

Н. А. Вечканова, Н. А. Мельникова, С. А. Ляпина

Сравнительно-морфологический анализ межмышечного нервного сплетения книжки овец эдильбаевской породы в постнатальном онтогенезе

Аннотация.

Цель: сравнительно-морфологический анализ нервно-клеточной популяции ганглиев книжки овец эдильбаевской породы от рождения и до 4,5-месячного возраста.

Материалы и методы. Для эксперимента отобраны контрольная и опытная группы в количестве 35 голов. 5 животных оценены после убоя сразу после рождения. Остальных распределили на контрольные и опытные группы по 5 ягнят в каждой. Контрольные группы ягнят кормились овцematками естественным образом. Опытные группы ягнят согласно инструкции находились на искусственном питании заменителем овечьего молока (ЗОМ) «Кольво-Старт». Объектом гистологического исследования являлись ганглии книжки ягнят эдильбаевской породы 4-х технологических периодов: новорожденные, 15-суточные, 2,5-месячные, 4,5-месячные. Использовались классические нейроморфологические, морфометрические и гистологические методы, а также обработка статистических данных.

Результаты. Сравнительный анализ показал, что в группе клеток средних размеров в ганглиях книжки ягнят 2,5-месячного возраста происходит интенсивный рост цитоплазмы по отношению к ядру как в контроле, так и в опыте. Выявлены морфологические показатели адаптационно-компенсаторной перестройки нервной ткани.

Заключение. Полученные морфометрические данные от рождения и до 4,5-месячного возраста свидетельствуют об опережающем росте ганглиев в опыте как в длину, так и ширину, происходит увеличение линейных размеров ганглиев книжки. Это обусловлено выраженной адаптацией и формированием органа в связи с характером кормления.

Ключевые слова: заменитель овечьего молока, межмышечные ганглии, объем ядра, объем тела.

Авторы:

Вечканова Наталья Александровна — кандидат биологических наук; e-mail: vaskina1986@internet.ru;

Мельникова Наталья Алексеевна — кандидат биологических наук;

Ляпина Светлана Анатольевна — кандидат биологических наук.

Медицинский институт Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева; 430005, Россия, Республика Мордовия, Саранск, Большевицкая ул., 68.

Введение. Животное считается жизнеспособным при условии успешного перехода к неонатальному периоду после благоприятного внутриутробного развития. В данном случае ключевым определяющим фактором является функциональная зрелость такой системы как желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), которая ответственна за своевременное обеспечение животного необходимыми питательными веществами. На момент рождения у животного нормально функционируют практически все адаптивные механизмы. Но важно учитывать, что полное формирование органов и систем заканчивается только к моменту окончания неонатального периода [1, 2].

Из всех процессов постнатального периода особого внимания заслуживает развитие ЖКТ, так

как изначально данная система является стерильной, а затем постепенно колонизируется микроорганизмами. Для желудка животных, который имеет несколько камер, характерен повышенный уровень иннервации, при этом текущее состояние и степень развития отдельных клеток ЖКТ определяют дальнейшую возможность адаптации животного к тому или иному характеру питания [3, 4]. Это обуславливает важность и необходимость детального изучения структурных и функциональных изменений, протекающих в ганглиях многокамерного желудка животных. Необходимо учитывать, что ганглии многокамерного желудка являются своего рода центрами, отвечающими за координацию двигательной и секреторной активности пищеварительной системы в целом и про-

цесса пищеварения при искусственном питании в частности [5, 6].

Цель: сравнительно-морфологический анализ межмышечного нервного сплетения книжки овец эдильбаевской породы в постнатальном онтогенезе.

Материалы и методы. Материалы для исследования собраны в фермерском хозяйстве ЧП «Перякин А. Д.», которое расположено в Республике Мордовия. При выполнении исследования строго соблюдались этические принципы работы с экспериментальными животными, установленные специализированной формой с регистрационным номером № 01201251144.

