUDOWA I CZYNNOŚĆ DNA MIEDNICY U KOBIET – UAKTUALNIONY PRZEGLĄD Z PODKREŚLENIEM WPŁYWU PORODU DROGAMI NATURY

AN UPDATED OVERVIEW ON THE ANATOMY AND FUNCTION OF THE FEMALE PELVIC FLOOR, WITH EMPHASIS ON THE EFFECT OF VAGINAL DELIVERY

¹Klinika Ginekologii i Ginekologii Onkologicznej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, Polska

²Frauenklinik und Brustzentrum, Ostalb-Klinikum Aalen,

Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Ulm, Aalen, Niemcy

³ADAMED Sp. z o.o., Pieńków 149, 05-152 Czosnów k/Warszawy, Polska

⁴Theresienklinik, Würzburg, Niemcy

⁵Zakład Zdrowia Prokreacyjnego Instytutu Matki i Dziecka w Warszawie, Polska

Streszczenie

Dno miednicy stanowi względnie starą filogenetycznie grupę mięśni szkieletowych, które w miarę nabywania przez człowieka postawy wyprostnej zaczęły pełnić szereg istotnych nowych ról lub były poddane modyfikacji odnośnie tych pełnionych wcześniej. Do czynnościowych zadań dna miednicy u kobiet, a zwłaszcza ich prominentnych składowych – mięśni dźwigaczy odbytu – należą m.in.: utrzymywanie zawartości jamy brzusznej przy pionizacji ciała, udział w zależnej od woli (tj. wolicjonalnej) i odruchowej kompresji światła cewki moczowej, zwężanie wymiaru poprzecznego pochwy i rozworu moczowo-płciowego, udział w reakcjach seksualnych oraz asekuracja końcowego odcinka przewodu pokarmowego. Celem niniejszej pracy było dokonanie krótkiego przeglądu informacji na temat najnowszego podejścia do anatomii dna miednicy, omówienie obowiązującego nazewnictwa zaleconego przez Federative Committee on Anatomical Terminology oraz uwypuklenie szeregu danych fizjologicznych odnoszących się do kurczliwości tych ważnych mięśni. Podkreślono specjalizację czynnościową poszczególnych typów włókien mięśni poprzecznie prążkowanych, jak też podstawy anatomiczne związku między przebiegiem porodu drogami natury w terminie a poporodowym nietrzymaniem moczu. W dobie obecnej, bezpośrednio po porodzie można już rozpoznawać ultrasonograficznie niektóre śródporodowe uszkodzenia dna miednicy. Niniejsze uaktualnione dane powinny wchodzić w skład podstawowej wiedzy położnika i ginekologa.

Słowa kluczowe: cewka moczowa, dno miednicy, kobieta, nazewnictwo, poród drogami natury

Abstract

Phylogenetically, the pelvic floor is a relatively old group of skeletal muscles which, along the acquisition of the erect posture by the human, gained a number of new important roles or were subjected to adaptation of some other roles performed earlier. The functional tasks of the pelvic floor in women (mostly of its prominent representatives – the levator ani muscles) include: supporting the contents of the abdominal cavity at the upright position, participation in the volitional and reflex compression of the urethra, narrowing the transverse dimension of the vagina and urogenital hiatus, involvement in sexual functions, and securing the terminal portion of the alimentary tract. The aim of this overview was to briefly review the information on the latest understanding of the anatomy of the pelvic floor, delineate its nomenclature recommended by the Federative Committee on Anatomical Terminology,

and emphasize an array of physiological findings related to the contractility of these important muscles. The functional specialization of striated muscle fiber types and the anatomical basis of the relationship between vaginal delivery at term and postpartum urinary incontinence have been underlined. Nowadays, some intrapartum injuries to the pelvic floor can be successfully detected with ultrasound in the immediate postpartum period. This updated information should be part of a basic professional knowledge for obstetrician-gynecologist.

Key words: human, nomenclature, pelvic floor, urethra, vaginal delivery

DEV. PERIOD MED., 2013, XVII, 1, 18-30

WPROWADZENIE

Dno miednicy stanowi względnie starą filogenetycznie grupę mięśni szkieletowych, które w miarę dokonywania się u człowieka zmian ewolucyjnych, a zwłaszcza nabywania postawy wyprostnej, zaczęły pełnić szereg istotnych nowych ról lub zostały poddane modyfikacji odnośnie tych pełnionych wcześniej. Jednocześnie – w kontraście do ich znaczenia – przez dekady były one traktowane jako struktury peryferyczne, względnie mało opisane i zbadane.

Dlatego z wewnętrznej niezgody na taki stan rzeczy za cele niniejszej pracy przyjęto: 1) dokonanie krótkiego przeglądu informacji na temat aktualnego rozumienia anatomii dna miednicy, 2) omówienie obowiązującego nazewnictwa zaleconego przez międzynarodowe ciało doradcze, 3) uwytklenie szeregu danych fizjologicznych i patologicznych odnoszących się do kurczliwości tych ważnych mięśni, jak też 4) podkreślenie i uzasadnienie anatomicznego związku między przebyciem porodu drogami natury w terminie a poporodowym nietrzymaniem moczu.

ANATOMIA KLINICZNA DNA MIEDNICY U KOBIET

U człowieka obręcz miedniczna (łac. *cingulum membri inferioris*) zbudowana jest z parzystej kości miednicznej (*os coxae*) i z umiejscowionej pośrodkowo pojedynczej kości krzyżowej (*os sacrum*). Wspólnie te trzy składowe tworzą silny pierścień kostny zwany miednicą (*pelvis*). Kości miedniczne są największymi pod względem masy oraz najszerzymi kośćmi szkieletu. Każdą z kości miednicznych budują: kość łonowa (*os pubis*), kość biodrowa (*os ilium*) i kość kulszowa (*os ischii*). Ponieważ położona poniżej kości krzyżowej i stanowiąca najniższy odcinek kręgosłupa kość guziczna (*os coccygis*) nie należy do kości obręczy miednicznej, to określenia „obwód miedniczna” i „miednica kostna” nie są sobie tożsame. Co ciekawe, precyzyjne pomiary wykazały, iż każda miednica jest nieznacznie asymetryczna (1).

To właśnie miednica kostna stanowi sztywny zrąb, do którego w różnym stopniu są umocowane znajdujące się w niej narządy. Ściany boczne miednicy kostnej pokryte są mięśniami, podczas gdy ściana dolna utworzona jest zasadniczo przez mięśnie i ich powięzie. Pokrycie ścian bocznych miednicy tworzą obustronnie (2):

- mięsień zasłaniacz wewnętrzny (*m. obturator internus*),
- mięsień biodrowy (*m. iliacus*) oraz
- mięsień gruszkowaty (*m. piriformis*).

Jak wspomniano, jedynie mięśniowo-powięziowe zamknięcie ma ściana dolna miednicy. Szereg warstw mięśniowych określonych wspólną nazwą: „dno miednicy” wypełnia tu nieregularny, motylowatego kształtu otwór miednicy dolny (*apertura pelvis inferior*) (3). Należy zaznaczyć, iż z ewolucyjnego punktu widzenia mięśnie dna miednicy zostały poddane szczególnej adaptacji. Jeszcze u czworonogów mają one przebieg pionowy i odpowiadają głównie za ruchy ogonem. Natomiast u człekokształtnych i człowieka – ze względu na przyjmowaną postawę wyprostną – zaczęła na zorientowanych już bardziej poziomo mięśniach dna miednicy spoczywać w znacznej mierze masa górnej połowy ciała (4). Poza funkcją podporową względem trzewi jamy brzusznej i miednicy, za inne role dna miednicy spełniane u człowieka przyjmuje się ograniczanie rozprzestrzeniania się przyrostu ciśnienia śródbrzusznego oraz kontrolę nad końcowymi odcinkami układów: pokarmowego, rozrodczego i moczowego (4). Warto zauważyć, że pokrywając różne struktury anatomiczne na wewnętrznej powierzchni miednicy kostnej, jak wyniosłości, kolce i guzy, dno miednicy „mości” dla narządów wewnętrznych otoczenie pozbawione ostrych krawędzi.

W 1983 r. *Weingold* podał, iż dno miednicy jest zbudowane „ze wszystkich tkanek, które leżą pomiędzy powierzchnią otrzewnej jamy miednicy a powierzchnią skóry sromu i krocza” (5). Ten intuicyjny opis klinicysty przekłada się w dużej mierze na podejście anatomów, którzy do pojęcia dna miednicy zaliczają także przestrzenie istniejące między budującymi je warstwami (2, 3). Niemniej zrąb dna miednicy tworzą mięśnie poprzecznie prążkowane i na nich w dalszej części pragniemy skoncentrować uwagę. Międzynarodowe mianownictwo anatomiczne stale podlega licznym korektom i unifikacji, a postępowaniem w tym zakresie zajmuje się *Federative Committee on Anatomical Terminology*, agenda organizacji o światowym zasięgu o nazwie *International Federation of Associations of Anatomists*. W 1998 r. gremium to opublikowało swoje zalecenia pod nazwą *Terminologia Anatomica*, a przyjęto je jako aktualnie obowiązujące i jednocześnie zastępujące stare *Nomina Anatomica* (6).

Podany poniżej podział mięśni dna miednicy zaczerpnięto z dwóch polskich podręczników anatomii wydanych w latach 2006-2009, przeznaczonych dla lekarzy i studentów (2, 3). Ponieważ autorzy tych książek nie powołują się przy opisie miednicy na *Terminologia Anatomica*, dlatego przytoczony podział poddano weryfikacji i opatrzone komentarzami w oparciu o doniesienia naukowe ostatnich lat.

Wyróżnia się 3 warstwy dna miednicy (2):

1. **przepona miednicy** (*diaphragma pelvis*) utworzona przez mięśnie i pokrywające je powięzie:
 - parzysty m. dźwigacz odbytu (*m. levator ani*), stanowiący większą, przednią część przepony miednicy,
 - parzysty m. guziczny (*m. coccygeus*), tworzący mniejszą część tylną, oraz
 - górną i dolną powięź przepony miednicy (*fascia diaphragmatis pelvis superior et inferior*).
2. **przepona moczowo-płciowa** (*diaphragma urogenitale*) utworzona przez:
 - pojedynczy m. poprzeczny głęboki krocza (*m. transversus perinei profundus*),
 - pojedynczy m. zwieracz cewki moczowej (*m. sphincter urethrae*) oraz
 - górną i dolną powięź przepony moczowo-płciowej (*fascia diaphragmatis urogenitalis superior et inferior*).
3. **mięśnie powierzchowne krocza** utworzone przez:
 - parzysty m. poprzeczny powierzchowny krocza (*m. transversus perinei superficialis*),
 - parzysty m. opuszkowo-gąbczasty (*m. bulbospongiosus*),
 - parzysty m. kulszowo-jamisty (*m. ischiocavernosus*).

