

Современные возможности оценки функционального состояния мышц тазового дна. Обзор литературы

О. Ю. Фоменко, к.м.н., рук. лаборатории клинической патофизиологии¹, врач функциональной диагностики высшей категории²
А. Ю. Титов, д.м.н., рук. отделения общей и реконструктивной колопроктологии¹
А. А. Мудров, к.м.н., научный сотрудник отделения общей и реконструктивной колопроктологии¹, ассистент кафедры колопроктологии²
А. А. Попов, д.м.н., проф., рук. отделения эндоскопической хирургии³
А. А. Федоров, к.м.н., в.н.с. отделения эндоскопической хирургии³
А. А. Коваль, к.м.н., научный сотрудник отделения эндоскопической хирургии³
Е. С. Ефремова, врач отделения эндоскопической хирургии³

¹ФГБУ «Государственный научный центр колопроктологии имени А. Н. Рыжих» Минздрава России, г. Москва

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Минздрава России, г. Москва

³ФБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии», г. Москва

Modern possibilities for assessing functional state of pelvic floor muscles. Literature review

O. Yu. Fomenko, A. Yu. Titov, A. A. Popov, A. A. Mudrov, A. A. Fedorov, A. A. Koval, E. S. Efremova

State Scientific Centre for Coloproctology n.a. A. N. Ryzhikh, Russian Medical Academy for Postgraduate Continuous Education, Moscow Regional Research Institute for Obstetrics and Gynecology; Moscow, Russia

Резюме

В статье представлен обзор литературы по нормальной анатомии мышц тазового дна и методам оценки их функционального состояния, которые на сегодняшний день в свете мультидисциплинарного подхода могут быть использованы в колопроктологической, гинекологической и урологической практике. Спектр описываемых методов начинается от простейших методик оценки функционального состояния мышц тазового дна при осмотре и заканчивается аноректальной манометрией высокого разрешения с помощью водно-перфузионных катетеров с построением виртуальной модели распределения давления в анальном канале.

Ключевые слова: функциональное состояние мышц тазового дна, анатомия, иннервация мышц тазового дна, диагностика функционального состояния и т.д.

Summary

The article presents a review of the literature on the normal anatomy of the pelvic floor muscles and methods for assessing their functional state, which, to date, in the light of a multidisciplinary approach, can be used in coloproctological, gynecological and urological practices. The spectrum of the described methods starts from the simplest methods of assessing the functional state of the muscles of the pelvic floor during examination and ends with anorectal high-resolution manometry using water-perfusion catheters with the construction of a virtual model for the distribution of pressure in the anal canal.

Key words: functional state of the pelvic floor muscles, anatomy, innervation of the muscles of the pelvic floor, diagnostics of the functional state, etc.

Введение

Мультидисциплинарная актуальность адекватной оценки анатомо-функционального состояния соединительнотканых и мышечных структур тазового дна обусловлена их важнейшими функциями:

1. каркасно-фиксирующей:
 - тазовое дно является не только поддерживающим каркасом для нормального положения органов таза, но и обеспечивает их функциональную состоятельность. Повреждение структур тазового дна ведет к опущению

и выпадению органов таза с нарушением их функции, а также «провисанию» органов брюшной полости,

- мышцы тазового дна участвуют в регуляции внутрибрюшного давления совместно с диафрагмой и мускулатурой брюшной стенки;
2. выделительной:
 - связочно-мышечный аппарат таза играет крайне важную роль в обеспечении эвакуаторной функции прямой кишки и мочевого пузыря;

3. репродуктивной:

- мышцы тазового дна участвуют в осуществлении сексуальной функции,
- структуры тазового дна играют важнейшую роль во время родов. При продвижении плода все слои мышц тазового дна растягиваются и формируют широкий проход, являющийся продолжением костного родового канала. После рождения плода мышцы тазового дна вновь сокращаются и принимают прежнее положение.

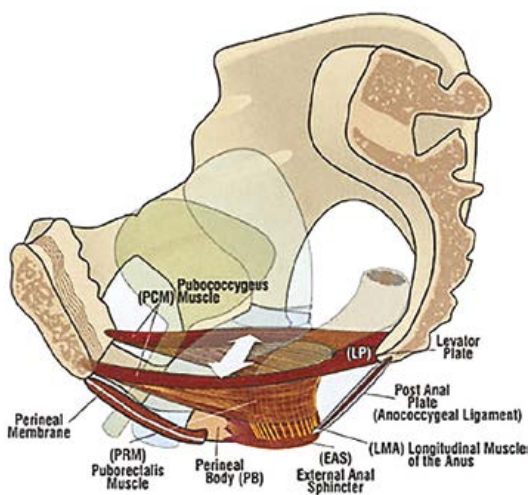


Рисунок 1. Трехмерная схема скелетных мышц и связок тазового дна, сагиттальная проекция. Белыми стрелками указано леваторное отверстие, в котором расположены уретра, влагалище и прямая кишка (Петрос П.: Женское тазовое дно. Функции, дисфункции и их лечение в соответствии с интегральной теорией. МЕДпресс-Информ, 2016 г)..

Учитывая анатомо-функциональные задачи, тазовое дно следует рассматривать как единую систему мышц, связок и фасций для поддержки и нормального функционирования всех органов малого таза. Теорию взаимодействия между органами таза и тазовым дном J. DeLancey [1, 2] и P. Norton [3] образно назвали теорией «лодки в сухом доке». Судно является аналогом тазовых органов, веревки состоят из связок и фасций, вода — поддерживающий слой мышц тазового дна.

Нормальным диагностическим этапом в работе специалистов, занимающихся лечением функциональных и органических патологий тазовых органов: колопроктологов, гинекологов, урологов, неврологов.

Анатомия мышц тазового дна

Несомненно, прежде чем рассматривать вопросы физиологии тазового дна, необходимо коротко осветить некоторые аспекты нормальной анатомии этой области.

J. DeLancey утверждает, что пока мышцы тазового дна функционируют нормально, тазовые органы поддерживаются связками и фасциями в нормальном натяжении. Повреждение либо дисфункция связочно-мышечных структур приводят к развитию функциональных заболеваний и часто к полной социальной дезадаптации этих пациентов, связанной с развитием недержания мочи и кала, полным выпадением тазовых органов, сексуальной дисфункцией [4].

