

УДК 612.428+611.08+616.381-006.6-092.9+611.383+616.428+612.648

СТРОЕНИЕ КРАНИАЛЬНЫХ БРЫЖЕЕЧНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ НОВОРОЖДЕННЫХ КРЫС

© Сергей Владимирович Свирин¹, Линард Юрьевич Артюх², Наталья Рафаиловна Карелина³

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова.
191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

² Городская Мариинская больница. 191014, г. Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56

³ Санкт-Петербургский медико-социальный институт. 195271, г. Санкт-Петербург,
Кондратьевский пр., д. 72, лит. А

Контактная информация: Наталья Рафаиловна Карелина — д.м.н., профессор, профессор кафедры нормальной и топографической анатомии. E-mail: karelina_nr@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9409-8819> SPIN: 4940-1551

Для цитирования: Свирин С.В., Артюх Л.Ю., Карелина Н.Р. Строение краниальных брыжеечных лимфатических узлов новорожденных крыс // Forcipe. 2024. Т. 7. № 2. С. 4–21.

Поступила: 17.06.2024

Одобрена: 30.07.2024

Принята к печати: 19.09.2024

РЕЗЮМЕ. Введение. Брыжеечные лимфатические узлы у крыс встречаются постоянно, имеют сравнительно большие размеры, разнообразную форму и располагаются группами по 2–3 узла. Брыжеечные лимфатические узлы наиболее крупные и многочисленные, расположены они в дупликатуре брюшины по ходу краниальной брыжеечной артерии и ее ветвей. Среди них можно выделить центральные и периферические узлы. **Целью** настоящего исследования было определение топографических особенностей краниальных брыжеечных лимфатических узлов новорожденных крыс в условиях нормы. **Материалы и методы.** Исследование краниальных брыжеечных узлов выполнено на 56 новорожденных крысах, полученных от 5 самок беспородных белых крыс семимесячного возраста. **Результаты.** У новорожденных крыс, развивавшихся в физиологических условиях, общее количество краниальных брыжеечных лимфатических узлов (КБЛУ) составляет $9,33 \pm 0,12$. Количество КБЛУ, расположенных проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, колеблется от 3 до 6 и в среднем составляет $5,71 \pm 0,18$. Число КБЛУ в брыжейке тонкой кишки, расположенных по ходу продолжения краниальной брыжеечной и подвздошно-ободочной артерий, варьирует от 1 до 5, при этом их среднее количество составляет $2,52 \pm 0,20$. В области илеоцекального угла на нижнемедиальной поверхности слепой кишки или в подвздошно-ободочной связке, на некотором расстоянии от угла расположен, как правило, один, реже два узла ($1,10 \pm 0,09$). Соотношение общей площади групп КБЛУ на продольных срединных срезах составляет соответственно 2,99:2,11:1,00 (3:2:1). **Заключение.** Краниальные брыжеечные лимфатические узлы новорожденных крыс обладают высокой степенью полиморфизма, морфометрических параметров и степенью зрелости. Наиболее морфологически зрелые краниальные брыжеечные лимфатические узлы определяются в области начального отрезка краниальной брыжеечной артерии и ее ветвей, проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, а также расположены по ходу последней и продолжения краниальной брыжеечной артерии (I и II топографические группы), а наименее зрелые — в области илеоцекального угла (III топографическая группа).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: краниальные брыжеечные лимфатические узлы, новорожденные, крысы, анатомия, лимфатическая система, морфология

THE STRUCTURE OF CRANIAL MESENTERIC LYMPH NODES OF NEWBORN RATS

© *Sergey V. Svirin¹, Linard Yu. Artyukh², Natalia R. Karelina³*

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. 41 Kirochnaya str., Saint Petersburg 191015 Russian Federation

² City Mariinsky Hospital. 56 Liteyny Ave., Saint Petersburg 191014 Russian Federation

³ Saint Petersburg Medical and Social Institute. 72 lit. A Kondratievsky Ave., Saint Petersburg Petersburg 195271 Russian Federation

Contact information: Natalia R. Karelina — Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Normal and Topographic Anatomy. E-mail: karelina_nr@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9409-8819> SPIN: 4940-1551

For citation: Svirin SV, Artyukh LYu, Karelina NR. The structure of cranial mesenteric lymph nodes of newborn rats. *Forcipe*. 2024;7(2):4–21.

Received: 17.06.2024

Revised: 30.07.2024

Accepted: 19.09.2024

ABSTRACT. Introduction. Mesenteric lymph nodes in rats are constantly found, have relatively large sizes, a diverse shape and are located in groups of 2–3 nodes. Mesenteric lymph nodes are the largest and most numerous, they are located in the duplication of the peritoneum along the cranial mesenteric artery and its branches. Among them, the central and peripheral nodes can be distinguished. **The purpose** of this study was to determine the topographical features of the cranial mesenteric lymph nodes of newborn rats under normal conditions. **Materials and methods.** The study of cranial mesenteric nodes was performed on 56 newborn rats obtained from 5 female mongrel white rats of seven months of age. **Results.** In newborn rats that developed under physiological conditions, the total number of cranial mesenteric lymph nodes (CBLS) is 9.33 ± 0.12 . The number of CBLS located proximally from the beginning of the iliac-colon artery ranges from 3 to 6 and averages 5.71 ± 0.18 . The number of KBLU in the mesentery of the small intestine, located along the continuation of the cranial mesenteric and iliac-colon arteries, varies from 1 to 5, while their average number is 2.52 ± 0.20 . In the area of the ileocecal angle on the inferior medial surface of the cecum or in the iliac-colon ligament, at some distance from the angle, there is usually 1, less often 2 nodes (1.10 ± 0.09). The ratio of the total area of the KBLU groups on the longitudinal median sections is, respectively 2,99:2,11:1,00 (3:2:1). **Conclusion.** Cranial mesenteric lymph nodes of newborn rats have a high degree of polymorphism, morphometric parameters and degree of maturity. The most morphologically mature cranial mesenteric lymph nodes are determined in the area of the initial segment of the cranial mesenteric artery and its branches, proximally from the beginning of the iliac-colon artery, and are also located along the last and continuation of the cranial mesenteric artery (I and II topographic groups), and the least mature — in the area of the ileocecal angle (III topographic group).

KEYWORDS: cranial mesenteric lymph nodes, newborns, rat, anatomy, lymphatic system, morphology

ВВЕДЕНИЕ

Брыжеечные лимфатические узлы (ЛУ) у крыс встречаются постоянно, имеют сравнительно крупные размеры, разнообразную форму и располагаются группами по 2–3 узла [1, 5, 7].

У серых крыс в брюшной полости И.М. Иосифов [2] выделил следующие лимфатические узлы: подчревный, поясничные, почечный, желудочные и брыжеечные. Подчревный лимфатический узел встречается непостоянно,

имеет эллипсовидную форму и длину 3 мм. Поясничные лимфатические узлы обнаруживаются всегда в группах по 2–4 узла. Лимфатические узлы желудка постоянные, расположены в количестве 1–2 узлов на каждой его стороне, имеют овальную форму и достигают в длину 2–3 мм [3, 4]. Брыжеечные ЛУ наиболее крупные и многочисленные, расположены они в дупликатуре брюшины по ходу краниальной брыжеечной артерии (КБА) и ее ветвей. Среди них можно выделить центральные

и периферические узлы [4]. Периферические узлы в количестве 4–5 располагаются на периферии общей брыжейки тонкой и толстой кишки. Периферические брыжеечные ЛУ располагаются в виде цепочки по ходу терминальных ветвей КБА и достигают в длину 4–7 мм. Эта группа узлов включает в себя подвздошные узлы, слепоободочный и ободочный узлы, при этом последний встречается непостоянно.

Центральные брыжеечные узлы тесно прилегают друг к другу и образуют две крупные группы узлов: краниальную и каудальную [4, 6]. Краниальная группа отличается меньшим количеством узлов и расположена у переднего конца корня брыжейки, а каудальная — у заднего. Эти группы узлов локализируются на значительном расстоянии друг от друга. Каудальная группа ЛУ имеет вид прерывистого валика, протягивающегося от центра общей брыжейки до ее корня по ходу краниальной брыжеечной артерии. Длина этого валика составляет 3–4 см, а ширина может достигать 0,5–0,7 см [2]. В.А. Флоренсов отмечал, что брыжеечные ЛУ имеют большие размеры по сравнению с соматическими узлами [8].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить топографические особенности количества и формы краниальных брыжеечных лимфатических узлов у новорожденных крыс в условиях нормы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование краниальных брыжеечных узлов выполнено на 56 новорожденных крысах, полученных от 5 самок беспородных белых крыс семимесячного возраста. Самок крыс получали в виварии СПбГПМУ и содержали в пластмассовых клетках размером 50×30×30 см, в сухом отапливаемом помещении с достаточным естественным и искусственным освещением, при температуре +20–22 °С. В ежедневный рацион животных представленной группы входили сухой комбикорм и питьевая вода.

Для получения достоверных результатов всех животных выводили из опыта в весенний период с марта по июнь. Исследования проводились с соблюдением требований Федерального закона «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 27.12.2018 г. № 498-ФЗ и рекомендаций Коллегии Евразийской экономической

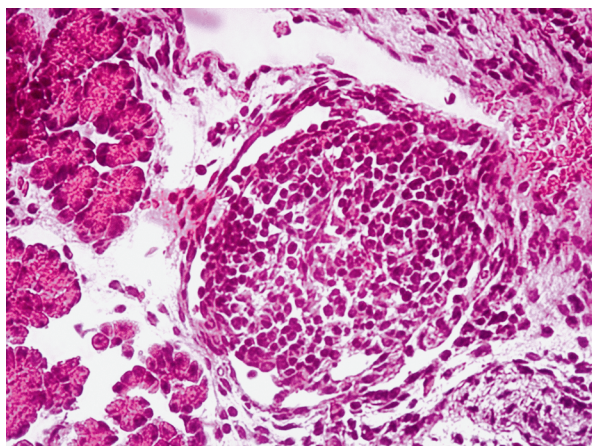
комиссии от 14.11.2023 г. № 33 «О Руководстве по работе с лабораторными (экспериментальными) животными при проведении доклинических (неклинических) исследований».

