

УДК 591(412+8)

*<sup>1</sup>Иванова В. В., <sup>1</sup>Дзюман А. Н., <sup>1</sup>Серебрякова О. Н.,  
<sup>1</sup>Суходоло И. В., <sup>1,2</sup>Мильто И. В.*

## **ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЭЛАСТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН В СЕРДЦЕ КРЫСЫ**

*<sup>1</sup>Сибирский государственный медицинский университет,  
Томск, Российская Федерация*

*<sup>2</sup>Северский биофизический научный центр, Северск, Российская Федерация*

---

*Аннотация.* На сегодняшний день данные о локализации эластических волокон в сердце крыс разрозненны и немногочисленны.

*Целью работы* является описание локализации эластических волокон в предсердиях, желудочках и клапанах сердца крыс.

*Методика работы* заключается в изучении эластических компонентов сердца крыс на светооптическом уровне. Для визуализации эластических волокон продольные срезы сердца крыс окрашивали орсеином.

*Контингент испытуемых:* интактные самцы крыс на 14-е ( $n = 3$ ), 42-е ( $n = 3$ ) и 180-е ( $n = 3$ ) сутки постнатального периода онтогенеза.

*Основные результаты работы:* у крыс на 14-е, 42-е и 180-е сутки постнатального периода онтогенеза локализация эластических структур в сердце принципиально одинакова. Эластические волокна определяются во всех оболочках сердца, наиболее выраженные эластические слои обнаруживаются в составе эндокарда и эпикарда. Наиболее развитым эластическим каркасом характеризуется стенка левого предсердия. Эластические волокна формируют в клапанах сердца крыс слои, локализованные в предсердно-желудочковых клапанах со стороны предсердий, а в артериальных клапанах — со стороны желудочков.

*Ключевые слова:* сердце, гистология, эластические волокна, крысы.

*<sup>1</sup>Ivanova V. V., <sup>1</sup>Dzyuman A. N., <sup>1</sup>Serebryakova O. N.,  
<sup>1</sup>Sukhodolo I. V., <sup>1,2</sup>Milto I. V.*

## **LOCALIZATION OF ELASTIC FIBERS IN THE RAT HEART**

*<sup>1</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation*

*<sup>2</sup>Seversk Biophysical Research Center, Seversk, Russian Federation*

---

*Abstract.* To date, information on the localization of elastic fibers in the heart of rats are scattered and few.

*The aim of this work* is to describe the localization of elastic fibers in the atria, ventricles and valves of rat heart.

*The methodology of the work* consists in study the elastic components of the heart of rats at the light-optical level. To visualize elastic fibers, longitudinal sections of rat hearts were stained with orcein.

The contingent of the subjects is intact male rats on days 14 ( $n = 3$ ), 42 ( $n = 3$ ) and 180 ( $n = 3$ ) of the postnatal period of ontogenesis.

The main results of the work: in rats on the 14th, 42nd and 180th day of the postnatal period of ontogenesis, the localization of elastic structures in the heart is fundamentally the same. Elastic fibers are found in all membranes of the heart, the most pronounced elastic layers are found in the composition of the endocardium and epicardium. The wall of the left atrium is characterized by the most developed elastic framework. Elastic fibers form layers in the rat heart valves, localized in the atrioventricular valves from the side of the atria, and in the arterial valves — from the side of the ventricles.

*Keywords:* heart, histology, elastic fibers, rats.

## ВВЕДЕНИЕ

При экспериментальном изучении патогенеза, методов профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы модельными животными часто являются крысы. Строение сердца крыс подробно описано, однако данные о локализации эластических структур в сердце крыс разрозненны и немногочисленны [1, 2]. Целью данной работы является описание локализации эластических волокон в стенках предсердий, желудочков, а также в предсердно-желудочковых и артериальных клапанах сердца крыс Вистар на светооптическом уровне. Исследование актуально, поскольку в последние годы возрастает интерес к участию эластических волокон в ремоделировании стенки сердца в условиях патологии [3].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы сердца интактных крыс-самцов линии Вистар на 14-е, 42-е и 180-е сутки постнатального периода онтогенеза. Всего в эксперименте использовано 9 животных, по 3 крысы на каждый исследуемый срок. Умерщвление животных осуществлено асфиксией углекислым газом. Содержание животных в виварии и выведение их из эксперимента проведены с соблюдением требований, изложенных в Правилах проведения работ с использованием экспериментальных животных (приказ № 755 от 12.08.1977 МЗ СССР).

Сердца крыс фиксировали в формалине, проводили через изопропиловый спирт, пропитывали и заливали в парафиновую смесь Гистомикс (Биовитрум, Россия). Парафиновые блоки использовали для получения на микротоме (HM355S, Thermo Fisher, Китай) продольных срезов сердца (4–5 мкм). Для выявления эластических волокон срезы сердца окрашивали орсеином. Препараты просматривали с помощью светового микроскопа Axioscope 40 (Zeiss, Германия), визуально оценивали локализацию и сравнивали степень выраженности эластических структур в разных отделах сердца.