Эксперимент проводился посредством сравнения результатов и данных животных, разделенных на опытные и контрольные группы. Всего исследовали 35 животных. 5 животных оценены после убоя сразу после рождения. Остальных распределили на контрольные и опытные группы по 5 ягнят в каждой. Животные контрольных групп питались традиционным способом (молоком овцематки). Животные опытных групп питались заменителем овечьего молока (ЗОМ) «Кольво-Старт». Объектом гистологического исследования являлись ганглии книжки ягнят эдильбаевской породы четырех технологических периодов: новорожденные, 15-суточные, 2,5-месячные, 4,5-месячные. Использовались классические нейроморфологические, морфометрические и гистологические методы, а также обработка статистических данных. Строение межмышечных нервных ганглиев, характеристики нейроглиальных отношений и общие характеристики нейроклеточной популяции изучались посредством метода Доминичи-Кедровского. Для выполнения морфометрических исследований использовались методики Ниссля и Бильшовского-Гросса, а также специализированная методика Г. Г. Автандилова.

Показатели ядерно-цитоплазматического отношения вычисляли по формуле:

$$\text{ЯЦО} = V_{\text{Я}} / V_{\text{К}} - V_{\text{Я}},$$

где $V_{\text{Я}}$ и $V_{\text{К}}$ — соответственно объёмы ядра и клетки.

Относительный прирост, который показывает энергию роста, его напряженность измеряемого объекта, вычисляли по формуле:

$$B = ((V_1 - V_0) / V_0) \times 100\%,$$

(B — коэффициент по Майноту), где V_1 — конечный показатель, V_0 — начальный показатель.

Все микрофотографии и увеличения, полученные в ходе выполнения исследования и представляются в этой и других работах, полностью соответствуют увеличениям, при которых осуществлялась микросъёмка для осуществления исследования.

Результаты исследования и их обсуждение.

В стенке книжки у новорожденных ягнят между слоями мышечной оболочки располагаются утолщенные нервные стволы, которые делятся на пучки потоньше. Тонкие стволы перекручиваются между собой и образуют единое образование, которое называют межмышечным сплетением [7, 8]. Ганглии при этом находятся в местах, где ответвления нервных стволов пересекаются друг с другом (рис. 1).

Толщина нервных волокон имеет отличительные характеристики, так как взаимосвязана с возрастными изменениями [9, 10]. В нашем исследовании у новорожденных ягнят расстояние между ганглиями составляло $57,6 \pm 0,4$ мкм, а линейные размеры составляли $69,6 \pm 1,7$ мкм $\times$ $107,1 \pm 0,4$ мкм (табл. 1). В ходе исследования состава ганглиев книжки обнаружены нервные клетки, отличающиеся по таким индивидуальным характеристикам как степень импрегнации, форма и размер.

На основании морфометрических исследований нервные клетки были классифицированы на мелкие, средние и крупные. Среди всех клеток доминируют те, что имеют средние размеры, на них приходится 70%, на клетки крупного размера — 20%, на клетки мелкого размера — 10%. При этом происходит уменьшение показателя ядерно-цитоплазматического отношения (ЯЦО), оно увеличивается от крупных клеток к мелким и наоборот. Таким образом, среднее значение ЯЦО клеток мелкого размера составляет 0,45; клеток среднего размера — 0,25; клеток крупного размера — 0,11 (табл. 1). Реализованный сравнительный анализ продемонстрировал, что большее количество нервных клеток ганглиев подвержено активному росту. Такой вывод можно сделать на основании данных, показавших, что темп роста цитоплазмы опережает рост ядра, средних и крупных клеток [9, 10].

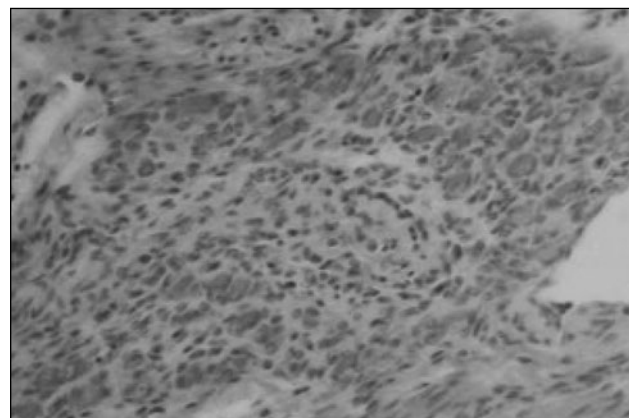


Рис. 1. Ганглии межмышечного нервного сплетения книжки новорожденного ягнёнка. Окрасивание выполнено по методу Доминичи-Кедровского.

