

УДК 636.22/.28:611:619:616-053.3

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА ПОДСЛИЗИСТОЙ  
ОСНОВЫ ПРЕДЖЕЛУДКА НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ**

Г.А. Тумилович, Д.Н. Харитоник, Е.И. Хомутинник  
УО «Гродненский государственный аграрный университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

*(Поступила в редакцию 24.05.2011 г.)*

**Аннотация.** В статье приведены результаты изучения морфофункциональной организации микроциркуляторного русла преджелудка новорожденных телят с различной степенью физиологической зрелости, которые дают полное, детальное представление о данном вопросе биологии телят-гипотрофиков.

**Summary.** In article results of studying morphofunctional the organizations of a microcirculatory bed of a proventriculus of neonatal calves with various degree of

*a physiological maturity which give full, detailed representation about the given question of biology of hypotrophic calves are resulted.*

**Введение.** Особая роль в развитии и росте новорожденных животных принадлежит органам пищеварения, а именно микроциркуляторному руслу пищеварительной системы, поскольку микроциркуляторное русло обеспечивает полноценное питание тканей. Исследованию закономерностей функционирования и организации системы микроциркуляторного русла желудочно-кишечного тракта посвящены немногочисленные исследования [1, 2, 6, 9], особенно относительно многокамерного желудка новорожденных телят. В полной мере не выяснены аспекты перестройки и функционирования микроциркуляторного русла в раннем постнатальном онтогенезе у новорожденных телят, в частности, у телят-гипотрофиков. Определение особенностей структурной организации микроциркуляторного русла многокамерного желудка телят-гипотрофиков позволит более направленно и целесообразно проводить лечебно-профилактические мероприятия.

**Цель работы:** изучить морфологические, морфометрические и функциональные особенности микроциркуляторного русла подслизистой основы преджелудка новорожденных телят с различной степенью антенатального недоразвития.

**Материал и методика исследований.** Научно-производственные исследования по решению поставленной цели осуществлялись в 2007 – 2010 гг. в условиях СПК «Демброво» Щучинского района Гродненской области и НИЛ УО «ГГАУ».

Клинические исследования новорожденных телят проводили согласно общепринятому в ветеринарии плану [А.М. Смирнов и др., 1988], а также исходя из разработанной нами методики определения морфофункциональной зрелости новорожденных телят [Г.А. Тумилович и др., 2008].

Для оценки морфофункциональной зрелости использовано 165 телят 1-дневного возраста. В зависимости от степени антенатального недоразвития новорожденные телята были разделены на четыре группы: телята-нормотрофики с живой массой  $35,1 \pm 1,07$  кг, низкая степень антенатального недоразвития – живая масса  $30,7 \pm 0,81$  кг, средняя степень – живая масса  $23,8 \pm 0,93$  кг и высокая степень антенатального недоразвития телят – живая масса  $19,2 \pm 0,41$  кг.

Материалом для гистологических исследований служили образцы стенок камер преджелудка: рубца, сетки и книжки 20 однодневных телят разной степени физиологической зрелости. Материал отбирался в рубце – из кранио- и каудодорсального слепых мешков, сводов вентрального и дорсального мешков, в сетке – по контуру большой кри-

визны; в книжке – по контуру большой кривизны. При заборе материала стремились к максимальной стандартизации препаративных процедур при фиксации, проводке, заливке, приготовлении парафиновых и криостатных срезов. Отбор проб проводили не позднее 10-15 мин. после вскрытия брюшной полости животных. Материал предварительно фиксировался в 10%-ом растворе нейтрального формалина и жидкости Карнуа. Для проведения морфологических исследований применяли окраску гистопрепаратов гематоксилин-эозинном. Для обработки данных использована система микроскопии с компьютерной обработкой «Биоскан», которая включает микроскоп ЛОМО МИКМЕД – 2, цветную фотокамеру D.S.P. 78/73 SERIES.

Исследовали следующие основные морфометрические параметры сосудов микроциркуляторного русла: диаметр просвета сосуда –  $D_{np}$  (мкм), диаметр сосуда –  $D_c$  (мкм), толщина стенки сосуда –  $T_{cm}$  (мкм). Также измерялись: площадь сосуда –  $S_c$  (мкм<sup>2</sup>), включая площадь просвета сосуда –  $S_{np}$  (мкм<sup>2</sup>), площадь стенки –  $S_{cm}$  (мкм<sup>2</sup>). Вычислялся индекс Керногана: отношение толщины стенки к диаметру просвета ( $IK = T_{cm}/D_{np}$ ) [1].

