

УДК 611.351

## УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ И МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАРУЖНОГО СФИНКТЕРА ПРЯМОЙ КИШКИ

© 2014 Г.Н. Суворова, Н.Н. Вологодина, С.Н. Чемидронов, И.В. Подсевалова,  
Д.В. Бахарев

Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 27.11.2014

С помощью световой и электронной микроскопии изучено строение наружного сфинктера прямой кишки лабораторных крыс. Представлены морфометрические показатели различных порций сфинктера, составляющих их тканевых компонентов, а также установлен метаболический профиль мышечных волокон наружного сфинктера.

Ключевые слова: *сфинктер, прямая кишка, поперечнополосатая мышечная ткань*

Среди многочисленных замыкательных аппаратов организма животных сфинктерная система каудального отдела пищеварительной трубки представляет особый интерес, обусловленный разнообразными аномалиями развития прямой кишки и достаточно распространенными патологиями этой анатомической области. Для разработки наиболее эффективных подходов к коррекции пороков развития прямой кишки, а также для морфологического обоснования хирургических методов лечения её заболеваний, необходимо углубленное изучение замыкательного аппарата прямой кишки с помощью современных морфологических методов. Структурная организация сфинктерного аппарата прямой кишки настолько сложна, что окончательное решение вопроса о строении его мышечных тканей возможно только с использованием современных методов гистологического исследования: электронной микроскопии, автордиографии и иммуногистохимии. Наружный сфинктер прямой кишки, которому большинство авторов придает ведущее значение в герметизации прямой кишки [1, 3, 5], располагается вокруг внутреннего сфинктера и образован поперечнополосатой мышечной тканью. Для изучения структурной организации наружного сфинктера прямой кишки белых лабораторных крыс использованы методы световой и электронной микроскопии. Уровень обменных процессов определяли с помощью гистохимических реакций на сукцинат- и

и лактатдегидрогеназу, специфический сократительный белок (тяжелые цепи быстрого меромиозина) выявляли с помощью моноклональных антител к этому сократительному белку.

В проведенном нами исследовании установлено, что у половозрелых белых крыс наружный сфинктер прямой кишки, также как и у человека, состоит из трех порций мышц: подкожной, поверхностной и глубокой. Глубокая порция поднимается по задней поверхности прямой кишки, постепенно переходя в мышцу, поднимающую задний проход. По мере перехода глубокой порции в мышцу, поднимающую задний проход, диаметр мышечных волокон увеличивается и составляет в *m. levator ani*  $14,63 \pm 1,51$  мкм.

Наиболее развита поверхностная порция сфинктера. Она полностью окружает внутренний сфинктер, имеет толщину 500-600 мкм. Диаметр мышечных волокон в среднем составляет  $12,04 \pm 1,81$  мкм. Объемная плотность мышечных волокон составляет  $95,37 \pm 3,3\%$ . В межклеточном веществе эндомизия преобладает аморфный компонент, среди волокнистых структур соединительной ткани преобладающими являются коллагеновые волокна. Эластические волокна немногочисленны, имеют вид ветвящихся пучков. Они ориентированы перпендикулярно и несколько диагонально по отношению к длинной оси мышечных волокон, связывая группу мышечных волокон друг с другом. Связующие волокна иногда образуют неплотные сети и решетчатые структуры. Кроме того, компартменты мышечных волокон окружены тонкими ретикулярными волокнами.

Подкожная порция мышцу крыс не полностью охватывает внутренний сфинктер. Здесь пучки мышечных волокон не имеют строго циркулярной ориентации, окружены прослойками соединительной ткани. Диаметр мышечных волокон здесь значительно меньше, чем в поверхностной порции сфинктера, составляет в среднем  $7,12 \pm 1,5$  мкм. Поверхностная и глубокая порции мышц значительно превосходят подкожную.

Проведенное типирование мышечных волокон наружного сфинктера показывает, что в нем

*Суворова Галина Николаевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии человека. E-mail: gsvmed@yandex.ru*

*Вологодина Наталья Николаевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры гистологии и эмбриологии*

*Чемидронов Сергей Николаевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека. E-mail: anatom227@mail.ru*

*Подсевалова Инна Васильевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека. E-mail: anatom227@mail.ru*

