

УДК 616.718.19-073.7

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ФИБРОЗНО-МЫШЕЧНЫХ СТРУКТУР ТАЗОВОГО ДНА У ЛЮДЕЙ *IN VIVO*

С.Н. Чемидронов, А.В. Колсанов, Г.Н. Суворова, И.С. Чичева

Исследования тазового дна и органов малого таза являются актуальной проблемой в анатомии, акушерстве, гинекологии, урологии. Большое значение приобретают современные методы исследования (МРТ, КТ), которые позволяют определить индивидуальные анатомические особенности, изучить анатомию *in vivo*. Цель – изучить анатомию мышцы, поднимающей задний проход *in vivo* на основании данных МРТ-исследований, путем построения в инновационной системе "Автоплан" трехмерных моделей, описать основные формы диафрагмы таза, сравнить относительные параметры уrogenитальной и аноректальной щелей у мужчин и женщин разных возрастных групп. Были определены три основные формы тазового дна: килевидная, воронкообразная, подковообразная. Для мужчин всех возрастных групп характерна килевидная форма, также в старшей группе появляется воронкообразная форма. Для женщин молодого и среднего возраста характерны килевидная и воронкообразная формы тазового дна, для женщин старшей возрастной группы характерна подковообразная форма. При исследовании относительных параметров уrogenитальной и аноректальной щелей наибольшие значения характерны для женщин пожилого и старческого возраста. Это позволяет предположить снижение тонусной активности мышцы, поднимающей задний проход как основного динамического компонента, удерживающего органы малого таза и, как следствие, увеличение вероятности пролапса тазовых органов.

*Ключевые слова:* мышца, поднимающая задний проход; трехмерное моделирование; пролапс тазовых органов; Автоплан.

---

## *IN VIVO* АДАМДАРДЫН ЖАМБАШЫНЫН ФИБРОЗДУК-БУЛЧУҢ ТҮЗҮМДӨРҮНҮН АЙРЫМ ПАРАМЕТРЛЕРИНЕ САЛЫШТЫРМА МҮНӨЗДӨМӨ

С.Н. Чемидронов, А.В. Колсанов, Г.Н. Суворова, И.С. Чичева

Жамбаш чарасын жана кичи жамбаш чарасынын органдарын изилдөө анатомияда, акушерликте, гинекологияда, урологияда актуалдуу маселелерден болуп эсептелет. Заманбап изилдөө ыкмалары (МРТ, КТ) өзгөчө мааниге ээ, алар жеке анатомиялык өзгөчөлүктөрдү аныктоого, *in vivo* анатомиясын изилдөөгө мүмкүндүк берет. МРТ-изилдөөлөрүнүн маалыматтарынын негизинде *in vivo* арткы тешикти көтөрүп турган булчуңдун анатомиясын изилдөө, "Автоплан" инновациялык системасында үч өлчөмдүү моделди түзүү аркылуу жамбаштын диафрагмасынын негизги формаларын сүрөттөө, ар кандай курактагы эркектердин жана аялдардын уrogenиталдык жана аноректалдык тешиктөрүнүн параметрлерин салыштыруу. Жамбаш чарасынын үч негизги формасы аныкталды: узунунан кеткен, воронка сымал, така сымал. Бардык курактагы эркектер үчүн узунунан кеткен форма мүнөздүү, ошондой эле жашы улуу курактагылардыкы воронка формасында болот. Жаш жана орто жаштагы аялдардын жамбаш чарасынын формасы узунунан кеткен жана воронка сымал, жашы улуу курактагы аялдар үчүн така сымал форма мүнөздүү. Уrogenиталдык жана аноректалдык тешиктөрүнүн салыштырмалуу параметрлерин изилдөө улгайган жана картайган аялдар үчүн маанилүү. Бул кичи жамбаш чарасынын органдарын кармап туруучу, арткы тешикти көтөрүп туруучу негизги динамикалык компонент катары булчуңдардын тонусунун активдүүлүгүнүн төмөндөшүн болжолдоого мүмкүндүк берет, натыйжада жамбаш чарасынын органдарынын ылдый түшүп кетүү болжолун жогорулатат.

