

УДК 611.4 14.00.00

ЛИМФОЛОГИЯ КАК МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В РОССИИ И ИСТОРИЯ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Петренко В.М.*Российская Академия Естествознания, Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

Согласно классическим представлениям, лимфатическая система состоит из лимфатических сосудов и узлов. Они образуют непрерывные пути оттока тканевой жидкости в виде лимфы с разным строением стенок, но всегда с эндотелиальной выстилкой. В Международных анатомической, гистологической и эмбриологической терминологиях лимфатическая система не рассматривается как самостоятельная анатомическая система, в отличие от лимфоидной системы, но без должного обоснования. В этой связи возникает вопрос о целесообразности рассмотрения лимфологии как самостоятельной науки о лимфатической системе. Считаю, что лимфатическая и лимфоидная системы являются специализированными подсистемами сердечно-сосудистой системы, соответствуют двум ее классическим отделам, лимфатическому и кровеносному, но в их связи с лимфоидной тканью. Лимфоток приносит антигены в лимфоузлы, другие вторичные лимфоидные образования и таким образом участвует в организации иммунитета. Поэтому лимфатическая и лимфоидная системы функционально сопрягаются на своей периферии. Структурно они объединяются посредством рыхлой соединительной ткани между лимфатическими и кровеносными сосудами, которая местами преобразуется в лимфоидную ткань, и так формируют анатомическую основу иммунитета – лимфоидно-лимфатический аппарат. Функциональная анатомия лимфатической системы в ее связи с лимфоидной системой находится в основе лимфологии – учения о строении и функциях лимфатической системы, включая ее защитную функцию, т.е. участие в организации иммунитета.

Ключевые слова: лимфология, лимфатическая система, лимфоидная система.

LYMPHOLOGY AS MEDICAL AND BIOLOGICAL SCIENCE: MODERN IDEAS IN RUSSIA AND HISTORY OF THEIR FORMATION

Petrenko V.M.*Russian Academy of Natural History, St.-Petersburg, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

According to classic ideas, lymphatic system consists of lymphatic vessels and lymph nodes. They form uninterrupted paths of tissue fluid flow out as lymph with different structure of their walls, but always with endothelial covering. Lymphatic system is not considered as independent anatomical system in International Anatomical, Histological and Embriological Terminologies, as distinct from lymphoid system, but without due substantiation. In this connection the question arises about expediency of consideration of lymphology as independent science about lymphatic system. I think, that lymphatic and lymphoid systems are special subsystems of cardiovascular system, correspond its two classic departments, the lymphatic and the blood, but in their connection with lymphoid tissue. Lymph flow brings antibodies into lymph nodes, another secondary lymphoid formations and thus takes part in organization of immunity. Thus lymphatic and lymphoid systems are conjugated functionally on their periphery. Structurally they are united by means of loose connective tissue between lymphatic and blood vessels, which transforms into lymphoid tissue in some seats, and so form anatomical base of immunity – lymphoid-lymphatic apparatus. Functional anatomy of lymphatic system with its connection with lymphoid system is in the base of lymphology – doctrine about structure and functions of lymphatic system, including its protective function, participation in organization of immunity.

Keywords: lymphology, lymphatic system, lymphoid system.

Введение

Лимфология как самостоятельная наука «выросла» из функциональной анатомии лимфатической системы (ЛСи), которая изучает ее строение в связи с функциями и в развитии [19]. Именно анатомы сформировали классические представления о ЛСи как системе лимфатических сосудов и узлов (ЛС, ЛУ), начиная с О. Rudbeck и Т. Bartolinus (XVII век) [1,9,19]. Позднее к ним присоединились другие морфологи, физиологи и клиницисты. Принято считать, что ЛСи (пере)открыл G. Aselius, сначала ЛС (1622), а затем ЛУ (1627). Конкретная дата рождения лимфологии как самостоятельной науки неизвестна. Но в огромной книге «Лим-

фология» [8] утверждается, что лимфология в современном понимании этого слова возникла в середине XX века на базе учения о ЛСи и что в 70-х годах прошлого столетия В.В.Куприянов определил лимфологию как синтетическую медико-биологическую науку, которая описывает структуру, функцию и патологию ЛСи, используя для этого методы морфологии, физиологии, биохимии, патологии и клиники.