Для определения топографической принадлежности и формы узлов, а также морфометрии срезы окрашивали гематоксилином–эозином; для выявления коллагеновых волокон и миоцитов применяли окраску по Ван-Гизону; для идентификации эластических волокон срезы окрашивали по Вейгерту; для определения аргирофильных компонентов узла использовался метод серебрения по Футу; подсчет клеточных элементов производился на препаратах, окрашенных азури-2–эозином.

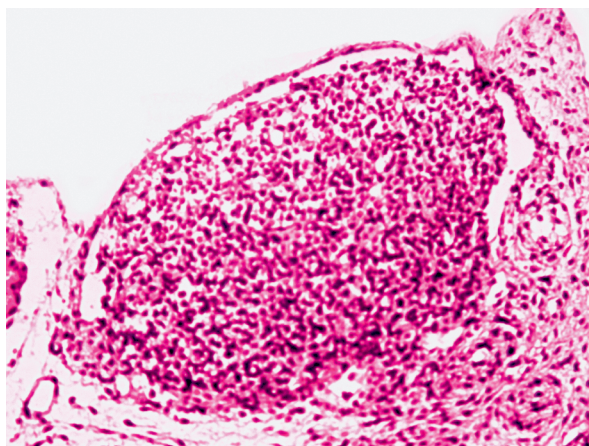
Структуру узлов изучали при помощи светового микроскопа «МИКРОМЕД-№ 3» со съемной камерой. Определяли топографию узлов относительно краниальной брыжеечной артерии и ее ветвей, их количество и форму. Продольные и поперечные размеры узлов, а также толщину капсулы, ширину синусов измеряли при помощи программы Score Photo, для подсчета площади узлов использовали программу Image J. Корово-мозговой индекс вычисляли как отношение площади коркового вещества к площади мозгового. Все морфометрические параметры измерялись на срединных продольных срезах, проходящих через плоскость ворот узла. Размеры структур узла определяли в 10 полях зрения у 10 животных. Каждый параметр измерялся не менее 50 раз. Клеточный состав узлов определялся в 50 полях зрения по 10 полей у 10 особей в каждой топографической группе у контрольных и экспериментальных животных. Подсчет клеток узлов проводился в случаях отсутствия корково-мозговой дифференцировки во всей паренхиме или в зависимости от степени выраженности структурно-функциональных зон раздельно в первичных узелках, диффузной части и мозговых тяжах при окуляре 10 и объективе 100. Полученные цифровые показатели обрабатывались с использованием статистического пакета Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У новорожденных крыс, развивавшихся в физиологических условиях, общее количество краниальных брыжеечных лимфатических узлов (КБЛУ) составляет $9,33 \pm 0,12$. Количество КБЛУ, расположенных проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, колеблется от 3 до 6 и в среднем составляет $5,71 \pm 0,18$. Число КБЛУ в брыжейке тонкой кишки, расположенных по ходу продолжения



a/a



b/b

Рис. 1. Округлый (а) и овальный (б) брыжеечные лимфатические узлы. Окраска гематоксилином–эозином. Об. 10. Ок. 10

Fig. 1. Round (a) and oval (b) mesenteric lymph nodes. Hematoxylin and eosin staining. Lens 10. Ocular 10

краниальной брыжеечной и подвздошно-ободочной артерий, варьирует от 1 до 5, при этом их среднее количество составляет $2,52 \pm 0,20$. В области илеоцекального угла на нижнемедиальной поверхности слепой кишки или в подвздошно-ободочной связке, на некотором расстоянии от угла расположен, как правило, один, реже два узла ($1,10 \pm 0,09$).

Площадь всех КБЛУ у новорожденных крыс на продольных срединных срезах составляет $115\,073,19 \pm 5368,82$ мкм². При этом на суммарную площадь КБЛУ, расположенных проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, приходится $56\,504,89 \pm 1344,02$ мкм², на площадь КБЛУ, расположенных вдоль продолжения краниальной брыжеечной и подвздошно-ободочной артерий, — $39\,684,38 \pm 1077,83$ мкм², а на площадь КБЛУ илеоцекальной области — $18\,883,92 \pm 948,91$ мкм². Соотношение общей площади групп КБЛУ на продольных срединных срезах составляет соответственно $2,99:2,11:1,00$ ($3:2:1$).

Строение КБЛУ, расположенных проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии у новорожденных крыс

Форма КБЛУ этой группы у новорожденных крыс вариабельна. Встречаются узлы овальной, округлой, веретеновидной и бобовидной форм.

Количество округлых узлов в среднем составляет $1,26 \pm 0,02$, их размеры — $268,16 \pm 34,77 \times 232,43 \pm 26,47$ мкм, а площадь — $5598,50 \pm 409,10$ мкм². Число овальных КБЛУ — $1,15 \pm 0,03$, со средними размерами на срединных

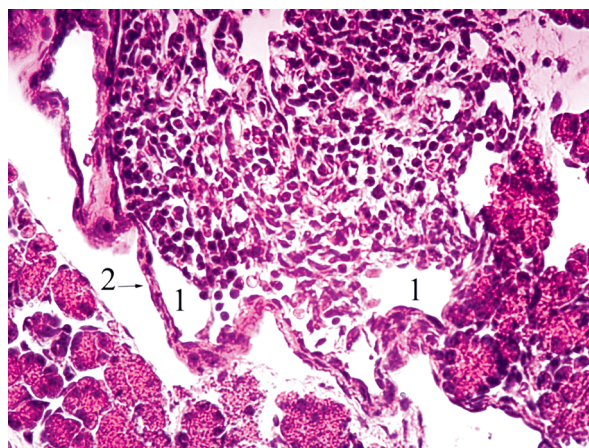


Рис. 2. Извилистая капсула и субкапсулярный синус волнообразного очертания округлого лимфатического узла: 1 — субкапсулярный синус; 2 — капсула. Окраска гематоксилином–эозином. Об. 10. Ок. 10

Fig. 2. The tortuous capsule and subcapsular sinus of the wavy outline of the round lymph node: 1 — subcapsular sinus; 2 — capsule. Hematoxylin and eosin staining. Lens 10. Ocular 10

срезах $301,07 \pm 41,65 \times 154,37 \pm 23,19$ мкм и площадью $5388,36 \pm 338,21$ мкм² (рис. 1).

Средняя толщина капсулы КБЛУ округлой и овальной форм составляет $8,68 \pm 0,88$ мкм. Капсула содержит продольные коллагеновые, тонкие ретикулярные и единичные эластические волокна. Между коллагеновыми волокнами расположены фибробласты и миоциты. Капсула некоторых узлов имеет извилистую форму. Субкапсулярный синус (СкС) фрагментирован слабо и часто может иметь волнообразные очертания

Таблица 1

Клеточный состав ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) краниальных брыжеечных лимфатических узлов округлой и овальной форм, расположенных проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, у новорожденных крыс на площади 15 000 мкм² срединного продольного среза

Table 1

Cellular composition ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) of round and oval cranial mesenteric lymph nodes located proximally from the origin of the ileocolic artery in newborn rats over an area of 15,000 μm² of the median longitudinal section

Вид клеток / Type of cells	Содержание клеток / Cell content	
	абсолютное / absolute	%
Малые лимфоциты / Small lymphocytes	18,31±0,46	20,86±0,50
Средние лимфоциты / Medium lymphocytes	4,81±0,08	4,48±0,11
Большие лимфоциты / Large lymphocytes	15,10±0,64	17,20±0,75
Ретикулярные клетки / Reticular cells	49,16±7,81	56,69±5,20
Макрофаги / Macrophages	Единичные / Single	—
Нейтрофильные гранулоциты / Neutrophil granulocytes	Единичные / Single	—
Базофильные гранулоциты / Basophilic granulocytes	Единичные / Single	—
Клетки с фигурами митоза / Cells with mitotic figures	0,39±0,01	0,44±0,01

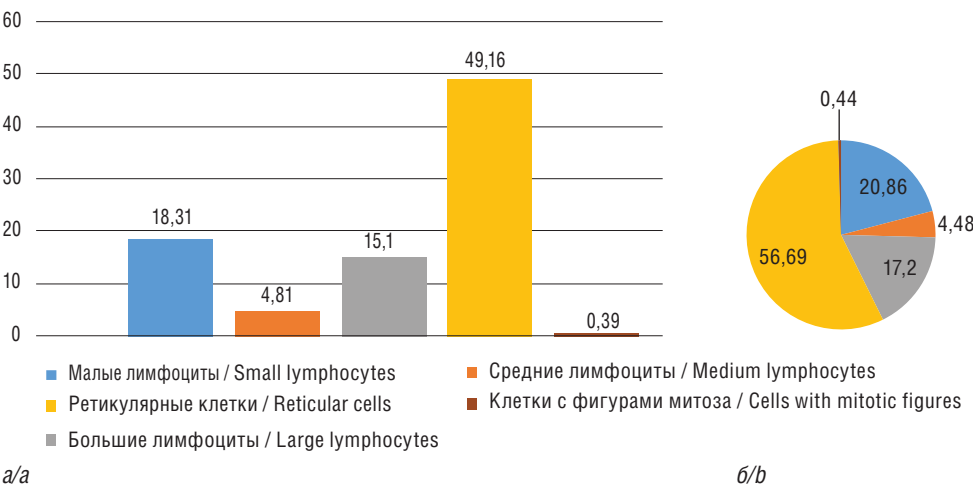


Рис. 3. Клеточный состав округлых и овальных брыжеечных лимфатических узлов: а — абсолютные значения; б — относительные значения

Fig. 3. Cellular composition of round and oval mesenteric lymph nodes: a — absolute values; b — relative values

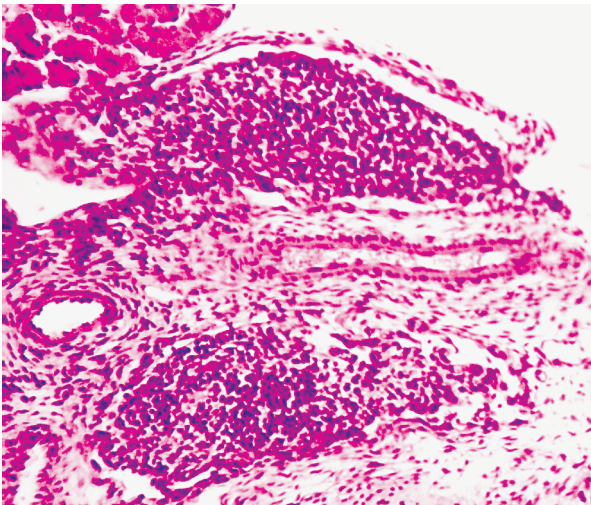


Рис. 4. Веретеновидные брыжеечные лимфатические узлы. Окраска гематоксилином–эозином. Об. 10. Ок. 10

Fig. 4. Fusiform mesenteric lymph nodes. Hematoxylin and eosin staining. Lens 10. Ocular 10

из-за извилистости капсулы, в результате чего его просвет сильно варьирует по ширине от 3,63 до 30,44 мкм. Средний показатель ширины краевого синуса составляет $9,49 \pm 1,23$ мкм. Отдельные участки синуса могут быть плотно заполнены лимфоцитами, иногда их скопления полностью перекрывают его просвет, что особенно характерно для округлых узлов с волнообразной формой синуса (рис. 2).

