УДК 611.1/.8 DOI: 10.21626/vestnik/2021-3/06

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФОРМЫ ЗАПИРАТЕЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ В АСПЕКТЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СТРЕССОВОГО НЕДЕРЖАНИЯ МОЧИ У ЖЕНЩИН

© *Гайворонский И.В.[1,2], Ничипорук Г.И.[1,2], Шкарупа Д.Д.[3], Кубин Н.Д.[3], Лабетов И.А.[3], Ковалев Г.В.[3]*

[1] **Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (ВМедА)**
Россия, 191124, Санкт- Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 37 лит. Ж
[2] **Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)**
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9
[3] **Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова (КВМТ)**
Россия, 198103, Санкт-Петербург, Набережная реки Фонтанки, д. 154

Цель: изучить возможности прогнозирования формы запирательного отверстия в зависимости от формы полости костного малого таза в аспекте хирургического лечения стрессового недержания мочи у взрослых женщин.

Материалы и методы. Изучен 61 препарат женского костного таза. Разработан пельвиометрический бланк, в соответствии с которым оценивали линейные, угловые параметры таза и запирательного отверстия, индексы полости малого таза и запирательного отверстия. Для классификации форм запирательного отверстия был применен пошаговый дискриминантный анализ.

Результаты. На основании рассчитанных индексов полости малого таза определяли ее форму: суживающаяся книзу, цилиндрическая и расширяющаяся книзу. С помощью дискриминантного анализа разработана модель для прогнозирования формы запирательного отверстия в зависимости от формы малого таза. При этом выделено две основные формы запирательного отверстия: треугольная и эллипсовидная. Установлено, что треугольная форма запирательного отверстия наиболее характерна для цилиндрической формы полости малого таза и в несколько меньшей степени для суживающейся книзу формы. У расширяющейся книзу формы полости малого таза доминировала эллипсовидная форма запирательного отверстия. Также показано, что для суживающейся книзу формы полости малого таза характерен узкий подлобковый угол, а для расширяющейся книзу формы – широкий.

Заключение. Представленный индекс латерального отклонения седалищных бугров позволяет определить форму полости малого таза: суживающуюся книзу, цилиндрическую и расширяющуюся книзу. Метод дискриминантного анализа с высокой степенью достоверности предоставляет возможность прогнозировать форму запирательного отверстия в зависимости от формы полости малого таза.

Ключевые слова: морфометрия; костный таз; пельвиометрия; форма запирательного отверстия; стрессовое недержание мочи.

Гайворонский Иван Васильевич – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой нормальной анатомии, ВМедА, г. Санкт-Петербург; зав. кафедрой морфологии, СПбГУ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0003-2531-3807. E-mail: i.v.gaivoronskiy@mail.ru

Ничипорук Геннадий Иванович – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры нормальной анатомии, ВМедА, г. Санкт-Петербург; доцент кафедры морфологии, СПбГУ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0001-5569-7325. E-mail: nichiporuki120@mail.ru

Шкарупа Дмитрий Дмитриевич – д-р мед. наук, зам. директора по организации медицинской помощи, врач-уролог, КВМТ, Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0003-0489-3451. E-mail: shkarupa.dmitry@mail.ru

Кубин Никита Дмитриевич – д-р мед. наук, врач-уролог, КВМТ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0001-5189-4639. E-mail: nikitakubin@gmail.com

Лабетов Иван Антонович – врач-ординатор, КВМТ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0001-9813-7483. E-mail: ivanlabetov@gmail.com

Ковалев Глеб Валерьевич – врач-уролог, КВМТ, г. Санкт-Петербург. ORCID iD: 0000-0003-4884-6884. E-mail: kovalev2207@gmail.com (автор, ответственный за переписку)

Современный подход к хирургическому лечению несостоятельности структур тазового дна у женщин требует более глубокого понимания их строения и выявления анатомических предпосылок, приводящих к нарушению их функций. В частности, эффективность оперативной коррекции таких состояний, как пролапс тазовых органов и недержание мочи при напряжении, напрямую зависит от анатомической стратегии, выбранной хирургом. Методом выбора хирургического лечения недержания мочи при напряжении является имплантация синтетического субуретрального эндопротеза (слинга), установленного в структурах, расположенных в области запирательных отверстий. Одним из главных критериев успешности этой операции является высокая объективная эффективность, сведения о которой вариабельны. Так, по результатам проведенного в 2017 году L.R. Maggiore et al. метаанализа [7], пятилетняя объективная эффективность трансобтураторного субуретрального слинга составила 64%. Эти данные подразумевают возможность совершенствования методики операции, используя фундаментальный подход к изучению зоны установки эндопротеза и определяя новые взаимо-

связи между параметрами малого таза и обтураторного комплекса.