Фундаментальная лимфология имеет две взаимосвязанные составляющие – морфологическую и физиологическую. На этой основе в 50-е годы XX века возникла клиническая лимфология в связи с рентгенографическими работами J.B. Kinmonth. Тогда-

то и объявили о самостоятельности лимфологии [2]. Ситуация в общем давно известная: анатомия и физиология являются базовыми научными дисциплинами, азбукой медицины. Ее частью стала современная лимфология – интегративная медико-биологическая наука, которая связана с такими совсем еще молодыми науками, как иммунология и клеточная биология [8]. И вдруг основание лимфологии стало рушиться: на гребне волны растущего интереса к иммунитету в Международной анатомической терминологии (Нью-Йорк, 1998) исключается термин «ЛСи», в раздел «Сердечно-сосудистая система» вводится подраздел «Лимфатические протоки и стволы», где ЛУ упоминаются, но подробно описываются в разделе «Лимфоидная система» [10].

Определение лимфологии: новейшая история вопроса

В разных энциклопедических словарях СССР и России сообщается, что лимфология – это раздел анатомии, изучающий строение ЛСи. До середины XX столетия никто, по крайней мере из известных ученых, и не помышлял о лимфологии как самостоятельной науке. Еще предостаточно было проблем в описании строения ЛСи даже на макроуровне, не говоря уже о микроскопическом строении ее звеньев. Электронный микроскоп еще не был создан. В 1914 г. Г.М. Иосифов написал следующее в общей части своей знаменитой книги [7]: «...в XX столетии на иностранных языках появились руководства, дающие цельное и весьма подробное анатомическое описание ЛСи человека на основании материала, добытого многочисленными исследованиями на протяжении от эпохи возрождения анатомии до наших дней. В руководствах анатомии на русском языке описание ЛСи представлено кратко и скудно снабжено рисунками». Отдельно, в сноске Г.М. Иосифов отметил, что Р. Bartels (1909) и Р. Poirier et al. (1909) в своих руководствах «дают очень подробное описание ЛСи, но уделяют очень мало места описанию органов, приводящих в движение лимфу. Составляя настоящую монографию, я имел в виду, во-первых, пополнить этот недочет и, во-вторых, дать краткое, но, по возможности, цельное описание ЛС человека, поясняемое многочисленными рисунками». Причем ЛСи рассматривается Г.М. Иосифовым, как тогда и было

принято, в виде системы ЛС и ЛУ (правда, тогда их называли лимфатическими железами), что особенно заметно по оглавлению специальной части книги.

В 1940 г. ученик Г.М. Иосифова Д.А. Жданов писал: «ЛСи в ее структурах и функциях является... решающей базой, на которой разыгрываются процессы обмена веществ, развертываются реакции организма на инфекцию, распространяются новообразования... Она анатомически складывается из... ЛС, ... прерывающихся на своем пути ЛУ... ЛУ являются биологическими и механическими фильтрами для протекающей сквозь узлы лимфы... стенки синусов ЛУ имеют сетчатое или решетчатое строение» [1].

В 1983 г. В.В. Куприянов с соавторами [9] заявили: «Лимфология – наука о строении и функциях ЛСи... ЛСи принимает участие во всех жизненных процессах. С момента своего возникновения в лимфологии доминировали результаты макроскопических исследований, это была по существу макролимфология, объектами которой были ЛС и ЛУ. Позднее выяснилось, что появление ЛС есть следствие соединения микролимфоносных путей... микролимфологии была единодушно отведена коронная роль в лимфологии... Объектом исследования микролимфологии служит начальный (инициальный) отдел ЛСи, где происходит образование лимфы, рождаются первые пути лимфотока, взаимодействующие с окружающими их тканями... На уровне микролимфологии должны решаться вопросы оптимального соотношения структуры и функций». К этому времени морфологи уже лет 20 активно использовали электронный микроскоп для изучения строения ЛСи, в т.ч. микроЛС.

