

Т. С. Гусейнов, С. Т. Гусейнова

## АНАТОМИЯ КРОВЕНОСНОГО И ЛИМФАТИЧЕСКОГО РУСЕЛ ТОНКОЙ КИШКИ ПРИ ДЕГИДРАТАЦИИ

### Аннотация.

*Актуальность и цели:* описание морфологических проявлений сосудистого русла в стенках тонкой кишки при дегидратации.

*Материал и методы.* Использовали современные анатомические, гистологические и сосудистые методы исследования стенок тонкой кишки 40 белых крыс при обезвоживании на третьи, шестые, десятые сутки. Крыс содержали без доступа к воде, кормили сухим овсом.

*Результаты.* Установлено, что при дегидратации, в зависимости от сроков длительности, наступают морфометрические изменения, выражающиеся в уменьшении диаметра и плотности сетей кровеносных капилляров. В каудальном направлении тонкой кишки объем и размеры гемо- и лимфокапилляров уменьшаются в пределах 9,6–15,5 %. Калибр прекапилляров после трех суток дегидратации уменьшается на 12 %, через шесть суток – на 15 %, через десять суток – на 17 %.

*Выводы.* Общей закономерностью дегидратации является расширение размеров кровеносных и лимфатических капилляров и сосудов, урежение сетей капилляров и т.д.

**Ключевые слова:** микроциркуляторное русло, белая крыса, тонкая кишка, дегидратация.

T. S. Guseynov, S. T. Guseynova

## ANATOMY OF THE BLOOD AND LYMPHATIC CHANNELS OF THE SMALL INTENSTINE AT DEHYDRATION

### Abstract.

*Background.* The aim of the study is to describe morphological manifestations of the bloodstream in the small intenstine's walls at dehydration.

*Materials and methods.* The authors used modern anatomic, histological and vascular methods of researching the small intenstine's walls in 40 white rats at dehydration after 3, 6 and 10 days. The rats were fed by dry oats without any water.

*Results.* It has been established that at dehydration, depending on duration terms, there occur morphometric changes that are expressed by the decreased diameter and density of the blood channel networks. In the caudal direction of the small intenstine the volume and sizes of hemo- and lymphocapillaries decrease within 9,6-15,5%. The size of precapillaries after 3 days of dehydration decreases by 12%, after 6 days – by 15%, after 10 days – by 17%.

*Conclusions.* A general regularity of dehydration is the increase of blood and lymphatic capillaries' and channels' sizes, the curtailing of capillary networks etc.

**Key words:** bloodstream, white rat, lymphatic channel, small intestine, dehydration.

### Введение

Проблема дегидратации и водно-электролитного обмена организма в настоящее время приобретает чрезвычайно важное значение при отравлениях, рвотах, кишечной инфекции, острых катастрофических ситуациях (терро-

ристические акты, взрывы, аварии, травмы, ожоги и т.д.), при длительном постельном режиме, гипертермии, полиурии (диабете), иммобилизации, гонке веса, посещении сауны, парилки и т.д.

В жидкостном обмене организма значительное место занимают компоненты гемомикроциркуляторного русла (ГМЦР). Водный гомеостаз и микрогемодинамические пути тесно взаимосвязаны в условиях нормы, патологии и эксперимента.

Нельзя недооценить значения микроциркуляции и лимфатического русла в поддержании водного гомеостаза в организме [1].

*Цель исследования* – выявление морфологических изменений в ГМЦР стенок тонкой кишки при дегидратации разной длительности (три, шесть, десять суток).

### **Методы исследования**

Материалом для исследования послужили 40 половозрелых белых крыс линии «Vistar» массой 180–200 г. Опыты проводили по четырем сериям: первая группа – контрольные (интактные) крысы (десять экземпляров); вторая группа – крысы при дегидратации три дня (десять экземпляров); третья группа – крысы при дегидратации шесть дней (десять экземпляров); четвертая группа – крысы при дегидратации десять суток (десять экземпляров). Дегидратацию животных производили путем кормления сухим овсом без доступа к воде в течение трех, шести, десяти суток. Такая модель широко применяется в эксперименте в биологии и медицине [2–4].

