

© Г. Г. Аминова, Д. Е. Григоренко, М. Р. Сапин, 2013
УДК 611.018

Г. Г. Аминова, Д. Е. Григоренко и М. Р. Сапин

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЛИМФОИДНЫХ УЗЕЛКОВ, ЛИМФАТИЧЕСКИХ КАПИЛЛЯРОВ И МИГРАЦИИ ЛИМФОЦИТОВ В СТЕНКЕ КИШКИ И ТРАХЕИ

Лаборатория функциональной анатомии (зав. — академик РАМН проф. М. Р. Сапин), Научно-исследовательский институт морфологии человека РАМН, Москва

Цель исследования — выявить особенности миграции лимфоцитов в лимфоидных узелках слизистых оболочек слепой кишки и трахеи на секционном материале, полученном от 25 здоровых людей в возрасте от периода новорожденности до I зрелого. Исследован также сухожильный центр диафрагмы 10 здоровых кроликов. Гистологическими методами показано, что в стенках слепой кишки можно выделить 2 вида функционально различных лимфатических капилляров. К первым — относятся многочисленные лимфатические капилляры, расположенные вокруг основания лимфоидных узелков. В их просвет осуществляется порционное поступление большого числа лимфоцитов соответственно сокращениям кишечной стенки. Ко второму виду относятся остальные лимфатические капилляры, дренирующие стенку кишки, а также капилляры трахеи, резорбирующие в основном тканевую жидкость. Миграция лимфоцитов из лимфоидных узелков трахеи осуществляется в основном в окружающие ткани. На модели лимфатических капилляров диафрагмы показано, что при миграции клеток в эндотелии образуются аргирофильные структуры — стигмы, которые исчезают после прохождения клетки.

Ключевые слова: лимфоцит, миграция, лимфатический капилляр, лимфоидный узелок

Несмотря на многочисленные исследования структуры и клеточного состава лимфоидных образований, находящихся в стенках полых органов [2, 6, 9], данные о зональных особенностях их цитоархитектоники представлены только в единичных работах [2]. Известно, что в области лимфоидных узелков располагается сеть лимфатических капилляров [7], роль которой остается не изученной. Большой интерес представляют морфофункциональная связь этих капилляров с лимфоидными узелками и роль в обеспечении лимфатических капилляров (лимфы) лимфоцитами. Что касается миграции лимфоцитов, то она достаточно хорошо изучена в связи с кровеносной системой [5, 12–15]. Лимфоциты из костного мозга по кровеносным сосудам попадают в лимфоидные (иммунные) органы и структуры и в активированном виде направляются в различные ткани организма для осуществления иммунного контроля [8]. Экспериментально показано, что процессы миграции лимфоцитов в органах иммуногенеза зависят от времени суток, двигательной активности и состояния животных [1, 11]. Однако, каковы локальные особенности миграции лимфоцитов в стенках полых органов, до сих пор неясно. В связи с этим целью данного исследования яви-

лось изучение цитоархитектоники лимфоидных узелков стенки некоторых органов и выявление морфологических признаков, свидетельствующих об их морфофункциональной связи с лимфатическим руслом.

Материал и методы. Секционный материал (стенки слепой кишки и трахеи) получен в судебно-медицинском морге № 2 (при РГМУ, Москва) от трупов людей, погибших от случайных причин (асфиксия, утопление, травма) и не имевших при жизни заболеваний изучаемых органов. Исследованию подлежали органы людей: новорожденных, I детства, подросткового, юношеского, а также I периода зрелого возраста (по 5 случаев в каждой группе, всего 25 наблюдений). Для выявления общих характеристик лимфоидных образований и их особенностей были изучены слизистые оболочки в разных системах организма: пищеварительной, дыхательной и мочевыделительной. Исследование органов мочевыделительной системы показали, что в них типичные лимфоидные узелки отсутствуют, в связи с чем данные по этой системе не были использованы в качестве сравнительного материала. Кусочки органов фиксировали в 10% нейтральном формалине и подвергали стандартной гистологической обработке. Гистологические срезы окрашивали азуром II — эозином, гематоксилином — эозином, по Ван-Гизону и Маллори. В 3 зонах лимфоидного узелка: в области верхушки, в центральной зоне и в области основания подсчитывали все клетки на стандартной площади среза, равной 880 мкм². Цифровой материал обрабатывали статистически с использованием программы Statistika 6.0 и