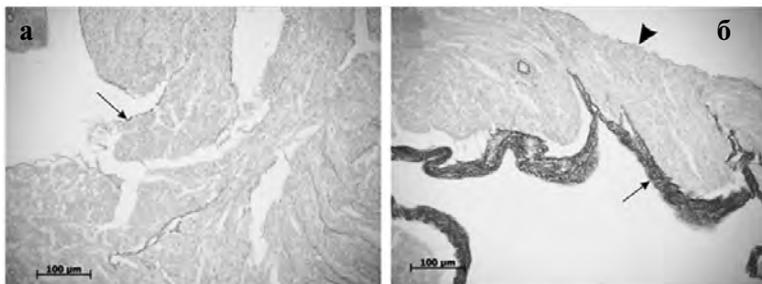
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее часто в учебных материалах и научных исследованиях используется традиционная гистологическая окраска сердца экспериментальных животных гематоксилином и эозином, не позволяющая идентифицировать эластические волокна [4, 5]. Эластический каркас кровеносных сосудов лабораторных животных детально описан, намного меньше информации приводится об эластическом каркасе сердца. Окрашивание орсеином является общепризнанным гистохимическим методом определения эластических волокон.

У крыс Вистар на 14-е, 42-е и 180-е сутки постнатального периода онтогенеза локализация эластических структур в сердце принципиально одинакова. Окрашенные орсеином волокна определяются во всех камерах, а также в клапанах сердца.

Эластические волокна определяются во всех оболочках стенки сердца, однако наименьшая толщина и плотность эластических волокон определяется в миокарде. В эндокарде эластические волокна локализируются в виде тонкой пластинки в субэндотелиальном слое. В миокарде эластические волокна формируют тонкую сеть в интерстициальной соединительной ткани. В эпикарде эластические волокна определяются в виде тонкой пластинки в субмезотелиальном слое. Кроме того, эластические волокна, а также эластические мембраны определяются в стенке артериальных сосудов сердца.

Эластические структуры в правом предсердии визуальны выражены в меньшей степени, чем в левом предсердии (*рис. 1*).



*Рис. 1.* Фрагмент правого (а) и левого (б) предсердия крысы, 14-е сутки постнатального периода онтогенеза. Стрелкой отмечен эндокард, головкой стрелки — эпикард. Окраска: орсеин

Толщина эластического слоя в эндокарде левого предсердия больше, чем в правом предсердии, что согласуется с данными научной литературы [1]. Стоит отметить, что толщина слоя эластических волокон в составе эндокарда левого предсердия неоднородна и уменьшается по направлению к основанию створок левого предсердно-желудочкового клапана. В интерстициальной соединительной ткани миокарда левого предсердия эластические волокна формируют выраженную сеть, легко визуализируемую на светооптическом уровне. В эпикарде обоих предсердий эластические волокна определяются тонким слоем в составе субмезотелиального слоя.

Эластические структуры в желудочках сердца крыс визуальны выражены в меньшей степени, чем в предсердиях. Эластические структуры в правом и левом желудочках сердца визуальны не отличаются по степени выраженности и выявляются, главным образом, в составе эпикарда и эндокарда. В стенке правого и левого желудочков сердца эластические волокна в субмезотелиальном слое эпикарда более многочисленны, чем в субэндотелиальном слое эндокарда (*рис. 2*). Развитие эластических компонентов в эндокарде желудочков сердца визуальны меньше, чем в эндокарде предсердий. Стоит отметить, что толщина слоя эластических волокон в эндокарде желудочков сердца неоднородна и увеличивается по направлению к основанию створок и заслонок клапанов сердца.

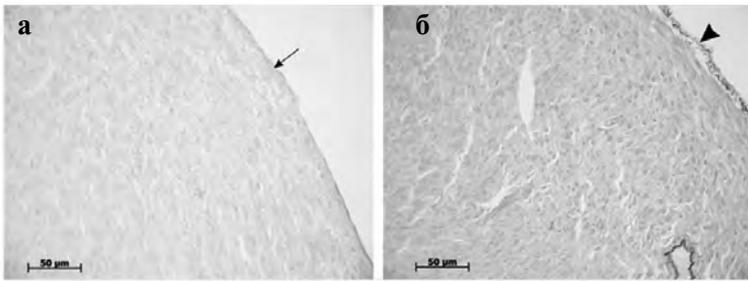


Рис. 2. Фрагмент левого желудочка сердца (а, б) крысы, 42-е сутки постнатального периода онтогенеза. Стрелкой отмечен эндокард, головкой стрелки — эпикард. Окраска: орсеин

В исследовании проанализированы левый предсердно-желудочковый и артериальный (аортальный) клапаны сердца крыс. Эластические волокна имеют четкую локализацию в створках и заслонках этих клапанов (рис. 3).