В 1990 г. Ю.И. Бородин и М.Р. Сапин с соавторами определили лимфологию как междисциплинарную науку, «изучающую строение и функции лимфатических капилляров, сосудов, узлов, протоков и стволов, способы их организации в систему, обеспечивающую жизнеспособность человека и животных». Отдельно было отмечено двойное назначение ЛУ как важнейших звеньев системы иммуногенеза и лимфатического русла [6].

В 1997 г. М.Р. Сапин начал свою дискуссионную статью с утверждения: «ЛСи по своей организации и функциям является частью лимфоидной системы... При участии ЛС через ЛУ проходит (профильтрывает-

ся) вся лимфа, в которую превращается всосавшаяся в лимфатические капилляры тканевая жидкость вместе с содержащимися в ней продуктами обмена веществ и оказавшимися в тканях чужеродными веществами. Свои защитные функции ЛСи распространяет почти на весь человеческий (животный) организм... ЛСи сформировалась не в качестве помощницы венозной системы... роль ЛСи заключается отнюдь не в дублировании венозного русла и выведении из органов и тканей воды и растворенных в ней веществ, а в удалении всего того, чего не должно быть в органах и тканях... ЛС выполняют транспортную функцию по выведению вместе с тканевой жидкостью из органов и тканей чужеродных, даже опасных для организма веществ и по возвращению этой жидкости вновь в кровь, а далее снова в тканевую жидкость. Так взаимосвязаны ЛС с ЛУ, в которых совершаются все действия по распознаванию и уничтожению образовавшихся в организме или попавших в него извне чужеродных веществ... Таким образом, ЛСи является частью всего защитного лимфоидного (иммунного) аппарата тела человека, включающего как центральные органы иммуногенеза (костный мозг и тимус), так и целый ряд других органов, расположенных в различных частях тела человека: на путях возможного внедрения в организм чужеродных веществ или на путях их следования в организме» [22]. В 2007 г. М.Р. Сапин уже в общетеоретической статье специально подчеркнул, что «ЛУ являются, по существу, главными органами ЛСи... Лимфатические капилляры и ЛС выполняют лишь роль «трубок», по которым тканевая жидкость (лимфа) поступает в ЛУ» [23]. Но если ЛСи рассматривается как часть лимфоидной (иммунной) системы и тем самым лишается самостоятельности, то не становится ли лимфология как учение о ЛСи частью иммунологии, учения об организации иммунитета?

Противоположный взгляд на эту проблему культивируется в Новосибирске, где уже лимфология «поглощает» иммунологию: ЛСи так или иначе включает лимфоидные структуры, а вместе с цитокинами, стволовыми клетками и соединительной тканью образует протективную систему, которая обеспечивает биологическую безопасность организма [8]. В 2012 г. Ю.И. Бородин с В.И. Коненковым и М.С. Любарским заявили: «Лимфология является инте-

гративной медико-биологической наукой, включающей в себя три больших раздела – лимфангиологию (науку о ЛСи), лимфаденологию (науку о лимфоидной (иммунной) системе), интерстициологию (науку о рыхлой соединительной ткани)» [8]. В 2009 г. была опубликована статья Ю.И. Бородина [5], из которой становится понятным происхождение такого взгляда: 1) вслед за М.Г. Привесом [21], в Новосибирске тимус, селезенку, миндалины, лимфоидные бляшки и узелки видят в составе ЛСи на основании их якобы морфологической, онтогенетической и функциональной взаимосвязи, 1а) но еще Г.М. Иосифов отмечал, что из лимфоидной ткани состоят многие органы, сходные по значению с ЛУ, но они, в отличие от ЛУ, не стоят на пути крупных ЛС [7], не имеют афферентных ЛС, а кроме того, могут иметь иное происхождение [12,13,16,17]; 2) была учтена «компромиссная» точка зрения М. Földi et al. [24], согласно которой ЛСи является одновременно и частью сосудистой системы, как орган циркуляции, и частью иммунного аппарата. Соответственно лимфология была подразделена на лимфангиологию (учение о ЛС), часть ангиологии, и лимфаденологию (учение о ЛУ), часть иммунологии. Примечательно заключение Ю.И. Бородина в статье [5]: «Невозможно избавиться от ощущения, что сам термин «лимфология» для интегративной науки о протективной системе организма не охватывает всех ее аспектов. Может быть, в настоящее время мы находимся лишь у истоков будущей интегративной науки о биологической безопасности организма».