Dodatkowo, do grupy mięśni powierzchownych krocza w podręczniku Sokołowskiej-Pituchowej (3) zaliczono nieparzysty mięsień zwieracz zewnętrzny odbytu (*m. sphincter ani externus*), choć nie uwzględniono go w podręczniku *Walochy, Skawiny i Gorczyca* (2). W światowym piśmiennictwie mięsień ten bywa zaliczany do mięśni dna miednicy (7) lub jego budowa i czynność są omawiane wraz z budową i czynnością dna miednicy (8, 9).

Powyższy podział wymaga komentarza. Rozpoczynając od przepony miednicy, jedynie wachlarzowaty, przypominający zarys liścia miłorzębu japońskiego kształt mięśni dźwigaczy odbytu nie budzi wątpliwości. Natomiast od lat przedmiotem kontrowersji była i pozostaje szczegółowa budowa tych mięśni. Polski podręcznik dla studentów medycyny (3) w ogóle nie przedstawia poszczególnych części składowych mięśni dźwigaczy odbytu. W krajach anglosaskich przez dziesięciolecia opierano się na kolejnych wydaniach fundamentalnego dzieła *Gray's Anatomy*. Edycja tego kanonu literatury z 1918 r. podaje dwa elementy budowy każdego dźwigacza: część łonowo-guziczną i biodrowo-guziczną (10). Z kolei *Wall* przyjmuje za *Lawsonem* podział dźwigacza odbytu na cieńszą część tylną: „przeponową” (równoważną z mm. biodrowo-guzicznymi) oraz grubszą część przednią: „łonowo-trzewną” (równoważną z mm. łonowo-guzicznymi i łonowo-odbytniczymi) (11, 12). Inni autorzy, jak *Ayoub* (13), wymieniają 3 części anatomiczne dźwigaczy w przednim kompartmentie miednicy mniejszej. *Fröhlich* i wsp. (14) też wyróżniają 3 części już całego mięśnia: łonowo-guziczną, biodrowo-guziczną i łonowo-odbytniczą. Identyczny opis przytacza też reputowany atlas niemiecki (15).

Sugerowany jest też dalszy podział. *Walocha* i wsp. (2) podają, iż każdy dźwigacz odbytu budują: 1) m. łonowo-odbytniczy, 2) m. łonowo-guziczny, 3) m. biodrowo-guziczny i 4) m. odbytniczo-guziczny. Mięsień guziczny „stanowi przedłużenie mięśnia dźwigacza odbytu”, lecz

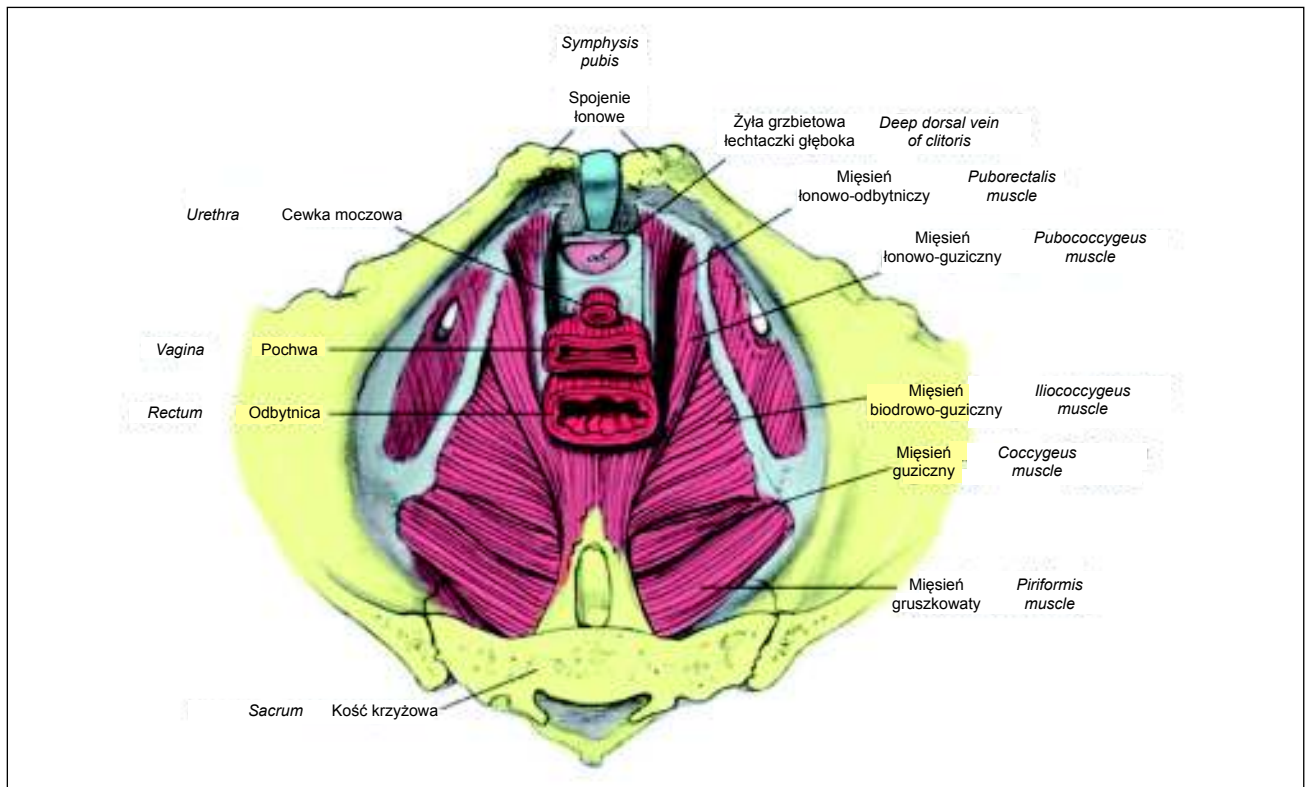
jest traktowany jako oddzielna struktura anatomiczna (2). Natomiast w podręczniku z 2003 r. amerykańscy chirurdzy uroinekologiczni wyróżniają 4 następujące składowe mięśnia dźwigacza odbytu: łonowo-guziczną, biodrowo-guziczną, łonowo-odbytniczą oraz guziczną (16). Rycina 1 przedstawia widok miednicy mniejszej od strony jamy brzusznej z zaznaczeniem właśnie takiego podziału anatomicznego dźwigacza odbytu, zaczerpnięty z książki wydanej w 2005 r. (17). Innymi słowy, niektórzy autorzy przez lata włączali m. guziczny do struktury m. dźwigacza odbytu, a inni – nie.

W XX wieku w piśmiennictwie używano 16 różnych nazw na poszczególne wiązki dźwigaczy, o ich różnie definiowanym kształcie i przebiegu (18). Obecnie od 1998 r. w tej sprawie wiążące jest stanowisko *Federative Committee on Anatomical Terminology* (19), które zaleca podział każdego dźwigacza odbytu na 5 składowych anatomicznych: m. łonowo-kroczy, m. łonowo-pochwy, m. łonowo-odbytniczy, m. łonowo-odbytniczy i m. biodrowo-guziczny (tab. I). Pierwsze 3 wiązki są ujmowane wspólną nazwą jako m. łonowo-trzewny, a akceptowanym synonimem tej nazwy jest: m. łonowo-guziczny (18, 19).

Niedawno zasadność powyższego podziału potwierdzono *in vivo* technikami rezonansu magnetycznego i ultrasonografii trójwymiarowej: wiązki te można faktycznie przeżyciowo rozróżnić od siebie (20, 21). W publikacji autorstwa *Margulies* i wsp. zdefiniowano też ich przebieg, przyczepy oraz prawidłową morfologię i dlatego należy tę pracę uznać za badanie referencyjne podczas oceny stanów patologicznych powyższych wiązek (20). Od lat trafne opisy anatomiczne budowy miednicy mniejszej podaje w swoich publikacjach *DeLancey* (18, 20, 22-27). Na rycinie 2 przedstawiono aktualne rozumienie budowy mięśni dźwigaczy odbytu z zastosowaniem prawidłowego nazewnictwa, zaczerpnięte z pracy tego autora.

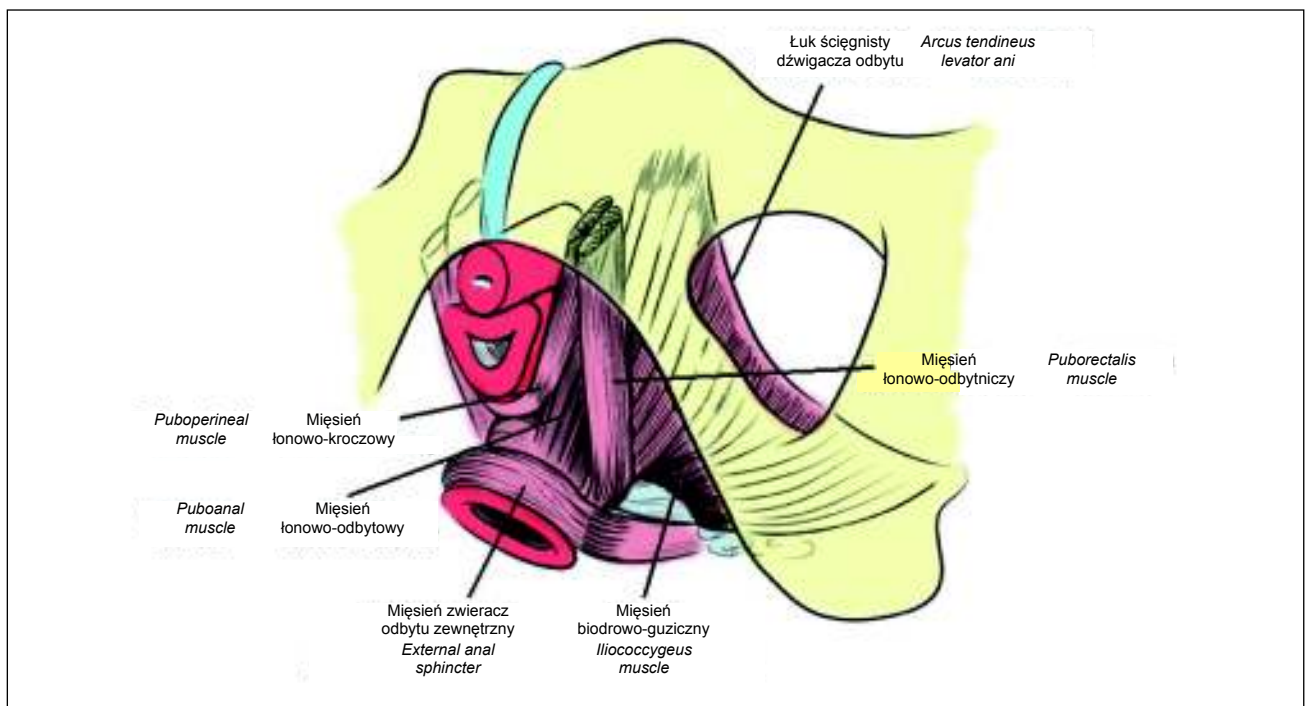
Rycina 3 przedstawia mało podkreślane w publikacjach a ważne klinicznie miejsca przyczepów przednich wiązek dźwigaczy odbytu na tylnej powierzchni spojenia łonowego (13). Górna granica rzutu tych wiązek jest tożsama z miejscem przebiegu górnej powięzi przepony miednicy. Znajomość tego aspektu anatomii jest przydatna chirurgom operującym w przestrzeni załonowej Retza oraz zakładającym załonowe i transobturatorowe taśmy uroinekologiczne.

