

**ВЕЧКАНОВА Н. А., БУШУКИНА О. С., КОРОБКОВ Д. М.**

**ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ГИСТОГЕНЕЗ ИНТРАМУРАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ ЖЕЛУДКА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПОВ ПИТАНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**Аннотация.** Проведен сравнительный морфологический анализ раннего постнатального онтогенеза (от рождения и до 4,5-месячного возраста) ганглиев нервного межмышечного сплетения рубца многокамерного желудка ягнят эдильбаевской породы, как находившихся на естественном вскармливании с овцематками, так и при искусственном с применением заменителя овечьего молока (ЗОМ) Кольво-Старт. Выявлены морфологические показатели адаптационно-компенсаторной перестройки нервной ткани.

**Ключевые слова:** нервная ткань, адаптационно-компенсаторные преобразования, морфометрические параметры.

**VECHKANOVA N. A., BUSHUKINA O. S., KOROBKOV D. M.**

**POSTNATAL HISTOGENESIS OF INTRAMURAL GASTRIC GANGLIA  
DEPENDING ON TYPES OF FEEDING IN EXPERIMENT**

**Abstract.** A comparative morphological analysis of the early postnatal ontogenesis (from birth and to 4,5-month age) of ganglia of the intermuscular nerve plexus of the cicatrix of the multichamber stomach of lambs of Edilbayevsky breed both on natural feeding with ewes and on hand rearing with the Kolvo-Start substitute of sheep milk (SSM) has been carried out. Morphological indicators of adaptive and compensatory reorganization of the nerve tissue are defined.

**Keywords:** nerve tissue, adaptive and compensatory transformations, morphometric parameters.

На современном этапе актуальной проблемой большинства исследований является изучение адаптации у ряда млекопитающих, человека и животных, к различным факторам внешней среды [1; 2]. Характер их воздействия на живые системы очень разнообразен. Неослабевающий интерес к данной проблеме поддерживается в связи с отсутствием единства взглядов на проявление механизма адаптации. Известно, что нервная система одной из первых включается в механизм адаптации и, в то же время, является наиболее уязвимой [3; 4]. В первые дни после рождения жизнеспособность млекопитающих зависит не только от зрелости структурных компонентов органов пищеварительной системы, но и определяется интегративными процессами, регулируемыми адаптогенез. В связи с чем целью настоящего исследования являлось изучение развития ганглиев межмышечного

нервного сплетения стенки одного из главных отделов сложного желудка жвачных животных, находившихся в условиях искусственного вскармливания.

**Материал и методы.** Объектом исследования являлась стенка рубца овец четырех возрастных периодов: молочный, переходный, период адаптации к дефинитивному рациону. Для эксперимента было отобрано 35 голов животных, пять животных было убито сразу после рождения. Остальных распределили на контрольные и опытные группы. Ягнята контрольных групп кормились естественным методом овцематками. Ягнята опытных групп находились на искусственном вскармливании (ЗОМ) Кольво-Старт согласно наставлениям. Убой контрольных и опытных животных проводили в следующие сроки: 15-е сутки, 2,5 месяца, 4,5 месяца. Были использованы нейроморфологические, морфометрические и классические гистологические методы. Для изучения структуры межмышечных нервных ганглиев, общей характеристики их нервно-клеточной популяции, особенностей нейроглиальных взаимоотношений изготавливали серийные парафиновые срезы с последующей окраской гематоксилином и эозином по Доминичи-Кедровскому. Размеры ганглиев, расстояние между ними, их формы, цитоархитектонику, размеры нервных клеток и ядер, состояние нейрофибрилярного аппарата, клеточную типизацию по Догелю изучали на импрегнированных препаратах, обработанных азотнокислым серебром по Бильшовскому-Гросс и окрашенных по методу Ниссля. При проведении морфометрических исследований руководствовались методикой, предложенной Г. Г. Автандиловым.

**Результаты исследований.** В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования нервной ткани рубца многокамерного желудка овец в раннем постнатальном онтогенезе (от рождения и до 4,5-месячного возраста), находившихся на естественном вскармливании с овцематками и при искусственном выращивании с применением заменителя овечьего молока (ЗОМ) Кольво-Старт. Результаты исследования могут служить теоретической основой для понимания механизма максимальной реализации генетического потенциала млекопитающих.