*Түйүндүү сөздөр:* арткы тешикти көтөрүп туруучу булчуң; үч өлчөмдүү моделдөө; жамбаш чарасынын органдарынын ылдый түшүп кетүүсү; Автоплан.

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF SOME PARAMETERS IN HUMAN PELVIC FLOOR FIBROMUSCULAR STRUCTURES *IN VIVO*

S.N. Chemidronov, A.V. Kolsanov, G.N. Suvorova, I.S. Chicheva

Studies of the pelvic floor and pelvic organs are an urgent problem in anatomy, obstetrics, gynecology, and urology. Modern research methods (MRI, CT) are of great importance, which allow us to determine individual anatomical features and study anatomy *in vivo*. Objective: to study the anatomy of levator ani muscle *in vivo* on the basis of MRI data, by building three-dimensional models in the innovative Autoplan system, describe the main forms of the pelvic diaphragm and compare the relative parameters of the urogenital and anorectal cleft in men and women of different age groups. Three main forms of the pelvic floor were identified: keel-shaped, funnel-shaped, and horseshoe-shaped. For men of all age groups, the keel shape is characteristic, and in the older group, a funnel shape appears. For women of young and middle age, the keel-shaped and funnel-shaped forms of the pelvic floor are characteristic, for women of the older age group, the horseshoe shape is characteristic. When studying the relative parameters of the urogenital and anorectal cleft, the highest values are typical for elderly and senile women. This suggests a decrease in the tone activity of levator ani muscle, as the main dynamic component that holds the pelvic organs, and, as a result, an increase in the probability of pelvic organ prolapse.

**Keywords:** levator ani muscle; three-dimensional modeling; pelvic organ prolapse; Autoplan.

**Введение.** Тазовое дно составляет нижнюю границу брюшной полости человека. Основные функции этой сложной костно-мышечно-фасциальной структуры заключаются в создании мощного каркаса, удерживающего органы малого таза. От особенностей анатомического строения, степени развития мышц и удерживающего аппарата зависит не только нормальное функционирование органов пищеварительной системы и мочеполового аппарата, удержание мочи и кала, но и комфортное и работоспособное состояние организма в целом.

За последнее время число пациентов, обращающихся в лечебное учреждение с проблемой выпадения органов малого таза, недержания мочи и кала существенно увеличилось. Проплап органов малого таза встречается от 3 до 60 %: в возрасте до 30 лет – каждая десятая женщина, в возрасте от 30 до 45 лет – каждая третья, в возрасте старше 50 лет – каждая вторая женщина страдает опущением органов малого таза. Травмы мышц промежности в родах встречаются от 3 до 15 %, эпизиотомии – от 20 до 70 % [1, 2]. Выпадение прямой кишки составляет до 8 % всех проктологических заболеваний [3].

При изучении вопроса пролапсов, особый интерес для анатомов и клиницистов представляет мышца, поднимающая задний проход. У четвероногих животных основная функция мышцы состоит в том, чтобы осуществлять движение хвостом [4]. Когда люди в процессе эволюции приняли вертикальное положение и приспособились к прямохождению, они

утратили хвост как функциональный придаток, *m. levator ani* стала служить совершенно другой цели [4, 5], а именно: участию в формировании тазового дна, удерживающего тазовые органы – изометрическое сокращение мышцы, поднимающей задний проход, создает статическую защиту и удержание органов малого таза от пролапса. Изотоническое сокращение *m. levator ani* при повышении внутрибрюшного давления изменяет параметры *hiatus urogenitalis* и *hiatus anorectalis*, поэтому отделы мышцы, поднимающей задний проход: *mm. puboperinealis, puborectalis, pubovaginalis, puboanalis* составляют ключевой фактор “динамического” удержания органов малого таза

*M. levator ani* начинается от внутренней поверхности нижней ветви лобковой кости и от сухожильной дуги мышцы, поднимающей задний проход, которая является утолщением *fascia obturatoria*. От этой же дуги париетальная фасция переходит на верхнюю и нижнюю поверхность *m. levator ani* в виде верхней и нижней фасций диафрагмы таза. *M. levator ani* в значительной степени отвечает за поддержание как органов малого таза, так и органов брюшной полости и действует синергически с поперечнополосатыми мышцами передней брюшной стенки, формируя внутрибрюшное давление. Если мышца, поднимающая задний проход, патологически ослаблена или временно инактивирована, давление на одной стороне тазового пояса может быть больше, чем на другой, что позволяет органу опуститься (пролапс органов малого таза).

