

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

УДК 611.425

© Коллектив авторов, 2022

Ш.Х. Ганцев¹, Ш.Р. Кзыргалин¹, Р.А. Рустамханов¹,
С.В. Щекин¹, Д.Т. Арыбжанов², Ш.М. Хуснутдинов¹,
А.В. Мансурова¹, К.Ш. Ганцев¹, Д.С. Турсуметов¹, М.А. Мохамед¹

ЛИМФОВЕНОЗНОЕ СОУСТЬЕ

И ЕГО КЛИНИКО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²Городской онкологический центр, Республика Казахстан, г. Шымкент

В данной статье представлены обзор научной литературы и данные собственного исследования, которые отражают общее представление о лимфатической системе, строении грудного лимфатического протока и лимфовенозного соустья, характеризующие клинико-анатомические особенности функционирования, роль лимфовенозных соединений/ соустьев (ЛВС) в регуляции тока лимфы и разделении двух систем (кровеносной и лимфатической). Представленная статья расширяет представления об анатомо-морфологических и функциональных характеристиках левого центрального лимфовенозного соустья и грудного лимфатического протока. Морфофункциональные характеристики строения данного соустья могут быть использованы для углубления представлений о логистике лимфы и развитии опухолевого процесса.

Описанные авторами морфофункциональные характеристики строения левого центрального лимфовенозного соустья носят как фундаментальный, так и прикладной характер. Представленные данные могут быть использованы при проведении научных исследований в области онкологии, анатомии, хирургии, гистологии, инфектологии, кардиологии, иммунотерапии и др.

Ключевые слова: лимфатическая система, грудной лимфатический проток, лимфовенозное соустье, клапан, клинико-анатомические особенности.

Sh.Kh. Gantsev, Sh.R. Kzyrgalin, R.A. Rustamkhanov,
S.V. Shchekin, D.T. Arybzhonov, Sh.M. Khusnutdinov,
A.V. Mansurova, K.Sh. Gantsev, D.S. Tursumetov, M.A. Mohamed

LYMPHOVENOUS ANASTOMOSIS AND ITS CLINICAL AND ANATOMICAL FEATURES

This article presents a review of the scientific literature, its own data, which reflect a general idea of the lymphatic system, the structure of the thoracic lymphatic duct and lymphovenous anastomosis, characterizing the clinical and anatomical features of functioning, the role of the LAN in the regulation of lymph flow and the separation of two systems (circulatory and lymphatic). The presented article expands the understanding of the anatomical, morphological and functional characteristics of the left central lymphovenous anastomosis and thoracic lymphatic duct. Morphofunctional characteristics of the structure of this anastomosis can be used to deepen the understanding of the logistics of lymph and the development of the tumor process.

The described morphofunctional characteristics of the structure of the left central lymphovenous anastomosis are both fundamental and applied. The presented results can be used in conducting scientific research in the field of oncology, anatomy, surgery, histology, infectology, cardiology, immunotherapy, etc.

Key words: lymphatic system, thoracic lymphatic duct, lymphovenous anastomosis, valve, clinical and anatomical features.

Гиппократовский корпус, сборник греческой медицинской литературы, описал функциональную анатомию лимфатической системы в пятом веке до нашей эры. Последующие исследования на трупном материале показали, что лимфатические сосуды дренируют интерстициальное пространство, образуя лимфу, и транспортируют ее в венозную систему. Недавние достижения показали, что лимфовенозные клапаны и тромбоцитарно-опосредованный гемостаз в лимфовенозных соединениях / соустьях (ЛВС) поддерживают непрерывное разделение кровеносной и лимфатической сосудистой систем (Janardhan NP, Trivedi SM., 2019). Интерес к ЛВС возрастает по мере осознания его роли в обструкции оттока лимфы и распространении малоинвазивных процедур доступа к терминальному груд-

ному протоку (ГП). Несмотря на растущее клиническое значение ЛВС, его фундаментальная форма и функция до сих пор не получили единого определения (Lomani A. et al., 2021). В этой области необходимы специальные уточняющие исследования *in vivo*, *ex vivo*, чтобы выявить клинико-анатомические особенности как в норме, так и при наличии патологического процесса.