Дифференцировка на корковое и мозговое вещество в узлах округлой и овальной форм отсутствует всегда. В клеточном составе узлов преобладают ретикулярные клетки, на долю которых приходится $56,69 \pm 5,23\%$ общего количества клеток. Лимфоидная популяция представлена малыми, средними и большими лимфоцитами, количество которых составляет $20,86 \pm 0,55\%$, $4,48 \pm 0,11\%$ и $17,20 \pm 0,75\%$ соответственно. На долю клеток с фигурами митоза приходится $0,44 \pm 0,01\%$. Иногда в паренхиме КБЛУ могут встречаться единичные макрофаги, нейтрофильные и базофильные гранулоциты (табл. 1, рис. 3). Строма узлов представлена ретикулярными клетками и во-

локнами; последние тонкие, извитые, расположены как свободно, так и образуют незамкнутые петли. Количество КБЛУ веретеновидной формы (рис. 4) не превышает двух и в среднем составляет $1,20 \pm 0,02$ с размерами $459,68 \pm 47,19 \times 135,81 \pm 9,92$ мкм и площадью $7188,9 \pm 313,2$ мкм².

Капсула таких узлов имеет толщину $16,39 \pm 1,66$ мкм и содержит коллагеновые, ретикулярные и эластические волокна, а также фибробласты и значительное количество миоцитов. Количество гладкомышечных клеток значительно больше, чем в узлах округлой и овальной форм, и распределены они равномерно на всем протяжении капсулы. СкС относительно равномерный, с шириной $11,87 \pm 1,33$ мкм. В нем наблюдается большое количество лимфоцитов, в некоторых случаях заполняющих просвет синуса до 45% его площади на срезе.

В большинстве КБЛУ веретеновидной формы начинается корково-мозговая дифференцировка. Это проявляется в увеличении количества и более плотного расположения лимфоидных клеток, главным образом малых

Таблица 2

Клеточный состав ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) краниальных брыжеечных лимфатических узлов веретеновидной формы, расположенных проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, у новорожденных крыс на площади 15 000 мкм² срединного продольного среза

Table 2

Cellular composition ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) of fusiform cranial mesenteric lymph nodes located proximal to the origin of the ileocolic artery in neonatal rats over an area of 15,000 μm^2 of the median longitudinal section

Вид клеток / Type of cells	Содержание клеток / Cell content			
	зона формирующегося коркового вещества / zone of developing cortex		зона формирующегося мозгового вещества / zone of developing medulla	
	абсолютное / absolute	%	абсолютное / absolute	%
Малые лимфоциты / Small lymphocytes	$60,19 \pm 5,30$	$48,42 \pm 5,03$	$29,12 \pm 0,98$	$33,37 \pm 1,07$
Средние лимфоциты / Medium lymphocytes	$19,42 \pm 2,31$	$15,62 \pm 2,20$	$11,93 \pm 0,48$	$13,68 \pm 0,61$
Лимфобласты / Lymphoblasts	$15,39 \pm 1,16$	$12,38 \pm 1,02$	$9,01 \pm 0,44$	$10,33 \pm 0,50$
Ретикулярные клетки / Reticular cells	$26,87 \pm 2,10$	$21,62 \pm 2,05$	$36,46 \pm 1,21$	$41,74 \pm 2,28$
Макрофаги / Macrophages	$0,34 \pm 0,02$	$0,27 \pm 0,01$	Единичные / Single	—
Нейтрофильные гранулоциты / Neutrophil granulocytes	$0,48 \pm 0,02$	$0,39 \pm 0,01$	—	—
Базофильные гранулоциты / Basophilic granulocytes	$0,69 \pm 0,03$	$0,56 \pm 0,02$	—	—
Клетки с фигурами митоза / Cells with mitotic figures	$0,92 \pm 0,03$	$0,74 \pm 0,02$	$0,68 \pm 0,02$	$0,50 \pm 0,02$

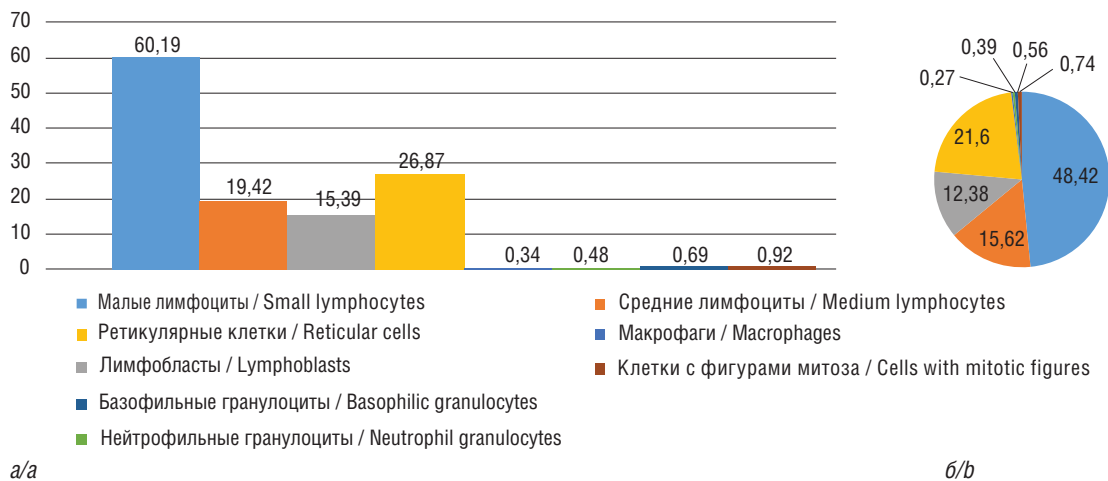


Рис. 5. Клеточный состав зоны формирующегося коркового вещества веретеновидных брыжеечных лимфатических узлов: *a* — абсолютные значения; *б* — относительные значения

Fig. 5. Cellular composition of the zone of forming cortex of fusiform mesenteric lymph nodes: *a* — absolute values; *b* — relative values

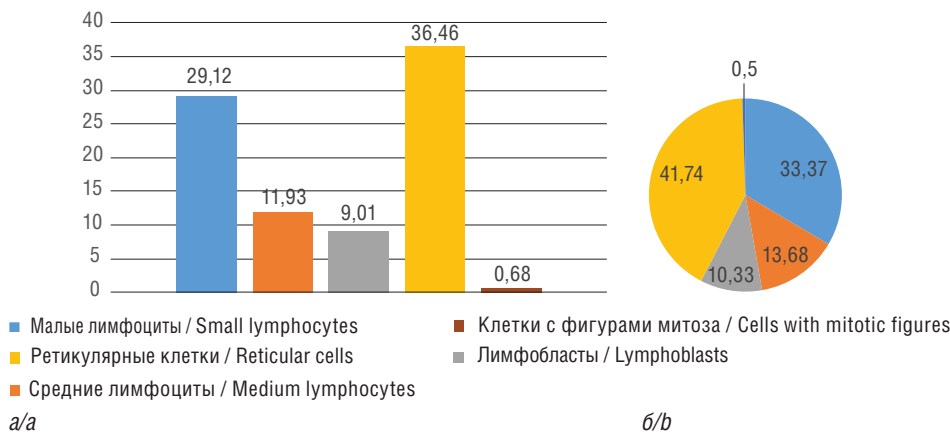


Рис. 6. Клеточный состав зоны формирующегося мозгового вещества веретеновидных брыжеечных лимфатических узлов: *a* — абсолютные значения; *б* — относительные значения

Fig. 6. Cellular composition of the zone of forming medulla of fusiform mesenteric lymph nodes: *a* — absolute values; *b* — relative values

лимфоцитов. Межузелковые и мозговые лимфатические синусы не сформированы.

Клеточная популяция узлов представлена лимфоидными элементами — малыми, средними и большими лимфоцитами, а также ретикулярными клетками. При этом в зоне будущего коркового вещества преобладают малые лимфоциты. Их доля составляет $49,64 \pm 5,23\%$, средних лимфоцитов — $15,62 \pm 2,20\%$, больших лимфоцитов — $12,38 \pm 1,02\%$, ретикулярных клеток — $12,62 \pm 2,05\%$ и клеток с фигурами митозов — $0,74 \pm 0,02\%$. В зоне же будущего мозгового вещества преобладают ретикулярные клетки, где на их долю приходится $41,74 \pm 2,28\%$. Среди лимфоидных клеток преобладают малые лимфоциты. Их содержание составляет $33,37 \pm 1,07\%$, сред-

них лимфоцитов — $13,68 \pm 0,61\%$, больших лимфоцитов — $10,33 \pm 0,50\%$, количество митотически делящихся клеток — $0,50 \pm 0,02\%$. В веретеновидных узлах регистрируется некоторое количество макрофагов, нейтрофильных и базофильных гранулоцитов (табл. 2, рис. 5, 6).

Ретикулярные волокна стромы КБЛУ веретеновидной формы расположены в виде замкнутых и незамкнутых петель, часть волокон лежит свободно. В отделах узлов, находящихся под капсулой напротив ворот и в непосредственной близости от них, определяются замкнутые петли ретикулярных волокон, а в отделах, занимающих промежуточную позицию между ними, находятся свободно расположенные ретикулярные волокна и их незамкнутые петли (рис. 7).

