

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 611.736.911

doi:10.18499/2225-7357-2023-12-4-47-53

1.5.22 – клеточная биология



Гистотопографическая организация мышцы, поднимающей задний проход у лабораторной крысы

А. В. Колсанов, С. Н. Чемидронов✉, Г. Н. Суворова

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

Аннотация. Вопрос морфологической организации мышцы, поднимающей задний проход, до настоящего времени остается неразрешенным вследствие методологических проблем изучения мышц тазового дна. Поэтому исследование гистологического строения мышечной ткани m. levator ani у животных имеет важное значение не только теоретическое, но и прикладное значение для изучения и моделирования состояний дисфункции тазового дна на анимальных моделях. **Цель** исследования – изучить энзимогистохимическую и ультрамикроскопическую организацию мышцы, поднимающей задний проход белых лабораторных крыс. **Материал и методы.** Работа выполнена на 10 лабораторных крысах (5 самок и 5 самцов) линии Wistar в возрасте 12–14 месяцев. Метаболический профиль мышечных волокон определяли с помощью реакции на сукцинатдегидрогеназу по Нахласу. Фотодокументирование изображений и проведение линейных измерений проводили на микроскопе Leica UC 7 (Германия), с помощью его программного обеспечения. Ультратонкие срезы контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца, просматривали и фотографировали на электронном микроскопе Hitachi HT 7700 Exalens (Япония). **Результаты.** В мышце, поднимающей задний проход, присутствуют все типы мышечных волокон как медленные, так быстрые мышечные волокна ПА и ПВ типов. Установлено, что суммарная площадь поперечных сечений волокон белого типа в 3 раза больше, чем суммарная площадь остальных волокон. Выявлены статистически значимые половые различия относительной площади волокон гликолитического типа в m. levator ani ($p=0,009$). На ультраструктурном уровне обнаружено, что в одних мышечных волокнах хорошо развит митохондриальный аппарат, в других – митохондрии немногочисленны, имеют более мелкие размеры, располагаются поодиночке между миофибриллами, не образуя скоплений. В таких волокнах между миофибриллами, располагаются крупные скопления гликогена. **Заключение.** У лабораторной крысы мышца, поднимающая задний проход, является неоднородной как в плане метаболической активности мышечных волокон, так и с позиций ультраструктурной организации. Такая особенность мышцы предполагает не только статическую работу в создании внутрибрюшного давления и удержании органов малого таза, но и изотоническое сокращение, в результате чего эта мышца выступает в качестве синергиста для обеспечения движения хвоста.

Ключевые слова: мышца, поднимающая задний проход, сукцинатдегидрогеназа, поперечнополосатая мышечная ткань

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Колсанов А.В., Чемидронов С.Н., Суворова Г.Н. Гистотопографическая организация мышцы, поднимающей задний проход у лабораторной крысы // Журнал анатомии и гистопатологии. 2023. Т. 12, №4. С. 47–53. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2023-12-4-47-53>

ORIGINAL ARTICLES

Original article

Histotopographic Organization of Levator Ani Muscle in Laboratory Rats

A. V. Kolsanov, S. N. Chemidronov✉, G. N. Suvorova

Samara State Medical University, Samara, Russia

Abstract. Morphological organization of the levator ani muscle still remains unclear due to methodological problems in the study of the pelvic floor muscles. Therefore, the study of the histological structure of muscle tissue m. levator ani in animals is of not only theoretical but also practical importance for the study and modeling of pelvic floor dysfunction conditions in animal models. **The aim** is to study the enzymohistochemical and ultramicroscopic organization of the levator ani muscle in white laboratory rats. **Material and methods.** The study was performed on 10 laboratory Wistar rats (5 females and 5 males) aged 12–14 months. The metabolic profile of muscle fibers was determined using the Nachlass succinate dehydrogenase test. Imaging and linear measurements were carried out on a Leica UC 7 microscope (Germany), using its software. Ultrathin sections were counterstained with uranyl acetate and lead citrate, viewed and photographed using a Hitachi HT

