

**С.О. Осикбаева, М.Б. Даутова, А.М. Бауедимова**  
 Казахский Национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова,  
 Кафедра нормальной физиологии с курсом валеологии

### ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ЕЕ ВАЖНОСТЬ ДЛЯ ОРГАНИЗМА

*Кровь и лимфатическая система - две основные системы кровообращения в нашем теле. Хотя система крови изучена широко, лимфатическая система получила гораздо меньше научного и медицинского внимания из-за ее неуловимой морфологии и таинственной патофизиологии. Тем не менее, ряд знаковых открытий, сделанных в последнее десятилетие, начал менять прежнее заблуждение лимфатической системы как вторичное по отношению к более существенной сосудистой системе крови. В этой статье мы рассмотрим текущее понимание развития и патологии лимфатической системы. Мы надеемся убедить читателей, что лимфатическая система не менее важна, чем кровеносная система для здоровья и благополучия человека.*

**Ключевые слова:** лимфатическая система, морфология, патология, сосудистая система, организм.

**Введение.** Лимфатическая система представляет собой ту биологическую систему, которая имеет своей функцией постоянную санацию внутренней среды организма (ВСО) и поддержание постоянства внутренней среды организма гомеостаза путем дренажа и детоксикации. Главная функция лимфатической системы – дренажно-детоксикационная – перманентная интеркорпоральная детоксикация. Лимфатическая система состоит из прелимфатического звена, лимфатических капилляров, лимфатических посткапилляров, лимфатических сосудов, лимфатических узлов, лимфатических стволов и протоков. В лимфатических узлах, расположенных по ходу лимфатических сосудов и являющихся биологическими и механическими фильтрами для протекающей сквозь них лимфы [1], лимфа подвергается детоксикации, осуществляемой на трех уровнях: 1) биофизические процессы (абсорбция, фильтрация и др. в ретикулярной ткани); 2) биохимическая трансформация (лизоцим, система комплемента, фактор некроза опухолей, ферменты – моноаминоксидазы (МАО), цитохром Р-450 и др.); 3) иммунобиологическая обработка (клеточный и гуморальный иммунный ответ). А те чужеродные вещества, которые не были задержаны лимфатической системой и проникли в кровоток, проходят через другие органы детоксикации: селезенку, печень, почки и т. д. Лимфатические узлы являются одновременно неотъемлемой частью и лимфатического русла, и иммунной (лимфоидной) системы, так как содержат лимфоидную ткань. В особо опасных местах вместе с лимфатической системой функции иммунной защиты выполняют и другие органы: миндалины лимфоэпителиального кольца Пирогова-Вальдейера, лимфоидные узелки в стенках полых органов пищеварительной, дыхательной систем и мочеполового аппарата, пейеровы бляшки в стенках подвздошной кишки и групповые лимфоидные узелки в стенках аппендикса. Совокупность лимфоидной ткани легких получила название «легочной миндалины». Таким образом, лимфатическая система составляет единый комплекс со всем защитным иммунным (лимфоидным) аппаратом, включающим как центральные органы иммуногенеза (костный мозг, тимус, фабрициева сумка у птиц), так и целый ряд периферических органов иммуногенеза, расположенных в различных частях тела человека (животного): на путях возможного внедрения в организм чужеродных веществ или на путях их следования в организме [2-6].

Одним из приоритетных направлений научных исследований является изучение роли факторов эколого-производственной среды в формировании заболеваний внутренних органов [7-10]. Производственные вибрации различных параметров относятся к числу наиболее распространенных экстремальных факторов окружающей человека среды, а вибрационная патология занимает лидирующее положение среди отдельных нозологических форм хронических профессиональных заболеваний [11-12].



В структуру лимфатической системы входят:

- лимфатические капилляры
- лимфатические сосуды
- лимфатические узлы
- лимфатические стволы и протоки

Корнями лимфатической системы являются лимфатические капилляры, в которые поступают из тканей продукты обмена веществ, а в патологических условиях инородные частицы и микроорганизмы. По лимфатическим сосудам могут распространяться клетки злокачественной опухоли.