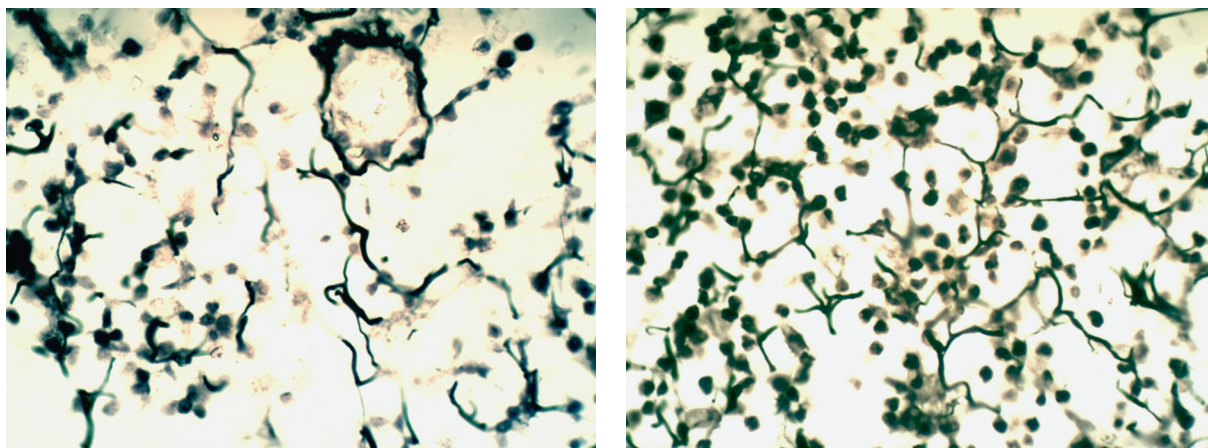


Рис. 7. Ретикулярные волокна в паренхиме веретеновидного брыжеечного лимфатического узла: *a* — свободно расположенные; *б* — замкнутые и незамкнутые петли ретикулярных волокон. Окраска: импрегнация азотнокислым серебром по Футу. Об. 40. Ок. 10

Fig. 7. Reticular fibers in the parenchyma of the fusiform mesenteric lymph node: *a* — freely located; *b* — closed and unclosed loops of reticular fibers. Staining: impregnation with silver nitrate according to Foote. Lens 40. Ocular 10

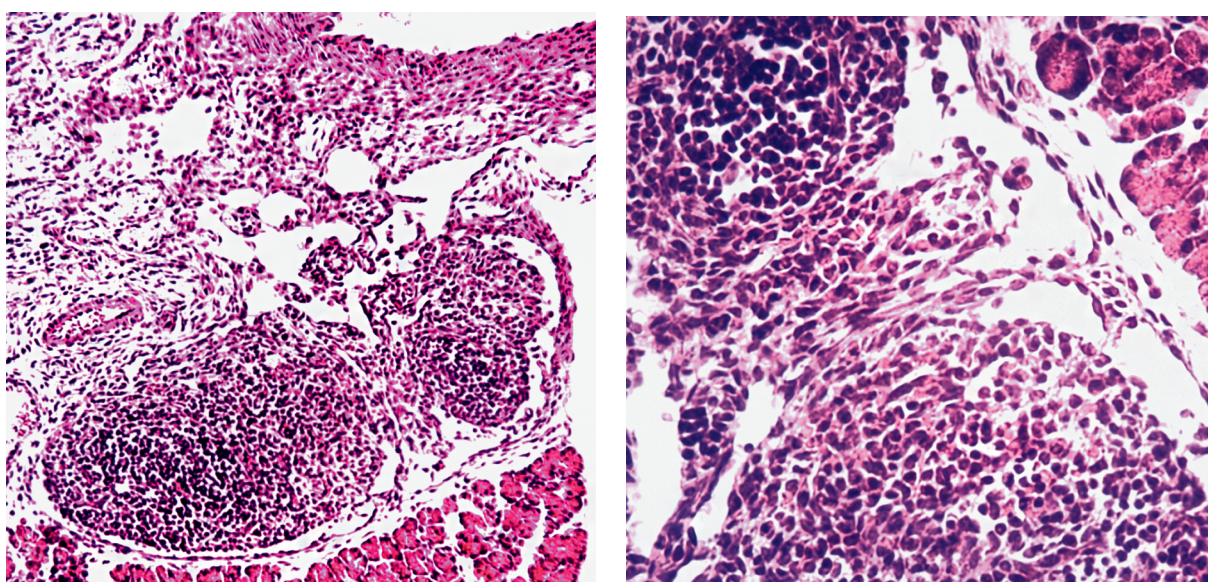
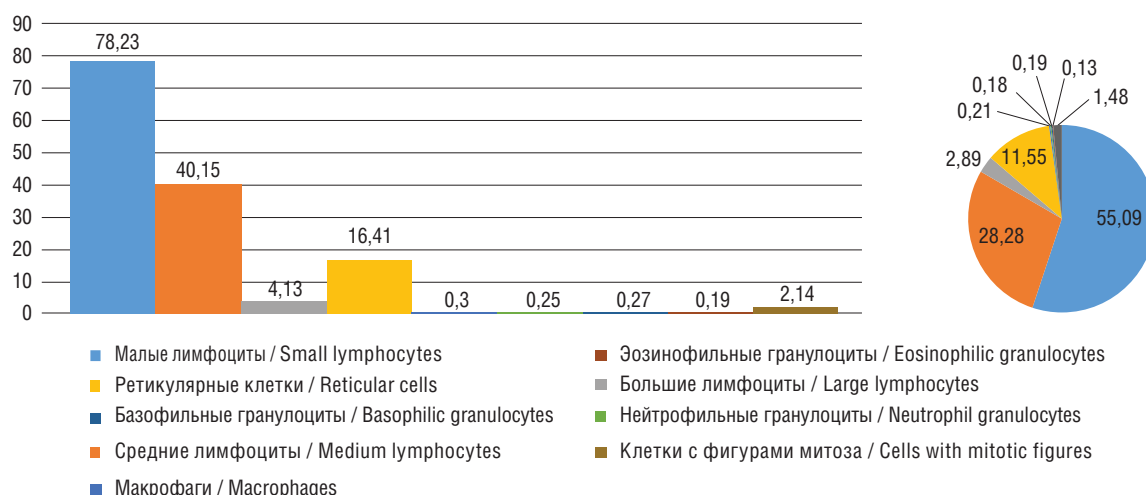


Рис. 8. Бобовидный брыжеечный лимфатический узел: *a* — общий вид узла (Об. 10, Ок. 10); *б* — фрагментированный субкапсулярный синус (Об. 40, Ок. 10). Окраска гематоксилином–эозином

Fig. 8. Bean-shaped mesenteric lymph node: *a* — general view of the node (Lens 10, Ocular 10); *b* — fragmented subcapsular sinus (Lens 40, Ocular 10). Hematoxylin and eosin staining

Количество КБЛУ бобовидной формы — 2–3, в среднем $2,85 \pm 0,04$. На продольных срединных срезах они имеют размеры $521,21 \pm 49,62 \times 234,93 \pm 23,42$ мкм, а площадь $17\,642,11 \pm 671,35$ мкм². Особенностью этих узлов является их достаточно симметричное расположение относительно ствола краниальной брыжеечной артерии, и локализация непосредственно над местом отхождения подвздошно-ободочной артерии.

Капсула КБЛУ бобовидной формы имеет толщину $21,77 \pm 2,58$ мкм. В ней определяется значительное количество коллагеновых, ретикулярных и эластических волокон, а также клеточных элементов, главным образом миоцитов. Ширина СКС составляет $15,60 \pm 0,93$ мкм, и для него характерна четко выраженная фрагментация и относительно небольшое количество клеток лимфоидного ряда, однако их значительно меньше, чем в узлах веретеновидной формы.

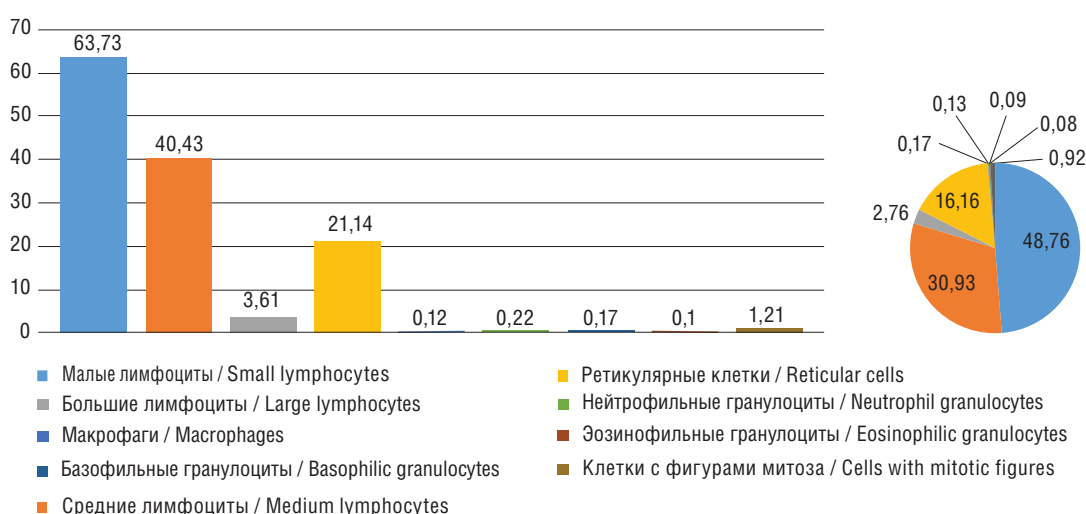


a/a

b/b

Рис. 9. Клеточный состав первичных узелков бобовидных брыжеечных лимфатических узлов: а — абсолютные значения; б — относительные значения

Fig. 9. Cellular composition of primary nodules of bean-shaped mesenteric lymph nodes: a — absolute values; b — relative values



a/a

b/b

Рис. 10. Клеточный состав межузелковых частей коркового вещества узелков бобовидных брыжеечных лимфатических узлов: а — абсолютные значения; б — относительные значения

Fig. 10. Cellular composition of the internodal parts of the cortex of the nodules of the bean-shaped mesenteric lymph nodes: a — absolute values; b — relative values

МС и МЛС хорошо выражены, а их ширина в среднем равна $6,32 \pm 0,12$ мкм и $19,15 \pm 0,90$ мкм соответственно (рис. 8).

