

# Мерење снаге мишића пода карлице жена вагиналним динамометром

Катарина Парезановић-Илић<sup>1</sup>, Милорад Јевтић<sup>1</sup>, Бранислав Јерemiћ<sup>2</sup>, Слободан Арсенијевић<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Центар за физикалну медицину и рехабилитацију, Клинички центар, Крагујевац, Србија;

<sup>2</sup>Центар за теротехнологију и трибологију, Машински факултет, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, Србија;

<sup>3</sup>Гинеколошко-акушерска клиника, Клинички центар, Крагујевац, Србија

## КРАТАК САДРЖАЈ

**Увод** Карлично дно се састоји од међусобно повезаног система који чине мишићи, везивно ткиво и нервне компоненте. Оштећењем било којег од ових елемената настаје дисфункција која се испољава кроз стрес-уринарну инконтиненцију, пролапс гениталних органа и фекалну инконтиненцију.

**Циљ рада** Основни циљ клиничке студије био је да се прикаже могућност објективне процене сила мишића пода карлице здравих и болесних жена помоћу новог инструмента – вагиналног динамометра, те да се утврди корелација вредности сила мишића пода карлице добијених вагиналним динамометром и методом палпације.

**Методе рада** Истраживање је обухватило 90 жена старости од 20 до 58 година које су сврстане у две групе. Прву групу су чиниле здраве испитанице које су рађале или нису рађале, а другу групу оперисане или неоперисане жене које пате од инконтиненције, односно пролапса гениталних органа. Снага мишића пода карлице свих жена мерена је вагиналним динамометром, инструментом који се састоји од редизајнираног спекулума, који се увлачи у вагину, и сензора за мерење силе. Резултати мерења су затим поређени с клинички валидном палпацијом са два прста.

**Резултати** Статистички значајна линеарна корелација забележена је у вредностима измерене силе мишића вагиналним динамометром и оцена добијених дигиталном палпацијом ( $r=0,92$ ;  $p<0,001$ ). Средња вредност силе мишића здравих жена мерена вагиналним динамометром била је  $1,44\pm 0,38$  daN, а болесних  $0,78\pm 0,31$  daN ( $t=8,89$ ;  $df=88$ ;  $p<0,001$ ). Средња вредност оцена добијених дигиталном палпацијом код здравих жена била је 4,10 (95% CI 3,83-4,37), а код болесних 2,41 (95% CI 2,10-4,16;  $Z=-6,38$ ;  $p<0,001$ ).

**Закључак** Вагинални динамометар је коришћен како би се превазишла ограничења раније приказаних техника мерења силе мишића пода карлице. Његова примена у клиничкој пракси омогућава објективно, нумеричко проценивање сила мишића пода карлице независно од субјективне процене испитивача. Употреба овога инструмента омогућава не само дијагностиковање проблема пода карлице жена, већ и објективно праћење резултата рехабилитационе гинеколошке медицине.

**Кључне речи:** под карлице; сила; уринарна инконтиненција; вагинални динамометар

## УВОД

Слабост мишића пода карлице је значајан фактор у настанку стрес-уринарне инконтиненције, пролапса гениталних органа и фекалне инконтиненције [1, 2, 3]. Може да настане због вагиналног порођаја, хормонских поремећаја, хистеректомије, старости и многих других фактора [4-7]. Стрес-уринарна инконтиненција код жена се дефинише као невољно отицање урина приликом физичког напора, кијања и кашљања [8]. Врло је учестали поремећај који, поред својих медицинских импликација, представља значајан хигијенски и психосоцијални проблем [9, 10, 11]. Етиологија је мултифакторска, а као решење овога проблема примењују се хируршко и конзервативно лечење [12]. Конзервативни третман обухвата вежбање мишића пода карлице, биофидбек, електричну стимулацију и вагиналне купе [13].

С анатомско функционалног аспекта мишићи пода карлице се деле на мишиће који чине горњу, средњу и доњу карличну пречагу. Горња карлична пречага се састоји од *m. pubococcygeus* напред и *m. levator ani* позади. Средњу карличну пречагу чине уздужни мишићи ануса и кратки пругасти мишићи. Они се не везују за ректум, већ повезују горњу и доњу карличну пречагу. Доња кар-

лична пречага се састоји од мишића који належу на перинеалну мембрану: *m. bulbocavernosus*, *m. ischiocavernosus* и *m. transversus perinei superficialis et profundus* [14].

