

Marek Sikorski, Katedra Ginekologii i Położnictwa Collegium Medicum Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach

Wpływ zabiegów rejuwenacji pochwowej laserem CO₂ na ciśnienie wewnątrzpochwowe u kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu

Streszczenie: Jednym ze sposobów leczenia pomenopauzalnego wysiłkowego nietrzymania moczu jest przeprowadzenie rejuwenacji pochwowej z zastosowaniem frakcyjnego lasera CO₂. Wyniki kliniczne takiego postępowania są zachęcające, jednak nie jest wystarczająco poznane podłoże anatomiczno-fizjologiczne uzyskiwanych efektów. Celem przeprowadzonych prospektywnych badań obserwacyjnych było określenie, jaki wpływ wywiera zabieg laserowej rejuwenacji pochwy na śródpochwowe ciśnienie statyczne i dynamiczne. Do badań zakwalifikowano 51 kobiet po menopauzie z wysiłkowym nietrzymaniem moczu stopnia małego lub średniego, u których wykonano pomiary ciśnienia śródpochwowego trzykrotnie: przed pierwszym zabiegiem rejuwenacji laserowej, po 2 miesiącach (przed drugim zabiegiem) oraz po kolejnych 4 miesiącach. Wyniki: Zaobserwowano istotne statystycznie zwiększenie średniego statycznego ciśnienia śródpochwowego po pierwszym zabiegu i dalszy jego wzrost po wykonaniu drugiego zabiegu, odpowiednio od 44,39 mmH₂O poprzez 47,59 mmH₂O do 49,8 mmH₂O. Podobnie średnie ciśnienie śródpochwowe w wymuszonym skurczu mięśni dna miednicy zwiększyło się statystycznie istotnie od 95,69 poprzez 99,04 mmH₂O po pierwszym zabiegu do 100,9 mmH₂O po 4 miesiącach od drugiego zabiegu. Wnioski: Istotny wzrost statycznego ciśnienia śródpochwowego w następstwie oddziaływania laserowego jest jednym z efektów przebudowy kolagenowej ściany pochwy. Wzrost skurczowego ciśnienia śródpochwowego może odzwierciedlać pobudzający wpływ oddziaływania laserowego na reaktywność mięśni dna miednicy.

Słowa kluczowe: wysiłkowe nietrzymanie moczu, laser CO₂, ciśnienie śródpochwowe.

1. Wstęp

Struktury anatomiczne miednicy mniejszej utrzymujące kąt pomiędzy osiå cewki moczowej i szyjå pęcherza moczowego – stanowiącego prerekwizyt utrzymania moczu u kobiet po zwiększeniu ciśnienia w jamie brzusznej – wraz z wiekiem i stopniowå atrofizacją zależnå od względnego niedoboru estrogenów, tracå swoje napięcie. Skutkuje to narastającym powiększaniem się kąta cewkowo-pęcherzowego oraz większå mobilnoścå szyi pęcherza moczowego, co klinicznie manifestuje się często jako wysiłkowe nietrzymanie moczu (stress urinary incontinence) [19, s. 135–141]. Niekontrolowany wyciek moczu pojawia się wówczas podczas kaszlu, kichania, roześmiania się lub wykonywania intensywnych ćwiczeń fizycznych. O ile zmiany trofiki tkanki łącznej i mięśniówki dna miednicy związane z okołomenopauzalnym milieu hormonalnym mają nasilenie osobniczo zależne, o tyle zidentyfikowano także wiele czynników zwiększających ryzyko rozwoju wysiłkowego nietrzymania moczu. Wśród nich podkreśla się znaczenie otyłości, cukrzycy, liczby porodów odbytych drogą pochwowå (zwłaszcza noworodków makrosomicznych), a także wysiłkowy charakter pracy zawodowej.