Паренхима бобовидных КБЛУ характеризуется разделением на корковое и мозговое вещество и наличием первичных узелков. Площадь коркового вещества таких узлов составляет $11\ 325,24 \pm 107,72$ мкм², а мозгового — $3599,65 \pm 87,34$ мкм²; корково-мозговой индекс равен $3,15 \pm 0,32$. Узелковая часть коры занимает площадь в $9166,37 \pm 112,36$ мкм², глубокая часть — $2929,11 \pm 65,35$ мкм². Количество

первичных узелков не превышает трех, чаще встречаются два узелка. Размеры узелков на срезе составляют $143,58 \pm 7,44 \times 88,70 \pm 2,45$ мкм. Ширина межузелковых частей при этом равна $55,36 \pm 6,17$ мкм.

Во всех структурно-функциональных частях паренхимы КБЛУ бобовидной формы преобладают малые лимфоциты. На их долю приходится до $55,09 \pm 2,64\%$ в первичных узелках. Кроме малых лимфоцитов в паренхиме присутствуют средние лимфоциты, большие лимфоциты, ретикулярные клетки.

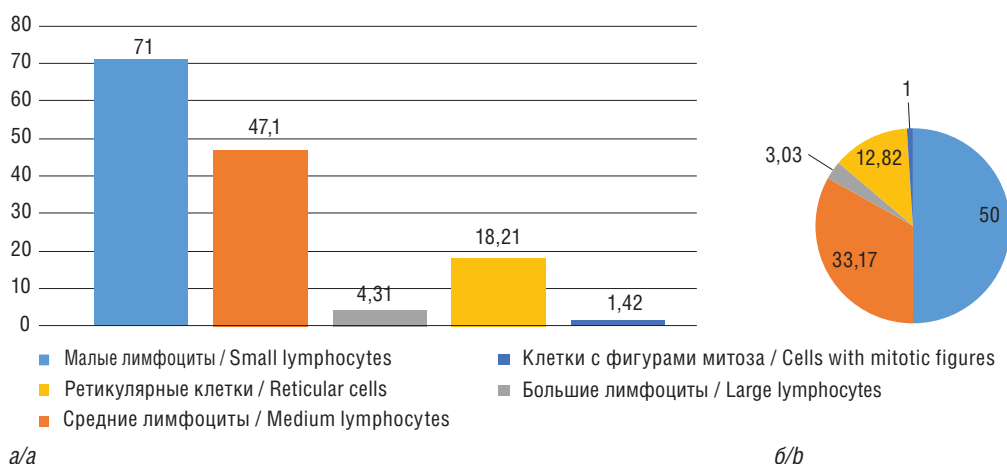


Рис. 11. Клеточный состав глубокой части коркового вещества бобовидных брыжеечных лимфатических узлов: *а* — абсолютные значения; *б* — относительные значения

Fig. 11. Cellular composition of the deep part of the cortex of the bean-shaped mesenteric lymph nodes: *a* — absolute values; *b* — relative values

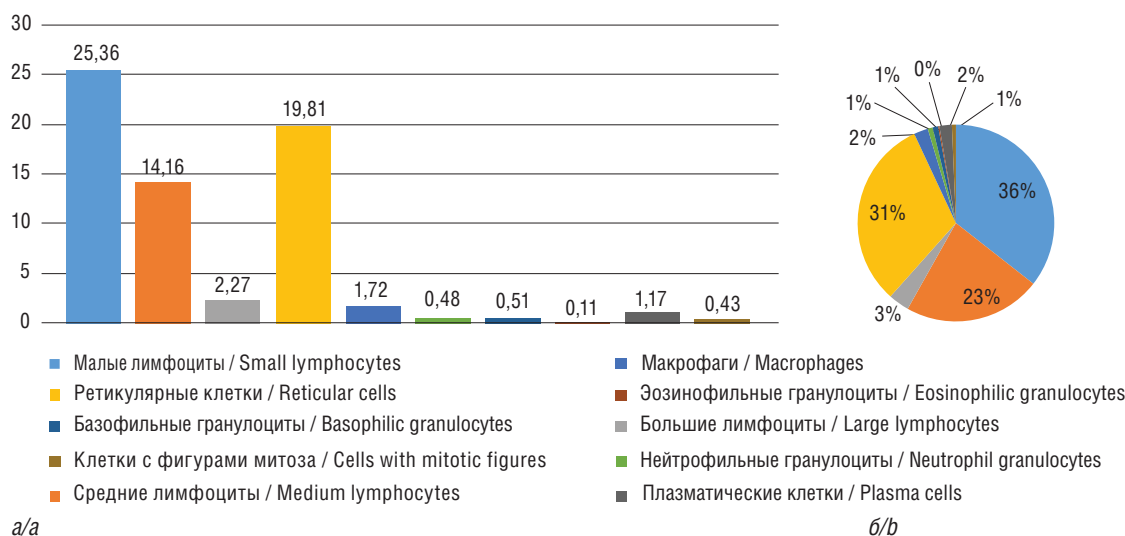


Рис. 12. Клеточный состав мозговых тяжей бобовидных брыжеечных лимфатических узлов: *а* — абсолютные значения; *б* — относительные значения

Fig. 12. Cellular composition of the medullary cords of the bean-shaped mesenteric lymph nodes: *a* — absolute values; *b* — relative values

Возрастает число макрофагов, базофильных и нейтрофильных гранулоцитов. Появляются эозинофильные гранулоциты, а в мозговых тяжях и плазматические клетки. Клеточный состав данных узлов представлен на рисунках 9–12 и в таблице 3.

Ретикулярная строма бобовидных КБЛУ образована ретикулярными клетками и волокнами, последние образуют сеть с разными по размерам петлями. В диффузной части коркового вещества ретикулярные волокна формируют мелкопетлистую сеть. Вокруг первичных узелков они приобретают циркулярное

направление, а в самих узелках — немногочисленны и расположены рыхло. Ретикулярный волокнистый остов мозгового вещества имеет вид крупнопетлистой сети.

Строение краниальных брыжеечных лимфатических узлов, расположенных по ходу подвздошно-ободочной и продолжения краниальной брыжеечной артерий у новорожденных крыс

КБЛУ, расположенные по ходу подвздошно-ободочной и продолжения краниальной брыжеечной артерий, в 73% случаев представлены

Таблица 3

Клеточный состав ($\bar{X} \pm Sx$) краниальных брыжеечных лимфатических узлов бобовидной формы, расположенных проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, у новорожденных крыс на площади 15 000 мкм² срединного продольного среза

Table 3

Cellular composition ($\bar{X} \pm Sx$) of bean-shaped cranial mesenteric lymph nodes located proximally from the origin of the ileocolic artery in newborn rats over an area of 15,000 μm^2 of the median longitudinal section

Вид клеток / Type of cells	Содержание клеток / Cell content							
	первичные узелки / primary nodules		межузелковая часть / internodal part		глубокая часть / deep part		мозговые тязи / brain cords	
	абсолютное / absolute	%	абсолютное / absolute	%	абсолютное / absolute	%	абсолютное / absolute	%
Малые лимфоциты / Small lymphocytes	78,23 $\pm$ 2,81	55,09 $\pm$ 2,64	63,73 $\pm$ 2,30	48,76 $\pm$ 1,41	71,00 $\pm$ 3,21	50,00 $\pm$ 1,56	25,36 $\pm$ 1,16	38,41 $\pm$ 2,96
Средние лимфоциты / Medium lymphocytes	40,15 $\pm$ 2,26	28,28 $\pm$ 1,98	40,43 $\pm$ 2,21	30,93 $\pm$ 1,52	47,10 $\pm$ 2,59	33,17 $\pm$ 1,23	14,16 $\pm$ 1,70	21,44 $\pm$ 1,59
Большие лимфоциты / Large lymphocytes	4,13 $\pm$ 0,02	2,89 $\pm$ 0,02	3,61 $\pm$ 0,04	2,76 $\pm$ 0,02	4,31 $\pm$ 0,03	3,03 $\pm$ 0,01	2,27 $\pm$ 0,01	3,44 $\pm$ 0,02
Ретикулярные клетки / Reticular cells	16,41 $\pm$ 1,10	11,55 $\pm$ 1,10	21,14 $\pm$ 0,96	16,16 $\pm$ 1,10	18,21 $\pm$ 1,12	12,82 $\pm$ 0,71	19,81 $\pm$ 0,70	30,00 $\pm$ 2,15
Макрофаги / Macrophages	0,30 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,01	0,12 $\pm$ 0,01	0,08 $\pm$ 0,01	–	–	1,72 $\pm$ 0,01	2,61 $\pm$ 0,01
Нейтрофильные гранулоциты / Neutrophil granulocytes	0,25 $\pm$ 0,01	0,18 $\pm$ 0,02	0,22 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,01	–	–	0,48 $\pm$ 0,02	0,73 $\pm$ 0,02
Базофильные гранулоциты / Basophilic granulocytes	0,27 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,02	0,13 $\pm$ 0,02	–	–	0,51 $\pm$ 0,01	0,77 $\pm$ 0,02
Эозинофильные гранулоциты / Eosinophilic granulocytes	0,19 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,01	–	–	0,11 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,01
Плазматические клетки / Plasma cells	–	–	–	–	–	–	1,17 $\pm$ 0,03	1,78 $\pm$ 0,03
Клетки с фигурами митоза / Cells with mitotic figures	2,14 $\pm$ 0,01	1,48 $\pm$ 0,01	1,21 $\pm$ 0,01	0,92 $\pm$ 0,01	1,42 $\pm$ 0,02	1,00 $\pm$ 0,01	0,43 $\pm$ 0,01	0,65 $\pm$ 0,01

Таблица 4

Клеточный состав ($\bar{X} \pm Sx$) краниальных брыжеечных лимфатических узлов лентовидной и бобовидной форм, расположенных по ходу подвздошно-ободочной и продолжения краниальной брыжеечной артерий, на площади 15 000 мкм² срединного продольного среза

Table 4

Cellular composition ($\bar{X} \pm Sx$) of ribbon-shaped and bean-shaped cranial mesenteric lymph nodes located along the ileocolic and continuation of the cranial mesenteric arteries over an area of 15,000 μm^2 of the median longitudinal section