Сведения об авторах:

Аминова Гульшат Гареевна (e-mail: Lab-funkanat@yandex.ru), Григоренко Дина Ефремовна (e-mail: dinagrigorenko@yahoo.com), Сапин Михаил Романович, лаборатория функциональной анатомии, Научно-исследовательский институт морфологии человека РАМН, 116418, Москва, ул. Цюрупы, 3

Excel. Определяли среднее арифметическое значение и его стандартную ошибку. Различия цифровых данных оценивали по критерию Стьюдента и считали значимыми при $P \leq 0,05$.

Для изучения этапов прохождения лимфоцитов сквозь стенку лимфатического капилляра в качестве модели были исследованы тотальные препараты сухожильного центра диафрагмы 10 половозрелых кроликов-самцов массой 2,5–3 кг. Границы эндотелиоцитов выявляли путем импрегнации нитратом серебра по методу Ранвье, после чего готовили тотальные препараты сухожильного центра диафрагмы. Для выявления ядер клеток в 5 случаях препараты докрашивали реактивом Шиффа. Животных умерщвляли методом воздушной эмболии под эфирным наркозом. Работу с животными осуществляли в соответствии с приказом Минвуза СССР № 742 от 13.11.1984 г. «Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» и № 48 от 23.01.1985 г.

Результаты исследования. Лимфоидные узелки в стенках трахеи и слепой кишки у человека на поперечных гистологических срезах имеют овальную или грушевидную форму. Их верхушечная часть находится в собственной пластинке слизистой оболочки и обращена в сторону просвета органа, а основание расположено в подслизистой основе. В отличие от рыхлой волокнистой соединительной ткани, образующей подвижную подслизистую основу, в области основания лимфоидных узелков находятся плотные пучки коллагеновых волокон, образующие чашеобразную структуру, ошибочно принимаемую за капсулу узелка. В трахее слизистая оболочка в большей части органа не подвижна. Подслизистая основа стенки органа фактически является продолжением собственной пластинки слизистой оболочки и тесно связана с надхрящницей, поэтому такая структура, как чашеобразная соединительнотканная подложка, под лимфоидными узелками в стенках трахеи отсутствует.

Изучение клеточного состава лимфоидных узелков, расположенных в стенке слепой кишки и трахеи, показало, что содержание клеток лимфоидного ряда на стандартной площади среза в пределах одного узелка неодинаково. В стенке трахеи у людей всех исследованных возрастных групп большая часть клеток сосредоточена в основании узелков, а меньшая — в области верхушки узелка. К примеру, у новорожденных в стенке слепой кишки количество всех клеток в области основания узелка на площади 880 мкм^2 равно $31,6 \pm 1,1$, а в области верхушки узелка — $20,7 \pm 1,0$; в I периоде зрелого возраста в области основания узелка насчитывается $32,3 \pm 0,7$ клетки, а в области верхушки — $19,1 \pm 1,1$. В стенке трахеи в области основания лимфоидного узелка — $54,8 \pm 2,9$, в области верхушки — 46 ± 3 (различия значимы при $P \leq 0,05$). Герминативный центр в лимфоидных узелках в стенке как слепой кишки,

так и трахеи в норме отсутствует, в связи с этим переход плотности расположения клеток от верхушки лимфоидного узелка к области основания происходит постепенно без резкого разграничения зон. Среди клеток в области основания лимфоидного узелка доминируют лимфоциты, которых здесь значительно больше, чем в других частях лимфоидного узелка (например, в I периоде зрелого возраста в стенке слепой кишки насчитывается $23,4 \pm 0,4$ клетки на стандартной площади среза, или 72% от всего клеточного состава). При этом толщина основания узелка может меняться. Иногда основание узелка на гистологических срезах имеет вид тонкой четко очерченной полоски, состоящей из лимфоцитов, плотно прилегающих к пучкам коллагеновых волокон.

