DOI: 10.31279/2222-9345-2018-7-30-68-71
УДК 636.22/.28:[611.329:611.1]

В. М. Шпыгова

Shpygova V. M.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОМИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА СЕТКИ ЖЕЛУДКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

DYNAMICS OF CHANGES IN THE MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE HEMO-MICROCIRCULATORY BED OF THE CATTLE HONEYCOMB BAG

Установлено, что от артерий первого порядка в серозную оболочку отходят артериолы, образуя микрососудистые единицы – модули в виде многоугольных ячеек, ориентированных преимущественно вдоль органа, диаметром от 20 мкм у новорожденных до 40 мкм у взрослых животных. Основными элементами, формирующими гемомикроциркуляторное русло серозной оболочки, являются анастомозирующие артериолы, отдающие прекапилляры внутрь и наружу указанной зоны, образуя сосудистые модули. В пределах гемомикроциркуляторного русла модулей серозной оболочки отчетливо выделяются все пять звеньев. Абсолютное большинство сосудов модуля у взрослых животных составляют капилляры. От сосудов 2–7 порядков подслизистого сплетения направляются возвратные артериолярные ветви в мышечную оболочку, анастомозирующие с артериолами, отходящими от артерий мышечного типа первого порядка в подсерозной основе. Проходя через мышечную оболочку, органы артерии отдают множество сосудов второго порядка, ветвящихся преимущественно по магистральному типу. В гемомикроциркуляторном русле модулей мышечной оболочки сетки в резистивном и депонирующем звеньях выделяются по два уровня артериол и венул, в которых отмечаются наибольшие возрастные изменения морфометрических параметров. Кровоснабжение слизистой оболочки сетки происходит через подслизистое сплетение. Гемомикроциркуляторное русло слизистой оболочки формируется в складках ячеек различного уровня, конусовидных и шаровидных сосочках дна ячеек и межсосочковых пространств сетки. В конусовидных сосочках отходят от 1 до 7 сосочковых артериол, которые делятся в них преимущественно по рассыпному типу с образованием мельчайшей капиллярной сети диаметром от $6,56 \pm 2,78$ у молодых до $7,70 \pm 1,29$ мкм у взрослых животных. Субэпителиально в слизистой оболочке при слиянии нескольких капилляров формируются посткапилляры, собирательные венулы от 2 до 4 у молодых и от 4 до 10 и более у взрослых животных. Изменение морфометрических параметров гемомикроциркуляторного русла сетки в каждом слое наиболее значительно происходит в период интенсивного роста эпителиосоединительнотканых образований слизистой оболочки.

Ключевые слова: сосуды, жвачные животные, крупный рогатый скот, желудок, микроциркуляторное русло, слизистая оболочка, капилляры.

It has been determined that arterioles are passed from the first order arteries in the serous membrane, forming microvascular units – modules in the form of polygonal cells oriented mainly along the organ, with a diameter of 20 microns in newborns up to 40 microns in adult animals. The main elements forming the hemo-microcirculatory bed of the serous membrane are the anastomosing arterioles that give precapillaries inside and outside of this zone, creating vascular modules. All five links are clearly distinguished within the hemo-microcirculatory bed of the modules of the serous membrane. The absolute majority of the module vessels in adult animals are capillaries. From the vessels of the second – seventh orders of the submucous plexus, recurrent arteriolar branches are directed into the muscular coat, anastomosing with arterioles when departed from the muscular artery of the first order of the subserous layer. Passing through the muscular coat, the organ arteries give off a number of vessels of the second order, branching mainly according to the main type. In the hemo-microcirculatory bed of the modules of the muscular coat of the honeycomb bag in the resistive and depositing units, two levels of arterioles and veins are clearly distinguished and where the greatest age-related changes of the morphometric parameters are noted. Blood supply to the mucous membrane of the honeycomb bag occurs through the submucous plexus. The hemo-microcirculatory bed of the mucous membrane is formed in the folds of cells of various levels, conoid and globular papillae of the cell bottom and interpapillary spaces of the honeycomb bag. From one to seven papillary arterioles are departed in conoid papillae, being divided mainly in a scatter type with the formation of a small capillary network ranging from a diameter of 6.56 ± 2.78 in young to 7.70 ± 1.29 microns in adult animals. Venous capillaries, collecting venula from two to four in young and four to ten or more in adult animals are formed in the mucous membrane when connected some capillaries subepithelially. The changes in morphometric parameters of the hemo-microcirculatory bed of the cattle honeycomb bag in each layer is the most significant during the period of intensive growth of epithelial-connective-tissue formations of the mucous membrane.