Вид клеток / Type of cells	Содержание клеток / Cell content							
	первичные узелки / primary nodules		межузелковая часть / internodal part		глубокая часть / deep part		мозговые тяжи / brain cords	
	абсолютное / absolute	%	абсолютное / absolute	%	абсолютное / absolute	%	абсолютное / absolute	%
Малые лимфоциты / Small lymphocytes	73,91±3,81	52,79±2,66	62,49±2,41	48,07±1,51	59,79±5,21	47,07±6,97	21,58±4,10	35,58±5,06
Средние лимфоциты / Medium lymphocytes	40,09±2,01	28,64±1,76	38,96±2,30	29,93±1,18	42,10±4,59	33,15±5,97	13,70±2,09	22,58±3,89
Большие лимфоциты / Large lymphocytes	3,28±0,08	2,34±0,02	3,54±0,06	2,72±0,05	4,31±0,03	3,39±0,29	2,09±0,07	3,44±0,07
Ретикулярные клетки / Reticular cells	19,49±1,96	13,92±1,19	23,14±2,01	17,80±2,01	18,21±3,12	14,34±3,01	19,07±0,99	31,43±1,25
Макрофаги / Macrophages	0,35±0,03	0,25±0,03	0,12±0,01	0,09±0,01	1,21±0,02	0,95±0,03	1,42±0,29	2,34±0,30
Нейтрофильные гранулоциты / Neutrophil granulocytes	0,28±0,03	0,20±0,01	0,26±0,02	0,20±0,02	–	–	0,49±0,01	0,81±0,03
Базофильные гранулоциты / Basophilic granulocytes	0,31±0,01	0,22±0,01	0,24±0,03	0,19±0,03	–	–	0,55±0,02	0,91±0,03
Эозинофильные гранулоциты / Eosinophilic granulocytes	0,22±0,02	0,16±0,01	0,11±0,02	0,08±0,01	–	–	0,13±0,01	0,21±0,01
Плазматические клетки / Plasma cells	–	–	–	–	–	–	1,24±0,02	2,04±0,03
Клетки с фигурами митоза / Cells with mitotic figures	2,07±0,02	1,48±0,02	1,19±0,02	0,92±0,01	1,39±0,03	1,09±0,08	0,40±0,04	0,66±0,02

одиночным узлом. При этом в 79% наблюдений имеет место одиночный узел лентовидной формы (рис. 13), а в 21% — узел бобовидной формы. На 27% препаратов дистально от этого узла располагаются узлы овальной формы.

Размеры лентовидных узлов составляют $1671,51 \pm 65,23 \times 308,98 \pm 15,63$ мкм, площадь — $32\,587,28 \pm 1102,23$ мкм². Узлы бобовидной формы имеют размеры $695,63 \pm 84,36 \times 319,29 \pm 50,10$ мкм, а их площадь — $26\,201,89 \pm 965,32$ мкм². Узлы этих форм характеризуются дифференцировкой паренхимы на корковое и мозговое вещество и сформированными первичными узелками.

Капсула КБЛУ и лентовидной, и бобовидной форм этой топографической группы

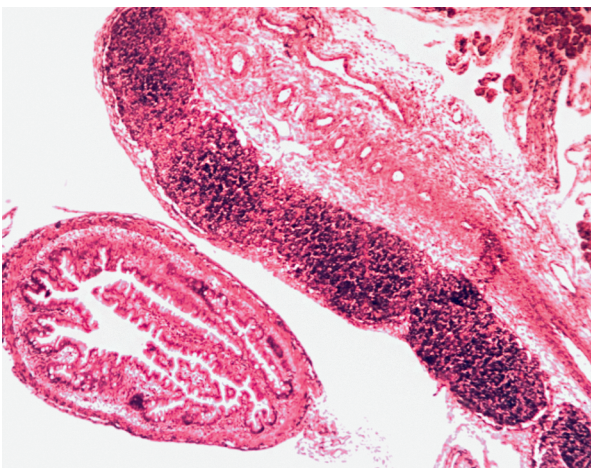


Рис. 13. Брыжеечный лимфатический узел лентовидной формы. Окраска гематоксилином–эозином. Об. 10. Ок. 10

Fig. 13. Ribbon-shaped mesenteric lymph node. Hematoxylin and eosin staining. Lens 10. Ocular 10

имеет толщину $32,64 \pm 3,48$ мкм, содержит ретикулярные, коллагеновые и эластические волокна. В ней хорошо различимы слои и находится большое количество миоцитов. СкС этих узлов всегда фрагментирован, его ширина неравномерна, с колебаниями от 17,75 до 39,91 мкм, и составляет в среднем $24,84 \pm 5,28$ мкм. На большем протяжении СкС заполнен лимфоцитами.

МС и МЛС выражены достаточно хорошо. Ширина МС равна $6,41 \pm 0,35$ мкм, а МЛС — $23,49 \pm 1,90$ мкм. Большинство из них заполнены лимфоидными клетками.

Площадь коркового вещества КБЛУ и лентовидной, и бобовидной форм составляет $24\,015,45 \pm 1039,12$ мкм², а мозгового — $6652,48 \pm 325,36$ мкм². Кортиково-мозговой индекс равен $3,61 \pm 0,09$. От общей площади коркового вещества на долю узелковой части приходится $19\,042,73 \pm 1230,89$ мкм², глубокой части — $7815,95 \pm 640,10$ мкм². Количество первичных узелков — $3,8 \pm 0,3$ с размерами $165,83 \pm 16,83 \times 132,37 \pm 6,76$ мкм, при ширине межузелковых частей $51,12 \pm 5,95$ мкм.

Клеточный состав узлов разнообразен. Во всех структурно-функциональных частях КБЛУ лентовидной и бобовидной форм преобладают малые лимфоциты. Их количество колеблется от $35,58 \pm 5,06$ в мягкотных тяжках до $52,79 \pm 2,66$ в первичных узелках. Клеточный состав данных узлов представлен в таблице 4 и на рисунках 14–17.

В КБЛУ и лентовидной, и бобовидной форм ретикулярные волокна в корковом веществе формируют мелкопетлистую сеть, а в мозговом веществе — крупнопетлистую. В области

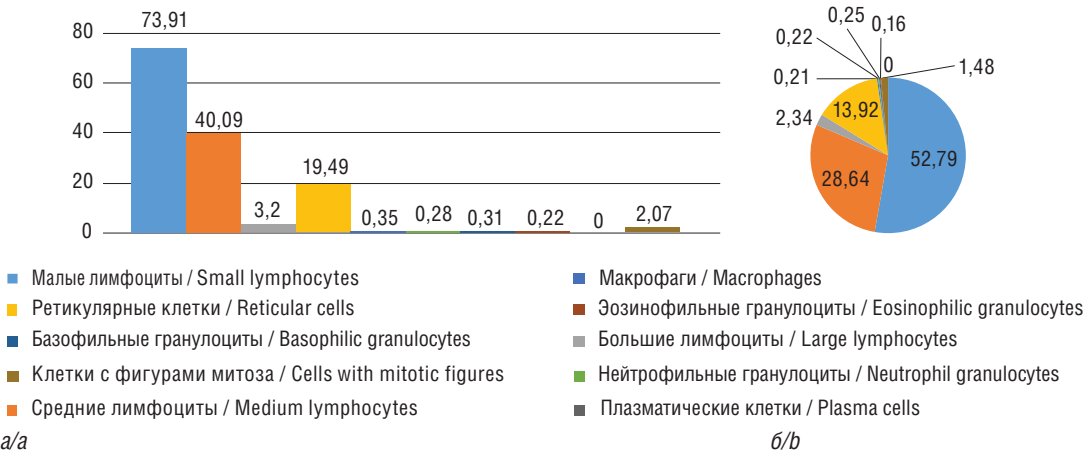


Рис. 14. Клеточный состав первичных узелков лентовидных брыжеечных лимфатических узлов: а — абсолютные значения; б — относительные значения

Fig. 14. Cellular composition of primary nodules of ribbon-shaped mesenteric lymph nodes: а — absolute values; б — relative values

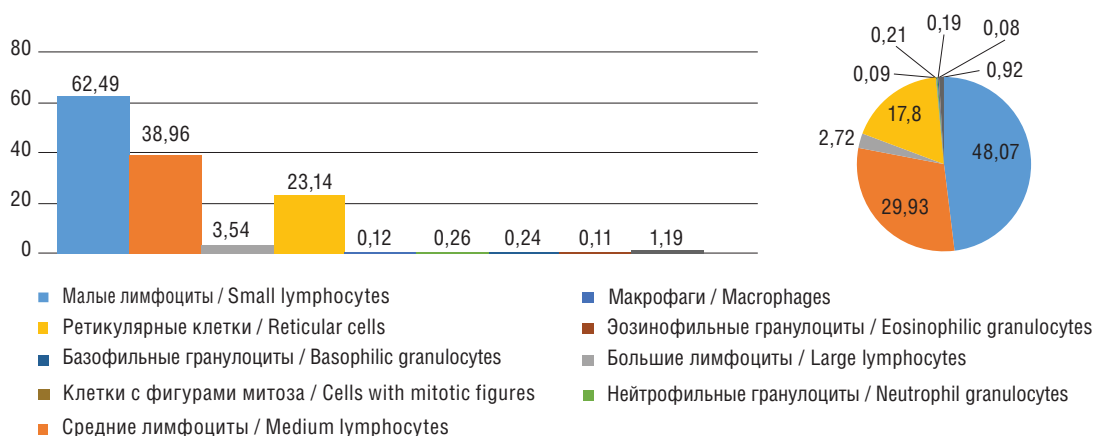


Рис. 15. Клеточный состав межузловых частей лентовидных брыжеечных лимфатических узлов: *a* — абсолютные значения; *б* — относительные значения

Fig. 15. Cellular composition of the internodal parts of the ribbon-shaped mesenteric lymph nodes: *a* — absolute values; *b* — relative values

