

УДК.619:611.89:636.2

ИЗМЕНЕНИЯ В МОРФОЛОГИИ ИНТРАМУРАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ И НЕЙРОЦИТОВ ЖЕЛУДКА У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ СТАРЕНИИ

Н.П. ПЕРФИЛЬЕВА

(Кафедра физиологии и биохимии с.-х. животных,
Ульяновская государственная с.-х. академия)

Исследование проведено на интрамуральных нейронах рубца, сетки, книжки и сычуга 3- и 11-летних клинических здоровых средней упитанности коров — аналогов помесей чернопестрой и голштинской пород.

В результате исследования удалось выявить, что в интрамуральных ганглиях и нейронах желудка коров к моменту завершения их эксплуатации имеются старческие изменения, сопровождающиеся атрофией, гипертрофией и дегенерацией. Однако, несмотря на это, интрамуральная нервная система обеспечивает физиологически нормальное функционирование желудка у 11-летних коров, поэтому полученные количественные характеристики морфогенеза нейроцитов могут быть приняты за эталон морфологической нормы.

Известно, что нейроны с возрастом животных претерпевают значительные атрофические и гипертрофические изменения структурного и метаболического характера [12, 15—17]. Эти изменения нередко связывают с одним из важнейших свойств нервной системы — ее высокой пластичностью и способностью к адаптации. Параллельно многими исследователями доказано, что современные интенсивные методы выращивания и содержания животных ускоряют созревание и старение интрамуральных нервных клеток {2, 3, 10}, а вместе с этим и

укорачивают срок эксплуатации животных. Так, по данным бонитировки в 1989 и 1995 гг., на фермах учхоза Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии (УГСХА) средняя статистическая продолжительность продуктивной жизни коров составила соответственно около 6 лет (2,9 отела) и 5,5 лет (2,5 отела), в США — 4,28 года [13].

Между тем, если рассматривать интрамуральные ганглии с позиции А.Д. Ноздрачева [6] и некоторых других ученых, т.е. как низшие центры управления висцеральными рефлексими, то нельзя

игнорировать тот факт, что структурная перестройка их нейронов влечет функциональные изменения не только в желудочно-кишечном тракте, но и в организме в целом. Однако в доступной литературе мы не нашли сведений о проявлениях старения в морфологии интрамуральных нервных ганглиев и нейроцитов желудка к моменту завершения промышленной эксплуатации коров, поэтому и предприняли настоящее исследование. Оно необходимо для разработки новой адаптационной системы [14] и успешного ведения промышленного животноводства. К указанному следует добавить, что при нейроморфологических исследованиях одним из наиболее информативных и объективных методов, бесспорно, является количественный анализ, улавливающий малейшие изменения в строении нервных клеток и их отростков [11, 12].

Цель настоящей работы — выяснить и количественно (с помощью морфометрии и статистической обработки полученных данных) проанализировать изменения в морфологии интрамуральных ганглиев и нейроцитов желудка 11-летних коров, как самых «крайних» при хозяйственной выбраковке, по сравнению с 3-летними.

Методика

Исследование проведено на интрамуральных ганглиях и нейроцитах рубца, сетки, книжки и сычуга 3- и 11-летних клинически здоровых средней упитанности коров-аналогов — помесей черно-пестрой и голштинской по-

род, принадлежащих учхозу УГ-СХА.

Для изучения общей картины ганглиев использовали окраску гематоксин-эозином; для изучения тел, ядер и ядрышек нервных клеток — окраску по Нисслию; отростки нейронов выявляли методом Бильшовского — Грос. Морфометрию проводили винтовым окуляр-микрометром МОВ-1-15*, вмонтированным в микроскоп Р-14. В каждой возрастной группе производили до 100, но не менее 16, замеров, согласно рекомендациям [1] и [12]. Расчеты по отдельно взятой клетке сводились к 10–15 показателям при заданном уровне достоверности 0,95%. Во время исследования определяли следующие морфометрические показатели: объем цитоплазмы и ядра — по формуле объема вращающегося эллипсоида, объем ядрышка — по формуле объема шара, их отношения: ядерно-цитоплазменное, ядрышко-ядерное, ядрышко-цитоплазменное, а также диаметр аксона, количество дендритов, их ответвлений и суммарную длину двух последних, морфологию перинейрональной капсулы. Площадь поперечного сечения аксона получали по формуле

$$S = 1/4\pi a^2,$$

где a — диаметр отростка. Для изучения скорости роста нервных клеток, их отростков и оболочек применили коэффициент по Майоноту (M) [4]. Ганглии изучали с помощью стереометрии.