Wysiłkowe nietrzymanie moczu stanowi istotny problem medyczny, niejednokrotnie radykalnie pogarszający jakość życia, który według badań epidemiologicznych dotyka od 26,4% do nawet 44% kobiet w zależności m.in. od wieku i grupy etnicznej [16, s. 234–236; 8, s. 352–360; 7, s. 32–36]. W etiologii wysiłkowego nietrzymania moczu podkreśla się znaczenie ubytków włókien mięśniowych w obrębie przepony moczowo-płciowej, słabnącå ich responsywność na bodźce nerwowe oraz progresywne zastępowanie tkanki mięśniowej włóknami tkanki łącznej [14, s. 234–238]. Wysiłkowemu nietrzymaniu moczu bardzo często towarzyszy w takich przypadkach spadek napięcia ścian pochwy ze zmniejszonym ciśnieniem śródpochwowym oraz atrofiå śluzówkowå, dając kliniczny obraz określaný jako zespół rozluźnienia ścian pochwy, z częstym obniżeniem lub wypadaniem narządu rodnege.

Podjęcie terapeutyczne w przypadkach wysiłkowego nietrzymania moczu zakłada odtworzenie kąta cewkowo-pęcherzowego, co można uzyskać na wiele sposobów: od wzmocnienia siły oraz turgoru mięśni dna miednicy (w tym wykorzystując narzędzia treningowe, takie jak np. PelviFly,

lub elektromagnetyczną stymulację tych mięśni), poprzez oddziaływanie farmakologiczne (głównie miejscowe preparaty estriolu i kwasu hialuronowego) lub oddziaływanie wysokoenergetyczne (stymulacja za pomocą laserów frakcyjnych lub zogniskowanych ultradźwięków HIFU – High Intensity Focused Ultrasound), aż do korekty operacyjnej (współcześnie głównie procedury pochwowej implantacji beznapięciowych taśm podtrzymujących przednią ścianę pochwy). Dobór sposobu leczenia zależy przede wszystkim od stopnia nasilenia wysiłkowego nietrzymania moczu i współwystępujących patologii. Z reguły jednak do interwencji chirurgicznej kwalifikowane są te pacjentki, u których nieinwazyjne lub mało inwazyjne metody nie przyniosły efektu. Postawa taka wynika – poza aspektami ekonomicznymi – między innymi z relatywnie wysokiej częstości powikłań i trudności w przeprowadzeniu pozabiegowej korekty implantu [12, s. 111–118], a także ze zrozumiałego oporu pacjentek przed znaczącą ingerencją zabiegową. W ostatnich latach obserwuje się zatem wzrost zainteresowania zastosowaniami laserów, w tym głównie laserów CO₂, a w znacznie mniejszym stopniu Er:Yag, w leczeniu zarówno wysiłkowego nietrzymania moczu, jak też zespołów atrofizacji pochwowej. Pominąwszy kwestię obiektywizacji wyników prowadzonego z ich zastosowaniem leczenia, jego efekty są zachęcające. Opublikowana w 2022 r. metaanaliza wykazała, że wskaźnik całkowitych wyleczeń po zastosowaniu terapii laserowej (zarówno CO₂, jak i Er:Yag) wynosi od 21% do 36% na przestrzeni 6 miesięcy od zabiegu, zaś wskaźnik istotnej poprawy sięga 80%, choć ujawniła się wyraźna tendencja do znacznego ograniczenia efektywności wraz z wydłużeniem czasu obserwacji do 24–36 miesięcy [21, s. 544–550].

56

Nie zostało dotychczas jednoznacznie określone podłoże morfologiczne, na którym uzyskiwany jest efekt terapeutyczny po zastosowaniu laserów w leczeniu wysiłkowego nietrzymania moczu, co wydaje się kluczowe dla celowanego doboru odpowiednich parametrów wiązki laserowej używanej w tym wskazaniu. Najczęściej podkreśla się dominujący efekt denaturacyjny względem włókien kolagenowych, co w następstwie powoduje remodelowanie podśluzówkowej warstwy tkanki łącznej i powięzi, prowadząc do wzrostu napięcia ściany pochwy [2, s. 681–685]. W poszukiwaniu obiektywnych wyznaczników skutku oddziaływania energii laserowej na ścianę pochwy i cewkę moczową ważnym elementem jest ocena ciśnienia

śródpochwowego i jego zmian w następstwie leczenia kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu. Założyć można bowiem, że uzyskanie wzrostu napięcia ścian pochwy i podwyższenie statycznego ciśnienia wewnątrzpochwowego oraz – tym bardziej – ciśnienia w skurczu, stanowić może surrogat i element prognozowania wyniku leczenia.