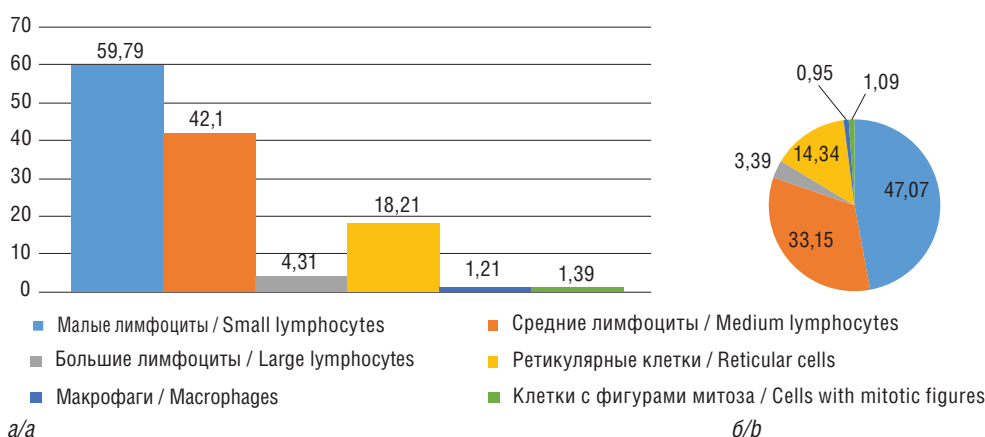


Рис. 16. Клеточный состав глубоких частей коры лентовидных брыжеечных лимфатических узлов: *a* — абсолютные значения; *б* — относительные значения

Fig. 16. Cellular composition of the deep part of the cortex of the ribbon-shaped mesenteric lymph nodes: *a* — absolute values; *b* — relative values

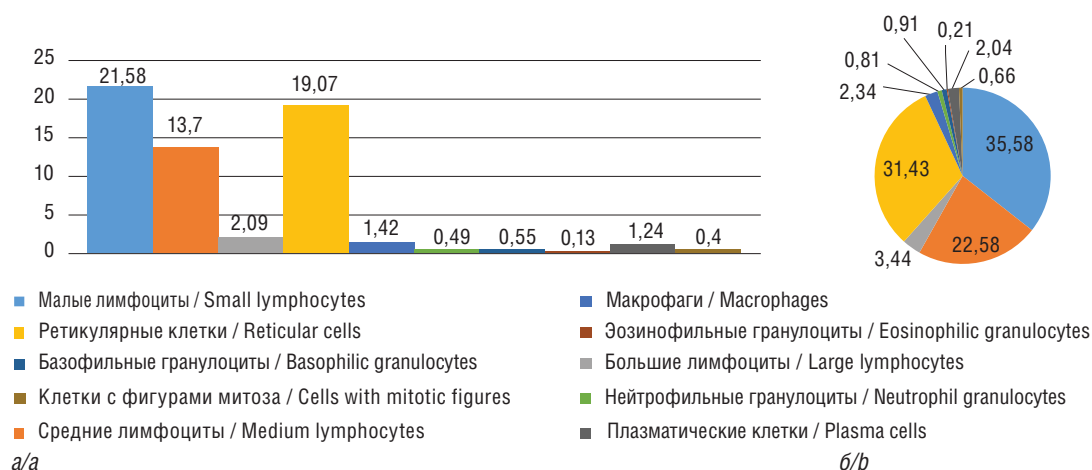


Рис. 17. Клеточный состав глубоких частей коры лентовидных брыжеечных лимфатических узлов: *a* — абсолютные значения; *б* — относительные значения

Fig. 17. Cellular composition of the deep part of the cortex of the ribbon-shaped mesenteric lymph nodes: *a* — absolute values; *b* — relative values

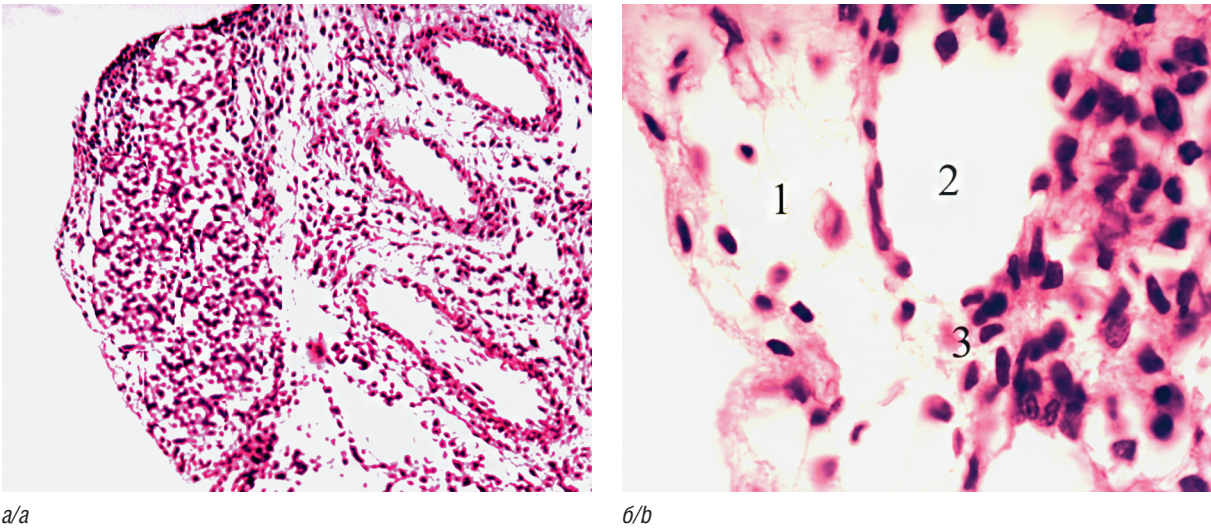


Рис. 18. Участок разрыхленной капсулы (1), субкапсулярный синус (2) и трабекула (3) овального брыжеечно-лимфатического узла. Окраска гематоксилином–эозином. (а — Об. 10. Ок. 10; б — Об. 100. Ок. 10)
Fig. 18. Area of loosened capsule (1), subcapsular sinus (2) and trabecula (3) of the oval mesenteric lymph node. Hematoxylin and eosin staining. (a — Lens 10. Ocular 10; b — Lens 100. Ocular 10)

Таблица 5

Клеточный состав ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) краниальных брыжеечных лимфатических узлов овальной формы, расположенных по ходу подвздошно-ободочной и продолжения краниальной брыжеечной артерий, на площади 15 000 мкм² срединного продольного среза

Table 5

Cellular composition ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) of oval-shaped cranial mesenteric lymph nodes located along the ileocolic and continuation of the cranial mesenteric arteries over an area of 15,000 μm² of the median longitudinal section

Вид клеток / Type of cells	Содержание клеток / Cell content	
	абсолютное / absolute	%
Малые лимфоциты / Small lymphocytes	17,11±1,21	21,21±1,13
Средние лимфоциты / Medium lymphocytes	2,51±0,03	3,11±0,04
Большие лимфоциты / Large lymphocytes	9,89±0,28	12,26±0,31
Ретикулярные клетки / Reticular cells	50,88±7,52	63,08±8,11
Клетки с фигурами митоза / Cells with mitotic figures	0,27±0,01	0,34±0,01

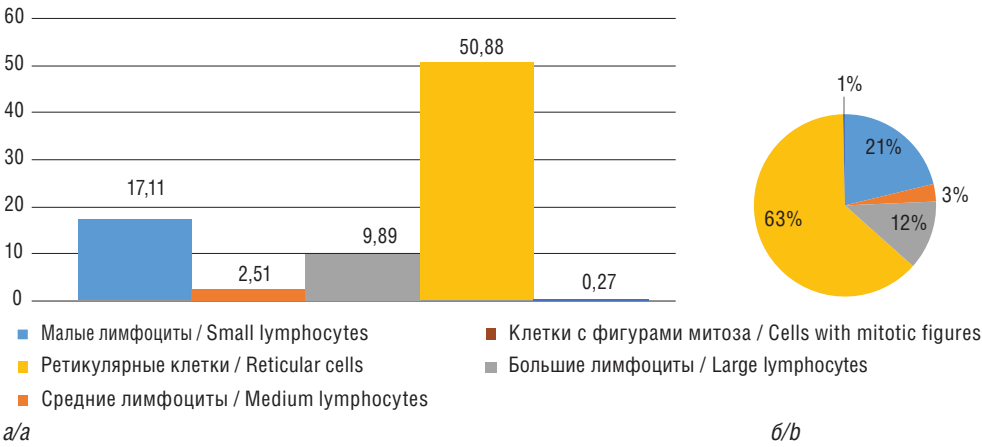


Рис. 19. Клеточный состав овальных брыжеечных лимфатических узлов: а — абсолютные значения; б — относительные значения
Fig. 19. Cellular composition of oval mesenteric lymph nodes: a — absolute values; b — relative values

первичных узелков волокна немногочисленны и располагаются свободно.

Как уже отмечалось, в 27% случаев каудально от бобовидного или лентовидного узла встречается одиночный, овальной формы узел. Его размеры в среднем составляют $484,38 \pm 21,80 \times 235,99 \pm 8,68$ мкм, а площадь — $16\,335,92 \pm 897,43$ мкм².

Капсула узла со средней толщиной $23,68 \pm 1,11$ мкм на некотором протяжении может иметь извитой ход и содержит коллагеновые и ретикулярные волокна. Помимо волокнистых структур в капсуле находятся фибробласты и единичные миоциты. Особенностью капсулы этих КБЛУ является наличие в ней большого количества кровеносных сосудов и локальных разрыхлений ее структуры, с образованием полостей, в которых могут располагаться лимфоциты. Чаще всего такие участки капсулы локализуются в области отхождения от нее трабекул, но могут обнаруживаться и в любых других ее участках (рис. 18). СкС сильно фрагментирован, имеет ширину $24,41 \pm 2,17$ мкм и содержит неравномерно распределенные на его протяжении лимфоидные клетки.

Паренхима такого КБЛУ не дифференцирована на корковое и мозговое вещества. В клеточном составе паренхимы узлов преобладают

ретикулярные клетки, доля которых составляет $63,08 \pm 8,11\%$. Лимфоидная популяция представлена малыми, средними и большими лимфоцитами, на долю которых приходится $21,21 \pm 1,13\%$, $3,11 \pm 0,04\%$ и $12,26 \pm 0,31\%$ соответственно. Содержание клеток с фигурами митоза — $0,34 \pm 0,01\%$ (табл. 5, рис. 19). Строма узла представлена свободно расположенными тонкими ретикулярными волокнами и клетками.

