

I. Wykaz przedłożonych publikacji (*List of publications*)

1. **Abendstein B**, Petros P. E. P, Richardson P. A. Goeschen K , Dodero D. The surgical anatomy of rectocele and anterior rectal wall intussusception. *International Urogynecological Journal* 2008, 19: 705-710. (IF: 2,375)
2. **Abendstein B**, Petros PE, Richardson PA. Ligamentous repair using the Tissue Fixation System confirms a causal link between damaged suspensory ligaments and urinary and fecal incontinence. *Pelviperrineology* 2008, 27: 114-117.
3. **Abendstein B**, Brugger BA, Furtschegger A, Rieger M, Petros PE. Role of the uterosacral ligaments in the causation of rectal intussusception, abnormal bowel emptying, and fecal incontinence-a prospective study. *Pelviperrineology* 2008, 27: 118-121.
4. **Abendstein B**, Petros PEP. Role of the uterosacral ligaments in the causation of urinary and bowel dysfunction. *Neurourology and Urodynamics* 2011, 30: 630. (IF: 2,958)
5. Wagenlehner F, Muller-Funogea I, Perletti , **Abendstein B**, Goeschen K, Inoue H, Sekiguchi Y, Sivaslioglu A, Haverfield M, Richardson P. Vaginal apical prolapse repair using two different sling techniques improves chronic pelvic pain, urgency and nocturia – a multicentre study of 1420 patients. *Pelviperrineology* 2016, 35: 99-104.

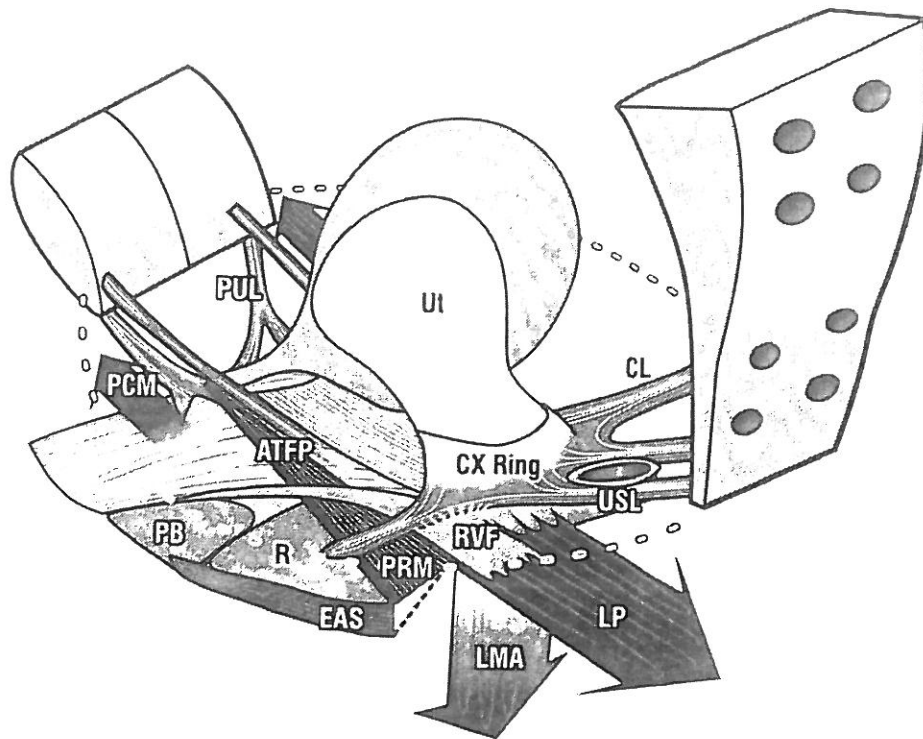
II. Wprowadzenie i przegląd piśmiennictwa (*Introduction and review of the literature*)

Leczenie nietrzymania stolca i utrudnionej defekacji wymaga zastosowania nowej teorii, "Teorii Mięśniowo-Elastycznej" prawidłowego i zaburzonego działania odbytu i odbytnicy (1), dlatego konieczne jest krótkie wprowadzenie do tejże teorii oraz wcześniejszych teorii tego zjawiska.