Функциональное состояние микроциркуляторного русла многокамерного желудка оценивали по следующим параметрам, а именно: за один капилляр принимали фрагмент капиллярной сети, не имеющей боковых ветвлений; плотность капилляров определяли как относительную величину, характеризующую густоту распределения капилляров в оболочках многокамерного желудка, равную числу капилляров, отнесенную к единице площади ( $n_{уд}$ ). Количественную оценку капилляризации многокамерного желудка телят проводили с использованием методики С.М. Блинкова и др. [2] по формуле:  $L_0 = 2n_c$ ;  $n_c = N_c/2a$ , где  $N_c$  - число концов сосудов в пределах сетки;  $n_c$  - плотность концов капилляров на 1 мм<sup>2</sup>;  $a$  - площадь срезов, покрываемой сеткой;  $L_0$  - длина капилляров на 1 мм. Микроциркуляторное русло многокамерного желудка выявляли по методу В.В. Куприянова [5].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ результатов собственных исследований микроциркуляторного русла подслизистой основы преджелудка позволил выделить ряд морфологических критериев характеристики микроциркуляторного русла.

Каждая функция органа базируется на адекватной ей структуре, соответственно этому и строение микроциркуляторного русла отвечает морфологическим особенностям самого органа. Капилляротрофическая недостаточность системы микроциркуляции с первичным дефицитом в микроциркуляторном русле истинных капилляров. Установлено, что микроциркуляторная недостаточность может быть обусловлена

преобразованием капилляров в емкостные (депонирующие) сосуды. Поэтому диаметр просвета капилляров у телят-гипотрофиков в подслизистой основе рубца варьирует от  $7,12 \pm 0,25$  до  $7,66 \pm 0,32$  мкм при толщине стенки от  $1,97 \pm 0,11$  до  $2,02 \pm 0,16$  мкм, а у телят-нормотрофиков диаметр просвета капилляров составляет  $7,01 \pm 0,30$  мкм при толщине стенки  $2,00 \pm 0,13$  мкм.

Таблица 1 – Морфометрия сосудов микроциркуляторного русла подслизистой основы рубца телят с разной степенью антенатального недоразвития

Вид сосуда	Показатель	Толщина стенки сосуда, мкм	Площадь просвета сосуда, мкм <sup>2</sup>	Диаметр просвета сосуда, мкм	Индекс Керногана
артериолы	высокая	$6,30 \pm 0,75$	$469,49 \pm 81,76$	$23,81 \pm 2,57$	$0,27 \pm 0,02$
	средняя	$8,31 \pm 0,71$	$324,07 \pm 49,38$	$21,03 \pm 1,77$	$0,42 \pm 0,03^{**}$
	низкая	$8,38 \pm 0,69$	$321,47 \pm 50,47$	$21,48 \pm 1,79$	$0,41 \pm 0,03^{**}$
	нормотрофики	$8,38 \pm 0,54^*$	$341,34 \pm 51,44$	$21,90 \pm 1,50$	$0,41 \pm 0,02^{**}$
капилляры	высокая	$2,02 \pm 0,16$	$44,63 \pm 3,81$	$7,66 \pm 0,32$	$0,27 \pm 0,02$
	средняя	$2,35 \pm 0,17$	$39,69 \pm 3,04$	$7,40 \pm 0,26$	$0,33 \pm 0,03$
	низкая	$1,97 \pm 0,11$	$36,24 \pm 2,13$	$7,12 \pm 0,25$	$0,28 \pm 0,02$
	нормотрофики	$2,00 \pm 0,13$	$36,03 \pm 2,56$	$7,01 \pm 0,30$	$0,29 \pm 0,03$
венулы	высокая	$3,33 \pm 0,37$	$953,98 \pm 191,31$	$39,22 \pm 3,32$	$0,09 \pm 0,01$
	средняя	$4,83 \pm 0,44^*$	$411,37 \pm 92,64$	$32,60 \pm 3,93$	$0,19 \pm 0,03^*$
	низкая	$3,80 \pm 0,32$	$353,47 \pm 59,01$	$28,28 \pm 3,48$	$0,16 \pm 0,03$
	нормотрофики	$4,10 \pm 0,28$	$339,50 \pm 37,85$	$32,30 \pm 3,70$	$0,16 \pm 0,02$

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$  – по отношению к высокой степени антенатального недоразвития