Лимфатические капилляры представляют тонкостенные эндотелиальные трубки, соединяющиеся в сети; они имеются везде, кроме головного и спинного мозга, паренхимы селезенки, хрящей, склеры и хрусталика глаза, плаценты. Диаметр лимфатических капилляров в несколько раз превышает диаметр кровеносных капилляров. При слиянии лимфатических капилляров образуются лимфатические сосуды, для которых характерно наличие клапанов, обеспечивающих ток лимфы в одном направлении. В местах расположения клапанов образуются сужения, в связи с чем сосуды имеют четкообразную форму. Лимфатические сосуды образуют в стенках органов широкопетлистые сплетения.

Более того, лимфатические сосуды, такие как лакталь в кишечнике, поглощают и транспортируют большие молекулы, жиры и липиды в пищеварительной системе главным образом в форме липопротеинов, таких как хиломикроны - крупные частицы липопротеинов, которые создаются энтероцитами кишечника и состоят из триглицеридов, фосфолипидов, холестерина и белки. Примечательно, что лимфатическая жидкость и хиломикроны могут стимулировать дифференцировку адипоцитов [13-14]. Это открытие согласуется с тем фактом, что хроническая лимфедема часто связана с фиброзом тканей и накоплением жировой и жировой ткани [15]. Генетическое исследование мыши показало, что при нарушении целостности лимфатического сосуда жидкости лимфы, богатые жиром и липидами, вытекли из неправильно обработанных или разрыхленных лимфатических сосудов и активизировали накопление жира, что привело к ожирению, вызванному взрослым [16].

К сожалению, многие злокачественные опухоли используют преимущества лимфатической системы для их распространения. Большое число исследований *in vitro* на животных и людях показали причинно-следственную связь между плотностью лимфатических сосудов и метастазами опухолей [17-18], и требуется большее научное и клиническое внимание для предотвращения и вмещивание в опухолевые метастазы через лимфатические сосуды.

**Развитие лимфатической системы.** С филогенетической точки зрения считается, что лимфатическая система впервые появилась у позвоночных. Примитивная лимфатическая система с эволюционно сохраняющимися структурными и клеточными особенностями была недавно обнаружена у рыб [19] и была чрезвычайно ценной в различных генетических исследованиях. У земноводных, рептилий и птиц, нелетающих, также развилась лимфатическая система со специализированным лимфатическим сердцем, которая ведет лимфодренаж и транспорт. Лимфатическая система развивалась у летающих птиц и млекопитающих, теряя сердце лимфы и вместо этого приобретая лимфатические узлы для иммунных функций.

Гиппократ впервые описал лимфатический сосуд как «белую кровь» и придумал термин «хил» (от греческого хилоса, означающего сок) [20]. Хил - это жидкость молочной ткани, состоящая из эмульгированных жиров и свободных жирных кислот, которые все вместе называются лимфой, которая образуется в пищеварительной системе и поглощается специализированными лимфатическими сосудами, известными как лактильные. После эры Гиппократа лимфатическая система была в значительной степени забыта до 1627 года, когда итальянский анатом Гаспар Аселли вновь открыл лимфатическую систему (брыжеечные лимфатические сосуды) в виде «молочные жилы» у сытой собаки, При изучении диафрагмы. Он предположил, что пищевые продукты были переварены и фрагментированы в многочисленные капельки, а затем транспортированы через «хилинозные» сосуды [21-22]. После этого открытия брыжейки лимфатических были идентифицированы и охарактеризованы дополнительные анатомические структуры лимфатической системы, такие как собирающие лимфатические сосуды и грудные протоки.

В начале XX века исследователи предложили две конкурирующие теории о гистогенетическом происхождении лимфатической системы. Одна из гипотез утверждает, что кровеносное сосудистое происхождение лимфатических сосудов, в которых лимфатическая система выводится из кровеносной системы во время раннего развития («центробежная модель»). В 1902 году американский анатом и медицинский исследователь Флоренс Рена Сабин, основанный на экспериментах по впрыску чернил в вены эмбрионов свиньи, продемонстрировали, что лимфатическая система происходит из ранней эмбриональной вены [23]. Хотя эксперименты Сабина в значительной степени разрешили схоластические споры, присутствие лимфатических клеток-предшественников и их критические роли были дополнительно подтверждены эмбриональным развитием лимфатической системы без лимфомы [24] и во время *postdevelopmental lymphangiogenesis* у млекопитающих, включая грызунов и человека [25-26].

