

КОНСТРУКЦИЯ ЛИМФАНГИОНОВ ГРУДНОГО ПРОТОКА КРЫСЫ**Г.В.Шумихина, Ю.Б.Корепанова, Т.Г.Глушкова****THE CONSTRUCTION OF LYMPHANGIONS OF THE RAT THORACIC DUCT****G.V.Shumikhina, Yu.B.Korepanova, T.G.Glushkova***Ижевская государственная медицинская академия, histolog@igma.udm.ru*

В работе проведен ультраструктурный анализ строения лимфангионов грудного протока крысы. В процессе исследования изучали лимфангионы грудного протока беспородных белых крыс-самцов в стандартных условиях вивария. Материал для электронной микроскопии фиксировали в 2,5% растворе глутарового альдегида на 0,1 М фосфатном буфере с pH 7,2-7,4 в течение 2 часов с последующей фиксацией в растворе 1% тетраоксида осмия в течение 1 часа при температуре 5°C. Заливали в смесь эпон-аралдита, получали серийные полутонкие срезы толщиной 1-2 мкм, которые окрашивали 1% раствором метиленового синего. После идентификации необходимых объектов блоки затачивали и прицельные ультратонкие срезы готовили на ультратоме LKB-3, контрастировали в 2,5% растворе уранилацетата и 0,3% растворе цитрата свинца по Рейнольдсу, затем просматривали их в электронных микроскопах JEM-100 CX. Проведенное исследование свидетельствует о том, что грудной лимфатический проток крысы имеет конструкцию полилимфангионной системы. Функциональная организация мышечной манжетки и клапанного участка лимфангионов определяется соотношением и ориентацией гладких мышечных клеток, геометрией укладки коллагеновых и эластических волокон.

Ключевые слова: лимфангион, грудной проток, электронная микроскопия

Для цитирования: Шумихина Г.В., Корепанова Ю.Б., Глушкова Т.Г. Конструкция лимфангионов грудного протока крысы // Вестник НовГУ. Сер.: Медицинские науки. 2022. №1(126). С.43-46. DOI: [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2022.1\(126\).43-46](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2022.1(126).43-46)

In this work, the ultrastructural analysis of the structure of lymphangions of the thoracic duct of a rat was carried out. During the study, the lymphangions of the thoracic duct of outbred male white rats were studied under standard vivarium conditions. The material for electron microscopy was fixed in a 2.5% solution of glutaraldehyde on 0.1 M phosphate buffer pH of 7.2-7.4 for 2 hours, followed by fixation in a solution of 1% osmium tetroxide for 1 hour at a temperature of 5°C. It was poured into a mixture of epon-araldite, and serial semi-thin sections with a thickness of 1-2 microns, which were stained with methylene blue 1% solution, were obtained. After identification of the necessary objects, the blocks were sharpened and targeted ultrathin sections were prepared on an LKB-3 ultratome, contrasted in a 2.5% solution of uranyl acetate and a 0.3% solution of Reynolds Led Citrate, and scanned in JEM-100 CX electron microscopes. The conducted research indicates that the thoracic lymphatic duct of a rat has a poly-lymphangion system construction. The functional organization of the muscle cuff and the valve section of lymphangions are determined by the ratio and orientation of smooth muscle cells, the geometry of the laying of collagen and elastic fibers.

Keywords: lymphangion, thoracic duct, electron microscopy

For citation: Shumikhina G.V., Korepanova Yu.B., Glushkova T.G. The construction of lymphangions of the rat thoracic duct // Vestnik NovSU. Issue: Medical Sciences. 2022. №1(126). P.43-46. DOI: [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2022.1\(126\).43-46](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2022.1(126).43-46)

Изучению лимфатических сосудов посвящено много исследований. Строение стенки лимфатического сосуда существенно отличается от венозного [1-3]. От мышечной манжетки в направлении клапанного синуса стенка истончается [4,5]. В настоящей работе был проведен ультраструктурный анализ строения лимфангионов грудного протока крысы.