При статистическом анализе использовали корреляционный, регрессионный и информационный методы.

Результаты

Интрамуральная нервная система желудка крупного рогатого скота включает 4 взаимосвязанных сплетения: подсерозное, межмышечное (сплетение Ауэрбаха), подслизистое (сплетение Мейсснера) и собственнослизистое. Все они резко различаются между собой по морфологическим признакам и морфометрическим показателям в зависимости от возраста и принадлежности к тому или иному отделу желудка. Собственнослизистое сплетение имеется только в сычуге. Оно представлено одиночными чувствительными клетками.

Ганглии подслизистого сплетения отсутствуют в рубце, слабо развиты в сетке и книжке; морфометрической обработке они поддаются только в сычуге, где средняя площадь одного ганглия у 3— и 11-летних коров соответственно возрастает с 6,78 до 7,15 мкм².

Подсерозное сплетение наилучшим образом представлено в рубце и сетке, слабее развито в книжке, плохо — в сычуге.

Среди интрамуральных нервных сплетений желудка крупного рогатого скота одинаково хорошо во всех отделах развито Ауэрбаховское нервное сплетение. Результаты исследований по морфологии ганглиев межмышечного нервного сплетения желудка крупного рогатого скота в онтогенезе были подробно изложены в предыдущем сообщении [7]. Дополнительно проведенное исследование позволило составить табл. 1, из которой следует, что у 11-летних коров по сравнению с 3-летними происходит незначительное увеличение средней площади ганглиев межмышечного сплетения во

всех камерах желудка, кроме рубца (в этом органе она в среднем уменьшилась на 12%), при общем сокращении численности узлов на 20—30% и сокращении средней площади ганглиозной ткани на 1 см² стенки органа. По мнению некоторых исследователей [3, 5], дробление ганглиев на более мелкие является признаком гипертрофии. В свою очередь, уменьшение их числа на единицу площади предположительно можно связать с атрофическими процессами, а также с продолжающимся растяжением стенки желудка в связи с возрастной потерей ее эластичности. Наблюдаемое разрастание ганглиозной ткани на единицу иннервируемой площади в сычуге, вероятно, можно связать с увеличением объема нейроцитов, уплотнением нейроплиа, увеличением периферического поля иннервации (табл. 2) и потенциально роста малодифференцированных нейронов с учетом имеющейся гетерохронии.

Установлено, что у 11-летних коров происходит истончение пучков нервных волокон ганглиев межмышечных нервных сплетений сетки и книжки и утолщение таковых в сычуге. Если учесть, что пучки нервных волокон — это аксоны нейроцитов, то из табл. 2 видно, что диаметр последних к 11 годам увеличивается. Поэтому утолщение пучков нервных волокон, с одной стороны, возможно, по утверждению некоторых исследователей [8, 9 и др.], за счет нарастания миелиновой оболочки и, с другой стороны, разрыхление возможно из-за возрастания соединительной ткани в них. Это характерно для гипертрофических процессов. По другим источникам [5], уплотнение

Таблица 1

Морфологические показатели возрастных изменений ганглиев межмышечного нервного сплетения желудка крупного рогатого скота (числитель — 3-летние коровы, знаменатель — 11-летние)

Показатель	Рубец	M, %	Сетка	M, %	Книжка	M, %	Сычуг	M, %
Средняя площадь 1 ганглия, мкм ²	$\frac{7,12}{6,24}$	$\frac{—}{-12}$	$\frac{15,87}{19,11}$	$\frac{—}{20}$	$\frac{22,41}{23,31}$	$\frac{—}{4}$	$\frac{23,05}{24,65}$	$\frac{—}{7}$
Удельная плотность ганглиев на 1 см ² желудка, шт.	$\frac{5,23}{4,12}$	$\frac{—}{-21}$	$\frac{7,20}{4,86}$	$\frac{—}{-33}$	$\frac{6,88}{5,27}$	$\frac{—}{-23}$	$\frac{24,91}{19,44}$	$\frac{—}{-22}$
Средняя площадь ганглиозной ткани на 1 см ² желудка, мкм ²	$\frac{107,16}{98,43}$	$\frac{—}{-8}$	$\frac{114,24}{92,83}$	$\frac{—}{-19}$	$\frac{152,38}{104,78}$	$\frac{—}{-31}$	$\frac{428,07}{477,72}$	$\frac{—}{12}$
Толщина пучков нервных волокон, мкм	$\frac{71,84}{73,21}$	$\frac{—}{2}$	$\frac{80,00}{65,56}$	$\frac{—}{-18}$	$\frac{75,19}{73,30}$	$\frac{—}{-3}$	$\frac{53,23}{58,49}$	$\frac{—}{10}$

пучков нервных волокон в ганглиях связано с атрофией нервных клеток и потерей нейрональных связей.