Key words: blood vessels, ruminants, cattle, stomach, microcirculatory bed, mucous membrane, capillary.

Шпыгова Валентина Михайловна – кандидат биологических наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарской экспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С. Н. Никольского ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
Тел.: 8(8652)28-67-38
E-mail: spygova@yandex.ru

Shpygova Valentina Mikhailovna – Ph.D of Biology Sciences, Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary-Sanitary Expertise, Anatomy and Pathologic Anatomy named after Professor S. N. Nikolsky FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
Tel.: 8(8652)28-67-38
E-mail: spygova@yandex.ru

Пищеварительный аппарат жвачных животных способен извлекать питательные вещества из грубых кормов, богатых клетчаткой [1]. В процессе жвачки происходит повторное измельчение съеденного корма, характерное для жвачных животных, что повышает эффективность переваривания грубых растительных кормов [2, 3]. Важная роль в процессе жвачки принадлежит сетке. От уровня жевательной активности у коров зависит как молочная продуктивность, так и общее состояние здоровья животных, – от всего этого зависит экономическая эффективность производства молока [4]. В связи с этим возникает необходимость изучения структурно-функциональной организации сетки и ее адаптационных перестроек [5].

Развитие желудка жвачных животных и его камер в отдельные периоды онтогенеза освещено в работах многих авторов, однако некоторые вопросы, затрагивающие формирование сосудистого русла желудка жвачных, еще недостаточно изучены [6, 7, 8].

Целью исследования является определение морфометрических параметров звеньев гемомикроциркуляторного русла сетки желудка крупного рогатого скота.

В задачи исследования входило определить морфометрические параметры артериального и венозного звена терминального кровеносного русла сетки в отдельные периоды постнатального онтогенеза и описать типы ветвления сосудов в ее складках различного порядка.

Работу проводили на 90 желудках крупного рогатого скота, взятых от животных шести возрастных групп: новорожденные, 1 месяц, 3 месяца, 6 месяцев, 18 месяцев, 3 года, клинически здоровых [9]. Выбор возрастных групп для исследования проводили в соответствии с постнатальной периодизацией крупного рогатого скота [10]. Возрастную морфологию кровеносного русла сетки изучали инъекционными, гистологическим и морфометрическим методами. Инъекцию сосудов проводили через брюшную артерию и желудочно-селезеночную вену контрастным веществом – сернокислым барием с глицерином, и раствором 5 % морозостойкой туши с желатиной, с последующим расслоением стенки желудка на четыре оболочки и просветлением препаратов. Для получения гистосрезов кусочки стенки сетки фиксировали в 10 %-ном растворе нейтрального забуференного формалина, обезживали в спиртах возрастающей концентрации, просветляли в ксилоле, уплотняли в парафине, готовили срезы толщиной 5–7 мкм, окрашивали их гематоксилином и эозином для обзорных исследований и по Ван-Гизону для выявления соединительной ткани. При проведении измерений диаметров сосудов использовали систему визуализации изображения на базе микроскопа МИКРОМЕД, цифровой камеры «DCM500» и программное обеспечение «ScorePhoto». Полученные морфометрические

показатели обрабатывали методом вариационной статистики.

От источников кровоснабжения сетки, которыми являются сеткорубцовая, левая желудочно-сальниковая, левая рубцовая и левая общая желудочная артерии, в стенку сетки входят органные артерии первого порядка. От артерий первого порядка в серозную оболочку отходят артериолы, образуя микрососудистые единицы – модули в виде многоугольных ячеек, ориентированных преимущественно вдоль органа (рис. 1).

Рисунок 1 – Модули в виде многоугольных ячеек подсерозного сосудистого сплетения сетки крупного рогатого скота. Возраст 1 месяц, инъекция артерий тушью с 5 % желатиной, ув. $\times 80$

Основными элементами, формирующими гемомикроциркуляторное русло серозной оболочки, являются анастомозирующие артериолы диаметром от 20 до 40 мкм, отдающие прекапилляры внутрь и наружу модуля. В пределах гемомикроциркуляторного русла модулей серозной оболочки отчетливо выделяются все пять звеньев. Абсолютное большинство сосудов модуля у взрослых животных составляют капилляры.

От сосудов 2–6 порядков подслизистого сплетения направляются возвратные артериолы в мышечную оболочку.

Сосуды в мышечной оболочке распределяются по ходу мышечных пучков, образуя сплетения в виде прямоугольных ячеек. В гемомикроциркуляторном русле модулей мышечной оболочки сетки отчетливо выделяются семь звеньев (табл.).