ЛСи и лимфоидная система – лимфология и иммунология

Итак, современная лимфология переживает определенный кризис [15] в своем развитии (болезнь роста ?) в связи с попытками пересмотреть классические представления о ЛСи, ее строении и функциях, прежде всего – о структурных основах защитной функции ЛСи, ее отношении к организации иммунитета, а в следствие этого – представления о лимфологии как самостоятельной медико-биологической науке. Крайние точки зрения: 1) классическая – ЛСи организует иммунитет, сопряжена с ретикуло-эндотелиальной системой – селезенкой и др. (Жданов Д.А., 1940) [1]; 1а) неоклассическая – все лимфоидные образования входят в состав ЛСи (Привес М.Г. и др., 1974; Ко-

ненков В.И. и др., 2007) [8], 16) однако еще Г.М.Иосифов в 1914 г. [7] отмечал, что из лимфоидной ткани состоят многие органы, сходные по значению с ЛУ, но они, в отличие от ЛУ, не стоят на пути крупных ЛС. Соответственно лимфоидные (точнее – кроветворные) образования можно подразделить на лимфатические (ЛУ, лимфоидные бляшки и узелки) и экстралимфатические (костный мозг, тимус, селезенка, миндалины, лимфоидные узелки) – с афферентными ЛС и без них (Петренко В.М., 2012) [13]; 2) современная, отражена в Международной анатомической терминологии (1998) [10], где термин «ЛСи» отсутствует, 2а) ЛСи – это часть лимфоидной системы, ЛС выполняют лишь роль «трубок», по которым тканевая жидкость (лимфа) поступает в ЛУ для очистки (Сапин М.Р., 1997, 2007) [22,23]. Концепция протективной системы [8] представляется мне по своей сути развитием: 1) идеи М.Р. Сапина о том, что ЛСи является частью защитного (лимфоидного / иммунного) аппарата тела человека. При этом главным органом ЛСи М.Р. Сапин считает ЛУ, поскольку в ЛУ происходит фильтрация тканевой жидкости (очистка лимфы) [22,23]; 2) концепции Ю.И. Бородин [3,4] о лимфатическом регионе с выходом на организменный уровень, причем ключевым органом лимфатического региона также оказывается ЛУ. В состав протективной системы входят тканевая жидкость, лимфа и кровь, прелимфатика, капиллярная сеть, ЛС и кровеносные сосуды, соединительная ткань, ЛУ, лимфоидные органы, тканевые и мигрирующие лимфоидные клетки, кооперирующие клетки нелимфоидной природы. В этой комплексной физиологической системе с защитными функциями были выделены 3 уровня организации: 1) базисный – стволовые клетки; 2) основной – соединительная ткань, лимфатические пути и лимфоидные органы; 3) регуляторный – цитокины.

Я считаю совершенно необоснованной и неадекватной упомянутую ревизию классических представлений о лимфологии как учении о ЛСи, которое существует в составе анатомии как часть ангиологии уже не одно столетие. Поскольку этот переполох в лимфологии вызван иммунологическим бумом в биологии и медицине, то для начала следует дать определение лимфоидной (иммунной) системе как анатомической системе (до сих пор превалируют ее цитологи-

стологические определения типа совокупности лимфоидных клеток и структур) и понять, в чем она принципиально отличается от ЛСи.

Я не рассматриваю ЛСи как часть лимфоидной системы [22,23] или последнюю в составе ЛСи [8]. Это два взаимосвязанных специализированных отдела сердечно-сосудистой системы. В основе лимфоидной (иммунной) системы, обеспечивающей иммунитет – овобождение внутренней среды от антигенов, находятся кровеносные сосуды, пути (ре)циркуляции лимфоидных клеток [13,15-17], в т.ч. между лимфоидными органами, первичными и вторичными, включая ЛУ. В основе ЛСи, организующей транспорт лимфы, находятся ЛС как дополнительный к венам дренаж органов «избытка» тканевой жидкости [12,14,15,18,19]. Протективная (точнее – иммунопротективная [16]) система в своей основе – это не ЛСи с защитными функциями по М.Г. Привесу [21], М.Р. Сапину [22] или Ю.И. Бородину и В.И. Коненкову [8], а лимфоидно-лимфатический аппарат, по моему определению [15-17], хорошо известному в Новосибирске [8], с множеством лимфатических регионов [3,4] на периферии.