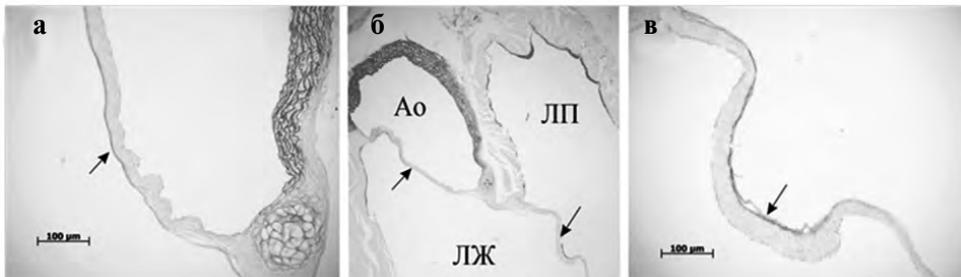


Рис. 3. Аортальный и левый предсердно-желудочковый клапаны сердца крысы, общий вид (б), 42-е сутки постнатального периода онтогенеза. Аорта (Ао), левое предсердие (ЛП), левый желудочек (ЛЖ). Увеличен фрагмент заслонки аортального клапана (а), фрагмент створки левого предсердно-желудочкового клапана (в). Стрелкой отмечены эластические волокна клапанов. Окраска: орсеин

Створки предсердно-желудочкового клапана имеют предсердную и желудочковую поверхности. Эластические волокна в створках предсердно-желудочковых клапанов локализованы преимущественно с предсердной стороны. Заслонки аортального клапана имеют желудочковую и сосудистую поверхности. Эластические волокна в заслонках аортального клапана локализованы преимущественно с желудочковой стороны, что согласуется с данными научной литературы [2].

Визуально толщина слоя эластических волокон в эндокарде и эпикарде предсердий и желудочков, а также в створках и заслонках клапанов сердца крыс представляется одинаковой на 14-е, 42-е и 180-е сутки постнатального периода онтогенеза.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на светооптическом уровне описана локализация эластических волокон в сердце крыс Вистар. В эндокарде и эпикарде предсердий и желудочков сердца эластические волокна формируют слои, тогда как в миокарде они образуют тонкую сеть в составе интерстициальной соединительной ткани. Наибольшее

развитие эластического каркаса характерно для левого предсердия. Эластические волокна в створках и заслонках клапанов сердца формируют компактные, четко локализованные слои в предсердно-желудочковых клапанах со стороны предсердий, а в артериальных клапанах — со стороны желудочков. Эластические волокна являются важной составляющей предсердий, желудочков и клапанов сердца, определяя их биомеханические свойства. Характер локализации эластических волокон в сердце крыс отражает особенности функционирования камер и клапанов сердца и гемодинамических нагрузок на них. Сведения о локализации и структуре эластических элементов сердца в норме необходимо учитывать при анализе результатов экспериментальных исследований. Локализация эластических волокон в сердце крыс в целом соотносится с таковой в сердце человека [6, 7].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Klein W., Böck P. Elastica-positive material in the atrial endocardium. Light and electron microscopic identification. *Acta Anat (Basel)*. 1983; 116(2):106–113.
2. Grauss R. W., Hazekamp M. G., van Vliet S., et al. Decellularization of rat aortic valve allografts reduces leaflet destruction and extracellular matrix remodeling. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003; 126(6):2003–2010.
3. Yu Y., Yin G., Bao S., Guo Z. Kinetic alterations of collagen and elastic fibres and their association with cardiac function in acute myocardial infarction. *Mol Med Rep*. 2018; 17(3):3519–3526.
4. Buetow B. S., Laflamme M. A. *Cardiovascular / Comparative Anatomy and Histology (Second Edition) A Mouse, Rat, and Human Atlas*. Eds Treuting P, Dintzis S., Montine K. S. London: Academic Press, 2018. P. 163–189.
5. Greeley M. A., White-Hunt S. J. *Cardiovascular System / Atlas of Histology of the Juvenile Rat* / Eds Parker G. A., Picut C. A. Cambridge, MA: Academic Press, 2016. P. 423–437.
6. De Carvalho Filho E. T., de Carvalho C. A., de Souza R. R. Age-related changes in elastic fibers of human heart. *Gerontology*. 1996; 42(4):211–217.
7. Gumpangseth T., Lekawanvijit S., Mahakkanukrauh P. Histological assessment of the human heart valves and its relationship with age. *Anat Cell Biol*. 2020; 53(3):261–271.

УДК 616-091.5

Имаева А. К., Неряхин А. Д., Валеева Р. И.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИРОВОЙ ТКАНИ ОРГАНИЗМА ПРИ ОСТРОМ ДЕСТРУКТИВНОМ ПАНКРЕАТИТЕ

*Башкирский государственный медицинский университет, Уфа,  
Российская Федерация*

---

*Аннотация.* Целью исследования явилось изучение характера морфологических изменений адипоцитов различной локализации при остром деструктивном панкреатите.