Диаметр первого звена микроциркуляторного русла мышечной оболочки – крупных артериол достоверно увеличивается в период от одного до шести месяцев жизни животных в 1,5 раза. Диаметр терминальных артериол достоверно изменяется в период с трех до шести месяцев только на 14 %. В капиллярном звене достоверная разница отмечается только между новорожденными и месячными животными и составляет 36,3 %.

Таблица – Диаметр сосудов терминального русла мышечной оболочки сетки (n=15)

Звенья ГМРЦ	Диаметр сосудов по возрастным группам (мкм)					
	Ново-рожденные	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	18 месяцев	3 года
Крупные артериолы	32,53±2,95	36,98±4,41*	46,71±6,87*	54,55±2,17*	58,34±11,14	61,07±10,88
Терминальные артериолы	21,69±4,27	22,04±4,00	34,01±7,04*	38,80±6,93*	39,11±4,45	40,10±7,60
Прекапиллярные артериолы	14,69±2,84	14,72±2,99	14,74±3,03	14,83±2,08	14,89±2,78	15,02±3,07
Капилляры	5,02±1,19	6,84±1,07*	6,80±1,46	6,85±1,36	7,02±1,33	7,18±1,39
Посткапиллярные венулы	21,64±3,07	23,70±3,78*	24,38±4,10	25,43±2,78	25,90±3,53	25,29±4,47
Собирательные венулы	32,47±0,70	32,94±0,65	36,03±4,88*	55,92±4,20*	61,08±5,17*	61,37±5,51
Мышечные венулы	53,88±7,12	54,79±9,52	68,32±9,13*	81,21±6,74*	86,50±9,61*	87,70±13,23

Примечание: ГМРЦ – гемомикроциркуляторное русло; * – статистическая значимость различий с более ранним сроком $p < 0,05$.

В звеньях *собирательных и мышечных венул* интенсивное изменение диаметра сосудов происходит в период с трех до восемнадцати месяцев и составляет 1,7 и 1,3 раза соответственно.

В подслизистой основе органы артерии делятся (в зависимости от возраста) на ветви второго – седьмого порядков, образуя внутрисосудистые, межсосудистые и противоположные анастомозы. Источником кровоснабжения слизистой оболочки сетки является подслизистое сплетение. Артерии подслизистого сплетения образуют полигональные сети, ориентированные преимущественно по основанию ячеек.

Гемомикроциркуляторное русло слизистой оболочки формируется в складках различного уровня, конусовидных и шаровидных сосочках дна и межсосочковых пространствах ячеек сетки. Кровоснабжение сосочков дна сетки происходит от сосудов подслизистого сплетения, проходящих вдоль оснований сосочков. В сосочки входят 5–7 сосочковых артериол, которые делятся до капилляров с диаметром сосудов $6,56 \pm 2,78$ мкм у новорожденных и $7,70 \pm 1,29$ мкм у взрослых животных (рис. 2).

У основания складок ячеек первого порядка у новорожденных и месячных животных расположены артерии мышечного типа диаметром от 100 до 150 мкм. У животных в возрасте от шести до восемнадцати месяцев и старше у основания складок ячеек первого порядка проходят артерии мышечного типа диаметром от 300 до 600 мкм. У новорожденных ячейки второго порядка питаются от артериол диаметром от 48 до 100 мкм, идущих параллельно друг другу поперек складок ячеек у их основания.

Артерии складок ячеек делятся на длинные, средние и короткие артерии с низким, средним и высоким уровнем ветвления, идущие параллельно друг другу и анастомозирующие между собой. Артерии, достигающие свободного края складок – длинные артерии с юктаапикаль-

ным типом ветвления, формируют по свободному краю складок краевые дуги. Средние артерии доходят до середины складок, а короткие ветвятся у их основания, образуя многочисленные внутрирусловые и междорусловые анастомозы и субэпителиальное сетевидное капиллярное сплетение.

Субэпителиально в слизистой оболочке при слиянии нескольких капилляров формируются *посткапилляры, собирательные венулы* от 2 до 4 у молодых и от 4 до 10 и более у взрослых животных.

Рисунок 2 – Гемомикроциркуляторное русло дна ячейки сетки крупного рогатого скота. Возраст 1 месяц, инъекция артерий тушью с 5 % желатиной, ув. $\times 80$

Таким образом, изменение морфометрических параметров гемомикроциркуляторного русла, а значит и его морфофункциональная спецификация в каждом слое наиболее значительно происходят в период интенсивного роста эпителиосоединительнотканых образований слизистой оболочки сетки.

