

УДК 611.4:618.29

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛИМФАТИЧЕСКОГО ЭНДОТЕЛИЯ.  
II. ЭМБРИОГЕНЕЗ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ЖИВОТНЫХ**

**Петренко В.М.**

*Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

Лимфатический эндотелий происходит из эндотелия той части первичного венозного русла, которая выключается из кровотока у эмбрионов животных (венозные карманы → лимфатические щели).

**Ключевые слова:** эндотелий, эмбрион, свинья, овца

**ORIGIN OF LYMPHATIC ENDOTHELIUM. II. EMBRIOGENESIS OF MAMMALS**

**Petrenko V.M.**

*St.-Petersburg, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

Lymphatic endothelium springs from endothelium of that part of primary venous bed, which is turned off blood flow in embryos of animals (venous pockets → lymphatic chinks).

**Keywords:** endothelium, embryo, pig, sheep

Начальные этапы развития лимфатического русла с целью выяснить происхождение первичных лимфатических сосудов подробно изучали в начале XX века, причем главным образом на животном материале. В наиболее известных работах F. Sabin [8] и O. Kampmeier [6] использовались эмбрионы свиньи. Широко известная «Эмбриология человека» Б.М.Пэттена [2] включает иллюстрации с препаратов свиньи, в т.ч. по вопросам развития лимфатической системы. F. Lewis [7] исследовал эмбрионов кролика и т.д. И это понятно: свежий эмбриональный материал в большом количестве да еще с последовательным и подробным, поэтапным развитием у человека очень трудно получить, если вообще возможно, а в сжатые сроки – невозможно. Современные исследования с применением стволовых клеток и методов экспрессии генов как раз проводятся на эмбрионах млекопитающих и птиц [4, 5, 10-13], но также приводят к диаметрально противоположным выводам о венозном и мезенхимном происхождении лимфатического эндотелия.

Я изучил сопоставимые начальные стадии развития лимфатической системы у эмбрионов ряда животных и нашел, что субкардинальный венозный синус и забрюшинный лимфатический мешок имеют разные размеры, которые коррелируют с размерами первичных почек. С этих позиций можно составить следующий эволюционный ряд эмбрионов в убывающем порядке: свинья → овца → человек → белая крыса [1]. Но при этом морфогенез забрюшинного лимфатического мешка и гистогенез его стенок протекают в эмбриогенезе млекопитающих разных видов сходным образом. Поэтому

я решил проиллюстрировать венозное происхождение лимфатического эндотелия [9] на эмбрионах свиньи и овцы в дополнение к ранее опубликованным моим материалам по эмбриогенезу человека.

Цель исследования: показать однотипность и преемственность эндотелиальной выстилки венозных карманов и последующих лимфатических щелей на примере морфогенеза забрюшинного лимфатического мешка у свиньи и овцы.

**Материалы и методы исследования**

10 эмбрионов свиньи и 10 эмбрионов овцы 8-26 мм теменно-копчиковой длины (ТКД, 4-я – 5-я нед) были фиксированы в жидкости Буэна. Возраст эмбрионов я определял по таблицам Б.П. Хватова и Ю.Н. Шаповалова [3], хотя в случае эмбрионов овцы это было затруднительно, т.к. в таблицах указывается возраст зародышей, только начиная с 18-22 мм ТКД (1 месяц). После фиксации эмбрионы были залиты в парафин с последующим изготовлением их серийных срезов толщиной 5-7 мкм в трех основных плоскостях. Срезы были окрашены гематоксилином и эозином, альциановым синим (pH = 2,0-3,0) в комбинации с ШИК-реакцией (контроль – гидроксилламин, амилаза), толудиновым синим (pH = 1,0-5,0; контроль – тестикулярная гиалуронидаза), а также импрегнированы нитратом серебра по Карупу на ретикулярные волокна соединительной ткани.