Функционална процена мишића пода карлице је веома значајан параметар на основу којег лекар одлучује да ли ће применити хируршко или конзервативно лечење и на основу којег се може пратити успех лечења болесника. У светској литератури се помиње неколико метода на основу којих се процењује снага мишића пода карлице: дигитална палпација [5, 15], перинеометријска мерења [16, 17], електромиографија [1, 18], перинеални ултразвук [19, 20] и вагиналне купе [21, 22]. Њихови недостаци су: субјективно и индиректно мерење, могућност прављења грешака приликом мерења и велики материјални трошкови за рутинско коришћење појединих дијагностичких метода.

Потреба за једноставним и прецизним мерењем довела нас је на идеју о конструисању вагиналног динамометра, инструмента који служи за мерење сила контракције мишића пода карлице жена. Он се састоји од редизајнираног спекулума који се увлачи у вагину и којем је придодат сензор за мерење силе. Иновација се огледа у развоју савременог динамометра по принципу мерних трака и Винстоновог (*Winston*) моста. Физичко

деловање сила пода карлице се преноси на динамометар, где се претвара у електрични сигнал пропорционалан величини сила.

## ЦИЉ РАДА

Основни циљ клиничке студије био је да се прикаже могућност објективне процене сила мишића пода карлице здравих и болесних жена помоћу вагиналног динамометра и утврди корелација вредности силе мишића пода карлице добијених применом овога инструмента и методом палпације.

## МЕТОДЕ РАДА

Проспективна клиничка студија је изведена на Гинеколошко-акушерској клиници Клиничког центра у Крагујевцу током 2007. и 2008. године, након одобрења Етичког комитета Клиничког центра у Крагујевцу и усменог и писаног пристанка испитаница. Студија је обухватила 90 испитаница старости од 20 до 58 година које су сврстане у две групе. Прву групу су чиниле здраве жене које су рађале или нису рађале, а другу групу оперисане или неоперисане жене које су патиле од инконтиненције, односно пролапса гениталних органа. Из истраживања су искључене жене које су се порађале царским резом или болују од гинеколошких обољења (запаљења у малој карлици, крварења, бенигнух и малигнух тумора).

Свим женама је одређивана снага мишића пода карлице субјективном методом, дигиталном палпацијом, користећи скалу за мерење контракције мишића ди-

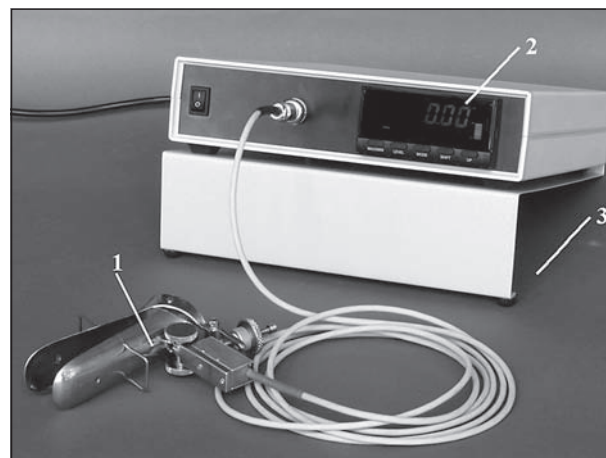
**Табела 1.** Скала за процену контракција мишића дигиталном палпацијом (DPA скала)

**Table 1.** Scale for muscle contraction measurement by digital palpation (DPA scale)

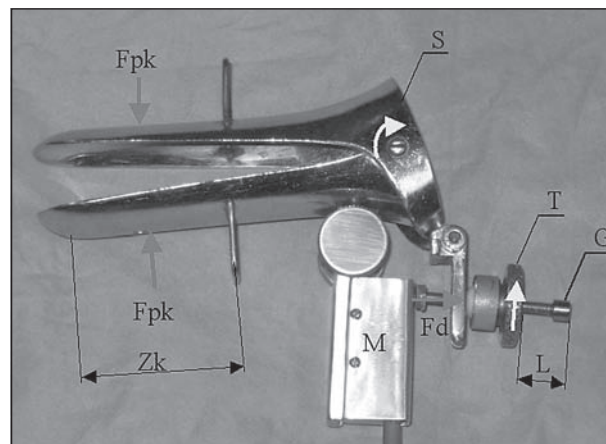
Оцене Rating	Одговор Response
0	Нема ни визуелне, ни палпабилне контракције There is neither visual, nor palpable contraction
0.5	Нема визуелне контракције, једва опипљива контракција There is no visual contraction, hardly palpable contraction
1	Треперење, трајање контракције мање од једне секунде Quivering, contraction lasted less than one second
2	Слаба контракција, трајање контракције 1-2 секунде Weak contraction, duration of contraction 1-2 seconds
3	Средња контракција, трајање контракције 2-3 секунде Medium contraction, duration of contraction 2-3 seconds
4	Јака контракција, трајање контракције 3-5 секунди Strong contraction, duration of contraction 3-5 seconds
5	Врло јака контракција, трајање контракције више од пет секунди Very strong contraction, duration of contraction more than five seconds