Известны исследования, демонстрирующие зависимость морфометрических характеристик костного таза как целостной структуры от формы телосложения [1-4]. В этих работах представлены в основном индивидуальные особенности строения костного таза женщин, которые нашли применение в акушерско-гинекологической практике. В частности, Н.Ю. Бессоновым и др. [2] выявлены три формы полости женского костного малого таза, а именно: расширяющаяся книзу, цилиндрическая и суживающаяся книзу. Было установлено, что форма костного малого таза является одним из факторов риска развития пролапса женских половых органов [3]. Однако взаимосвязь морфометрических характеристик отдельных структур малого таза, задействованных в хирургических вмешательствах, с формой его полости до настоящего времени не оценивалась. Целью нашего исследования явилось изучение формы и морфометрических характеристик запирательного отверстия в зависимости от особенностей строения полости костного малого таза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования изучен 61 препарат костного таза с сохраненными связками из коллекции музея кафедры нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова. Все тазы принадлежали женщинам зрелого возраста.

Для исследования был разработан пельвиометрический бланк, на основании, которого оценивались линейные, угловые параметры, продольно-продольный и поперечно-поперечный индексы таза, индекс и форма запирательных отверстий. Всего изучен 21 пельвиометрический параметр. Их название и характеристика представлены в разделе «результаты исследования» (табл. 1).

Продольно-продольный индекс представляет собой соотношение прямого размера входа к прямому размеру выхода из малого таза. Поперечно-поперечный индекс соответственно является отношением поперечного размера входа к поперечному размеру выхода из малого таза. Последний индекс характеризует степень латерального отклонения седалищных бугров, поэтому назван нами – индекс латерального отклонения седалищных бугров (ИЛОСБ). Индекс запирательного отверстия (ИЗО) представляет собой отношение ширины запирательного отверстия к его длине.

Для объективизации форм запирательного отверстия нами были применены свойства геометрических фигур, принятые за аксиомы. Выявленные формы, их свойства и иллюстрация представлены в разделе «результаты исследования». Для классификации форм запирательного отверстия был применен дискриминантный анализ, который обладает рядом преимуществ перед сходными математическими методами, а именно: а) учитывает вариабельность параметра; б) рассматривает совокупность имеющихся показателей, которые отражают удельный вес влияния каждого измеренного параметра на определение формы запирательного отверстия.

Измерения пельвиометрических параметров производились с помощью тазомера Мартина, измерительной линейки, транспортира.

Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA v10. Критерием статистической значимости проверяемых гипотез считалась общепринятая в медицинских науках величина $P<0,05$. Для анализа качественных показателей, описанных через частоты и проценты, применялись критерий χ^2 и точный критерий Фишера (в случае малого числа наблюдений). Для количественных данных выполнялась проверка нормальности с помощью критерия Шапиро-Уилка. Показатели описывались через среднее значение и стандартную ошибку среднего (в случае нормального распределения). Для выявления взаимосвязи между количественными признаками применялся корреляционный анализ по критерию согласия Пирсона. Положительными корреляциями считались те, у которых значение r было больше нуля, в противном случае корреляция считалась отрицательной. Сила корреляций (слабые, умеренные, сильные) определялась согласно классификации Чеддока. Для проверки различий между группами применялся непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Для классификации форм запирательного отверстия был применен дискриминантный анализ, в связи небольшим количеством оцениваемых объектов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значения стандартных и нестандартных линейных размеров в сантиметрах (см), угловых характеристик в градусах (°), измеренных на костных анатомических препаратах таза взрослых женщин, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Table 1

Параметры костного малого таза и его запирательного отверстия взрослых женщин

Parameters of the bone small pelvis and its obturator foramen in adult women

№	Пельвиометрические признаки Pelvimetry signs	Значения Values			Коэффициент вариации (%) Coefficient of variation (%)
		Min	Max	X±mx	
1	Прямой размер входа в малый таз – расстояние в срединной плоскости между верхневнутренним краем симфиза и серединой мыса The direct size of the entrance to the small pelvis is the distance in the medial plane between the upper inner edge of the symphysis and the middle of the promontory	8.5	12.8	11.1±1.6	22.76
2	Прямой размер выхода из малого таза – расстояние между нижневнутренним краем лобкового симфиза и верхушкой копчика The direct size of the pelvic outlet is the distance between the lower inner edge of the pubic symphysis and the apex of the coccyx	7.1	12.0	8.8±1.1	24.27
3	Продольный размер полости малого таза – расстояние между нижним краем лобкового симфиза и верхушкой крестца The longitudinal dimension of the pelvic cavity is the distance between the lower edge of the pubic symphysis and the apex of the sacrum	8.8	13.4	11.9±0.8	20.32
4	Поперечный размер входа в малый таз – расстояние между наиболее удаленными точками дугообразных линий во фронтальной плоскости Transverse size of the entrance to the small pelvis is the distance between the most distant points of the arcuate lines in the frontal plane	11.5	14.5	13.1±0.8	25.43
5	Поперечный размер выхода из малого таза – расстояние между внутренними поверхностями седалищных бугров The transverse dimension of the pelvic outlet is the distance between the inner surfaces of the ischial tuberosities	7.5	12.5	10.3±1.1	23.29
6	Симфизотуберальное расстояние – расстояние между нижним краем симфиза и наиболее удаленными точками нижневнутренних краев седалищных бугров Symphysotuberal distance is the distance between the lower edge of the symphysis and the outermost points of the inferior edges of the ischial tuberosities	8.2	10.6	9.4±0.5	22.46
7	Высота таза – расстояние между наиболее высоко расположенной точкой подвздошного гребня и наиболее низко расположенной точкой седалищного бугра (правая, левая) Pelvic height is the distance between the highest point of the iliac crest and the lowest point of the ischial tubercle (right, left)	17.4 17.6	22.4 22.5	19.4±1.1 18.9±1.9	5.52 6.41
8	Высота лобкового симфиза – расстояние между верхним и нижним краем лобкового симфиза The height of the pubic symphysis is the distance between the upper and lower edge of the pubic symphysis	2.9	4.4	3.5±0.3	8.96
9	Толщина лобкового симфиза – наибольшее расстояние между передней и задней поверхностями симфиза в срединной плоскости The thickness of the pubic symphysis is the greatest distance between the anterior and posterior surfaces of the symphysis in the medial plane	1.0	2.1	1.5±0.3	22.79
10	Межостистое расстояние – расстояние между передне-верхними остями подвздошных костей The interosteal distance is the distance between the anterior-upper axes of the iliac bones	19.0	25.8	23.6±1.5	17.71

