

# НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Шуркус Е.А.<sup>1</sup>, Шуркус В.Э.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра морфологии человека, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова

<sup>2</sup>ООО «Международный морфологический центр», Санкт-Петербург, Россия  
Lermount-27@mail.ru

## Abstract

### INITIAL STAGE OF DEVELOPMENT OF THE HUMAN LYMPHATIC SYSTEM

**Background:** the initial stages of the formation of the lymphatic system are not well understood. In the literature, there is still no convincing answer to the main questions – venous or mesenchymal origin, expands its representation centrifugally or centripetally.

**Material and methods:** to obtain information on primary lymphangiogenesis, serial sections of 50 corpses of embryos and fetuses of 5-10 weeks, stained with hematoxylin-eosin, according to Van Gieson and Weigert were studied, supplemented by graphic reconstruction. At the same time, the initial stages of the formation of the lymphatic system were studied in correlation with the remodeling of the embryonic venous beds.

**Results:** it was stated that the formation of the systems of the superior vena cava, inferior vena cava and portal veins is accompanied by partial destruction of the embryonic venous beds. Lymphatic rudiments on the neck, in the thoracic and abdominal cavity, axillary and inguinal-femoral regions are represented by three-dimensional excavations in the connective tissue. They appear in situ on the basis of the collapsing embryonic veins (cavity) and cells of the embryonic connective tissue (primary lining). Accordingly, they have not venous or mesenchymal, but veno-mesenchymal origin. Primary lymphatic structures are formed in situ during the fusion of multiple primordia and differ from them in size and development of the lining of the lymphatic endothelium. These include the jugular, axillary and subtracheal sacs, the right and left prevertebral canals (paired thoracic duct), retroperitoneal and retroaortic sacs of the lumbar region, lateral and subaortic common iliac, external iliac, internal iliac and inguinal sacs, as well as lymphatic canals and sacs basins of branching of the celiac trunk, superior and inferior mesenteric arteries. The primary lymphatic system has a cranio-caudal vector of formation, while the axillary sacs and the prevertebral canals of the chest cavity are connected to the jugular sacs, and the lymphatic structures of the abdominal cavity, in turn, are connected to the latter. The idea of continuous centrifugal proliferation of the jugular and common iliac lymphatic sacs by means of processes has not been confirmed. Not connected to each other and heterochronously forming rudiments and primary lymphatic structures are recorded at 6-9 weeks of gestation. They are fully integrated into a single system in the fetus 10th week. At this time, there are still no intraorgan lymphatic structures and rudiments of lymph nodes.

**Conclusions:** the lymphatic system has a veno-mesenchymal origin. Lymphatic rudiments, sacs, and canals are heterochronously formed in situ.

**Key words:** lymphangiogenesis, lymphatic rudiments, lymphatic sacs.

---

## Актуальность

Парадигмы венозного и мезенхимного генеза первичных лимфоколлекторов у человека, центрифугального и центрипетального модуля расширения их представительства с переменным успехом обсуждались в литературе более столетия [1,3-9].

При столь полярных суждениях исследователи обошли достойным вниманием развитие вен. В публикациях последних лет показано, что у животных выстилка лимфатических сосудов кожи, средостения, сердца, брыжеек, а также поверхностной части яремного мешка не венозного, а мезенхимного происхождения. Мнение о доминирующей роли вен в развитии лимфатических структур у животных, которого придерживались многие исследователи, сменилось суждением о двойственном вено-мезенхимном их происхождении [8]. Цель настоящего исследования – изучить начальные этапы формирования лимфоколлекторов шеи, грудной и брюшной полости, подмышечной и паховой областей человека в корреляции с ремоделированием эмбриональных венозных русел.

## Материал и методы

Исследование выполнено на серийных срезах 50 трупов эмбрионов и плодов 5-10 недель, окрашенных гематоксилин-эозином, по Ван Гизону и Вейгерту, дополненных графической реконструкцией.

## Результаты и их обсуждение

Ремоделирование эмбриональных венозных русел на этапах становления definitivo-ных венозных систем сопровождается частичной их деструкцией. При развитии верхней полой вены разрушается ряд притоков и анастомозов передних и общих кардинальных, подключичных, торакоэпигастральных и торакальных отрезков задних кардинальных вен. Гепатопортальной, почечной и пострентальной отрезков нижней полой вены сопровождается выраженной деструкцией периферической части интерсубкардинального венозного синуса и в различной степени русел верхних и нижних субкардинальных, сакролюмбальных и супракардинальных вен, а также интеркардинальных анастомозов. При оформлении общих, наружных и внутренних подвздошных вен разрушаются субаортальные отрезки задних кардинальных вен с интерпосткардинальными анастомозами, частично интерсакрокардинальный синус и русло сакрокардинальных вен, медиальных и латеральных посткардинально-сакрокардинальных анастомозов и вен наружного подвздошного сплетения. В пахово-бедренной области разрушается часть притоков и анастомозов большой подкожной и бедренной вен. При развитии системы воротной вены деструкция охватывает межсистемные порто-субкардинальные анастомозы, часть русел селезеночной, верхней и нижней брыжеечных вен, сплетений по ходу корней и ствола воротной вены и внутрисистемных анастомозов.