гиталном палпацијом (енгл. *digital pelvic assessment rating scale – DPA*) [1, 6], а затим су добијене вредности поређене с вредностима измереним помоћу вагиналног динамометра. Дигиталну палпацију је изводио лекар користећи два прста, као при гинеколошком прегледу: жена затеже мишиће пода карлице и испитивач даје оцену од 0 до 5, користећи DPA скалу. Дигиталну палпацију је изводио увек исти гинеколог, чиме се избегло варирање оцена које би дали различити испитивачи. Ова метода се већ дуго година примењује у пракси у многим клиникама и служила је као стандард у овом раду за поређење с налазима добијеним вагиналним динамометром. Оцене и вредности DPA скале дате су у табели 1.

Инструмент помоћу којег је мерена сила контракције мишића пода карлице жена – вагинални динамометар (Слика 1) конструисан је на Машинском факултету Универзитета у Крагујевцу захваљујући сарадњи професора Машинског и Медицинског факултета. Он се састоји од: инструмента за мерење сила контракци-



**Слика 1.** Вагинални динамометар  
**Figure 1.** Vaginal dynamometer



**Слика 2.** Инструмент за мерење силе контракције мишића пода карлице.

**Figure 2.** Instrument for measuring the contraction forces of the pelvic floor musculature

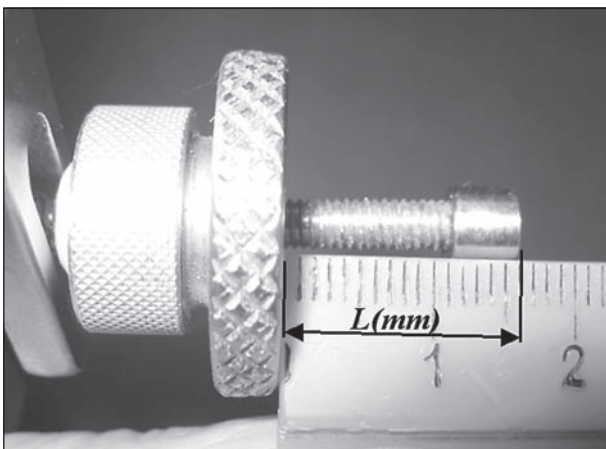
S – интегрални склоп спекулума; M – сензор за мерење силе контракције мишића пода карлице; T – точићи за оптерећење; G – граничник; Fpk – сила контракције мишића пода карлице; Fd – сила на сензору за мерење силе; Zk – зона контакта; L – оптерећење

S – integral composition of the speculum; M – sensor for measuring the contraction forces of the pelvic floor musculature; T – load wheel; G – limiter; Fpk – the contraction forces of the pelvic floor musculature; Fd – force on the sensor for measuring of the force; Zk – contact zone; L – load

је мишића пода карлице с каблом (позиција 1), мерног инструмента са дисплеј-јединицом и аналогним излазом за мониторинг (позиција 2) и постоља (позиција 3). Основу инструмента чини редизајнирани спекулум којем је додат сензор за мерење силе. Изглед спекулума је промењен у делу полука које служе за преношење силе неопходне за размицање кашика после пласирања у вагину. Код инструмента за мерење силе контракције мишића пода карлице остварено је да се ручним окретањем точкића за оптерећење ( $T$ ) у смеру казаљке на сату врши размицање кашика (Слика 2). На овај начин је првенствено постигнуто да се брзина размицања кашика може регулисати брзином окретања точкића, а размакнуте кашике задржати у жељеном положају. При том се силе контракције мишића пода

**Табела 2.** Позиција точкића за оптерећење ( $L$ ) и фактор ( $Kf$ )  
**Table 2.** The load wheel position ( $L$ ) and factor ( $Kf$ )

$L$ (mm)	$Kf$
10.0	1.40
10.5	1.45
11.0	1.50
11.5	1.56
12.0	1.61
12.5	1.66
13.0	1.71
13.5	1.77
14.0	1.82
14.5	1.87
15.0	1.93
15.5	1.98
16.0	2.03
16.5	2.08
17.0	2.14
17.5	2.19
18.0	2.24
18.5	2.29
19.0	2.35
19.5	2.40
20.0	2.46
20.5	2.51
21.0	2.56
21.5	2.61
22.0	2.67