Максимальная площадь просвета капилляров отмечена у телят-гипотрофиков с высокой степенью антенатального недоразвития, которая составляет  $44,63 \pm 3,81$  мкм<sup>2</sup> при толщине стенки  $2,02 \pm 0,16$  мкм. Все это обуславливает высокую пропускную способность капилляров. Индекс Керногана капилляров у телят-гипотрофиков варьирует от  $0,27 \pm 0,02$  до  $0,33 \pm 0,03$ . У телят-гипотрофиков с различной степенью антенатального недоразвития в подслизистой основе рубца диаметр просвета венул варьирует от  $28,28 \pm 3,48$  до  $39,22 \pm 3,32$  мкм при толщине стенки от  $3,33 \pm 0,37$  до  $4,83 \pm 0,44$  мкм. Пропускная способность при этом высокая, индекс Керногана составляет от  $0,09 \pm 0,01$  до  $0,19 \pm 0,03$ , что вызывает венозное полнокровие подслизистой и слизистой оболоч-

чек рубца. У телят-нормотрофиков диаметр просвета и толщина стенки вены составляет  $32,30 \pm 3,70$  мкм и  $4,10 \pm 0,28$  мкм, а пропускная способность при этом равна  $0,16 \pm 0,02$ .

Таблица 2 – Морфометрия сосудов микроциркуляторного русла подслизистой основы сетки телят с разной степенью антенатального недоразвития

Вид сосуда	Показатель	Толщина стенки сосуда, мкм	Площадь просвета сосуда, мкм <sup>2</sup>	Диаметр просвета сосуда, мкм	Индекс Керногана
артерии	высокая	$5,79 \pm 0,40$	$438,72 \pm 63,75$	$23,37 \pm 2,01$	$0,27 \pm 0,02$
	средняя	$7,88 \pm 0,50^*$	$400,20 \pm 37,74$	$22,66 \pm 1,18$	$0,37 \pm 0,02^{**}$
	низкая	$8,67 \pm 0,49^{**}$	$319,52 \pm 38,59$	$20,96 \pm 1,14$	$0,43 \pm 0,02^{**}$
	нормотрофики	$8,84 \pm 0,63^{**}$	$343,33 \pm 41,20$	$21,88 \pm 1,43$	$0,42 \pm 0,02^{**}$
капилляры	высокая	$2,07 \pm 0,10$	$42,43 \pm 2,68$	$7,46 \pm 0,24$	$0,28 \pm 0,01$
	средняя	$2,18 \pm 0,10$	$41,12 \pm 3,03$	$7,40 \pm 0,24$	$0,30 \pm 0,02$
	низкая	$2,08 \pm 0,08$	$40,91 \pm 2,48$	$7,44 \pm 0,21$	$0,29 \pm 0,01$
	нормотрофики	$1,85 \pm 0,09$	$35,30 \pm 1,59$	$6,90 \pm 0,21$	$0,27 \pm 0,02$
вены	высокая	$3,38 \pm 0,28$	$809,35 \pm 139,82$	$35,35 \pm 2,76$	$0,11 \pm 0,01$
	средняя	$5,12 \pm 0,42^{**}$	$465,90 \pm 81,88$	$32,34 \pm 3,18$	$0,19 \pm 0,02^{**}$
	низкая	$5,10 \pm 0,39^{**}$	$549,10 \pm 190,53$	$34,06 \pm 5,89$	$0,21 \pm 0,03^{**}$
	нормотрофики	$4,24 \pm 0,30$	$366,68 \pm 39,74$	$33,47 \pm 3,12$	$0,16 \pm 0,02^*$

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$  – по отношению к высокой степени антенатального недоразвития

Анализ таблицы 2 показывает, что в подслизистой основе сетки у телят с разной степенью физиологической зрелости диаметр просвета капилляров варьирует от  $6,90 \pm 0,21$  до  $7,46 \pm 0,24$  мкм, при толщине стенки от  $1,85 \pm 0,09$  до  $2,18 \pm 0,10$  мкм соответственно. Наименьший диаметр просвета сосуда и толщина стенки отмечается у телят-нормотрофиков. У телят-гипотрофиков и нормотрофиков индекс Керногана капилляров существенно не изменяется и колеблется от  $0,27 \pm 0,02$  до  $0,30 \pm 0,02$ .

Недоразвитие у новорожденных телят капиллярной сети и в целом микроциркуляторного русла проявляется централизацией потока крови в тканях, при этом, чем глубже недоразвитие, тем выше централизация микроциркуляторного русла и тем ниже их тканевотрофическая эффективность. При дефиците капилляров транскapиллярный кровоток и транскapиллярный обмен веществ в системе микроциркуляторного русла характеризуются более низкими показателями, что

является причиной развития у новорожденных телят капилляротрофической недостаточности микроциркуляторного русла.