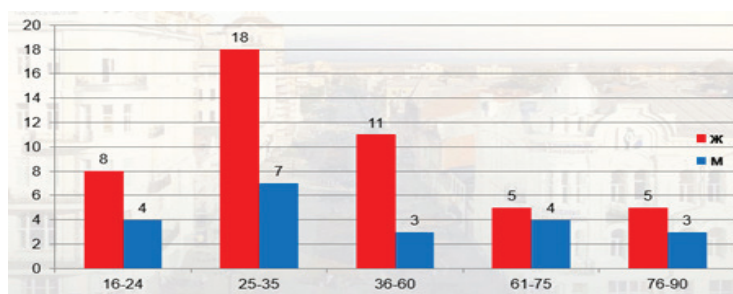


Рисунок 1 – Количество пациентов, включенных в 5 возрастных групп (ж – женщины, м – мужчины)

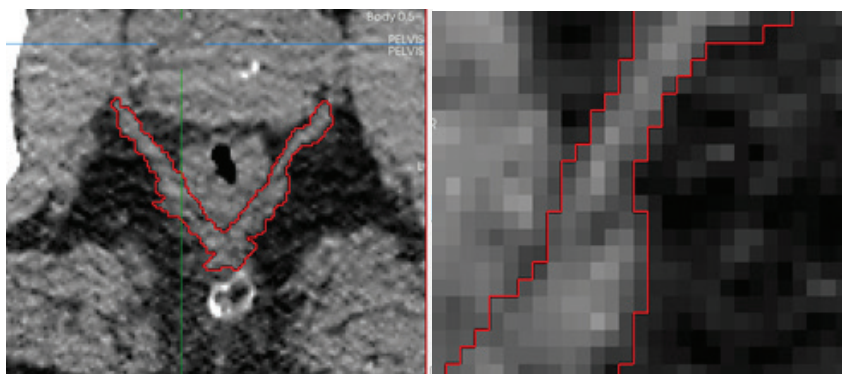


Рисунок 2 – Прецизионное выделение структур в ручном режиме в системе “Автоплан”

#### Цель исследования.

1. Изучить анатомию мышцы, поднимающей задний проход, *in vivo* на основании данных МРТ-исследований, путем построения в инновационной системе “Автоплан” трехмерных моделей.

2. Описать основные формы диафрагмы таза на основании построения трехмерных моделей мышцы, поднимающей задний проход.

3. Сравнить относительные параметры урогенитальной и аноректальной щелей у мужчин и женщин разных возрастных групп.

**Материалы и методы.** Современные методы исследования, такие как МРТ (магнитно-резонансная томограмма) и КТ (компьютерная томограмма), позволяют изучить особенности строения органов и тканей у человека *in vivo*. Для костных образований, а также предварительно контрастированных полостных образований (сердечно-сосудистой, лимфатической, пищеварительной, дыхательной и др.) возможно построение в автоматическом режиме трехмерных моделей. Такая модель позволяет не только визуализировать особенности анатомического

строения, но и спланировать объем оперативного вмешательства и тактику операции. К сожалению, современные компьютерные технологии не дают возможности дифференцировать и строить трехмерные модели мышц тазового дна в связи с низкой контрастной активностью тканей.

Институтом инновационных технологий СамГМУ в 2014 г. была разработана и создана система хирургического планирования и хирургической навигации “Автоплан”. Мы проанализировали данные МРТ 68 пациентов (обследование пациентов проводилось с помощью МР-томографов Siemens magnetom symphony 1,5 и 3 Тесла). Жалоб на пролапс органов малого таза не было. Данные по возрасту и полу приведены на рисунке 1. Прецизионно, под большим увеличением, с максимальным контрастированием изображения с использованием атласа Torsten & Moeller [6] была проведена в ручном режиме сегментация мышцы, поднимающей задний проход, внутренней запирающей мышцы, костных структур таза, некоторых органов малого таза [7] (рисунок 2).