Таким образом, исследование функционального состояния мышц тазового дна должно быть обязатель-

Мышцы тазового дна условно разделяют на три уровня: глубокий, средний и поверхностный.

Глубокий уровень представлен комплексом, состоящим из *m. levator ani* и глубокой поперечной мышцы. Леваторы в виде чаши покрывают костные структуры, в своей суженной части образуя канал для органов таза: мочевого пузыря, уретры, влагалища, прямой кишки [5] (рис. 1).

Эти мышцы обеспечивают поддержку для висцеральных органов и играют важную роль в мочеиспускании, дефекации и сексуальной функции. Комплекс *levator ani* подразделяется на три мышцы: *puborectalis*, *pubococcygeus* и *iliococcygeus*. *M. puborectalis* прикрепляется к лонной кости, огибает влагалище и прямую кишку в виде петли, прикрепляется к промежности, ее сокращение формирует аноректальный угол. Латеральнее от нее расположена *m. pubococcygeus*, которая также начинается от лонной кости и прикрепляется позади от прямой кишки к заднепроходно-копчиковой связке, основной функцией которой является смещение органов малого таза кпереди. *M. iliococcygeus* — широкая мышца, которая почти горизонтально распространяется от сухожильной дуги таза и, направляясь назад, прикрепляется к копчику (рис. 2). Помимо тонической активности эти мышцы способны на быстрые сокращения в ответ на повышение внутрибрюшного давления (например, при кашле и чихании), их сократительная функция определяет удержание мочи и кала, а при опорожнении (мочеиспускании и дефекации) происходит их расслабление [6, 7].

Мышечный комплекс *levator ani* часто изображают в виде чаши, так леваторы выглядят в полностью расслабленном состоянии. Однако при нормальном функционировании тазового дна мышцы всегда находятся в тоническом напряжении. Передняя часть комплекса (*mm. pubococcygeus* и *puborectalis*) имеет вертикальную ориентацию и как петля охватывает среднюю часть уретры, влагалище (у женщин) и прямую кишку, в то время как задняя часть (*m. ileococcygeus*)

Диафрагма женского таза, вид сверху

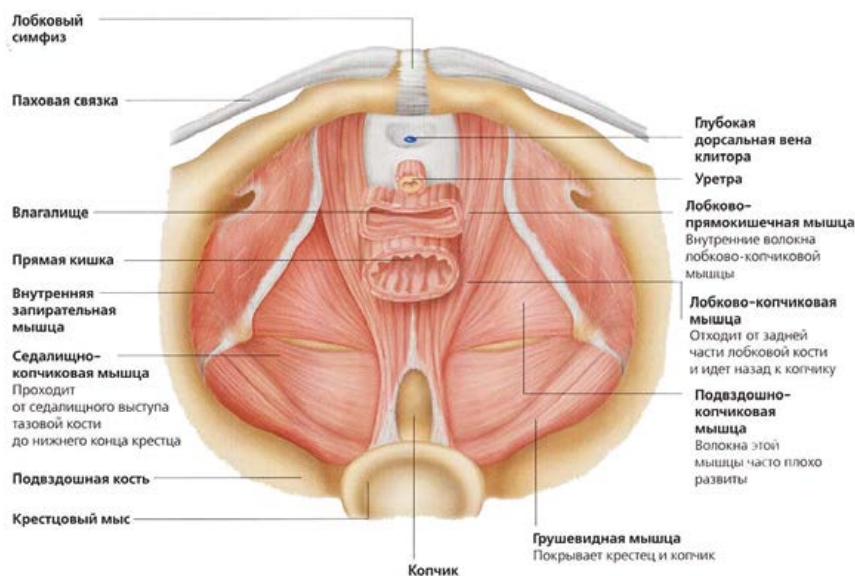


Рисунок 2. Диафрагма женского таза. Вид сверху. (Pin Questa è La Mia Versione Della Harley Davidson Spero Vi Piaccia on Pinterest. www.picstopin.com).

имеет направление горизонтальное и несколько вверх, напоминая по форме крыло бабочки (рис. 3).

Средний слой представлен продольной мышцей ануса, распространяющейся от сухожильной части *m. pubococcygeus* у места ее прикрепления к крестцу вдоль стенки прямой кишки к наружному сфинктеру. Эта мышца нечасто упоминается в учебниках, однако она описана Н. Courtney еще в 1950 году [8]. Главная ее функция — смещение органов книзу (рис. 2).

Поверхностный слой — это наружный анальный сфинктер, бульбокавернозная мышца, она же констриктор влагалища, а также сфинктер уретры, парные поверхностная поперечная мышца промежности и седалищно-кавернозная мышца. Главная их функция — это стабилизация дистальной части уретры, влагалища и ануса [5, 9].

Все это дополнительно обеспечивается плотными фиброзными структурами — промежностной мембраной, покрывающей все структуры, сухожильным центром промежности, к которому прикрепляются все вышеуказанные мышцы за исключением седалищно-кавернозной. Аноскопическая связка представляет собой фиброзный тяж с элементами поперечнополосатой мускулатуры, обеспечивающий надежную фиксацию наружного анального сфинктера к копчику.

Иннервация и кровоснабжение тазовых мышц осуществляются пудендальным сосудисто-нервным пучком, который снабжает анальный сфинктер и рабдомиосфинктер уретры, а также все мышцы промежности и обеспечивает чувствительную иннервацию наружных гениталий. Пудендальный нерв исходит из S2–S4 с наибольшим количеством волокон от уровня S3. Сосудисто-нервный пучок, проходя за сакроспинальной связкой медиальнее седалищного бугорка, покидает полость таза через большое седалищное отверстие и попадает в канал Алькока, разделяется на уровне промежности на свои терминальные ветви (рис. 4).