При дегидратации в первую очередь страдают сердечно-сосудистая (микроциркуляция), пищеварительная, мочевиная и иммунная системы. Однако морфологические изменения, которые происходят в иммунных органах, кровеносном и лимфатическом руслах и лимфатических узлах, недостаточно изучены и нуждаются в целенаправленном исследовании.

Вопросы дегидратации разрабатывались рядом ученых [2–7], однако проблемы морфогенеза кровеносного и лимфатического русел и иммунных органов недостаточно освещены в отечественной и зарубежной литературе.

Лимфатическое русло со своими структурами участвует в сохранении гомеостаза, метаболизма, гуморального равновесия. Глубокие знания по анатомии и физиологии кровеносной и лимфатической систем позволяют управлять водным обменом, дренажем лимфы, лимфостимуляцией, лимфокоррекцией.

Обезвоживание и эвтаназию экспериментальных животных проводили в соответствии с приказом МЗ СССР № 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных» и «Методическими рекомендациями по выведению животных из эксперимента и эвтаназии экспериментальных животных» МЗ СССР (1985).

Проведено макро- и микроскопическое препарирование, а также морфометрия ГМЦР. Окраска гистологических препаратов, полученных на препаратах с инъецированными лимфатическими капиллярами, посткапиллярами и сосудами, проведена по Ван Гизон, гематоксилин-эозином, азур II – эозином, пучков коллагеновых волокон – по Маллори, эластических волокон – фуксином по Вейгерту, ретикулярных волокон – по Футу, окраска по Романовскому – Гимзе, Курнику, азотнокислым серебром по В. В. Куприянову.

Приготовление гистологических препаратов лимфоидных узелков было проведено по [5]. Изучение цитоконструкций клеток и соединительной ткани осуществлено общепринятым методом счета с использованием микроскопа МБС-9 с окулярным микрометром и сеткой А. А. Глаголева в модификации С. Б. Стефанова. Достоверность различия оценивали при  $p \leq 0,05$ .

Статистическую обработку морфометрических данных проводили с использованием компьютера Pentium IV по программе Biostat Exс. Для выявления и описания взаимоотношений кровеносного и лимфатического русел использовали полихромную инъекцию сосудов.

### Результаты исследования

Под воздействием факторов депривации воды, в зависимости от сроков длительности ее, наступают морфометрические изменения, выражающиеся в уменьшении диаметра и плотности сетей кровеносных капилляров (табл. 1).

Таблица 1

Диаметр (мкм) звеньев ГМЦР слизистой оболочки тонкой кишки у белых крыс при дегидратации ( $X \pm SX$ )

Звенья ГМЦР	Интактные крысы	Сроки дегидратации (сутки)		
		Третьи	Шестые	Десятые
Артериола	26,1 ± 0,2	24,2 ± 0,2	20,3 ± 0,3	18,4 ± 0,1
Прекапилляр	16,7 ± 0,1	14,2 ± 0,1	11,4 ± 0,2	10,5 ± 0,2
Капилляр	5,8–6,4	5,2–5,8	4,9–5,1	4,5–5,0
Посткапилляр	22,3 ± 0,2	20,4 ± 0,1	17,4 ± 0,2	15,4 ± 0,1
Венула	26,1 ± 0,1	25,2 ± 0,2	23,4 ± 0,1	21,2 ± 0,2

При анализе данных, полученных с препаратов, отмечается, что по мере удлинения сроков депривации воды уменьшается диаметры артериол после третьих суток на 9,6 %, после шестых суток – 12 %, после десятых суток – на 15,5 %. По сравнению с трехсуточным периодом обезвоживания после десяти суток диаметр артериол уменьшается почти в 1,3 раза. Аналогичные изменения наблюдаются и в других звеньях ГМЦР.