Wcześniejsze teorie działania odbytu i odbytnicy oraz mechanizm defekacji i nietrzymania stolca są słabo poznane. Zastawkowe teorie trzymania stolca (2) opierają się na założeniu wmożonego ciśnienia śródbrzusznego, które przesuwają przednią ścianą odbytnicy ku dołowi, aby zamknąć połączenie pomiędzy odbytem i odbytnicą. Teorie te nie są spójne z badaniami elektromiograficznymi (EMG) i danymi z badań radiologicznych, które sugerują mechanizm z udziałem mięśni poprzecznie prążkowanych (3). Wykazano, że mięsień łonowo-odbytniczy i zwieracz odbytu kurczą się podczas parcia, wskazując na ich udział w trzymaniu stolca (4). Wynika z tego ważna rola zwieracza wewnętrznego odbytu dla prawidłowego trzymania stolca (5).

Mechanizm defekacji jest jeszcze mniej poznany. Według jednego z opisów (6) kał dostając się do kanału odbytowego pobudza receptory wrażliwe na rozciąganie i wywołuje pilną potrzebę defekacji. Zwieracze wewnętrzny i zewnętrzny rozluźniają się zmniejszając ciśnienie zamknięcia odbytu. Odbytnica kurczy się i gdy towarzyszy temu wzrost ciśnienia śródbrzusznego (manewr Valsalvy), następuje wydalenie stolca. Shafik (6) zasugerował aktywny mechanizm mięśniowy otwierania i zamykania odbytu i odbytnicy. W zaproponowanym przez niego wyjaśnieniu podczas parcia mięsień łonowo-odbytniczy działający jako górna część potrójnego mechanizmu pętlowego kurcząc się powoduje zamknięcie kanału odbytowego. Shafik nie przypisał żadnej roli skurczowi dźwigaczy odbytu podczas zamykania kanału odbytowego. Według niego, podczas defekacji mięsień łonowo-odbytniczy rozluźnia się, dźwigacze odbytu kurczą się i "podtrzymująca pętla" unosi się ku górze otwierając kanał odbytowy bezpośrednio przed ewakuacją stolca pod wpływem skurczu mięśnia wypieracza odbytnicy.

W "Teorii Mięśniowo-Elastycznej" prawidłowego i zaburzonego działania odbytu i odbytnicy (Ryc. 1) podano, że "zaburzenie działania odbytu i odbytnicy u kobiet spowodowane jest przede wszystkim rozciągnięciem więzadłowych struktur zawieszających, co doprowadza do unieczynnienia mięśni odbytowo-odbytniczych".



Ryc. 1. Opracowany diagram działania mięśni prążkowanych odbytu i odbytnicy – układ w czasie zamknięcia. Trzy kierunki sił (strzałki) działają podczas zamknięcia odbytowo-odbytniczego. Mięsień łonowo-guziczny (PCM) umieruchamia przednią ścianę odbytu. Skurcz mięśnia łonowo-odbytniczego (PRM) unieruchamia połączenie odbytowo-odbytnicze. Piętro dźwigaczy i mięsień podłużny odbytu (LP i LMA) napinają odbytnicę ku tyłowi a następnie "owijają" ją wokół skurczonego mięśnia łonowo-odbytniczego (PRM) zamykając odbytnicę. Powstaje w ten sposób kąt odbytowo-odbytniczy. Po aktywacji odruchu defekacji mięsień łonowo-odbytniczy rozluźnia się. Piętro dźwigaczy i mięsień podłużny odbytu (LP i LMA) rozciągają i "otwierają" tylną ścianę odbytnicy (linia przerywana) zmniejszając w ten sposób opór wewnętrzny aby wydalić stolec.

Podczas zamykania połączenia odbytowo-odbytniczego powięź odbytniczopochwowa wsuwa się w kierunku krocza, piętra dźwigaczy (LP) i więzadeł krzyżowomaciczych. Skurcz piętra dźwigaczy napina powięź odbytniczopochwową i obie ściany odbytnicy. Skurcz mięśnia podłużnego odbytu (LMA) względem więzadeł krzyżowomaciczych napina odbytnicę wokół napiętego mięśnia łonowo-odbytniczego wytwarzając kąt odbytowo-odbytniczy i zamknięcie połączenia.

Podczas defekacji mięsień łonowo-odbytniczy rozluźnia się. Działające do tyłu wektory sił mięśnia podłużnego odbytu i piętra dźwigaczy otwierają kąt odbytowo-odbytniczy, a z przodu skurcz mięśnia łonowo-guzicznego napina krocze i przednią ścianę odbytu – odbytnica opróżnia się.

