© Коллектив авторов, 2017
УДК 611.1/8-611.424
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2017.12123>
ISSN – 2073-8137

МОРФОБИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АРХИТЕКТониКИ МЫШЕЧНОЙ ОБОЛОЧКИ СТЕНКИ ГРУДНОГО ПРОТОКА ЧЕЛОВЕКА ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА

В. А. Кудряшова¹, В. Н. Николенко^{1,2}, Н. А. Ризаева¹, М. В. Оганесян¹, И. В. Шевчук¹

¹ Первый Московский государственный медицинский университет
им. И. М. Сеченова, Россия

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Россия

MORPHOBIOMECHANICAL REGULARITIES OF ARCHITECTONICS OF MUSCLE MEMBRANE OF THE THORACIC DUCT WALL IN A HUMAN OF MATURE AGE

Kudryashova V. A.¹, Nikolenko V. N.^{1,2}, Rizaeva N. A.¹, Oganessian M. V.¹, Shevchuk I. V.¹

¹ I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Russia

Морфологическими методами на примере средней оболочки различных отделов стенки грудного протока людей зрелого возраста были изучены продольные и тангенциальные срезы, а также тотальные и расщепленные препараты стенки грудного протока. Обнаруженную спиралевидную направленность пучков гладкомышечных клеток стенки грудного протока можно рассматривать как одно из проявлений общебиологической закономерности строения органов.

Ключевые слова: лимфология, лимфа, морфология, грудной проток, средняя оболочка стенки сосуда, гистоструктура, биомеханические свойства, гладкомышечные клетки, возраст

By morphological methods, longitudinal and tangential sections, as well as total and split preparations of the thoracic duct wall were studied using the example of the middle shell of different sections of the thoracic duct wall of mature people. The detected spiral orientation of the bundles of smooth muscle cells of the thoracic duct wall can be considered as one of the manifestations of the general biological regularity of the structure of organs.

Key words: lymphology, lymph, morphology, thoracic duct, middle muscular layer of the vessel, histological structure, biomechanical properties, smooth muscle cells, age

Грудной проток является самым крупным и главным лимфатическим коллектором у человека и млекопитающих. Морфологии грудного протока человека посвящены многочисленные исследования [2, 4, 8, 23]. В связи с открытиями в области иммунологии и развитием клинической лимфологии всё больше внимания уделяется исследованиям структурных основ лимфотока в грудном протоке и других лимфатических сосудах с использованием разных методов [13, 18, 21, 24]. Хирургические вмешательства на грудном протоке составляют важный раздел современной хирургии сосудов. Это во многом связано с постоянно возрастающей частотой его повреждений – как травматических, так и ятрогенных [19]. В последние годы функции грудного протока (лимфоциркуляция, сохранение гомеостаза организма) используются в клинической хирургии для наружного дренирования протока [5], наложения лимфовенозных анастомозов [16], лимфосорбции, катетеризации с диагностической и лечеб-

ной целью при опухолях, лейкозах и заболеваниях, сопровождающихся тяжелой интоксикацией, а также повышенным лимфообразованием и ограниченным лимфооттоком [14, 19].

С развитием клинической лимфологии особо актуальное значение приобретают исследования структурных основ лимфотока в грудном протоке и других лимфатических сосудах с использованием разных методов [17]. Анатомический аспект изучения, разработка морфологических основ лимфотока выступают определяющими в развитии лимфологии [20]. В связи с этим значительно возрос интерес исследователей к изучению строения стенки лимфатических сосудов, стволов и протоков. Гистоархитектонику стенки грудного протока изучали С. И. Банных [1], лимфангионов стенки протока – Н. А. Горяева [6], рост и гистогенез стенки протока в пренатальном онтогенезе у человека, строение его клапанов исследовал С. В. Круглов [11], трехмерную цитоархитектонику и ультраструктуру гладкомышечных клеток в стенке грудного протока у крыс – К. Nakamura и Т. Yamamoto [22].