Так, калибр прекапилляров после трех суток уменьшается на 12 %, через шесть суток – на 15 %, через десять суток – на 17 %. Таким образом, в приносящем кровь сегменте ГМЦР страдают артериолы и прекапилляры после обезвоживания.

Однако следует отметить, что если диаметр артериол и прекапилляров уменьшается значительно после обезвоживания, то у гемокапилляров урежается плотность сетей, а их диаметр уменьшается незначительно – на 11–13 %. Особое внимание обращаем на гистотопографию кровеносных и лимфатических капилляров в ворсинках тонкой кишки. Гистотопография и гистофизиология звеньев гемомикроциркуляторного русла, млечных синусов, кишечных эпителиоцитов меняются в динамике при дегидратации. В пищеварительном процессе (секреция, всасывание, иммунная защита и т.д.) велика роль именно этих участков как обеспечивающих нутритивное звено.

По признанию [8] при сердечно-сосудистых заболеваниях наиболее ранним является нутритивное звено ГМЦР.

Стремительное развитие ангиологии и лимфологии в наши дни связано с запросами практического здравоохранения и эффективностью результатов исследования в области теоретической и клинической морфологии сердечно-сосудистой системы [2].

Наши наблюдения совпадают с описанием микроциркуляторного русла и млечных синусов ворсинок тонкой кишки у белых крыс, приведенным в работе [2], где отмечается, что в каждой ворсинке тонкой кишки имеются лимфатический синус и подэпителиальная сеть гемокапилляров. Вокруг млечных синусов и кровеносных капилляров имеются различное число лаброцитов. Обнаружена тесная связь между всасыванием в тонкой кишке и с ее кровоснабжением и лимфотоком.

Указанные морфологические особенности ГМЦР и лимфатических путей ворсинок и крипт в экспериментальных условиях дегидратации не исследованы, но, несомненно, что в первую очередь страдают гемо- и лимфоциркуляторное русла и их соотношения с клеточными элементами ворсинок и кишечных крипт (лаброциты, кишечные эпителиоциты и т.д.).

Наши наблюдения не согласуются с описанием [1], утверждающим наличие в ворсинках лимфо-венозных анастомозов.

Учитывая большую дискуссию в литературе о слизистой оболочке, млечных синусах ворсинок и кишечных крипт, мы более подробно здесь описываем лимфатическое русло тонкой кишки (табл. 2).

Таблица 2

Размеры (мкм) лимфатического русла слизистой оболочки тонкой кишки белой крысы

Части тонкой кишки	Крипты		Лимфатическая капиллярная сеть слизистой оболочки			
	Глубина	Ширина (диаметр)	Величина петель, мкм	Диаметр капилляров, мкм	Плотность петель на 1 см <sup>2</sup>	Размеры лакун, мкм
Двенадцатиперстная	350–400	25–10	150×200	10–15	28×30	60–80
Тощая	250–300	20–50	150×225	18–20	24×25	50–60
Подвздошная	180–200	60–70	200×350	18–25	14×18	70–75

В каудальном направлении тонкой кишки уменьшается плотность ворсинок на 1 см<sup>2</sup> площади. В двенадцатиперстной кишке преобладают узкие и высокие ворсинки, а в дистальном отделе (подвздошная кишка) ворсинки низкие и широкие, и, соответственно, в передней части (двенадцатиперстная и начальный отдел тощей кишки) тонкой кишки млечные синусы длинные и узкие, а в нижней части (подвздошная кишка) – короткие и широкие.

Млечные синусы ворсинок продолжаются в сеть лимфатических капилляров слизистой оболочки тонкой кишки белой крысы. Лимфатическая капиллярная сеть слизистой оболочки тонкой кишки белой крысы мелкопетлистая и образована узкими капиллярами. Морфометрические данные лимфатической сети слизистой оболочки тонкой кишки белой крысы приведены в табл. 2.