**Слика 3.** Очитавање позиције точкића за оптерећење ( $L$ )  
**Figure 3.** Reading of the load wheel position ( $L$ )

карлице ( $Fpk$ ) с полужним системом преносе на сензор за мерење ( $M$ ). Због промене односа дужине кракова полука при окретању точкића у смеру казаљке на сату, мења се и позиција точкића, односно дужина ( $L$ ). Калибрација је изведена с познатим јединичним оптерећењем  $Fpk=1 daN$ , које је деловало на средини зоне контакта ( $Zk$ ). Другим речима, при калибрацији је симулирана резултујућа сила ( $Fpk=1 daN$ ) која би настала од контракције мишића пода карлице у зони контакта. Променом позиције точкића за оптерећење у односу на граничник ( $G$ ), чије су вредности изражаване у милиметрима, на дисплеју су очитаване вредности сила на сензору за мерење силе ( $Fd$ ). На овај начин је утврђен фактор ( $Kf$ ) који служи за тачно дефинисање силе контракције мишића пода карлице *in vivo* у зависности од отворености кашика спекулума. Сила  $Fpk$  је резултанта настала од контракције мишића пода карлице у зони контакта.

Мерење се изводи тако што се свакој испитаници објасни методологија примене новог инструмента. Испитаница се замоли да заузме положај на гинеколошком столу који је потребан за гинеколошки преглед. Инструмент се поставља у вагину са затвореним кашикама до граничника, а затим се окретањем точкића врши размицање кашика док се не успостави контактни притисак између инструмента и зида вагине. По постављању инструмента жена грчи, односно затеже мишиће пода карлице у трајању од шест секунди, а на кашике инструмента делују силе мишића пода карлице. На тај начин се физичко деловање сила пода карлице преноси на динамометар као сила на сензору и претвара у електрични напонски сигнал, чија је вредност пропорционална величини сила пода карлице. Потом следи пауза од 12 секунди. Исти поступак се понавља пет пута, како би се израчунала средња вредност. Нумеричка вредност измерене силе приликом сваке контракције се очитава на дисплеју инструмента.

Сила контракције мускулатуре пода карлице при мерењу *in vivo* јесте количник вредности силе очитане на дисплеју и фактора:  $Fpk (daN) = Fd (daN) / Kf$ . Фактор се очитава из табеле 2 за претходно измерену вредност  $L (mm)$ , као позиције точкића за оптерећење при којој је настала сила  $Fd (daN)$  (Слика 3).

За статистичку обраду података коришћени су: линеарна корелација, једнофакторска анализа варијансе, Бонферонијев (*Bonferroni*) тест за мултиплу компарацију, Студентов  $t$ -тест за независне узорке и Ман-Витнијев (*Mann-Whitney*) тест.

## РЕЗУЛТАТИ

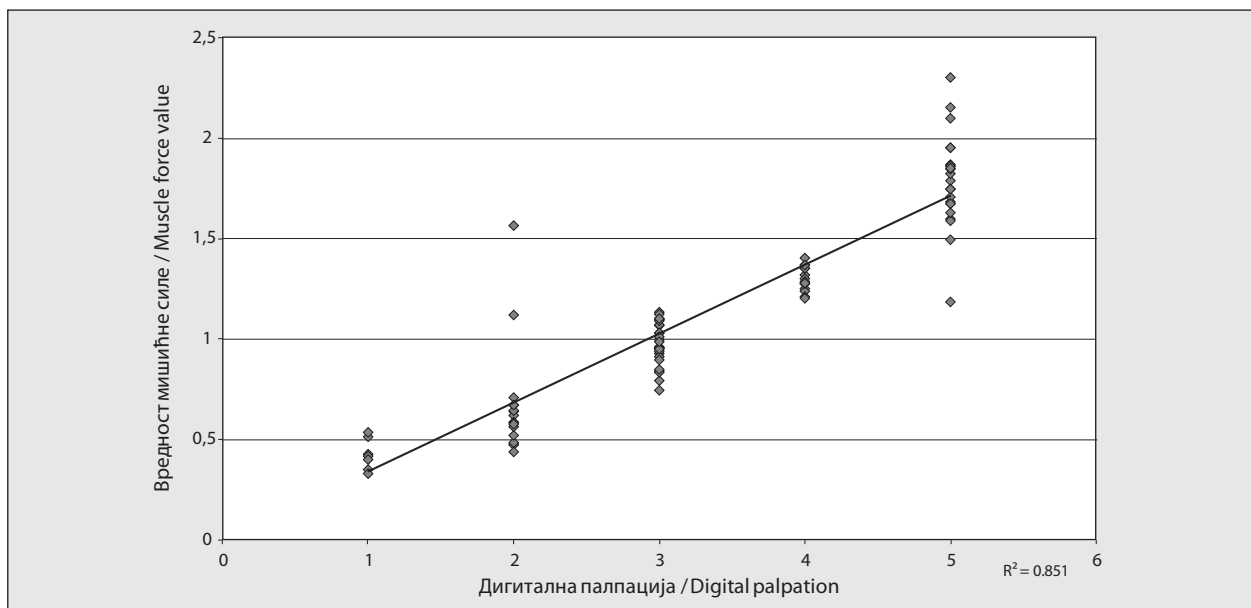
Након детаљне клиничке анализе мерења мишића пода карлице дигиталном палпацијом и вагиналним динамометром добијени су резултати који су приказани у табели 3.