W przypadkach zaburzenia działania, gdy więzadła krzyżowomaciczne (USLs) są rozluźnione (rozciągnięte) – wszystkie te funkcje: zamykanie, usuwanie stolca oraz kontrola odruchu defekacji mogą ulegać osłabieniu powodując nietrzymanie stolca, utrudnione oddawanie stolca i niekontrolowane parcia na stolec (FI). Ponieważ piętro dźwigaczy (LP) także pociąga przeciwnie do więzadła łonowo-cewkowego (PUL) położonego z przodu, rozluźnienie więzadła łonowo-cewkowego (PUL) może również wywoływać nietrzymanie stolca (FI). W tym wypadku nietrzymanie stolca jest połączone z wysiłkowym nietrzymaniem moczu (USI) i jest to tak zwane "podwójne nietrzymanie".

Argumenty te wskazują, że zaburzona defekacja jest "podobna" do tej opisanej w "Teorii integralnej" nietrzymania moczu: zniszczone więzadła zmniejszają siłę wektorów otwarcia i zamknięcia. Zgodnie z tą teorią celem leczenia chirurgicznego powinno być wzmocnienie uszkodzonych więzadeł precyzyjnie zaimplantowanymi taśmami polipropylenowymi odtwarzającymi budowę anatomiczną i funkcję.

As the cure of fecal incontinence and obstructive defecation involves application of a new theory, the "Musculoelastic Theory" of anorectal function and dysfunction (1), it is necessary to give a short background to this and prior theories.

Prior theories of anorectal function, the mechanics of defecation and fecal continence are poorly understood. Valvular theories for continence (2) rely on raised intra-abdominal pressure to force the anterior wall of the rectum downwards to close off the anorectal junction. Such theories are not consistent with EMG and radiological data, which suggest a striated muscle sphincteric mechanism (3). It has been demonstrated that puborectalis and external anal sphincter muscles contract during effort, indicating a role for both muscles in fecal continence (4). The internal anal sphincter is, therefore, considered to be important for fecal continence (5).

The mechanism of defecation is even more poorly understood. According to one description, (6) feces enter the anal canal, stimulate stretch receptors and produce the urge to defecate. The internal and external anal sphincters relax, decreasing the pressure within the anus. The rectum contracts and with the assistance of raised intraabdominal pressure (Valsalva) expels the feces. Shafik (6) suggested an active muscular mechanism for anorectal opening and closure. In his proposal, during straining, the puborectalis, acting as the upper part of a triple loop system, contracts to close off the anal canal. No role is assigned by Shafik for levator plate contraction during anorectal closure. According to Shafik, during defecation, the puborectalis muscle relaxes, the levator plate contracts, and the "suspensory sling" lifts upwards to open out the anorectal canal prior to evacuation by rectal detrusor contraction.

The "Musculoelastic Theory" of anorectal function and dysfunction (1), Fig. 1, states: "anorectal dysfunction in the female is mainly caused by lax suspensory ligaments inactivating anorectal muscle forces".

At anorectal closure, the rectovaginal fascia inserts into perineal body, levator plate (LP) and the uterosacral ligaments. Contraction of levator plate stiffens rectovaginal fascia and both walls of rectum. Contraction of longitudinal muscle of the anus (LMA)

against the uterosacral ligaments stretches the rectum around a contracted puborectalis muscle, to create the anorectal angle and closure.

At defaecation, puborectalis relaxes. Posteriorly acting LMA/LP vectors open out the anorectal angle; forward contraction of the pubococcygeus vector stiffens the perineal body, and anterior wall of anus; the rectum empties.