Лимфатическая сосудистая сеть, дополнительная система каналов низкого давления, развивается в процессе, называемом лимфангиогенезом. Исторически описания лимфатической системы восходят к древним грекам; однако только в 17 веке было проведено более систематическое изучение лимфатических сосудов. Гаспаро Аселли, итальянский анатом, при вскрытии брюшной полости собак в

голодном и сытом состоянии описал наличие *veiae albae aut lacteae* в кишечнике или веноподобных сосудов, лишенных пульсации, которые транспортировали жидкость молочного цвета внутри них. Он также описал наличие клапанов в этих сосудах и предположил, что они могут помочь предотвратить обратный ток жидкости. Впоследствии учеными в 18- и 19-м веках была подробно изучена анатомия лимфатической системы и исследована основная роль лимфатических сосудов в норме и патологии.

Лимфатическая система – общий обзор

Лимфатическая система (ЛС) – одна из основных интегративных систем организма, обеспечивающая защитную и транспортную функции. Первая из них реализуется органами и клетками ЛС, вторая – ее сосудистым компонентом. Будучи тесно связанной с иммунной, кровеносной системой и системой соединительной ткани, ЛС принимает участие в многочисленных межклеточных кооперациях, клеточно-матриксных взаимодействиях, иммунном ответе, репарации, канцерогенезе, обмене липидов и других физиологических процессах, играя важнейшую роль в обеспечении постоянства внутренней среды (Климонтов В.В., Булумбаева Д.М., 2021).

Особенностью лимфатической системы является то, что ее организация представлена системой трубок, замкнутых, с одной стороны, от истока. При этом лимфа течет только в одном направлении – от периферии в венозное русло, а впадение лимфатических стволов и протоков в вены у здорового человека происходит только в области шеи (правый и левый венозные углы).

На всех уровнях своей организации и этапах своей эволюции и онтогенеза ЛС представляет собой специализированный дренажный отдел сердечно-сосудистой системы, коллатеральный к венам. Лимфатическое русло непрерывно на всем протяжении, но часто подвергается локальным деформациям, в том числе клапанами (разделение на межклапанные сегменты разной конструкции), кровеносными сосудами и лимфоидной тканью (лимфатические узлы (ЛУ) как лимфоидный лимфангион с сетью лимфатических синусов, лимфоидные узелки и бляшки в сетях ЛК и ЛПК). Такие деформации лимфатических путей возникают в процессе органогенеза и способствуют организации лимфооттока из органов, в том числе под иммунным контролем (Петренко В.М., 2011). Типы конституции лимфатической системы охватывают определенные варианты ее строения и физиологиче-

ских реакций. Например, число клапанов и их распределение на протяжении лимфатического русла детерминируют варианты транспорта лимфы, в том числе соотношение разных форм сократительной активности.

Лимфатическая система (ЛС) человека и ее компоненты находятся в центре внимания исследователей разных специальностей, поскольку их роль очень важна в его жизнедеятельности. Однако до сих пор отсутствует единая точка зрения на место ЛС в организме человека (Петренко В.М., 2016).

Грудной лимфатический проток и его роль в лимфатической системе

Грудной проток (ГП) является крупнейшим сосудом лимфатической системы. Он отводит большую часть лимфы тела обратно в кровеносные сосуды через ЛВС. Обычно устье протока открывается в левый венозный угол или в конечный отдел образующих его вен (Standring S., 2015). Ежедневно более 3 литров лимфы (включая хилус, богатую липидами эмульсию, поглощаемую кишечником) проходит через ЛВС (Breslin JW et al., 2019). Лимфа содержит белок, пищевые липиды, метаболиты, электролиты, витамины, иммуноглобулины и лимфоциты.

В устье ГП имеется парный клапан, образованный внутренней его оболочкой, такие двустворчатые клапаны располагаются вдоль просвета ГП и по разным источникам насчитывают от 7 до 14 затворов, препятствующих обратному току лимфы и забрасыванию крови из вены. Предыдущие описания этого клапана часто противоречат друг другу, а его точная форма и функция у человека остаются неясными (Lomani A. et al., 2021).

Возрастает интерес к лимфе грудных протоков (отмечая ее основной вклад в кишечную лимфу) из-за ее роли в развитии системного воспаления и дисфункции органов во время острых и критических состояний.

Кроме того, нарушение оттока лимфы через ЛВС (дисфункция лимфатического оттока) может вызвать отек вышерасположенных тканей, включая жизненно важные органы. Это может произойти в условиях повышенного центрального венозного давления, таких как правожелудочковая недостаточность или агрессивная инфузионная терапия, когда градиент давления становится слишком высоким для оттока лимфы в центральные вены.