Результаты исследования показывают, что млечные синусы ворсинок в двенадцатиперстной кишке высокие, цилиндрические и находятся на рассто-

янии 20–25 мкм от основания кишечных эпителиоцитов. Кишечные крипты в двенадцатиперстной и тощей кишке почти в два раза глубже и уже по сравнению с подвздошной. Петли лимфатических капилляров и диаметр последних больше в тощей и подвздошной кишке. Плотность петель лимфатических капилляров на 1 см<sup>2</sup> в двенадцатиперстной кишке почти в два раза больше, чем в подвздошной.

Лимфатические капилляры слизистой оболочки тонкой кишки белой крысы соединяются с таковыми подслизистой основы. В последней сеть находится под мышечной пластинкой слизистой оболочки на глубине 60–90 мкм от нее. Сеть лимфатических капилляров подслизистой основы тонкой кишки белой крысы крупнопетлистая (250×375 – 175×400 мкм), преобладают треугольной формы петли. В лимфатической сети различаются лимфатические капилляры узкие (10–15 мкм) и более широкие (30–40 мкм). В местах слияния трех-четырёх лимфатических капилляров образуются многоугольные расширения до 180–220 мкм в диаметре. В области кишечных круговых складок петли лимфатической среды лежат плотнее, а при расправлении складок сеть разрезается. В области локализации одиночных и групповых лимфоидных узелков слизистая оболочка не имеет ворсинок, вокруг них находится широкие лимфатические капилляры диаметром 120–140 мкм. Под узелками расположены лимфатические лакуны (150–180 мкм), продолжающиеся в лимфатические сосуды. Подслизистая основа тонкой кишки белой крысы под узелками истончена, и поэтому здесь узелки вплотную прилегают к круговому слою мышечной оболочки. Лимфатическая капиллярная сеть мышечной оболочки тонкой кишки белой крысы определяются между круговым и продольным слоями, а в последних выявляются лишь узкие лимфатические капилляры (10–15 мкм). Петли сети лимфатических капилляров имеют четырехугольную форму, петли (300×500 мкм) без определенной ориентации, слабо выражены лакуны (30–40 мкм) и слепые выросты, имеющие длину 15–20 мкм.

При разных режимах и сроках обезвоживания меняется гистотопография структур ГМЦР и лимфатического русла.

Вариабельность показателей ГМЦР зависит от топографо-анатомических областей кишки и находится в прямой зависимости от структурных особенностей ГМЦР, глубины залегания сосудов и плотности функционирующих капилляров [4].

В плане всасывания пищевых и водных продуктов особое значение имеют млечные синусы, гемокапилляры и интерстициальные транспортные структуры. Если в условиях нормы расстояние между гемокапиллярами и стенками млечных синусов варьирует в пределах 6–8 мкм, то через трое суток обезвоживания оно увеличивается до 10–11 мкм, т.е. увеличивается диффузионное расстояние, масса переноса и меняется противоточный механизм в ворсинках. Архитектоника взаимоотношений гемокапилляров, млечных синусов и ретикулярных волокон меняется при длительном обезвоживании (шестые, десятые сутки), и возникают морфологические изменения. При этом меняется форма и контакты эндотелиоцитов, что, возможно, влияет на всасывание нутриентов и секрецию кишечного сока кишечными железами. В [2] показаны основные особенности регуляции всасывания жидкости и нутриентов из интерстициального пространства ворсинки (ИПВ) у новорожденных крыс: активно дренирующими структурами являются не только лим-

фатические капилляры (ЛК), но и кровеносные капилляры (КК) ворсинки. Высокое гидростатическое давление, увеличенный абсолютный размер ИПВ, существенно значимое количество липидов в нем, низкое расположение ЛК определяют транспорт липидов не только характерным путем в ЛК, но и в КК верхнего и среднего отделов [2, 7].