Статистички значајна линеарна корелација забележена је у вредностима измерене силе мишића и оцена добијених дигиталном палпацијом ( $r=0,92$ ;  $p<0,001$ ). Једначина праве којом је описан облик повезаности

**Табела 3.** Подаци о испитаницама и вредности силе мишића измерене вагиналним динамометром и дигиталном палпацијом  
**Table 3.** Data on respondents and values of muscle force measured by vaginal dynamometer and digital palpation

Редни број Ordinal number	Старост (године) Age (years)	Рађала Gave birth	Број порођаја Number of deliveries	Инконтиненција Incontinence	Гинеколошке операције или пролапс Gynaecological surgeries or prolapse	Вредност силе мишића за све испитанице Value of the muscle force for all patients	Дигитална палпација Digital palpation
1	25	-	0	-	-	1.56	5
2	20	-	0	-	-	1.79	5
3	21	-	0	-	-	1.95	5
4	49	+	1	-	-	1.87	5
5	43	+	2	+	-	0.43	1
6	43	+	1	-	-	0.93	3
7	29	+	2	+	-	1.10	3
8	47	-	0	-	-	1.25	4
9	38	+	2	+	-	0.64	2
10	32	+	2	+	-	0.95	3
11	55	+	2	+	+	0.35	1
12	38	+	2	+	-	0.62	2
13	47	-	0	+	-	1.32	4
14	45	+	2	-	-	1.74	5
15	43	+	2	+	-	0.48	2
16	50	+	3	+	-	0.42	1
17	41	+	3	+	-	0.47	2
18	50	+	2	+	-	0.84	3
19	39	+	2	+	-	0.49	2
20	45	-	0	-	-	0.79	3
21	50	+	3	+	-	0.59	2
22	43	+	2	-	-	1.10	3
23	55	+	2	-	-	0.94	3
24	22	-	0	-	-	1.67	5
25	43	-	0	+	-	0.96	3
26	47	+	3	-	-	1.28	4
27	43	+	2	-	-	1.37	4
28	38	-	0	-	-	1.68	5
29	22	-	0	-	-	1.82	5
30	46	+	3	+	-	0.96	3
31	56	+	3	+	-	0.56	2
32	37	+	2	-	-	1.24	4
33	38	+	3	+	-	0.40	1
34	24	-	0	-	-	1.84	5
35	31	-	0	-	-	1.13	3
36	42	+	2	-	-	1.70	5
37	51	-	0	-	-	1.35	4
38	34	-	0	+	-	1.12	2
39	48	+	3	+	-	0.75	3
40	51	-	0	+	-	1.10	3
41	48	-	0	-	-	1.03	3
42	48	+	3	+	-	0.10	3
43	51	+	3	+	-	1.07	3
44	56	+	2	+	+	0.67	2
45	39	+	1	+	+	0.64	2
46	50	+	3	+	+	0.51	1
47	49	+	2	-	-	0.71	2
48	31	-	0	-	-	1.86	5
49	37	+	1	-	-	0.91	3
50	48	+	3	+	+	0.54	1
51	45	+	3	+	+	0.33	1
52	20	-	0	-	-	1.56	2
53	35	+	3	+	-	0.83	3
54	21	-	0	-	-	1.95	5
55	47	+	3	+	-	0.95	3
56	37	-	0	-	-	1.30	4
57	31	-	0	-	-	1.10	3
58	21	-	0	-	-	1.86	5
59	24	-	0	-	-	2.10	5
60	51	+	2	+	-	1.03	3
61	46	+	2	+	+	0.67	2
62	56	+	3	+	+	0.52	2
63	48	+	3	+	+	0.44	2
64	55	+	2	+	-	1.59	5
65	42	+	2	+	-	0.85	3
66	31	-	0	-	-	1.21	4
67	55	+	2	-	-	1.18	5
68	46	+	2	-	-	1.40	4
69	48	+	3	+	-	1.63	5
70	55	-	0	-	-	1.01	3
71	31	-	0	-	-	1.74	5