Окончание табл. 1

End of the table 1

11	Ширина лобкового симфиза – расстояние между симфизиальными поверхностями лобковых костей в средней трети The width of the pubic symphysis is the distance between the symphysial surfaces of the pubic bones in the middle third	0.7	1.3	1.0±0.2	5.84
12	Ширина симфиза I – наименьшее расстояние между запирательными отверстиями Symphysis width I is the smallest distance between the obturator foramen	3.9	6.3	5.2±0.6	20.20
13	Подлобковый угол – угол, образованный между нижними ветвями лобковых костей и нижним краем лобкового симфиза, ° Sublobar angle is the angle formed between the lower branches of the pubic bones and the lower edge of the pubic symphysis, °	91.2	109.4	98.3±6.1	21.76
14	Длина крестцово-остистой связки – расстояние от крестца до spina ishiadica The length of the sacrospinous ligament is the distance from the sacrum to the spinaishiadica	4.5	6.1	5.2 ±0.3	13.94
15	Длина крестцово-бугорной связки – расстояние от вершины крестца до седалищного бугра The length of the sacroiliac ligament is the distance from the apex of the sacrum to the ischial tubercle	5.6	8.7	7.1±1.2	11.27
16	Пояснично-крестцовый угол – угол, образованный в месте перехода поясничного отдела позвоночника в крестцовый, ° Lumbosacral angle is the angle formed at the transition of the lumbar spine into the sacral spine, °	129.7	143.2	136.4±7.1	21.19
17	Нижний угол запирательного отверстия – угол, образованный ветвями лобковой и седалищной костей, формирующий нижнюю границу запирательных отверстий, ° Lower angle of obturator foramen is an angle formed by the branches of pubic and ischial bones, forming the lower boundary of obturator foramen, °	49.7	80.0	59.2±11.1	24.34
18	Длина запирательного отверстия – расстояние между наиболее высоко расположенной точкой на верхнем крае запирательного отверстия и наиболее низко расположенной точкой на его нижнем крае Obturator foramen length is the distance between the highest point on the top edge of the obturator foramen and the lowest point on the bottom edge of the obturator foramen	4.0	5.9	4.9±0.6	7.96
19	Ширина запирательного отверстия – расстояние между наиболее удаленными точками на боковых краях запирательного отверстия The obturator foramen width is the distance between the furthest points on the side edges of the obturator foramen	2.6	4.3	3.4±0.5	12.94
20	Глубина запирательного отверстия – расстояние от латерального края вертлужной губы, перпендикулярно до точки на внутренней поверхности лобковой кости The depth of the obturator foramen is the distance from the lateral edge of the acetabular lip, perpendicular to a point on the inner surface of the pubic bone	1.3	2.4	1.8±0.3	16.75
21	Медиальный угол запирательного отверстия – угол, образованный ветвями лобковой кости, формирующий медиальную границу запирательных отверстий, ° Medial angle of the obturator foramen is the angle formed by the branches of the pubic bone forming the medial boundary of the obturator foramen, °	71.0	95.5	80.4±9.8	20.55

В таблице 1 для каждого изучаемого параметра был рассчитан коэффициент вариации, который показывает, насколько среднеквадратическое отклонение (как абсолютная оценка меры разбросанности значений) велико относительно самих значений. Анализ полученных данных говорит о том, что для исследуемых параметров № 7, 8, 11, 18 различия составили менее 10% и считаются незначительными. Для параметров № 10, 14, 15, 19, 20 различия составили от 10 до 20% и считаются средними. В свою очередь, параметры № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 16, 17, 21 оказались значимо различны, их коэффициент вариации составил более 20%. Таким образом, можно сделать вывод о высокой вариабельности исследуемых структур, что дает возможность проведения классификации для наиболее важных из них.