7700 Exalens (Japan) electron microscope. **Results.** All types of muscle fibers are present in levator ani muscle: slow fibers and rapid muscle fibers of types IIA and IIB. It has been established that the total cross-sectional area of white type fibers is 3 times greater than the total area of other fibers. Significant sex differences were found in relative square parameters of glycolytic fibers in m. levator ani ($p=0,009$). At the ultrastructural level, it was found that in some muscle fibers the mitochondrial apparatus is well developed, in others, mitochondria are few in number, have smaller sizes, are located singly between myofibrils, without forming clusters. In such fibers, there are large accumulations of glycogen between the myofibrils. **Conclusion.** In the laboratory rat, the levator ani muscle is heterogeneous both in metabolic activity of muscle fibers and in ultrastructural organization. This feature of the muscle involves not only static work in creating intra-abdominal pressure and retaining the pelvic organs, but also isotonic contraction, acting as a synergist to ensure the movement of the tail.

Keywords: levator ani muscle, succinate dehydrogenase, striated muscle tissue

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

For citation: Kolsanov A.V., Chemidronov S.N., Suvorova G.N. Histotopographic organization of levator ani muscle in laboratory rats. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2023. V. 12, №4. P. 47–53. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2023-12-4-47-53>

Введение

Мышца, поднимающая задний проход, является одной из основных мышц диафрагмы таза, которые в целом формируют упругую мембрану, играющую важную роль как в удержании органов малого таза, так и в регуляции таких жизненно важных процессов — мочеиспускания, дефекации и родовой деятельности.

В клинической практике врачи часто сталкиваются с дисфункцией мышц тазового дна, которая не опасна для жизни, но существенно ухудшает ее качество.

Существует более ста заболеваний, основным симптомом которых является хроническая тазовая боль [1, 2, 9, 10]. Известно, что хроническими болями в тазу страдают от 7% до 24% мирового населения. Для обозначения хронической тазовой боли проктологи часто используют термин «синдром мышцы, поднимающей задний проход», что является свидетельством ведущей роли данной мышцы в развитии этого симптома. Приблизительно 6% населения страдает от периодически возникающих болезненных спазмов мышцы, поднимающей задний проход, которые сопровождаются ощущением давления и напряжения в аноректальной области. При этом этиология этого синдрома до настоящего времени остается неясной.

Особую медико-социальную проблему для женщин всех возрастных групп представляет пролапс тазовых органов [6, 7, 8]. Его выраженные формы подчас сопровождаются недержанием мочи и кала, хроническим болевым синдромом, сексуальной дисфункцией, инфекционными осложнениями, что существенно снижает качество жизни женщины, и даже может привести к развитию осложнений, потенциально опасных для жизни [9, 10, 11].

До настоящего времени причины формирования пролапса тазовых органов изучены недостаточно, что обусловлено методологическими проблемами, отсутствием общепринятых диагностических критериев, большой распространенностью бессимптомных форм заболевания.

За последние десятилетия усилия отечественных и зарубежных морфологов направлены на изучение структурно-функциональных характеристик полых органов малого таза млекопитающих и человека [2, 3]. Установлены особенности дефинитивного строения органов и составляющих эти органы тканей.

Вместе с тем, несмотря на очевидное сходство с человеком, у лабораторных млекопитающих мышцы тазового дна имеют топографические и функциональные особенности [3, 12]. Однако их структурная организация до настоящего времени остается не изученной.

В этой связи представляется актуальным проведение комплексного морфологического исследования мышцы, поднимающей задний проход, с применением методов классической гистологии, гистохимии и электронной микроскопии.

Цель исследования — изучить энзимогистохимическую и ультрамикроскопическую организацию мышцы, поднимающей задний проход белых лабораторных крыс.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено в соответствии с правилами гуманного обращения с животными, которые регламентированы «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 г. № 755), одобрено биоэтическим комитетом Самарского государственного медицинского университета (протокол №188 от 27.11.2017). Эвтаназию животных проводили с использованием рекомендаций Европейской комиссии по эвтаназии экспериментальных животных посредством внутрисердечной инъекции препаратов для наркоза.