Доступ к терминальному отделу ГП делает возможными различные вмешательства, включая временную окклюзию ГП, временное наружное дренирование ГП и введе-

ние лекарств в ГП для противодействия токсическим элементам. В 50-е годы доступ к ГП требовал открытого хирургического вмешательства, но в настоящее время имеются сообщения о минимально инвазивном доступе с использованием ретроградного трансвенозного доступа для терапевтической эмболизации при хилотораксе.

Таким образом, ЛВС стало центром потенциального клинического вмешательства при критических состояниях (Windsor JA, et al., 2017) и состояниях, связанных с хронической венозной гипертензией (например, недостаточность правых отделов сердца и цирроз печени) (Itkin M, Nadolski GJ., 2018).

Перед впадением в вены ГП и другие коллекторы часто образуют «дельту», т.е. разветвляются на более мелкие сосуды. Форма «дельты» и диаметр образующих ее сосудов имеют значение при дренировании протока, которое применяется в клинике при тяжелых заболеваниях, ожогах, отравлениях, особенно при реанимации больных. При этом, насыщенная токсическими веществами лимфа из шейной части ГП выводится из организма, очищается (подвергается лимфосорбции) и затем возвращается в одну из поверхностных вен.

Анатомические особенности ЛВС

Паттерн ветвления терминального отдела ГП (ТГП) и расположение места его впадения в левый венозный угол сильно варьируют. Грудной проток (ГП) обычно впадает во внутреннюю яремную вену и подключичную вену или входит непосредственно в венозный угол. Он может существовать как один сосуд, тогда одиночный тип ТГП остается единым на всем пути пролегания от уровня входа в грудную клетку и до ЛВС. Единственный проток, по данным исследователей, выявлен у 72% людей и у 73–88% кошек, у 67% свиней и у 100% крыс. Также ГП может иметь несколько терминальных ветвей, состоящих из двух или более протоков, сходящихся или расходящихся в любой точке, что определяется как множественный тип ТГП, каждый тип при этом имеет собственное сообщение с венами (Bauch V.L., Karon K.M., 2015). Терминальное расширение (ампула, ампулярное расширение) ГП, часто описываемое рядом авторов (Bauch V.L., Karon K.M., 2015), может присутствовать у 40% людей. В некоторых исследованиях сообщается, что ГП заканчивается в лимфатическом мешке.

Ветвления множественного ТГП, впадающие в один общий ствол до устья, наблюдаются у 20% людей и 33% свиней. Множе-

ственные протоки, впадающие в два или более (множественных) стволов, наблюдаются у 6% людей. Таким образом, примерно у 88% людей наблюдается одиночный ТГП, у всех свиней и у 47% коров. В то же время только у 9% людей имеются два терминальных протока, они также присутствуют у 50% коров и у 25% кошек.

У людей диаметр ТГП колеблется от 2 до 5 мм (Seeger M., et al. 2009). При наличии нескольких протоков в ТГП диаметр колеблется от 0,5 до 3 мм на каждый проток. Этот диаметр увеличивается с возрастом примерно на 0,02 мм за год жизни (Kammerer FJ, et al. 2016), хотя связь между возрастом и диаметром учеными оспаривается (Seeger et al. 2009; Hematti & Mehran, 2011). Грудной проток косо проникает в венозную стенку и сужается, открываясь в просвет принимающей вены.

В ходе нашего же исследования, проведенного на базе кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, было проведено анатомическое препарирование 15-ти комплексов центрального лимфотеннозного соустья с помощью аппаратной ультразвуковой липодеструкции. Выявлено, что у части людей ГП имеет одно отверстие в венозную систему, в то время как у остальных лиц имеется 2 или более отверстий, то есть грудной лимфатический проток впадает не как самостоятельный сосуд, а образует два, три или четыре стволика, тем самым разветвляясь на более мелкие сосуды. Полученные в ходе исследования анатомические макропрепараты были отправлены на гистологическое исследование и зафиксированы на цифровой фотокамере для детального изучения.