Исследование структуры лимфоидных узелков (при 1000-кратном увеличении), находящихся в стенке слепой кишки, позволило установить тесный контакт их основания, расположенного в области чашеобразной соединительнотканной структуры, с широкими лимфатическими капиллярами, которые в большом количестве примыкают к лимфоидному узелку и тесно контактируют с расположенными в нем клетками (рис. 1, а, б).

На гистологических срезах разных уровней видно, что просвет многих лимфатических капилляров плотно заполнен большим количеством лимфоцитов, поэтому такие капилляры как бы сливаются с основанием лимфоидного узелка и становятся трудно различимыми. Обращает на себя внимание, что лимфоциты в просвете лимфатических капилляров располагаются большими группами, образуя конгломераты. Такие же конгломераты лимфоцитов встречаются и в лимфатических сосудах, расположенных вблизи лимфоидных узелков, а также в собственной пластинке слизистой оболочки. Анализ клеточного состава таких скоплений, расположенных в просвете лимфатических капилляров, показал, что подавляющее большинство клеток в них — малые лимфоциты, а их содержание на стандартной площади среза выше, чем в основании лимфоидного узелка. Так, в подростковом возрасте в стенках слепой кишки в составе таких скоплений из $45,5 \pm 1,8$ клеток на малые лимфоциты приходится $41,3 \pm 2,4$ клетки (или 90,47%). Небольшую часть составляют средние лимфоциты ($4,0 \pm 0,6$ клетки, или 9,04%) и совсем редко (непостоянно) здесь встречаются большие лимфоциты ($0,20 \pm 0,10$ клетки, или 0,47%). Большие лимфоциты в просвете лимфатических капилляров чаще обнаруживаются у людей подросткового и юношеского возраста.

В лимфоидных узелках, находящихся как в стенках слепой кишки, так и в стенках трахеи,

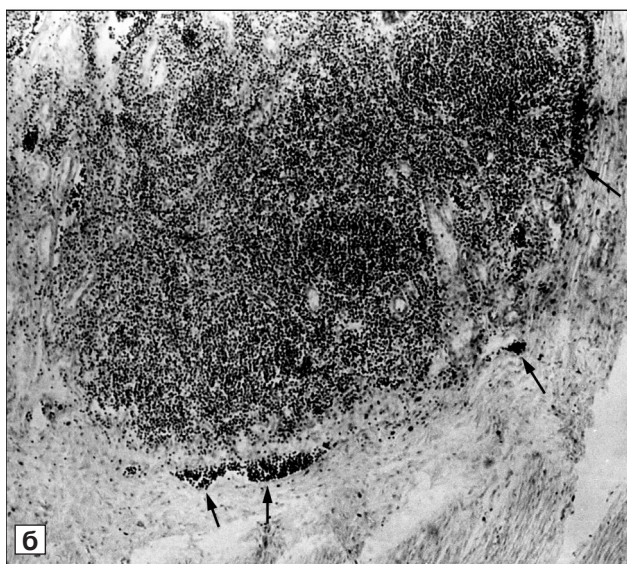
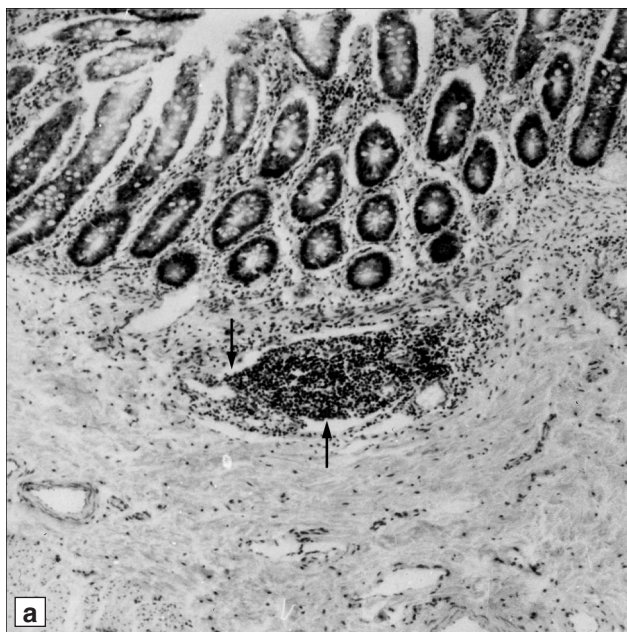