После эвтаназии проводилось макропрепарирование промежностной области животного, которое включало послойное последовательное удаление кожи и подкожной клетчатки нижней трети передней брюшной стенки с переходом на промежностную область и переднелатеральную поверхность

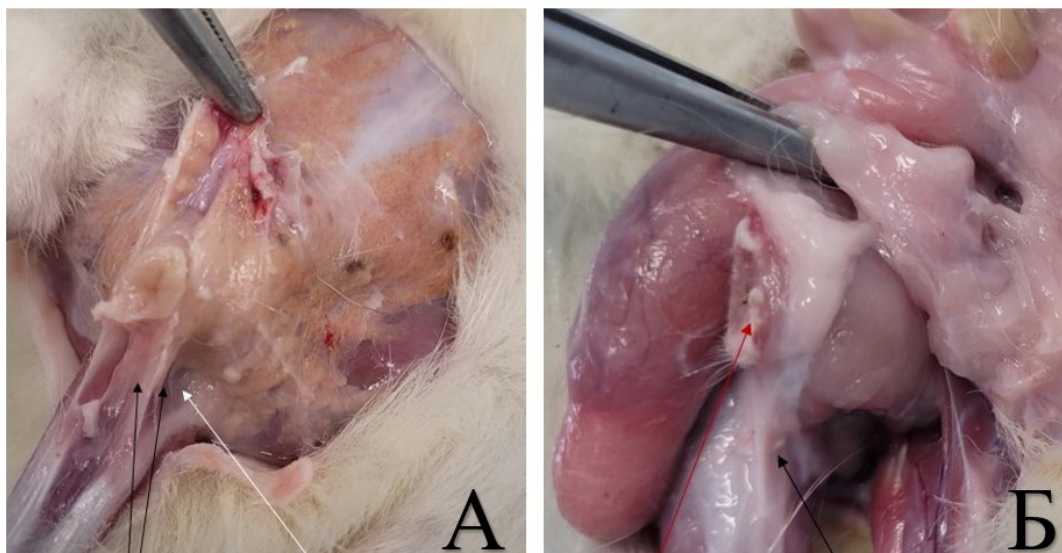


Рис. 1. Мышца, поднимающая задний проход крысы. А – у самки в возрасте 12 мес.: черная стрелка – *m. pubo-caudalis* (*m. pubo-coccygeus*), белая стрелка – *m. ilio-caudalis* (*m. ilio-coccygeus*); Б – у самца в возрасте 12 мес. (*m. pubo-coccygeus* (*m. pubo-caudalis*) и *m. ilio-coccygeus* (*m. ilio-caudalis*) представлены одним пластом, прикрепляющемуся к хвостовым позвонкам): черная стрелка – *m. levator ani*, красная стрелка – прямая кишка.

Fig. 1. Rat's levator ani muscle. A – in 12-months-old female rat: black arrow – *m. pubo-caudalis* (*m. pubo-coccygeus*), white arrow – *m. ilio-caudalis* (*m. ilio-coccygeus*); Б – in 12-months-old male rat (*m. pubo-coccygeus* (*m. pubo-caudalis*) and *m. ilio-coccygeus* (*m. ilio-caudalis*) are represented by a single layer attached to the tail vertebrae): black arrow – *m. levator ani*, red arrow – rectum.

проксимальной половины хвоста. После идентификации точек прикрепления, направления волокон и определения синтопических взаимоотношений с прямой кишкой прецизионно выделялись мышцы промежности и мышца, поднимающая задний проход.

Для гистологического исследования забирали фрагмент мышечной ткани из мышцы, поднимающей задний проход, размерами 3×3×3 мм, фиксировали раствором FineFix (Milestone, Италия). Гистологические срезы мышцы толщиной 4 мкм окрашивали гематоксилином и эозином.