Редни број Ordinal number	Старост (године) Age (years)	Рађала Gave birth	Број порођаја Number of deliveries	Инконтиненција Incontinence	Гинеколошке операције или пролапс Gynaecological surgeries or prolapse	Вредност силе мишића за све испитанице Value of the muscle force for all patients	Дигитална палпација Digital palpation
72	32	-	0	-	-	1.67	5
73	48	+	2	+	+	0.90	3
74	58	+	2	-	-	1.85	5
75	50	+	2	+	-	0.95	3
76	21	-	0	-	-	2.30	5
77	47	+	2	+	+	0.58	2
78	50	+	1	-	-	1.12	3
79	54	+	2	-	-	1.49	5
80	41	+	2	-	-	1.29	4
81	24	+	3	-	-	2.15	5
82	32	-	0	-	-	1.09	3
83	49	-	0	-	-	1.28	4
84	50	-	0	-	-	1.35	4
84	46	+	2	-	-	1.10	3
86	43	+	1	-	-	1.20	4
87	37	+	1	-	-	1.37	4
88	35	+	2	-	-	1.28	4
89	52	+	1	+	+	0.58	2
90	46	+	2	+	-	0.99	3



**Графикон 1.** Корелација података добијених дигиталном палпацијом и вредности силе мишића мерене вагиналним динамометром  
**Graph 1.** Correlation between the data received by the digital palpation and muscle force values measured by the vaginal dynamometer

оцене мишићног теста и вредности измерене силе гласи:  $y=0,59+2,41x$ . Резултати указују на високо значајну повезаност испитиваних варијабли (Графикон 1).

Анализа варијансе показује да су разлике у вредности сила мишића између испитаница с различитом оценом на тесту статистички значајне ( $p<0,001$ ). Мултипла компарација показује да је разлика у вредности силе мишића између испитаница с оценом 1 (треперење) и оценом 2 (слаба контракција) добијеном дигиталном палпацијом статистички значајна ( $p=0,038$ ), а да су разлике у вредности силе мишића између свих других оцена добијених дигиталном палпацијом статистички високо значајне ( $p<0,001$ ). Средње вредности силе мишића код различитих оцена добијених дигиталном палпацијом дате су у табели 4.

Студентов  $t$ -тест за независне узорке је показао да је разлика вредности сила мишића мерена вагиналним динамометром између здравих и болесних жена статистички значајна. Средња вредност силе мишића здра-

вих жена била је  $1,44\pm 0,38$  daN, а болесних  $0,78\pm 0,31$  daN ( $t=8,89$ ;  $df=88$ ;  $p<0,001$ ).

Ман-Витнијев тест је показао да је разлика оцена добијених дигиталном палпацијом између здравих и болесних жена статистички значајна. Средња вредност оцена добијених дигиталном палпацијом код здравих жена била је 4,10 (95% CI 3,83-4,37), а код болесних испитаница 2,41 (95% CI 2,10-4,16;  $Z=-6,38$ ;  $p<0,001$ ).

**Табела 4.** Средње вредности силе мишића испитаница с различитом оценом добијеном дигиталном палпацијом  
**Table 4.** Medium muscle force value of the respondents with different rating received by the digital palpation

Оцена Rating	$\bar{X}\pm SD$
1	0.43±0.08
2	0.67±0.28
3	0.98±0.11
4	1.30±0.06
5	1.78±0.23

## ДИСКУСИЈА

Прецизну процену снаге мишића пода карлице је тешко одредити [1, 18]. Досада је у литератури описано неколико техника и метода на основу којих се врши процена снаге мишића пода карлице. То су: дигитална палпација, перинеометријска мерења, електромиографија, перинеални ултразвук и вагиналне купе [1, 15-22]. Све оне су ограничене давањем само индиректних и субјективних података о контракцијама мишића пода карлице. У овом раду је први пут приказан вагинални динамометар, новоконструисани инструмент који објективно и нумерички мери вредност силе мишића током контракције. Апарат је веома једноставан за употребу, а вредности силе контракције мишића се читавају као дигитални запис.

Најједноставнија метода за мерење снаге мишића пода карлице је дигитална палпација [1, 5, 15, 18]. Испитивање које је урађено у оквиру ове студије засновано је на оценама на *DPA* скали. У пракси се примењују и Оксфордско оцењивање, као и други системи за оцењивање. Ова метода је, међутим, ограничена зато што индиректно мери притисак и зато што су добијени налази субјективна оцена испитивача. С друге стране, његова брзина и лакоћа примене одвајају га од других тренутно прихваћених метода.

Перинеометар за мерење притиска се доста користи у клиничком раду и истраживањима, а служи за мерење интравагиналног притиска жена с континенцијом и инконтиненцијом [1, 16, 17, 18]. Међутим, овај инструмент је ограничен тиме што мери укупни притисак у вагини. Притисак измерен на овај начин је резултат укупног притиска мишића пода карлице, абдомена и адуктора, па се не могу разликовати појединачне вредности [1, 18].