В серозной оболочке всех частей (двенадцатиперстная, тощая, подвздошная) тонкой кишки у белых крыс все звенья ГМЦР расположены в глубоком решетчатом коллагено-эластическом слое. Кровеносные капилляры по отношению к лимфатическим сосудам и лимфангионам гистотопографически занимают различное положение: сверху, снизу и с боков. При этом диаметр лимфангионов и лимфатических сосудов варьирует от 60–70 до 80–90 мкм, клапаны в этих сосудах полулунной формы. У брыжеечного края лимфатические сосуды находятся по ходу следования ветвей брыжеечных кровеносных сосудов.

При дегидратации на третьи, шестые, десятые сутки компоненты ГМЦР в серозной и мышечной оболочке менее подвержены изменениям, чем в слизистой оболочке и подслизистой основе.

Таким образом, отмечается, что общей закономерностью дегидратации является расширение размеров модуля ГМЦР, уменьшение плотности сетей кровеносных и лимфатических капилляров на  $1 \text{ см}^2$ , увеличение бессосудистых полей во всех оболочках стенок тонкой кишки.

Врачу необходимо знать пределы морфологической и функциональной перестройки кровеносного и лимфатического русел и грани перехода нормальных изменений в патологические при дегидратации и поражении тонкой кишки при диаррее, токсикозе и т.д. при различных формах терапии и коррекции.

В современных условиях [5, 6, 9] необходимы новые изыскания морфофункциональных особенностей конструкции и сосудисто-тканевых взаимоотношений кровеносного и лимфатического русел и органов иммуногенеза тонкой кишки. Эти сведения необходимы для глубокого понимания процессов резорбции и секреции в желудочно-кишечном тракте, гемо- и лимфотока, расшифровки патогенеза и профилактики энтерита и иммунопатологических состояний.

Таким образом, нарушение водного обмена является ведущим признаком поражения микрогемоциркуляторного и лимфатического русла при обезвоживании организма.

#### **Список литературы**

1. **Голубева, И. А.** Структурная организация кровеносных и лимфатических капилляров слизистой оболочки тонкой кишки при длительном потреблении вод разного состава / И. А. Голубева // Сибирский консилиум. – 2004. – № 1. – С. 12–14.
2. **Бородин, Ю. И.** Лимфа как балансир между кровью и тканевой жидкостью // Фундаментальные проблемы лимфологии и клеточной биологии : сб. науч. работ XI Международ. конф. – Новосибирск, 2013. – С. 5–6.
3. **Карелина, Н. Р.** Транспортные свойства кровеносных и лимфатических капилляров ворсинок тонкой кишки крыс в онтогенезе / Н. Р. Карелина // Морфология. – 2010. – № 4. – С. 88.
4. **Foldi, M.** Lymphatic crainage of the bram / M. Foldi // Experientia. – 1968. – V. 24. – P. 1283–1287.

5. **Бородин, Ю. И.** Интергративная оценка лимфатического региона / Ю. И. Бородин, В. Н. Горчаков, Т. К. Гаспина // *Морфология*. – 2006. – Т. 129, № 4. – С. 26.
6. **Козлов, В. И.** Микроциркуляция: современные аспекты клинко-морфологических исследований / В. И. Козлов, Г. А. Азизов, О. А. Гурова // *Морфология*. – 2010. – Т. 137, № 4. – С. 94.
7. **Петренко, В. М.** Функциональная анатомия лимфатической системы: фундаментальные исследования и эксперимент / В. М. Петренко // *Фундаментальные проблемы лимфологии и клеточной биологии* : сб. науч. работ XI Международ. конф. – Новосибирск, 2013. – С. 212–213.
8. **Гусейнов, Т. С.** Анатомия лимфатического русла тонкой кишки экспериментальных животных / Т. С. Гусейнов, С. Т. Гусейнова. – Махачкала : Наука плюс, 2008. – 138 с.
9. **Кирпатовский, И. Д.** Взаимосвязь кровеносного и лимфатического русел тонкой кишки – возможно ли существование лимфо-венозных анастомозов / И. Д. Кирпатовский, А. И. Лысенко, Э. Д. Смирнова // *Тезисы Всерос. съезда АГЭ (анатомов, гистологов, эмбриологов)*. – М., 1988. – с. 55.
10. **Chadwick, V. S.** *Gastroenterology* / V. S. Chadwick, C. Ph. Philips. – London, 1983. – Т. 2: Small intestinae.