2. Cel pracy

Za cel pracy postawiono ocenę wpływu rejuwenacji ścian pochwy prowadzonej za pomocą frakcyjnego lasera CO₂ na spoczynkowe i skurczowe ciśnienie wewnątrzpochwowe u pacjentek po menopauzie z wysiłkowym nietrzymaniem moczu stopnia małego do umiarkowanego.

3. Materiał i metody

3.1. Grupa badana

Przeprowadzone badanie ma charakter prospektywnej obserwacji klinicznej. Leczenie i obserwacje prowadzone były w Centrum Medycznym GENIX w Lublinie w okresie 1.01.2018 – 20.10.2020 r., a na ich przeprowadzenie uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Collegium Medicum Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach (numer 23/2017 z dnia 29.06.2017 r.). Do badania włączono 51 kobiet po menopauzie, u których czas od wystąpienia ostatniego krwawienia był nie krótszy niż 18 miesięcy przy średniej 36 miesięcy i zakresie od 18 do 75 miesięcy. Wiek badanych kobiet mieścił się w zakresie 50–62 lata przy średniej 55,6 lat. Podstawowym kryterium włączenia do badań i jednocześnie wskazaniem do podjęcia leczenia był zespół atrofizacji pochwy z objawami wysiłkowego nietrzymania moczu stopnia małego i średniego, przy ujemnej próbie kaszlowej. U wszystkich kwalifikowanych do leczenia pacjentek przeprowadzono farmakologiczne leczenie przeciwatroficzne oparte na dopochwowym podaniu preparatów estriolu i kwasu hialuronowego, zakończone co najmniej na 4 miesiące przed przeprowadzeniem pierwszego zabiegu rejuwenacji

laserowej. U żadnej z pacjentek nie prowadzono ogólnoustrojowej hormonalnej terapii zastępczej w okresie leczenia, obserwacji pozabiegowych, a także w czasie co najmniej 4 miesięcy poprzedzających zabieg.

3.2. Interwencja

Wszystkie pacjentki zakwalifikowane do badania poddawane były dwukrotnie standaryzowanej procedurze laserowej plastyki (rejuwenacji) ścian pochwy: czas upływający pomiędzy 1. a 2. zabiegiem był nie krótszy niż 2 miesiące i nie dłuższy niż 3 miesiące.

Zabieg przeprowadzany był ambulatoryjnie po miejscowym znieczuleniu śluzówki pochwy uzyskiwanym poprzez powierzchniowe rozprószanie żelu zawierającego chlorowoderek lidokainy w stężeniu 20 mg/g, na 30 minut przed rozpoczęciem zabiegu. Ten ostatni przeprowadzany był z zastosowaniem lasera CO₂ EdgeOne o mocy 30 W, produkowanego przez firmę Jeisys, wyposażonego w programowany skaner wiązki laserowej oraz aplikator dopochwowy umożliwiający sukcesywne uzyskanie obwodowego pokrycia rastrem całego obszaru śluzówki pochwy w postaci pierścieni o skoku 10 mm od sklepień do przedsionka pochwy. W trakcie przeprowadzania zabiegów objętych przedstawianym badaniem stosowano jako standard następujące parametry lasera: moc 30 W; pokrycie 1,6%, punkt co 0,8 mm; energia impulsu 80 mJ (w zakresie od 70 do 90 mJ w zależności od sytuacji klinicznej); powtórzenie impulsu (stacking) – 2 razy; całkowity czas trwania zabiegu wynosił standardowo od 20 do 30 minut.

