

НОВЫЙ СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ЭНТЕРОЦЕЛЕ С ПОМОЩЬЮ СЕТЧАТЫХ ИМПЛАНТАТОВ

DOI: 10.17691/stm2017.9.3.10

УДК 618.13/14-007.44-089.844-77

Поступила 29.12.2016 г.

© **А.А. Ищенко**, к.м.н., зав. отделением онкогинекологии Университетской клинической больницы №4¹;
Л.С. Александров, д.м.н., профессор кафедры акушерства и гинекологии №1¹;
И.Д. Хохлова, к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии №1¹;
Ю.Н. Тарасенко, к.м.н., ассистент кафедры акушерства и гинекологии №1¹;
Е.П. Худoley, аспирант кафедры акушерства и гинекологии №1¹;
Я.Ю. Сулина, аспирант кафедры акушерства и гинекологии №1¹;
Т.В. Гаврилова, врач акушер-гинеколог гинекологического отделения²;
А.И. Ищенко, д.м.н., профессор, зав. кафедрой акушерства и гинекологии №1¹; директор²

¹Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, 119991, ул. Трубецкая, 8/2;

²Клиника акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева, Москва, 119435, ул. Еланского, 2/1

Цель исследования — разработка и оценка эффективности нового способа коррекции энтероцеле лапаровагинальным доступом.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 23 пациентки, которым требовалось лечение по поводу рецидива пролапса тазовых органов. В 1-ю группу вошли 13 пациенток после тотальной гистерэктомии влагалитичным и лапаротомическим доступами с одновременной коррекцией цистоцеле при помощи сетчатых имплантатов, во 2-ю группу — 10 пациенток после органосберегающих операций на органах малого таза в сочетании с вентросуспензией матки апоневротическими лоскутами и кольпоперинеолева-торопластикой.

Результаты. Подтверждена концепция полиэтиологичности пролапса тазовых органов и возрастания риска формирования энтероцеле после операций, приводящих к нарушению нормального анатомического взаиморасположения органов малого таза и повреждению фасциального и связочного аппарата. Разработанный способ единовременной двухуровневой лапаровагинальной коррекции энтероцеле с помощью сетчатых имплантатов с многоточечной их фиксацией высокоэффективен, его применение способствует улучшению результатов оперативного лечения и уменьшению частоты рецидивов заболевания.

Ключевые слова: коррекция энтероцеле; пролапс тазовых органов; сетки.

Как цитировать: Ischenko A.A., Aleksandrov L.S., Hokhlova I.D., Tarasenko Y.N., Hudoley E.P., Sulina Y.Y., Gavrilova T.V., Ischenko A.I. A new method of surgical enterocele correction using mesh implants. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2017; 9(3): 77–81, <https://doi.org/10.17691/stm2017.9.3.10>

English

A New Method of Surgical Enterocele Correction Using Mesh Implants

A.A. Ischenko, MD, PhD, Head of Oncogynecology Unit, University Clinical Hospital No.4¹;
L.S. Aleksandrov, MD, DSc, Professor, Department of Obstetrics and Gynecology No.1¹;
I.D. Hokhlova, MD, PhD, Associate Professor, Department of Obstetrics and Gynecology No.1¹;
Y.N. Tarasenko, MD, PhD, Tutor, Department of Obstetrics and Gynecology No.1¹;
E.P. Hudoley, PhD Student, Department of Obstetrics and Gynecology No.1¹;
Y.Y. Sulina, PhD Student, Department of Obstetrics and Gynecology No.1¹;
T.V. Gavrilova, Obstetrician-Gynecologist, Gynecology Unit²;
A.I. Ischenko, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Obstetrics and Gynecology No.1¹; Director²

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/2 Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russian Federation;

²V.F. Snegirev Clinic of Obstetrics and Gynecology, 2/1 Yelanskogo St., Moscow, 119435, Russian Federation

Для контактов: Ищенко Антон Анатольевич, e-mail: ra2001_2001@mail.ru

The aim of the investigation was to develop and evaluate a new method of enterocele correction by laparovaginal access.

Materials and Methods. 23 women treated for the recurrent pelvic organ prolapse participated in the study. Group 1 included 13 patients after total hysterectomy by the vaginal and laparotomic access with concurrent correction of cystocele using mesh implants, group 2 consisted of 10 patients after organ-saving operations on the small pelvic organs in combination with ventrosuspension of the uterus by aponeurotic flaps and colpoperineoplasty.