Строение краниальных брыжеечных лимфатических узлов, расположенных в илеоцекальной области, у новорожденных крыс

КБЛУ этой группы представлены округлыми узлами. Как правило (91% наблюдений), в илеоцекальной области расположен 1 узел, редко — 2 узла (9% случаев), что в среднем составляет $1,10 \pm 0,09$ (рис. 20). Средние размеры КБЛУ описываемой группы — $226,61 \pm 36,61 \times 164,60 \pm 29,97$ мкм, а площадь составляет $17\,167,20 \pm 598,79$ мкм².

Толщина капсулы равна $10,22 \pm 1,34$ мкм. Она содержит тонкие коллагеновые и ретикулярные волокна, а также единичные фибробласты. Местами капсула без четких границ переходит в прилежащую к узлу соединительную ткань, а также имеет участки разрыхления ее волокнистого остова. СкС фрагментирован, неравномерный по ширине, которая в среднем составляет $12,21 \pm 2,01$ мкм, может содержать лимфоидные клетки, формирующие локальные скопления.

Таблица 6

Клеточный состав ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) краниальных брыжеечных лимфатических узлов овальной формы, расположенных в илеоцекальной области, у новорожденных крыс на площади $15\,000$ мкм² срединного продольного среза

Table 6

Cellular composition ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) of oval-shaped cranial mesenteric lymph nodes located in the ileocecal region in newborn rats over an area of $15,000$ μm² of the median longitudinal section

Вид клеток	Содержание клеток	
	Абсолютное	%
Малые лимфоциты / Small lymphocytes	$5,64 \pm 0,20$	$8,87 \pm 0,23$
Средние лимфоциты / Medium lymphocytes	$0,14 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,01$
Большие лимфоциты / Large lymphocytes	$3,16 \pm 0,05$	$4,97 \pm 0,06$
Ретикулярные клетки / Reticular cells	$54,33 \pm 5,20$	$85,48 \pm 7,26$
Клетки с фигурами митоза / Cells with mitotic figures	$0,29 \pm 0,01$	$0,46 \pm 0,01$

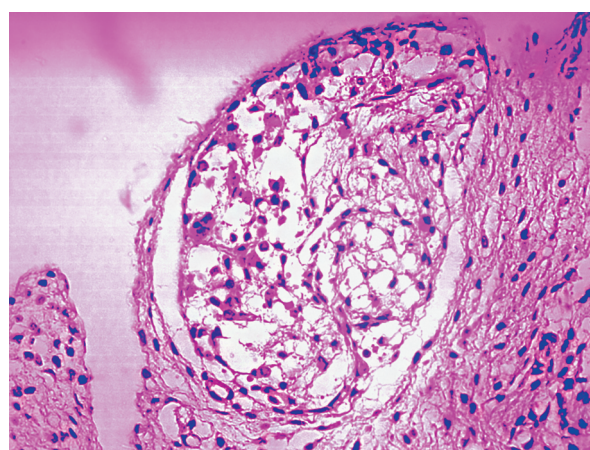


Рис. 20. Округлый брыжеечный лимфатический узел в илеоцекальной области. Окраска гематоксилином–эозином. Об. 10. Ок. 10

Fig. 20. Round mesenteric lymph node in the ileocecal region. Hematoxylin and eosin staining. Lens 10. Ocular 10

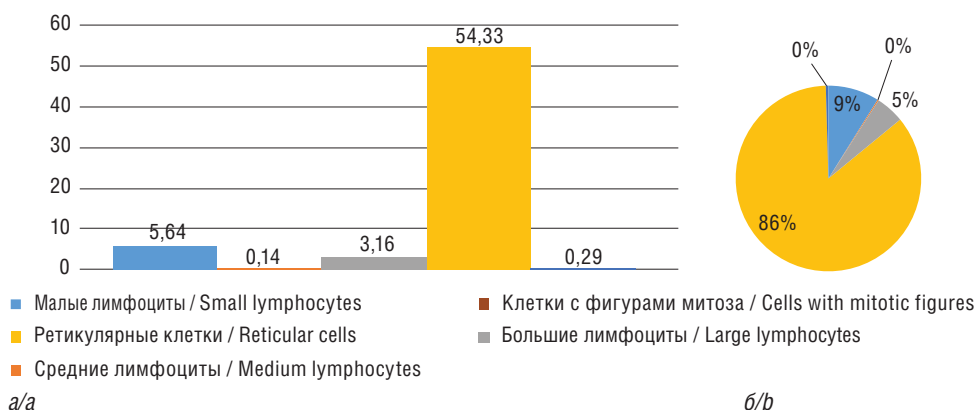


Рис. 21. Клеточный состав округлых брыжеечных лимфатических узлов в илеоцекальной области: *a* — абсолютные значения; *b* — относительные значения

Fig. 21. Cellular composition of round mesenteric lymph nodes in the ileocecal region: *a* — absolute values; *b* — relative values

Корково-мозговая дифференцировка в указанных КБЛУ отсутствует. В клеточном составе узлов преобладают ретикулярные клетки, которые составляют $85,48 \pm 7,26\%$ всей клеточной популяции. Из клеток лимфоидного ряда в этих узлах определяются малые, средние и большие лимфоциты ($8,87 \pm 0,23\%$, $0,22 \pm 0,01\%$ и $4,97 \pm 0,06\%$ соответственно); доля митотически делящихся клеток составляет $0,46 \pm 0,01\%$ (табл. 6, рис. 21). Ретикулярные волокна стромы расположены свободно и относительно редки на периферии узла, ближе к воротам количество волокон увеличивается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, КБЛУ новорожденных крыс обладают высокой степенью полиморфизма, зрелости и морфометрическими параметрами. Наиболее морфологически зрелые КБЛУ определяются в области начального отрезка краниальной брыжеечной артерии и ее ветвей, проксимально от начала подвздошно-ободочной артерии, а также расположены по ходу последней и продолжения краниальной брыжеечной артерии (I и II топографические группы), а наименее зрелые — в области илеоцекального угла (III топографическая группа). При этом на срединных продольных срезах площадь КБЛУ со сформированными первичными узелками в I группе составляет $31\,755,79 \pm 891,32$ мкм², а во II группе — $32\,587,28 \pm 913,32$ мкм², что говорит о достаточно равномерном распределении более зрелой лимфоидной ткани в этих топографических группах у новорожденных крысят. В то же время суммарная площадь КБЛУ I топографической группы на средин-

ных продольных срезах на 29% больше, чем в КБЛУ II группы, что может свидетельствовать о больших иммунологических потенциях узлов I группы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Исследования проводились с соблюдением требований Федерального закона «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 27.12.2018 № 498-ФЗ и рекомендаций Коллегии Евразийской экономической комиссии от 14.11.2023 г. № 33 «О Руководстве по работе с лабораторными (экспериментальными) животными при проведении доклинических (неклинических) исследований».

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the

article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

The studies were conducted in compliance with the requirements of the Federal Law “On Responsible Treatment of Animals and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation” dated 27.12.2018 No. 498-FZ and the recommendations of the Board of the Eurasian Economic Commission dated 14.11.2023 No. 33 “On the Guidelines for Working with Laboratory (Experimental) Animals during Pre-clinical (Non-Clinical) Studies”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадриева Э.А. Общие закономерности и регионарные особенности морфологических перестроек лимфатических узлов при действии стрессов и антигенных факторов. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 1979.
2. Иосифов Г.М. Лимфатическая система серой крысы. Труды Ереванского зооветеринарного института. Ереван. 1944;8:227–255.
3. Карелина Н.Р., Артюх Л.Ю. Постнатальный онтогенез: тимус и лимфоидный аппарат кишечной стенки. Морфологические школы сегодня: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 20 мая 2022 года. Воронеж: Научная книга; 2022:176–180. EDN: DEQEHG.
4. Карелина Н.Р., Соколова И.Н., Хисамутдинова А.Р. Возрастные особенности строения и развития органов иммунной системы человека. Российские биомедицинские исследования. 2021;6(4):47–61.
5. Крылова Н.В. Некоторые закономерности морфологии выносящих сосудов висцеральных лимфатических узлов брюшной полости млекопитающих. Архив АГЭ. 1959;10:67–73.
6. Пола А.П., Угримова В.Е. Развитие лимфатических узлов брыжеечных отделов кишечника у человека. Материалы IX научной конференции по сравни-

тельной морфологии, физиологии и биохимии. М.: Просвещение; 1969:360–361.

7. Рахимов Я.А. Грудной проток млекопитающих. Душанбе: Ирфон; 1968.
8. Флоренсов В.А. Кровотворная функция лимфатических узлов в онтогенезе и эволюции позвоночных. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1966;51(9):48–60.

REFERENCES

1. Badrieva E.A. General patterns and regional features of morphological transformations of lymph nodes under the influence of stress and antigenic factors. PhD thesis. Moscow; 1979. (In Russian).
2. Iosifov G.M. The lymphatic system of the gray rat. Trudy Erevanskogo zooveterinarnogo instituta. Yerevan. 1944;8:227–255. (In Russian).
3. Karelina N.R., Artyukh L.Yu. Postnatal ontogenesis: the thymus and the lymphoid apparatus of the intestinal wall. Morfologicheskie shkoly segodnya: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 20 maya 2022 goda. Voronezh: Nauchnaya kniga; 2022:176–180. EDN: DEQEHG. (In Russian).
4. Karelina N.R., Sokolova I.N., Khisamutdinova A.R. Age-related features of the structure and development of the immune system organs in humans. Russian Biomedical Research. 2021;6(4):47–61. (In Russian).
5. Krylova N.V. Some regularities of the morphology of the efferent vessels of visceral lymph nodes of the abdominal cavity of mammals. Arkhiv AGE. 1959;10:67–73. (In Russian).
6. Pola A.P., Ugrimova V.E. Development of lymph nodes of the mesenteric sections of the intestine in humans. Materialy IX nauchnoy konferentsii po sravnitel'noy morfologii, fiziologii i biokhimii. Moscow: Prosveshchenie; 1969:360–361. (In Russian).
7. Rakhimov Ya.A. The thoracic duct of mammals. Dushanbe: Irfon; 1968. (In Russian).
8. Florensov V.A. Hematopoietic function of lymph nodes in the ontogenesis and evolution of vertebrates. Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii. 1966;51(9):48–60. (In Russian).