**Результаты исследования  
и их обсуждение**

У эмбрионов свиньи и овцы 13-14 мм ТКД (4-я нед) краниальный интерсубкар-

динальный анастомоз резко расширяется между почками и надпочечниками, становится субкардинальным венозным синусом. Тонкие эндотелиальные стенки синуса при этом сильно деформируются: местами их участки вместе с артериями мезонефроса, которые обладают гораздо более толстыми стенками и адвентициальной оболочкой, и с межсосудистой соединительной тканью инвагинируют в просвет синуса. Инвагинации разных размеров расчленяют периферическую часть субкардинального синуса, прежде всего в его дорсальном отделе, на полиморфные венозные карманы. У эмбрионов свиньи и овцы 16-20 мм ТКД (конец 1-го мес) субкардинальный венозный синус разделяется на две части: 1) центральная часть с магистральным кровотоком и тонкой адвентициальной оболочкой – ствол левой почечной вены и почечная часть задней полой вены; 2) периферическая часть в виде скопления полиморфных лимфатических щелей с очень тонкой эндотелиальной выстилкой – закладка брюшинного лимфатического мешка. У эмбрионов 5-й нед межщелевые перегородки истончаются и разрываются. В результате образуется и расширяется крупная полость брюшинного лимфатического мешка, который окружает ствол левой почечной вены и прилегающую часть задней полой вены. Мешок имеет тонкие эндотелиальные стенки. Дольше сохраняются те более толстые межщелевые перегородки, покрытые тонким эн-

дотелием, в которых сохраняются артерии мезонефроса. Первичные почки на данном уровне дегенерируют, а с ними – и большинство их артерий, кроме тех, которые преобразуются в артерии дефинитивных органов, например почек, или их закладок, например, артерии тел Цукеркандля.

Строение сосудистого русла у изученных эмбрионов свиньи и овцы не вполне совпадает с таковым у эмбрионов человека с такой же ТКД. Видовые особенности строения зародышей носят скорее количественный характер. Это в т.ч. относится к первичным почкам, субкардинальному венозному синусу и брюшинному лимфатическому мешку, достигающих наибольших размеров у эмбрионов свиньи. Дегенерация ее громадных мезонефросов и канализация (путем слияния лимфатических щелей) закладки брюшинного лимфатического мешка протекают медленнее, чем у человека. У овечьих эмбрионов определяется промежуточное состояние. Для иллюстрации текста этой статьи я выбрал срезы эмбрионов свиньи и овцы 20 мм ТКД, у которых завершается обособление венозных карманов от центрального канала субкардинального синуса с магистральным кровотоком и на их месте определяется скопление лимфатических щелей – закладка брюшинного лимфатического мешка (рис. 1-2). Карманы, щели и мешок имеют тонкую эндотелиальную выстилку с примерно одинаковыми толщиной и строением.