Results. Findings of the present study confirm the concept of polyetiology of pelvic organ prolapse and the increasing risk of enterocele formation following the operation, leading to impairment of normal anatomical interposition of the small pelvic organs and damage to the fascial and ligamentous apparatus. The developed method of a single-step, two-level laparovaginal correction of enterocele using mesh implants with their multipoint fixation is highly efficient, its application helps to improve operative treatment results and reduce the disease recurrence rate.

Key words: enterocele correction; pelvic organ prolapse; meshes.

В структуре гинекологической заболеваемости на долю тазовых пролапсов приходится 28–38,9% [1]. С увеличением продолжительности жизни частота пролапсов возрастает, достигая десятикратной прогрессии в постменопаузе по сравнению с репродуктивным периодом, чему способствует гипоэстрогения, обуславливающая развитие атрофии в эстрогенозависимых органах и тканях таза [2].

Несомненный клинический интерес представляет отдельная группа тазовых пролапсов — энтероцеле, которое характеризуют как грыжу париетальной брюшины таза, содержащую петли тонкого кишечника и/или сальник. Возникает энтероцеле в результате истончения или разрывов прямокишечно-влагалищной и/или лонно-шеечной фасции, что позволяет брюшине вплотную приблизиться к слизистой оболочке влагалища. Наиболее часто в формировании энтероцеле принимает участие перерастянутая брюшина прямокишечно-маточного углубления, что приводит к провисанию заднего свода влагалища, иногда вплоть до выпадения последнего вместе с грыжевым мешком за пределы половой щели [3].

Предрасполагающими факторами образования энтероцеле являются: глубокое прямокишечно-маточное пространство, оперативные вмешательства на органах малого таза, сопровождающиеся повреждением лонно-шеечной и/или прямокишечно-влагалищной фасции, а также нарушение нормального анатомического взаиморасположения тазовых органов после гистерэктомии, вентрофиксации матки, других способов коррекции пролапса [4].

Несмотря на наличие многочисленных оперативных техник влагалищным и абдоминальным доступами, частота рецидивов пролапса тазовых органов остается высокой, достигая 33,3–40,0% [5].

Нередки сообщения о функциональной несостоятельности целого ряда оперативных вмешательств, что зачастую связано с неполным хирургическим восстановлением нормального взаиморасположения органов таза, недостаточной коррекцией фасциальных дефектов, неадекватным объемом операции [5, 6].

Цель исследования — разработка и оценка эф-

фективности нового способа коррекции энтероцеле лапаровагинальным доступом.

Материалы и методы. Работу проводили с 2013 по 2016 г. в Клинике акушерства и гинекологии имени В.Ф. Снегирева — клинической базе кафедры акушерства и гинекологии №1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, на базе Лечебно-реабилитационного центра Министерства здравоохранения Российской Федерации, в клинике репродукции «Приор» (Москва).

Выполняли комплексное обследование и хирургическое лечение 23 пациенток, обратившихся по поводу рецидива пролапса тазовых органов через 6–15 лет после первого оперативного вмешательства.

Всех пациенток разделили на две группы в зависимости от объема предыдущей операции. В 1-ю группу вошли 13 пациенток после тотальной гистерэктомии влагалищным и лапаротомическим доступами с одновременной коррекцией цистоцеле при помощи сетчатых имплантатов, во 2-ю группу — 10 пациенток после органосберегающих операций на органах малого таза в сочетании с вентросуспензией матки апоневротическими лоскутами и кольпоперинеолеворопластикой.

Все женщины находились в периоде постменопаузы, продолжительность которой варьировала от двух лет до 21 года. Средний возраст их составил 59,6 года. При этом 47,8% были в возрасте 54–59 лет, а остальные 52,2% — 60–67 лет.

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией, принятой в июне 1964 г. (Хельсинки, Финляндия) и пересмотренной в октябре 2000 г. (Эдинбург, Шотландия), и одобрено Этическим комитетом Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова. От каждой пациентки получено информированное согласие.

Исследуемые группы формировали методом сплошной тематической выборки. Критериями включения в работу служили изолированные формы энтероцеле после предшествующих оперативных вмешательств, сопровождающихся коррекцией различных видов тазового пролапса. Критериями исключения были сочетание энтероцеле с другими видами пролапса тазовых органов, тяжелая экстрагенитальная патология, абсолютные противопоказания к лапароскопии.