Увеличение: Ок. 5. $\times$ Об. 5

Далее на молочном периоде активными темпами протекают структурные преобразования ганглиев книжки, при этом усложняется их цитоархитектоника. Изменяется расстояние между ганглиями, показатели ягнят, которым есть 15 суток, отличаются от показателей ягнят, которые только родились. Линейные размеры ганглиев контрольной группы составляли: $89,4 \pm 1,8$ мкм $\times$ $118,0 \pm 0,8$ мкм, при расстоянии между ними $86,1 \pm 0,4$ мкм. При этом показатели опытной группы ягнят, получавших ЗОМ «Кольво-Старт», демонстрируют, что ганглии книжки крупнее — $109,3 \pm 1,7$ мкм $\times$ $148,0 \pm 0,8$ мкм и друг от друга располагаются дальше — $112,1 \pm 0,7$ мкм (табл. 1).

В группах сравнения прослеживается общая тенденция: рост ганглиев быстрее проходит в ширине относительно длины. В опыте более заметна интенсивность роста ганглиев в ширину $V=58\%$, по сравнению с контролем — $V=29\%$, где V — коэффициент по Майноту. Прирост ганглиев в длину отличался существенно между контролем $V=9\%$ и опытом $V=37\%$. Сравнительный анализ показал, что в 15-суточный период такая особенность морфогенеза межмышечных ганглиев стенки книжки, видимо, связана с формированием органа в связи с характером питания. В 15 суток в ганглиях книжки ягнят опытной группы замедляется рост мелких клеток $V=27\%$, по сравнению с контрольной группой $V=59\%$. Тогда как в крупных клетках наблюдается стремительный рост в опыте $V=63\%$ и низкий в контроле $V=38\%$. При сравнительном анализе процентного соотноше-

ния состава ганглиев книжки ягнят установлено, что основными являются клетки средних размеров как в контроле 64% , так и в опыте 70% . Содержание мелких клеток в контроле составляет — 20% ; в опыте — 18% . Крупных нейронов в контроле — 16% , а в опыте — 12% . Из полученных данных видно, что в опыте количество мелких и крупных клеток уменьшается, а количество средних клеток по сравнению с контролем увеличивается. Показатель ЯЦО в группах сравнения свидетельствует о пониженной дифференциации мелких клеток на молочном этапе в ганглиях книжки ягнят в опыте и составил — $0,40$, по сравнению с контролем — $0,35$. Величина ЯЦО средних клеток составила в контроле и в опыте — $0,20$. В то время, когда показатели ЯЦО крупных нейронов снижаются в опыте — $0,07$, по сравнению с контролем — $0,09$, увеличивается относительный прирост тела на фоне незначительного роста ядра $V=9\%$ (табл. 1).

В возрасте 2,5 месяцев нервное межмышечное сплетение нервов книжки у ягнят обретает дополнительную мощность, как это продемонстрировано на рисунке 2.

Увеличивается резко расстояние между ганглиями по сравнению с предыдущим возрастным периодом: в контроле равно — $155,9 \pm 0,7$ мкм; в опыте — $181,0 \pm 1,3$ мкм. Показатели соответствуют росту органа к моменту перехода ягнят к потреблению грубого корма [11]. В контроле линейные размеры ганглиев составили: $134,8 \pm 4,2$ мкм $\times$ $137,3 \pm 0,7$ мкм; в опыте — $147,3 \pm 1,1$ мкм $\times$ $156,0 \pm$

Таблица 1. Морфометрические показатели ганглиев межмышечного нервного сплетения книжки в новорожденный и молочный периоды

Показатели	Возраст животных				
	Новорожденные	15-суточные			
		Контроль	V%	Опыт	V%
1	2	3	4	5	6
Линейные параметры ганглиев (мкм)					
Расстояние между ганглиями	$57,6 \pm 0,4$	$86,1 \pm 0,4$	51	$112,1 \pm 0,7^*$	96
Ширина ганглия	$69,6 \pm 1,7$	$89,4 \pm 1,8$	29	$109,3 \pm 1,7$	58
Длина ганглия	$107,1 \pm 0,4$	$118,0 \pm 0,8$	9	$148,0 \pm 0,8$	37
Ядерно-цитоплазматическое отношение клеток					
Мелкие клетки	0,45	0,35	—	0,40	—
Средние клетки	0,25	0,20	—	0,20	—
Крупные клетки	0,11	0,07	—	0,09	—
Процентное содержание (%)					
Мелкие клетки	10	20	—	18	—
Средние клетки	70	64	—	70	—
Крупные клетки	20	16	—	12	—

Примечание: * $p \leq 0,05$ по сравнению с контрольными животными.