Функционирование мышц тазового дна

В норме тазовые мышцы сокращаются синхронно. Волевое сокра-

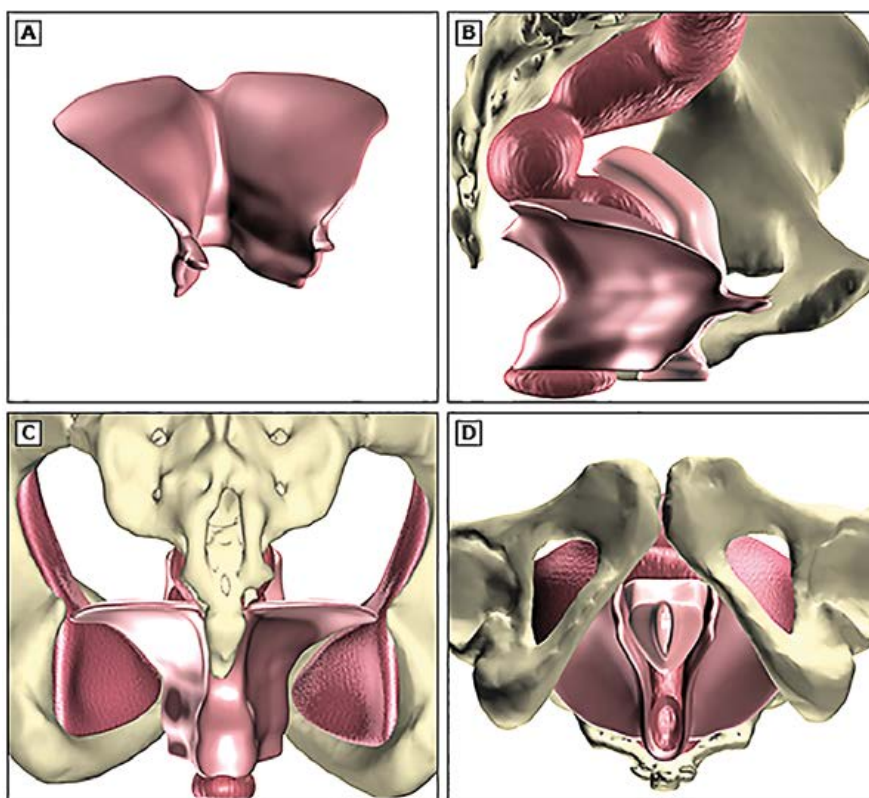


Рисунок 3. Трехмерная реконструкция *m. levator ani* при МРТ-исследовании нерожавшей 23-летней женщины. А) Передний вид в физиологическом тоне. Б) Сагиттальная проекция вместе с костным тазом, влагалищем и прямой кишкой. В) Вид сзади *m. levator ani*, внутренние запирающие мышцы и костный таз. Д) Липотомическая позиция. (Reprinted with permission: Cleveland Clinic Center for Medical Art & Photography. © 2004–2012)

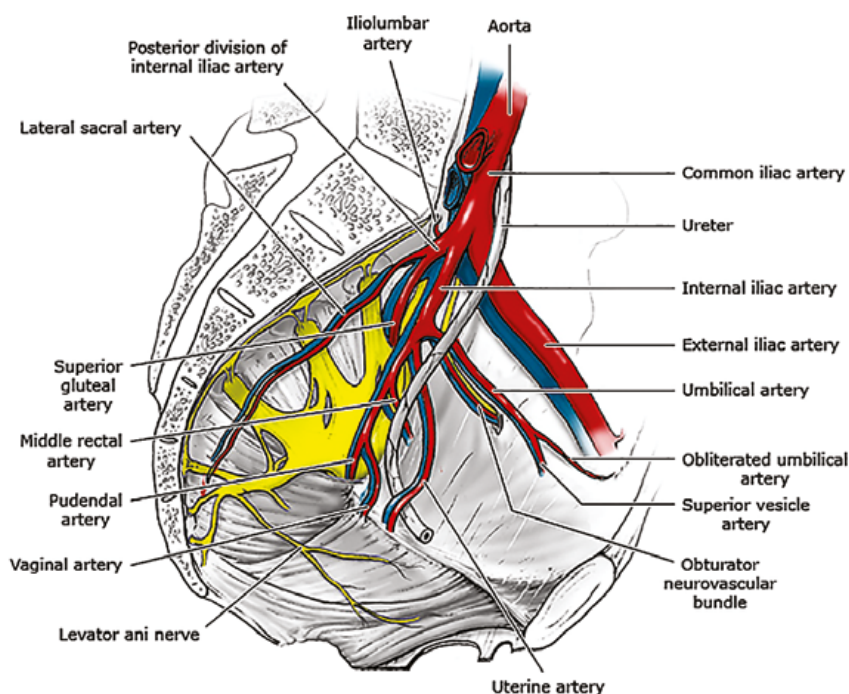


Рисунок 4. Иннервация и кровоснабжение мышц тазового дна (Reprinted with permission: Cleveland Clinic Center for Medical Art & Photography. © 2004–2012)

щение этой группы мышц приводит к сжиманию тазовых органов посредством концентрических сокра-

щений, в результате которых копчик смещается к лону, а при опорожнении (мочеиспускании и дефекации)

происходит их расслабление [10]. Таким образом, функцию мышечных структур можно коротко определить как способность выполнять правильные сокращения и поднимать тазовое дно, а их сила определяется как максимальное волевое сокращение, затрагивающее максимальное количество мышечных волокон для создания усилия.

Очевидно, что адекватное функционирование мышечных структур и органов малого таза неотъемлемо связано с сохранностью фасциально-связочных структур (производных внутритазовой фасции). Например, известно, что стрессовое недержание мочи вызывается перерастяжением или отрывом пубоуретральной связки, и когда тренировка мышц тазового дна не приносит эффекта, замещение данной связки протезом при операции уретропексии позволяет устранить данные симптомы в 91 % случаев с хорошими отдаленными результатами [11]. Существует интересная теория, разработанная Р.Е. Petros [5, 9, 12]: перерастяжение либо повреждение связочного аппарата тазового дна вызывает последовательный каскад изменений, начиная от анатомических проявлений (пролапс органов таза) и заканчивая их полной дисфункцией. При этом в зависимости от заинтересованности нервных структур изменения могут быть как двухсторонними, так и асимметричными [13, 14]. Чаще всего такие анатомо-функциональные нарушения выявляются при пролапсе гениталий [15]. У этой категории больных в 50 % случаев при игольчатой ЭМГ *m. pubococcygeus* с обеих сторон возникает нескоординированный и асимметричный ответ на кашлевую пробу [16].