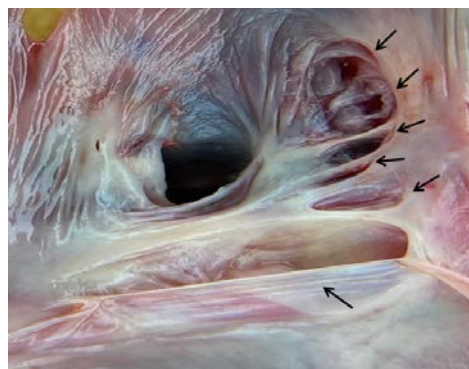


Рис.1. Анатомический макропрепарат ЛВС. На внутренней оболочке вены, справа косо открываются разветвления (стволы) грудного лимфатического протока, представленные в виде 6 отверстий оvoidной формы (указаны стрелками), снабженные двусторонними клапанами

Кроме того, в ходе исследования, было определено, что могут быть дополнительные окончания в нескольких местах. Эти различ-

ные окончания грудного протока обычно располагаются в пределах 1-2 см от места впадения левой подключичной и внутренней яремной вен. Почти у половины исследуемых комплексов грудной проток открывается либо в левую внутреннюю яремную вену, либо в венозный угол левой внутренней яремной вены и левой подключичной вены. Также примерно в половине случаев перед впадением в вену грудной проток имеет ампуловидное расширение, притоки окружающих вспомогательных лимфатических протоков и лимфатических узлов могут впадать в эту ампулу.

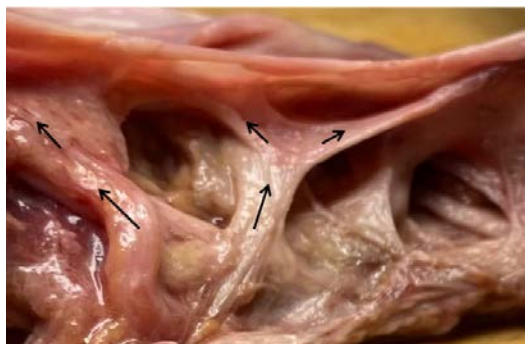


Рис. 2. Анатомический макропрепарат лимфовенозного соединения. На рисунке представлена наружная сторона вены, в которую косо идут и открываются 3 разветвления (стволы) грудного лимфатического протока (указаны стрелкой)

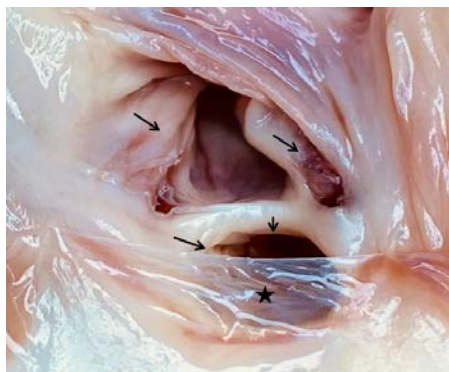


Рис. 3. Анатомический макропрепарат лимфовенозного перехода. На рисунке ЛВС представлено в виде 3 отверстий ГП различной формы (указаны стрелками). Одна створка клапана нижнего отверстия полулунная (стрелка), другая – остиальная (звездочка)

Таким образом, строение лимфовенозного соединения грудного лимфатического протока и вены имеет анатомическую гетерогенность, представленную разными вариантами впадения терминального отдела грудного лимфатического протока в венозное русло, которое зависит от строения и положения конечного отрезка лимфатического коллектора, его терминального и венозных клапанов.

Клапаны ЛВС и ГП

В ТГП различают два типа клапанов: один длинный двустворчатый «лоскутчатый» устьевой клапан, расположенный в месте открытия ЛВС, и несколько более коротких

двустворчатых полулунных клапанов, расположенных проксимальнее ТГП перед ЛВС. Устьевой клапан состоит из двух лоскутных створок. Эти створки обычно расположены косо по отношению к терминальному просвету ГП из-за косого прикрепления ГП к стенке вены, одна из створок расположена анатомически выше другой.

У человека первый двустворчатый полулунный клапан часто расположен в пределах 10 мм от устья клапана в ТГП. Проксимальнее этого с переменными интервалами 2,5-12 мм (Hematti & Mehran, 2011) наблюдаются несколько других двустворчатых полулунных клапанов. Створки двустворчатых полулунных клапанов выходят в просвет ГП, что предотвращает ретроградный кровоток. Также обнаружено, что ЛВС в 65% случаев (26/40) располагается под створкой клапана внутренней яремной вены.