Материал и методы исследования

В процессе исследования изучали лимфангионы грудного протока беспородных белых крыс-самцов в стандартных условиях вивария. Исследование выполнялось в соответствии с правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных (Европейская конвенция по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (1997), Приказ Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 г.

№755 «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных»). Материал для электронной микроскопии фиксировали в 2,5% растворе глутарового альдегида на 0,1 М фосфатном буфере с pH 7,2-7,4 в течение 2 часов с последующей фиксацией в растворе 1% тетраоксида осмия в течение 1 часа при температуре 5°C. Кусочки промывали в буфере, обезживали в спиртах с контрастированием в 70% спирте и 1% уранилацетатом в течение 12 часов. Заливали в смесь эпон-аралдита, получали серийные полутонкие срезы толщиной 1-2 мкм, которые окрашивали 1% раствором метиленового синего. После идентификации необходимых объектов блоки затачивали, и прицельные ультратонкие срезы готовили на ультратоме LKB-3, контрастировали в 2,5% растворе уранилацетата и 0,3 % растворе цитрата свинца по Рейнольдсу, затем просматривали в электронных микроскопах JEM-100 CX.

Результаты исследования и их обсуждение

Стенка грудного протока была выстлана сплошным слоем эндотелиальных клеток (ЭК), лежащих на базальной мембране. В области мышечной манжетки обнаруживались ЭК со сглаженными ядросодержащими зонами. Поверхность эндотелиоцитов, обращенная в просвет грудного протока, была снабжена короткими и широкими цитоплазматическими отростками, которые участвуют в захвате веществ. Встречались «темные» эндотелиоциты с пиноцитозными везикулами, содержащими плотное вещество и «светлые» клетки, пиноцитозные микровезикулы которых открываются на люминальном крае клеточной мембраны (рис.1).

Клапаны лимфангионов грудного протока представляют собой парные складки эндотелия с лежащей в ее центре соединительнотканной пластинкой. В области клапанного синуса и со стороны париетальной поверхности створок клапанов эндотелиоциты полиморфны и расположены хаотично, что соответствует разнонаправленному току лимфы в этой области. При этом ядросодержащая зона ЭК выдавалась в просвет лимфатического коллектора на фоне уплощенной безъядерной зоны. В створке клапана определялись пучки коллагеновых и эластических волокон.

В ЭК всех зон лимфангиона были развиты органеллы синтеза, которые обеспечивают выработку широкого спектра биологически активных веществ [6]. В околоядерной и в периферической зоне эндотелиоцитов был локализован комплекс Гольджи, обра-

зованный сложенными друг на друга цистернами с кластерами везикул различных размеров. Органеллы синтеза обеспечивают выработку эндотелиоцитами широкого спектра биологически активных веществ. По цитоплазме были равномерно распределены митохондрии. В клетках определялись филаментозные структуры, участвующие в процессах внутриклеточного транспорта и обеспечивающие эндотелиальный барьер. Таким образом, эндотелий грудного протока, являясь секреторным органом, принимает активное участие в регуляции нормального функционирования сосудистой стенки лимфатического коллектора.

Под эндотелием мышечной манжетки лимфангионов грудного протока крысы в области мышечной манжетки непостоянно формировалась внутренняя эластическая мембрана, которая истончалась в аксиальном секторе клапанной створки, а в париетальном секторе клапанной створки она не была обнаружена.

В области мышечной манжетки грудного протока различно ориентированные пучки гладких мышечных клеток располагались в несколько слоев. Клетки имели вытянутую, веретеновидную форму и характеризовались ровными контурами. В цитоплазме ГМК встречались многочисленные миофиламенты, объединенные с системой плотных телец и прикрепительных пластинок. У полюсов ядер были сконцентрированы гранулярная эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи и митохондрии. Между клетками содержались коллагеновые и эластические волокна. Цитоплазма некоторых гладких миоцитов образовывала большое количество отростков, направленных в разные стороны. В мышечном пласте идентифициро-