При анализе диапазона значений поперечного размера входа к поперечному размеру выхода из малого таза, используя индекс латерального отклонения седалищных бугров (ИЛОСБ), было установлено, что его значение составляет от 0,95 до 1,5 и в среднем равно 1,32. Аналогично, измерения прямого размера входа и выхода из малого находились в диапазоне от 0,88 до 1,39 и в среднем были равны 1,12. Эти результаты означают, что во фронтальной и сагиттальной плоскостях таза в данной выборке, можно выделить 3 его формы: суживающуюся книзу, цилиндрическую и расширяющуюся книзу [2].

В группу тазов, суживающихся книзу, где отношение поперечных размеров было больше единицы и в среднем составляло диапазон от 1,06 до 1,5, попало 33,4% препаратов. Встречаемость цилиндрической формы таза отмечена в 50% случаев, при этом ИЛОСБ был примерно равен единице, составил от 1 до 1,05. Расширяющаяся книзу форма таза имела место в 16,6% случаев, она характеризовалась отношением поперечных размеров менее единицы (0,95-0,99). Сопоставимые результаты получены и для прямых размеров входа и выхода из малого таза. Суживающаяся книзу форма таза наблюдалась в 12% случаев и характеризовалась отношением исследуемых размеров от 1,06 до 1,39. Цилиндрическая форма таза наблюдалась при отношении прямых размеров от 1 до 1,05 и составила 63%. В свою очередь, расширяющаяся книзу форма таза наблюдалась у 25% препаратов и характеризовалась отношением параметров от 0,88 до 0,99.

С целью выявления наиболее зависящих от формы таза по ИЛОСБ отдельных морфометрических показателей был применен непараметрический критерий Краскела-Уоллиса, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Table 2

Сравнительная характеристика морфометрических параметров таза и запирательного отверстия при различных формах его полости

Comparative characteristics of morphometric parameters of the pelvis and obturator foramen for various forms of its cavity

№	Морфометрический параметр Morphometric parameter	Значения параметров при различных формах малого таза по ИЛОСБ X±mx Values of parameters in different pelvic forms by ILOSB X±mx			P-value
		Суживающаяся Narrowing (n=20)	Цилиндрическая Cylindrical (n=30)	Расширяющаяся Expanding (n=11)	
1	Прямой размер входа в малый таз Direct size of the entrance to the small pelvis	9.1±0.8*	10.3±0.5	11.5±0.4*	P = 0.002 $p_{1,3}$ = 0.018
2	Прямой размер выхода из малого таза Direct size of the pelvic outlet	7.8±0.4*	8.6±0.2	11.6±0.5*	P = 0.004 $p_{1,3}$ = 0.021
3	Продольный размер полости малого таза Longitudinal dimension of the pelvic cavity	8.6±0.3*	9.2±0.5	11.9±0.4*	P = 0.001 $p_{1,3}$ = 0.011
4	Поперечный размер входа в малый таз Transverse size of the entrance to the small pelvis	11±0.5*,**	12.7±0.3**,***	13.1±0.3*,***	P = 0.018 $p_{1,2}$ = 0.12 $p_{1,3}$ = 0.016 $p_{2,3}$ = 0.01
5	Поперечный размер выхода из малого таза Transverse size of the pelvic outlet	7,9±0.4*,**	10.2±0.7**	10.4±0.8*	P = 0.0024 $p_{1,2}$ = 0.011 $p_{1,3}$ = 0.016

Окончание табл. 2

End of the table 2

6	Симфизотуберальное расстояние Symphisotuberal distance	8.2±0.3*	9±0.4	10.3±0.3*	P = 0.003 $p_{1,3}$ = 0.01
7	Высота таза Pelvic height	21.5±0.6*	19.4±0.4**	17.1±0.2*,**	P = 0.0042 $p_{1,3}$ = 0.016 $p_{2,3}$ = 0.02
8	Высота лобкового симфиза Height of pubic symphysis	3.1±0.3	3.9±0.1	4.1±0.5	P = 0.75
9	Толщина лобкового симфиза Thickness of pubic symphysis	1.2±0.3	1.9±0.2	2.1±0.2	P = 0.57
10	Межостистое расстояние Interstitial distance	20.8±0.5*,**	22.6±0.4**,***	24,6±0.3*,***	P = 0.002 $p_{1,2}$ = 0.23 $p_{1,3}$ = 0.018 $p_{2,3}$ = 0.06
11	Ширина лобкового симфиза Width of pubic symphysis	0.7±0.1	0.9±0.2	1.1±0.1	P = 0.45
12	Ширина симфиза I Symphysis width I	4.1±0.2	5.1±0.4	5.7±0.5	P = 0.20
13	Подлобковый угол° Sublobar angle°	93± 2,2*,**	98±6.3**,***	106±3.1*,***	P = ,001 $p_{1,2}$ = 0.022 $p_{1,3}$ = 0.009 $p_{2,3}$ = 0.027
14	Длина крестцово-остистой связки Length of sacrospinous ligament	4.9±0.4*,**	5.3±0.4**,***	5.8±0.3*,***	P = 0.009 $p_{1,2}$ = 0.02 $p_{1,3}$ = 0.003 $p_{2,3}$ = 0.001
15	Длина крестцово-бугорной связки Length of sacroiliac ligament	7.8±0.8	8.2±0.4	8.4±0.3	P = 0.75
16	Пояснично-крестцовый угол° Lumbosacral angle°	131±4.3*	136±2.1	141±2*	P = 0.0051 $p_{1,3}$ = 0.003
17	Нижний угол запирательного отверстия° Lower angle of the obturator foramen	59.3±6.1*,**	66.8±8.2**,***	75.3±5.1*,***	P = 0.002 $p_{1,2}$ = 0.04 $p_{1,3}$ = 0.05 $p_{2,3}$ = 0.012
18	Медиальный угол запирательного отверстия° Medial angle of the obturator foramen	77,4±3.4*,**	85±4.1**,***	90.1±4.9*,***	P = 0.0013 $p_{1,2}$ = 0.031 $p_{1,3}$ = 0.011 $p_{2,3}$ = 0.04
19	Индекс запирательного отверстия (ИЗО) The obturator foramen Index (OFI)	0.55±0.3*,**	0.61±0.5**,***	0.79±0.2*,***	P = 0.043 $p_{1,2}$ = 0.028 $p_{1,3}$ = 0.016 $p_{2,3}$ = 0.03
20	Глубина запирательного отверстия The obturator foramen depth	2±0.1	2.2±0.1	2.3±0.1	P = 0.32