Артериолы телят-гипотрофиков с высокой степенью антенатального недоразвития имеют истонченную стенку и большой диаметр просвета сосуда, что составляет  $5,79 \pm 0,40$  мкм и  $23,37 \pm 2,07$  мкм соответственно. Данное морфологическое состояние обуславливает значительную площадь просвета сосуда, которая равна  $438,72 \pm 63,75$  мкм, что на 8,7% и 27,2% больше, чем у телят-гипотрофиков со средней и низкой степенью недоразвития. Исходя из выше приведенных данных индекс Керногана артериол подслизистой основы сетки у телят-гипотрофиков с высокой степенью недоразвития имеет наименьшее значение и равен  $0,27 \pm 0,02$ , что и обуславливает высокую пропускную способность артериол. Схожая тенденция отмечается у телят-гипотрофиков с высокой степенью недоразвития в морфофункциональной организации венул. Стенка сосуда истончена, площадь и диаметр просвета увеличены и преобладают над таковыми у животных других групп.

Продолжающееся преобразование капилляров в емкостные сосуды сопровождается увеличением в системе микроциркуляторного русла венул, что в свою очередь приводит к увеличению их диаметра и просвета, что ведет к ложному увеличению просвета сосудов. Поэтому у телят-гипотрофиков с высокой степенью антенатального недоразвития отмечается в венозном микроциркуляторном русле истонченность стенки сосуда и увеличение его просвета. Значительный просвет венул не обеспечивает полноценного оттока приносимой артериолами крови. При хроническом венозном полнокровии органов и тканей происходят морфологические изменения, что и при продолжительной их ишемии: дистрофические, атрофические, деструктивные и склеротические процессы.

Анализ таблицы 3 показывает, что для микроциркуляторного русла подслизистой основы книжки характерны, схожи особенности. Индекс Керногана капилляров подслизистой основы книжки у телят гипотрофиков с высокой степенью антенатального недоразвития наименьший и равен  $0,27 \pm 0,02$ , так как толщина стенки составляет  $2,14 \pm 0,11$  мкм, а диаметр просвета  $8,30 \pm 0,34$  мкм. Толщина стенки артериол у телят-гипотрофиков варьирует от  $5,63 \pm 0,33$  до  $7,96 \pm 0,53$  мкм, диаметр просвета от  $20,27 \pm 1,14$  и  $22,22 \pm 1,46$  мкм. Индекс Керногана артериол у телят-гипотрофиков с высокой степенью недоразвития равен  $0,28 \pm 0,02$ , что на 22,2% ( $P < 0,05$ ), 31,7% ( $P < 0,01$ ) и 33,3% ( $P < 0,01$ ) меньше, чем у телят-гипотрофиков со средней, низкой степенью недоразвития и телят-нормотрофиков. Индекс Керногана венул подслизи-

стой основы книжки у телят-гипотрофиков в зависимости от степени недоразвития варьирует от  $0,11 \pm 0,01$  до  $0,20 \pm 0,02$ , у телят-нормотрофиков он равен  $0,17 \pm 0,01$ .

Таблица 3 – Морфометрия сосудов микроциркуляторного русла подслизистой основы книжки телят с разной степенью антенатального недоразвития