Полулунные клапаны вариабельно распределены по ходу ГП с наибольшим их количеством в шейном отделе (Chiba, T., et al., 2017). Эти клапаны обычно двустворчатые, хотя иногда могут формироваться трехстворчатые и односторчатые клапаны (Chiba, T., et al., 2017). Положение клапана связано с участками повышенного давления из-за сдавления соседними структурами средостения, например там, где ГП пересекается аортой и пищеводом (Bernier-Latmani J., Petrova T.V. 2017).

Гистологические исследования человеческих эмбрионов показали, что ЛВС формирует клапан примерно на шестой неделе развития плода, однако имеются данные, что типичный или действительно дееспособный клапан часто отсутствовал в ЛВС у 4-месячных плодов.

В нашем же исследовании было определено, что в ряде случаев место впадения грудного протока может быть снабжено хорошо развитыми складками, которые, как заслонка или вуаль, прикрывают мышечный жом (детрузор) или клапан, которые могут быть представлены в виде сосочка, выступающего в просвет вены или в виде отверстия. В устье грудного протока имеется препятствующий проникновению в проток крови полулунный (двустворчатый) клапан, створки которого открываются косо в центральную венозную систему, одна из створок его расположена анатомически выше другой.

По некоторым данным зарубежных исследователей, было выявлено, что у взрослых в подавляющем большинстве в ЛВС отсутствуют какие-либо определенные морфологи-

ческие клапаны ($n=40$). Однако другие исследования свидетельствуют о том, что клапан все-таки встречается в 59% случаев, в пределах 1-6 мм от ЛВС – в 40% и отсутствие клапанов в терминальном ГП в 1% исследованных случаев ($n=139$). По данным 1081 патологоанатомических исследований было выявлено, что терминальный клапан ГП находится в любом месте последних 10 мм протока. Другие исследования трупов показывают, что частота ЛВК составляет от 74 до 100% (Wang, H.W., et al., 2016). Используя ультразвуковое исследование *in vivo* (Seeger M., et al. 2009), можно было визуализировать ТГП в 96% случаев, но клапаны, расположенные непосредственно в ЛВС, были видны только у 40% участников исследования ($n=585$).

Таким образом, лимфенозное соустье и терминальный отдел грудного лимфатического протока снабжены уникальным механизмом клапанной системы, который способен регулировать ток лимфы и предотвращать заброс крови в лимфатический коллектор. Косое прохождение лимфатического коллектора сквозь венозную стенку также ограничивает венозный рефлюкс крови в него. Несмотря на это, в ряде случаев клапаны в терминальном отделе грудного лимфатического протока могут и вовсе отсутствовать.

Особенности гистологического строения

Стенка ГП состоит из трех хорошо развитых слоев: интимы, меди и адвентиции (Nematti & Mehran, 2011). В терминальной области ГП имеет тонкую интиму, образованную эндотелиальными клетками, и тонкий субэндотелиальный слой, который состоит из комплекса продольно и косо расположенных гладких мышц и соединительной ткани. Присутствуют ламинин, фибронектин и коллаген I и III типов. В отличие от остальной части ГП, терминальная часть ГП лишена внутренней эластичной пластинки. Средний слой содержит несколько компактных кольцевых гладкомышечных волокон, эластических волокон и коллагеновых волокон I и III типов. Адвентиция имеет наибольшую толщину стенки ГП и включает соединительнотканый комплекс ламинина и коллагена I и III типов. Толщина стенки у молодых людей составляет примерно 0,45 мм, уменьшаясь примерно на 20% у пожилых людей с потерей преимущественно гладкой мускулатуры.

По гистологическим данным, полученным в ходе собственного исследования, в лимфенозном соединении грудной проток узкий с тонким эндотелиальным и субэндотелиальными слоями, населенными гладкомы-

шечными волокнами, эластическими и коллагеновыми волокнами.

По данным зарубежных исследователей, было также определено, что ЛВС имеет более тонкую интиму, состоящую из тонкого эндотелия и более толстого субэндотелиального слоя. Эндотелий четко выделяется при окрашивании и выявления коллагена I и III типов, а субэндотелиальный слой характеризуется наличием гладких мышц, эластических волокон и других коллагеновых волокон. ЛВС содержит внутреннюю эластическую пластинку, в отличие от терминальной стенки ГП, образующую тонкую сеткообразную структуру. Кроме того, пластинку окружают два-три слоя продольно расположенных гладкомышечных клеток. В меди обнаруживаются тонкие мышечные волокна, образующие пучки, расположенные продольно, часть из которых ориентированы в других направлениях. В этом слое обнаруживаются редкая соединительная ткань (включая коллаген I и III типов) и эластические волокна. Слой гладких мышечных волокон стенки ГП распространяется на основания створок устьев клапанов, но не на сами створки.