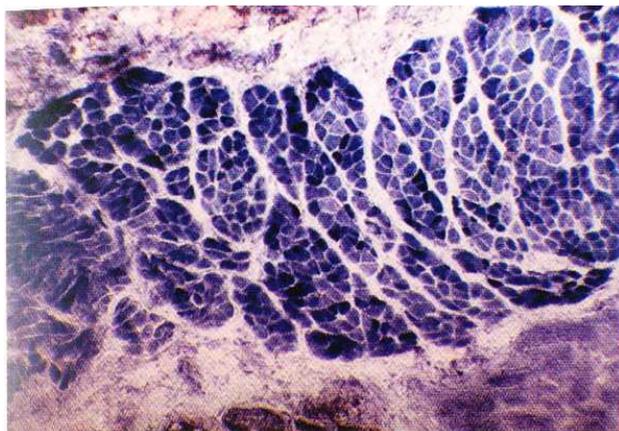
*Бахарев Дмитрий Викторович, ассистент кафедры анатомии человека*

преобладают волокна промежуточного – окислительно-гликолитического типа (рис. 1). Этот тип волокон преобладает во всех порциях, а окислительные и гликолитические волокна представлены

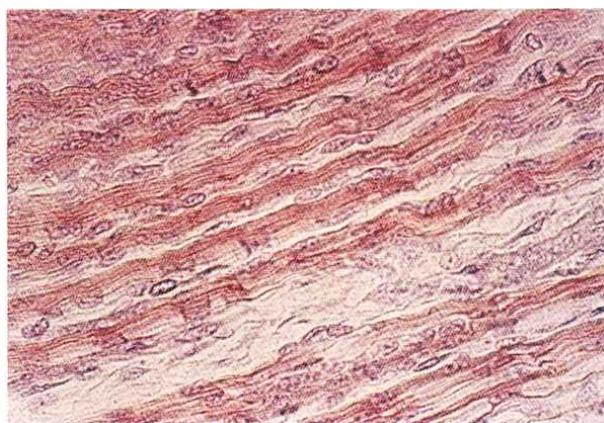
почти в равных соотношениях (табл. 1). Следовательно, в соответствии с современной классификацией наружный сфинктер можно считать как преимущественно медленно утомляемую мышцу.

**Таблица 1.** Типирование мышечных волокон наружного сфинктера

Тип мышечных волокон	Окислительные	Окислительно-гликолитические	Гликолитические
порция мышцы			
подкожная	22±5,0%	60±9,4%	17±4,2%
поверхностная	17±3,5%	70±12,3%	13±3,2%
глубокая	30±4,4%	43±3,7%	27±4,5%



**Рис. 1.** Мышца наружного сфинктера. Обработка на СДГ по Лилли. Волокна оксидативного (I), оксидативно-гликолитического (IIA) и гликолитического (IIB) типов, Об. 20. ок. 7.



**Рис. 2.** Мышечные волокна наружного сфинктера. Иммуноцитохимическая реакция с моноклональными антителами к тяжелым цепям быстрого миозина. Об. 90. ок. 7.

Изучение строения мышечных волокон и состава их сократительного аппарата показало, что наружный сфинктер сравнительно однороден как по химическому составу, так и электронномикроскопически. Все волокна содержат в своем сократительном аппарате быстрый миозин, количество гликогена невелико (рис. 2).

Ультрамикроскопическое изучение мышечных волокон показывает, что они имеют строение, типичное для поперечнополосатой мышечной

ткани (рис. 3). Снаружи волокна покрыты базальной мембраной, в которую вплетаются коллагеновые волокна сопровождающей их соединительной ткани. В концевых частях мышечные волокна окружены большим количеством коллагеновых волокон, которые соединяют между собой торцевые части соседних волокон. Базальная мембрана имеет невысокую электронную плотность, представлена достаточно рыхлым аморфным веществом, повторяющим контуры плазмолеммы. По периферии миосимпластов располагаются ядра объемом  $113,73 \pm 13,56 \text{ мкм}^3$ . Большинство ядер имеет достаточно высокую электронную плотность, характеризуется преобладанием гетерохроматина. Некоторые ядра имеют мелкодисперсный хроматин, могут содержать ядрышко. Иногда ядрышки бывают довольно крупными и рыхлыми. В околоядерной области располагается небольшое количество рибосом. Наибольший объем мышечного волокна занимает сократительный аппарат, т.е. миофибриллы. Они располагаются вдоль оси волокна, имеют характерное для скелетной мышечной ткани саркомерное строение. В миофибриллах четко различимы А- и I- диски, Z- и M-линии. На поперечных срезах видно, что форма миофибрилл овальная, округлая или полигональная. Они имеют характерную для поперечнополосатой мышечной ткани гексагональную структуру. Объемная плотность миофибрилл составляет  $85,69 \pm 3,6\%$ . Соседние миофибриллы отделены друг от друга участками саркоплазмы.