Установлено, что по мере развития желудка и становления его пищеварительных функций происходит развитие его интрамуральной нервной системы. Различают четыре связанных между собой сплетения: собственнослизистое, подслизистое, межмышечное и подсерозное. Наши сравнительно-морфологические исследования проведены на межмышечном нервном сплетении. Оно располагается между слоями в мышечной оболочке и образовано нервными пучками. Толщина пучков нервных волокон имеет некоторые особенности, связанные с возрастными периодами. В местах пересечения нервных стволов располагаются нервные ганглии (см. рис. 1).

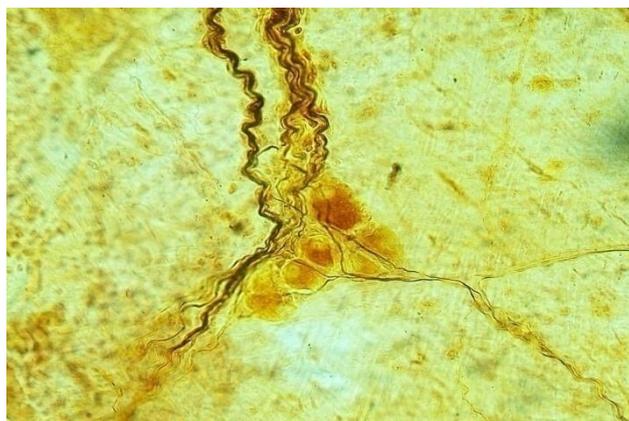


Рис 1. Ганглий межмышечного нервного сплетения рубца новорожденного ягненка. Бильшовский-Гросс. Ув.: Ок. 16. × Об. 10.

У новорожденных ягнят линейные размеры ганглиев составили  $60,4 \pm 2,37$  мкм ×  $136,0 \pm 0,48$  мкм, они имеют несколько вытянутую по длине желудка форму. Расстояние между ганглиями в стенке рубца равно  $148,0 \pm 0,48$  мкм (см. рис. 2).

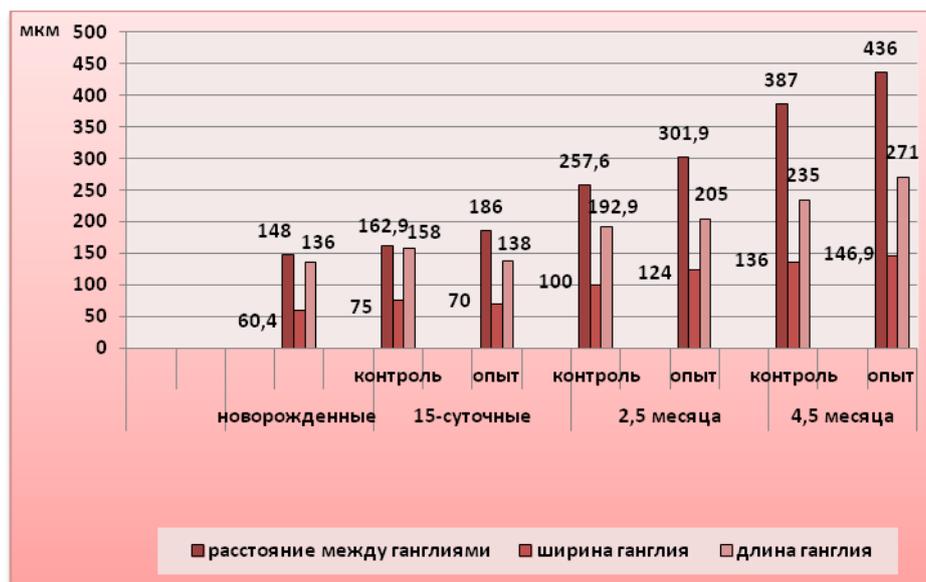


Рис 2. Динамика изменения размеров ганглиев рубца и расстояния между ними в постнатальном онтогенезе.