Методы оценки функции тазовых мышц

Все методы оценки состояния мышц тазового дна условно можно разделить на две большие группы: физикальные и инструментальные методы, направленные на оценку анатомо-функционального состояния не только мышечных, но и всех

структур таза, начиная от кожных покровов и костей тазового кольца и заканчивая тазовыми органами (наружный осмотр, пальпация влагалища, ректальное и бимануальное исследование, УЗИ, МРТ). Кроме того, ряд методов позволяют полноценно определить функциональное состояние мышечных структур и дать их количественную оценку (мануальный пальпаторный тест, манометрия, динамометрия, применение влагалищных конусов, ЭМГ). Все эти методы используются активно в клинической практике в настоящее время.

Физикальные методы исследования

Наружный осмотр. В 1948 году А. Kegel описывал, что при нормальных сокращениях мышц тазового дна происходит сжатие вокруг уретры, влагалища и ануса и элевация этих образований, что можно наблюдать при наружном осмотре [17]. В. Shull и соавт. в свою очередь опровергнули это утверждение, так как видимые сокращения относятся к поверхностному слою мышц [18].

По нашему мнению, тазовое дно, особенно в функциональном смысле, является единой структурой, включая и кожные покровы, поэтому наружный осмотр позволяет первично осветить следующие вопросы: сохранены ли нормальная окраска и тургор кожных покровов промежности, есть ли тонус и волевые усилия мышечных структур тазового дна; симметричны ли они; нет ли нарушения иннервации и кровоснабжения структур промежности, что косвенно можно определить по состоянию кожных покровов.

Влагалищное исследование используется большинством врачей для оценки корректности сокращений тазовых мышц, метод также был впервые описан А. Kegel [17]. Он помещал один палец в дистальную треть влагалища и просил обхватить палец и втянуть промежность, при этом данная методика не использовалась для оценки силы сокращений, а позволяла проводить контроль правильности выполнения упражнений. Со време-

ни описания А. Kegel этой методики описаны более 25 различных способов для дигитальной оценки состояния мышц тазового дна, одни исследователи помещают один, другие два пальца, однако каких-либо систематических исследований различий между этими методами не проводилось [19].

Для комплексной оценки состояния мышечных структур тазового дна необходимо проведение *ректального и бимануального исследований*, позволяющих полноценно оценить анатомо-функциональное состояние анальных сфинктеров и *m. levator ani*. Следует подчеркнуть, что только ректальное исследование позволяет выявить парадоксальное состояние *m. puborectalis*. Техника данных клинических методов описана во всех классических пособиях по колопроктологии.

Пальпаторное определение силы. В литературе есть указание на использование модифицированной оксфордской шкалы [20], где сила сокращений при вагинальном исследовании имеет градацию от 0 до 5 при максимальном волевом сокращении: 0 — нет сокращений; 1 — единичные подергивания; 2 — слабые сокращения; 3 — средние сокращения; 4 — хорошие (с подъемом); 5 — сильные. Эта система наиболее проста, не требует специального оборудования и длительного обучения. Однако в настоящее время данные о субъективной воспроизводимости методики крайне противоречивы. Так, Р. Isherwood и А. Rane [21] выявили возможность преемственности между разными исследователями, в то время как S. Jayaseelan и соавт. [22] указывают, что как минимум два исследователя должны оценивать результаты одновременно. К. Вø [23] и J. Lauscock [20] при использовании модифицированной оксфордской шкалы отметили одинаковые результаты между различными исследователями только в 45 и 47 % случаях соответственно.

При сравнении пальпаторной шкалы и манометрических методик ряд исследователей не смогли найти никакой корреляции [23, 24]. В то же время при сравнении пальпаторного и манометрического метода, используя

в качестве манометра «перинеометр», P. Isherwood и A. Rane [21] обнаружили высокую корреляцию (коэффициент $k = 0,73$) между пальпаторным исследованием силы и величиной давления. F. Chevalier также подтвердил высокую корреляцию влагалищной манометрии и пальпаторной оценки поочередно правого и левого леватора [25].

Инструментальные методы исследования мышц тазового дна

Ультразвуковые методы исследования

Ультрасонографические методы позволяют в совокупности выявить органическую патологию органов малого таза и, косвенно, функциональные изменения. Естественным недостатком ультразвуковых методов является отсутствие объективных числовых параметров, характеризующих силу сокращения мышцы. В то же время перспективным представляется динамическая ультразвуковая оценка сокращения тазовых мышц в реальном времени. Ультразвуковой датчик помещается на промежность или над лоном, а также вводится во влагалище или прямую кишку. Далее просят втянуть задний проход (сокращение леваторов) и оценивают сонографическую картину в динамике. Авторы находят корреляцию между регистрируемой толщиной поверхностного слоя мышц тазового дна и силой их сокращения в контексте исследования недержания мочи у беременных первородящих женщин [26]. Таким образом позиционируется, что при уменьшении толщины мышц тазового дна, по данным УЗИ, можно косвенно судить об ослаблении силы их волевых сокращений.

МРТ-оценка функционального состояния тазового дна

Возможности МРТ в морфологической оценке изменения тазовых органов давно и хорошо известны. Однако с помощью динамической МРТ эти возможности расширяются. Так, в режиме реального времени методика позволяет визуализировать смещение структур тазового дна

и тазовых органов во время функциональных проб (волевое сокращение, натуживание, дефекация), а также проводить измерение степени этого смещения. Статические высокоразрешающие МР-изображения дают возможность оценивать состояние структур тазового дна в покое и, что немаловажно, выявлять сопутствующую органическую патологию. К бесспорным плюсам динамической МРТ можно отнести одновременную визуализацию всех структур (костных, мышечных, фасциальных) и органов таза (мочевой пузырь, уретру, матку, влагалище, прямую кишку), сосудисто-нервные пучки, клетчаточные пространства с возможностью 3D-реконструкции.