Обследование пациенток обеих групп проводили согласно стандартам оказания медицинской помощи. Оно включало анализ жалоб, сбор анамнеза, физикальный осмотр, гинекологическое и ректальное исследования, инструментальные (трансвагинальная, трансперинеальная эхография, кольпоскопия) и другие методы исследования, при назначении которых ориентировались на индивидуальные клинические симптомы и необходимую предоперационную подготовку.

При изучении анамнеза тщательно анализировали характер и время появления жалоб, наследственность, экстрагенитальную патологию, особенности менструальной и репродуктивной функций, характер гинекологической патологии и оперативных вмешательств в прошлом, историю настоящего заболевания.

Во время клинического обследования проводили осмотр влагалища и шейки матки при помощи зеркал, а затем выполняли гинекологическое исследование, которое является основой диагностики пролапса тазовых органов. Ректальное исследование помогало определить наличие или отсутствие опущения задней стенки влагалища и дифференцировать энтероцеле от ректоцеле. Для определения степени пролапса использовали международную классификацию количественной оценки пролапса тазовых органов (pelvic organ prolapse quantification system). Эхографическое исследование органов малого таза осуществляли с помощью аппарата Toshiba aplio (Toshiba, Япония), снабженного мультичастотными трансвагинальным и конвексным датчиками.

Детальный анализ жалоб показал, что они аналогичны в обеих группах. Прежде всего больные отмечали дискомфорт и ощущение инородного тела во влагалище (100%), ноющие боли в нижних отделах живота и пояснице (91,3%), неловкость и неприятные ощущения при сексуальном контакте (82,6%) и в связи с этим невозможность полноценной половой жизни. Запоры встречались у 21,7% пациенток. Четверо больных (17,4%) отмечали выпадение инородного тела, которое упорно называли маткой, за пределы влагалища в положении стоя, при натуживании и физической нагрузке, во время ходьбы.

Впервые ощущения дискомфорта во влагалище появились у трех больных первой группы через 5 лет, у пятерых — через 7 лет, у четверых — через 8 лет и у одной пациентки — через 12 лет после первой операции. Аналогичные жалобы возникли у четырех больных 2-й группы через 6 лет, у троих — через 7 лет и еще у троих — через 8 лет после первого оперативного вмешательства.

Однако большинство пациенток обратились за врачебной помощью лишь спустя 3–6 лет, пытаясь избежать повторного оперативного вмешательства и надеясь на консервативные методы лечения.

Изучение семейного анамнеза выявило наличие тазового пролапса у матери в каждом четвертом наблюдении и у бабушки по линии матери — у каждой

шестой пациентки, что может свидетельствовать в пользу наследственного характера заболевания [7].

Среди экстрагенитальной патологии 47,8% пациенток имели сердечно-сосудистые заболевания, 17,4% — варикозную болезнь, 21,7% — хронический бронхит, 26% — хронический гастрит и хронический холецистит, 8,7% — грыжи, 13% — нефроптоз, 17,4% — гипермобильность и вывихи суставов, 30,4% — артрозы, 73,9% — остеохондроз различных отделов позвоночника, что может свидетельствовать о возможных системных нарушениях структуры соединительной ткани [8, 9].

Менструальная функция и возраст наступления менопаузы у пациенток обеих групп были сопоставимы и особенностей не имели. Так, возраст менархе в среднем составил $13,0 \pm 1,4$ года, менопаузы — $51,4 \pm 3,6$ года.

У 82,6% пациенток в прошлом были 1–2, а у 17,4% — трое своевременных родов через естественные родовые пути. Травмой промежности роды осложнились у 60,8% женщин, что также является фактором риска развития пролапса тазовых органов [10, 11].

Среди гинекологических заболеваний у 17 женщин в анамнезе отмечена миома матки, у четверых — доброкачественная серозная цистаденома, у двоих — тератома яичника. Кроме того, у больных 1-й группы в прошлом диагностировано цистоцеле, а 2-й группы — опущение стенок влагалища II–III степени.