1,1 мкм. При сравнении морфометрических параметров было выявлено, что ганглии книжки ягнят 2,5 месячного возраста опытной группы крупнее, чем в контроле. Несмотря на это, относительный прирост ганглиев в контроле был больше в ширину $B=51\%$, чем в опыте $B=35\%$ (табл. 2). В группах сравнения закономерностью морфогенеза этого периода является доминирующий рост в ширину по отношению к длине. Изучение количественного содержания средних клеток в ганглиях книжки ягнят переходного возраста показало наличие в контрольной группе 68%, в опыте — 65%. Содержание мелких клеток составило в контроле в пределах 12%, а в опыте — 10% (табл. 2). При морфологическом исследовании мелкие клетки в ганглиях книжки были идентифицированы нейробластического типа. Количество крупных клеток в составе ганглиев книжки

в опыте по сравнению с контролем увеличивается, а содержание мелких и средних клеток уменьшается (рис. 3).

При детальном анализе в группах сравнения в ганглиях книжки ягнят к моменту перехода к потреблению грубого корма отмечается высокая напряженность роста нервных клеток. Относительный прирост тела нервных клеток в контроле составил: мелких — 81%; средних — 110%; крупных — 84%; в опыте: мелких — 65%; средних — 95%; крупных — 98%. Сравнительный анализ показал, что в группе клеток средних размеров в ганглиях книжки ягнят 2,5-месячного возраста происходит интенсивный рост цитоплазмы по отношению к ядру как в контроле, так и в опыте. Полученные данные говорят о состоянии их активной дифференцировки. Этому свидетельствует и показатель

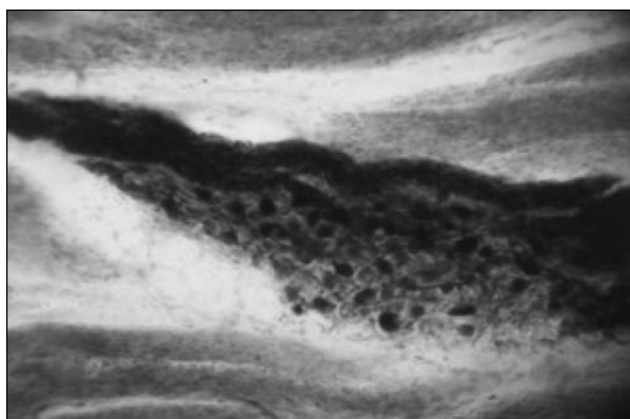


Рис. 2. Ганглий межмышечного нервного сплетения книжки 2,5- месячного ягнёнка. Опытная группа. Метод Бильшовский-Грос. Увеличение: Ок. 5. × Об. 5

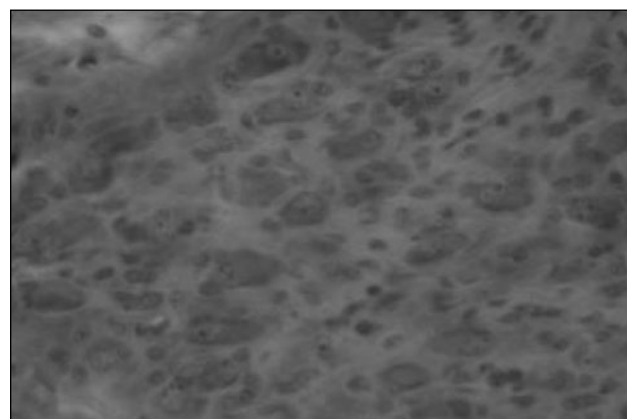


Рис. 3. Ганглий межмышечного нервного сплетения книжки 2,5- месячного ягнёнка. Контрольная группа. Окрасивание по методу Доминичи-Кедровского. Увеличение: Ок. 16. × Об. 10