Однако существуют лишь единичные исследования строения стенки грудного протока в возрастном аспекте у человека. Известно, что пучки гладкомышечных клеток стенки грудного протока взрослого человека имеют различную ориентацию [2, 7]. Но никто из исследователей строения грудного протока не изучал изменение хода пучков гладкомышечных клеток различных отделов стенки грудного протока у взрослого человека (от 21 года до 65 лет), угла наклона этих пучков к продольной оси протока и тем самым не давал морфологическое обоснование биомеханических свойств пучков гладкомышечных клеток в разных отделах органа у взрослого человека.

Цель исследования состояла в выявлении особенностей строения средней оболочки стенки грудного протока в его разных отделах у человека в зрелом возрасте.

Материал и методы. Материалом служили препараты грудного протока 10 людей зрелого возраста первого периода (21–35 лет) и 10 людей зрелого возраста второго периода (36–60 лет), взятые на уровне цистерны органа, на уровне X–IX и IV–III грудных позвонков и его устья (рис. 1).

Рис. 1. Уровни исследования грудного протока

Препараты грудного протока от 20 трупов людей (без патологии органов грудной полости) обоего пола фиксировались в 10 % нейтральном формалине и окрашивались по Ван Гизону, по Ван Гизону с дополнительной окраской эластических волокон, по Вейгерту и Гейденгайну, после чего делали продольные и тангенциальные срезы различных отделов стенки органа. Тотальные и расщеплённые препараты стенки грудного протока окрашивали азотнокислым серебром по методу В. В. Куприянова.

Отделы грудного протока были выбраны по следующим соображениям: стенка цистерны (начального и, очевидно, наиболее активно функционирующего участка органа) должна обладать соответствующей структурой, обеспечивающей не только проталкивание столба лимфы в проксимальном направлении, но и противостоящей сопротивлению механическим факторам (сдавлению правой ножкой диафрагмы при дыхательных движениях и пульсации аорты), а также периодическому изменению объёма и значительному растяжению. В участке протока на уровне Th_{X-IX}, веро-

ятно, имеются структуры, активно проталкивающие лимфу и испытывающие отрицательное давление грудной полости. На уровне Th_{IV-III} под дугой аорты грудной проток отклоняется влево и несколько отдалёно от твёрдой опоры позвоночника. Стенка устья протока в непосредственной близости от вены также должна иметь свои характерные особенности строения.

С помощью математических расчетов установили некоторые закономерности хода пучков гладкомышечных клеток средней оболочки стенки грудного протока и обосновали изменение угла наклона пучков гладкомышечных клеток к продольной оси протока. Если принять, что каждый пучок гладкомышечных клеток имеет форму цилиндра, то в зависимости от угла, под которым этот пучок наклонен к оси протока, его сечение на продольном срезе будет иметь форму круга или эллипса. В случае когда пучок гладкомышечных клеток имеет циркулярную ориентацию, сечение принимает форму круга; если косо-циркулярную или косо-продольную, то форму эллипса. Угол наклона φ может быть найден с помощью основ элементарной математики: $\varphi = 90^\circ - \theta$. Угол θ находится из отношения значения минимального диаметра сечения к максимальному. Если сечение имеет форму круга, то угол $\varphi = 0$, а угол наклона равен 90° , то есть пучок гладкомышечных клеток имеет циркулярную ориентацию.

Приведенные расчёты дали возможность определить, какой угол наклона пучков гладкомышечных клеток различной ориентации присущ каждому из четырёх изученных отделов грудного протока взрослого человека. Для этого произвели измерения диаметров максимального и минимального значений сечений пучков гладкомышечных клеток внутреннего и наружного слоёв средней оболочки всех исследованных отделов грудного протока. Средние значения диаметров были определены обычным статистическим методом с определением ошибок и среднеквадратичного отклонения. Затем были рассчитаны средние значения углов наклона пучков гладкомышечных клеток относительно продольной оси грудного протока (табл.).