Рис. 1. Лимфоидные узелки и лимфатические капилляры (стрелки) в стенках слепой кишки человека.

а — лимфатические капилляры, не содержащие лимфоцитов, в области основания лимфоидного узелка у мальчика, 2 лет 5 мес; б — лимфатические капилляры, заполненные лимфоцитами, в области основания лимфоидного узелка у новорожденной девочки. Окраска гематоксилином — эозином. Ув. 600

плотность расположения клеток лимфоидного ряда также возрастает по направлению от верхушки узелков к их основанию. Однако, судя по морфологической картине, миграция лимфоцитов в трахее, в отличие от таковой в слепой кишке, происходит не столько в лимфатические капилляры, просвет которых бывает постоянно «пуст», а непосредственно из лимфоидных узелков в собственную пластинку слизистой оболочки и эпителий органа. В норме в просвете лимфа-

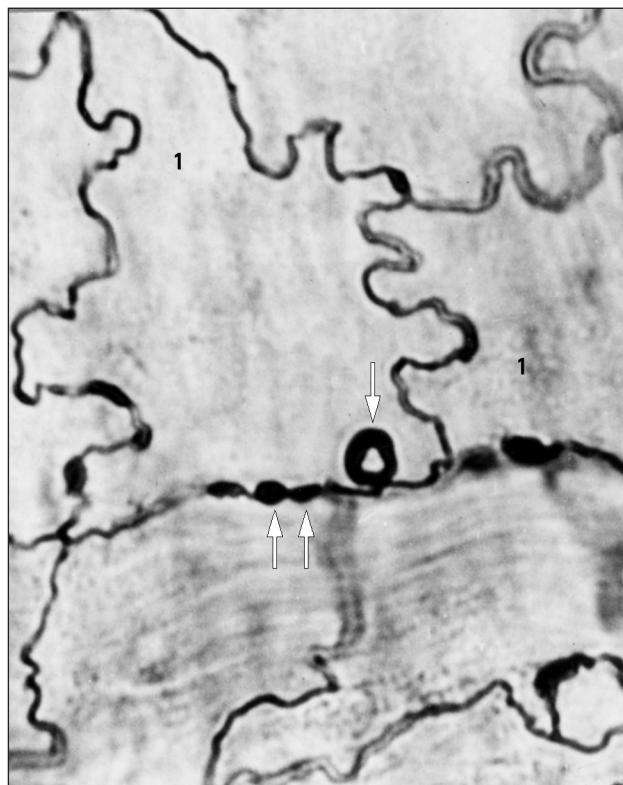


Рис. 2. Фрагмент стенки (эндотелия) лимфатического капилляра в сухожильном центре диафрагмы кролика.

Видны границы эндотелиальных клеток лимфатического капилляра (1); аргирофильные скопления (узелки) на границе эндотелиоцитов (две стрелки); отверстие («стигмата»), заполняющееся межклеточным веществом после прохождения клетки (одна стрелка). Тотальный препарат. Импрегнация нитратом серебра по методу Ранвье. Ув. 400

тических капилляров и сосудов, расположенных в собственной пластинке слизистой оболочки и подслизистой основе трахеи, клетки лимфоидного ряда не обнаруживаются.