МР-дефекография основана на получении динамических изображений в сагиттальной плоскости с частотой 1–3 кадра в секунду во время проведения функциональных тестов (волевое сокращение, натуживание и дефекация). Основным анатомическим ориентиром для оценки смещения тазовых органов служит лобково-копчиковая линия (ЛКЛ). В норме шейка мочевого пузыря и шейка матки не должны опускаться ниже ЛКЛ. Ретроспективный просмотр серии динамических изображений позволяет в любой момент времени остановить киноленту и провести необходимые измерения. Помимо смещения тазовых органов динамическая МРТ позволяет выявлять парадоксальное сокращение лобково-прямокишечной мышцы во время попытки дефекации (анизм). На МР-изображениях сокращение *m. puborectalis* проявляется как уменьшение (или заострение) аноректального угла (угол между задней поверхностью стенки нижнеампулярного отдела прямой кишки и осью анального канала). Интересно наблюдение, когда A. Kegel описывал подъем промежности при сокращениях леваторов на 20–40 мм [27], однако при МРТ средний подъем мышц составил $10,8 \pm 6,0$ мм [10]. Опубликованы работы по проведению динамического МРТ в вертикальном положении при проведении функциональных проб (сокращение, натуживание), при котором оцениваются элевация и опущения мышц тазового дна [10].

Для оценки функционального состояния мышц тазового дна исследователи в настоящее время используют манометрию, динамометрию или ЭМГ, при этом измерения могут проводиться в просвете уретры, влагалища или в анальном канале.

Манометрия

Вагинальная манометрия. Для измерения силы мышц тазового дна A. Kegel (1948) использовал вагинальный датчик, подсоединенный к манометру (перинеометру), измеряющий давление в мм рт. ст. как индикатор силы сокращений, как было уже описано выше [17]. Сам термин «перинеометр», по нашему мнению, не является корректным, так как давление измерялось не в промежности, а во влагалище на уровне леваторов. Однако это название прибора прижилось и используется до сегодняшнего дня. Сейчас на рынке представлены множество устройств для измерения давления во влагалище, все с различными габаритами и техническими параметрами [18].

Однако проблема выбора оптимального уровня ведения датчика и поддержания его в стабильном состоянии существенна и в наши дни. Так, A. Kegel предлагал вводить датчик в дистальную треть влагалища [17], K. Вø [28] установил, что наибольшее повышение давления регистрируется на уровне 3,5 см выше входа во влагалище, однако описаны и индивидуальные различия. Это может вызывать серьезные ошибки в измерениях в случае повышения внутрибрюшного давления, связанные с тем, что тазовые мышцы являются границей брюшной полости. K. Вø [28] и R. Bump [29] показали, что при попытках сокращения тазовых мышц женщины очень часто пытаются натуживаться. В связи с этим рядом авторов предложен визуальный контроль за промежностью, так как при правильном сокращении происходит элевация промежности, а при натуживании — опущение. Другой метод контроля — это параллельная интерференционная ЭМГ нижних частей прямых мышц живота во время исследования. Однако несколькими исследователями [30–32] показано, что при максимальном сокращении

тазовых мышц полностью избежать сокращений мышц брюшной стенки (нижняя поперечная и внутренняя косая мышца) не удастся. Также показано, что сокращения ягодичных и бедренных мышц искажают результаты влагалищной манометрии [33, 34]. Дискуссионным вопросом остается и размер баллонов для вагинальной манометрии, так как различная форма и размеры, очевидно, дают разные показатели. Немаловажным фактором, влияющим на результат исследования, является утомляемость при длительном проведении исследования. Тем не менее данный метод является полезным в повседневной практике при условии подробного инструктажа пациентки с визуальным контролем промежуток, что подтверждено многими исследованиями [35–37].

Уретральная манометрия. Исследование уретрального давления с помощью манометрических методик осуществляется методом профилометрии. Профилометрия уретры — метод диагностики, который позволяет получить объективную информацию о состоянии замыкательного аппарата, удерживающего мочу, а именно наружного и внутреннего сфинктеров мочеиспускательного канала. Данный метод входит в комплексное уродинамическое исследование. Показаниями к применению метода являются стрессовое недержание мочи, императивное недержание мочи, затрудненное мочеиспускание. Цель метода — регистрация давления в мочеиспускательном канале на всем своем протяжении. Во время процедуры по мочеиспускательному каналу в мочевой пузырь вводят перфузионный катетер, по которому подается раствор. При этом аппарат с заданной скоростью извлекает систему из мочеиспускательного канала и одновременно регистрирует давление, которое оказывают стенки уретры.

Следует отметить, что, учитывая инвазивность профилометрии уретры, исследование проводят только при невозможности оценить состояние мочевых путей более щадящими методами.

Аноректальная манометрия. Исследование давления в анальном канале и нижнеампулярном отделе прямой кишки проводится с помощью перфузионных и неперфузион-

ных катетеров водного или воздушного наполнения. Метод (в том числе и наиболее перспективная манометрия высокого разрешения [38]) позволяет в графическом и цифровом видах отразить тонус и сократительную способность сфинктеров прямой кишки, их нервно-рефлекторную деятельность, а также изучить функциональное состояние мышц тазового дна при функциональных пробах. Современные методы аноректальной манометрии, их роль и место в клинической практике широко дискутируются в современной литературе [39].

Динамометрия

C. M. Sampselle в 1998 году впервые использовал динамометрическое зеркало для измерения силы тазовых мышц [40]. Это непосредственное измерение силы в ньютонах в дорсовентральном направлении [41]. Дальнейшее усовершенствование моделей привело к возможности измерять усилие в медиолатеральном направлении. Недостатком является невозможность интегральной оценки силы во время функциональных проб. Также следует отметить, что неправильное выполнение проб за счет вовлечения смежных мышц также может изменять регистрируемые показатели (например, приводящие мышцы бедра и ягодичные мышцы).