Таблица 2. Морфометрические показатели ганглиев межмышечного нервного сплетения книжки в 2,5 и в 4,5 месяцев

Показатели	Возраст животных							
	2,5 мес.				4,5 мес.			
	Контроль	В%	Опыт	В%	Контроль	В%	Опыт	В%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расстояние между ганглиями	155,9±0,7	81	181,0±1,3	62	191,9±0,7	23	159,0±0,7	-12
Ширина ганглия	134,8±4,2	51	147,3±1,1	35	145,2±0,6	8	154,0±0,7	5
Длина ганглия	137,3±0,7	17	156,0±1,1	6	208,0±0,7	52	147,7±1,8	-6
Ядерно-цитоплазматическое отношение клеток								
Мелкие клетки	0,25	—	0,33	—	0,30	—	0,30	—
Средние клетки	0,09	—	0,10	—	0,12	—	0,09	—
Крупные клетки	0,09	—	0,06	—	0,06	—	0,09	—
Процентное содержание (%)								
Мелкие клетки	12	—	10	—	8	—	15	—
Средние клетки	68	—	65	—	66	—	65	—
Крупные клетки	20	—	25	—	26	—	20	—

ЯЦО, который отличается в контроле: мелких клеток — 0,25; средних клеток — 0,09; крупных клеток — 0,09 и в опыте: мелких клеток — 0,33; средних клеток — 0,10; крупных клеток — 0,06 (табл. 2). Для крупных нейронов ганглиев книжки ягнят в контроле наоборот характерна стабильность отношений ядра и цитоплазмы, что обусловлено их относительно пропорциональным ростом. Тогда как в опыте в крупных клетках отмечается активный рост цитоплазмы.

В 4,5 месяца, когда ягнята адаптируются к дефинитивному питанию, еще больше увеличиваются размеры ганглиев книжки. Длина их в контрольной группе достигает $208,0 \pm 0,7$ мкм, а ширина $145,2 \pm 0,6$ мкм. В опыте длина равна $147,7 \pm 1,8$ мкм, ширина — $154,0 \pm 0,7$ мкм. Между ганглиями расстояние составило в контроле $191,9 \pm 0,7$ мкм ($B=23\%$), а в опыте — $159,0 \pm 0,7$ мкм ($B=12\%$) (табл. 2). Полученные параметры ганглиев книжки ягнят доказывают, что за прошедший период расстояние между ганглиями в контроле увеличилось, а в опыте произошло сближение ганглиев друг к другу за счет их деления на более мелкие. Содержание мелких клеток в период адаптации животных к грубому питанию выявлено в небольшом количестве в контроле — 8%, в опыте — 15%. На основании полученных результатов в группах сравнения морфометрические показатели мелких и средних клеток превосходят таковые в опыте. Относительный прирост мелких и средних клеток в опыте также меньше. Крупные клетки ганглиев книжки ягнят в опыте на этапе адаптации характеризуются высокой напряженностью роста

как тела $B=38\%$, так и ядра $B=94\%$. Анализ сравнения показал падение содержания крупных нейронов в ганглиях и увеличение мелких клеток у ягнят опытной группы по отношению к контролю.

Соответственно средний показатель ЯЦО составил: в контроле — мелкие клетки — 0,30; средние клетки — 0,12; крупные клетки — 0,06; в опыте — мелкие клетки — 0,30; средние клетки — 0,09; крупные клетки — 0,09 (см. таблицу 2).

Заключение. Таким образом, по мере взросления животных происходят функциональные и структурные изменения в их желудке [12, 13]. Полученные морфометрические данные, измеряемые от момента рождения до достижения возраста 4,5 месяцев, показали опережающий рост ганглиев в ходе эксперимента в ширину и длину, то есть протекает увеличение линейных размеров ганглиев книжки у животных контрольной группы. Выявлено, что в сравниваемых группах ЯЦО в ганглиях книжки в ходе адаптационного периода животных к дефинитивному корму преимущественная масса клеток среднего и крупного размеров пребывает в стадии активного роста. В мелких клетках процесс дифференциации клеток протекает медленнее. В группе животных, которые получали ЗОМ, отмечаются стабильность ЯЦО и пропорциональный рост у клеток среднего размера, при этом у клеток крупного размера существенно увеличивается рост ядра при увеличении объема цитоплазмы. Причиной данных явлений является формирование органа в соответствии с питанием и выраженной адаптацией.