Морфологически процесс миграции клеток из тканевых структур в лимфатическое русло наиболее удобно проследить на тотальных препаратах диафрагмы кролика, которая является верхней стенкой брюшной полости, покрытой брюшиной. В состав брюшины входит большое количество лимфатических капилляров, резорбирующих транссудат из полости брюшины, а вместе с ним и лимфоциты. Морфологически начало миграции клеток в лимфатических капиллярах проявляется образованием на границе между эндотелиоцитами небольших скоплений аргирофильного межклеточного вещества (рис. 2).

Эти скопления образуются в местах контакта лимфоцита с лимфатическим капилляром. По мере внедрения лимфоцита (рис. 3) в стенку лимфатического капилляра расстояние между эндотелиоцитами увеличивается (см. рис. 3). После прохождения лимфоцита в просвет лимфатического капилляра (или из капилляра в прилежащую

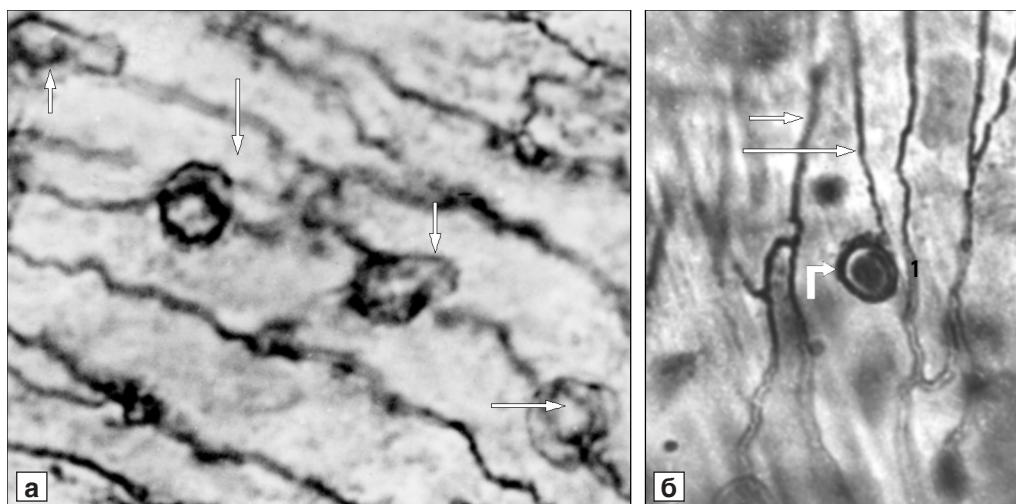


Рис. 3. Фрагмент стенки лимфатического капилляра сухожильного центра диафрагмы кролика.

а — клетки, мигрирующие через межклеточные границы эндотелия (стрелки); б — малый лимфоцит с хорошо видимым ядром (1), проходящий через стенку лимфатического капилляра. В месте прохождения лимфоцита образуется отверстие (изогнутая стрелка), окруженное аргирофильным веществом межклеточных границ (две стрелки). Тотальный препарат. Импрегнация нитратом серебра по методу Ранвье с докраской реактивом Шиффа. Ув. 400

соединительную ткань) образовавшееся отверстие между эндотелиоцитами постепенно заполняется межклеточным веществом (см. рис. 2) и исчезает.

Обсуждение полученных данных. Исследования показали, что у здорового человека во всех исследованных возрастных группах структура лимфоидных узелков слизистых оболочек идентична. Она характеризуется увеличением плотности расположения клеток по направлению от верхушки узелка, обращенной в сторону просвета органа, к его основанию, а также отсутствием герминативных центров [2]. Область верхушки узелка, как и его боковые части, в слизистых оболочках непосредственно связаны с тканью собственной пластинки, что способствует миграции лимфоцитов в окружающую ткань. Различия в структуре лимфоидных узелков кишки и трахеи определяются наличием лимфатических капилляров и плотной соединительнотканной чашеобразной структуры в области основания у лимфоидных узелков, расположенных в стенке слепой кишки. Анализ структуры лимфоидных узелков слепой кишки позволяет прийти к выводу, что в области их основания осуществляется наиболее активный переход лимфоцитов из лимфоидного узелка в просвет лимфатического капилляра, о чем свидетельствует наличие лимфатических капилляров, переполненных лимфоцитами. Наиболее активно этот процесс, видимо, осуществляется во время перистальтики органа, когда расслабленная мышечная оболочка кишки обеспечивает насыщающий эффект со стороны просвета лимфатических капилляров (вследствие уменьшения внутрисосудистого давления), что