Перинеометрија користи електромиографску (ЕМГ) активност и често се примењује у клиничкој пракси. Ова метода је ограничена зато што је индиректна, а порекло створених потенцијала се не може локализовати на мишиће карличног пода [1]. Претходне студије су показале да активност адукторских мишића повећава ЕМГ читавање. Поред тога, површинско ЕМГ читавање је непрецизно код квантитативног проце-

њивања снаге мишића. Његова корисност може да се ограничи на биофидбек [1, 18].

Перинеални ултразвук је предложен за функционалну процену мишића пода карлице, како би се измерила елевација грлића бешике током контракције карлице. Ово се показало као корисно средство биофидбека зато што прави разлику између затезања (спуштања грлића бешике) и контракције (елевација грлића бешике). Међутим, перинеални ултразвук не нуди могућност квантификовања резултата контракције мишића карличног пода [1, 18, 19, 20].

Вагиналне купе су такође биле корисне у процени и рехабилитацији карличног пода [21, 22], међутим, оне често нису добро прихваћене. Код жена с тешким пролапсом гениталних органа и израженом инконтиненцијом снижен вагинални тонус доводи до промене положаја купе и омогућава њено задржавање у задњем делу карлице без знатног учешћа мишића пода карлице. Контрерас Ортис (*Contreras Ortiz*) и сарадници [21] су известили о испитивању карличног пода користећи модификовану оптерећену купу (ИВД тест). Купе су биле веће од раније коришћених, али су добијени исти резултати [21].

## ЗАКЉУЧАК

Вагинални динамометар је покушај да се превазиђу ограничења претходно приказаних техника и метода мерења силе мишића. Његова примена у клиничкој пракси омогућава објективно, нумеричко процењивање сила мишића пода карлице независно од субјективне оцене испитивача. Употреба овога инструмента омогућава не само дијагностиковање проблема карличног пода жена, већ и објективно праћење резултата рехабилитационе гинеколошке медицине.

## ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујемо професорима Драгану Миловановићу и Драгићу Банковићу на помоћи у корекцији рада.

## ЛИТЕРАТУРА

- Guerette N, Neimark M, Kopka SL, Jones JE, Davila GV. Initial experience a new method for the dynamic assessment of pelvic floor function in women: the Kolpehin Pull Test. *Int Urogynecol J*. 2004; 15(1):39-43.
- Lemack GE, Zimmern PE. Sexual function after vaginal surgery for stress incontinence: results of a mailed questionnaire. *Urology*. 2000; 56(2):223-7.
- Bump RC, Mattiasson A, Bø K, Brubaker LP, DeLancey JO, Klarskov P, et al. The standardization of terminology of female pelvic organ prolapse and pelvic floor dysfunction. *Am J Obstet Gynecol*. 1996; 175(1):10-7.
- Grose D, Krahman H. Perineale Rehabilitation. *Krankengymnastic*. 2002; 54(10):1622-30.
- Brink CA, Sampselle CM, Wells TJ, Diokno AC, Gillis GL. A digital test for pelvic muscle strength in older women with urinary incontinence. *Nurs Res*. 1989; 38(4):196-9.
- Worth AM, Dougherty MC, McKey PL. Development and testing of the circumvaginal muscles rating scale. *Nurs Res*. 1986; 35(3):166-8.
- Bo K, Finckenhagen HB. Vaginal palpation of pelvic floor muscle strength: inter-test reproducibility and comparison between palpation and vaginal squeeze pressure. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2001; 80(10):883-7.
- Abrams P, Cardozo L, Fall M. The standardisation of terminology in lower urinary tract function: report from the standardisation sub-committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodinam*. 2002; 21:167-78.
- Rosen RC, Taylor JF, Leiblum SR, Bachmann GA. Prevalence of sexual dysfunction in women: results of a survey study of 329 women in an outpatient gynecologic unit. *J Sex Marital Ther*. 1993; 19(3):171-88.
- Read S, King M, Watson J. Sexual dysfunction in primary medical care: prevalence, characteristics and detection by the general