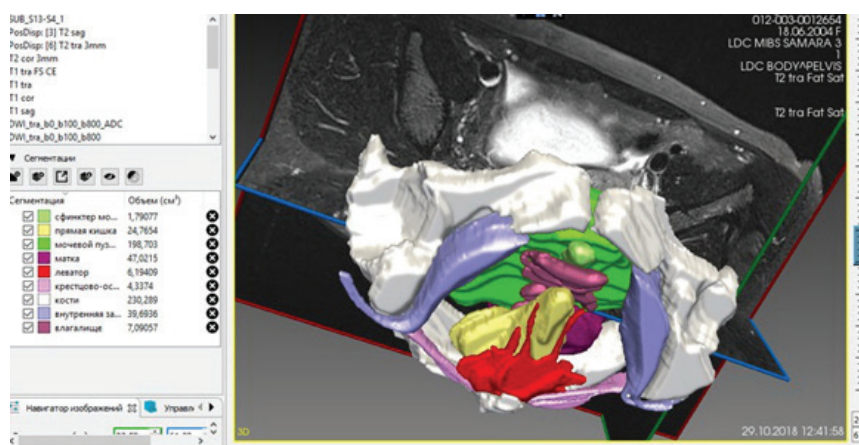


Рисунок 3 – Трехмерная модель органов малого таза и некоторых образований тазового дна с обозначением данных МРТ

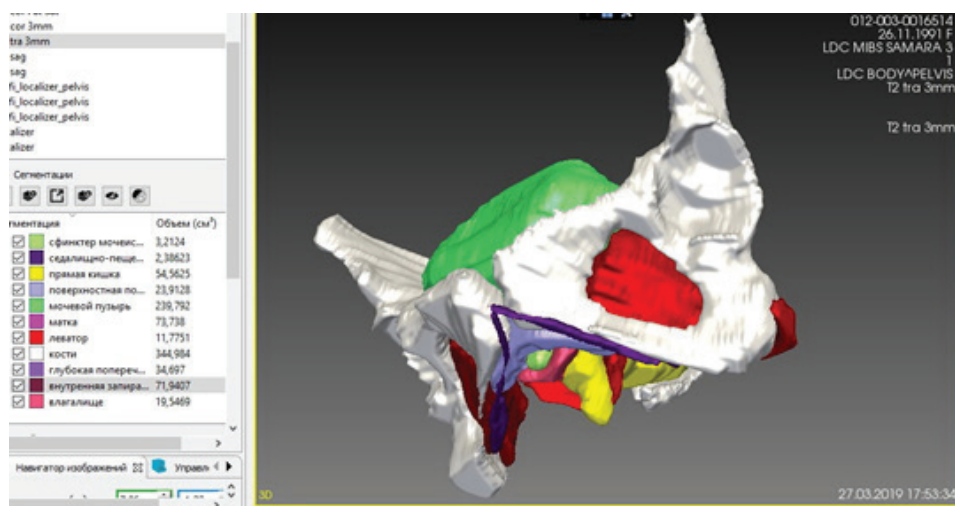


Рисунок 3а – Трехмерная модель органов малого таза и некоторых образований тазового дна без визуализации данных МРТ



Рисунок 4 – Основные формы тазового дна у живого человека на основе построения трехмерных изображений мышцы, поднимающей задний проход. Слева направо: килевидная, воронкообразная, подковообразная формы



Полученные файлы *mitk* обрабатывались с применением полуавтоматического сглаживания *agtk*, в результате чего были созданы трехмерные модели костных, миофасциальных структур таза, матки, влагалища, мочевого пузыря, прямой кишки [8, 9]. На рисунках 3 и 3а показан один из заключительных этапов работы в системе “Автоплан” с созданием трехмерных моделей структур тазового дна и органов малого таза.

**Результаты.** В результате построения трехмерных моделей мы получили три основных формы моделей тазового дна у живого человека – килевидную, воронкообразную и подковообразную. Схематично они представлены на рисунке 4.