ЛСи устроена как цепь межклапанных сегментов с разным строением стенок, организующих коллатеральный к венам дренаж органов, особый путь оттока из них антигенов. Эти специальные или собственные сегменты ЛСи – первый уровень ее общей организации (конституции), второй – генеральные (параартериальные) сегменты, общие с кровеносными сосудами, прежде всего с артериями. С ними и другими компонентами корпоральных сегментов лимфатическое русло объединяет рыхлая соединительная ткань: окружающие его ткани и органы – источник экстравазальных факторов лимфотока [14,18].

Лимфоидная система выглядит как специальная приставка сердечно-сосудистой системы: множественные лимфоидные муфты с разной сложностью строения окружают тканевые каналы и сосуды, как их насадки-биофильтры регулируют клеточный и белковый состав внутренней среды организма. Лимфоидные органы и образования тесно связаны с сосудами не только трофически-дренажной зависимостью, как прочие органы. Ряд из них, а именно – часть периферических / вторичных лимфоидных органов (ЛУ, лимфоидные бляшки и узел-

ки), по афферентным ЛС принимают периферическую лимфу с антигенами. Лимфоидная система и ЛСи объединяются на своей периферии в лимфоидно-лимфатический аппарат: периферические лимфоидные образования и пути лимфооттока из всех органов кооперируются для обеспечения генотипического гомеостаза организма. Их посредником и конъюгатором становится межсосудистая соединительная ткань, местами она преобразуется в лимфоидную ткань, в т.ч. между лимфатическими синусами и кровеносными микрососудами ЛУ. Этот орган принадлежит к ЛСи, и лимфоидной системе, устроен как специальный, емкостный лимфангион лимфоидного типа (его интима гиперплазирована и инфильтрирована лимфоцитами), встроенный в цепь обычных экстраорганных лимфангионов и функционирующий как противоточная лимфогемодинамическая система: по афферентным ЛС и синусам в вещество ЛУ поступает периферическая лимфа с антигенами, а по кровеносным сосудам – клетки крови (макрофаги и лимфоциты). В других лимфоидных образованиях роль афферентных ЛС и синусов могут выполнять тканевые каналы или специальные кровеносные микрососуды.

Лимфатические пути – это часть вен, выключенная из кровотока в ходе развития (эволюции и онтогенеза) и облегчающая поступление через их более тонкие стенки из тканей в кровяной крупнодисперсный частиц и клеток, в т.ч. лимфоидных и опухолевых. Корни ЛСи слепо замкнуты и связаны с замкнутой в круг кровеносной системой посредством интерстициальных каналов (рыхлой соединительной ткани) в единую циркуляционную систему организма. Так же образуется функциональный анастомоз между кровеносными микрососудами и микроЛС в ЛУ, которые являются двойными органами – лимфатическими и лимфоидными, причем с афферентными ЛС [12-19]. Таким образом, ЛСи вовлекается в организацию иммунитета через лимфоток. Лимфатические пути непрерывны, в т.ч. в ЛУ, выстланы эндотелием разной толщины и плотности. Лимфатический эндотелий является барьерной тканью эпителиального типа и способен к фагоцитозу [1,6]. В ЛУ его дополняют ретикулярная и лимфоидная ткани, значительно усиливающие барьерные функции лимфатических путей, переводящие их на качественно новый уро-

вень организации. ЛСи можно рассматривать как комплекс ЛС (пути оттока тканевой жидкости в виде лимфы из органов в вены) и лимфоидных образований вокруг них – ЛУ (биофильтры внеорганных лимфы), а также более простых (лимфоидные бляшки, узелки).