Таблица

Значение углов наклона пучков гладкомышечных клеток (в градусах)

Уровни грудного протока	Цистерна грудного протока	Th _{X-IX}	Th _{IV-III}	Уровень устья грудного протока
Угол наклона пучков гладкомышечных клеток внутреннего продольно ориентированного слоя	5±3	8±3	6±3	9±4
Угол наклона пучков гладкомышечных клеток наружного циркулярно ориентированного слоя	45±14	37±12	34±8	24±5

Примечание. Различия значимы, $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Гистоструктура средней оболочки стенки грудного протока по протяжению органа неоднородна, характеризуется локальными особенностями, что проявляется в разном количестве, сгруппированности и ориентации пучков гладкомышечных клеток. Средняя оболочка стенки органа состоит из отчётливо выраженных двух сло-

ёв пучков гладкомышечных клеток: внутренний слой представлен пучками продольной ориентации, а наружный – циркулярной.

На уровне цистерны грудного протока внутренний (продольный) гладкомышечный слой представлен не только пучками клеток продольной ориентации, но и наклоненными к продольной оси протока под углом $5\pm 3^\circ$. Их определяли как пучки косо-продольной ориентации. Наружный (циркулярный) слой пучков гладкомышечных клеток на уровне цистерны неоднороден и состоит из циркулярных пучков клеток и наклоненных к продольной оси протока под углом $45\pm 14^\circ$. Их считали пучками косо-циркулярной ориентации. Они были расположены в 2–3 «этажа», размеры их варьировали от 16×32 до 64×80 мкм.

На уровне Th_{X-IX} гистоструктура средней оболочки по сравнению с предыдущим отделом изменяется: во-первых, внутренний продольный слой пучков гладкомышечных клеток становится прерывистым. Эти клетки имеют как продольную, так и косо-продольную ориентацию. Угол их наклона к продольной оси протока по сравнению с уровнем цистерны несколько увеличивался ($8\pm 3^\circ$). Во-вторых, в наружном (циркулярном) слое пучков гладкомышечных клеток угол наклона по отношению к продольной оси протока в отличие от угла наклона пучков продольной ориентации уменьшается до $37\pm 12^\circ$, а не увеличивается. Морфологически это выражалось в том, что в наружном слое, наряду с пучками гладкомышечных клеток циркулярной ориентации, количество которых по сравнению с цистерной в целом уменьшалось, появлялось много пучков клеток косо-циркулярной ориентации.

На уровне Th_{IV-III} циркулярный (продольный) слой пучков гладкомышечных клеток стенки протока был не прерывистый, как на уровне Th_{X-IX} , а непостоянный: в некоторых участках он по протяжении отсутствовал. В этом случае гладкомышечный слой средней оболочки был представлен разрозненными пучками клеток циркулярной и косо-циркулярной ориентации, расположенных в 2–3 «этажа». Наклон пучков к продольной оси протока по сравнению с предыдущим уровнем несколько уменьшался и был равен $34\pm 8^\circ$. В случае когда на срезах внутренний (продольный) слой гладкомышечных клеток был представлен пучками продольной и косо-продольной ориентации, угол их наклона к оси протока составлял $6\pm 3^\circ$.

В устье протока обнаружить сгруппированность пучков гладкомышечных клеток в слое не удалось. По сравнению с другими отделами органа общее количество пучков гладкомышечных клеток было не-

значительное. Наклон косо-продольных пучков к оси протока достигал максимума ($9\pm 4^\circ$), а наклон циркулярных и косо-циркулярных пучков гладкомышечных клеток был значительно меньше, чем в других его отделах ($24\pm 5^\circ$). Стенка грудного протока на уровне устья протока содержала очень много соединительнотканых волокон, которые как бы заменяли собой пучки гладкомышечных клеток.