У молодых женщин и большинства мужчин нами была описана килевидная форма тазового дна, характеризующаяся тем, что плоскость мышцы, поднимающей задний проход, билатерально вогнута в вентромедиальном направлении. У женщин преимущественно среднего возраста и мужчин среднего и старшего возраста тазовое дно имеет воронкообразную форму, трехмерная модель мышцы, поднимающей задний проход, напоминает плоскость в косом направлении. У женщин старшей возрастной группы тазовое дно имеет форму подковы – трехмерная модель *m. levator ani* представляет выпуклую в дорсолатеральном направлении изогнутую плоскостную структуру (рисунки 5, 5а, 6, 6а, 7, 7а).

После определения основных форм тазового дна мы провели анализ относительных параметров урогенитальной и аноректальной щелей. Для этого в аксиальных проекциях в системе “Автоплан” мы измеряли площадь урогенитальной, аноректальной щелей и площадь плоскости выхода из малого таза (рисунок 8). Данные соотношения площади внутреннего контура мышцы, поднимающей задний проход, соответствующие сумме параметров урогенитальной и аноректальной щелей, к площади выхода из малого таза представлены на рисунке 9.

#### **Выводы**

Нами были описаны основные формы тазового дна на основании построения трехмерных моделей мышцы, поднимающей задний

проход – килевидная, воронкообразная, подковообразная. Килевидная форма встречается у женщин молодого возраста и мужчин всех возрастных групп, воронкообразная форма характерна для женщин молодого и среднего возраста и мужчин старшей возрастной группы, подковообразная форма встречается только у женщин старшей возрастной группы. Трехмерные модели мышцы, поднимающей задний проход, позволяют не только визуализировать форму тазового дна *in vivo*, но и предположить, что килевидная и воронкообразная формы связаны с хорошо развитой мышечной массой и удовлетворительным тонусом мышц. Подковообразная форма характеризуется менее четкими контурами на МРТ- и КТ-изображениях, асимметричностью строения, что, предположительно, свидетельствует об ослаблении тонуса и гипотрофии мышц.

Проанализировав относительные параметры урогенитальной и аноректальной щелей, мы отметили, что максимальные значения они приобретают у женщин старшей возрастной группы, что может еще раз свидетельствовать об ослаблении тонуса мышц, гипотрофии, а также с большей вероятностью приводить к пролапсу органов малого таза.

Современные методы диагностики позволяют исследовать строение органов и систем *in vivo*, что очень важно с точки зрения функциональной и персонифицированной анатомии. Построение трехмерных моделей не только позволяет судить о функциональной анатомии органа, но и проследить взаимоотношение органов у живого человека, изменение топографии с учетом заполнения или опорожнения органов малого таза, а также позволяет спланировать в случае необходимости тактику оперативного вмешательства для конкретного пациента, что особенно важно после предыдущих операций на данной области в условиях измененной топографии. Недостатками методов являются невозможность исследования в вертикальном положении в виду отсутствия в России вертикальных томографов, невозможность сегментации органов в автоматическом режиме, возможные погрешности при сегментации в ручном режиме.