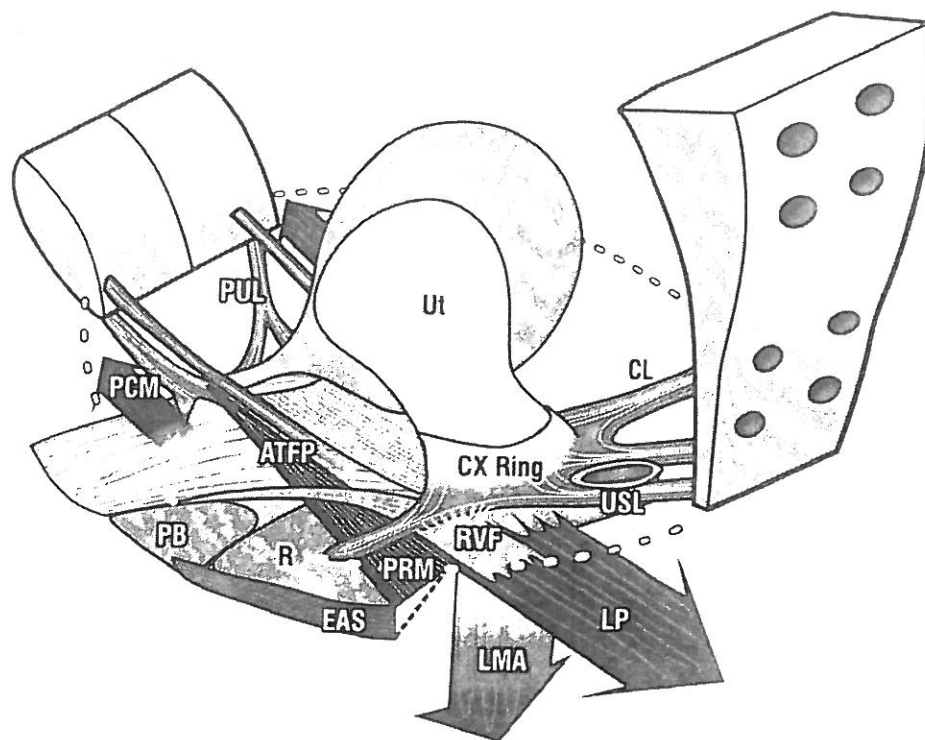


Fig. 1. Conceptual diagram of striated muscle anorectal function –system in closed mode. The three directional forces (arrows) act during anorectal closure. Pubococcygeus (PCM) immobilizes on the anterior wall of the anus. Puborectalis (PRM) contraction immobilizes the anorectal junction. LP/LMA stretch the rectum backwards then rotate it around the contracted PRM to close the rectum. This creates the anorectal angle. On activation of the defecation reflex, PRM relaxes. LP/LMA stretch open the posterior wall of rectum (broken lines) thus reducing the internal resistance to expulsion of feces.

In case of dysfunction, if USLs are loose, all these functions, closure, evacuation and control of the defecation reflex may weaken to cause fecal incontinence, obstructed defecation and urge fecal incontinence (FI). Because LP also pulls against PUL anteriorly, a lax PUL may also cause FI. In this case, the FI is associated with USI 'double incontinence'.

These arguments indicate, that the pathologic defaecation is "similar" to that described by the "Integral Theory" for urinary incontinence: damaged ligaments decrease the force of opening and closure vectors. According to this theory, the goal of the surgery should be the reinforcement of damaged ligaments with precisely implanted polypropylene tapes that restore both the structure and function.

III. Cel pracy (*Goal of study*)

Jako cel pracy wybrano zbadanie czy rekonstrukcja chirurgiczna prawidłowej anatomii tylnego kompartmentu pochwy wpływa na mechanizm oddawania stolca i czy naprawa nieprawidłowego położenia pochwy przynosi poprawę odczuwanych dolegliwości defekacji.

A goal of this study was to investigate whether the surgical reconstruction of a proper anatomy of the posterior compartment of the vagina influences a mechanism of defecation, as well as whether repairing of the posterior vaginal wall improves the defecation problems.