облегчает переход лимфоцитов в лимфатическое русло. При сокращении мышечной оболочки лимфоциты из капилляров вместе с образующейся лимфой как бы «проталкиваются» дальше в лимфатические сосуды органа. Таким образом, поступление лимфоцитов в просвет лимфатического капилляра в кишке осуществляется порциями, соответственно сокращениям мышечной оболочки кишки. Этим можно объяснить присутствие в просветах лимфатических капилляров и сосудов стенки кишки больших групп лимфоцитов в виде отдельных крупных плотных скоплений. Таким образом, в слепой кишке благодаря близкому расположению лимфатических капилляров к лимфоидным узелкам, особенно в области их основания, миграция лимфоцитов из лимфоидных узелков происходит непосредственно в лимфатические капилляры. Роль плотной чашеобразной соединительнотканной структуры у основания лимфоидных узелков сводится, видимо, к поддержанию целостности лимфоидных узелков при перистальтике органа и, возможно, способствует снижению давления в структурах лимфатической системы, находящихся непосредственно под узелком, в период расслабления мышечной оболочки кишки.

В стенке трахеи миграция лимфоцитов из лимфоидных узелков возможна, главным образом, в ткани слизистой оболочки и эпителиальный покров органа. Морфологические картины свидетельствуют об относительно небольшой активности миграционных процессов в стенке трахеи по сравнению с таковыми в стенке слепой кишки, что можно объяснить как различиями антигенных воздействий на стенки органов, так и функциями

самих органов. Число лимфоцитов в слизистой оболочке стенки трахеи относительно невелико и убывает по мере удаления от лимфоидного узелка. В лимфатических капиллярах стенки трахеи в нормальных условиях лимфоциты не встречаются, но могут появляться в просветах выводных протоков желез и эпителиальном покрове органа, поэтому можно предположить, что в стенках трахеи основной путь миграции лимфоцитов от лимфоидного узелка лежит в направлении просвета органа через ткань собственной пластинки слизистой оболочки.

В диафрагме кролика насыщающую функцию выполняет сократительная деятельность поперечнополосатой мышечной ткани органа. Известно, что в кровеносных сосудах процесс миграции лимфоцитов тесно сопряжен с состоянием эндотелиальной выстилки и осуществляется в основном в одном направлении [15]. Что касается лимфатических капилляров, то через их стенки, в силу особенностей строения и функционирования, возможно прохождение этих клеток в двух направлениях: в просвет капилляров и из них. Отмечены случаи, когда в тонких серозных оболочках у экспериментальных животных мигрирующая клетка принимает форму песочных часов [1, 10]. При этом одна часть клетки находится в просвете лимфатического капилляра, а другая — в прилежащей к эндотелию соединительной ткани. Функциональная разница между лимфатическими капиллярами разных органов заключается в том, что в лимфатические капилляры трахеи поступает преимущественно тканевая жидкость, а в диафрагму — внутрибрюшинная. Особенностью слепой кишки является наличие двух функционально различных видов лимфатических капилляров. Первый вид капилляров максимально приспособлен к активной миграции лимфоцитов в лимфатическое русло (расположен непосредственно у основания лимфоидного узелка). Второй вид капилляров резорбирует тканевую жидкость (расположен по всей слизистой оболочке и в подслизистой основе). В области основания лимфоидного узелка, по всей вероятности, наиболее быстро осуществляется процесс декомплексации связей между эндотелиоцитами лимфатических капилляров, что способствует быстрому перемещению лимфоцитов из лимфоидного узелка в просвет капилляра. В связи с этим в регионарные лимфатические узлы из основания лимфоидных узелков слепой кишки поступает лимфа, насыщенная лимфоцитами, а от трахеи и диафрагмы — в основном ее жидкая фракция. В стенке трахеи, даже в условиях эксперимента (геморрагический