Литература

1. Вечканова Н. А. Постнатальный морфогенез межмышечных ганглиев желудка овец при искусственном выращивании / Н. А. Вечканова, О. С. Бушукина, В. А. Здоровинин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. — 2014. — Т. 219. — С. 79–83.
2. Вечканова Н. А. Морфологические особенности нервных структур стенки желудка при искусственном вскармливании ягнят / Н. А. Вечканова, О. С. Бушукина // Морфология. — 2020. — Т. 157. — № 2–3. — С. 48.
3. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство / Г. Г. Автандилов. — Москва: Медицина. — 1992. — 380 с.
4. Вракин В. Ф., Сидорова М. В., Морфология сельскохозяйственных животных — М.: Агропромиздат, 1991 г.
5. Аршавский И. А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И. А. Аршавский // М.: Наука, 1982. — 270 с.
6. Вечканова Н. А. Постнатальный гистогенез интрамуральных ганглиев желудка в зависимости от типов питания в эксперименте / Н. А. Вечканова, О. С. Бушукина, Д. М. Коробков // Ogarov-online. — 2017. — № 1. — URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/postnatalnyj-gistogenez-inntramuralnyx-gangliev-zheludka-v-zavisimosti-ot-tipov-pitaniya-v-eksperimente>.
7. Baluk, P. The enteric nervous system in tissue culture. II Ultrastructural studies of cell types and their relationships / P. Baluk, K. R. Jessen, M. Saffrey et. al. // Brain Res. — 1983. — V. 262. — № 1. — P. 47–57.

8. Заварзин А. А. Сравнительная гистология / А. А. Заварзин. — Изд-во Санкт Петербург. ун-та, 2000. — С. 130–146.
9. Nagata, T. Aquantitative study on the ganglian cella in the small intestine of the dog / T. Nagata // Med. J. Shinachu Univ. — 1996. — V. 10. — № 1. — P. 1–11.
10. Takahashi, T. Pathophysiological significance of neuronal nitric oxide synthase in the gastrointestinal tract / T. Takahashi // J. Gastroenterol. — 2003. — V. 38. — P. 421–430.
11. Кругляков П. П. Возрастные изменения вегетативных ганглиев млекопитающих животных и человека / П. П. Кругляков // Современные проблемы нейробиологии : Тез. докл. третий Междунар. симпозиум. — Саранск : Изд-во Мордовского университета, 2001. — С. 53–54.
12. Вечканова, Н. А. Морфометрические особенности межмышечных нервных сплетений многокамерного желудка в постнатальном онтогенезе / Н. А. Вечканова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2019. — № 2 (50). — С. 69–77. DOI 10.21685/2072-3032-2019-2-7.
13. Вечканова Н. А. Morphological Aspects of the Enteric Nervous System of the Stomach in Artificially Fed Lambs / Н. А. Вечканова, О. С. Бушукина, А.С. Зенкин, С. А. Ляпина, Н. А. Мельникова, Н. Ю. Калязина // Research Journal of Pharmacy and Technology. — 2019. — Т. 12. — № 12. — С. 5729–5734. DOI: 10.5958/0974-360X.2019.00991.0.

Vechkanova N., Melnikova N., Lyapina S.

Comparative-morphological analysis of intermuscular nervous plexus book of edilbayevskaya sheep in postnatal ontogenesis

Abstract.

Purpose: To perform a comparative morphological analysis of the intermuscular nerve plexus of the book of the Edilbaev breed sheep in postnatal ontogenesis.

Materials and methods. For the experiment, the control and experimental groups were selected in the amount of 35 heads, 5 animals were killed immediately after birth. The rest were divided into control and experimental groups of 5 lambs each. Control groups of lambs were fed naturally on ewes. Experimental groups of lambs, according to the instructions, were on artificial feeding with a sheep milk substitute (ZOM) «Kolvo-Start». The object of histological examination was the ganglia of the book of Edilbaev breed lambs of 4 technological periods: newborns, 15-day-old, 2.5-month-old, 4.5-month-old. We used classical neuromorphological, morphometric and histological methods, as well as processing statistical data.