Активность СДГ определяли методом Нахласса с нитросиним тетразолием [4]. Криостатные срезы толщиной 12 мкм подсушивали на предметных стеклах и помещали в инкубационную среду следующего состава: в 5 мл 0,1 М фосфатного буфера (рН 7,5) растворяли 5 мг нитросинего тетразолия и 13,5 мг сукцината натрия. Инкубация проводилась в течение 30–60 минут при 37°C. Исследование проводилось на базе ООО «Артбио» (директор д.м.н. Пономарева Ю.В., договор № 123-2022 от 26.09.2022 г.).

Морфометрию и вычисление площади поперечного сечения волокон в мышце проводили на 10 срезах от 5 животных обоих полов. Фотодокументирование изображений и проведение линейных измерений проводили на микроскопе Leica UC 7 (Германия), с помощью его программного обеспечения.

Для электронной микроскопии участки скелетной мышечной ткани фиксировали в 2,5% глютаральдегиде на 0,1 М фосфатном буфере (рН 7,4), постфиксировали в 1% рас-

творе осмиевой кислоты. Полутонкие срезы окрашивали толудиновым синим, ультратонкие – контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца, просматривали и фотографировали в электронном микроскопе Hitachi HT 7700 Exalens (Япония) на базе ФГАОУ Казанский федеральный университет (и.о. ректора Таюрский Д.А., договор №ГК/ПД167 от 18.05.2022).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась в программном обеспечении IBM Statistica SPSS v.23. При сравнении двух независимых выборок непараметрических данных использовался непараметрический критерий Mann–Whitney (U-test). Различия считались значимыми при $p < 0,01$.

Результаты и их обсуждение

Мышца, поднимающая задний проход, является самым крупным компонентом тазового дна. Это широкий мышечный лист, который прикрепляется к телам лобковых костей спереди, седалищным костям сзади и фасции внутренней запирающей мышцы. Она состоит из трех частей: подвздошно-копчиковой мышцы, лобково-копчиковой мышцы и ее пучков, вплетающихся в стенку прямой кишки – лобково-прямокишечной мышцы (рис. 1).

Важным критерием функциональных особенностей поперечнополосатой мышечной ткани является гистохимический профиль мышечных волокон, который демонстрирует энергетическое обеспечение их сократитель-

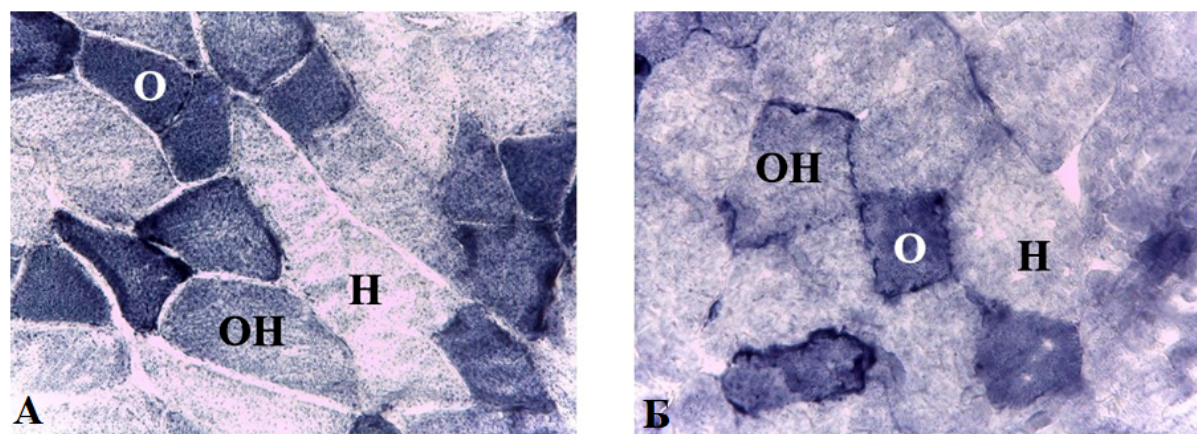


Рис. 2. Фрагмент мышцы, поднимающей задний проход лабораторной крысы. А – мышца самки; Б – мышца самца. Мышечные волокна: О – окислительного типа, Н- гликолитического типа, ОН – окислительно-гликолитического. Окраска по методике М. Нахласса. Ок. 15, об. 40.