инсульт), в просвете лимфатических капилляров обнаруживаются только единичные лимфоциты [3]. Лимфатические капилляры диафрагмы занимают промежуточное положение, через их стенку миграция лимфоцитов возможна в двух направлениях: в капилляр и из него.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аминова Г. Г. К вопросу о функциональной морфологии корней лимфатической системы. *Арх. анат.*, 1972, т. 63, вып. 9, с. 33–41.
2. Аминова Г. Г. и Сапин М. Р. Особенности распределения клеток в лимфоидных узелках слепой кишки человека в разных возрастных группах. *Морфол. ведомости*, 2007, № 3–4, с. 3–5.
3. Аминова Г. Г. и Свистухина Л. А. Морфология путей транспорта тканевой жидкости в стенках трахеи крыс в норме и при геморрагическом инсульте. *Морфол. ведомости*, 2010, № 1, с. 13–17.
4. Бородин Ю. И., Труфакин В. А., Летягин А. Ю. и Шурлыгина А. В. Циркадные биоритмы иммунной системы. Новосибирск, изд. РИПЭЛ, 1992.
5. Галактионов В. Г. Иммунология. М., Изд-во Московск. ун-та, 1998.
6. Григоренко Д. Е. и Сапин М. Р. Лимфоидные структуры в стенке тощей кишки у людей пожилого возраста. В кн.: *Научн. труды конф. «Актуальные вопросы морфогенеза в норме и патологии»*. М., изд. НИИ морфологии человека РАМН, 2012, с. 48–51.
7. Гусейнов Т. С. Возрастная анатомия лимфатического русла толстой кишки у человека. *Успехи соврем. естествознания*, 2003, № 8, с. 92–93.
8. Петров Р. В. Иммунология и иммуногенетика. М., Медицина, 1976.
9. Сапин М. Р. Иммунные структуры пищеварительной системы. М., Медицина, 1987.
10. Сапин М. Р. и Буланова Г. В. Ультраструктурные особенности организации посткапиллярных венул лимфатического русла. *Арх. анат.*, 1981, т. 81, вып. 12, с. 24–33.
11. Шурлыгина А. В., Литвиненко Г. И., Дергачева Т. И. и др. Хронотерапия в лимфологии. В кн.: *Материалы X Междунар. конф. «Фундаментальные проблемы лимфологии и клеточной биологии»*. Новосибирск, изд. НИИ клин. и экспер. лимфологии СО РАМН, 2011, с. 337–340.
12. De Bruyn P. P. H., Michelson S. and Thomas T. B. The migration of blood cells of the bone marrow through the sinusoidal wall. *J. Morphol.*, 1971, v. 133, p. 417–438.
13. Jalkanen S., Reichert R. A., Gallatin W. M. et al. Homing receptors and the control of lymphocyte migration. *Immunol. Rev.*, 1986, v. 91, p. 39–60.
14. Mehta D. and Malik A. B. Signaling mechanisms regulating endothelial permeability. *Physiol. Rev.*, 2006, v. 86, p. 279–367.
15. Stevens S. K., Weissman J. L. and Butcher E. C. Differences in the migration of B- and T- lymphocytes, organ selectivity and the role of lymphocyte-endothelial cell recognition. *J. Immunol.*, 1982, v. 128, p. 844–851.