58

3.3. Obserwacje

U każdej pacjentki dokonywano pomiaru ciśnienia śródpochwowego zarówno statycznego, jak i dynamicznego (po świadomym skurczu mięśni dna miednicy). Badanie ciśnienia statycznego i dynamicznego wykonywano w trzech punktach czasowych: bezpośrednio przed 1. zabiegiem, bezpośrednio przed 2. zabiegiem oraz 4 miesiące po 2. zabiegu. Pomiaru ciśnienia dokonywano za pomocą pneumatycznego waginotensjometru cyfrowego zintegrowanego z urządzeniem VagiTight i wyrażano w jednostkach

mmH₂O. Aby określić dokładność i powtarzalność wyników badania ciśnienia śródpochwowego z zastosowaniem wyżej wymienionego urządzenia, przeprowadzono uprzednio pomiary ciśnienia statycznego i dynamicznego (w skurczu) w niezależnej grupie 96 kobiet. Wyniki tych badań wykazały, że dla pomiarów ciśnienia w spoczynku średnia różnica pomiędzy pomiarami wynosi 1,56 mmH₂O, przy odchyleniu standardowym różnic wynoszącym 1,01, zaś dla pomiarów w skurczu odpowiednie wartości wynoszą 2,33 mmH₂O oraz 1,37. Przedstawione wyniki badań nad powtarzalnością i dokładnością pomiaru ciśnienia śródpochwowego waginotensjometrem VagiTight będą stanowiły temat odrębnej publikacji.

3.4. Analiza statystyczna

Do analizy wykorzystano test Kruskala-Wallisa. Porównania wielokrotne przeprowadzono z wykorzystaniem testu Duna. Do analizy zmian w czasie, gdy liczba pomiarów była większa niż dwa, zastosowano test Friedmana. Użyto oprogramowania Statistica 13.1.

4. Wyniki

4.1. Zmiany statycznego ciśnienia śródpochwowego w następstwie laserowej rejuwenacji pochwy

Czynnikiem wewnątrzobiektywnym mierzonym na trzech poziomach był czas wykonania badania: przed 1. zabiegiem, przed 2. zabiegiem oraz 4 miesiące po 2. zabiegu. Zmienną zależną było ciśnienie śródpochwowe zmierzone w stanie spoczynku (wyrażone w mmH₂O) – tabela 1.

W wyniku przeprowadzonej analizy zauważono występowanie istotnego statystycznie efektu głównego czasu wykonania badania Friedmana: 64,17; $p < 0,001$.

Tabela 1. Wyniki analizy różnic pomiędzy ciśnieniem śródpochwowym zmierzonym w stanie spoczynku przed 1. zabiegiem, przed 2. zabiegiem oraz 4 miesiące po 2. zabiegu

Ciśnienie śródpochwowe w spoczynku	N	M	SD	Friedman	df	p	post hoc
Przed 1. zabiegiem	51	44,39	7,54	64,17	2	0,000	1: (< 2; < 3)
Po 1. zabiegu	51	47,59	6,89				2: (> 1; < 3)
Po 2. zabiegu	51	49,84	7,31				3: (> 1; > 2)

Objaśnienia: 1 – przed 1. zabiegiem; 2 – po 1. zabiegu; 3 – po 2. zabiegu; post hoc – wyniki porównań wielokrotnych przy wykorzystaniu testu Dunna wraz z kierunkiem występowania różnic przy założonym poziomie istotności: $p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

W celu sprawdzenia, na czym polegała istota tego efektu, zostały przeprowadzone porównania wielokrotne (post hoc) przy wykorzystaniu testu Dunna, które wykazały, że: średni poziom ciśnienia śródpochwowego zmierzonego w stanie spoczynku po 2. zabiegu ($M = 49,84$; $SD = 7,31$) był istotnie wyższy niż przed 1. zabiegiem ($M = 44,39$; $SD = 7,54$) oraz po 1. zabiegu ($M = 47,59$; $SD = 6,89$), ponadto średni poziom ciśnienia śródpochwowego, zmierzonego w stanie spoczynku po 1. zabiegu, był wyższy od ciśnienia zmierzonego przed 1. zabiegiem.

60

4.2. Zmiany dynamicznego ciśnienia śródpochwowego (w skurczu) w następstwie laserowej rejuwenacji pochwy

Czynnikiem wewnątrzobiektywnym mierzonym na trzech poziomach był czas wykonania badania: przed 1. zabiegiem, przed 2. zabiegiem oraz 4 miesiące po 2. zabiegu. Zmienną zależną było ciśnienie śródpochwowe zmierzone w stanie skurczu (wyrażone w mmHg) – tabela 2.