W tym miejscu należy podkreślić, iż ścisły związek z każdym m. dźwigaczem odbytu mają dwie ważne struktury łącznotkankowe: łuk ścięgniasty powięzi miednicznej (*arcus tendineus fasciae pelvis*) oraz łuk ścięgniasty m. dźwigacza odbytu (*arcus tendineus levatoris ani*) (26, 28-30). Oba łuki ścięgniaste są twardymi postronkami zbitej tkanki łącznej, napinającymi dany dźwigacz wzdłuż linii ich przebiegu od tylnej powierzchni spojenia łonowego do kolca kulszowego. Łuk ścięgniasty powięzi miednicznej przebiega nieco poniżej i bardziej przyśrodkowo od łuku ścięgniastego m. dźwigacza odbytu, który pozostaje w swej przedniej części w kontakcie z powięzią zasłonową. Zatem, łuk ścięgniasty m. dźwigacza odbytu jest od strony wnętrza miednicy wizualną granicą między mięśniem dźwigaczem odbytu a mięśniem zasłaniaczem wewnętrznym. Ponieważ oba łuki ścięgniaste zrastają się ze sobą przed kolcem kulszowym (26, 28, 30), to wspól-



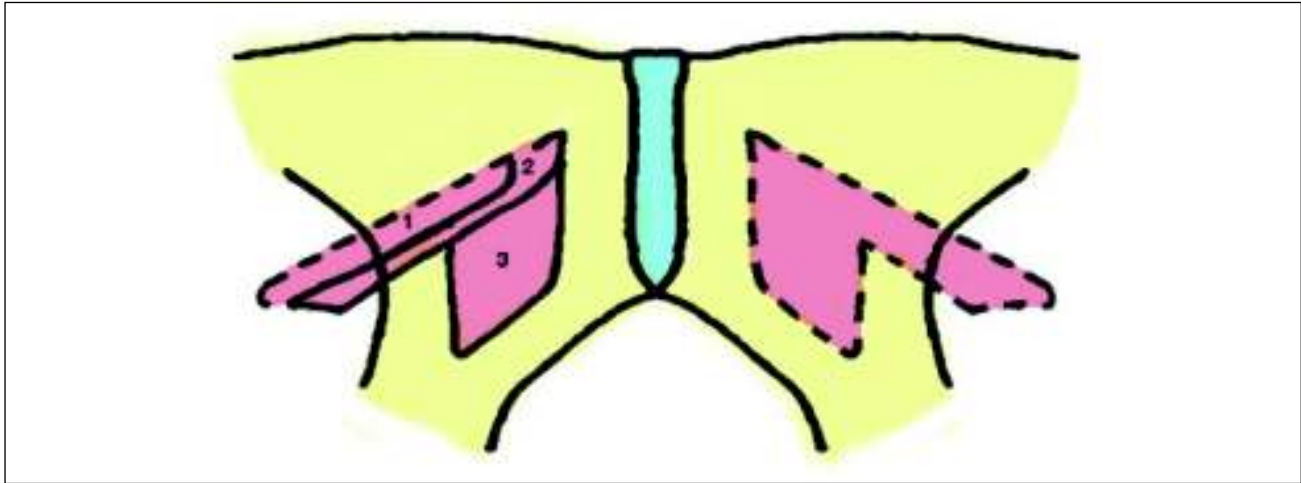
Ryc. 1. Widok dna miednicy od strony jamy brzusznej. Usunięto górną powięź przepony miednicy. Zaprezentowano tradycyjny podział mięśni dźwigaczy odbytu na 4 części: 1. mięsień łonowo-odbytniczy, 2. mięsień łonowo-guziczny, 3. mięsień biodrowo-guziczny oraz 4. mięsień guziczny. W świetle zaleceń *Terminologia Anatomica* podział ten należy uznać za nieaktualny. Na podstawie: *Bharucha i Klingele, 2005 (17)*, w modyfikacji.

Fig. 1. The pelvic floor as seen from the abdominal cavity, with the upper aponeurosis of the pelvic diaphragm removed. A traditional division of the levator ani muscles into 4 portions is visible: 1. puborectalis muscle, 2. pubococcygeus muscle, 3. iliococcygeus muscle, and 4. coccygeus muscle. In the light of the *Terminologia Anatomica* nomenclature, this division is outdated. Extracted from: *Bharucha and Klingele, 2005 (17)*, and modified.



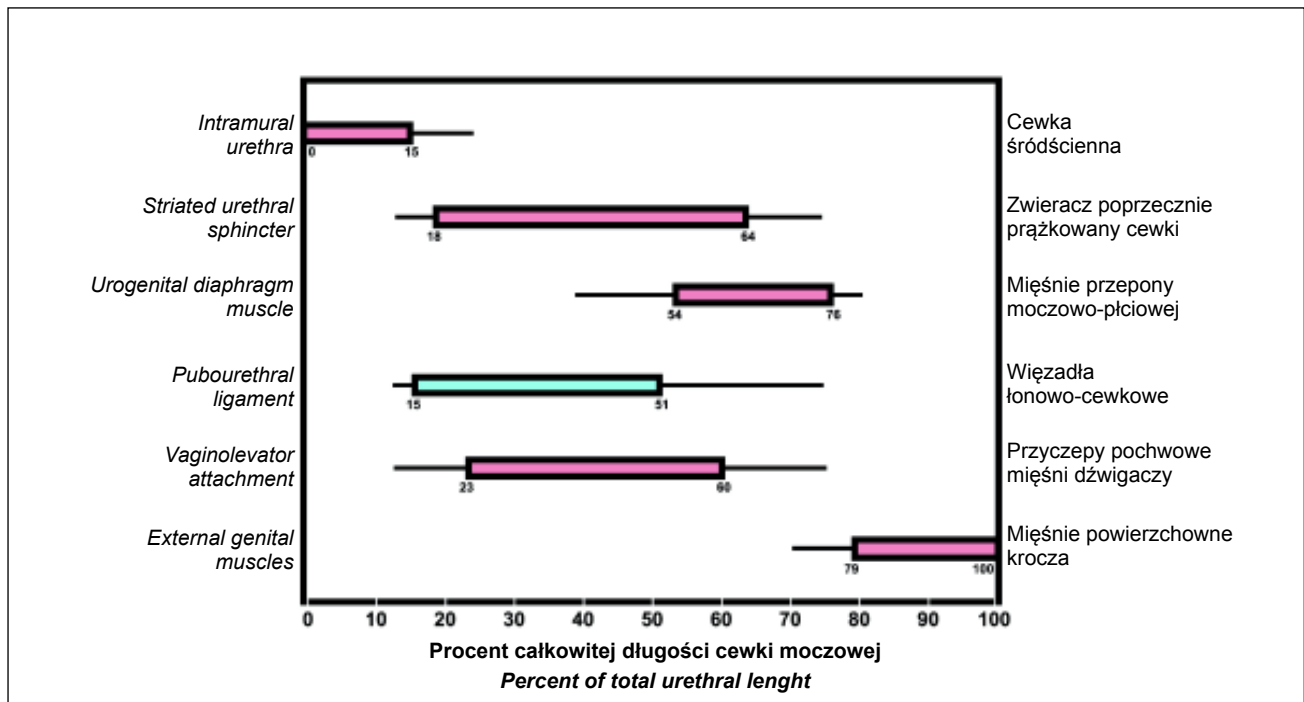
Ryc. 2. Prawidłowo ukazana anatomia mięśni dźwigaczy odbytu, w tym relacje anatomiczne poszczególnych wiązek tych mięśni względem siebie i względem kośćca. Na podstawie: *Kearney i wsp., 2004 (18)*, w modyfikacji.

Fig. 2. The accurately presented anatomy of the levator ani muscular portions, including their interrelationships and to the bony pelvis. Extracted from: *Kearney et al., 2004 (18)*, and modified.



Ryc. 3. Rzut przyczepów przednich wiązek mięśni dźwigaczy odbytu na tylnej powierzchni spoiny łonowego. Prawa strona diagramu zaznacza linią przerywaną sumaryczną powierzchnią przyczepów, podczas gdy lewa strona diagramu podaje miejsca przyczepów poszczególnych struktur mięśniowych. Na podstawie: Ayoub, 1979 (13), w modyfikacji. Przyjmując aktualne mianownictwo, cyfry 1-3 odpowiadają: 1 – mięśniowi łonowo-odbytniczemu; 2 – przyśrodkowo: mięśniowi łonowo-pochwowemu, a bocznie: mięśniowi łonowo-odbytowemu; 3 – mięśniowi łonowo-kroczeniowemu.

Fig. 3. The projection of the attachments of the anterior portions of the levator ani muscles to the posterior surface of the symphysis pubis. The right-hand side of the diagram (broken line) represents the overall surface of these attachments, while the left-hand side of the diagram (continuous lines) defines the particular muscular attachments. Extracted from: Ayoub, 1979 (13), and modified. Taking into account the currently recommended nomenclature, numbers 1, 2, and 3 refer to: 1 – puborectalis muscle; 2 – medially: pubovaginal muscle, and laterally: puboanal muscle; 3 – puboperineal muscle.