Таким образом, гистологическое строение лимфенозного соединения представляет собой уникальное сочетание мышечной и соединительной тканей и эластических волокон. Координированное сокращение мышечных пучков и мышечного сфинктера способствует укорочению и сужению устьевого отрезка лимфатического коллектора, а также регулирует ток лимфы.

Заключение

Лимфатическая система человека находится в центре внимания исследователей разных специальностей, поскольку она играет важную роль в его жизнедеятельности и имеет ряд особенностей. В ней нет лимфообращения, лимфоотток из органов носит маятниковообразный характер, множественные клапаны, являющиеся атрибутом лимфатической системы, ограничивают обратный лимфоток.

Представленные данные расширяют представления об анатомо-морфологических и функциональных характеристиках левого центрального лимфенозного соустья и грудного лимфатического протока. Морфофункциональные характеристики строения данного соустья могут быть использованы для углубления представлений о логистике лимфы и развитии опухолевого процесса.

Описанные морфофункциональные характеристики строения левого центрального лимфенозного соустья носят как фундамен-

тальный характер, так и прикладной. Представленные результаты могут быть использованы при проведении научных исследований

в области онкологии, анатомии, хирургии, гистологии, инфектологии, кардиологии, иммунотерапии и др.

Сведения об авторах статьи:

Ганцев Шамиль Ханафиевич – д.м.н., заведующий кафедрой онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. ORCID: 0000-0003-2047-963X
Кзыргалин Шамиль Римович – к.м.н., доцент кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. ORCID: 0000-0001-9721-108X
Рустамханов Расул Айдарович – ассистент кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.
Шекин Сергей Витальевич – к.м.н., доцент кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.
Арыбжанов Дауранбек Турсункулович – к.м.н., доцент, заведующий отделением химиотерапии и эндоваскулярной онкологии городского онкологического центра г. Шымкент. Адрес: Казахстан, г. Шымкент, ул. Байтурсынова, 85а.
Хуснутдинов Шамиль Масгутович – к.м.н., доцент кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.
Мансурова Алина Вячеславовна – ассистент кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.
Ганцев Камил Шамильевич – д.м.н., профессор кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.
Турсуметов Давлат Сайтмуратович – к.м.н., доцент кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.
Мохамед Мохамед Абдинор – ассистент кафедры онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климонтов, В.В. Лимфатическая система и жировая ткань: коммуникации в норме и патологии / В.В. Климонтов, Д.М. Булумбаева // Ожирение и метаболизм. – 2021. – Т.18, №3. – С. 336-344. doi: <https://doi.org/10.14341/omet12776>
2. Петренко, В.М. Лимфатическая система и ее место в теле человека/ В.М. Петренко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4-5. – С. 917-921. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9103>
3. Петренко, В.М. Лимфатическая система: определение/ В.М. Петренко // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 3. – С. 23-27; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=15953>
4. Bauch, V.L. Formation of blood and lymphatic vessels/ V.L. Bauch, K.M. Karon // Cold Spring Harb Perspect Biol. – 2015. – №7.-C. 8268. doi: 10.1101/cshperspect.a008268
5. Bernier-Latmani, J. Intestinal lymphatic vascular network: structure, mechanisms and functions/ J. Bernier-Latmani, T.V. Petrova// Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology. – 2017– №14 – P. 510-526. doi: 10.1038/nrgastro.2017.79;
6. Breslin, J.W. Lymphatic vessel network structure and physiology/ J.M. Breslin [et al.] // Comprehensive Physiology. – 2019–№ 9–P.207-299.
7. Chiba, T. Fine structure of human thoracic duct as revealed by light and scanning electron microscopy/ T. Chiba, H. Narita and H. Shimoda// Biomedical Research. – 2017 – № 38 –P.197-205.
8. Hematti, H. Anatomy of the thoracic duct/ H. Hematti, R.J. Mehran// Thorac Surg Clin. 2011 – №21 – P.229-238.
9. Itkin, M. Modern techniques of lymphangiography and interventions: current status and future development/ M. Itkin, G.J. Nadolski// Cardiovascular Interment Radiology – 2018. –№41–P.366-376.
10. Janardan, H.P. Hdac3 regulates the formation of lymphovenous and lymphatic valves/H.P. Janardan, Z.J. Millstone, M. Shin// J Clin Invest – 2017 –№127– P.4193-4206. doi: 10.1172/JCI92852
11. Janardan, H.P. Establishing and maintaining the separation of blood and lymph/ H.P. Janardan, K.M. Trivedi// Cell Mol Life Sci – 2019 – № 76–P.1865-1876.
12. Kammerer, F.J. Morphology of the distal thoracic duct and right lymphatic duct in various pathologies of the head and neck: an imaging-based study/ F.J. Kammerer, B. Schlude, M.A. Kuefner // Head Face Med – 2016. – №12. –C.15. doi: 10.1186/s13005-016-0108-y.
13. Lomani, A. Anatomy of the lymphovenous valve of the thoracic duct in humans/ Lomani A. [et al] // Journal of anatomy – 2021– vol. 236 – P.1146-1153. doi:10.1111/joa.13167
14. Seeger, M. The final part of the thoracic duct: high-resolution ultrasound/ M. Seeger, B. Bevig, R. Gunter // Radiology– 2009 – №252. – P.897-904. doi: 10.1148/radiol.2531082036
15. Wang, H. Indications, methods and clinical results of thoracic duct interventions in patients: forgotten literature?/ H. Wang, A.B. Escott, K.L. Phang // J Surg Res– 2016–№ 204 –P.213-227.
16. Windsor, J.A., Escott, A., Brown, L. and Phillips, A.R. Novel strategies for the treatment of acute pancreatitis based on the determinants of severity/ J.A. Windsor [et al.] // Journal of Gastroenterology and Hepatology – 2017 – №32. – P.1796-1803.