Более того, сосуды – это не только стенки трубок с эндотелиальной выстилкой, но и содержимое их полости – кровь, начиная с кровяных островков в стенках желточного мешка, которые являются одновременно и закладками его сосудистого русла, и первичными кроветворными образованиями. Таким образом, тесная морфофункциональная связь сосудов с кроветворными органами индетерминирована генетически. Кроветворные, в т.ч. лимфоидные (иммунные), органы возникают на основе кровеносных сосудов или ЛС, но при участии кровеносных сосудов, т.е. изначально являются частями сердечно-сосудистой системы. Из кровеносных сосудов в стромальные зачатки ЛУ (инвагинации в просвете ЛС) поступают клетки крови с последующей их трансформацией в лимфоидные зачатки ЛУ [11,17,19]. И в дефинитивном состоянии кроветворные органы богато васкуляризированы, включая сети специальных микрососудов в веществе, которые погружены кроветворную ткань и / или тесно контактируют с ней, например – промежуточные и краевой синусы ЛУ.

Поэтому я не вижу необходимости кардинально пересматривать прежние определения лимфологии [6,9] – это наука о ЛСи во всех ее проявлениях и связях, включая связь с лимфоидной системой. В центре внимания лимфологии находится лимфоток, его факторы и значение для жизнедеятельности всего организма. И определение ЛСи (ЛС ↔ ЛУ) по Д.А. Жданову [1] остается в силе, но уточняется с учетом достижений современной науки. Иммунология – наука об иммунитете и его организации, иначе говоря, о лимфоидной системе во всех ее проявлениях и связях (иммунопротективная система), одной из них является связь с ЛСи (лимфоидно-лимфатический аппарат как анатомическая основа иммунитета). Лимфология и иммунология – это самостоятельные медико-биологические науки, взаимосвязанные через лимфоток в плане организации иммунитета. Так же, как ЛСи и лимфоидная система, взаимосвязанные не только функционально (их аппарат

служит анатомической основой иммуно-протективной системы), но и местами структурно (ЛУ и т.п. лимфоидные образования с афферентными ЛС).

Заключение

При всем различии подходов к оценке ЛСи, ученые России всегда подчеркивают важную ее роль в жизнедеятельности человека и животных, включая такие ее функции, как дренажная, защитная (участие в иммунитете), дезинтоксикационная [1,3-9, 12, 14-23]. Кроме того, современные концепции о лимфатическом регионе, протективной системе и конституции ЛСи исходят из принципа целостности организма, кооперации ЛСи с другими его частями. Сегодня в России научные исследования по этой проблеме проводятся в двух направлениях: 1) функциональном – иммунная система М.Р. Сапина, частью которой является ЛСи, и протективная система В.И. Коненкова (лимфоидные образования в составе ЛСи), в обоих случаях ЛУ рассматриваются как ключевые органы; 2) морфофункциональном – мои концепции о конституции ЛСи с ее двухъярусной сегментарной организацией и о лимфоидно-лимфатическом аппарате, он формируется путем сопряжения лимфатического и кровеносного русла посредством рыхлой соединительной ткани между ними, которая местами трансформируется в лимфоидную ткань, в т.ч. ЛУ. Идею единства структуры и функции, которую П.Ф. Лесгафт отстаивал как важнейшую в развитии анатомии, я считаю ключевой при рассмотрении ЛСи и ее роли в лимфологии [20]:

1) ЛСи реально существует как самостоятельная анатомическая система ЛС и ЛУ, т.е. я придерживаюсь классического определения ЛСи по O.Rudbeck и T.Bartolinus;

1а) ЛСи в своей основе – это лимфатическое русло, т.е. непрерывные пути оттока тканевой жидкости в виде лимфы с разным строением стенок, местами они включают лимфоидную ткань, но всегда с эндотелиальной выстилкой, хотя и с разными толщиной и плотностью;

2) лимфоидная система и ЛСи являются специализированными подсистемами сердечно-сосудистой системы, соответствуют двум ее классическим отделам, кровеносному и лимфатическому, но в их связи с лимфоидной тканью;

3) ЛСи и лимфоидная системы сопрягаются на своей периферии;

3а) их функциональное сопряжение обеспечивает лимфоток, который участвует в организации иммунитета как источник антигенов для вторичных лимфоидных образований, в т.ч. для ЛУ, которые рассматриваются как функциональный анастомоз кровеносных сосудов и ЛС в виде двухстороннего гемолимфатического насоса, а функционируют как противоточная лимфогемодинамическая система;