Ryc. 4. Umiejscowienie poszczególnych struktur anatomicznych w odniesieniu do długości cewki moczowej. Wśród nich opartymi swoją budową o włókna mięśniowe poprzecznie prążkowane są: 1) zwieracz poprzecznie prążkowany w ścianie cewki oraz 2) trzy składowe dna miednicy: mięśnie przepony moczowo-płciowej (m. compressor urethrae i m. sphincter urethrovaginalis), okołocewkowe przyczepy mm. łonowo-pochwowych oraz mm. opuszkowo-jamiste. Liczba 0 oznacza ujście wewnętrzne cewki moczowej, a liczba 100 – ujście zewnętrzne cewki moczowej. Na podstawie: DeLancey, 1986 (22), w modyfikacji. Kolor ciemnoróżowy – struktura mięśniowa, kolor niebieski – struktura więzadłowa.

Fig. 4. The projection of the particular anatomical structures on the female urethral length. Among them, the structures composed of striated muscle fibres are: 1) striated intraurethral sphincter, and 2) three components of the pelvic floor, i.e.: muscles of the urogenital diaphragm (m. compressor urethrae and m. sphincter urethrovaginalis), periurethral attachments of the pubovaginal muscles, and bulbocavernosus muscles. Number 0 signifies the internal urethral meatus, and 100 – the external urethral meatus. Extracted from: DeLancey, 1986 (22), and modified. Rose color – muscular structure, blue color – ligamentous structure.

Tabela I. Przebieg i czynność pięciu wiązek mięśni dźwigaczy odbytu. Jest to podział zalecany przez *Federative Committee on Anatomical Terminology, 1998 (19)*.Table I. The course and principal function(s) of the five portions of the levator ani muscles. The presented division is recommended by the *Federative Committee on Anatomical Terminology, 1998 (19)*.

Nazewnictwo według 'Terminologia Anatomica' 'Terminologia Anatomica' nomenclature	Przyczepy <i>Attachments and insertions</i>	Czynność <i>Function(s)</i>
I. M. łonowo-trzewny (= łonowo-guziczny) (<i>m. pubovisceralis</i> vel <i>pubococcygeus</i>) <i>Pubovisceral,</i> or <i>pubococcygeus, muscle</i>		
M. łonowo-kroczywy (<i>m. puboperinealis</i>) <i>Puboperineal muscle</i>	Kość łonowa/środek ścięgniasty krocza. <i>From the pubic bone</i> <i>to the perineal body.</i>	Wykazuje toniczną aktywność pociągania środka ścięgniasty krocza ku spojeniu łonowemu. <i>Produces tonic activity by pulling</i> <i>the perineal body towards</i> <i>the symphysis pubis.</i>
M. łonowo-pochwowy (<i>m. pubovaginalis</i>) <i>Pubovaginal muscle</i>	Kość łonowa/ściana pochwy na wysokości środkowego odcinka cewki moczowej. <i>From the pubic bone</i> <i>to the vaginal wall at the</i> <i>midurethral level.</i>	Unosi pochwę w okolicy środkowego odcinka cewki moczowej. <i>Elevates the vagina at the</i> <i>midurethral level.</i>
M. łonowo-odbytowy (<i>m. puboanal</i>) <i>Puboanal muscle</i>	Kość łonowa/rowek międzyszwieraczowy między dolnym brzegiem mięśnia zwieracza wewnętrznego odbytu a zwieraczem zewnętrznym odbytu. <i>From the pubic bone to the intersphincteric</i> <i>groove between the lower margin</i> <i>of the internal and external anal sphincters.</i>	Unosi odbyt wraz z otaczającą go skórą. <i>Elevates the anus with</i> <i>the surrounding perianal skin.</i>
II. M. łonowo-odbytniczy (<i>m. puborectalis</i>) <i>Puborectalis muscle</i>	Kość łonowa/własna pętla za odbytnicą. <i>From the pubic bone to the puborectalis</i> <i>muscle loop behind the rectum.</i>	Tworząc pętlę za odbytnicą wytwarza kąt odbytowo-odbytniczy (kąt Parksa) i zamyka dno miednicy. <i>The puborectalis loop helps create</i> <i>the anorectal angle (the angle</i> <i>of Parks) and close the pelvic floor.</i>
III. M. biodrowo-guziczny (<i>m. iliococcygeus</i>) <i>Iliococcygeus muscle</i>	Łuki ścięgna mm. dźwigaczy odbytu/więzadło odbytniczo-guziczne w linii pośrodkowej ciała. <i>From the right and left tendinous arch</i> <i>of the levator ani muscle to the anococcygeal</i> <i>raphe in the midline.</i>	Razem, obie strony tworzą warstwę podtrzymującą kanał miednicy. <i>On both sides together, these</i> <i>muscles form the inner layer</i> <i>of the pelvic canal.</i>

nie wytwarzają one element napinający od góry dany dźwigacz odbytu, o kształcie zbliżonym do litery „V”. Mechaniczne oderwanie wiązek mięśniowych dźwigaczy od łuku ścięgniasty powięzi miednicznej prowadzi do stanu klinicznego określanego angielskim terminem: *paravaginal defect* (31), kiedy to mimo swej zachowanej integralności morfologicznej mięśnie dźwigacze odbytu nie są zdolne do efektywnego skurczu.

Tyłne powierzchnie kości łonowych po bokach od spojenia łonowego oraz przyśrodkowe brzegi mięśni dźwigaczy odbytu ograniczają przestrzeń anatomiczną zwaną rozwozem moczowo-płciowym (*hiatus urogenitalis*). Otwór ten ma kształt dużej dziurki od klucza (32) i przebiegają w nim pochwa, cewka moczowa i odbytnica.

Kolejna warstwa dna miednicy – przepona moczowo-płciowa – jest również trójkątnej kształtu: warstwą

skierowaną stępionym wierzchołkiem do przodu i ku górze, zaś podstawą ku tyłowi i do dołu, rozciągającą się między dolnymi ramionami kości łonowych. Tylny brzeg przepony moczowo-płciowej odpowiada linii międzykulszowej (łac. *linea interischialica*), tj. linii wyznaczonej przez oba guzy kulszowe (*tuber ischiadicum*), a jej przebieg jest równoważny z tzw. trójkątem moczowo-płciowym (*trigonum urogenitale*). Grubość tej warstwy wynosi około 1 cm, a znaczenie fizjologiczne ma polegać na tym, iż „pokrywa ona i wzmacnia przeponę miednicy w części przedniej” (3), czyli ma mechanicznie wspierać rozwój moczowo-płciowy. Jednakże w przeciągu ostatniego ćwierćwiecza zostały opublikowane przez znanych anatomów, urologów i chirurgów prace, które kontestują istnienie mięśnia poprzecznego głębokiego krocza (33-35). Mięsień ten wprowadził do atlasów anatomii *Friedrich Gustav Jakob*

Henle w 1873 r. i w następnych dekadach jego opisy miały być bezkrytycznie kopiowane przez innych autorów (35). Natomiast bezspornie istnieją dwa fałdy powięziowe – powięź górna i dolna przepony moczowo-płciowej (*fascia diaphragmatis urogenitalis superior et inferior*), które stanowią elementy strukturalne o podwyższonej sztywności. Między tymi dwoma blaszkami znajduje się przestrzeń głęboka krocza, w której wokół cewki ma się zaznaczać m. zwieracz cewki moczowej (*m. sphincter urethrae*) (3, 34-36). Bliska względem siebie obecność powięzi górnej i dolnej jest – naszym zdaniem – argumentem za występowaniem między nimi mięśniowej struktury międzypowięziowej (np. na wcześniejszym etapie ontogenezy) i jej epigenetycznie uwarunkowanym zaniku. Alternatywnie, można przypuszczać, iż mięsień ten występuje jedynie u niektórych kobiet lub występuje szczątkowo. U mężczyzn obecność m. poprzecznego głębokiego krocza potwierdzono w jednym na 22 zbadań przypadki (37).

Nie jest do końca jasne czy opisywany m. poprzeczny głęboki krocza, o ile przyjąć, że istnieje, oraz m. poprzeczny powierzchowny krocza powinny być traktowane jako twory parzyste czy pojedyncze. O m. poprzecznym powierzchownym krocza *Sokołowska-Pituchowa* (3) pisze, iż „włóknami swymi splata się z mięśniem strony przeciwnej”, sugerując tym samym, że istnieją dwa takie mięśnie. Natomiast włókna m. poprzecznego głębokiego krocza „łączą się szwem ścięgnistym z włóknami strony przeciwnej” (3). W niedawno opublikowanym piśmiennictwie zawarto sugestię, iż zarówno włókna mięśnia poprzecznego głębokiego krocza, jak i powierzchownego krocza przechodząc na przeciwną stronę ciała krzyżują się na wysokości środka ścięgnistego krocza (*centrum tendineum perinei*) (38).

Wśród wszystkich wyżej wymienionych mięśni najmocniejsze i najgrubsze są mm. dźwigacze odbytu. Wewnętrzna (dogłowowa) powierzchnia mięśni przepony miednicy – a ściślej – górna powięź przepony miednicy, jest dolną granicą działania ciśnienia śródbrzusznego. Powyżej tej granicy, a zatem w zasięgu zmian ciśnienia śródbrzusznego, pozostają: 1/3 przypęczierzowa długości cewki moczowej (tzw. cewka proksymalna), dogłowowa 1/2 długości pochwy i cała odbytnica.

W piśmiennictwie trwa spór czy w pozycji stojącej mięśnie dna miednicy u kobiety układają się na kształt misy, czy też na kształt kopuły. Na ile *gros* autorów skłania się do lekko misowatych zarysów dźwigaczy odbytu, to wśród badaczy posiadających odmienną opinię należy wymienić *Goeschena* i *Petrosa*, jak i *Hjartardóttir* i wsp. (39, 40). Opisano, że kopułowaty – i to już w spoczynku – jest jedynie przebieg mięśni biodrowo-guzicznych; w skurczu ich uwypuklenie ku wnętrzu miednicy narasta (41-43). Chińscy autorzy podają, iż u mężczyzn przednia część dna miednicy układa się misowato, pośrodkowa – lejkowato, a tylna – uwypukla się ku górze (37).