Все перечисленные выше количественно представленные возрастные изменения, полученные с помощью морфометрии, несомненно, указывают на компенсаторно-адаптационные процессы в интрамуральных ганглиях желудка у 11-летних коров, проявляющиеся на тканевом уровне.

Что касается морфологии интрамуральных нейроцитов, то, по усредненным морфометрическим данным, у них увеличивается объем перикариона и ядрышка. Это указывает на высокий уровень ядрышковой активности ($M = 23\%$), реактивных и синтетических процессов в ядрышке и цитоплазме (рис. 1, 2). О том же свидетельствуют и внутриклеточные взаимоотношения. Они изменяются следующим образом: ядерно-цитоплазменное отношение умень-

шается, ядрышко-ядерное — увеличивается, что видно из табл. 2, в которой мы в качестве примера приводим сравнительные данные по сетке. Эти показатели близки по величине к таковым в критические периоды онтогенеза [7].

Среди зрелых и дифференцирующихся нейронов желудка 11-летних коров также наблюдается появление реактивно измененных клеток: атрофированных, у которых ядрышко, как правило, не выявляется (рис. 3), и гигантских гипертрофированных (рис. 1, 2). Наличие последних указывает, что в данном возрасте коров имеется дальнейшая возможность для роста нейронов.

Данные табл. 2 показывают, что между объемом тел нейронов и ростом дендритно-аксонального дерева устанавливается прямая зависимость. Так, увеличиваются плотность ветвления дендритов и общая длина их ветвей. Вместе с тем следует отметить, что это ха-

Морфометрические показатели интрамуральных нейроцитов сетки крупного рогатого скота (по осредненным данным)

Показатель	Возраст		M, %
	3 года	11 лет	
Тело клетки:			
объем, мкм ³	2147,094±501,301	2158,926±236,817	1
Дендриты:			
количество	10,050±0,211	10,833±0,382	8
число ответвлений	4,910±0,973	5,220±0,642	6
суммарная длина, мкм	408,211±107,312	475,312±45,703	16
Аксоны:			
диаметр, мкм	2,564±0,111	2,833±0,241	10
площадь поперечного сечения, мкм ²	5,153±0,500	6,290±0,500	22
Ядро:			
объем, мкм ³	322,440±35,334	322,179±33,180	0
Ядрышко:			
количество	1,059±0,059	1,149±0,068	9
объем, мкм ³	9,582±1,176	11,747±2,862	23
Внутриклеточные взаимоотношения:			
ядерно-цитоплазмальные	0,307±0,057	0,256±0,033	-17
ядрышко-ядерные	0,035±0,005	0,044±0,008	26
ядрышко-цитоплазмальные	0,007±0,001	0,007±0,001	-5
Капсула:			
толщина, мкм	32,612±3,744	32,320±1,740	-1
число соединительнотканых слоев	2,059±0,234	1,489±0,117	-28
нейроглиальный индекс (НГИ)	7,059±0,885	5,170±0,425	-27

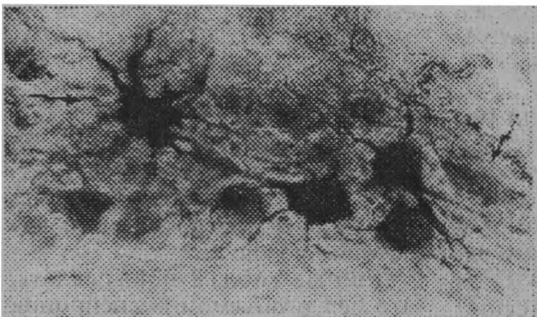


Рис. 1. Зрелые нервные клетки 1-го типа и компенсаторно-измененная клетка (стрелка) на фоне малодифференцированных нейронов (2 стрелки) в межмышечном сплетении кардинальной зоны сычуга 3-летней коровы. Импрегнация по Бильшовскому — Грос, увеличение $\times 80$.