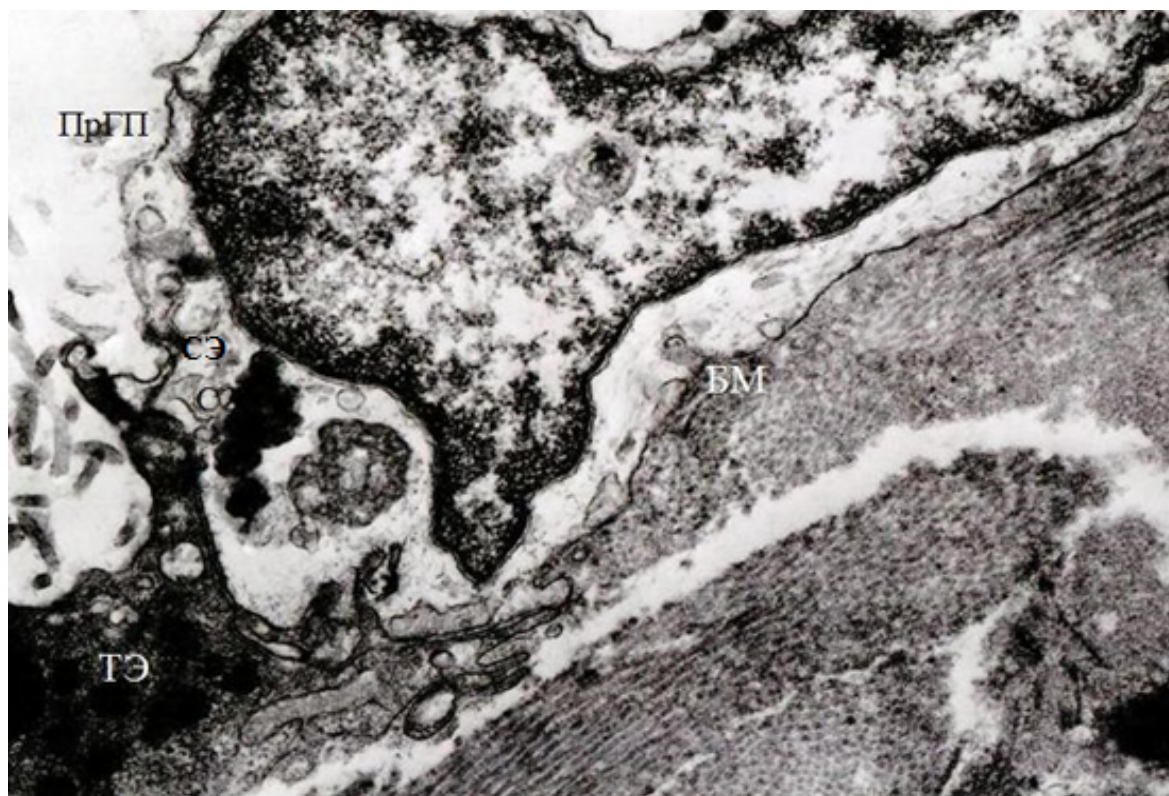


Рис.1. Темные и светлые эндотелиоциты. ТЭ — темные эндотелиоцит, СЭ — светлый эндотелиоцит, БМ — базальная мембрана, ПрГП — просвет грудного протока. Ув. 10000