W dokładnych pomiarach technikami rezonansu magnetycznego obserwuje się, iż z nieznanych przyczyn u przeważającej większości kobiet zdrowych, w tym nieródek, prawy mięsień dźwigacz odbytu jest cieńszy niż mięsień lewy (32, 42, 44). Podobnie przekonujące dane wskazują, iż zdrowe kobiety rasy czarnej mają mięśnie dźwigacze odbytu grubsze i o większej objętości masy

mięśniowej niż zdrowe kobiety rasy kaukaskiej (45, 46). Stąd, już samo bycie kobietą rasy kaukaskiej jest naturalnym czynnikiem ryzyka rozwoju wysiłkowego nietrzymania moczu (47, 48).

Rycina 4 obrazuje możliwości wpływu poszczególnych struktur dna miednicy na ściany i światło cewki moczowej u kobiet (22). Ponieważ mięśnie opuszkowo-jamiste mają minimalną siłę skurczu (27), stąd wpływ okołocewkowych włókien dna miednicy na cewkę odnosi się do roli mięśni łonowo-pochwowych oraz mięśni przepony moczowo-płciowej. Istnieje pojedyncza sugestia o takim możliwym wpływie wywieranym przez mięśnie łonowo-odbytnicze (41).

Autorzy publikacji opisujących dno miednicy u kobiet i u mężczyzn podkreślają istnienie dymorfizmu płciowego w tym zakresie (14, 32). U kobiet mięśnie te są zdecydowanie delikatniejsze (14). Dlatego z wielką ostrożnością należy transponować dane anatomiczne i czynnościowe pozyskane u jednej płci na drugą.

CZYNNOŚĆ DNA MIEDNICY

Mięśnie dna miednicy są unerwione somatycznie głównie przez nerwy sromowe, z którymi tworzą razem jedną dużą jednostkę motoryczną (49). Jednakże obecnie trwa żywy spór o istnienie prawego i lewego nerwu dźwigacza odbytu (ang. *levator ani nerve*) (50-54), za czym opowiadają się w szczególności badacze holenderscy (52, 54). Nerw ten nie wszedł jeszcze do oficjalnego mianownictwa anatomicznego.

Klinicznie, grubość dna miednicy zależy od miejsca i techniki oceny. W ultrasonografii kroczonej średnia grubość dna miednicy wynosi około 4 cm, w tym mięśnie dźwigacze odbytu stanowią warstwę około 1 cm (55, 56). Brzegi przysrodkowe dźwigaczy – czyli dokładniej mm. łonowo-trzewnych – są nieco grubsze niż części boczne, jakby zaokrąglone, choć faktycznie włókna tych mięśni wnikają w ściany narządów, z którymi się stykają: pochwy (24) lub zwieracza odbytu zewnętrznego (9). Ponadto wiązki dźwigaczy położone ku przodowi są grubsze i bardziej ‘mięiste’ aniżeli położone ku tyłowi cienkie i ‘aponeurotyczne’ mięśnie biodrowo-guziczne (57).

Już przed pięćdziesięcioma laty *Taverner* i *Smiddy* (58), a następnie inni badacze (59, 60) wykazali elektromiograficznie, że – nietypowo dla mięśni szkieletowych – dźwigacze odbytu znajdują się w niewielkim stałym skurczu. Taka sytuacja czynnościowa jest rzadkością dla mięśnia poprzecznie prążkowanego. Innymi mięśniami szkieletowymi poddanymi takiemu trybowi pracy są jedynie: zwieracz odbytu zewnętrzny, przepona w okolicy wpustu oraz drobne mięśnie krtani i ucha wewnętrznego. Adaptacją mięśnia poprzecznie prążkowanego do sytuacji wykonywania stałej pracy jest wzrost w jego wiążkach liczby włókien mięśniowych typu I, czyli wolno kurczących się, które są przystosowane metabolicznie do takiego obciążenia. W takich mięśniach zmniejsza się zawartość włókien mięśniowych typu II, czyli szybko kurczących się, zwłaszcza tych, które są zdolne do względnie silnego, ale krótkiego skurczu, trwającego do momentu wyczerpania się wewnątrzmiocytarnych zasobów fosfokreatyny. W zgodzie z tym rozumieniem,

zawartość włókien poprzecznie prążkowanych typu I jest większa w bardziej obciążonych masą górnej połowy ciała wiązkach mięśniowych okołoodbytnicznych niż w wiązkach okołocewkowych (61).

O czym piszą tylko nieliczni polscy autorzy (62, 63), w mięśniach dna miednicy potwierdzono histochemicznie obecność włókien mięśniowych wolno kurczących się i szybko kurczących się (61, 64-66), w tym względnie niską w porównaniu do innych mięśni szkieletowych zawartość włókien typu II. W uroginologicznych stanach chorobowych często stwierdza się denerwację mięśni miednicy mniejszej (67) oraz asymetrię siły skurczu i aktywności elektromiograficznej między prawą a lewą stroną ciała (49). Powszechnie odnotowuje się zmiany proporcji zawartości poszczególnych typów włókien mięśniowych (68-71). Cytowane obserwacje odnoszą się zasadniczo do dźwigaczy odbytu, których znaczenie w czynności całego dna miednicy i regulacji czynności innych narządów jest wiodące. Dla przykładu, klinicznie uchwytne związki pomiędzy przebiegiem porodu drogami natury w terminie a poporodowym nietrzymaniem moczu może mieć podstawy anatomiczne i wiązać się z faktem, iż najbardziej rozciągane przez pokonujący kanał rodny płód są przyśrodkowe wiązki dźwigaczy odbytu – m.in. te, które w swym górnym, załonowym przebiegu asekurują cewkę przed wyciekaniem (49, 72). Cięcia cesarskie wykonane w II okresie porodu nie mają już takiego działania ochronnego względem integralności tych mięśni jak cięcia wykonane w I okresie lub elektywnie (73, 74).

Wieloletnie badania zespołu *Shafika* wskazują, że dno miednicy działa w oparciu o istnienie licznych, względnie prostych łuków odruchu somatyczno-somatycznych i somatyczno-wegetatywnych, które istnieją zarówno pomiędzy powłokami jamy brzusznej a dnem miednicy, jak też między dnem miednicy a narządami miednicy mniejszej (75-80). Dla potrzeb tej publikacji warto podkreślić kardynalne znaczenie kliniczne łuków odruchu aktywowanych podczas wzrostu ciśnienia śródbrzusznego, kiedy to dochodzi do skurczu dna miednicy (75, 76, 80, 81). W 1998 r. powyższe dane scalono w klasyfikacji podkreślającej specjalizację czynnościową włókien mm. dźwigaczy odbytu (82), a mianowicie:

1. stałą aktywność toniczną opartą o niewielki skurcz włókien typu I;
2. okresową aktywność odruchową mającą miejsce m.in. podczas wzrostu ciśnienia śródbrzusznego, opartą o krótkotrwały skurcz włókien typu II; oraz
3. zależną od woli (tj. wolicjonalną) rekrutację mięśni dna miednicy do skurczu, prawdopodobnie opartą o skurcz obu typów włókien, np. podczas dokonanego siłą woli zatrzymania strumienia moczu podczas mikcji.

Niniejsza klasyfikacja wskazuje na ważny aspekt fizjologii kobiet, a mianowicie to, iż populacja włókien szybko kurczących się dźwigaczy odbytu/dna miednicy tworzy okresowo aktywowaną czynnościową jednostkę zwieraczową względem końcowych odcinków układów moczowego, rozrodczego i pokarmowego.

Podstawowa aktywność toniczna dźwigaczy mierzona elektromiograficznie mieści się w granicach 70-150 μ V

(75, 83). Jest ona wyższa w pozycji stojącej niż w pozycji leżącej i bezpośrednio zależy od wartości chwilowego ciśnienia śródbrzusznego oraz – prawdopodobnie – ciężaru trzewi u danej osoby (83). Szybki i mocny odruchowy skurcz podczas wzrostów ciśnień śródbrzusznych wskazuje na konieczność selektywnej rekrutacji włókien mięśniowych kurczących się z największą siłą, określanych jako włókna typu II B (82). Kardynalnej wagi obserwacje relacji ciśnień śródbrzusznych i śródcewkowych zebrane przez *Constantinou* i *Govana* (84, 85) wskazują, że przy wysiłku skurcz elementów mięśniowych poprzecznie prążkowanych dna miednicy zaciska światło cewki aż o 200-250 milisekund wcześniej zanim fala przyrostu ciśnienia śródbrzusznego „spłynie” zgodnie z prawem Pascala z górnego kompartymentu jamy brzusznej na pęcherz moczowy i cewkę proksymalną. Innymi słowy, w zdrowiu odruchowy skurcz dna miednicy z wyprzedzeniem o co najmniej 1/5 sekundy przygotowuje cewkę moczową w środkowym odcinku jej długości (ryc. 4) do odparcia wycieku moczu przy wysiłku. Aby fizjologiczna skuteczność skurczu była zachowana, ważny jest też punkt czasowy rozpoczęcia skurczu, tj. *timing* (84, 86). Dla przykładu, w przypadku wydłużonej transmisji informacji neuronalnej nawet prawidłowy skurcz dna miednicy może być nieefektywny, gdyż wystąpi on jako spóźniona reakcja, tj. już po wyciśnięciu moczu z pęcherza.

Odnośnie wolicjonalnej aktywacji skurczu mięśni dna miednicy, już *Vereecken* i *Verduyn* (60) wykazali, że skurcz ten podnosi ciśnienie śródcewkowe o 10-20 mm Hg (~13,5-27,0 cm H₂O). Wzrost napięcia powłok brzusznych wywołuje odruchowy wzrost napięcia dna miednicy, podczas gdy zależne od woli skurcze dna miednicy powodują też wzrost napięcia włókien mięśniowych poprzecznie prążkowanych cewki moczowej (81). Klinicznie mogłoby to oznaczać, iż skurcz uruchamiany korowo generuje nieco większe siły okluzji cewki niż skurcz odruchowy, ale nie było to jeszcze przedmiotem jednoczasowych badań.

U kobiet zdrowych przyrost ciśnienia śródbrzusznego – np. przy nagłym kaszlu – wynosi nawet 150 cm H₂O i wiąże się z przemieszczeniem szyi pęcherza i cewki przypęcherzowej o 10 mm w dół (27). Stąd *Ashton-Miller* i wsp. obliczyli, że podatność tkanek dna miednicy na rozciąganie przyrostem ciśnienia śródbrzusznego wynosi w zdrowiu 1 mm (w pionie)/15 cm H₂O (27). To właśnie istnienie tej ograniczonej podatności dna miednicy na rozciąganie pomaga utrzymać trzewia w jamie brzusznej. Dodatkowo, skurcz co najmniej mięśni łonowo-odbytnicznych (a może i innych) wytwarza załamujący odbytnicę kąt Parksa, który utrudnia defekację i zamyka dno miednicy, tj. przymyka rozwój moczowo-płciowy (tab. I). Ponadto już w 1973 r. *Wilson* podkreślała, że wiązki dźwigaczy odbytu skutecznie wpływają na stopień zamknięcia światła zarówno zwieracza odbytu wewnętrznego, jak i zewnętrznego (87), zgodnie z aktualnymi opisami anatomicznymi (88).