рактерно только для сетки и книжки. У нейроцитов дорсального и вентрального слепых полумешков рубца и в сычуге наблюдается противоположная картина.

Калибр аксона и площадь его поперечного сечения достигают своего максимума во всех отделах желудка одинаково к 11 годам.

Приведенные значения показателей как бы не вполне согласуются с инволюционным развитием перинейрональной

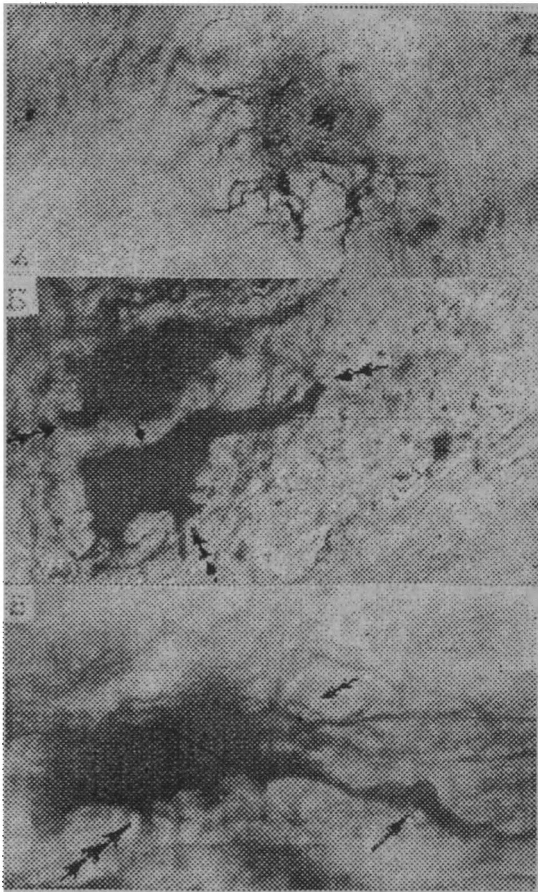


Рис. 2. Компенсаторно-адаптационные изменения интрамуральных нейроцитов желудка с явлениями гипертрофии и дегенерации у 11-летних коров. Импрегнация по Бильшовскому — Грос, увеличение $\times 280$.

А — гипертрофическая нервная клетка 1-го типа межмышечного сплетения сетки, характеризующаяся многодрюшковостью, извилистостью отростков и разрастанием ламелл; *Б* — инвагинация тела и изменение его формы у нейрона межмышечного сплетения книжки (стрелка); образование культевидных отростков (2 стрелки); на апикальных концах ламелл образуются филоподии (3 стрелки); *В* — варикоз отроста (стрелка) у нейрона 1 типа межмышечного сплетения рубца; экструзия, появление дополнительных отростков — шиловидных и шиловидных (2 стрелки); явление спраутинга (3 стрелки); перинуклеарный отек.

капсулы и уменьшении нейроглияльного индекса, между чем установлена обратная пропорциональная зависимость. Она демонстрирует нарушение межтканевых соотношений и наличие гипертрофических процессов. Поэтому уплотнение нейроплия носит поисковый и адаптивный характер роста с явлениями дегенерации.

Выявленные структурно-компенсаторные и адаптационные изменения отростков интрамуральных нейронов желудка у 11-летних коров сводятся к повышению степени их извилистости, разрастанию ламелл, появлению филоподий, кольцевидных аркад, культевидных выростов и образованию оvoidных варикозностей. Эти явления сопровождаются экструзией — дополнительным ростом отростков — и спраутингом — развитием пальцевидных отростков от расширенных площадок (рис. 1, 2, 3).