Fig. 2. Fragment of laboratory rat's levator ani muscle. А – female muscle fibers; В – male muscle fibers: О –oxidative type, Н – glycolytic type, ОН – oxidative-glycolytic type. M. Nachlass staining. Magn. 15×40.

Таблица 1 / Table 1

Содержание различного типа мышечных волокон в мышце, поднимающей задний проход лабораторной крысы, % (M±m)
Content of various types muscle fibers in laboratory rat's levator ani muscle, % (M±m)

Показатели	Самка			Самец		
	Тип мышечных волокон					
	О	Н	ОН	О	Н	ОН
	1	2	3	4	5	6
Количество	51,5±10,2	38,3±5,9	10,2±3,1	48,6±12,5	41,3±6,7	11,5±4,2
U-критерий	p ₁₋₄ =0,123; p ₂₋₅ =0,117; p ₃₋₆ =0,421					
Общая площадь поперечного среза	20,2±3,8	72,7±5,8	3,8±0,8	15,3±2,5	80,3±7,9	2,7±0,3
U-критерий	p ₁₋₄ =0,072; p ₂₋₅ =0,009; p ₃₋₆ =0,091					

Примечание: О – волокна окислительного типа, Н – волокна гликолитического типа, ОН – волокна окислительно-гликолитического типа.

ной активности. Для идентификации типа мышечных волокон m. levator ani проведено гистохимическое окрашивание срезов на фермент-маркер окислительного типа энергообеспечения – СДГ.

Установлено, что в мышце присутствовали все три известных типа мышечных волокон: медленные (окислительные, красные), быстрые мышечные волокна типа ПА (гликолитические) и ПВ (окислительно-гликолитические) (рис. 2).

В целом, соотношение типов мышечных волокон у самок и самцов с точки зрения ферментной активности статистически значимо не отличалось. Процентное соотношение отражено в таблице 1.

Следует отметить, что в большинстве пучков присутствовали все три типа мышечных волокон.

Подсчет и статистическая обработка полученных результатов выявили присутствие относительно большего количества белых мышечных волокон у самцов, чем у самок ($p>0,05$). Суммарная относительная площадь волокон гликолитического профиля у самцов была также выше, чем у самок ($p=0,009$) и

превышала площадь окислительных более, чем в пять раз – $80,3\pm7,9\%$ против $15,3\pm2,5\%$.

Мышечные волокна объединены в пучки, отделенные тонкой прослойкой рыхлой соединительной ткани, в которой идентифицировались кровеносные капилляры. Относительная общая площадь перимизия с сосудисто-нервными пучками составляла $3,86\pm1,3\%$ у самок и $4,38\pm1,6\%$ у самцов.

Изучение ультраструктуры мышечных волокон мышцы, поднимающей задний проход у лабораторной крысы, показало, что они имели строение, типичное для поперечнополосатой мышечной ткани – состояли из миосимпласта и миосателлитоцитов.

Миосимпласты покрыты сарколеммой, в которую вплетались коллагеновые волокна эндомизия. Ядра, имеющие различную электронную плотность, располагались на периферии, центральная часть миосимпласта была заполнена сократительным аппаратом (рис. 3). Миосателлитоциты редки, отделены от миосимпласта плазмолеммой, снаружи покрыты базальной мембраной (рис. 4).