REFERENCES

1. Klimontov V.V., Bulumbaeva D.M. Limfateshskaya sistema i zhirovaya tkan': kommunikacii v norme i patologii // Ozhirenie i metabolism. 2021;18(3): 336-344. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.14341/omet12776>
2. Petrenko V.M. Limfateshskaya sistema i ee mesto v tele cheloveka // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy. 2016;(4-5):17-921. (In Russ.). URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9103>
3. Petrenko V.M. Limfateshskaya sistema: opredelenie // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2011;(3):23-27. (In Russ.). URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=15953>
4. Bauch V.L., Karon K.M. Formation of blood and lymphatic vessels. // Cold Spring Harb Perspect Biol. 2015;(7) doi: 10.1101/cshperspect.a008268
5. Bernier-Latmani J., Petrova T.V. Intestinal lymphatic vascular network: structure, mechanisms and functions. // Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology. 2017;14: 510-526. doi: 10.1038/nrgastro.2017.79;
6. Breslin, J.W., Yang, Y., Scallan, J.P., Sweat, R.S., Adderley, S.P. and Murfee, W.L. Lymphatic vessel network structure and physiology. // Comprehensive Physiology. 2019;9:207-299.
7. Chiba, T., Narita, H. and Shimoda, H. Fine structure of human thoracic duct as revealed by light and scanning electron microscopy. // Biomedical Research. 2017; 38:197-205.
8. Hematti H, Mehran RJ. Anatomy of the thoracic duct. // Thorac Surg Clin. 2011;(21):229-238.

9. Itkin M, Nadolski GJ. Modern techniques of lymphangiography and interventions: current status and future development. // Cardiovascular Interventional Radiology. 2018;41:366-376.
10. Janardan H.P., Millstone Z.J., Shin M. et al. Hdac3 regulates the formation of lymphovenous and lymphatic valves. // J Clin Invest. 2017;127: 4193-4206. doi: 10.1172/JCI92852
11. Janardan H.P., Trivedi K.M. Establishing and maintaining the separation of blood and lymph. // Cell Mol Life Sci. 2019;76:1865-1876
12. Kammerer FJ, Schlude B, Kuefner MA, et al. Morphology of the distal thoracic duct and right lymphatic duct in various pathologies of the head and neck: an imaging-based study. // Head Face Med. 2016;12.
13. Lomani A. et al. Anatomy of the lymphovenous valve of the thoracic duct in humans. // Journal of anatomy. 2021;236:1146-1153. doi:10.1111/joa.13167
14. Seeger M., Bevig B., Gunter R. et al. The final part of the thoracic duct: high-resolution ultrasound. // Radiology. 2009;252:897-904. doi: 10.1148/radiol.2531082036
15. Wang H, Escott ABJ, Phang KL et al. Indications, methods and clinical results of thoracic duct interventions in patients: forgotten literature? // J Surg Res. 2016;204:P.213-227.
16. Windsor, J.A., Escott, A., Brown, L. and Phillips, A.R. Novel strategies for the treatment of acute pancreatitis based on the determinants of severity. // Journal of Gastroenterology and Hepatology. 2017;32:1796-1803.