Примечание: P – результат значения p по критерию Краскела-Уоллиса. $p_{1,2}$, $p_{1,3}$ – результат попарного сравнения между группами, где 1 – суживающаяся форма, 2 – цилиндрическая форма, 3 – расширяющаяся фома. * – значимые отличия суживающейся книзу формы к расширяющейся книзу; ** – значимые отличия суживающейся книзу формы к цилиндрической; *** – значимые отличия цилиндрической формы к расширяющейся книзу.

Note: P – p-value by Kruskal-Wallis test. $p_{1,2}$, $p_{1,3}$ are pairwise comparisons between the groups, where 1 is a tapering shape, 2 is a cylindrical shape, 3 is a dilating shape. * – significant differences between the tapering form and the dilating form; ** – significant differences between the tapering form and the cylindrical form; *** – significant differences between the cylindrical form and the dilating form.

Установлено, что форма полости малого таза оказывает наибольшее влияние на такие линейные и угловые показатели, как прямые и поперечные размеры входа и выхода из малого таза, симфизо-туберальное расстояние, высота таза, межостистое расстояние, подлобковый угол, длина крестцово-остистой связки, пояснично-крестцовый угол, нижний и медиальный углы запирательного отверстия и индекс запирательного отверстия. В ранее опубликованных работах [2, 4] приводятся данные о взаимозависимости описанных параметров, что подтверждает наши суждения о связи между формой полости костного малого таза и его отдельных структур. Однако отличительной чертой нашей работы является обособленная оценка формы запирательного отверстия при каждой из форм малого таза (рис. 1).

Форма запирательного отверстия считалась треугольной, если сумма его углов была равна 180° (согласно теореме о сумме углов треугольника). Форма запирательного отверстия считалась эллипсовидной, если при проведении большой и малой осей, точкой пересечения каждая из осей разделялась на две равные части, как показано на рисунке 1B. Форма запирательного отверстия считалась четырехугольной, если соблюдались условия теоремы о сумме углов выпуклого четырехугольника, которая равна 360°, а при проведении диагонали, разбивающей четырехугольник на два треугольника – сумма углов каждого из них равна 180°.

A.

B.

C.

Рис. 1. Формы запирательного отверстия женского таза. A. – треугольная; B. – эллипсовидная; C. – четырехугольная.

Fig. 1. Forms of the obturator foramen. A. – triangular; B. – ellipsoid; C – quadrangular.

Для выявления морфометрических параметров, максимально влияющих на форму запирательного отверстия, и построения прогнозирующей функции нами проведен пошаговый дискриминантный анализ. В качестве группирующей переменной использовалась качественная переменная – индекс запирательного отверстия. В качестве дискриминантных переменных, способных оказать влияние на форму запирательного отверстия, использовались следующие переменные: нижний угол запирательного отверстия, медиальный угол запирательного отверстия и индекс запирательного отверстия. Необходимо отметить, что при планировании исследования одной из целей было проведение дискриминантного анализа для трех форм запирательного отверстия: треугольной, эллипсовидной и четырехугольной. Однако в ходе работы в конкретной выборке четырехугольная форма встретилась в количестве – менее 5%, а именно 3,3% от общего числа препаратов костного таза, что является критерием ее исключения из дискриминантного анализа. Таким образом, было произведено распределение изучаемых объектов на две группы: треугольная (1) и эллипсовидная (0) формы запирательного отверстия. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Наибольшую значимость для определения формы запирательного отверстия представляла величина его нижнего угла. Этот угол образован нижней ветвью лобковой кости и ветвью седалищной кости, он формирует нижнюю границу запирательного отверстия. При помощи полученных данных была определена дискриминантная функция для расчета формы запирательного отверстия:

$$D_0 = 0{,}416 \times НУ + 0{,}267 \times МУ + 22{,}97 \times ИНДЕКС\ ЗО - 66{,}562\ ,$$

где НУ – нижний угол запирательного отверстия; МУ – медиальный угол запирательного отверстия; ИНДЕКС ЗО – индекс запирательного отверстия. Значение D_0 вычисляется для каждого конкретного препарата таза по выражению (1). Если $D_0 > 0$, то прогнозируемая форма – «1» (треугольная), в противном случае – «0» (эллипсовидная).