Поступила в редакцию 23.04.2012

MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF INTERRELATIONS OF LYMPHOID NODULES, LYMPHATIC CAPILLARIES AND LYMPHOCYTE MIGRATION IN THE WALL OF INTESTINE AND TRACHEA

G. G. Aminova, D. Ye. Grigorenko and M. R. Sapin

The objective of this study was to identify the peculiarities of lymphocyte migration in lymphoid nodules of the mucous membrane of the caecum and the trachea in autopsy material, obtained from 25 healthy individuals of various ages (from the newborns to the persons of 1st mature age). Also, the tendinous center of diaphragm was studied in 10 healthy rabbits. Using histological methods, the presence of two functionally different types of lymphatic capillaries in the wall of the caecum was demonstrated. The first group includes numerous

lymphatic capillaries located around the base of the lymphoid nodules. A large number of lymphocytes in portions enter the lumen of the capillaries, in accordance with the intestinal wall contractions. The second group includes the rest of the lymphatic capillaries, draining the intestinal wall and the capillaries of the trachea, resorbing mainly the interstitial fluid. The migration of lymphocytes from the lymphoid nodules of the trachea was directed, mainly, towards the surrounding tissues. Using the lymphatic capillaries of the diaphragm as a model, it was demonstrated that during the migration of the cells through the endothelium, argyrophilic structures — the stigmata, were formed which disappeared after the passage of the cells.

Key words: lymphocyte, migration, lymphatic capillary, lymphoid nodule

Laboratory of Functional Anatomy, RAMS Institute of Morphology, Moscow

© М. С. Виноградова, А. Р. Боярская, Е. А. Прокопьева, 2013
УДК 612.64:612.46:599.323.4

М. С. Виноградова, А. Р. Боярская и Е. А. Прокопьева

ОСОБЕННОСТИ ПРЕ- И ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПОЧЕК У ВАЗОПРЕССИН-ДЕФИЦИТНЫХ КРЫС ЛИНИИ БРАТТЛБОРО

Кафедра физиологии (зав. — д-р мед. наук академик РАН Л. Н. Иванова), Новосибирский государственный университет

Цель работы — изучение пре- и постнатального развития почек у потомства вазопрессин-дефицитных крыс линии Браттлборо в сравнении с нормальными крысами линии Вистар. Исследование проведено на светооптическом уровне с использованием гистологических, гистохимических и морфометрических методов. Исследованы 50 16- и 18-суточных плодов и 46 крысят в возрасте 1, 5, 10, 20, и 30 сут постнатального развития. Показано, что последовательность нефрогенеза у крыс обеих линий одинакова, однако для плодов и крысят линии Браттлборо характерно ускоренное развитие почечных телец и канальцев. Результаты позволяют заключить, что прямое влияние вазопрессина на формирование структурных элементов нефрона отсутствует, но предполагается, что он принимает участие в регуляции биосинтеза гиалуронана интерстициальной соединительной ткани мозгового вещества почки, вовлекаемого в механизм осмотического концентрирования мочи.

Ключевые слова: почка, почечное тельце, крысы линии Браттлборо, пренатальный онтогенез, постнатальный онтогенез

Поддержание водно-солевого баланса и постоянства внутренней среды организма — одна из основных функций вазопрессина (антидиуретического гормона, АДГ). Кроме того, вазопрессин регулирует пролиферацию фибробластов в сердце и глиальных клеток ЦНС, влияет на дифференцировку нейронов, формирование условных рефлексов, на синтетическую активность мезангиальных клеток [3, 4, 9]. Однако до сих пор остается неясным, влияет ли вазопрессин на развитие почек в пре- и постнатальном периодах при отсутствии вазопрессина у матери. Удобной моделью для решения

этого вопроса являются крысы линии Браттлборо с генетическим дефектом биосинтеза вазопрессина [13]. Цель настоящей работы — изучение развития почек у потомства вазопрессин-дефицитных крыс линии Браттлборо в сравнении с нормальными крысами линии Вистар.

Материал и методы. Работа выполнена на лабораторных крысах линии Вистар и гомозиготных крысах Браттлборо, лишенных эндогенного вазопрессина вследствие делеции в кодирующей части гена и характеризующихся гипоталамическим несахарным диабетом [13]. Крыс содержали в стандартных условиях вивария при естественном

Сведения об авторах:

Виноградова Мария Сергеевна (e-mail: marsvin2000@mail.ru), Боярская Анна Романовна (e-mail: boyarskaya.a.r@mail.ru), Прокопьева Елена Александровна (e-mail: ellap@live.ru), кафедра физиологии, Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2