В возрасте 42–54 лет всем пациенткам было проведено оперативное лечение в следующем объеме: тотальная гистерэктомия и коррекция цистоцеле сетчатым имплантатом (1-я группа); миомэктомия — у 4, одно-, двусторонняя аднексэктомия — у 6 человек лапаротомическим доступом в сочетании с вентросуспензией матки и кольпоперинеолеваторопластикой (2-я группа).

При осмотре, гинекологическом и ректальном исследованиях отсутствовали признаки несостоятельности тазового дна, о чем свидетельствовали хорошее состояние промежности и сомкнутая половая щель у 82,6% пациенток. При натуживании половая щель начинала зиять и апикальная часть грыжевого мешка, исходящего из верхней трети влагалища, становилась доступна для визуализации. У 17,4% пациенток грыжевой мешок частично выпадал за пределы влагалища. При вправлении последнего внутрь половая щель смыкалась. Полученные данные свидетельствуют о патогенетических особенностях формирования энтероцеле, а именно — о главной роли в этом процессе перерастяжения и/или разрывов прямокишечно-влагалищной фасции [10]. Опущения или выбухания средней и нижней третей задней стенки влагалища, равно как и ректоцеле, не зарегистрировано.

При трансвагинальном и трансперинеальном эхографическом исследовании наблюдали картину, характерную для неизмененного тазового дна. Шейка матки у пациенток 2-й группы визуализировалась выше или на уровне лонного сочленения, высота

сухожильного центра промежности была не менее 10 мм, отсутствовал диастаз мышц в области сухожильного центра. Не отмечалось деформации контуров и смещения мочевого пузыря и прямой кишки. Во время пробы Вальсальвы гипермобильность уретры не регистрировали.

В то же время во влагалище визуализировали выпухание, исходящее из области, расположенной выше уровня зубчатой линии анального канала, в котором находились петли кишечника и/или сальник.

У 4 пациенток 2-й группы выявили миому матки: от 2 до 4 узлов, диаметром 1–2 см, с интерстициально-субсерозной локализацией.

Показанием к оперативному лечению явился рецидив тазового пролапса — изолированная форма энтероцеле III степени (у 19) и IV степени (у 4).

Результаты. Самый эффективный метод лечения тазового пролапса — хирургический. Несмотря на существование многочисленных корригирующих техник, универсальной операции, решающей все проблемы пролапса, не существует, велика частота рецидивов заболевания, поэтому хирурги смежных специальностей (гинекологи, урологи, проктологи) неустанно продолжают разработку новых методик, применение которых, иногда в комбинации друг с другом, позволяет получать не только хорошие, но и стойкие результаты [1, 5].

Опираясь на знания и умения хирургов прошлых поколений, исследования современников, собственный практический опыт и новейшие медицинские технологии, мы разработали оригинальный способ лечения энтероцеле — одновременную двухуровневую коррекцию с помощью сетчатых имплантатов.

Хорошо известны три базовые хирургические техники абдоминальной коррекции энтероцеле — операции Мошковича, Гальбана и пликация крестцово-маточных связок, которые предусматривают облитерацию прямокишечно-маточного углубления. Основная техника влагалищным доступом включает идентификацию дефекта в области верхней или поперечной частей прямокишечно-влагалищной фасции, через который органы брюшной полости, как правило сальник и/или петли тонкого кишечника, пролабируют во влагалище, с последующей диссекцией и иссечением грыжевого мешка, наложением швов на грыжевые ворота и устранением фасциального дефекта [1].

Мы использовали лапаровагинальный доступ, осуществляя одновременную двухуровневую коррекцию энтероцеле с помощью сетчатых имплантатов с предварительным адгезиолизисом, поскольку у 15 пациенток обнаружен спаечный процесс в малом тазу I–II степени, а у 8 — III степени распространения.

У пациенток 1-й группы выполняли адгезиолизис, трансвагинальную экстраперитонеальную сакрокольпопексию, сакроспинальную кольпопексию.

Пациенткам 2-й группы производили адгезиолизис, трансвагинальную экстраперитонеальную сакроцервикольпопексию, сакроспинальную кольпопексию и надвлагалищную ампутацию матки. Для улучшения

доступа к операционному полю у 4 больных выполняли перинеотомию с последующей кольпоперинеолеваторопластикой.

Оперативное вмешательство проводили в несколько этапов.

1. Операцию начинали с ревизии органов таза, адгезиолизиса, осмотра грыжевого мешка, представленного растянутой брюшиной прямокишечно-маточного углубления, и эвакуации его содержимого (петли тонкого кишечника, сальник) лапароскопическим доступом.