Характеризуя дискриминантные возможности составленной функции, можно сделать вывод о существовании высокой связи между формой запирательного отверстия и значениями дискриминантной функции, о чем говорят показатели чувствительности (96%), специфичности (100%) и точности (97,1%). В ходе анализа взаимосвязей формы запирательного отверстия с продольно-продольным индексом малого таза и ИЛОСБ, проведенного с целью выявления доминирующей связи, была определена умеренная незначимая корреляция с последним (p=0,053).

Приоритетной задачей представленной работы было определение зависимости формы запирательного отверстия от формы малого костного таза. С этой целью, применив полученные в ходе исследования данные, был проведен статистический анализ по критерию согласия Пирсона (χ^2) с построением таблицы сопряженности (табл. 4).

Полученные данные свидетельствуют о преобладании треугольной формы запирательного отверстия у цилиндрических и суживающихся тазов. В свою очередь, эллипсовидная форма доминировала у расширяющихся книзу препаратов таза. Ввиду малого количества исследуемых объектов с четырехугольной формой запирательного отверстия, сделать определенный вывод относительно ее взаимосвязи с формой таза по ИЛОСБ в данной выборке не представляется возможным. Эту форму запирательного отверстия можно считать разновидностью треугольной.

Таблица 3

Table 3

Дискриминантные переменные и соответствующие коэффициенты, расположенные в порядке значимости

Discriminant variables and coefficients in order of significance

Дискриминантные переменные Discriminant variables	Дискриминантный коэффициент Discriminant coefficient	P-value
Нижний угол ЗО Lower corner of obturator foramen	0.416	0.002
Медиальный угол ЗО Medial angle of obturator foramen	0.267	0.001
Индекс ЗО Obturator foramen index	22.972	0.003
Константа Constant	-66.562	

Таблица 4

Table 4

Частота встречаемости форм запирательного отверстия в зависимости от формы таза по ИЛОСБ

Frequency of occurrence of obturator foramen shapes depending on the shape of the pelvis according to ILOSB

Форма запирательного отверстия Shape of the obturator foramen	Форма таза по ИЛОСБ The shape of the pelvis according to the ILOSB			Сумма Totals
	Цилиндрическая Cylindrical	Суживающаяся Tapering	Расширяющаяся Dilating	
Треугольная, абс. Triangular, abs.	23	16	0	39
%	59.0	41.0	0.0	
Эллипсовидная, абс. Ellipsoid, abs.	5	4	11	20
%	25.0	20.00%	55.0	
Четырехугольная, абс. Quadrangle, abs.	2	0	0	2
%	100.0	0.0	0.0	
Сумма Totals	30	20	11	61

Нами также был проведен статистический анализ полученных при комплексном морфометрическом исследовании костного таза стандартных показателей на предмет наличия особенностей корреляционных связей между линейными параметрами данных форм костного малого таза по ИЛОСБ. В результате чего были выявлены умеренные прямые корреляционные связи ($P \leq 0,05$) суживающейся формы с подлобковым углом ($r=0,74$), а также ее сильная отрицательная корреляция ($P \leq 0,05$) с пояснично-крестцовым углом ($r=-0,86$).

В представленном исследовании были изучены особенности формы и морфологические характеристики запирательного отверстия в зависимости от строения костного малого таза у взрослых женщин. Выявлено 3 формы запирательного отверстия: треугольная, эллипсовидная и четырехугольная. Установлено, что треугольная форма запирательного отверстия наиболее характерна для цилиндрической формы таза и в несколько меньшей степени для суживающейся. В свою очередь, расширяющаяся книзу форма малого таза характеризуется эллипсовидной формой запирательного отверстия. Данное распределение представляет интерес для клинической практики в связи с тем, что изучаемая зона является важным объектом в области урогинекологии. Учитывая, что костный компонент обтураторного комплекса играет роль каркаса для фасциальных и мышечных структур таза, вариабельность его формы может сказаться на положении имплантируемых протезов в тканях пациенток [5, 8]. Это необходимо учитывать при планировании хирургического вмешательства и оценке результатов лечения патологии тазового дна. На основании выявленных прямых корреляционных взаимосвязей суживающейся формы таза и подлобкового угла можно сделать вывод, что чем более суживающаяся книзу полость малого таза, тем меньше подлобковый угол и наоборот. Также ощутимую роль в понимании распределения внутрибрюшного давления в тазу сыграла взаимосвязь формы малого таза с величиной пояснично-крестцового угла, который значимо увеличивался по мере расширения полости малого таза. При таких условиях вектор давления смещается от позвоночника к области тазовой диафрагмы, что может являться провоцирующим фактором для развития анатомо-функциональных нарушений тазового дна [5, 8, 9]. Комплексный анализ морфометрических характеристик костного малого таза у взрослых женщин свидетельствует о широком диапазоне вариантной анатомии линейных, угловых параметров, что также подтверждается в предыдущих исследованиях [6, 8]. Принятие во внимание индивидуальных особенностей данных параметров может быть полезным для оценки эффективности операций по поводу пролапса тазовых органов или недержания мочи при напряжении.