W wyniku przeprowadzonej analizy zauważa się występowanie istotnego statystycznie efektu głównego czasu wykonania badania Friedmana: $44,01$; $p < 0,001$.

Tabela 2. Wyniki analizy różnic pomiędzy ciśnieniem śródpochwowym zmierzonym podczas skurczu przed 1. zabiegiem, przed 2. zabiegiem oraz 4 miesiące po 2. zabiegu

Ciśnienie śródpochwowe w skurczu	N	M	SD	Friedman	df	p	post hoc
Przed 1. zabiegiem	51	95,69	16,98	44,01	2	0,000	1: (< 2; < 3)
Po 1. zabiegu	51	99,04	17,56				2: (> 1; < 3)
Po 2. zabiegu	51	100,98	16,54				3: (> 1; > 2)

Objaśnienia: 1 – przed 1. zabiegiem; 2 – po 1. zabiegu; 3 – po 2. zabiegu, post hoc – wyniki porównań wielokrotnych przy wykorzystaniu testu Dunna wraz z kierunkiem występowania różnic przy założonym poziomie istotności: $p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

W celu sprawdzenia, na czym polegała istota tego efektu, zostały przeprowadzone porównania wielokrotne (post hoc) przy wykorzystaniu testu Dunna, które wykazały, że: średni poziom ciśnienia śródpochwowego zmierzonego podczas skurczu po 2. zabiegu ($M = 100,98$; $SD = 16,54$) był istotnie wyższy niż przed 1. zabiegiem ($M = 95,69$; $SD = 16,98$) oraz po 1. zabiegu ($M = 99,04$; $SD = 17,56$), ponadto średni poziom ciśnienia śródpochwowego, zmierzonego w stanie skurczu po 1. zabiegu, był wyższy od ciśnienia zmierzonego przed 1. zabiegiem.

Obserwacje wykazały, że zarówno statyczne ciśnienie pochwowe, jak i ciśnienie dynamiczne (mierzone w świadomym skurczu mięśni dna miednicy) ulegają statystycznie istotnemu wzrostowi w następstwie przeprowadzenia zabiegu laserowej rejuwenacji pochwy w warunkach opisanego badania. Wzrost ten zależy od liczby przeprowadzonych zabiegów i zwiększa się istotnie po drugim zabiegu względem wartości uzyskiwanych po pierwszym zabiegu.

5. Dyskusja

Doświadczenia uzyskane w zastosowaniu laserów ablacyjnych w dermatologii i medycynie estetycznej skłoniły do podjęcia prób ich implementacji w leczeniu zespołów atrofizacji pochwy oraz wysiłkowego nietrzymania moczu,

w których kluczowe dla efektu terapeutycznego jest uzyskanie zwiększenia sprężystości i gęstości tkanek. Stosowane są współcześnie w tym celu dwa rodzaje laserów: dwutlenkowęgłowe (CO₂) oraz erbowo-yagowe (Er:Yag), emitujące światło o długości fali odpowiednio 10600 nm i 2940 nm [21, s. 544–550]. Lasery CO₂ wywierają na śluzówkę efekt ablacyjny, stąd ich znaczenie w pobudzeniu proliferacji nabłonkowej w zespołach atrofi-zacyjnych, zaś penetrując na głębokość do 600 mikrometrów podścieliska, powodują termicznie indukowaną koagulację białek i martwicę, co w konsekwencji pobudza proliferację fibroblastów, a w ślad za nią wzmożoną syntezę kolagenu i neoangiogenezę [11, s. 211–215]. Temperatura uzyskiwana w tkankach otaczających cewkę moczową po bodźcu Er:Yag osiąga wartość 60–70°C (porównywalną do efektu lasera CO₂), po penetracji promienia na głębokość do 500 mikrometrów, pozostawiając jednak śluzówkę pochwy nieuszkodzoną ablacyjnie [2, s. 681–685; 9, s. 37–42; 10, s. 635–643].