Выявленные структуры гладкомышечных слоёв средней оболочки всех четырех изученных отделов оказались присущими взрослым людям первого и второго периодов зрелого возраста, угол наклона пучков гладкомышечных клеток внутреннего (продольного) слоя по протяжении органа изменялся незначительно (от $5\pm 3^\circ$ до $9\pm 4^\circ$) (рис. 2).

Рис. 2. Стенка грудного протока на уровнях: А – цистерны; Б – Th_{X-IX} ; В – Th_{IV-III} , Г – устья; 1 – внутренняя оболочка, 2 – средняя оболочка, 3 – наружная оболочка (Ж., 63 лет, препарат № 45). Продольный гистологический срез толщиной 15 мкм. Окраска Вейгерта – Ван Гизона. Ув. 160

Пучки гладкомышечных клеток внутреннего слоя средней оболочки (косо-продольной ориентации) формировали по протяжении органа подобие полой спирали, а в наружном слое (с косо-циркулярным направлением) определялась тенденция к уменьшению угла наклона пучков гладкомышечных клеток почти вдвое – от цистерны ($45\pm 14^\circ$) до устья грудного протока ($24\pm 5^\circ$).

Можно предположить, что пучки гладкомышечных клеток наружного слоя также формируют по протяжении органа спираль, но более крутую, чем та, которая сформирована внутренним слоем пучков гладкомышечных клеток. Как известно, спиральной структуре пучков гладкомышечных клеток в построении полых органов придаётся большое функциональное значение [7, 12]. С. М. Исаакян [10] указывает на закономерность существования в материальном мире, в том числе в биологических объектах, спиралевидных структур. По его мнению, движение жидкости по трубкам сопровождается потерей энергии на преодоление сил, возникающих в местах контакта их и появления вихревых поверхностей. Автор тематически доказал, что устойчивость движения жидкостей в цилиндрических трубках обусловлена

его винтообразностью. Именно при винтообразном движении происходит наименьшая затрата энергии на переброску жидкости вдоль трубки, а трата этой энергии ещё более уменьшится при подчинении стенок трубки этому движению.

В процессе филогенеза и онтогенеза человека и животного его кровеносная и лимфатическая система приспособляется к условиям окружающей среды и к выполнению многообразных и сложных функций [3, 9], поэтому спиралевидную ориентацию внутренних и наружных слоёв гладкомышечных клеток средней оболочки стенки грудного протока – полового трубчатого органа, активно проталкивающего лимфу в сторону вен, нельзя считать неожиданной. А. А. Тер-Григорян [15] указывает, что поскольку «спирали дают упругое сжатие без значительной деформации», обеспечивают прочность структуры и тягу по длиннику, то они оказывают силовое воздействие на продвижение содержимого.

Обнаруженную нами спиралевидную направленность пучков гладкомышечных клеток стенки грудного протока можно рассматривать как одно из проявлений общебиологической закономерности строения полых трубчатых органов. Сопоставление результатов исследования с данными литературы позволило заключить, что внутренний гладкомышечный слой грудного протока, формирующий по его протяжению пологую спираль, сокращаясь, приближает друг к другу дистальные и проксимальные участки. Совместно с наружным гладкомышечным слоем, который также по протяжению органа формирует спираль, но более крутую, чем первая, они способствуют проталкиванию лимфы по протоку в сторону его устья и соответственно в вены.

Известно, что расположение гладкомышечных пучков стенки сосудов в виде «колец» или «спиралей» по-разному будет определять амплитуду колебания

их стенки. При кольцевой направленности пучков гладкомышечных клеток эта амплитуда будет всегда больше, чем при их спиральной ориентации, и трение о стенки сосуда протекающей крови, на примере изучения мышечно-эластического каркаса внутренней сонной артерии человека, будет значительным [15]. Вероятно, этим можно объяснить наличие в стенке дистальной части грудного протока более мощной мускулатуры, чем в участках органа, лежащих проксимальнее. Угол наклона пучков гладкомышечных клеток наружного слоя достигает своего максимума ($45 \pm 14^\circ$) именно в цистерне – самом активном участке органа: естественно, витки спирали в области цистерны будут более крутыми, чем в других участках. По мере приближения к устью они становятся более пологими, и угол их наклона уменьшается до $24 \pm 5^\circ$. Наличие двух вышеописанных спиралей различно ориентированных пучков гладкомышечных клеток обеспечивает равномерный и систематический ток лимфы по грудному протоку.