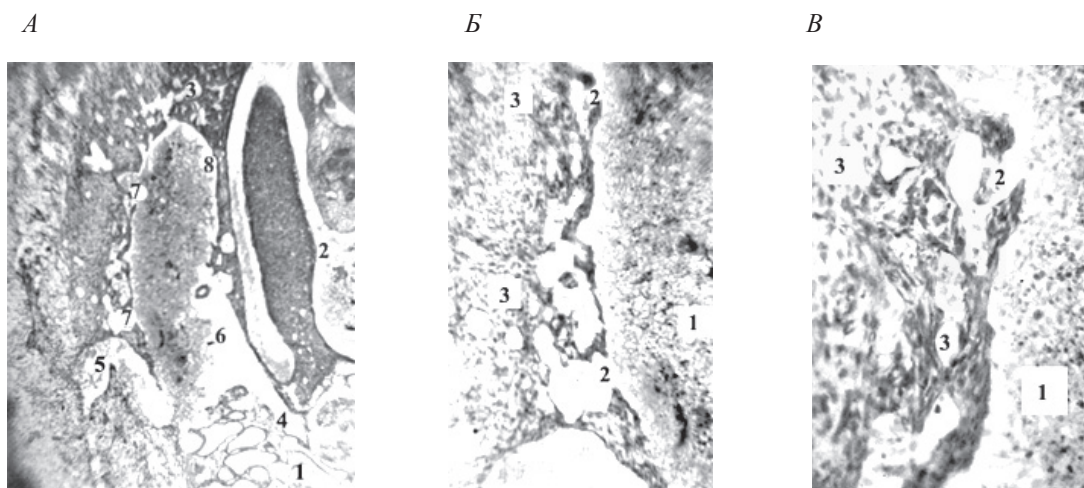


Рис. 1. Эмбрион свиньи 20 мм длины (1 месяца), сагиттальный срез.

А: 1 – мезонефрос; 2 – гонада; 3 – печень; 4,5 – субкардинальная и супракардинальная вены; 6 – субкардинальный венозный синус; 7-7 – дорсальная часть субкардинального синуса разделена на венозные карманы, они отщипываются с образованием лимфатических щелей; 8 – задняя полая вена. Б, В: 1-3 – субкардинальный венозный синус, его венозные карманы, в т.ч. отделившиеся как лимфатические щели с эндотелиальной выстилкой. Гематоксислин и эозин.

Ув.: А – 50; Б – 120; В – 300

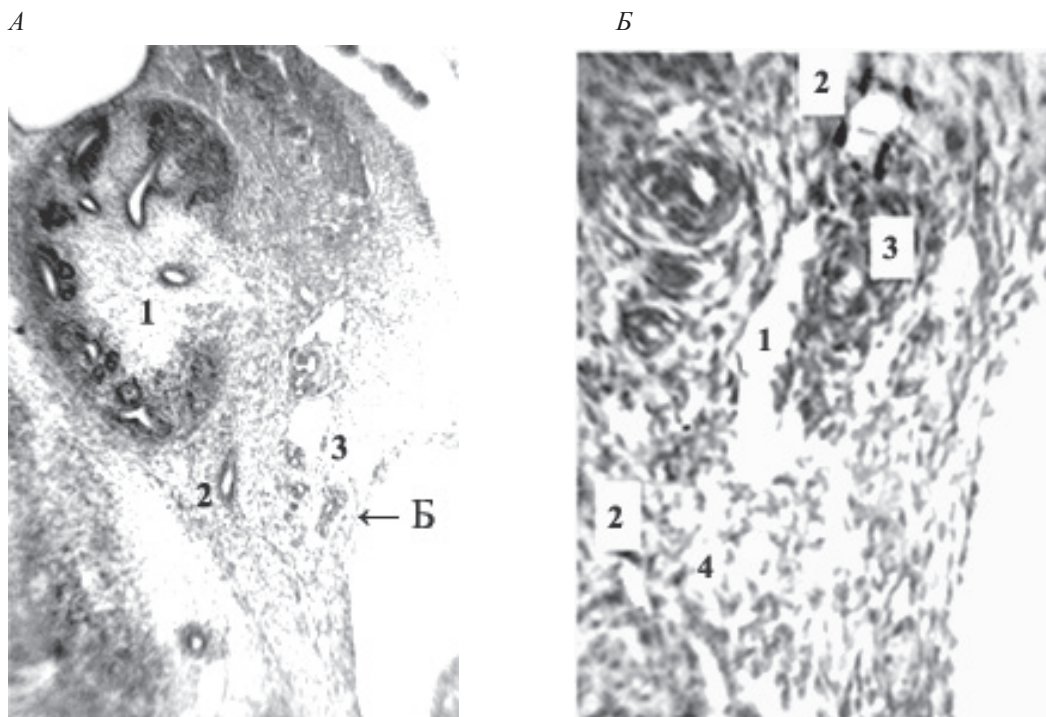


Рис. 2. Эмбрион овцы 20 мм длины (1 месяца), сагиттальный срез.  
 А: 1 – почка; 2 – мочеточник; 3 – латеральная часть закладки брюшного лимфатического мешка. Б: 1 – эндотелиальная выстилка формирующегося брюшного мешка; 2 – лимфатические щели с эндотелиальной выстилкой, еще не вошедшие в состав брюшного мешка; 3 – крупная, ветвящаяся инвагинация артерии мезонефроса с окружающей соединительной тканью в полости брюшного мешка, где видны истончающиеся и прерывающиеся перегородки (4). Гематоксилин и эозин. Ув.: А – 50; Б – 250