W zdrowiu rozwój moczowo-płciowy w płaszczyźnie czołowej mierzy w najszerszym miejscu (załonowo na wysokości przedniej ściany pochwy) średnio 4,0-4,2 cm, a w płaszczyźnie strzałkowej 4,5 cm (32, 89, 90). W po-

równaniu ze zdrowymi Arabkami i kobietami z Filipin, Indii i Pakistanu, zdrowe Europejki mają istotnie większe wymiary rozworu moczowo-płciowego (91), co należy interpretować jako kolejny, genetycznie uwarunkowany czynnik ryzyka rozwoju chorób dna miednicy. Faktycznie, rozwój ten może ulegać znacznemu poszerzeniu w wysiłkowym nietrzymaniu moczu i zaburzeniach statyki narządów płciowych wewnętrznych (56, 89), nie tylko z powodu nadmiernego rozciągnięcia poszczególnych wiązek dźwigaczy w II okresie porodu (tzw. mikrouraz), ale aż w 19-36% przypadków na skutek śródporodowego oderwania ich przyczepów załonowych od okostnej (markrouraz) (56, 92, 93). Głównymi czynnikami ryzyka są: pochwowa droga porodu, duży obwód główki płodu, użycie kleszczy położniczych oraz wydłużony II okres porodu (93, 94). Bezpośrednio po porodzie neuropatia dźwigaczy odbytu jest uchwytana nawet u co czwartej pierworódki (74). Udokumentowano, iż z czasem może dochodzić do całkowitego zaniku niektórych wiązek mięśnia łonowo-trzewnego (95). Klarownie, uszkodzenie dna miednicy podczas porodu drogami natury w terminie i po terminie jest sumą różnych doznanych urazów nerwowo-mięśniowych (72, 82). Niedawno opublikowane porównanie stanu troficznego dna miednicy w kilka miesięcy po porodzie ze stanem w 2-3 lata po porodzie wskazało, że – niestety – zaistniałe uszkodzenia dźwigaczy odbytu oraz poszerzenie rozworu moczowo-płciowego samoistnie nie cofają się (96). Długoterminowo, poza rolę w patogenezie nietrzymania moczu, zaburzeń defekacji i zaburzeń statyki narządów płciowych wewnętrznych urazy dna miednicy, a zwłaszcza mięśni łonowo-trzewnych, są związane też z przewlekłym bólem w miednicy mniejszej (97).

Na ile początkowo do precyzyjnych badań anatomii narządów miednicy mniejszej, wymiarów i przebiegu wiązek dźwigaczy odbytu oraz pomiarów rozworu moczowo-płciowego stosowano wyłącznie techniki rezonansu magnetycznego, to od 2003 r. (98) w tym celu z powodzeniem wykorzystuje się ultrasonografię trójwymiarową i czterowymiarową, w tym ultrasonografię translabialną (tj. dokonywaną przez tkanki sromu na wysokości warg sromowych) i przekroczową. Nowa metoda nie tylko sprawdza się w biometrii dna miednicy w zdrowiu i w chorobie, jest tańsza i potencjalnie dostępniejsza, ale też bezpośrednio po porodzie znajduje zastosowanie w ocenie obecności ewentualnych oderwań poszczególnych wiązek mięśni łonowo-trzewnych od spojenia łonowego (21, 56, 94, 96, 98-102). Jest to pierwszy istotny postęp kliniczny prowadzący do diagnostyki uszkodzeń dna miednicy jeszcze w oddziale położniczym, wkrótce po ich śródporodowym zaistnieniu.

Dla codziennej praktyki położniczej ważne jest też zrozumienie, iż przedwczesne zachęcanie rodzącej do uruchamiania tłoczni brzusznej w II okresie porodu – nim dno miednicy będzie całkowicie rozciągnięte na części przodującej płodu – jest niekorzystne (103), gdyż indukowany tłocznią odruchowy skurcz mięśni dna miednicy będzie zaciskał szparę sromową i opóźniał proces wyrzynania się oraz dalszy postęp porodu, albo będzie promował uszkodzenia tkanek. Prawidłowo wykonywane w ciąży ćwiczenia dna miednicy zmniejszają odsetek przypadków gubienia moczu w ciąży i bezpośrednio po porodzie, jak

też są w stanie wyleczyć w terminie odległym od porodu aż około 50% przypadków wysiłkowego nietrzymania moczu, zwłaszcza lekkiego stopnia (82, 104, 105). Dla uroginekologów istotna jest również znajomość istnienia odruchu hamującego między mięśniami łonowo-odbytniczymi a wypieraczem pęcherza moczowego (106), który to odruch tłumaczy korzystny wpływ ćwiczeń dna miednicy w leczeniu pęcherza moczowego nadreaktywnego (107, 108). W seksuologii, kurczliwości poszczególnych wiązek mięśniowych dna miednicy podczas aktu płciowego przypisuje się zwężenie i wydłużenie pochwy, uniesienie macicy oraz rolę w osiągnięciu orgazmu (109, 110), zasadniczo w zgodzie z obserwacjami *in vivo* (111).

WNIOSKI

Rekapitułując powyższe, najważniejszymi anatomicznie i czynnościowo mięśniami dna miednicy są mm. dźwigacze odbytu, które budują przednią część przepony miednicy. Obowiązujące nazewnictwo poszczególnych wiązek tych mięśni zostało ujednoczone w *Terminologia Anatomica* i wymaga ono upowszechnienia. Zamienne stosowanie określeń: „przepona miednicy” oraz „przepona moczowo-płciowa” jest nieściśłością, gdyż za tymi nazwami stoją odrębne warstwy mięśni. Kurczliwość dna miednicy umożliwia utrzymanie trzewi oraz warunkuje kontrolę nad końcowymi odcinkami układu moczowego, rozrodczego i pokarmowego. Istnieje specjalizacja czynnościowa włókien wolno kurczących się i szybko kurczących się dna miednicy. Klinicyści są już w stanie rozpoznawać ultrasonograficznie niektóre śródporodowe uszkodzenia dna miednicy. Niniejsze uaktualnione dane powinny wchodzić w skład podstawowej wiedzy położnika i ginekologa.

Podziękowanie

Pan dr n. med. Mieczysław Sopek, Adiunkt Emeritus Zakładu Anatomii Prawidłowej Człowieka Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku był uprzejmy krytycznie przejrzeć finalną wersję pracy.

PIŚMIENNICTWO

1. Boulay C., Tardieu C., Bénaim C., Hecquet J., Marty C., Prat-Pradal D., Legaye J., Duval-Beaupère G., Pélissier J.: Three-dimensional study of pelvic asymmetry on anatomical specimens and its clinical perspectives. *J. Anat.*, 2006, 208, 21-33.
2. Walocha J., Skawina A., Gorczyca J.: Anatomia prawidłowa człowieka. Miednica. Podręcznik dla studentów i lekarzy. Wydanie II poprawione. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków; 2006, 13-19.
3. Sokołowska-Pituchowa J. (Red.): Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Wydanie VIII. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa; 2008, 405-412.
4. Abitbol M.M.: Evolution of the ischial spine and of the pelvic floor in the Hominoidea. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1988, 75, 53-67.
5. Weingold A.B.: Gross and microscopic anatomy. In: Kase N.G., Weingold A.B. (Eds) Principles and practice of clinical gynecology. John Wiley and Sons. New York - Chichester - Brisbane - Toronto - Singapore; 1983, 3-31.