Миофибриллы, имеющие типичное строение, располагались по продольной оси. В них хорошо была различима саркомерная

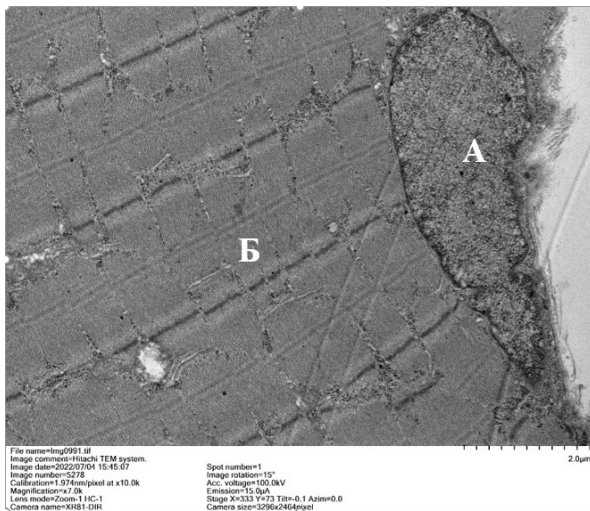


Рис. 3. Ультраструктура мышечного волокна мышцы, поднимающей задний проход, самца лабораторной крысы. А – ядро миосимпласта; Б – миофибриллы. Ув. 10 000.

Fig. 3. Ultrastructure of the muscle fiber in male rat levator ani muscle. A – myosympplast nucleus; Б – myofibrils. Magn. 10,000.

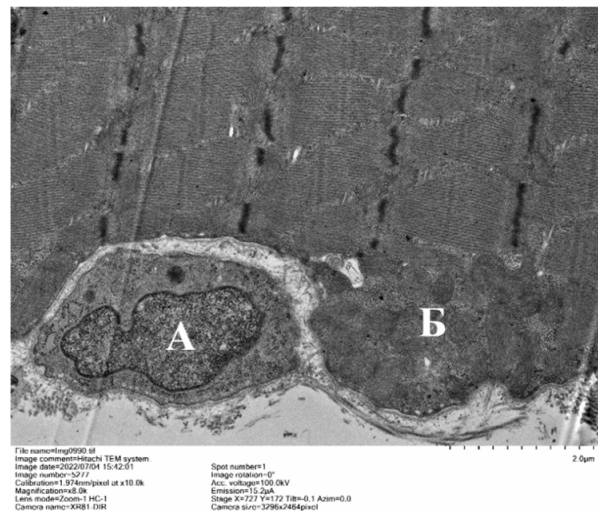


Рис. 4. Ультраструктура мышечного волокна мышцы, поднимающей задний проход самки лабораторной крысы. А – миосателлитоцит, Б – скопление митохондрий. Единичные гранулы гликогена между миофибриллами. Ув. 10 000.

Fig. 4. Ultrastructure of female rat muscle fiber. A – myosatellitocyte, Б – accumulation of mitochondria. Single glycogen granules locates between myofibrils. Magn. 10,000.

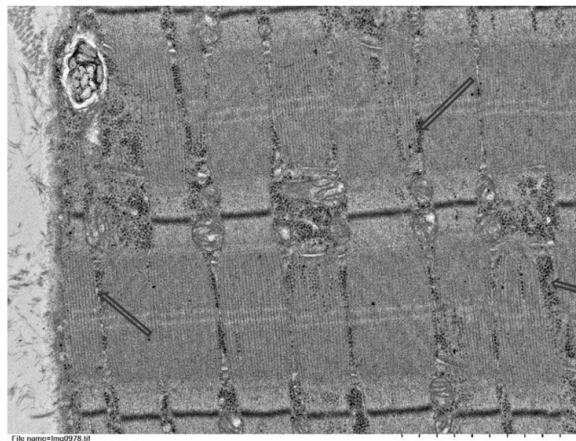


Рис. 5. Ультраструктура мышечного волокна мышцы, поднимающей задний проход самца лабораторной крысы. Стрелками обозначены скопления гликогена. Ув. 10 000.

Fig. 5. Levator ani muscle fiber ultrastructure in male rat. The arrows indicate glycogen accumulations. Magn. 10,000.

организация: светлые и темные диски, Z- и М-линии. Типичные для исчерченной мышечной ткани Т-трубочки располагались на границе светлых и темных дисков, между миофибриллами располагались цистерны саркоплазматической сети.