**Заключение**

Эндотелиальная выстилка субкардинального венозного синуса и его карманов, образующихся из них лимфатических щелей и брюшного лимфатического мешка у эмбрионов свиньи и овцы имеет одинаковую толщину и строение, эндотелий левой почечной вены (из центральной части субкардинального синуса) – большую толщину, клеточные ядра размещены в нем более часто. Поэтому я делаю вывод, что лимфатический эндотелий возникает из эндотелия той части первичного венозного русла, которая выключается из кровотока в конце первого месяца эмбриогенеза свиньи и овцы путем образования венозных карманов и последующего их обособления в виде лимфатических щелей. Щели затем сливаются в лимфатические мешки. Дифференциация лимфатического и венозного эндотелиев, судя по их толщине и строению, происходит по градиенту кровяного давления. Эти параметры еще больше у эндотелия артерий, как и артериальное давление.

**Список литературы**

1. Петренко В.М. Эволюция и онтогенез лимфатической системы. Второе издание. – СПб.: ДЕАН, 2003. – 336 с.

2. Пэттен Б.М. Эмбриология человека. Пер. с англ.яз. – М.: Изд-во иностр.мед.лит., 1959. – 768 с.  
 3. Хватов Б.П., Шаповалов Ю.Н. Ранний эмбриогенез человека и млекопитающих животных. Пособие по микроскопической технике. – Симферополь: Крымский гос.мед. ин-т, 1969. – 183 с.  
 4. Conrad C., Niess H., Huss R. et al. Multipotent mesenchymal cells acquire a lymphendothelial phenotype and enhance lymphatic regeneration in vivo // Circulation. – 2009. – Vol. 119. – N 2. – P. 281-289.  
 5. Gale N., Prevo R., Espinosa J. et al. Normal lymphatic development and function in mice deficient for the lymphatic hyaluronan receptor LYVE-1 // Molecular and cell biology. – 2007. – Vol. 27. – N 2. – P. 595-604.  
 6. Kampmeier O.F. Evolution and comparative morphology of the lymphatic system. – Springfield: C. Thomas, 1969. – 620 p.  
 7. Lewis F.T. The development of the lymphatic system in rabbits // Amer.J.Anat. – 1905. – Vol. 5. – P. 95-121.  
 8. Sabin F.R. On the origin of the lymphatic system from the veins and the development of lymph hearts and thoracic duct in the pig // Amer.J.Anat. – 1902. – Vol. 1. – P. 367-391.  
 9. Sabin F.R. Further evidence on the origin of the lymphatic endothelium from the endothelium of the blood vascular system // Amer.Rec. – 1908. – Vol. 2. – N 1/2. – P. 46-55.  
 10. Srinivasan R.S., Dilard M.E., Lagutin O.V. et al. Lineage tracing demonstrates the venous origin of the mammalian lymphatic vasculature // Genes Dev. – 2007. – Vol. 21. – N 19. – P. 2422-2432.  
 11. Wigle J.T., Harvey N., Detmar N., Lagutina I. et al. An essential role for Prox 1 in the induction of the lymphatic endothelial phenotype // EMBO J. – 2002. – Vol. 21. – P. 1505-1513.  
 12. Wilting J., Tomarev S.I., Christ B., Schweigerer L. Lymphangioblasts in embryonic lymphangiogenesis // Lymphat. Res.Biol. – 2003. – Vol. 1. – N 1. – P. 33-40.  
 13. Wilting J., Aref Y., Huang R. et al. Dual origin of avian lymphatics // Dev.Biol. – 2006. – Vol. 292. – N 1. – P. 165-173.