Выводы

1. Наружный слой средней оболочки стенки грудного протока состоит из циркулярно и косо-циркулярно направленных пучков гладкомышечных клеток, внутренний – из продольно и косо-продольно ориентированных пучков гладкомышечных клеток.

2. Пучки гладкомышечных клеток в средней оболочке стенки грудного протока человека формируют по протяжению протока пологую спираль, сокращение которой приближает рядом лежащие его участки (дистальные и проксимальные), способствуя проталкиванию лимфы по протоку в направлении его устья и далее, в вены.

3. Структура средней оболочки взрослых людей зрелого возраста первого и второго периодов статистически значимо не отличается.

Литература

- Баных, С. И. Гистоархитектоника стенки грудного протока / С. И. Баных. – Москва, 1992. – С. 27.
- Бородин, Ю. И. Общая анатомия лимфатической системы / Ю. И. Бородин, М. Р. Сапин, Л. Е. Этинген [и др.] – Новосибирск : Наука, 1990. – С. 243.
- Борисов, А. В. Функциональная анатомия лимфангиона / А. В. Борисов // Морфология. – 2005. – Т. 128, № 6. – С. 41–43.
- Бронников, С. М. К сравнительной оценке макро-микроскопического устья грудного протока человека и обезьяны / С. М. Бронников, Т. А. Кафиева, В. А. Кудряшова, М. Р. Сапин // Морфогенез и регенерация : труды Крымского мед. ин-та. – Симферополь, 1978. – Т. 76. – С. 56–59.
- Выренков, Ю. Е. К вопросу хирургической техники канюляции грудного протока / Ю. Е. Выренков, А. Г. Рожков, В. И. Карандин // Тез. доклад. 2 съезда лимфологов России. – СПб., 2005. – С. 71–72.
- Гаряева, Н. А. Математическая модель конструкции лимфангиона / Н. А. Гаряева, П. А. Гаряев, П. В. Попов // Российский журнал биомеханики. – 1999. – № 2. – С. 21–22.
- Евсеев, Е. П. Возрастные изменения грудного протока / Е. П. Евсеев // Труды Томского мед. ин-та. – Томск, 1949. – Т. 16. – С. 365–368.
- Жданов, Д. А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы / Д. А. Жданов. – Л. : Медгиз, 1952. – С. 336.
- Завгородний, И. Г. Структура терминала лимфангиона грудного протока / И. Г. Завгородний, А. В. Борисов, Н. А. Гаряева // Морфология. – 2002. – Т. 122, № 6. – С. 41–43.
- Исаакян, С. М. Выбор метода расчета гидравлического удара в нагнетательных трубопроводах низконапорных установок / С. М. Исаакян // Известия АН АрмССР. Сер. техн. наук. – 1958. – Т. 11, № 6. – С. 30–31.
- Круглов, С. В. Грудной поток в норме и при воздействии инфразвука (экспериментально-морфологическое исследование) : дис. ... канд. мед. наук / Круглов С. В. – СПб., 2006. – 248 с.
- Кудряшова, В. А. Макро-микроскопическое строение стенки грудного протока человека / В. А. Кудряшова // Архив анат., гистол. и эмбриол. – 1974. – Т. 66, № 3. – С. 89–94.
- Петренко, В. М. Новые концепции структурной организации активного лимфодренажа / В. М. Петренко // Морфология. – 2006. – Т. 129, № 3. – С. 82–87.
- Семенов, Г. М. Значение топографо-анатомических факторов для выбора оперативно хирургического метода ликвидации хилореи при повреждении грудного протока / Г. М. Семёнов // Тез. доклад. II съезда лимфологов России. – СПб., 2005. – С. 268–270.
- Тер-Григорян, А. А. Возрастные изменения мышечно-эластического каркаса магистрального отдела внутренней сонной артерии человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Тер-Григорян А. А. – Ереван, 1971. – 33 с.
- Юсупов, И. А. Первые результаты протезирования и пластики грудного протока / И. А. Юсупов // Тез. докл. науч. конф. Астрахан. мед. ин-та, 1973. – С. 243–245.
- Brennan, P. A. The contemporary management of chyle leak following cervical thoracic duct damage / P. A. Brennan, J. N. Blythe, M. K. Herd [et al.] // Br. J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2012. – Vol. 50, № 3. – P. 197–201. doi: 10.1016/j.bjoms.2011.02.001
- Dixon, J. B. Measuring microlymphatic flow using fast video microscopy / J. B. Dixon, D. C. Zawieja, A. A. Gas-