Сравнительный анализ ультраструктуры разных мышечных волокон показал, что среди них преимущественно встречались два типа.

В одних мышечных волокнах был хорошо развит митохондриальный аппарат: в этих волокнах крупные, удлиненные митохондрии имели достаточно плотного матрик-

са, располагались непрерывными пластинами как между миофибриллами, так и под сарколеммой. В таких волокнах они могли образовывать под сарколеммой «митохондриальные мешки» (рис. 4), или окружать большими скоплениями ядра миосимпласта. В этих волокнах запас углеводов в виде гликогена был крайне ограничен.

В других волокнах митохондрии были немногочисленны, имели более мелкие размеры, располагались поодиночке между миофибриллами, не образуя скоплений. В таких волокнах между миофибриллами и даже внутри них, между миофиламентами располагались крупные скопления гликогена (рис. 5).

В мышце также встречались волокна с большим количеством и митохондрий и гликогена.

Комплексное исследование мышцы, поднимающей задний проход позволяет провести всестороннюю оценку как с точки зрения морфологии, так и с точки зрения функциональной активности ее мышечных волокон. Обращает на себя внимание то, что удельная площадь волокон гликолитического типа в среднем превышает площадь волокон окислительного типа в 1,8–2 раза. Следовательно, преимущественное присутствие гликолитических волокон позволяет отнести эту мышцу у лабораторной крысы к смешанной, но с преобладанием волокон «белого» типа.

В целом, имеются статистически значимые половые различия в удельной площади гликолитических волокон ($p=0,009$): у самцов этот показатель составляет $80,3 \pm 7,9\%$; у самок – $72,7 \pm 5,8\%$.

Преобладание суммарной площади волокон гликолитического типа, очевидно,

предполагает значительное участие m. levator ani в изотонических сокращениях, что, по-видимому, объясняется участием этой мышцы в движении хвоста.

Анализ ультрамикроскопического строения не противоречит результатам проведенного гистохимического анализа, поскольку обнаруживает различные фенотипические группы мышечных волокон: волокна с большим количеством гликогена и волокна с большим количеством митохондрий.

Заключение

Таким образом, комплекс выявленных морфологических особенностей мышцы, поднимающей задний проход у лабораторных крыс, позволяет отнести эту мышцу к смешанному типу. Полученные данные позволяют предположить, что, в отличие от таковой мышцы у человека, играющей главную роль в организации диафрагмы тазового дна, у крысы она в значительной степени имеет функциональную направленность на реализацию быстрых движений хвоста, что в процессе филогенеза изменило ее метаболическую организацию [5]. Этот факт, безусловно, следует учитывать при планировании экспериментальных исследований функционального статуса диафрагмы таза на животных, с учетом невозможности полной экстраполяции данных на человека.