**Рис. 3.** Ультраструктура фрагмента мышечного волокна наружного сфинктера с расположенным рядом миосателлитом

Основная часть митохондрий находится вдоль миофибрилл, чаще всего на уровне Z-линий. Их объемная плотность в среднем составляет  $5,4 \pm 0,6\%$ . Субсарколемных скоплений митохондрий, описываемых в других мышцах [2], не обнаруживается. Форма митохондрий разнообразная, от округлой и овальной до палочковидной. Митохондриальный матрикс имеет умеренную электронную плотность, кристы располагаются достаточно плотно. Митохондриально-миофибрилярный индекс очень низкий, в среднем равен  $0,062 \pm 0,001$ . Саркоплазматическая сеть развита в исчерченной мышечной ткани наружного сфинктера умеренно. Цистерны располагаются вдоль миофибрилл, имеют уплощенную, реже округлую форму. Между миофибриллами находятся немногочисленные рибосомы и гранулы гликогена.

Следующим компонентом мышечных волокон являются миосателлитоциты, характерные для скелетной мышечной ткани. Расположенные поодиночке, эти клетки отделены от плазмолеммы миосимпласта собственной плазмолеммой, а со стороны межклеточного вещества покрыты базальной мембраной. Большинство миосателлитоцитов соответствуют по своей ультраструктуре клеткам I типа. Они имеют плотное, богатое гетерохроматипом ядро. Органоиды развиты слабо, цитоплазма содержит единичные мелкие митохондрии, рибосомы и небольшие цистерны эндоплазматического ретикулума. Иногда миосателлитоциты располагаются в углубления миосимпласта, рядом с его ядром. Изучение миосателлитоцитов со времени открытия этих клеток [4], показало, что они обладают маркерной структурой, соматической мышечной ткани, доказывающей ее миотомное

происхождение. Наличие в мышечных волокнах наружного сфинктера миосателлитоцитов является свидетельством в пользу миотомного происхождения мышечной ткани наружного сфинктера. Это подтверждает положение Н.Г. Хлопина о том, что висцеромоторные поперечнополосатые мышцы можно рассматривать как вторично смещенные части мускулатуры соматического типа.

**Выводы:** электронно-микроскопический анализ мышечной ткани наружного сфинктера показывает, что образующая ее мышечная ткань по совокупности ультраструктурных признаков соответствует мышечной ткани скелетного типа и состоит из мышечных волокон, которые являются клеточно-симпластическими образованиями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Аминев, А.М.* Руководство по проктологии. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1965. Т. 1. 518 с.
2. *Баженов, Д.В.* Гистогенез поперечнополосатой мышечной ткани пищевода человека // *Арх. анат., гистол. и эмбриол.* 1989. № 6. С. 87-91.
3. *Мельман, Е.П.* Функциональная морфология прямой кишки и структурные основы патогенеза геморроя / *Е.П. Мельман, И.Г. Дацун.* – М.: Медицина, 1986. 176 с.
4. *Mauro, A.* Satellite cell of skeletal muscle fibers // *J. Biophys. Biochem. Cytol.* 1961. Vol. 9. P. 493-497.
5. *Shank, A.* A new concept of the anatomy of the anal sphincter mechanism and the physiology of defecation // *Chir. Gastroent.* 1981. Vol. 11. No 3. P. 319-336.

## ULTRASTRUCTURAL AND METABOLIC ORGANIZATION OF THE RECTUM EXTERNAL SPHINCTER

© 2014 G.N. Suvorova, N.N. Vologdina, S.N. Chemidronov, I.V. Podsevalova,  
D.V. Bakharev

Samara State Medical University

By means of optical and electron microscopy the structure of rectum external sphincter of laboratory rats is studied. Morphometric indexes of various portions of a sphincter making them tissue components are presented and also the metabolic profile of muscle tissue of external sphincter is established.

Key words: *sphincter, rectum, cross-striped muscular tissue*

*Galina Suvorova, Doctor of Biology, Professor, Head of the Human Anatomy Department. E-mail: gsumed@yandex.ru*

*Natalia Vologdina, Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Histology and Embryology Department*

*Sergey Chemidronov, Candidate of Medicine, Associate Professor at the Human Anatomy Department. E-mail: anatom227@mail.ru*

*Inna Podsevalova, Candidate of Medicine, Associate Professor at the Human Anatomy Department. E-mail: anatom227@mail.ru*

*Dmitriy Bakharev, Assistant at the Human anatomy Department*