2. Одновременно стенку влагалища над энтероцеле фиксировали зажимами и после гидропрепаровки рассекали слизистую оболочку влагалища в продольном направлении до брюшины, не повреждая последнюю. Затем производили диссекцию грыжевого мешка до его ворот, чему способствовала лапароскопическая трансиллюминация. При этом спереди ориентировались на уровень шейки матки (2-я группа) или нижний край лонного сочленения (1-я группа), сзади — на уровень копчика, справа и слева — на уровень седалищных остей. Во время диссекции тщательно отделяли грыжевой мешок от передней стенки прямой кишки. Острым и тупым путем формировали каналы к крестцово-остистым связкам с обеих сторон.

3. Трансвагинальным доступом под эндоскопическим контролем при помощи длинного мягкого зажима формировали экстраперитонеальный туннель от купола (1-я группа) или заднего свода (2-я группа) влагалища до мыса крестца под париетальной брюшиной задней стенки таза правее от средней линии. Вскрывали брюшину над мысом и освобождали его от прилегающей клетчатки лапароскопическим доступом. Затем через экстраперитонеальный туннель трансвагинально к мысу крестца подводили сетчатый имплантат (проленовая сетка размером 3×15 см), проксимальный конец которого фиксировали 1–2 нерассасывающимися эндошвами за продольную связку крестца в области мыса. Влагалищным доступом дистальный конец сетки подшивали к верхней части задней стенки влагалища (1-я группа) и к задней стенке шейки матки и заднему своду влагалища (2-я группа).

4. Брюшину пустого грыжевого мешка подтягивали эндоскопическим зажимом выше в полость таза, после чего на ворота мешка накладывали эндоскопическую петлевую лигатуру и дополнительные эндошвы, фиксирующие пустой грыжевой мешок к задней стенке шейки матки (2-я группа) и одной из крестцово-маточных связок (1-я и 2-я группы). Затем выполняли пликацию крестцово-маточных связок двумя-четырьмя эндошвами с целью сокращения глубины Дугласова кармана.

5. Одновременно трансвагинально накладывали два ряда кисетных швов на область грыжевых ворот, после чего выполняли сакроспинальную кольпопексию с помощью сетчатого проленового имплантата длиной 9,0±1,0 см и шириной 4,0±1,0 см с рукавами 8×2 см, а также системы Elevate posterior (AMS, США). При помощи проводников рукава системы Elevate pos-

terior фиксировали к крестцово-остистым связкам с обеих сторон на 2 см медиальнее седалищных остей. Рукава проводили в специальные отверстия сетчатого имплантата, развернутого наоборот, углы которого погружали в рану с помощью толкателя, после чего устанавливали дополнительные фиксаторы. Кроме того, отдельными лигатурами подшивали сетчатый имплантат к задней стенке шейки матки (2-я группа), задней стенке влагалища (1-я и 2-я группы), ректовагинальной фасции и дистальному концу имплантата, фиксированного ранее к мысу крестца. Многоточечная фиксация сетчатых имплантатов способствует предупреждению их скручивания и сморщивания, что обуславливает улучшение результата операции и долговременность лечебного эффекта. После этого иссекали избыточную слизистую оболочку задней стенки верхней трети влагалища, а затем накладывали на рану отдельные викриловые швы.

6. Пациенткам 2-й группы проводили надвлагалищную ампутацию матки лапароскопическим доступом по обычной методике.

Продолжительность операций в 1-й и 2-й группах составила в среднем $137,8 \pm 25,0$ мин и варьировала от 75 до 240 мин (1-я группа) и от 110 до 190 мин (2-я группа). Интраоперационная кровопотеря у пациенток 1-й группы — $169,2 \pm 32,9$ мл, во 2-й группе — $145,0 \pm 22,7$ мл.

В раннем послеоперационном периоде осложнений не было.

Анализ данных, полученных в результате амбулаторного наблюдения за пациентками в позднем послеоперационном периоде (3–36 мес), показал, что субъективно они были удовлетворены результатами.

При гинекологическом обследовании, трансвагинальной и трансперинеальной эхографии отмечалось, что купол влагалища у пациенток 1-й группы и задний свод у пациенток 2-й группы стояли высоко. При натуживании значимого смещения тазовых органов не происходило.