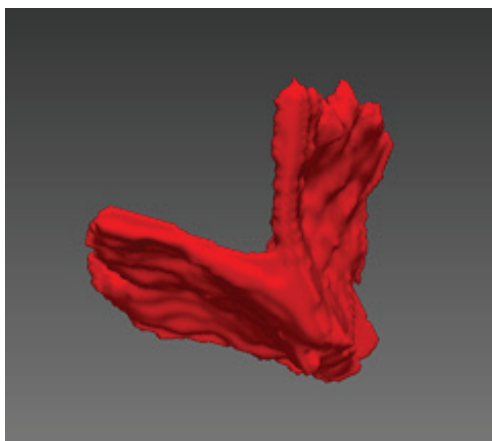


Рисунок 5 – Килевидная форма тазового дна.  
Мужчина, 38 лет

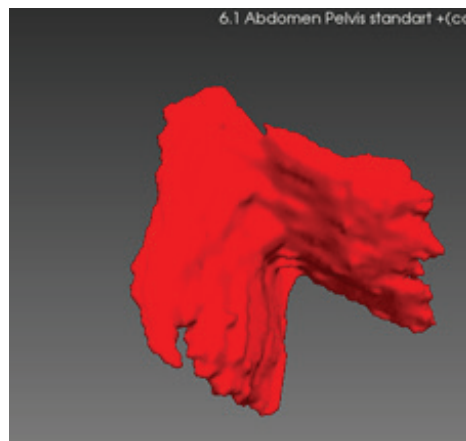


Рисунок 5а – Килевидная форма тазового дна.  
Женщина, 26 лет

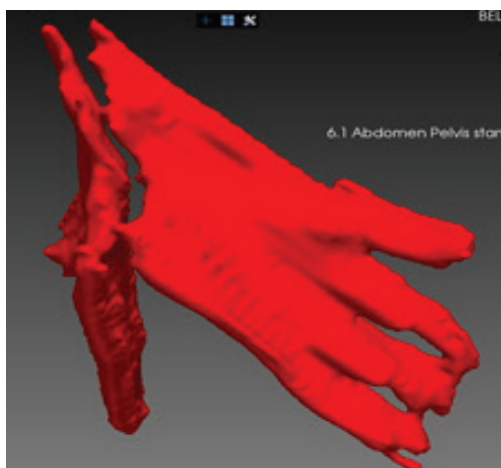


Рисунок 6 – Воронкообразная форма тазового дна.  
Мужчина, 63 года

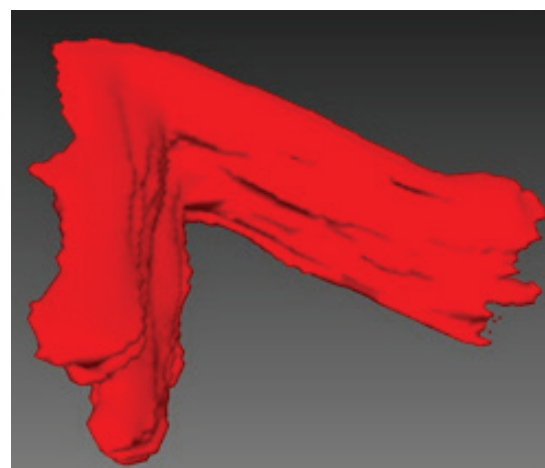


Рисунок 6а – Воронкообразная форма тазового дна.  
Женщина, 46 лет

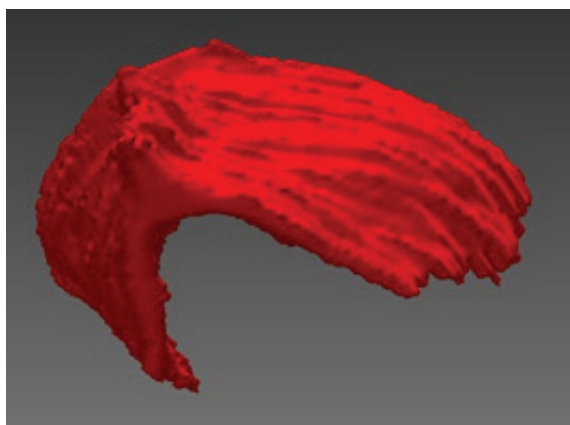


Рисунок 7 – Подковообразная форма тазового дна.  
Женщина, 52 года

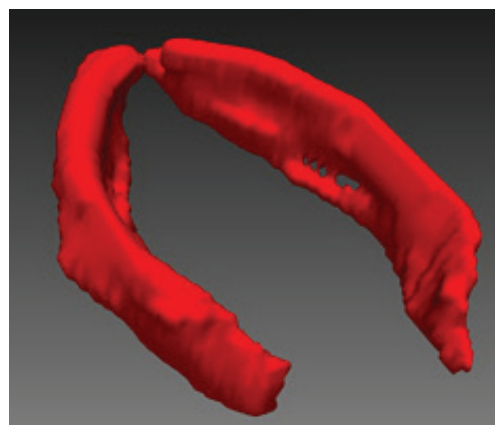


Рисунок 7а – Подковообразная форма тазового дна.  
Женщина, 84 года

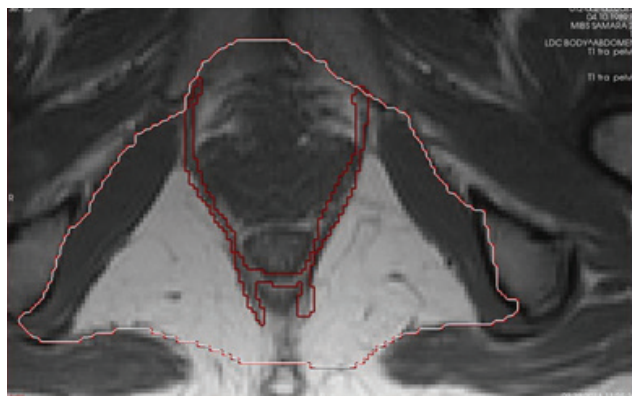


Рисунок 8 – Выделение в системе “Автоплан” в аксиальной проекции красным цветом контуров мышцы, поднимающей задний проход; белым – контуров плоскости выхода из малого таза (МРТ T1режим)

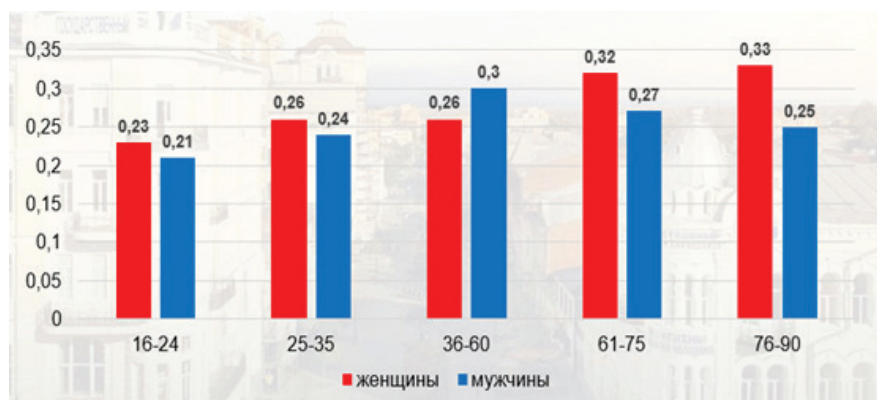


Рисунок 9 – Соотношение суммы площадей урогенитальной и аноректальной щелей к площади выхода из малого таза

#### Литература

1. Weber A.M., Meyn L. Episiotomy use in the United States 1979–1997 // *Obstetrics & Gynecology*. 2002. 100(6). P. 1177–1182.
2. Айламазян Э.К. Акушерство / Э.К. Айламазян. Изд. 4-е. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 526 с.