Литература

1. Histomorphometric characterization of forestomach of yak (*Bosgrunniens*) in the qinghai-tibetan plateau / J. Wang, H. Li, L. Zhang [et al.] // *International Journal of Morphology*. 2014. № 32(3) P. 871–881.
2. Мещеряков Ф. А., Трухачев В. И. Морфология и сортировочно-эвакуаторная функция сетки многокамерного желудка овец // *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2008. № 3. С. 64–66.
3. Белобороденко А. М., Белобороденко Т. А., Белобороденко М. А. Возрастная и сравнительная физиология пищеварения в многокамерном желудке у овец и крупного рогатого скота : монография. Тюмень : Печатник, 2014. 140 с.
4. Буряков Н. П., Бурякова М. А. Влияние некоторых показателей на уровень жевательной активности у коров // *Современное состояние, перспективы развития молочного животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции* : сб. тр. Омск, 2016. С. 61–63.
5. Лапина Т. И., Дилекова О. В. Морфогенез стенки сетки овец в пренатальном онтогенезе // *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. Ставрополь, 2006. Т. 2, № 2–2. С. 118–121.
6. Чебаков С. Н. Морфология и кровоснабжение сетки у маралов в постнатальном онтогенезе // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2013. № 1 (26). С. 93–98.
7. Jerbi H., Pérez W. Gross anatomy of the stomach of the cervuselaphus barbarous // *International Journal of Morphology*. 2013. № 31(2). P. 388–391.
8. Morfologia do estômago do cervo-do-pantanal (*Blastocerusdichotomus*, Illiger 1815) / M. R. F. Machado, L. M. Lea, T. H. C. Sasahara [et al.] // *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 2015. V. 67, № 2. P. 424–432.
9. Директива 2010.63.EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях [Электронный ресурс]. URL: <http://vetrf.ru/fsvps-docs/ru/laws/eu/142-2011.pdf> (дата обращения: 10.12.2010).
10. Тельцов Л. П., Соловьева Л. П. Наследственность и этапность развития органов человека и животных в онтогенезе // *Российские морфологические ведомости*. 2001. № 1–2. С. 153.

References

1. Histomorphometric characterization of forestomach of yak (*Bosgrunniens*) in the qinghai-tibetan plateau / J. Wang, H. Li, L. Zhang [et al.] // *International Journal of Morphology*. 2014. № 32(3) P. 871–881.
2. Meshcheryakov F. A., Trukhachev V. I. Morphology and sorting and evacuation function of the mesh of the multicameral stomach of sheep // *Sheep, Goats, Woolen Business*. 2008. № 3. P. 64–66.
3. Beloborodenko A. M., Beloborodenko T. A., Beloborodenko M. A. Age and comparative physiology of digestion in the multi-chamber stomach in sheep and cattle. Tyumen : Pechatnik, 2014. 140 p.
4. Buryakov N. P., Buryakova A. M. The Influence of some parameters on the level of chewing activity in cows // *Modern condition, prospects of development of dairy farming and processing of agricultural products* : proceedings. Omsk, 2016. P. 61–63.
5. Lapina T. I., Dilekova O. V. Morphogenesis mesh walls of sheep in prenatal ontogenesis // *Collection of scientific works of the Stavropol Research Institute of Livestock and Fodder production*. Stavropol, 2006. V. 2, № 2–2. P. 118–121.
6. Chebakov S. N. The morphology and blood supply to the grid in elks in a postnatal ontogenesis // *Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University*. 2013. № 1 (26). P. 93–98.
7. Jerbi H., Pérez W. Gross anatomy of the stomach of the cervuselaphus barbarous / H. Jerbi, W. Pérez // *International Journal of Morphology*. 2013. № 31(2). P. 388–391.
8. Morfologia do estômago do cervo-do-pantanal (*Blastocerusdichotomus*, Illiger 1815) / M. R. F. Machado, L. M. Lea, T. H. C. Sasahara [et al.] // *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 2015. V. 67, № 2. P. 424–432.
9. Directive 2010.63.EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes [Electronic resource]. URL: <http://vetrf.ru/fsvps-docs/ru/laws/eu/142-2011.pdf> (date of access: 10.12.2010).
10. Teltsov L. P., Solovyeva L. P. Heredity and stages of development of organs of man and animals in ontogenesis // *Russian Morphological Journal*. 2001. № 1–2. P. 153.