Разумеется, для подтверждения приведенных взаимосвязей формы полости малого костного таза и формы запирательного отверстия необходимо изучить не только костный компонент обтураторного комплекса, но и выяснить роль запирательных мышц и запирательной мембраны, а также изучить морфологию парауретральной области. Можно полагать, что комплексные исследования создадут новые представления о роли индивидуальной анатомии в лечении патологии тазового дна.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

На проведение исследования было получено разрешение независимого локального этического комитета Военно-медицинской академии (протокол заседания № 4-3/2020 от 21.03.2020).

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Гайворонский И.В. – концепция исследования и дизайн эксперимента, редакция рукописи; Шкарупа Д.Д. – концепция исследования и дизайн эксперимента; Кубин Н.Д. – сбор данных и проведение анализа; Ничипорук Г.И. – сбор данных и проведение анализа, написание статьи; Лабетов И.А. – сбор данных и проведение анализа, редакция рукописи; Ковалев Г.В. – написание статьи, редактирование рукописи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Алиев Э.А., Ахмедов З.В. Пролапс тазовых органов (обзор литературы). *Колопроктология.* 2016;2(56):42–47 [Aliyev E.A., Akhmedov Z.V. Pelvic organ prolapse (review). *Koloproktologia.* 2016;2(56):42–47 (in Russ.)]
2. Бессонов Н.Ю., Гайворонский И.В. Варианты форм полости малого таза. *Морфология.* 2014;145(3):32 [Bessonov N.Yu., Gaivoronskiy I.V. Variants of forms of the lesser pelvis cavity. Morphology. 2014;145(3):32 (in Russ.)]
3. Гайворонский И.В., Ниаури Д.А., Бессонов Н.Ю., Ничипорук Н.Г., Шкарупа Д.Д., Ковалев Г.В. Морфологические особенности строения малого таза как предпосылки к развитию пролапса гениталий. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье».* 2018;(2):86–93 [Gaivoronskiy I.V., Niauri D.A., Bessonov N.Yu., Nichiporuk N.G., Shkarupa D.D., Kovalev G.V. Morphological features of the structure of the true pelvis as a prerequisite for the development of genital prolapse *Kursk Scientific and Practical Bulletin "Man and His Health".* 2018;(2):86–93 (in Russ.)]. DOI: 10.21626/vestnik/2018-2/14
4. Краснопольский В.И. Актуальные вопросы урогинекологии. *Акушерство и гинекология.* 2000;(1):17–18 [Krasnopolsky V.I. Topical issues of urogynecology. *Obstetrics and gynecology.* 2000;(1):17–18 (in Russ.)]
5. Bogusiewicz M., Rosińska-Bogusiewicz K., Drop A., Rechberger T. Anatomical variation of bony pelvis from the viewpoint of transobturator sling placement for stress urinary incontinence. *Int Urogynecol J.* 2011;22(8):1005–1009. DOI: 10.1007/s00192-011-1421-4
6. Lensen E.J., Withagen M.I., Kluivers K.B., Milani A.L., Vierhout M.E. Surgical treatment of pelvic organ prolapse: a historical review with emphasis on the anterior compartment. *Int Urogynecol J.* 2013;24(10): 1593–1602. DOI: 10.1007/s00192-013-2074-2
7. Leone Roberti Maggiore U., Finazzi Agrò E., Soligo M., Li Marzi V., Digesu A., Serati M. Long-term outcomes of TOT and TVT procedures for the treatment of female stress urinary incontinence: a systematic review and meta-analysis. *Int Urogynecol J.* 2017;28(8):1119–1130. DOI: 10.1007/s00192-017-3275-x
8. Ridgeway B.M., Arias B.E., Barber M.D. Variation of the obturator foramen and pubic arch of the female bony pelvis. *Am J Obstet Gynecol.* 2008;198(5):546.e1-4. DOI: 10.1016/j.ajog.2008.01.055
9. Thomas V., Shek K.L., Guzmán Rojas R., Dietz H.P. Temporal latency between pelvic floor trauma and presentation for prolapse surgery: a retrospective observational study. *Int Urogynecol J.* 2015;26(8): 1185–1189. DOI: 10.1007/s00192-015-2677-x