### References

1. Golubeva I. A. *Sibirskiy konsilium* [Siberian consultation]. 2004, no. 1, pp. 12–14.
2. Borodin Yu. I. *Fundamental'nye problemy limfologii i kletochnoy biologii: sb. nauch. rabot XI Mezhdunarod. konf.* [Fundamental problems of lymphology and cellular biology: collected articles of XI International conference]. Novosibirsk, 2013, pp. 5–6.
3. Karelina N. R. *Morfologiya* [Morphology]. 2010, no. 4, p. 88.
4. Foldi M. *Experienta*. 1968, vol. 24, pp. 1283–1287.
5. Borodin Yu. I., Gorchakov V. N., Gaspina T. K. *Morfologiya* [Morphology]. 2006, vol. 129, no. 4, p. 26.
6. Kozlov V. I., Azizov G. A., Gurova O. A. *Morfologiya* [Morphology]. 2010, vol. 137, no. 4, p. 94.
7. Petrenko V. M. *Fundamental'nye problemy limfologii i kletochnoy biologii: sb. nauch. rabot XI Mezhdunarod. konf.* [Fundamental problems of lymphology and cellular biology: collected articles of XI International conference]. Novosibirsk, 2013, pp. 212–213.
8. Guseynov T. S., Guseynova S. T. *Anatomiya limfaticeskogo rusla tonkoy kishki eksperimental'nykh zhivotnykh* [Anatomy of the lymphatic channel of the small intestine in the experimental animals]. Makhachkala: Nauka plyus, 2008, 138 p.
9. Kirpatovskiy I. D., Lysenko A. I., Smirnova E. D. *Tezisy Vseros. s"ezda AGE (anatomov, gistologov, embriologov)* [Theses of the All-Russian AHE (anatomists, histologists, embryologists)]. Moscow, 1988, p. 55.
10. Chadwick V. S., Philips C. Ph. *Gastroenterology*. London, 1983, vol. 2: Small intestinae.

---

#### **Гусейнов Тагир Сайдуллахович**

доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой анатомии  
человека, Дагестанская государственная  
медицинская академия (Россия,  
Республика Дагестан, г. Махачкала,  
ул. Степана Разина, 12)

E-mail: tagirguseinovs@mail.ru

#### **Guseynov Tagir Saydullakhovich**

Doctor of medical sciences, professor,  
head of sub-department of human anat-  
omy, Dagestan State Medical Academy  
(12 Stepana Razina street, Makhachkala,  
the Republic of Dagestan, Russia)

***Гусейнова Сабина Тагировна***

доктор медицинских наук, доцент,  
кафедра анатомии человека,  
Дагестанская государственная  
медицинская академия (Россия,  
Республика Дагестан, г. Махачкала,  
ул. Степана Разина, 12)

E-mail: tagirguseinovs@mail.ru

***Guseynova Sabina Tagirovna***

Doctor of medical sciences, associate  
professor, sub-department of human  
anatomy, Dagestan State Medical Academy  
(12 Stepana Razina street, Makhachkala,  
the Republic of Dagestan, Russia)

---

УДК 611.131,46, 611.34.611.42

**Гусейнов, Т. С.**

**Анатомия кровеносного и лимфатического русел тонкой кишки при дегидратации / Т. С. Гусейнов, С. Т. Гусейнова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2015. – № 1 (33). – С. 15–22.**