Заключение. В результате настоящего исследования подтверждена концепция полиэтиологичности пролапса тазовых органов и возрастания риска формирования энтероцеле после операций, приводящих к нарушению нормального анатомического взаиморасположения органов малого таза и повреждению фасциального и связочного аппарата. Разработанный способ единовременной двухуровневой лапаровагинальной коррекции энтероцеле с помощью сетчатых имплантатов с многоточечной их фиксацией высокоэффективен, его применение способствует улучшению результатов оперативного лечения и уменьшению частоты рецидивов заболевания.

Финансирование исследования и конфликт интересов. Исследование не финансировалось какими-

либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

Литература/References

1. Ahmad M., Sileri P., Franceschilli L., Mercer-Jones M. The role of biologics in pelvic floor surgery. *Colorectal Dis* 2012; 14(Suppl 3): 19–23, <https://doi.org/10.1111/codi.12045>.
2. Ruiz-Zapata A.M., Kerkhof M.H., Zandieh-Doulabi B., Brölmann H.A., Smit T.H., Helder M.N. Fibroblasts from women with pelvic organ prolapse show differential mechanoresponses depending on surface substrates. *Int Urogynecol J* 2013; 24(9): 1567–1575, <https://doi.org/10.1007/s00192-013-2069-z>.
3. Morris V.C., Murray M.P., Delancey J.O., Ashton-Miller J.A. A comparison of the effect of age on levator ani and obturator internus muscle cross-sectional areas and volumes in nulliparous women. *NeuroUrol Urodyn* 2012; 31(4): 481–486, <https://doi.org/10.1002/nau.21208>.
4. Jelovsek J.E., Chagin K., Brubaker L., Rogers R.G., Richter H.E., Arya L., Barber M.D., Shepherd J.P., Nolen T.L., Norton P., Sung V., Menefee S., Siddiqui N., Meikle S.F., Kattan M.W.; Pelvic Floor Disorders Network. A model for predicting the risk of de novo stress urinary incontinence in women undergoing pelvic organ prolapse surgery. *Obstet Gynecol* 2014; 123(2 Pt 1): 279–287, <https://doi.org/10.1097/aog.0000000000000094>.
5. Strizhakov A.N., Kosachenko A.G., Davydov A.I. Genital hernias. The current state of the problem. *Voprosy ginekologii, akušerstva i perinatologii* 2016; 15(1): 58–64, <https://doi.org/10.20953/1726-1678-2016-1-58-64>.
6. Larson K.A., Luo J., Guire K.E., Chen L., Ashton-Miller J.A., DeLancey J.O. 3D analysis of cystoceles using magnetic resonance imaging assessing midline, paravaginal, and apical defects. *Int Urogynecol J* 2012; 23(3): 285–293, <https://doi.org/10.1007/s00192-011-1586-x>.
7. Ward R.M., Velez Edwards D.R., Edwards T., Giri A., Jerome R.N., Wu J.M. Genetic epidemiology of pelvic organ prolapse: a systematic review. *Am J Obstet Gynecol* 2014; 211(4): 326–335, <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2014.04.006>.
8. Wang S., Zhang Z., Lü D., Xu Q. Effects of mechanical stretching on the morphology and cytoskeleton of vaginal fibroblasts from women with pelvic organ prolapse. *Int J Mol Sci* 2015; 16(5): 9406–9419, <https://doi.org/10.3390/ijms16059406>.
9. Egorov V., van Raalte H., Lucente V. Quantifying vaginal tissue elasticity under normal and prolapse conditions by tactile imaging. *Int Urogynecol J* 2012; 23(4): 459–466, <https://doi.org/10.1007/s00192-011-1592-z>.
10. Ulrich D., Edwards S.L., Su K., White J.F., Ramshaw J.A., Jenkin G., Deprest J., Rosamilia A., Werkmeister J.A., Gargett C.E. Influence of reproductive status on tissue composition and biomechanical properties of ovine vagina. *PLoS One* 2014; 9(4): e93172, <https://doi.org/10.1055/s-0034-1374740>.
11. Ren S., Xie B., Wang J., Rong Q. Three-dimensional modeling of the pelvic floor support systems of subjects with and without pelvic organ prolapse. *Biomed Res Int* 2015; 2015: 84598, <https://doi.org/10.1155/2015/845985>.