**Заключение.** С момента своего первоначального описания Гиппократом, лимфатическая система была упущена как научными, так и медицинскими сообществами из-за своей неопределенности в структуре и функции. Даже после его открытия заново 400 лет назад, лимфатическая система считалась вторичной сосудистой системой, поддерживающей кровеносную систему. Однако серия знаковых открытий в лимфатических исследованиях значительно продвинула наше понимание не только органогенеза, функции и анатомической структуры системы, но также клеточной и молекулярной биологии. В частности, значительное внимание уделялось выяснению молекулярного контроля физиологического и патологического лимфангиогенеза, переоценке его существенных ролей в здоровье и благополучии человека. Это смещение парадигмы одновременно заставило нас взглянуть на лимфатическую систему как на другую, а не вторичную сосудистую систему. Учитывая жизненно важные функции лимфатической системы и то, как мало мы знаем о системе, лимфатические исследования действительно являются золотым прииском, который приглашает амбициозных молодых ученых и клиницистов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Жданов Д.А. Функциональная анатомия лимфатической системы. – Горький: 1940. – 110 с.
- 2 Беляков Н. А. Эндогенные интоксикации и лимфатическая система // Эфферентная терапия. – 1998. – Т.4. – №2. – С. 11–16.
- 3 Бородин Ю. И. Лимфатический узел при циркуляторных нарушениях. – Новосибирск: Наука, 1986. – 320 с.
- 4 Вогралик П. М. Лимфатическая система и органы иммуногенеза // Проблемы лимфологии и эндозкологии: материалы междунар. симпозиума. – Новосибирск: 1998. – Т. 7. – С. 306–310.
- 5 Оксигендлер Г. И. Яды и противоядия. – Л.: Наука, 1982. – 182 с.
- 6 Путьшев Л. В. Лимфатические сосуды в капсуле лимфатического узла // Арх. анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1989. – Т. ХСVI. – № 6. – С. 70–72.
- 7 Сапин М. Р. Новый взгляд на лимфатическую систему и ее место в защитных функциях организма // Морфология. – 1997. – № 5. – С. 84–87.
- 8 Вогралик П. М. О роли курения в формировании наркозависимости и заболеваний внутренних органов // Сиб. консилиум. – 2008. – №1(64). – С. 53–56.
- 9 Вогралик П. М. Описание клинического случая идиопатического фиброзирующего альвеолита, осложненного инфарктами легкого // Сиб. консилиум. – 2007. – №1(56). – С. 43–46.
- 10 Онищенко Г. Г. Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. – 2008. – №2. – С. 4–15.
- 11 Вогралик П. М. Изменения гемолимфатических соотношений биометаллов (кальций, магний, медь, железо, цинк) при вибрационных воздействиях и пути их коррекции // Медицина и образование в Сибири : электронный журнал. – 2008. – №3. – С.278-284.
- 12 Несина И. А. Состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты в динамике программ восстановительного лечения у больных вибрационной болезнью // Здравоохранение Сибири : вестн. межрегиональной ассоциации. – 2004. – № 1. – С. 51–53.
- 13 Nougues J., Reyne Y., Barenton B., Chery T., Garandel V., Soriano J. Differentiation of adipocyte precursors in a serum-free medium is influenced by glucocorticoids and endogenously produced insulin-like growth factor-I // Int J Obes Relat Metab Disord. – 1993. - №17. – P. 159–167.
- 14 Rosen E.D. The molecular control of adipogenesis, with special reference to lymphatic pathology // Ann N Y Acad Sci. - 2008. - №9. – P. 188–196.
- 15 Rockson S.G. Lymphedema // Curr Treat Options Cardiovasc Med. – 2000. - №2. - P. 237–242.
- 16 Harvey N.L., Srinivasan R.S., Dillard M.E., Johnson N.C., Witte M.H., Boyd K., Sleeman M.W., Oliver G. Lymphatic vascular defects promoted by Prox1 haploinsufficiency cause adult-onset obesity // Nat Genet. – 2005. - №37. – P. 1072–1081.
- 17 Skobe M., Hawighorst T., Jackson D.G., Prevo R., Janes L., Velasco P., Riccardi L., Alitalo K., Claffey K., Detmar M. Induction of tumor lymphangiogenesis by VEGF-C promotes breast cancer metastasis // Nat Med. – 2001. - №7. - P.192–198.
- 18 Stacker S.A., Caesar C., Baldwin M.E., Thornton G.E., Williams R.A., Prevo R., Jackson D.G., Nishikawa S., Kubo H., Achen M.G.. VEGF-D promotes the metastatic spread of tumor cells via the lymphatics // Nat Med. – 2001. - №7. - P.186–191.
- 19 Yaniv K., Isogai S., Castranova D., Dye L., Hitomi J., Weinstein B.M. Live imaging of lymphatic development in the zebrafish // Nat Med. – 2006. -№12. - P.711–716.
- 20 Grotte G. The discovery of the lymphatic circulation // Acta Physiol Scand Suppl. – 1997. - №2. – P. 9–10.
- 21 Chikly B 1997. Who discovered the lymphatic system // Lymphology. – 1979. - №30. - P.186–193.
- 22 Leeds S.E. Three centuries of history of the lymphatic system // Surg Gynecol Obstet. – 1997. - №144. - P.927–934.
- 23 Chikly B. Who discovered the lymphatic system // Lymphology. – 1977. - №30. - P.186–193.
- 24 Sabin F.R. On the development of the superficial lymphatics in the skin of the pig // Am J Anat. – 1904. - №3. - P.183–195.
- 25 Wilting J., Aref Y., Huang R., Tomarev S.I., Schweigerer L., Christ B., Valasek P., Papoutsis M. Dual origin of avian lymphatics // Dev Biol. – 2006. - №29. - P.165–173.
- 26 Kerjaschki D, Huttary N, Raab I, Regele H, Bojarski-Nagy K, Bartel G, Krober SM, Greinix H, Rosenmaier A, Karlhofer F, et al. Lymphatic endothelial progenitor cells contribute to de novo lymphangiogenesis in human renal transplants // Nat Med. – 2006. - №12. - P. 230–234.
- 27 Lee J.Y., Park C., Cho Y.P., Lee E., Kim H., Kim P., Yun S.H., Yoon Y.S. Podoplanin-expressing cells derived from bone marrow play a crucial role in postnatal lymphatic neovascularization // Circulation. – 2010. - №122. - P. 1413–1425.