- hev, G. L. Coté // J. Biomed. Opt. – 2005. – Vol. 10, № 6. – P. 1–7. doi: 10.1117/1.2135791
19. Hematti, H. Anatomy of the thoracic duct / H. Hematti, R. J. Mehran // Thorac. Surg. Clin. – 2011. – Vol. 21, № 2. – P. 229–238. doi: 10.1016/j.thorsurg.2011.01.002
20. Langford, R. J. A morphological study of the thoracic duct at the jugulo-subclavian junction / R. J. Langford, A. T. Daudia, T. J. Malins // J. Craniomaxillofac. Surg. – 1999. – Vol. 27, № 2. – P. 100–104. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S1010-5182(99)80021-3
21. McCloskey, K. D. Kit-like immunopositive cells in sheep mesenteric lymphatic vessels / K. D. McCloskey, M. A. Hollywood, K. D. Thornbury [et al.] // Cell. Tissue Res. – 2002. – Vol. 31, № 1. – P. 77–84. doi: 10.1007/s00441-002-0623-y
22. Nakamura, K. Morphology of smooth muscle cells in the rat thoracic duct. A scanning and transmission electron-microscope study / K. Nakamura, T. Yamamoto // Cell. Tissue Res. – 1988. – Vol. 251, № 2. – P. 243–248. doi: 10.1007/BF00215831
23. Shimada, K. Morphological and histological analysis of the thoracic duct at the jugulo-subclavian junction in Japanese cadavers / K. Shimada, I. Sato // Clin. Anat. – 1997. – Vol. 10, № 3. – P. 163–172. doi: 10.1002/(SICI)1098-2353(1997)10:3<163::AID-CA2>3.0.CO;2-V
24. Yong, C. Microarray analysis of VEGF-C responsive genes in human lymphatic endothelial cells / C. Yong, E. A. Bridenbaugh, D. C. Zawieja, M. A. Swartz // Lymphat. Res. Biol. – 2005. – Vol. 3, № 4. – P. 183–207. doi: http://dx.doi.org/10.1593/neo.0764