Niezależnie jednak od rodzaju zastosowanego lasera badania histopatologiczne wykazują podobne cechy przebudowy tkankowej w następstwie ich oddziaływania. Składają się na nie zwiększenie grubości pokładu nabłonkowego, zwiększenie gęstości włósniczkowej, powiększenie wypustek podścieliskowych, neokolagenogenezę oraz zmiany przestrzenne włókien matrix pozakomórkowego [22, s. 845–849; 13, s. 510–514]. W tym kontekście bezpieczeństwo oddziaływania wysokoenergetycznych zabiegów śródpochwowych jest kluczowym elementem warunkującym rozwój tych technik leczenia. Ostrzeżenie, jakie wydała w roku 2018 amerykańska Agencja do spraw Żywności i Leków (FDA – Food and Drug Administration), dotyczyło możliwości powikłań po dopochwowym zastosowaniu m.in. laserów oraz niejednoznacznych wynikach leczenia, jednak weryfikacja doniesień wykazała jedynie niewielką częstość występowania powikłań, na które składały się głównie ból i pieczenie pozabiegowe, plamienie i sporadycznie zmniejszenie czucia [5, s. 689–694]. W badaniach własnych nie zaobserwowano istotnych powikłań, poza plamieniem – występującym u 16% kobiet – oraz przemijającym obrzękiem, który pojawił się u 22% pacjentek.

Założenie badawcze tej części prezentowanych badań nie obejmowało oceny wpływu zabiegu na nasilenie wysiłkowego nietrzymania moczu u poddanych leczeniu kobiet, koncentrowało się zaś na obiektywizacji

wyniku oddziaływania laserowego pod postacią zmian ciśnienia wewnątrzpochwowego. Niezależnie od techniki pomiaru ciśnienia wewnątrzpochwowego (w spoczynku, podczas próby Valsalvy lub skurczu mięśni dna miednicy) wielokrotnie zaobserwowano zależność jego wartości od stopnia rozluźnienia ścian pochwy i towarzyszącego im wysiłkowego nietrzymania moczu. Większość dostępnych badań koncentruje się jednak na ocenie ciśnienia śródpochwowego w przypadkach obniżenia ścian pochwy i wypadaniu narządu rodnego [17, s. 943–948; 15, s. 3037–3044; 23, s. 165–169; 18, s. 592–600]. Powtarzalnie wykazano w nich zmniejszenie ciśnienia w przypadkach obniżenia ścian pochwy i znaczący jego wzrost po zabiegach korekcyjnych. Dowiedziono, że obniżone ciśnienie śródpochwowe jest istotnym czynnikiem rozwoju wysiłkowego nietrzymania moczu u kobiet po porodzie drogą cięcia cesarskiego [3, s. 1341–1346]. W badaniach obejmujących małą liczebnie grupę (54 kobiety) wykazano, że ciśnienie śródpochwowe u kobiet z wysiłkowym nietrzymaniem moczu było istotnie niższe niż w grupie kontrolnej [6, s. 109572–109578]. Prospektywne obserwacje nad efektami leczenia wysiłkowego nietrzymania moczu przynoszą zachęcające wyniki kliniczne, nie uwzględniają natomiast wpływu tych zabiegów na ciśnienie śródpochwowe [14, s. 234–238; 11, s. 211–215; 20, s. 2491–2497; 4, s. 100004–100008; 1, s. 65–69]. W efekcie odniesienie uzyskanych wyników do danych piśmiennictwa nie jest na obecnym etapie możliwe. Zasadnym wydaje się jednak zwrócenie uwagi na istotną wypadkową oddziaływania terapii laserowych, jaką stanowi zmiana ciśnienia śródpochwowego. O ile uznać można wykazany wzrost ciśnienia statycznego za efekt zmian strukturalnych w błonie śluzowej i – zwłaszcza – podna-błonkowej warstwie tkanki łącznej, o tyle zwiększenie ciśnienia skurczowego sugerować może zwiększenie reaktywności mięśni dna miednicy jako następstwo oddziaływania energetycznego wiązki laserowej.

Kolejnym etapem planowanej analizy jest skorelowanie uzyskanych wartości ciśnienia śródpochwowego zarówno ze stopniem zmian nasilenia klinicznego wysiłkowego nietrzymania moczu po zabiegach rejuwenacji laserowej, jak i ze zmianami trofiki śluzówkowej uzyskiwanymi w następstwie zabiegów laserowych.