- practitioner. *J Public Health Med.* 1997; 19(4):387-91.
11. Azar M, Noohi S, Radfar S, Radfar MH. Sexual function in women after surgery for pelvic organ prolapse. *Int Urogynecol J.* 2007; 19(1):53-7.
  12. Reiffenstuhel G, Knapstein PG. Anterior colporrhaphy. In: Reiffenstuhel G, Platzer W, Knapstein PG, editors. *Vaginal Operations: Surgical Anatomy and Technique.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1996. p.132-7.
  13. Liebergall-Wischnitzer M, Hochner-Celniker D, Lavy Y, Manor O, Arbel R, Paltiel O. Paula method of circular muscle exercises for urinary stress incontinence – a clinical trial. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2005; 16(5):345-51.
  14. Petros PEP. *The Female Pelvic Floor.* Heidelberg: SMV; 2007.
  15. Worth AM, Dougherty MC, McKey PL. Development and testing of the circumvaginal muscles rating scale. *Nurs Res.* 1986; 35(3):166-8.
  16. Bo K, Kvarstein B, Hagen R, Larsen S. Pelvic floor muscle exercise for the treatment of female stress urinary incontinence: II. Validity of vaginal pressure measurements of pelvic floor muscle strength and the necessity of supplementary methods for control of correct contraction. *NeuroUrol Urodyn.* 2005; 9(5):479-87.
  17. McKey PL, Dougherty MC. The circumvaginal musculature: correlation between pressure and physical assessment. *Nurs Res.* 1986; 35(5):307-9.
  18. Peschers UM, Gingelmaier A, Jundt K, Leib B, Dimpfl T. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *Int Urogynecol J.* 2001; 12(1):27-30.
  19. Klein MC, Janssen PA, MacWilliams L, Kaczorowski J, Johnson B. Determinants of vaginalperineal integrity and pelvic floor functioning in childbirth. *Am J Obstet Gynecol.* 1997; 176(3):403-10.
  20. Peschers UM, Schaer GN, DeLancey JO, Schuessler B. Levator ani function before and after childbirth. *Br J Obstet Gynaecol.* 1997; 104(9):1004-8.
  21. Contreras Ortiz O, Coya Nunez F. Dynamic assessment of pelvic floor function in women using the intravaginal device test. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 1996; 7(6):317-20.
  22. Jonasson A, Larsson B, Pschera H. Testing and training of the pelvic floor muscles after childbirth. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1989; 68(4):301-4.

## Muscle Strength Measurement of Pelvic Floor in Women by Vaginal Dynamometer

Katarina Parezanović-Ilić<sup>1</sup>, Milorad Jevtić<sup>1</sup>, Branislav Jeremić<sup>2</sup>, Slobodan Arsenijević<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department for Physical Medicine and Rehabilitation, Clinical Centre, Kragujevac, Serbia;

<sup>2</sup>Terotechnology Centre, Mechanical Engineering Faculty, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia;

<sup>3</sup>Obstetrics and Gynaecology Clinic, Clinical Centre, Kragujevac, Serbia

### SUMMARY

**Introduction** The pelvic floor is made of a mutually connected system that consists of muscles, connecting tissue and nerve components. Damage to any of these elements creates dysfunction which is exerted through stress, urinary incontinence, prolapse of genital organs and faecal incontinence.

**Objective** The primary aim of this study was to present the possibility of objective assessment of pelvic floor muscle force in healthy and sick women using a newly designed instrument, the vaginal dynamometer, as well as to establish the correlation between the values of pelvic floor muscle force obtained by the vaginal dynamometer and digital palpation method.

**Methods** The study included 90 female patients, age 20-58 years. One group of respondents was made of healthy women (who gave birth, and those who have not given birth), while the other one consisted of sick women (who suffered from incontinence or prolapse of genital organs, operated on or not). The pelvic floor muscle strength of every woman was measured with a newly-constructed device for measuring and monitoring of the pelvic floor muscle force in women, the vaginal dynamometer. Then it was compared with the valid clinical digital palpation (palpation with two fingers) based on the scale for measuring muscle contractions with the digital palpation – the digital pelvic assessment rating scale. The vaginal

dynamometer consists of a redesigned speculum which is inserted into the vagina and a sensor for measuring the force.

**Results** Statistically significant linear correlation was found in the values of the measured muscle force with the vaginal dynamometer and ratings produced by digital palpation ( $r=0.92$ ;  $p<0.001$ ). Mean value of the muscle force of the healthy women measured by the vaginal dynamometer was  $1.44\pm 0.38$  daN and that value of the sick women was  $0.78\pm 0.31$  daN ( $t=8.89$  for  $df=88$ ;  $p<0.001$ ). Mean value of the ratings produced by digital palpation in healthy women was 4.10 (95% of trust limits 3.83-4.37), while the value in sick women was 2.41 (95% of trust limits 2.10-4.16) ( $Z=-6.38$ ;  $p<0.001$ ).

**Conclusion** The vaginal dynamometer has been presented as an attempt to overcome the limitations of the previously presented techniques for muscle force measurement. The application of the vaginal dynamometer in clinical practice makes objective and numerical assessment of pelvic floor muscle force possible, independent of the subjective assessment of the examiner. The usage of this instrument enables not only the diagnostics of women's pelvic floor muscle problem, but also the objective monitoring of rehabilitation gynaecological medicine results.

**Key words:** pelvic floor; strength; urinary incontinence