3б) структурно ЛСи и лимфоидная системы объединяются посредством рыхлой соединительной ткани между ЛС и кровеносными сосудами, которая местами преобразуется в лимфоидную ткань, включая паренхиму ЛУ,

3в) лимфоидно-лимфатический аппарат образует анатомическую основу иммунитета;

4) поэтому функциональная анатомия ЛСи в ее связи с лимфоидной системой находится в основе современной лимфологии – учения о строении и функциях ЛСи, включая защитную функцию, участие ЛСи в организации иммунитета.

Список литературы

1. Жданов Д.А. Функциональная анатомия лимфатической системы. – Горький: Горьковский медицинский институт, 1940. – Вып. 9. – 375 с.
2. Бенда К., Цыб А.Ф., Баржинка Л.И. и др. Лимфедэма конечностей. – Прага: Авиценум, 1987. – 331 с.
3. Бородин Ю.И. Лимфатический регион. Структура и функции: материалы II Съезда физиологов Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск, 1995. – Ч. 1. – С. 51.
4. Бородин Ю.И. Регионарный лимфатический дренаж и лимфодетоксикация // Морфология. – 2005. – Т. 128. – № 4. – С. 25-28.
5. Бородин Ю.И. Лимфология как интегративная медико-биологическая наука // Вестник лимфологии. – 2009. – № 4. – С. 6-9.
6. Бородин Ю.И., Сапин М.Р., Этинген Л.Е. и др. Общая анатомия лимфатической системы. – Новосибирск: Наука СО, 1990. – 243 с.
7. Иосифов Г.М. Лимфатическая система человека с описанием аденоидов и органов движения лимфы. – Томск: Известия Томского университета, 1914. – 100 с.
8. Коненков В.И., Бородин Ю.И. и Любарский М.С. Лимфология. – Новосибирск: Манускрипт, 2012. – 1104 с.
9. Куприянов В.В., Бородин Ю.И., Караганов Я.Л., Выренков Ю.Е. Микролимфология. – М.: Медицина, 1983. – 288 с.
10. Международная анатомическая терминология / под ред. Л.Л. Колесникова. – М.: Медицина, 2003. – 424 с.
11. Петренко В.М. Эволюция и онтогенез лимфатической системы. 2-е изд-е. – СПб.: ДЕАН, 2003. – 336 с.
12. Петренко В.М. Лимфатическая система: определение // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 3. – С. 23-27.
13. Петренко В.М. Лимфоидная система? // Журнал теоретической и практической медицины. – 2011. – Т. 9. – С. 270-272.
14. Петренко В.М. Конституция лимфатической системы // Бюллетень СО РАМН. – 2012. – Т. 32. – № 2. – С. 29-35.

15. Петренко В.М. Функциональная анатомия лимфатической системы: современные представления и направления исследований // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 12. – С. 94-97.
16. Петренко В.М. Иммунопротективная система и ее устройство // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8. – Ч. 3. – С. 67-70.
17. Петренко В.М. Каузальная механика морфогенеза лимфоидно-лимфатического аппарата // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 9. – Ч. 2. – С. 78-81.
18. Петренко В.М. Конституция лимфатической системы. – СПб.: ДЕАН, 2014. – 60 с.
19. Петренко В.М. Функциональная анатомия лимфатической системы. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 116 с.
20. Петренко В.М. Функциональная анатомия лимфатической системы и лимфология: Материалы V съезда лимфологов России. – М., 2014. – С. 76-77.
21. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. 12-е изд-е. – СПб.: СПбМАПО, 2004. – 720 с.
22. Сапин М.Р. Новый взгляд на лимфатическую систему и ее место в защитных функциях организма // Морфология. – 1997. – Т. 112. – № 5. – С. 84-87.
23. Сапин М.Р. Лимфатическая система и ее роль в иммунных процессах // Морфология. – 2007. – Т. 131. – № 1. – С. 18-22.
24. Földi M., Kubik S. Lehrbuch der Lymphologie. – Stuttgart – Jena – New York: Gustav Fischer Verlag, 1991. – 225 s.