6. Wnioski

Pojedynczy zabieg rejuwenacji pochwy z zastosowaniem frakcyjnego lasera dwutlenkowęgłowego powoduje istotne zwiększenie statycznego i dynamicznego ciśnienia śródpochwowego u pacjentek po menopauzie z wysiłkowym nietrzymaniem moczu. Uzyskiwany wzrost ciśnienia powiększa się po przeprowadzeniu kolejnego zabiegu. Obserwowane efekty mogą być podłożem klinicznej poprawy w przypadkach pomenopauzalnego wysiłkowego nietrzymania moczu.

7. Bibliografia

- [1] Adabi K., Golshahi F., Niroomansh S. et al., *Effect of the Fractional CO₂ Laser on the Quality of Life, General Health, and Genitourinary Symptoms in Postmenopausal Women with Vaginal Atrophy: A Prospective Cohort*, „J Lasers Med Sci” 2020, nr 11(1), s. 65–69.
- [2] Arunkalaivanan A., Kaur H., Onuma O., *Laser therapy as a treatment modality for genitourinary syndrome of menopause: A critical appraisal of evidence*, „Int Urogynecol J” 2017, nr 28(5), s. 681–685.
- [3] Barbosa A.M., Dias A., Marini G. et al., *Urinary incontinence and vaginal squeeze pressure two years post-cesarean delivery in primiparous women with previous gestational diabetes mellitus*, „Clinics (Sao Paulo)” 2011, nr 66(8), s. 1341–1346.
- [4] Behnia-Willison F., Nguyen T., Mohamadi B. et al., *Fractional CO₂ laser for treatment of stress urinary incontinence*, „Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol X” 2019, nr 1, s. 100004–100008.
- [5] Burkett L., Moalli P., Ackenbom I.M., *What Is Being Reported About Vaginal “Lasers”? An Examination of Adverse Events Reported to the Food and Drug Administration on Energy-Based Devices*, „Aesthet Surg J” 2022, nr 42(6), s. 689–694.
- [6] Cacciari L.P., Amorim A.C., Passaro A.C et al., *Intravaginal pressure profile of continent and incontinent women*, „J Biomech” 2020, nr 99, s. 109572–109578.

- [7] Chang K.M., Hsieh C.H., Chiang H.S et al., *Trends in inpatient female urinary incontinence surgery and costs in Taiwan, 1997–2011*, „Taiwan J Obstet Gynecol” 2017, nr 56(1), s. 32–36.
- [8] Coyne K.S., Sexton C.C., Thompson C.L. et al., *The prevalence of lower urinary tract symptoms (LUTS) in the USA, the UK and Sweden: Results from the Epidemiology of LUTS (EpiLUTS) study*, „BJU Int” 2009, nr 104(3), s. 352–360.
- [9] Fistonc N., Fistonc I., Gustek S.F. et al., *First assessment of short-term efficacy of Er:YAG laser treatment on stress urinary incontinence in women: prospective cohort study*, „Climacteric” 2015, nr 18 Suppl 1, s. 37–42.
- [10] Fistonc N., Fistonc I., Lukanovic A. et al., *Minimally invasive, non-ablative Er:YAG laser treatment of stress urinary incontinence in women – a pilot study*, „Lasers Med Sci” 2016, nr 31(4), s. 635–643.
- [11] Gonzalez Isaza P., Jaguszewska K., Cardona J.L. et al., *Long-term effect of thermoablative fractional CO₂ laser treatment as a novel approach to urinary incontinence management in women with genitourinary syndrome of menopause*, „Int Urogynecol J” 2018, nr 29(2), s. 211–215.
- [12] Kwon J., Kim Y. i Kim D.Y., *Second-Line Surgical Management After Midurethral Sling Failure*, „Int Neurourol J” 2021, nr 25(2), s. 111–118.
- [13] Lapii, G.A., Yakovleva A.Y. i Neimark A.I., *Structural Reorganization of the Vaginal Mucosa in Stress Urinary Incontinence under Conditions of Er:YAG Laser Treatment*, „Bull Exp Biol Med” 2017, nr 162(4), s. 510–514.
- [14] Long C.Y., Lee J., Loo Z.X et al., *The Clinical Effects of Pixel CO₂ Laser on Bladder Neck and Stress Urinary Incontinence*, „J Clin Med” 2022, nr 11(17), s. 234–238.
- [15] Marriott J., Pedofsky L., Smallridge J. et al., *Assessing vaginal pressure profiles before and after prolapse surgery using an intravaginal pressure sensor (femfit®)*, „Int Urogynecol J” 2021, nr 32(11), s. 3037–3044.
- [16] McGrother C.W., Donaldson M.M. i Thompson J.R., *Prevalence of and risk factors for urine leakage in a racially and ethnically diverse*