**С.О. Осикбаева, М.Б. Даутова, А.М. Бауедимова**

*С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық медицина университеті,  
Валеология курсымен қалыпты физиология кафедрасы*

#### **ЛИМФА ЖҮЙЕСІ ЖӘНЕ ОНЫҢ АҒЗА ҮШІН МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ**

**Түйін:** Қан және лимфа жүйесі - ағзадағы екі негізгі қан айналымы жүйесі. Қан жүйесі кеңінен зерттелді да, лимфа жүйесі оның морфологиясы салдарынан және патофизиологиясы әлдеқайда аз зерттелгендіктен, ғылыми және медициналық назары төмен. Дегенмен, соңғы онжылдықта жасалған маңызды жаңалықтардың саны, неғұрлым маңызды қан тамырлары қан жүйесіне қайталама ретінде лимфа жүйесінің ескі көз-қарастар өзгере бастады. Осы мақалада біз лимфа жүйесін дамыту жағынан және патологиялық көрсеткіштерін талқылаймыз. Біз лимфа жүйесінің маңызды екендігіне оқырмандарды сендіруге үміттенеміз.

**Түйінді сөздер:** лимфа жүйесі, морфология, патология, қан тамырлар жүйесі, ағза.

**S.O. Ossikbayeva, M.B. Dautova, A.M. Bauyedimova**  
*Asfendiyarov Kazakh National medical university,*

**LYMPHATIC SYSTEM AND ITS IMPORTANCE FOR THE ORGANISM**

**Resume:** Blood and lymphatic systems are the two main circulatory systems in our body. Although the blood system has been studied extensively, the lymphatic system has received far less scientific and medical attention due to its elusive morphology and mysterious pathophysiology. Nevertheless, a number of iconic discoveries made in the last decade began to change the former delusion of the lymphatic system as secondary to a more significant vascular system of the blood. In this article we will consider the current understanding of the development and pathology of the lymphatic system. We hope to convince readers that the lymphatic system is no less important than the circulatory system for human health and well-being.

**Keywords:** lymphatic system, morphology, pathology, vascular system, organism.