Вид сосуда	Показатель	Толщина стенки сосуда, мкм	Площадь просвета сосуда, мкм <sup>2</sup>	Диаметр просвета сосуда, мкм	Индекс Керногана
артериолы	высокая	$5,63 \pm 0,33$	$390,48 \pm 47,86$	$22,22 \pm 1,46$	$0,28 \pm 0,02$
	средняя	$7,41 \pm 0,46^*$	$370,31 \pm 38,00$	$21,93 \pm 1,24$	$0,36 \pm 0,02^*$
	низкая	$7,96 \pm 0,53^{**}$	$303,23 \pm 31,73$	$20,27 \pm 1,14$	$0,41 \pm 0,02^{**}$
	нормотрофики	$8,26 \pm 0,41^{**}$	$328,58 \pm 32,94$	$20,98 \pm 0,96$	$0,42 \pm 0,02^{**}$
капилляры	высокая	$2,14 \pm 0,11$	$53,11 \pm 4,65$	$8,30 \pm 0,34$	$0,27 \pm 0,02$
	средняя	$2,35 \pm 0,10$	$45,95 \pm 3,80$	$7,57 \pm 0,32$	$0,32 \pm 0,02$
	низкая	$2,25 \pm 0,09$	$44,60 \pm 3,54$	$7,62 \pm 0,28$	$0,30 \pm 0,01$
	нормотрофики	$2,17 \pm 0,08$	$42,53 \pm 2,56$	$7,54 \pm 0,22$	$0,30 \pm 0,01$
венулы	высокая	$3,42 \pm 0,24$	$737,65 \pm 118,33$	$33,61 \pm 2,39$	$0,11 \pm 0,01$
	средняя	$4,82 \pm 0,35^*$	$423,31 \pm 66,82$	$29,62 \pm 2,71$	$0,19 \pm 0,02^{**}$
	низкая	$4,61 \pm 0,32^*$	$492,83 \pm 139,20$	$30,49 \pm 4,38$	$0,20 \pm 0,02^{**}$
	нормотрофики	$4,39 \pm 0,29^*$	$416,62 \pm 40,50$	$32,20 \pm 2,45$	$0,17 \pm 0,01^{**}$

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$  – по отношению к высокой степени антенатального недоразвития

**Заключение.** Высокая пропускная способность сосудов микроциркуляторного русла у телят-гипотрофиков с высокой степенью антенатального недоразвития, объясняется преобразованием истинных капилляров в емкостные (депонирующие) сосуды. Подобная перестройка капилляров возникает в условиях застойного венозного полнокровия, которое связано с нарушением оттока крови из органов и тканей. Недоразвитие у новорожденных телят капиллярной сети и в целом микроциркуляторного русла проявляется централизацией потока крови в тканях, при этом, чем глубже недоразвитие, тем выше централизация микроциркуляторного русла и тем ниже их тканевотрофическая эффективность. При дефиците капилляров транкапиллярный кровоток и транкапиллярный обмен веществ в системе микроциркуляторного русла характеризуются более низкими показателями, что является причиной развития у новорожденных телят капилляротрофической недостаточности микроциркуляторного русла.

Морфологическая незрелость системы микроциркуляции у телят с антенатальным недоразвитием дает основание говорить о её функциональной неполноценности, неспособности к адекватному, компенсаторному и надежному обеспечению кровотока и метаболических процессов в тканях в условиях индивидуального развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева, С.А. Возрастные особенности и морфофункциональные преобразования артерий малого круга кровообращения при геморрагической гипотензии и в отдаленный период после кровопотери: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.02; 14.00.16 / С.А. Андреева – Тюменская гос. мед. акад. Росздрава. – Тюмень, 2008. – 23 с.
2. Блинков, С.М. Определение плотности капиллярной сети в органах и тканях человека и животных независимо от толщины микротомного среза / С.М. Блинков, Г.Д. Моисеев // Доклады академии наук СССР. – 1961. – Т. 140. – № 2. – С. 465-468.
3. Каврус, М.А. Морфофункциональный статус телят-гипотрофиков и коррекция обменных процессов с использованием катозала / М.А. Каврус, Д.В. Малашко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. аграр. ун-т. – Гродно, 2008. – Т. 2. – С. 54-62.
4. Катаранов, А.А. Клинико-иммунологическая характеристика новорожденных телят в немедикаментозные методы коррекции у них иммунодефицита: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.07 / А.А. Катаранов; Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2005. – 29 с.
5. Куприянов, В.В. Микроциркуляторное русло / В.В. Куприянов, Я.Л. Караганов, В.И. Козлов – М.: Медицина, 1975. – 213 с.
6. Лавушева, С.Н. Морфофункциональные изменения нервного аппарата и микроциркуляторного русла желудка свиней при гастрите: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.02. / С.Н. Лавушева – Витебская гос. акад. вет. мед. – Витебск, 2006. – 21 с.
7. Малашко, Д.В. Метаболические процессы в организме телят под влияние катозала / Д.В. Малашко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2006. – Т.2. – С. 122-125.
8. Саврасов, Д.А. Влияние тенториума шпос, ганасупервита, селатина на клинико-гематологические показатели телят при антенатальной гипотрофии: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.01. / Д.А. Саврасов; Всерос. науч.-иссл. вет. ин-т патологии, фармакологии и терапии. – Воронеж, 2003. – 20 с.
9. Троцкая, Н.В. Морфометрические показатели сосудов микроциркуляторного русла толстой кишки поросят / Н.В. Троцкая // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2004. – Т. 4, ч. 3. – С. 30-32.