6. Whitmore I.: Terminologia Anatomica: new terminology for the new anatomist. *Anat. Rec.*, 1999, 257, 50-53.
7. Raizada V., Mittal R.K.: Pelvic floor anatomy and applied physiology. *Gastroenterol. Clin. North Am.*, 2008, 37, 493-509.
8. Shelton A.A., Welton M.L.: The pelvic floor in health and disease. *West. J. Med.*, 1997, 167, 90-98.
9. Bharucha A.E.: Pelvic floor: anatomy and function. *Neurogastroenterol. Motil.*, 2006, 18, 507-519.
10. Gray H.: 6e. The muscles and fasciæ of the pelvis. In: Gray H. *Anatomy of the human body*. 1918. Dostępne na stronie internetowej: <http://www.bartleby.com/107/119.html> (styczeń 2013 r.)
11. Wall L.L.: The muscles of the pelvic floor. *Clin. Obstet. Gynecol.*, 1993, 36, 910-925.
12. Lawson J.O.: Pelvic anatomy. I. Pelvic floor muscles. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.*, 1974, 54, 244-252.
13. Ayoub S.F.: The anterior fibres of the levator ani muscle in man. *J. Anat.*, 1979, 128, 571-580.
14. Fröhlich B., Höttinger H., Fritsch H.: Tomographical anatomy of the pelvis, pelvic floor, and related structures. *Clin. Anat.*, 1997, 10, 223-230.
15. Köpf-Maier P.: Przepona miednicy i zewnętrzne narządy płciowe. W: Köpf-Maier P. *Wolfa-Heideggera Atlas anatomii człowieka*. Tom 2. Głowa i szyja, klatka piersiowa, jama brzuszna i miednica, ośrodkowy układ nerwowy, oko, ucho. Wydanie I polskie z 5. wydania oryginalnego poprawionego i uzupełnionego Wydawnictwa S. Karger AG. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa; 2002, 263-282.
16. Klutke J.J., Klutke C.G.: 1. Anatomy for the pelvic reconstructive surgeon. In: Stanton S.L., Zimmern P.E. (Eds) *Female pelvic reconstructive surgery*. Springer-Verlag. London; 2003, 3-10.
17. Bharucha A.E., Klingele C.: (Chapter) 14. Autonomic and somatic systems to the anorectum and pelvic floor. In: Dyck P.J., Thomas P.K. (Eds) *Peripheral neuropathy*. 4th Edition. Elsevier Saunders. Philadelphia, PA; 2005, 279-298.
18. Kearney R., Sawhney R., DeLancey J.O.L.: Levator ani muscle anatomy evaluated by origin-insertion pairs. *Obstet. Gynecol.*, 2004, 104, 168-173.
19. *Federative Committee on Anatomical Terminology: Terminologia Anatomica: International Anatomical Terminology*. Thieme Verlag. Stuttgart, 1998 oraz Thieme Medical Publishers. New York, 1998.
20. Margulies R.U., Hsu Y., Kearney R., Stein T., Umek W.H., DeLancey J.O.: Appearance of the levator ani muscle subdivisions in magnetic resonance images. *Obstet. Gynecol.*, 2006, 107, 1064-1069.
21. Shobeiri S.A., Leclair E., Nihira M.A., Quiroz L.H., O'Donoghue D.: Appearance of the levator ani muscle subdivisions in endovaginal three-dimensional ultrasonography. *Obstet. Gynecol.*, 2009, 114, 66-72.
22. DeLancey J.O.: Correlative study of paraurethral anatomy. *Obstet. Gynecol.*, 1986, 68, 91-97.
23. DeLancey J.O.: Structural aspects of the extrinsic continence mechanism. *Obstet. Gynecol.*, 1988, 72, 296-301.
24. DeLancey J.O.L., Starr R.A.: Histology of the connection between the vagina and levator ani muscles. Implications for urinary tract function. *J. Reprod. Med.*, 1990, 35, 765-771.
25. Strohbehn K., Ellis J.H., Strohbehn J.A., Delancey J.O.: Magnetic resonance imaging of the levator ani with anatomic correlation. *Obstet. Gynecol.*, 1996, 87, 277-285.
26. Ashton-Miller J.A., Howard D., Delancey J.O.L.: The functional anatomy of the female pelvic floor and stress continence control system. *Scand. J. Urol. Nephrol.*, 2001, 35 (Suppl. 207), 1-7.
27. Ashton-Miller J.A., DeLancey J.O.: Functional anatomy of the female pelvic floor. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 2007, 1101, 266-296.
28. Pit M.J., de Ruiter M.C., Lycklama á Nijeholt A.A.B., Marani E., Zwartendijk J.: Anatomy of the arcus tendineus fasciæ pelvis in females. *Clin. Anat.*, 2003, 16, 131-137.
29. Putowski L., Gogacz M.: (Rozdział) 3. Anatomia dna miednicy. W: Rechberger T. (Red.) *Uroginiekologia Praktyczna*. Wydawnictwo BiFolium. Lublin; 2007, 29-31.
30. Otcenasek M., Baca V., Krofta L., Feyereisl J.: Endopelvic fascia in women: shape and relation to parietal pelvic structures. *Obstet. Gynecol.*, 2008, 111, 622-630.
31. Karram M.M.: Editorial: What is the clinical relevance of a paravaginal defect? *Int. Urogynecol. J. Pelvic Floor Dysfunct.*, 2004, 15, 1-2.
32. Fielding J.R., Dumanli H., Schreyer A.G., Okuda S., Gering D.T., Zou K.H., Kikinis R., Jolesz F.A.: MR-based three-dimensional modeling of the normal pelvic floor in women: quantification of muscle mass. *Am. J. Roentgenol.*, 2000, 174, 657-660.
33. Oelrich T.M.: The striated urogenital sphincter muscle in the female. *Anat. Rec.*, 1983, 205, 223-232.
34. Dorschner W., Biesold M., Schmidt F., Stolzenburg J.U.: The dispute about the external sphincter and the urogenital diaphragm. *J. Urol.*, 1999, 162, 1942-1945.
35. Mirilas P., Skandalakis J.E.: Urogenital diaphragm: an erroneous concept casting its shadow over the sphincter urethrae and deep perineal space. *J. Am. Coll. Surg.*, 2004, 198, 279-290.
36. Woźniak W.: (Rozdział) 2.2. Narządy płciowe żeńskie i struktury dna miednicy. W: Pisarska-Krawczyk M. (Red.) *Uroginiekologia dla lekarzy praktyków - zaburzenia czynności pęcherza moczowego*. Wydanie I. Evereth, Medicine & Science Publishing. Warszawa; 2011, 27-49.
37. Guo M., Li D.: Pelvic floor images: anatomy of the levator ani muscle. *Dis. Colon Rectum*, 2007, 50, 1647-1655.
38. Shafik A., Ahmed I., Shafik A.A., El-Ghamrawy T.A., El-Sibai O.: Surgical anatomy of the perineal muscles and their role in perineal disorders. *Anat. Sci. Int.*, 2005, 80, 167-171.
39. Goeschen K., Papa Petros P.: *Uroginiekologia zabiegowa w świetle Teorii Integralnej. Anatomia czynnościowa, diagnostyka i leczenie*. Wydanie I polskie pod redakcją Tomasza Rechbergera. Wydawnictwo BiFolium. Lublin; 2009, 74.
40. Hjartardóttir S., Nilsson J., Petersen C., Lingman G.: The female pelvic floor: a dome - not a basin. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.*, 1997, 76, 567-571.
41. Singh K., Reid W.M., Berger L.A.: Magnetic resonance imaging of normal levator ani anatomy and function. *Obstet. Gynecol.*, 2002, 99, 433-438.
42. Aukee P., Usenius J.-P., Kirkinen P.: An evaluation of pelvic floor anatomy and function by MRI. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, 2004, 112, 84-88.

43. *Delmas V., Ami O., Iba-Zizen M.-T.*: Examen dynamique du muscle élévateur de l'anus de la femme par modélisation vectorielle 3D IRM: étude préliminaire. *Bull. Acad. Natl. Med.*, 2010, 194, 969-982.
44. *Tunn R., Paris S., Fischer W., Hamm B., Kuchinke J.*: Static magnetic resonance imaging of the pelvic floor muscle morphology in women with stress urinary incontinence and pelvic prolapse. *Neurourol. Urodyn.*, 1998, 17, 579-589.
45. *Hoyte L., Thomas J., Foster R.T., Shott S., Jakab M., Weidner A.C.*: Racial differences in pelvic morphology among asymptomatic nulliparous women as seen on three-dimensional magnetic resonance images. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2005, 193, 2035-2040.
46. *Downing K.T., Hoyte L.P., Warfield S.K., Weidner A.C.*: Racial differences in pelvic floor muscle thickness in asymptomatic nulliparas as seen on magnetic resonance imaging-based three-dimensional color thickness mapping. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2007, 197, 625.e1-625.e4.
47. *Graham C.A., Mallett V.T.*: Race as a predictor of urinary incontinence and pelvic organ prolapse. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2001, 185, 116-120.
48. *Sears C.L., Wright J., O'Brien J., Jezior J.R., Hernandez S.L., Albright T.S., Siddique S., Fischer J.R.*: The racial distribution of female pelvic floor disorders in an equal access health care system. *J. Urol.*, 2009, 181, 187-192.
49. *Jóźwik M., Jóźwik M.*: Wpływ porodu drogami natury na czynność dolnego odcinka dróg moczowych oraz unerwienie dna miednicy – przegląd obecnego stanu wiedzy. *Nowa Medycyna*, 2000, 7 (Urologia V), 44-48.
50. *Barber M.D., Bremer R.E., Thor K.B., Dolber P.C., Kuehl T.J., Coates K.W.*: Innervation of the female levator ani muscles. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2002, 187, 64-71.
51. *Guaderrama N., Liu J., Nager C., Pretorius D.H., Sheean G., Kassab G., Mittal R.K.*: Evidence for the innervation of pelvic floor muscles by the pudendal nerve. *Obstet. Gynecol.*, 2005, 106, 774-781.
52. *Wallner C., Maas C.P., Dabhoiwala N.F., Lamers W.H., DeRuiter M.C.*: Innervation of the pelvic floor muscles: a reappraisal for the levator ani nerve. *Obstet. Gynecol.*, 2006, 108, 529-534.
53. *Grigorescu B.A., Lazarou G., Olson T.R., Downie S.A., Powers K., Greston W.M., Mikhail M.S.*: Innervation of the levator ani muscles: description of the nerve branches to the pubococcygeus, iliococcygeus, and puborectalis muscles. *Int. Urogynecol. J. Pelvic Floor Dysfunct.*, 2008, 19, 107-116.
54. *Wallner C., van Wissen J., Maas C.P., Dabhoiwala N.F., DeRuiter M.C., Lamers W.H.*: The contribution of the levator ani nerve and the pudendal nerve to the innervation of the levator ani muscles; a study in human fetuses. *Eur. Urol.*, 2008, 54, 1136-1142.
55. *Bernstein I., Juul N., Grønvald S., Bonde B., Klarskov P.*: Pelvic floor muscle thickness measured by perineal ultrasonography. *Scand. J. Urol. Nephrol.*, 1991, Suppl. 137, 131-133.
56. *Dietz H.P.*: Quantification of major morphological abnormalities of the levator ani. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2007, 29, 329-334.
57. *Bustami F.M.*: A reappraisal of the anatomy of the levator ani muscle in man. *Acta Morphol. Neerl. Scand.*, 1988-1989, 26, 255-268.
58. *Taverner D., Smiddy F.G.*: An electromyographic study of the normal function of the external anal sphincter and pelvic diaphragm. *Dis. Colon Rectum*, 1959, 2, 153-160.
59. *Parks A.G., Porter N.H., Melzak J.*: Experimental study of the reflex mechanism controlling the muscle of the pelvic floor. *Dis. Colon Rectum*, 1962, 5, 407-414.
60. *Vereecken R.L., Verduyn H.*: The electrical activity of the paraurethral and perineal muscles in normal and pathological conditions. *Br. J. Urol.*, 1970, 42, 457-463.
61. *Critchley H.O.D., Dixon J.S., Gosling J.A.*: Comparative study of the periurethral and perianal parts of the human levator ani muscle. *Urol. Int.*, 1980, 35, 226-232.
62. *Świeściak E.*: Mięśnie dna miednicy – budowa i funkcjonowanie. *Kwartalnik NTM*, 2008, nr 3, 12-14.
63. *Pisarska-Krawczyk M.*: (Rozdział) 2.2. Narządy płciowe żeńskie i struktury dna miednicy. W: *Pisarska-Krawczyk M. (Red.) Uroginekologia dla lekarzy praktyków - zaburzenia czynności pęcherza moczowego*. Wydanie I. Evereth, Medicine & Science Publishing. Warszawa; 2011, 27-49.
64. *Gosling J.A., Dixon J.S., Critchley H.O.D., Thompson S.A.*: A comparative study of the human external sphincter and periurethral levator ani muscles. *Br. J. Urol.*, 1981, 53, 35-41.
65. *Fischer W., Pfister C., Tunn R.*: Comparison between histological, histochemical and clinical findings from musculature of pubococcygeal repair in urinary incontinence. *Int. Urogynecol. J.*, 1992, 3, 124-128.
66. *Fischer W., Pfister C., Tunn R.*: Zur Histomorphologie der Beckenbodenmuskulatur bei Frauen mit Harninkontinenz. *Zentralbl. Gynakol.*, 1992, 114, 189-194.
67. *Gunnarsson M., Mattiasson A.*: Female stress, urge, and mixed urinary incontinence are associated with a chronic and progressive pelvic floor/vaginal neuromuscular disorder: An investigation of 317 healthy and incontinent women using vaginal surface electromyography. *Neurourol. Urodyn.*, 1999, 18, 613-621.
68. *Gilpin S.A., Gosling J.A., Smith A.R.B., Warrell D.W.*: The pathogenesis of genitourinary prolapse and stress incontinence of urine. A histological and histochemical study. *Br. J. Obstet. Gynaecol.*, 1989, 96, 15-23.
69. *Koelbl H., Strassegger H., Riss P.A., Gruber H.*: Morphologic and functional aspects of pelvic floor muscles in patients with pelvic relaxation and genuine stress incontinence. *Obstet. Gynecol.*, 1989, 74, 789-795.
70. *Dixon P.J., Christmas T.J., Chapple C.R.*: Stress incontinence due to pelvic floor muscle involvement in limb-girdle muscular dystrophy. *Br. J. Urol.*, 1990, 65, 653-654.
71. *Morley R., Cumming J., Weller R.*: Morphology and neuropathology of the pelvic floor in patients with stress incontinence. *Int. Urogynecol. J.*, 1996, 7, 3-12.
72. *Jóźwik M., Jóźwik M.*: Editorial: Partial denervation of the pelvic floor during term vaginal delivery. *Int. Urogynecol. J. Pelvic Floor Dysfunct.*, 2001, 12, 81-82.
73. *Dietz H.P.*: Levator function before and after childbirth. *Aust. N. Z. J. Obstet. Gynaecol.*, 2004, 44, 19-23.