- population of adults: The Boston Area Community Health (BACH) Survey*, „Am J Epidemiol” 2008, nr 168(2), s. 234–236.
- [17] Mouritsen L., Hulbaek M., Brostrom S. et al., *Vaginal pressure during daily activities before and after vaginal repair*, „Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct” 2007, nr 18(8), s. 943–948.
- [18] Parkinson L.A., Karjalainen P.K., Mukherjee S. et al., *Vaginal pressure sensor measurement during maximal voluntary pelvic floor contraction correlates with vaginal birth and pelvic organ prolapse – A pilot study*, „Neurourol Urodyn” 2022, nr 41(2), s. 592–600.
- [19] Patel P.D., Amrute K.V. i Badlani G.H., *Pelvic organ prolapse and stress urinary incontinence: A review of etiological factors*, „Indian J Urol” 2007, nr 23(2), s. 135–141.
- [20] Perino A., Cucinella G., Gugliotta G. et al., *Is vaginal fractional CO₂ laser treatment effective in improving overactive bladder symptoms in post-menopausal patients? Preliminary results*, „Eur Rev Med Pharmacol Sci” 2016, nr 20(12), s. 2491–2497.
- [21] Ruffolo A.F., Braga A., Torella M. et al., *Vaginal Laser Therapy for Female Stress Urinary Incontinence: New Solutions for a Well-Known Issue-A Concise Review*, „Medicina (Kaunas)” 2022, nr 58(4), s. 544–550.
- [22] Salvatore S., Leone Robert Maggiore U., Athanasiou S. et al., *Histological study on the effects of microablative fractional CO₂ laser on atrophic vaginal tissue: an ex vivo study*, „Menopause” 2015, nr 22(8), s. 845–849.
- [23] Tan C., Tan M., Geng J. et al., *Rectal-vaginal pressure gradient in patients with pelvic organ prolapse and symptomatic rectocele*, „BMC Womens Health” 2021, nr 21(1), s. 165–169.

CO₂ laser vaginal rejuvenation influence on intravaginal pressure in women with urinary stress incontinence

Summary: Among numerous measures to treat postmenopausal stress urinary incontinence the vaginal CO₂ laser rejuvenation procedures are gaining attention. Although clinical results are encouraging there is still gap in knowledge of anatomical-physiological mechanisms providing the obtained results. The aim of this prospective observational study was to evaluate what impact the CO₂ laser vaginal rejuvenations exert on static and dynamic

intravaginal pressure. Methods and material: 51 postmenopausal women with mild stress urinary incontinence were enrolled. Intravaginal static and dynamic (during pelvic floor muscles contraction) pressure was measured in three time points: before first laser rejuvenation procedure, two months later, before second procedure and four months after second procedure. Results: statistically significant increase in mean static intravaginal pressure was demonstrated after completion of the first procedure followed by further increase after 4 months post second procedure – 44,39 mmH₂O ; 47,59 mmH₂O and 49,8 mmH₂O respectively. Similarly, mean dynamic intravaginal pressure significantly increased in relevant time points from 95,69 through 99,04 to 100,9 mmH₂O. Conclusion: Significant increase in static intravaginal pressure after CO₂ laser rejuvenation may be considered as one of the effects of collagen remodelling of vaginal wall. Increase in dynamic intravaginal pressure may reflect stimulating effect the CO₂ laser treatment exerts on pelvic floor muscles reactivity.

Key words: Stress urinary incontinence, CO₂ laser, intravaginal pressure.

Tytuł rozdziału i streszczenie w języku angielskim w tłumaczeniu własnym Autora.