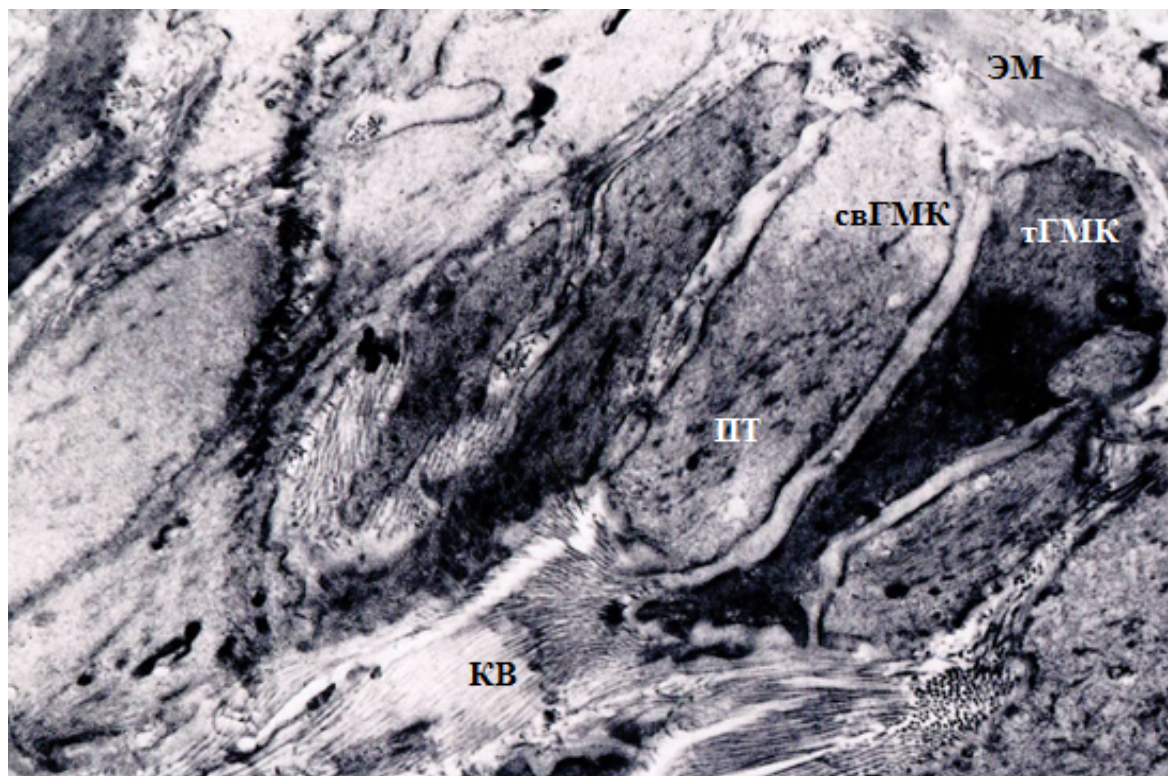


Рис.2. Кластеры гладких мышечных клеток грудного протока крысы. тГМК — темный миоцит, свГМК — светлый миоцит, ПТ — плотные тельца, КВ — коллагеновые волокна, ЭМ — эластическая мембрана. Ув. 7000

вались «темные» и «светлые» клетки. В обоих типах ГМК сократительные филаменты выражены отчетливо, однако плотность их в светлых миоцитах ниже, чем в темных. В темных ГМК филаменты располагались параллельно друг другу и были ориентированы вдоль длинной оси клетки. В светлых миоцитах эти элементы расположены более рыхло, ориентированы беспорядочно, по периферии клеток, под плазмолеммой формируются зоны цитоплазмы, лишенные филаментов. «Темные» и «светлые» гладкие миоциты интегрированы в единую систему, располагаются внутри пласта беспорядочно и не формируют обособленных скоплений (рис.2). Одновременно в составе мышечного пласта встречались ГМК с различной степенью электронной плотности цитоплазмы, которая обусловлена неодинаковым уровнем функциональной активности сократительных белков [7]. В некоторых ГМК количество миофиламентов было меньше, чем в сократительных, определялась хорошо развитая гранулярная эндоплазматическая сеть с расширенными цистернами, большое количество полисом, отдельные вакуоли. Известно, что синтетическая функция является наиболее характерной для малодифференцированных ГМК.

В подэндотелиальном слое грудного протока располагается аморфный материал, коллагеновые и эластические волокна. Эластические волокна в области мышечной манжетки располагаются более плотно, чем в стенке клапанного синуса, и ориентированы по крутой или пологой спирали, что отвечает за способность лимфангиона к дилатации. Пучки коллагеновых волокон имеют извилистую форму, могут направляться при заполнении лимфангиона лимфой.

Коллагеновые и эластические волокна формируют соединительнотканый каркас лимфангиона [8].