74. Weidner A.C., Jamison M.G., Branham V., South M.M., Borawski K.M., Romero A.A.: Neuropathic injury to the levator ani occurs in 1 in 4 primiparous women. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2006, 195, 1851-1856.
75. Shafik A.: Straining-levator reflex: the description of a new reflex and its clinical significance. *Coloproctology*, 1991, 13, 314-319.
76. Shafik A.: Straining puborectalis reflex: description and significance of a "new" reflex. *Anat. Rec.*, 1991, 229, 281-284.
77. Shafik A.: Vagino-levator reflex: description of a reflex and its role in sexual performance. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, 1995, 60, 161-164.
78. Shafik A.: Vagino-puborectalis reflex. *Int. J. Gynaecol. Obstet.*, 1995, 51, 61-62.
79. Shafik A., El-Sibai O.: Effect of pelvic floor muscle contraction on vesical and rectal function with identification of puborectalis-rectovesical inhibitory reflex and levator-rectovesical excitatory reflex. *World J. Urol.*, 2001, 19, 278-284.
80. Shafik A., El-Sibai O., Shafik A.A., Ahmed I.: Effect of straining on perineal muscles and their role in perineal support: identification of the straining-perineal reflex. *J. Surg. Res.*, 2003, 112, 162-167.
81. Bø K., Stien R.: Needle EMG registration of striated urethral wall and pelvic floor muscle activity patterns during cough, Valsalva, abdominal, hip adductor, and gluteal muscle contractions in nulliparous healthy females. *Neurourol. Urodyn.*, 1994, 13, 35-41.
82. Józwick M., Józwick M.: The physiological basis of pelvic floor exercises in the treatment of stress urinary incontinence. *Br. J. Obstet. Gynaecol.*, 1998, 105, 1046-1051.
83. Shafik A., Doss S., Asaad S.: Etiology of the resting myoelectric activity of the levator ani muscle: physioanatomic study with a new theory. *World J. Surg.*, 2003, 27, 309-314.
84. Constantinou C.E., Govan D.E.: Spatial distribution and timing of transmitted and reflexly generated urethral pressures in healthy women. *J. Urol.*, 1982, 127, 964-969.
85. Constantinou C.E.: Resting and stress urethral pressures as a clinical guide to the mechanism of continence. *Clin. Obstet. Gynecol.*, 1985, 12, 343-356.
86. Constantinou C.E.: Dynamics of female pelvic floor function using urodynamics, ultrasound and Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, 2009, 144 (Suppl. 1), S159-S165.
87. Wilson P.M.: Understanding the pelvic floor. *S. Afr. Med. J.*, 1973, 47, 1150-1167.
88. DeLancey J.O.L.: Structural anatomy of the posterior pelvic compartment as it relates to rectocele. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 1999, 180, 815-823.
89. DeLancey J.O.L., Hurd W.W.: Size of the urogenital hiatus in the levator ani muscles in normal women and women with pelvic organ prolapse. *Obstet. Gynecol.*, 1998, 91, 364-368.
90. Dietz H., Shek K., Clarke B.: Biometry of the pubovisceral muscle and levator hiatus by three-dimensional pelvic floor ultrasound. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2005, 25, 580-585.
91. Rizk D.E., Czechowski J., Ekelund L.: Dynamic assessment of pelvic floor and bony pelvis morphologic condition with the use of magnetic resonance imaging in a multiethnic, nulliparous, and healthy female population. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2004, 191, 83-89.
92. Dietz H.P., Lanzarone V.: Levator trauma after vaginal delivery. *Obstet. Gynecol.*, 2005, 106, 707-712.
93. Valsky D.V., Lipschuetz M., Bord A., Eldar I., Messing B., Hochner-Celnikier D., Lavy Y., Hohen S.M.s, Yagel S.: Fetal head circumference and length of second stage of labor are risk factors for levator ani muscle injury, diagnosed by 3-dimensional transperineal ultrasound in primiparous women. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2009, 201, 91.e1-91.e7.
94. Shek K., Dietz H.P.: Intrapartum risk factors for levator trauma. *BJOG*, 2010, 117, 1485-1492.
95. Margulies R.U., Huebner M., DeLancey J.O.: Origin and insertion points involved in levator ani muscle defects. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2007; 196: 251.e1-251.e5.
96. Shek K.L., Chantarasorn V., Langer S., Dietz H.P.: Does levator trauma 'heal'? *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2012, 40, 570-575.
97. Quinn M.: Injuries to the levator ani in unexplained, chronic pelvic pain. *J. Obstet. Gynaecol.*, 2007, 27, 828-831.
98. Dietz H.P., Steensma A.B., Hastings R.: Three-dimensional ultrasound imaging of the pelvic floor: the effect of parturition on paravaginal support structures. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2003, 21, 589-595.
99. Dietz H.P., Shek C., Clarke B.: Biometry of the pubovisceral muscle and levator hiatus by three-dimensional pelvic floor ultrasound. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2005, 25, 580-585.
100. Krofta L., Otcenášek M., Kasíková E., Feyereisl J.: Pubococcygeus-puborectalis trauma after forceps delivery: evaluation of the levator ani muscle with 3D/4D ultrasound. *Int. Urogynecol. J. Pelvic Floor Dysfunct.*, 2009, 20, 1175-1181.
101. Santoro G.A., Wieczorek A.P., Stankiewicz A., Woźniak M.M., Bogusiewicz M., Rechberger T.: High-resolution three-dimensional endovaginal ultrasonography in the assessment of pelvic floor anatomy: a preliminary study. *Int. Urogynecol. J. Pelvic Floor Dysfunct.*, 2009, 20, 1213-1222.
102. Blasi I., Fuchs I., D'Amico R., Vinci V., La Sala G.B., Mazza V., Henrich W.: Intrapartum translabial three-dimensional ultrasound visualization of levator trauma. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 2011, 37, 88-92.
103. Handa V.L., Harris T.A., Ostergard D.R.: Protecting the pelvic floor: obstetric management to prevent incontinence and pelvic organ prolapse. *Obstet. Gynecol.*, 1996, 88, 470-478.
104. Glazener C.M.A., Herbison G.P., Wilson P.D., MacArthur C., Lang G.D., Gee H., Grant A.M.: Conservative management of persistent postnatal urinary and faecal incontinence: randomised controlled trial. *BMJ*, 2001, 323, 593-596.
105. Józwick M., Józwick M.: Artykuł Redakcyjny: Wpływ okołoporodowych ćwiczeń dna miednicy na występowanie wysiłkowego nietrzymania moczu: implikacje dla organizacji opieki zdrowotnej. *Ginekol. Pol.*, 2001, 72, 681-687.
106. Shafik A., El-Sibai O.: Effect of pelvic floor muscle contraction on vesical and rectal function with

- identification of puborectalis-rectovesical inhibitory reflex and levator-rectovesical excitatory reflex. *World J. Urol.*, 2001, 19, 278-284.
107. Wyman J.F., Burgio K.L., Newman D.K.: Practical aspects of lifestyle modifications and behavioural interventions in the treatment of overactive bladder and urgency urinary incontinence. *Int. J. Clin. Pract.*, 2009, 63, 1177-1191.
108. Price N., Dawood R., Jackson S.R.: Pelvic floor exercise for urinary incontinence: A systematic literature review. *Maturitas*, 2010, 67, 309-315.
109. Graber B., Kline-Graber G.: Female orgasm: role of pubococcygeus muscle. *J. Clin. Psychiatry*, 1979, 40, 348-351.
110. Shafik A.: The role of the levator ani muscle in evacuation, sexual performance and pelvic floor disorders. *Int. Urogynecol. J. Pelvic Floor Dysfunct.*, 2000, 11, 361-376.
111. Schultz W.W., van Andel P., Sabelis I., Mooyaart E.: Magnetic resonance imaging of male and female genitals during coitus and female sexual arousal. *BMJ*, 1999, 319, 1596-1600.

Wkład Autorów/Authors' contributions

Według kolejności/According to the order of the Authorship

Konflikt interesu/Conflicts of interest

Autorzy pracy nie zgłaszają konfliktu interesów.

The Authors declare no conflict of interest.

Nadesłano/Received: 21.01.2013 r.

Zaakceptowano/Accepted: 05.02.2013 r.

Dostępne online/Published online

Adres do korespondencji:

Maciej Józwik

Klinika Ginekologii i Ginekologii Onkologicznej

Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

ul. M. Skłodowskiej-Curie 24A, 15-276 Białystok

tel. (85) 746-83-41

e-mail: jozwikmc@interia.pl