В новорожденный период в структуре межмышечных ганглиев рубца различаются нервноклеточные группы, которые располагаются вокруг входящих в ганглий пучков нервных волокон. Размеры их сильно варьируют. Безмиелиновые нервные волокна оплетают ганглиозные клетки и образуют между ними межклеточное сплетение. С учетом возрастных особенностей толщина нервных пучков межмышечного нервного сплетения рубца на протяжении всех исследованных периодов увеличивается. Нервный аппарат стенки рубца у новорожденных ягнят еще полностью не сформирован. Цитоархитектоника ганглиев представлена в основном нейробластами, их переходными формами, а также небольшим

количеством юных нейронов и глиальными клетками. На препаратах, импрегнированных по Бильшовскому-Гросс, обращает внимание сочетание размера тела нервных клеток, их форма с различной интенсивностью импрегнации, что обуславливает пестроту нервноклеточных скоплений. Доминируют клетки, обладающие пониженной восприимчивостью к серебру, а также нейробласты, находящиеся на разных этапах дифференцировки. Среди них можно различить округлые клетки, имеющие крупное ядро, занимающее почти всю цитоплазму. У монополярных клеток в качестве признаков дифференцировки мы отметили смещение ядра к одному из полюсов. Для них характерно появление сбоку слабо развитого нейрофибрилярного аппарата. Аксонный холмик вместе с нейроплазмой пока еще аргерофобен. Во всех ганглиях новорожденного периода имеются юные нейроны. Они выделяются значительной аргерофилией, имеют мультиполярную форму с эксцентрично расположенным пузырьковидным ядром. Их нейрофибриллы становятся грубее, расположены в центральной и околядерной зоне цитоплазмы, а также проникают в отростки. На основании морфометрических исследований нервные клетки были классифицированы на мелкие, средние и крупные, имеющие соответственно объем тела и ядра: мелкие –  $63,9 \pm 0,48$  мкм<sup>3</sup> и  $20,0 \pm 0,30$  мкм<sup>3</sup>; средние –  $258,0 \pm 4,77$  мкм<sup>3</sup> и  $65,0 \pm 1,60$  мкм<sup>3</sup>; крупные –  $438,0 \pm 4,80$  мкм<sup>3</sup> и  $70,0 \pm 2,30$  мкм<sup>3</sup>. Средний показатель ядерно-цитоплазматического отношения составил: мелкие клетки – 0,46; средние клетки – 0,33; крупные клетки – 0,19. На основании детального анализа ядерно-цитоплазматического отношения можно предположить, что мелкие клетки этапа нейробласта вступили в процесс активной дифференцировки морфологических и морфометрических показателей, тогда как крупные – в процесс роста, это отражает в них глубокие процессы дифференцировки. При анализе содержания в составе ганглиев клеток, имеющих разные морфометрические характеристики, было установлено, что основная популяция представлена клетками средних размеров (54%), мелкие клетки составляют 33%, а крупные – самые малочисленные – 13%. Это дает основание отнести крупные клетки к нейронам I типа Догеля.

Рост и развитие межмышечных ганглиев продолжается у ягнят на молочном этапе их развития, как в контрольной, так и опытной группах животных. Так у 15-суточных ягнят контрольной группы размеры ганглиев рубца составили  $158,0 \pm 0,49$  мкм ×  $75,0 \pm 1,86$  мкм. У животных опытной группы в данный возрастной период этот показатель отличался и был равен  $138,0 \pm 0,66$  мкм ×  $70,0 \pm 1,73$  мкм. Более высокие темпы роста ганглиев у животных контрольной группы, по нашему мнению, повлияли на изменение расстояния между ними, где к этому времени данный показатель составил  $162,9 \pm 2,25$  мкм против  $186,0 \pm 2,26$  мкм в опыте. В группах сравнения можно наблюдать опережающий рост в ширину по отношению к длине. Это является общей закономерностью как в контроле (B=24%), так и в опыте

( $V=16\%$ ). Однако относительный прирост ганглиев в длину соответственно составил 16% и 2%. Данная особенность морфогенеза ганглиев рубца согласуется с особенностями роста органа на молочном этапе развития в группах сравнения. В целом от рождения и до 15-суточного возраста в межмышечных ганглиях рубца у животных сравниваемых групп происходит ряд структурных преобразований (рисунок 2, 3). При изучении процентного соотношения содержания в составе ганглиев клеток, имеющих разные морфометрические параметры, было установлено, что основная популяция у 15-суточных животных представлена клетками средних размеров: в контроле – 68%, в опыте – 60%. Доля мелких клеток составляет 25% и 35%, крупных клеток – 7% и 5% соответственно.



Рис. 3. Изменения процентного соотношения нервно-клеточной популяции ганглиев межмышечного нервного сплетения рубца в постнатальном онтогенезе.