Поступила в редакцию 19.09.2021
Подписана в печать 22.11.2021

Для цитирования: Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Шкарупа Д.Д., Кубин Н.Д., Лабетов И.А., Ковалев Г.В. Возможности прогнозирования формы запирательного отверстия в аспекте хирургического лечения стрессового недержания мочи у женщин. *Человек и его здоровье.* 2021;24(3):50–60. DOI: 10.21626/vestnik/2021-3/06

PREDICTING THE SHAPE OF THE OBTURATOR FORAMEN IN THE SURGICAL TREATMENT OF STRESS URINARY INCONTINENCE IN WOMEN

© *Gaivoronskiy I.V.*[1,2], *Nichiporuk G.I.*[1,2], *Shkarupa D.D.*[3], *Kubin N.D.*[3], *Labetov I.A.*[3], *Kovalev G.V.*[3]

[1] **S.M. Kirov Military Medical Academy (MMedA)**
37 lit. Zh, Academician Lebedev St., Saint-Petersburg, 191124, Russian Federation
[2] **Saint-Petersburg State University (SPbU)**
7-9, Universitetskaya emb., Saint-Petersburg, 199034, Russian Federation
[3] **N.I. Pirogov Clinic of High Medical Technologies (CHMT)**
154, Fontanka River emb., St. Petersburg, 198103, Russian Federation

The aim of the study was to study the possibility of predicting the shape of the obturator foramen depending on the shape of the pelvic bone cavity in the aspect of the surgical treatment of stress urinary incontinence in adult women.

Materials and methods. 61 preparations of the female bone pelvis were studied. A pelviometric form was developed, according to which the linear and angular parameters of the pelvis and obturator foramen, indices of the pelvic cavity and obturator foramen were evaluated. A discriminant analysis was applied to classify the shapes of the obturator foramen.

Results. Based on the calculated pelvic cavity indices, the shape of the pelvic cavity was determined: narrowing to the bottom, cylindrical and widening to the bottom. Using discriminant analysis, a model was developed to predict the shape of the obturator foramen, depending on the shape of the pelvis. Two main forms of the obturator foramen are distinguished: triangular and elliptical. It was found that the triangular form of the obturator foramen is most characteristic of the cylindrical form of the pelvic cavity and to a lesser extent of the downwardly tapering form. The ellipsoidal shape of the obturator foramen predominated in the downwardly expanding pelvic cavity. It is also shown that a narrow under-pelvic angle is characteristic of the downward pelvic cavity and a wide under-pelvic angle is characteristic of the downward dilating pelvis.

Conclusion. The presented index of the lateral deviation of the ischial tubercles makes it possible to determine the shape of the pelvic cavity: narrowing to the bottom, cylindrical and dilating to the bottom. The method of discriminant analysis provides a high degree of certainty in predicting the shape of the obturator foramen, depending on the shape of the pelvic cavity.

Key words: morphometry; bone pelvis; pelvimetry; shape of the obturator foramen; stress urinary incontinence.

Gaivoronsky Ivan V. – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Normal Anatomy, MMedA, Saint-Petersburg, Russian Federation; Head of the Department of Morphology, SPbU, Saint-Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-2531-3807. E-mail: i.v.gaivoronskiy@mail.ru

Nichiporuk Gennady I. – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Normal Anatomy, MMedA, Saint-Petersburg, Russian Federation; Associate Professor of the Department of Morphology, SPbU, Saint-Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-5569-7325. E-mail: nichiporuki120@mail.ru

Shkarupa Dmitry D. – Dr. Sci. (Med.), Deputy Director of Medical Care Management, Urologist, CHMT, Saint-Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-0489-3451. E-mail: shkarupa.dmitry@mail.ru

Kubin Nikita D. – Dr. Sci. (Med.), Urologist, CHMT, Saint-Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-0489-3451. E-mail: nikitakubin@gmail.com

Labetov Ivan A. – Resident Physician, CHMT, Saint-Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-9813-7483. E-mail: ivanlabetov@gmail.com

Kovalev Gleb V. – Urologist, CHMT, Saint-Petersburg, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-4884-6884. E-mail: kovalev2207@gmail.com (correspondence author)

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

SOURCE OF FINANCING

The authors state that there is no funding for the study.

CONFORMITY WITH THE PRINCIPLES OF ETHICS

To conduct the study, the permission was obtained from the independent local ethical committee of the Military Medical Academy (protocol No. 4-3 / 2020 dated March 21, 2020).

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Gaivoronskiy I.V. – research conception and experimental design, the manuscript editing; Shkarupa D.D. – research conception and experimental design; Kubin N.D. – collecting the data and performing the analysis; Nichiporuk G.I. – collecting the data and performing the analysis, writing the paper; Labetov I.A. – collecting the data and performing the analysis, editing the manuscript; Kovalev G.V. – writing the paper, editing the manuscript.

Received 19.09.2021
Accepted 22.11.2021

For citation: Gaivoronskiy I.V., Nichiporuk G.I., Shkarupa D.D., Kubin N.D., Labetov I.A., Kovalev G.V. Predicting the shape of the obturator foramen in the surgical treatment of stress urinary incontinence in women. *Humans and their Health.* 2021;24(3):50–60. DOI: 10.21626/vestnik/2021-3/06