УДК616.127.-001-06:578.834.1:612.172

© Коллектив авторов, 2022

Н.Р. Ямолдинов¹, Д.С. Сарксян¹,
М.В. Дударев¹, Р.Т. Мурзабаева², Л.Р. Ахтарова²
**К ВОПРОСУ О ПОРАЖЕНИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ
И ПОЧЕК ПРИ COVID-19**

¹ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия»

Минздрава России, г. Ижевск

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

Цель – и проанализировать особенности влияния новой коронавирусной инфекции (COVID-19) на сердечно-сосудистую систему и почки (в их взаимосвязи) по материалам отечественной и зарубежной литературы.

Материал и методы. Проведено изучение данных доступной литературы, определены клинико-лабораторные и функциональные характеристики поражения сердечно-сосудистой системы и почек у пациентов с коронавирусной инфекцией, вызванной SARS-CoV-2.

Выводы. Тяжелое течение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) может способствовать поражению сердечно-сосудистой системы, в том числе развитию тромбоэмболии легочной артерии, инфаркта миокарда, миокардита, перикардита, а также описаны случаи острого повреждения почек (ОПП). Предпринимались попытки стратификации риска сердечно-сосудистых осложнений, вызываемых COVID-19. В литературе отмечается некоторая противоречивость данных относительно возможности использования сердечных тропонинов, креатинфосфокиназы, N-концевого фрагмента натрийуретического пептида про-B-типа в качестве предикторов развития сердечно-сосудистых осложнений. Дальнейшее изучение таких биомаркеров, как D-димер, антикардиальные антитела, гомоцистеин, цистатин C, липокалин 2 и других, с целью оценки их роли в прогнозировании сердечно-сосудистых осложнений и ОПП является важным и перспективным направлением в терапии, кардиологии и нефрологии.

Кроме того, большинство авторов не рассматривают выявленные нарушения с точки зрения функциональной близости системы кровообращения и почек. В связи с этим актуальным представляется проведение комплексного исследования с целью формирования целостного представления о патогенезе и клинической картине COVID-индуцированного кардиоренального синдрома.

Ключевые слова: COVID-19, кардиоренальный синдром, тропонины, КФК-MB, NT-pro-BNP, NGAL, D-димер.

N.R. Yamoldinov, D.S. Sarksyian,
M.V. Dudarev, R.T. Murzabaeva, L.R. Akhtarova
**ON THE ISSUE OF DAMAGE TO THE CIRCULATORY SYSTEM
AND KIDNEYS IN COVID-19**

Objective is to analyze the features of the influence of a new coronavirus infection (COVID-19) on the cardiovascular system and kidneys (in their relationship) based on the materials of domestic and foreign literature.

Material and methods. The study of available literature data was carried out, clinical, laboratory and functional characteristics of damage to the cardiovascular system and kidneys in patients with coronavirus infection caused by SARS-CoV-2 were determined.

Summary. The severe course of the new coronavirus infection (COVID-19) can contribute to damage to the cardiovascular system, including the development of pulmonary embolism, myocardial infarction, myocarditis, pericarditis; cases of acute kidney injury (AKI) have been described. Attempts have been made to stratify the risk of cardiovascular complications caused by COVID-19; however, there is some inconsistency in the literature regarding the possibility of using cardiac troponins, creatine phosphokinase, and the N-terminal fragment of the pro-B-type natriuretic peptide as predictors of their development. Further study of such biomarkers as D-dimer, antinuclear antibodies, homocysteine, cystatin C, lipocalin 2, etc. in order to assess their role in predicting cardiovascular complications and AKI is an important and promising direction in therapy, cardiology and nephrology.

In addition, most authors do not consider the identified disorders from the point of view of the functional proximity of the circulatory system and the kidneys. In this regard, it seems relevant to conduct a comprehensive study in order to form a holistic view of the pathogenesis and clinical picture of COVID-induced cardiorenal syndrome.

Key words: COVID-19, cardiorenal syndrome, troponins, CPK-MB, NT-pro-BNP, NGAL, D-dimer.