Сравнительный анализ показывает, что у 15-суточных ягнят, находившихся на искусственном кормлении ЗОМ Кольво-Старт, в составе ганглиев рубца увеличивается количество мелких клеток, тогда как в контроле – клеток средних размеров. При морфометрическом изучении изменений размеров мелких, средних и крупных клеток было установлено, соответственно объем тела и ядра, в контроле: мелкие клетки –  $132,9 \pm 0,48 \text{ мкм}^3$  и  $34,5 \pm 0,33 \text{ мкм}^3$ ; средние –  $352,9 \pm 0,75 \text{ мкм}^3$  и  $70,0 \pm 0,24 \text{ мкм}^3$ ; крупные –  $837,9 \pm 1,17 \text{ мкм}^3$  и  $133,0 \pm 0,60 \text{ мкм}^3$ ; в опыте: мелкие клетки –  $116,0 \pm 0,47 \text{ мкм}^3$  и  $36,0 \pm 0,19 \text{ мкм}^3$ ; средние –  $315,0 \pm 1,11 \text{ мкм}^3$  и  $79,0 \pm 0,28 \text{ мкм}^3$ ; крупные –  $906,0 \pm 1,91 \text{ мкм}^3$  и  $105,0 \pm 0,52 \text{ мкм}^3$ . Сравнительный анализ показывает, что у 15-суточных ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, в составе ганглиев рубца происходит замедление роста мелких и средних клеток, тогда как относительный прирост крупных клеток составил 107% против 91% в контроле. Средний показатель ядерно-цитоплазматического отношения составил в контроле: мелкие

клетки – 0,35; средние клетки – 0,25; крупные клетки – 0,18; в опыте: мелкие клетки – 0,45; средние клетки – 0,33; крупные клетки – 0,13. От рождения и до 15-суточного возраста ядерно-цитоплазматическое отношение мелких и средних клеток в ганглиях рубца животных опытной группы не претерпевает существенных изменений. Одновременно в группе крупных клеток наблюдается снижение, по сравнению с контролем, показателя ядерно-цитоплазматического отношения и увеличение относительного прироста их тела.

Сложнейшие изменения межмышечное нервное сплетение рубца претерпевает, начиная с рождения и до 2,5-месячного возраста. В переходный период все сплетение рубца представляет обильную сеть нервных волокон, в пересечении которых лежат ганглии. К периоду перехода ягнят на поедание грубого корма расстояние между ганглиями рубца увеличивается и составляет в контроле  $257,6 \pm 1,83$  мкм, а в опыте –  $301,9 \pm 1,72$  мкм. Это связано с ростом органа, который в переходный период становится самой крупной камерой желудка. Линейные размеры, достигаемые одним ганглием в рубце животных контрольной группы  $100,0 \pm 2,88$  мкм  $\times$   $192,9 \pm 0,84$  мкм, уступают аналогичным показателям в опыте –  $124,0 \pm 0,71$  мкм  $\times$   $205,0 \pm 0,48$  мкм. Относительный прирост метрических параметров линейных размеров ганглиев в контрольной группе был соответственно равен 33% и 22%, против 77% и 49% в опытной группе. Основная масса клеток приобретает признаки вполне дифференцированных нейронов, которые по основным морфологическим признакам можно легко отнести к классическим клеткам I типа Догеля (см. рис. 4).

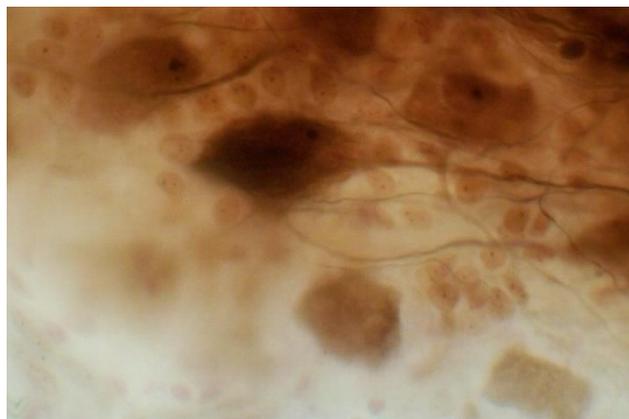


Рис. 4. Мультиполярный нейрон I типа Догеля. Ганглий рубца 2,5-месячного ягненка. Опытная группа. Бильшовский-Гросс. Ув.: Ок. 10.  $\times$  Об. 40.