References

1. Bannyh S. I. Gistoarhitektonika stenki grudnogo protoka. Moskva, 1992.
2. Borodin Yu. I., Sapin M. R., Etingen L. E., Grigoryev V. N., Trufakin V. A., Shmerling M. D. Obshchaya anatomiya limfaticheskoy sistemy. Novosibirsk: «Nauka»; 1990.
3. Borisov A. V. *Morfologiya. – Morphology.* 2005;128(6):41-43.
4. Bronnikov S. M., Kafieva T. A., Kudryashova V. A., Sapin M. R. *Morfogenez i regeneraciya: Trudy Krymskogo med. in-ta. – Morphogenesis and regeneration: the works of Crimea State Medical University.* 1978;76: 56-59.
5. Vyrenkov Yu. E., Rozhkov A. G., Karandin V. I. K voprosu khirurgicheskoy tekhniki kanyulyatsii grudnogo protoka. Tezisy dokladov 2 syezda limfologov Rossii. 2005:71-72.
6. Garyaeva H. A., Garyaev P. A., Popov P. V. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki. – Russian journal of biomechanics.* 1999;(2):21-22.
7. Evsev'ev E. P. *Trudy Tomskogo med. in-ta. – The works of Tomsk Medical Institute.* 1949;16:365-368.
8. Zhdanov D. A. Obshchaya anatomiya i fiziologiya limfaticheskoy sistemy. L.: «Medgiz», 1952.
9. Zavgorodny I. G., Borisov A. V., Gariaeva N. A. *Morfologiya. – Morphology.* 2002;122(6):41-43.
10. Isaakyan S. M. *Izvestiya AN ArmSSR ser. tekhn. nauk. – The series of news from Armenian National Academy of Sciences.* 1958;11(6):30-31.
11. Kruglov S. V. Grudnoj potok v norme i pri vozdejstvii infrazvuka (ekhsperimental'no-morfologicheskoe issledovanie) SPb;2006.
12. Kudryashova V. A. *Arkhiv anat., gistol. i embriol. – The archive of anatomy, histology and embryology.* 1974;66(3):89-94.
13. Petrenko V. M. *Morfologiya. – Morphology.* 2006;129(3):82-87.
14. Semenov G. M. Znachenije topografo-anatomicheskikh faktorov dlya vybora operativno khirurgicheskogo metoda likvidatsii khilorei pri povrezhdenii grudnogo protoka. Tezisy dokladov II s'ezda limfologov Rossii. 2005:268-270.
15. Ter-Grigoryan A. A. Vozrastnye izmeneniya myshechno-elasticheskogo karkasa magistral'nogo otdela vnutrennej sonnoj arterii cheloveka. Erevan; 1971.
16. Yusupov I. A. Tez. Doklad nauch. konf. Astrahan. med. in-ta. 1973:243-245.
17. Brennan P. A., Blythe J. N., Herd M. K., Habib A., Anand R. *Br. J. Oral. Maxillofac. Surg.* 2012;50(3):197-201. doi: 10.1016/j.bjoms.2011.02.001
18. Dixon J. B., Zawieja D. C., Gashev A. A., Coté G. L. *J. Biomed. Opt.* 2005;10(6):1-7. doi: 10.1117/1.2135791
19. Hematti H., Mehran R. J. *Thorac. Surg. Clin.* 2011; 21(2):229-238. doi: 10.1016/j.thorsurg.2011.01.002
20. Langford R. J., Daudia A. T., Malins T. J. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 1999;27(2):100-104. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S1010-5182(99)80021-3
21. McCloskey K. D., Hollywood M. A., Thornbury K. D., Ward S. M., McHale N. G. *Cell. Tissue Res.* 2002;310(1):77-84. doi: 10.1007/s00441-002-0623-y
22. Nakamura K., Yamamoto T. *Cell. Tissue Res.* 1988;251(2):243-248. doi: 10.1007/BF00215831
23. Shimada K., Sato I. *Clin. Anat.* 1997;10(3):163-172. doi: 10.1002/(SICI)1098-2353(1997)10:3<163::AID-CA2>3.0.CO;2-V
24. Yong C., Bridenbaugh E. A., Zawieja D. C., Swartz M. A. *Lymphat. Res. Biol.* 2005;3(4):183-207. doi: http://dx.doi.org/10.1593/neo.0764

Сведения об авторах:

Кудряшова Валентина Александровна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии;
тел.: 89153484067

Николенко Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой анатомии
и кафедрой нормальной и топографической анатомии; e-mail: vn.nikolenko@yandex.ru

Ризаева Нелли Алексеевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии;
тел.: 89165212675; e-mail: rizaevan@yandex.ru

Оганесян Марине Валиковна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры;
тел.: 89161591365; e-mail: marine-oganesyan@mail.ru

Шевчук Иван Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры;
тел.: 89774581664; e-mail: ishevchuk00@mail.ru