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о том, что грудной лимфатический проток крысы имеет конструкцию полилимфангионной системы. Функциональная организация мышечной манжетки и клапанного участка лимфангионов определяется соотношением и ориентацией гладких мышечных клеток, геометрией укладки коллагеновых и эластических волокон.

1. Бубнова Н.А., Борисова Р.П., Кубышкина Н.А. Теория активного транспорта лимфы: морфофункциональные основы и клинические аспекты // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2020. Т.19. №3(75). С.80-89. DOI: <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2020-19-3-80-89>
2. Корепанова Ю.Б., Болдуев В.А., Зашихин А.Л. и др. К вопросу о факторах, определяющих лимфоток в грудном протоке крысы // Экология человека. 2012. №5. С.58-60.
3. Cho I., Hong Y.-K. The new era of the lymphatic system: no longer secondary to the blood vascular system // Cold Spring Harb Perspect Med. 2012. Vol.2(4). Article number: a006445. DOI: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006445>
4. Чумаков В.Ю., Чумаков В.В., Складнева Е.Ю. и др. Строение стенки лимфангионов некоторых органов млекопитающих // Успехи современного естествознания. 2008. №8. С.143-145
5. Борисов А.В. Анализ конструкции лимфангиона // Вестник лимфологии. 2006. №1. С.43-49.
6. Корепанова Ю.Б., Шумихина Г.В., Титова И.В., Осетрова А.Ю. Эндотелиоциты грудного протока крысы // Морфология. 2019. Т.155. №2. С.162.
7. Корепанова Ю.Б., Шумихина Г.В., Глушкова Т.Г. и др. Структурно-метаболический анализ гладкой мышечной ткани лимфангионов грудного протока крысы // Труды ИГМА. 2017. Т.55. С.14-16.

References

1. Bubnova N.A., Borisova R.P., Kubyshkina N.A. Teoriya aktivnogo transporta limfy: morfofunktsional'ny'e osnovy i klinicheskie aspekty [Theory of active lymph transport: morphofunctional bases and clinical aspects]. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya* — Regional Blood Circulation and Microcirculation, 2020, vol. 19, no. 3(75), pp. 80-89. doi: <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2020-19-3-80-89>
2. Korepanova Yu.B., Bolduev V.A., Zashikhin A.L., et al. K voprosu o faktorax, opredelyayushhix limfotok v grudnom protoke krysy [On the factors that determine the lymph flow in the thoracic duct of the rat]. *Ekologiya cheloveka* — Human Ecology, 2012, no. 5, pp. 58-60.
3. Cho, I., Hong Y.-K. The new era of the lymphatic system: no longer secondary to the blood vascular system. *Cold Spring Harb Perspect Med.*, 2012, vol. 2, no. 4, art. no. a006445. doi: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a006445>
4. Chumakov V.Yu., Chumakov V.V., Skladneva E.Yu., et al. Stroenie stenki limfangionov nekotorykh organov mlekopitayushhih [The structure of the wall of lymphangions of some organs of mammals]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* — Advances in Modern Natural Sciences, 2008, no. 8, pp. 143-145.
5. Borisov A.V. Analiz konstrukcii limfangiona [Analysis of the structure of the lymphangion]. *Vestnik limfologii* — Messenger of lymphology, 2006, no. 1, pp. 43-49.
6. Korepanova Yu.B., Shumixina G.V., Titova I.V., Osetrova A.Yu. Endoteliocity grudnogo protoka krysy [Endotheliocytes of the thoracic duct of the rat]. *Morfologiya* — Morphology, 2019, vol. 155, no. 2, 162 p.
7. Korepanova Yu.B., Shumixina G.V., Glushkova T.G., et al. Strukturno-metabolicheskij analiz gladkoj myshechnoj tkani limfangionov grudnogo protoka krysy [Structural and metabolic analysis of the smooth muscle tissue of the lymphangions of the thoracic duct of the rat]. *Trudy IGMA* [Proc. of Izhevsk State Medical Academy], 2017, vol. 55, pp. 14-16. (In Russian)