При сравнительном морфологическом анализе установлена структурная гетерохрония ганглиев рубца ягнят 2,5-месячного возраста, обусловленная наличием в их составе различных переходных форм нервных клеток среди дифференцированных растущих нейронов. Это закономерно как для контрольных, так и опытных групп. Основную массу ганглиев 2,5-месячных животных контрольной группы составляют нервные клетки средних

размеров (60%), имеющие объем тела  $977,0 \pm 4,84$  мкм<sup>3</sup> и ядра  $154,0 \pm 0,55$  мкм<sup>3</sup>. Среди них имеются мелкие клетки с объемом тела  $282,0 \pm 2,13$  мкм<sup>3</sup> и ядра  $71,0 \pm 0,36$  мкм<sup>3</sup>, которые содержатся в количестве 22%. Число крупных клеток увеличилось (по сравнению с предыдущим периодом) до 18%. Они имеют размер клеточного тела  $2023,0 \pm 10,46$  мкм<sup>3</sup> и ядра  $193,0 \pm 1,20$  мкм<sup>3</sup>. Рассматриваемые показатели в ганглиях рубца 2,5-месячных животных опытной группы имеют иные значения. Так, содержание клеток средних размеров больше, чем в контроле (65%). Они отличаются размером тела –  $1142,0 \pm 7,29$  мкм<sup>3</sup> и ядра –  $160,0 \pm 2,20$  мкм<sup>3</sup>. Содержание крупных клеток по-прежнему невелико – 10%. Однако в группе крупных клеток заметно увеличиваются размеры клеточного тела и ядра:  $2434,0 \pm 11,50$  мкм<sup>3</sup>;  $160,0 \pm 1,34$  мкм<sup>3</sup>. Следует отметить, что в составе ганглиев рубца животных рассматриваемого периода и получавших ЗОМ Кольво-Старт сохраняется высокое содержание мелких клеток (25%), имеющих размеры клеточного тела и ядра:  $335,0 \pm 5,04$  мкм<sup>3</sup>;  $66,5 \pm 0,47$  мкм<sup>3</sup> (см. рис. 5).

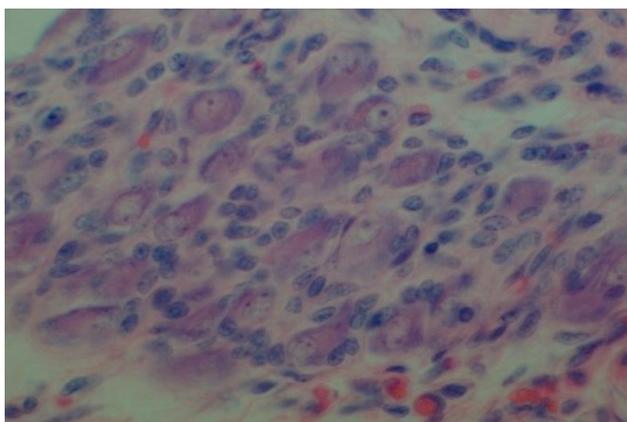


Рис. 5. Ганглий межмышечного нервного сплетения рубца 2,5-месячного ягненка. Опытная группа. Доминичи-Кедровский. Ув.: Ок. 5. × Об. 20.

Сравнительный анализ метрических параметров клеток показал, что относительный прирост их в ганглиях рубца искусственно вскармливаемых животных в переходный период был выше и составил: мелких клеток – 189%; средних – 263%; крупных – 168%; против соответственно: мелких клеток – 112%; средних – 177%; крупных – 142%, в контроле. Показатель ядерно-цитоплазматического отношения всех размерных групп клеток ганглиев рубца животных опытной группы, по сравнению с предыдущим периодом значительно уменьшился и составил: мелких клеток – 0,25; средних – 0,16; крупных – 0,07. Следует отметить, что контрольные показатели ядерно-цитоплазматического отношения по сравнению с опытом были несколько выше: мелких клеток – 0,33; средних – 0,19; крупных – 0,11. Сравнительный анализ свидетельствует об интенсивности процесса дифференцировки основного клеточного состава ганглиев рубца ягнят, получавших ЗОМ Кольво-Старт, к

периоду перехода к поеданию грубого корма, что отражает адаптационно-компенсаторную перестройку нервной ткани стенки рубца в связи с характером кормления на молочном этапе.