3. Мусин А.И. Выпадение прямой кишки. Современное состояние проблемы / А.И. Мусин, Л.А. Благодарный, С.А. Фролов // *Колопроктология*. 2011. № 3. С. 43–47.
4. Ashton-Miller J. Functional anatomy of the female pelvic floor // *Annals of NY Academy of sciences*. 1101, 2007. P. 266–296.
5. Janda S. Biomechanics of the pelvic floor musculature // *The Netherlands*. 2006. P. 192.
6. Torsten V. Moeler. Атлас секционной анатомии: в 2 т. Изд. 2-е, перераб. New York. Т. 2. 213 с.
7. Чемидронов С.Н. Инновационный подход к изучению анатомии мышцы, поднимающей задний проход / С.Н. Чемидронов, Г.Н. Суворова, И.С. Чичева, П.М. Зельтер, Д.В. Бахарев // *Наука и инновации в медицине*. 2018. № 2 (10). С. 6–9.
8. Чемидронов С.Н. Новые подходы к изучению анатомического строения диафрагмы таза женщины / С.Н. Чемидронов, Г.Н. Суворова, И.В. Подсевалова, Д.В. Бахарев // *Материалы межрегиональной заочной конф., посв. 90-летию со дня рождения первого зав. каф. анатомии с курсом оперативной хирургии и топографической анатомии д-ра мед. наук, профессора А.В. Краева*. 2018. С. 168–173.
9. Чемидронов С.Н. Компьютерная модель мышцы, поднимающей задний проход, у женщин старшей возрастной группы / С.Н. Чемидронов, П.М. Зельтер, Н.Ф. Поляруш // *Морфология*. 2018. Т. 153. № 3. С. 304.