Вагинальные конусы

S. Plevnik описал использование вагинальных конусов в 1985 году [42]. Они использовались как в качестве измерителя силы, так и тренажера для тренировок. Оригинальный набор состоял из девяти грузов одинакового объема, но разных по весу, от 20 до 100 г. В новой версии используются 3 или 5 конусов различных размеров и формы. Наибольший вес, который женщина может удерживать в течение одной минуты без волевого сокращения тазовых мышц, определяется как «сила тазовых мышц в покое» или «пассивная сила тазовых мышц». Вес, который женщина может удерживать одну минуту при волевых сокращениях, называется «активной силой тазовых мышц». Исследований относительно градуированной оценки мышечной силы

и оптимального количества конусов (3, 5 или 9) не проводилось. Однако очевидно, что незначительные изменения мышечной силы не могут быть оценены при помощи конусов, более того, неизвестно то мышечное усилие, которое необходимо для удержания того или иного конуса. F. Deindl при применении игольчатой ЭМГ зарегистрировал увеличение мышечной активности при введении конуса [43]. Исследования I. Hahn и соавт. показали, что максимальный вес используемого конуса не связан с давлением сжатия и данными вагинальной пальпации ($r = 0,1$; $r = 0,18$ соответственно) у женщин со стрессовым недержением мочи [44]. Двадцать процентов пациенток имели низкий балл при влагалищной пальпации и низкое давление во влагалище, в то же время они могли удерживать самые тяжелые конусы. Радиографические исследования выявили, что основания конусов у некоторых больных лежали на копчике. Более того, другие мышечные группы, такие как ягодичные, и мышца, приводящая бедро, могут при сокращении удерживать конусы.

K. Kersch-Schindler также выявил слабую корреляцию между максимальным усилием тазовых мышц и способностью удерживать конус [45]. В то же время серьезных исследований, направленных на изучение корреляции между максимальным весом конуса и силой сокращений тазовых мышц, не проводилось.

Электронейромиография может использоваться для измерения биоэлектрической активности поперечнополосатых мышц запирающего аппарата прямой кишки и мышц тазового дна, оценки их способности к возбуждению и сокращению, а также изучения их нервно-рефлекторной деятельности. Изучение состояния мышц тазового дна проводится с помощью методик интерференционной ЭМГ (поверхностными, полостными или игольчатыми электродами), стимуляционной ЭМГ с помощью электрода св. Марка [46] для оценки скорости проведения возбуждения по двигательным волокнам срамного нерва. Разновидностью метода сти-

муляционной ЭМГ является транскраниальная сегментарная магнитная стимуляция для оценки вызванного магнитного ответа с уретральных и анальных сфинктеров. Методика игольчатой ЭМГ позволяет изучать наличие текущего денервационно-реиннервационного процесса в мышце, оценивать состояние мотонейронов передних рогов спинного мозга по изучению потенциалов двигательных единиц (ПДЕ).

В настоящее время в литературе широко обсуждается возможность оценки функционального состояния тазовых мышц при помощи игольчатой ЭМГ. Авторы предлагают использовать концентрические иглы для изучения ПДЕ, предполагая наличие корреляции между количеством активированных моторных единиц и увеличением силы сокращения. Однако К. Turker рекомендует исследователям быть осмотрительным в интерпретации электромиограмм в качестве абсолютного показателя силы, так как большинство мышц дают нелинейный ответ [47]. Он также утверждает, что сравнение одной моторной единицы среди пациентов или у одного пациента в разных обстоятельствах очень вариабельно. Автор полагает возможным сравнивать импульсацию и синаптические характеристики моторных единиц, которые имеют схожий порог возбуждения. S. Podner и D. Vodusek рекомендуют использовать концентрическую игольчатую ЭМГ в качестве наиболее информативного метода определения де- и реиннервационных процессов тазовых мышц [48]. Следует отметить, что в настоящее время большинство исследователей считают, что применение игольчатой ЭМГ с оценкой ПДЕ больше подходит для решения научных задач.

М. Gunnarson и соавт. также установили, что активность тазовых мышц может быть достоверно оценена при помощи поверхностной ЭМГ [49], при этом результаты исследования достоверны при динамическом наблюдении [50].

Интересные данные получены А. Devrees et al., которые регистрировали ЭМГ поверхностных мышц, располагая кожные электроды латераль-

но от ануса и наружного отверстия уретры, а также леваторов на уровне средней трети влагалища губчатыми электродами [51]. Выяснилось, что у женщин, удерживающих мочу, промежностные мышцы реагируют быстрее глубокого слоя мышц, а у женщин с недержанием мочи при напряжении наблюдается обратная последовательность. Также отмечена большая задержка между сокращениями глубоких и промежностных мышц в группе стрессового недержания.

Однако следует иметь в виду, что в случае интерференционной ЭМГ при интерпретации данных очень вероятен перекрестный сигнал с других мышц, также необходимо учитывать варианты расположения электродов, исходя из индивидуальных анатомических особенностей [52].

В клинической практике поверхностная ЭМГ с помощью вагинальных или анальных электродов, учитывая высокую чувствительность метода, постепенно находит свою нишу, однако полноценное внедрение метода несколько затруднено в связи с его явными техническими сложностями и необходимостью специального обучения при использовании игольчатых электродов [19].

Бразильская группа авторов обследовала 384 женщины при помощи интравагинальной ЭМГ влагалищным электродом с латеральным расположением контактной группы на уровне средней трети влагалища [53]. В исследование вошли 49 нерожавших женщин, 103 беременных (предстоят первые роды), 92 родильницы (43 перенесли первые самопроизвольные роды, 49 — первое кесарево сечение), 22 женщины в климактерическом периоде, 65 — в постменопаузе. Из исследования исключены 53 женщины, которые не смогли сокращать тазовые мышцы адекватно. Исследователи выявили значимое снижение средней суммарной электромиографической активности по группам в порядке упоминания (46,6; 35,3; 33,28; 31,23; 25,81; 21,7 мкВ соответственно). Таким образом, была выявлена корреляция с возрастными периодами женщин.

Возвращаясь к проблеме изучения функционального состояния мышц

тазового дна, нельзя не отметить два клинических аспекта, которые необходимо учитывать при исследовании. Во-первых, без надлежащих четких инструкций многие женщины неспособны к волевым сокращениям мышц тазового дна. Так, в своих исследованиях ряд авторов показали [36, 54–56], что более 30% женщин неспособны сокращать тазовые мышцы правильно на первом визите, несмотря на всесторонний индивидуальный инструктаж. Обычно выявляются следующие ошибки: сокращение ягодичных мышц или мышц передней брюшной стенки; задержка дыхания вместо сокращения нужных мышц; натуживание вместо втягивания. Для таких женщин необходимы программы, включающие биологическую обратную связь, для контроля над правильными сокращениями необходимых мышц.