В период адаптации ягнят к дефинитивному рациону (в 4,5 месяца) нервные ганглии межмышечного нервного сплетения рубца по топографии, особенности размещения в них ганглиозных элементов соответствуют, в основном, предыдущему периоду раннего постнатального онтогенеза. Расстояние между ганглиями увеличилось и составило: в контроле –  $387,0 \pm 2,26$  мкм; в опыте –  $436,0 \pm 2,63$  мкм. Ганглии сравниваемых групп отличаются по размерам и интенсивности их роста. Линейные параметры ганглиев рубца животных в контрольной группе составили  $136,0 \pm 2,26$  мкм  $\times$   $235,0 \pm 1,89$  мкм, против аналогичных показателей в опытной группе –  $146,9 \pm 2,62$  мкм  $\times$   $271,0 \pm 2,26$  мкм. Относительный прирост ганглиев в ширину и длину соответственно равен: в контроле – 36%; 22%; в опыте – 19%; 32%. Основная масса клеток имеет средний размер, их количество увеличивается (в сравнении с предыдущим периодом) и составляет: в контроле 63%; в опыте – 70%. Они имеют средний объем тела и ядра соответственно по группам:  $1409,0 \pm 14,33$  мкм<sup>3</sup> и  $170,0 \pm 1,30$  мкм<sup>3</sup>;  $1651,0 \pm 11,85$  мкм<sup>3</sup> и  $231,0 \pm 0,68$  мкм<sup>3</sup>. Более крупные клетки в ганглиях рубца животных контрольной группы составляют 19%, против 13%, в опыте. Однако в группе крупных клеток заметно увеличиваются размеры клеточного тела и ядра: в контроле –  $3227,0 \pm 14,86$  мкм<sup>3</sup>;  $287,0 \pm 3,40$  мкм<sup>3</sup>; в опыте –  $3771,0 \pm 13,86$  мкм<sup>3</sup>;  $247,0 \pm 2,40$  мкм<sup>3</sup>. Наряду с крупными высокодифференцированными нейронами в ганглиях рубца 4,5-месячных ягнят различаются и мелкие клетки. В данном возрасте их содержание в ганглиях сравниваемых групп мало различается и равно 18% и 17%. Однако их морфометрические показатели тела и ядра имеют иную закономерность: в контроле –  $373,0 \pm 1,63$  мкм<sup>3</sup> и  $78,0 \pm 0,33$  мкм<sup>3</sup>; в опыте –  $445,0 \pm 2,29$  мкм<sup>3</sup> и  $116,0 \pm 1,26$  мкм<sup>3</sup>. Показатели ядерно-цитоплазматического отношения средних и крупных клеток соответственно имели близкие значения в сравниваемых группах: в контроле – 0,13 и 0,09; в опыте – 0,16 и 0,07. Это, по-видимому, является результатом стабильности взаимоотношений между ядром и цитоплазмой, и свидетельствует о завершении для большей части нейронов ганглиев этапа дифференцировки.

**Выводы.** Адаптационные возможности нервной ткани стенки рубца на молочном этапе характеризуются замедленным морфогенезом, когда размеры ганглиев уменьшаются. При переходе животных к поеданию грубого корма (от 15 суток до 4,5 месячного возраста) происходит активизация морфогенетических процессов, вследствие чего размеры ганглиев увеличиваются в ширину на 19% ( $p \leq 0,05$ ) в 2,5 месяца, а в длину – на 13% ( $p \leq 0,05$ ) в 4,5 месяца.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вечканова Н. А., Бушукина О. С., Здоровинин В. А. Особенности морфофункциональной адаптации интрамуральных ганглиев желудка ягнят при искусственном вскармливании // Морфология. – 2013. – Т. 144, № 5. – С. 69–70.
2. Шакирова Д. М. Морфофункциональное состояние чревного сплетения и печени крыс при экспериментальной патологии и методы ее коррекции: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2004. – 19 с.
3. Хохлова С. Н. Возрастные особенности морфологии некоторых симпатических ганглиев и нервов собаки: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саранск, 2007. – 20 с.
4. Вечканова Н. А., Бушукина О. С., Здоровинин В. А. Постнатальный морфогенез межмышечных ганглиев желудка овец при искусственном выращивании // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2014. – Т. 219. – С. 79–83.