IV. Streszczenie wyników i wnioski (*Summary and conclusions*)

1. W niniejszej pracy zademonstrowano po raz pierwszy, że aparat zawieszający odbytnicy jest strukturalnie nierozdzielnie połączony z aparatem zawieszającym pochwy i jej tkanek podporowych: więzadeł krzyżowo-macicznych i krocza.
2. W tej pracy użyto po raz pierwszy minislingu TFS aby naprawić zarówno zaburzone oddawanie moczu, jak i stolca. Użycie taśmy TFS stanowi znaczące osiągnięcie w operacjach pętlowych, gdyż jest wykonywane przezpochwowo i nie ma potrzeby rozcinania powłok brzusznych ani krocza celem założenia taśmy. W pracy wykazano, że zaburzone oddawanie moczu, jak i stolca są ze sobą powiązane i obie dolegliwości mogły być jednocześnie leczone przez naprawę aparatu zawieszającego (wężadeł) w miednicy. Dotychczas uważano, że nietrzymania stolca nie można leczyć chirurgicznie.
3. Wykazano po raz pierwszy wiodącą rolę więzadeł krzyżowo-macicznych (USLs) w podtrzymywaniu odbytnicy i rolę rozluźnienia tych więzadeł w powstawaniu intususcpcji odbytnicy. Wykazano rolę prawidłowo zachowanych więzadeł krzyżowo-macicznych w trzymaniu stolca i zapobieganiu przewlekłemu zespołowi bólowemu miednicy mniejszej. Dotychczas uważano, że utrudniona defekacja nie może być leczona z mało-inwazyjnego dostępu pochowego.
4. W tej pracy w pełny i obiektywny sposób przedstawiono mechanizm zaburzenia działania pęcherza moczowego i odbytnicy, zwiotczenia więzadeł i precyzyjnie wyjaśniono, jak założenie tylnej taśmy sling prowadzi do odtwarzania kolagenu powodującego przywrócenie prawidłowej anatomii i działania więzadeł.
5. Znaczenie tej pracy jest tym większe, że opiera się ona o duże badanie wieloośrodkowe i oceniono w niej dwie różne operacje, które odwoływały się do tego samego aspektu anatomicznego i funkcjonalnego – obie stanowiły naprawę więzadeł krzyżowo-macicznych za pomocą taśmy. Potwierdzono, że przewlekły ból oraz zaburzenie działania pęcherza moczowego i odbytnicy są powiązane ze sobą i mogą być leczone przez wzmocnienie więzadeł krzyżowo-macicznych.

1. This was the first study to demonstrate that the structural supports of the rectum were inextricably linked with those of the vagina and its supporting structures, the uterosacral ligaments and perineal bodies.
2. This was the first study which applied the TFS minisling to repair both urinary and fecal dysfunctions. The TFS is a major advance in sling surgery as it is all performed via the vagina and there is no need to perforate the abdomen or perineum in order to insert the tapes. The study demonstrated that both urinary and fecal dysfunctions were linked and both could be simultaneously cured by repairing the suspensory ligaments of the pelvis. It is worth noting that hitherto, fecal incontinence was not considered to be surgically curable.
3. This was the first study which demonstrated the essential role of the uterosacral ligaments (USLs) in supporting the rectum and the role of lax USLs in the causation of rectal intussusception. It also demonstrated the role of competent USL ligaments in maintaining fecal continence and the prevention of chronic pelvic pain. It is worth noting that hitherto, obstructive defecation (ODS) was not considered to be curable by a mini invasive vaginal surgical approach.
4. This work fully and objectively explains the mechanisms of bladder and anorectal dysfunction, ligament laxity and precisely how the posterior sling creates new collagen to restore the anatomy and function of the ligaments.
5. The importance of this study was twofold: multicenter and large; it assessed two different operations, both of which performed the same anatomical function: both repaired the USLs with a thin strip of tape. It confirmed that chronic pain, bladder and bowel dysfunction are linked and both can be repaired by reinforcing the uterosacral ligaments.

V. Piśmiennictwo zacytowane we wprowadzeniu (*Publications quoted in the Introduction-section*)

1. Petros PE, Swash M A Musculoelastic Theory of anorectal function and dysfunction in the female. *Pelvipерineology* 2008, 27: 86-87.
2. Parks AG. Anorectal incontinence. *Proc Royal Soc Med* 1975; 68: 681-690.
3. Bartolo DCC, McDonald ADH. Fecal continence and defecation. In: *The Pelvic Floor, its functions and disorders*. Eds Pemberton J, Swash M, and Henry MM, WB Saunders, London 2002, 77-83.
4. Freckner B, von Euler C. Influence of pudendal block on the function of anal sphincters. *Gut* 1975, 16: 482-489.
5. Sultan AH, Kamm MA, Hudson CN, Thomas JM, Bartram CI. Anal-sphincter disruption during vaginal delivery. *N Eng J Med* 1993, 329: 1905-1911.
6. Shafik A. A new concept of the anatomy of the anal sphincter mechanism and the physiology of defecation. *Dis Colon Rectum*. 1987, 30: 970-982.