Заключение

К сожалению, на сегодняшний день не существует единого универсального метода, позволяющего сразу выявить все анатомические и физиологические особенности структуры тазового дна и выбрать адекватную тактику лечения этой сложнейшей категории пациентов. Более того, многие существующие и упомянутые нами в данной работе методики двухсторонне субъективны, т.е. на результат влияет не только состояние пациента, но и субъективные ощущения врача-исследователя [57]. В то же время сложно представить себе разработку современных лечебных и реабилитационных программ у данной категории больных без объективных функциональных методов диагностики и контроля [58].

В заключение важно подчеркнуть, что лишь комплексное исследование с участием патофизиологов, рентгенологов, специалистов ультразвуковой диагностики и клиницистов позволяет осветить все аспекты, необходимые для выбора правильной тактики лечения этой тяжелой категории пациентов.

Список литературы

1. Wall L., DeLancey J. The politics of prolapse: a revisionist approach to disorders of the pelvic floor in women. *Perspectives of Biological Medicine*. 1991; 34 (4): 486–496.

2. DeLancey J. Anatomy and biomechanics of genital prolapse. *Clinical Obstetrics and Gynecology*. 1993; 36 (4): 897–909.
3. Norton P. Pelvic floor disorders: the role of fascia and ligaments. *Clinical Obstetrics and Gynecology*. 1993; 36 (4): 926–938.
4. Bump R. C., Norton P. A. Epidemiology and natural history of pelvic floor dysfunction. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*. 1998; 25 (4): 723–746.
5. Петрос П. Женское тазовое дно. Функции, дисфункции и их лечение в соответствии с Интегральной теорией. МЕДпресс-Информ: 2016. — 400 с.
6. Kearney R., Sawhney R., DeLancey J. Levator ani muscle anatomy evaluated by origin–insertion pairs. *Obstetrics and Gynecology*. 2004; 104 (1): 168–173.
7. DeLancey J. Anatomy and physiology of urinary continence. *Clinical Obstetrics and Gynecology*. 1990; 33 (2): 298–307.
8. Courtney H. Anatomy of the pelvic diaphragm and ano-rectal musculature as related to sphincter preservation in ano-rectal surgery. *American Journal Surgery*. 1950; 79: 155–173.
9. Petros P. E., Swash M. The Musculoelastic Theory of anorectal function and dysfunction. *J Pelviperineol*. 2008; 27: 89–93.
10. Bø K., Lilleås F., Talseth T., Hedlund H. Dynamic MRI of pelvic floor muscles in an upright sitting position. *Neurourol Urodyn*. 2001; 20: 167–174.
11. Nilsson C. G., Palva K., Aarnio R., Morcos E., Falconer C. Seventeen years' follow-up of the tension-free vaginal tape procedure for female stress urinary incontinence. *Int Urogynecol J*. 2013; 24 (8): 1265–1269.
12. Petros P. E., Richardson P. A. TFS posterior sling improves overactive bladder, pelvic pain and abnormal emptying, even with minor prolapse. A prospective urodynamic study. *J Pelviperineology*. 2010; 29: 52–55.
13. Messelink B., Benson T., Berghmans B. et al. Standardization of terminology of pelvic floor muscle function and dysfunction: Report from the pelvic floor clinical assessment group of the international continence society. *Neurourol Urodyn*. 2005; 24: 374–380.
14. DeLancey J., Kearney R., Chou Q. et al. The appearance of levator ani muscle abnormalities in magnetic resonance images after vaginal delivery. *Obstet Gynecol* 2003; 101: 46.
15. Singh K., Jakab M., Reid W. M. et al. Three-dimensional magnetic resonance imaging assessment of levator ani morphologic features in different grades of prolapse. *Am J Obstet Gynecol*. 2003; 188: 910.
16. Deindl F. M., Vodusek D. B., Hesse U., Schussler B. Pelvic floor activity patterns: comparison of nulliparous continent and parous urinary stress incontinent women. *Akinesiological EMG study*. *Br J Urol*. 1994; 73 (4): 413–417.
17. Kegel A. H. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol*. 1948; 56: 238–249.
18. Shull B., Hurt G., Laycock J. et al. 'Physical examination' in Incontinence. Abrams P., Cardozo L., Khoury S., Wein A., eds. Plymouth, United Kingdom: Plymbridge Distributors Ltd; 2002: 373–388.
19. Bø K., Berghmans B., Mørkved S., VanKampen M. Evidence-based physical therapy for the pelvic floor. *Bridging Science and Clinical Practice*. Elsevier Health Sciences. 2014; 4: 448.
20. Laycock J., Jerwood D. Pelvic floor muscle assessment: the PERFECT scheme. *Physiotherapy*. 2001; 87: 631–642.
21. Isherwood P., Rane A. Comparative assessment of pelvic floor strength using a perineometer and digital examination. *Br J Obstet Gynecol*. 2000; 107: 1007–1011.
22. Jeyaseelan S., Haslam J., Winstanley J. et al. Digital vaginal assessment: an inter-tester reliability study. *Physiotherapy*. 2001; 87: 243–250.
23. Bø K., Finckenhagen H. B. Vaginal palpation of pelvic floor muscle strength: inter-test reproducibility and the comparison between palpation and vaginal squeeze pressure. *Act Obstet Gynecol Scand*. 2001; 80: 883–887.
24. Morin M., Dumoulin C., Bourbonnais D. et al. Pelvic floor maximal strength using vaginal digital assessment compared to dynamometric measurements. *Neurourol Urodyn*. 2004; 23: 336–341.
25. Chevalier F., Fernandez-Lao C. et al. Normal reference values of strength in pelvic floor muscle of women: a descriptive and inferential study *BMC Women's Health*. 2014; 14: 143.
26. Mørkved S., Salvesen K. A., Bø K., Elk-Nes S. Pelvic floor muscle strength and thickness in continent and incontinent nulliparous pregnant women. *Int Urogynecol J*. 2004; 15: 384–390.