Персистирующие эмбриональные вены причастны к развитию definitivo-ных венозных систем. На месте разрушающихся эмбриональных вен гетерохронно оформляются множественные лимфатические зачатки. На шее, в грудной и брюшной полости они представлены трехмерными экскавациями в соединительной ткани. Независимо от локализации их роднит формирование *in situ* на базе разрушающихся эмбриональных вен (полость) и клеток эмбриональной соединительной ткани (первичная выстилка). Они имеют не венозное [6,7] или мезенхимное [1,3-5,9], а вено-мезенхимное происхождение, формируются не из лимфатических ростков стенки вен [6,7], а на месте частично или полностью разрушающихся эмбриональных вен. С их появления начинается разделение отводящего звена кровеносной системы на две морфологически и функционально отличающиеся части – венозный и лимфатический компартменты. Этот процесс активно происходит на 6-9-й неделях гестации, при этом раньше всего лимфатические зачатки появляются на шее, а затем в грудной и брюшной полости. Морфологическим маркером дивергентного развития эмбрионального венозного русла служит дегенерирующий и сливающийся эндотелий эмбриональных вен.

Первичные лимфатические структуры различных областей (мешки и каналы) гетерохронно формируются *in situ* из множественных сливающихся зачатков. Они отличаются по топографии и размерам, но их роднит оформление выстилки из лимфатического эндотелия. Лимфатический эндотелий – не дериват выстилки эмбриональных вен, так как она разрушается на этапе формирования лимфатических зачатков. Его становление связываем с полипотентными клетками соединительной ткани [2]. При этом утверждаем, что лимфатический эндотелий мешков и каналов, появляется не одновременно или почти одновременно с эндотелием эмбриональных вен, а с запаздыванием в различных областях от 1,5-2 (яремные мешки) до 4-5 недель (подвздошные мешки, каналы брыжейки). Первичными лимфатическими структурами у человека являются яремные, подмышечные и субтрахеальный мешки, правый и левый предпозвоночные каналы (парный грудной проток), ретроаортальный и ретроперитонеальный мешки, ретроаортальный и ретрокавальный каналы поясничной области, боковые и субаортальный общие подвздошные, наружные подвздошные, внутрен-

ние подвздошные и паховые мешки, лимфатические мешки и каналы в бассейнах ветвления чревного ствола, верхней и нижней брыжеечных артерий.

На 7-й неделе с яремными сливаются подмышечные мешки. В начале 8-й недели яремно-подмышечные лимфатические полости имеют открытое соустье с венозными углами шеи. Подключение к яремным мешкам торакальных порций правого и левого грудных протоков происходит в середине 8-й недели. Ретроаортальный мешок, с которым сливаются ретроперитонеальный мешок и проксимальные отрезки ретроаортального и ретрокавального лимфатических каналов поясничной области, присоединяются к наддиафрагмальным отрезкам двух протоков на 9-й неделе. У плодов 9 недель завершается оформление связей общего подвздошного мешка с лимфатическими структурами поясничной области. У плодов 10-й недели – наружных подвздошных мешков с боковыми общими подвздошными, а внутренних подвздошных мешков – с наружными подвздошными и непарным субаортальным.

У плодов 10 недель внеорганные лимфатические пути в бассейнах ветвления чревного ствола, верхней и нижней брыжеечных артерий связаны с ретроперитонеальным мешком, а правый и левый паховые мешки – с наружными подвздошными. Расширение представительства первичной лимфатической системы происходит не вследствие непрерывного центростремительного разрастания яремных и общих подвздошных лимфатических мешков [7], а путем подключения к первичным лимфоколлекторам шеи таковых грудной полости, а к ним в свою очередь – брюшной. Внутриорганных лимфатических структур и зачатков лимфатических узлов у плодов 10-й недели еще нет.

## Заключение

Ремоделирование эмбриональных венозных русел на этапе формирования дефинитивных венозных систем сопровождается частичной их деструкцией. Лимфатические зачатки гетерохронно появляются на 6-9-й неделях гестации. Они представлены трехмерными эккавациями в соединительной ткани, имеют вено-мезенхимное происхождение и гетерохронно формируются на базе разрушающихся эмбриональных вен (полость) и мезенхимных клеток (первичная выстилка). Их появление инициирует начальный этап разделения отводящего звена кровеносной системы на венозный и лимфатический компартменты. Первичные лимфатические структуры различных областей формируются при слиянии множественных зачатков и принципиально отличаются от них развитием выстилки из лимфатического эндотелия. Их становление завершает этап формирования первичной лимфатической системы, которую составляют связанные между собой лимфатические мешки и каналы шеи, грудной и брюшной полости, подмышечной и пахово-бедренной областей.

## Литература

1. Бобрик И.И., Шевченко Е.А., Черкасов В.Г. Развитие кровеносных и лимфатических сосудов. – Киев: «Здоровья», 1991.
2. Кнорре А.Г. Эмбриональный гистогенез: морфологические очерки. – Л.: Медицина, Ленинградское отделение, 1971.
3. Куприянов В.В., Бородин Ю.И., Караганов Я.Л., Выренков Ю.Е. Микролимфология. – М.: Медицина, 1983.
4. Balankura N.K. Development of mammalian lymphatic system // *Natura* (London). – 1951. – V.168. – №1. – P.196-197.
5. Kampmeier O.F. Ursprung und Entwicklungsgeschichte des Ductus thoracicus nebst Saccus lymphaticus und Cysterna chyli beim Menschen // *Gegenb. Morph. Jahrb.* – 1931. – Bd. 67. – №11. – S.157-234.
6. Putte S.C.J. van der. The development of the Lymphatic System in Man. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1975.
7. Sabin F.R. The lymphatic system in human embryos, with a consideration of the morphology of the system as wholly // *Amer. J. Anat.* – 1909. – V. 9. – P. 43-93.
8. Semo J., Nicenboim J., Vaniv K. Development of the lymphatic system: new questions and paradigms. – *Development.* – 2016. – V.143. – P. 924-935.
9. Töndury G., Kubik St. Zur Ontogenese des Lymphatischen System // *Handbuch der Allgemeinen Pathology.* Bd. III/6. Lymphgefäßsystem. Lymph Vessels system. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1972. – S. 1-38.