Results. Comparative analysis showed that in the group of medium-sized cells in the ganglia of lambs of 2.5 months of age, there is an intensive growth of the cytoplasm in relation to the nucleus, both in the control and in the experiment. The morphological indicators of the adaptive-compensatory restructuring of the nervous tissue were revealed.

Conclusion. The obtained morphometric data from birth to 4.5 months of age testify to the advanced growth of ganglia in the experiment both in length and width, an increase in the linear dimensions of the ganglia of the book occurs. This is due to the pronounced adaptation and formation of the organ in connection with the nature of feeding.

Key words: sheep milk substitute, intermuscular ganglia, nucleus volume, body volume.

Authors:

Vechkanova N. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: vaskina1986@internet.ru;

Melnikova N. — PhD (Biol. Sci.);

Lyapina S. — PhD (Biol. Sci.).

N. P. Ogarev Mordovia State University; 430005, Russia, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevistskaya st., 68.

References

1. Vechkanova N. A. Postnatal morphogenesis of the intermuscular ganglia of the stomach of sheep during artificial rearing / N. A. Vechkanova, O. S. Bushukina, V. A. Zdorovinin // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after V. A. N. E. Bauman. — 2014. — V. 219. — P. 79–83.
2. Vechkanova N. A. Morphological features of the nervous structures of the stomach wall during artificial feeding of lambs / N. A. Vechkanova, O. S. Bushukina // Morphology. — 2020. — V. 157. — № 2–3. — P. 48.
3. Avtandilov G. G. Medical morphometry. Management / G. G. Avtandilov. — Moscow: Medicine. — 1992. — 380 p.
4. Vraikin V. F., Sidorova M. V., Morphology of farm animals. — M.: Agropromizdat, 1991.
5. Arshavsky I. A. Physiological mechanisms and patterns of individual development / I. A. Arshavsky // M.: Science, 1982. — 270 p.
6. Vechkanova N. A. Postnatal histogenesis of intramural ganglia of the stomach depending on the types of nutrition in the experiment / N. A. Vechkanova, O. S. Bushukina, D. M. Korobkov // Ogarev-online. — 2017. — № 1. — URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/postnatalnyj-gistogenez-intramuralnyx-gangliiv-zheludka-v-zavisimosti-ot-tipov-pitaniya-v-eksperimente>.
7. Baluk P. The enteric nervous system in tissue culture. II Ultrastructural studies of cell types and their relationships / P. Baluk, K. R. Jessen, M. Saffrey et. al. // Brain Res. — 1983. — V. 262. — № 1. — P. 47–57.
8. Zavarzin A. A. Comparative histology / A. A. Zavarzin. — Publishing house of St. Petersburg. University, 2000. — P. 130–146.
9. Nagata T. Aquantitative study on the ganglian cella in the small intestine of the dog / T. Nagata // Med. J. Shinachu Univ. — 1996. — V. 10. — № 1. — P. 1–11.
10. Takahashi, T. Pathophysiological significance of neuronal nitric oxide synthase in the gastrointestinal tract / T. Takahashi // J. Gastroenterol. — 2003. — V. 38. — P. 421–430.
11. Kruglyakov P. P. Age-related changes in the vegetative ganglia of mammals and humans / P. P. Kruglyakov // Modern problems of neurobiology: Abstracts. report third Intern. symposium. — Saransk: Publishing House of the Mordovian University, 2001. — P. 53–54.
12. Vechkanova N. A. Morphometric features of intermuscular nerve plexuses of a multicameral stomach in postnatal ontogenesis / N. A. Vechkanova // Proceedings of higher educational institutions. Volga region. Medical sciences. — 2019. — № 2(50). — P. 69–77. DOI 10.21685 / 2072-3032-2019-2-7.
13. Vechkanova N. A. Morphological Aspects of the Enteric Nervous System of the Stomach in Artificially Fed Lambs / N. A. Vechkanova, O.S. Bushukina, A.S. Zenkin, S. A. Lyapina, N. A. Melnikova, N. Yu. Kalyazina // Research Journal of Pharmacy and Technology. — 2019. — V. 12. — № 12. — P. 5729–5734. DOI: 10.5958 / 0974-360X.2019.00991.0.