27. Kegel A. H. Stress incontinence and genital relaxation: a nonsurgical method of increasing the tone of sphincters their supporting structures. *Ciba Clin Symp*. 1952; 4 (2): 35–51.
28. Bø K. Pressure measurements during pelvic floor muscle contractions: the effect of different positions of the vaginal measuring device. *Neurourol Urodyn*. 1992; 11: 107–113.
29. Bump R., Hurt W. G., Fantl J. A., Wyman J. F. Assessment of Kegel exercise performance after brief verbal instruction. *Am J Obstet Gynecol*. 1991; 165: 322–329.
30. Dougherty M., Bishop K., Mooney R. et al. Variation in intravaginal pressure measurement. *Nurs Res*. 1991; 40: 282–285.
31. Sapsford R., Hodges P., Richardson C. et al. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurourol Urodyn*. 2001; 20: 31–42.
32. International Olympic Committee. *Strength and Power in Sports*. Oxford, United Kingdom: Blackwell Science Ltd; 1992: Chapter 8B.
33. Bø 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*. 1990; 9: 479–487.
34. Peschers U., Gingelmaier A., Jundt K. et al. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *Int Urogynecol J. Pelvic Floor Dysfunct*. 2001; 12: 27–30.
35. Dougherty M. C., Abrams R., McKey P. L. An instrument to assess the dynamic characteristics of the circumvaginal musculature. *Nurs Res*. 1986; 35: 202–206.
36. Bø K., Kvarstein B., Hagen R., Larsen S. Pelvic floor muscle exercise for the treatment of female stress urinary incontinence. I: reliability of vaginal pressure measurements of pelvic floor muscle strength. *Neurourol Urodyn*. 1990; 9: 471–477.
37. McKey P. L., Dougherty M. C. The circumvaginal musculature: correlation between pressure and physical assessment. *Nurs Res*. 1986; 35: 307–309.
38. Carrington E. V., Brokjaer A., Craven H. et al. Traditional measures of normal anal sphincter function using high-resolution anorectal manometry (HRAM) in 115 healthy volunteers. *Neurogastroenterol Motil*. 2014; 26 (5): 625–635.
39. Шелыгин Ю. А., Фоменко О. Ю., Веселов В. В., Белоусова С. В., Алешин Д. В., Вязьмин Д. О. Нормативные показатели давления в анальном канале при неперфузионной манометрии. *Колопроктология*. — 2015. — 3 (53). — С. 4–10.
40. Sampsel C. M., Miller J. M., Mims B. L. et al. Effect of pelvic muscle exercise on transient incontinence during pregnancy and after birth. *Obstet Gynecol*. 1998; 91: 406–412.
41. Dumoulin C., Gravel D., Bourbonnais D. et al. Reliability of dynamometric measurements of the pelvic floor musculature. *Neurourol Urodyn*. 2004; 23: 134–142.
42. Plevnik S. A new method for testing and strengthening of pelvic floor muscles [abstract]. In: *Proceeding of the 15th Annual Meeting of the International Continence Society*. London, 1985: 267–268.
43. Deindl F., Schussler B., Vodusek D., Hesse U. Neurophysiologic effect of vaginal cone application in continent and urinary stress incontinent women. *Int Urogynecol J. Pelvic Floor Dysfunct*. 1995; 6: 204–208.
44. Hahn I., Milsom I., Ohlson B. L., Ekelund P. Comparative assessment of pelvic floor function using vaginal cones, vaginal digital palpation and vaginal pressure measurement. *Gynecol Obstet Invest*. 1996; 41: 269–274.
45. Kerschman-Schindl K., Uher E., Wiesinger G. et al. Reliability of pelvic floor muscle strength measurement in elderly incontinent women. *Neurourol Urodyn*. 2002; 21: 42–47.
46. Lubowski D. Z., Swash M., Nichols J. et al. Increases in pudendal nerve terminal motor latency with defecation straining. *The British Journal of Surgery*. 1988; 75: 1095–1097.
47. Turker K. Electromyography: some methodological problems and issues. *Phys Ther*. 1993; 73: 698–710.
48. Podnar S., Vodusek D. Protocol for clinical neurophysiologic examination of the pelvic floor. *Neurourol Urodyn*. 2001; 20: 669–682.
49. Gunnarsson M. Pelvic Floor Dysfunction: A Vaginal Surface EMG Study in Healthy and Incontinent Women. Lund, Sweden: Department of Urology, Faculty of Medicine, Lund University; 2002.
50. Hallencreutz H. G., Dederich A., Aino Fianu Jonasson A. F. Reliability of Surface Electromyography on the Pelvic Floor Muscles. *Neurology and Urodynamics*. 2009; 28: 395–399.
51. Devreese A., Staes F., Janssens L., Penninckx F., Vereecken R., De Weerd W. Incontinent women have altered pelvic floor muscle contraction patterns. *J Urol*. 2007; 178 (2): 558–62. (Epub 2007 Jun 14)
52. Fowler C., Benson J., Craggs M. et al. Clinical neurophysiology. In: Abrams P., Cardozo L., Khoury S., Wein A., eds. *Incontinence*. Plymouth, United Kingdom: Plymbridge Distributors Ltd; 2002: 389–424.
53. Pereira L. C., Botelho S., Marques J., Adami D. B., Alves F. K., Palma P., Ricetto C. Electromyographic pelvic floor activity: Is there impact during the female life cycle? *Neurourol Urodyn*. 2014; 11. doi: 10.1002/nau.22703.
54. Kegel A. H. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol*. 1948; 56: 238–249.
55. Hesse U., Schussler B., Frimberger J. et al. Effectiveness of a three-step pelvic floor reeducation in the treatment of stress urinary incontinence: a clinical assessment. *Neurourol Urodyn*. 1990; 9: 397–398.
56. Bump R., Hurt W. G., Fantl J. A., Wyman J. F. Assessment of Kegel exercise performance after brief verbal instruction. *Am J Obstet Gynecol*. 1991; 165: 322–329.
57. Wilson P., Herbison G., Heer K. Reproducibility of perineometer measurements. *Neurourol Urodyn*. 1991; 10: 399–400.
58. Elser D., Wyman J., McClish D. et al. The effect of bladder training, pelvic floor muscle training, or combination training on urodynamic parameters in women with urinary incontinence. *Neurourol Urodyn*. 1999; 18: 427–436.