Список источников / References

- Дубинская Е.Д., Колесникова С.Н., Бабичева И.А., Пятых Н.С. Анатомические особенности структур тазового дна при ранних формах пролапса тазовых органов. Доктор. Ру. 2016;9(126):21–4. Dubinskaya ED, Kolesnikova SN, Babicheva IA, Pyatykh NS. Anatomicheskie osobennosti struktur tazovogo dna pri rannikh formakh prolapsa tazovykh organov. Doktor. Ru. 2016;9(126):21–4 (In Russ.).
- Колесников Л.Л. Сфинктерология. М.: ГЭОТАР МЕДИА, 2008. Kolesnikov LL. Sfinkterologiya.. Moscow: GEOTAR MEDIA, 2008. (In Russ.).
- Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л. Анатомия крысы (Лабораторные животные). Под ред. академика А.Д. Ноздрачева. СПб.: Лань, 2001. Nozdrachev AD, Polyakov EL. Anatomiya krysy (Laboratornye zhivotnye). Pod red. akademika AD Nozdracheva. Saint Petersburg: Lan', 2001 (In Russ.).
- Пирс Э. Гистохимия теоретическая и прикладная. Москва: Иностранная литература, 1962. Pirs E. Gistokhimiya teoreticheskaya i prikladnaya. Moscow: Inostrannaya literatura, 1962 (In Russ.).
- Чемидронов С.Н., Колсанов А.В., Суворова Г.Н. Ультраструктурная организация мышечной ткани мышцы, поднимающей задний проход человека. Наука и инновации в медицине. 2023;8(3):165–8. doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-3-165-168 Chemidronov SN, Kolsanov AV, Suvorova GN. Human levator ani muscular tissue ultrastructural organization. Science and Innovations in Medicine. 2023;8(3):165–8 (In Russ.). doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-3-165-168
- Akin Y, Young M, Elmussareh M, Charalampogiannis N, Gözen AS. The Novel and Minimally Invasive Treatment Modalities for Female Pelvic Floor Muscle Dysfunction; Beyond the Traditional. Balkan Medical Journal. 2018 Sep 21;35(5):358–66. doi: 10.4274/balkanmedj.2018.0869
- Aljuraifani R, Stafford RE, Hall L, van den Hoorn W, Hodges PW. Task-specific differences in respiration-related activation of deep and superficial pelvic floor muscles. J Appl Physiol. 2019 May 1;126(5):1343–51. doi: 10.1152/jappphysiol.00704.2018
- Blomquist JL, Muñoz A, Carroll M, Handa VL. Association of Delivery Mode With Pelvic Floor Disorders After Childbirth. JAMA. 2018 Dec 18;320(23):2438–47. doi: 10.1001/jama.2018.18315
- Cheng W, English E, Horner W, Swenson CW, Chen L, Pipitone F, et al. Hiatal failure: effects of pregnancy, delivery, and pelvic floor disorders on level III factors. International Urogynecology Journal. 2022 Sep 21;34(2):327–43. doi: 10.1007/s00192-022-05354-8
- Milsom I, Gyhagen M. Breaking news in the prediction of pelvic floor disorders. Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology. 2019 Jan 1;54:41–8. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2018.05.004
- Yang M, Wang Q, Yu X, Chen GM, Yang XJ, Sun X, et al. Pelvic floor function of 5 143 women in early postpartum stage and analysis on the effect factors. Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi. 2019 Aug 25;54(8):522–6. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2019.08.004
- Yiou R, Delmas V, Carmeliet P, Gherardi RK, Barlovatz-Meimon G, Chopin D, et al. The pathophysiology of pelvic floor disorders: evidence from a histomorphologic study of the perineum and a mouse model of rectal prolapse. Journal of Anatomy. 2001 Nov 1;199(5):599–607. doi: 10.1046/j.1469-7580.2001.19950599.x

Информация об авторах

Колсанов Александр Владимирович – профессор РАН, заслуженный деятель наук РФ, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом медицинских информационных технологий, ректор Самарского государственного медицинского университета; ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Россия; a.v.kolsanov@samsmu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4144-7090>

Information about the authors

Aleksandr V. Kolsanov – RAS professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Doct. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy with course of medical informational technologies, rector of Samara State Medical University; ul. Chapaevskaya, 89, Samara, 443099, Russia; a.v.kolsanov@samsmu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4144-7090>

✉Чемидронов Сергей Николаевич – канд. мед. наук, заведующий кафедрой анатомии человека Самарского государственного медицинского университета;
s.n.chemidronov@samsmu.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-9843-1065>
Суворова Галина Николаевна – д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой гистологии и эмбриологии Самарского государственного медицинского университета;
g.n.suvorova@samsmu.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-0462-1344>

✉Sergei N. Chemidronov – Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Human Anatomy of Samara State Medical University;
s.n.chemidronov@samsmu.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-9843-1065>
Galina N. Suvorova – Doct. Sci. (Biol.), Head of the Department of Histology and Embryology of Samara State Medical University;
g.n.suvorova@samsmu.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-0462-1344>

Статья поступила в редакцию 29.07.2023; одобрена после рецензирования 3.10.2023; принята к публикации 26.12.2023.
Submitted 29.07.2023; Revised 3.10.2023; Accepted 26.12.2023.