Заключение

Таким образом, во всех структурах интрамуральных ганглиев и нейроцитов желудка коров к моменту завершения их промышленной эксплуатации удалось выявить с помощью морфометри-

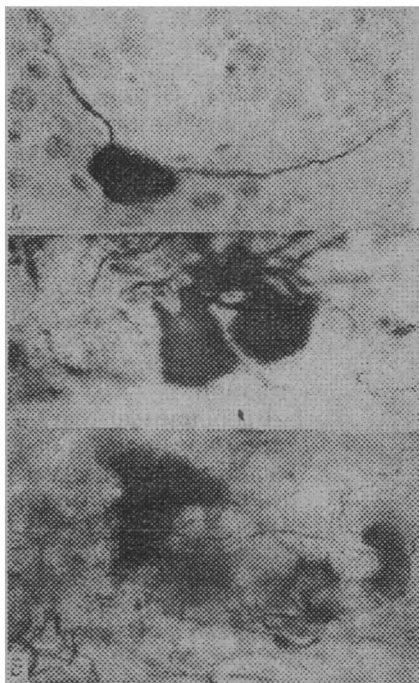


Рис. 3. Атрофия интрамуральных нейроцитов сычуга 11-летних коров. Импрегнация по Бильшовскому — Грос, увеличение $\times 280$.

А — клетка 2-го типа собственнослизистого сплетения фундальной зоны; Б — атрофия нейронов 2-го типа в пилорической зоне; В — атрофированные нейроны II клетки ткани в пилорической зоне.

ческих методов исследования старческие изменения, сопровождающиеся атрофией, гипертрофией и дегенерацией. Эти изменения для ганглиев заключаются в уменьшении их численности и средней площади ганглиозной ткани (для сычуга и рубца — в возрастании последних), изменении диаметра пучков нервных волокон: для нейроцитов — в увеличении калибра аксона, объема клетки, ядрышка, ядрышко-ядерного отношения при уменьшении

перинеурональной капсулы, НГИ, ядерно-цитоплазменного отношения и неадекватной реакции дендритов.

Впервые на основании полученных количественных показателей в интрамуральной нервной системе изученного органа установлены важнейшие структурные закономерности адапционных и компенсаторных процессов с явлениями дегенерации, обеспечивающих физиологически нормальное функционирование желудка у 11-летних коров, и поэтому такие закономерности могут быть приняты за эталон морфологической нормы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г.Г. Морфометрия в патологии. М.: Медицина, 1973. — 2. Батраков В.В. Постнатальный морфогенез нейроцитов мышечно-кишечного нервного сплетения кур в условиях клеточного и напольного их содержания. — Автореф. канд. дис. Казань, 1985. — 3. Ильдутьова В.Н. Возрастные особенности морфологии интрамуральных нейроцитов толстого отдела кишечника крупного рогатого скота. — Автореф. канд. дис. Казань, 1989. — 4. Красота В.Ф., Лобанов В.Т., Джанпаридзе Г.Г. Методы изучения роста. — В кн.: Разведение с.х. животных. М.: ВО Агрпромпиздат, 1990, с. 97—118. — 5. Малашко В.В. Особенности онтогенеза нервного аппарата тонкого кишечника свиней при действии ростовых факторов. — Автореф. докт. дис. СПб, 1993. — 6. Ноздрачев А.Д. Некоторые элементы построения теории метасимпатической нервной системы. — Физиолог. журн., 1987, т. 73, № 2, с. 190—201. — 7. Перфильева Н.П. Дина-

мика роста и развития интрамуральных ганглиев межмышечно-го нервного сплетения желудка крупного рогатого скота в онтогенезе. — В сб. науч. трудов молодых ученых. Ульяновск, Ульяновский с.-х. ин-т, 1995, вып. 2, с. 61—64. — 8. Салимова Н.П. Возрастные особенности миелоархитектоники блуждающего нерва у крупного рогатого скота. — В сб.: Возрастная и экологическая морфология животных в условиях интенсивного животноводства. Ульяновск, УСХИ, 1987, с. 70—77. — 9. Симанова Н.Г. Возрастные особенности микроморфологии блуждающего нерва и нейроцитов желудка свиньи. — Канд. дис. Ульяновск, 1993. — 10. Степочкин А.А. Влияние раннего отъема поросят на некоторые показатели морфогенеза стенки желудка и тощей кишки и их нервного аппарата. — Автореф. канд. дис. М., 1988. — 11. Углов Б.А., Углова М.В., Сергеев В.В., Андреев Б.В. Корреляционный анализ и многофакторные корреляционные модели в нейроморфологических исследованиях. — В сб.: Новые ме-

тоды изучения нервной системы и микроциркуляции сердца и легких в норме и патологии. Куйбышев: Волжская коммуна, 1979, с. 11—20. — 12. Углова М.В. Дифференцировка, зрелость и старение сердечных нейроцитов человека в постнатальном онтогенезе. — Докт. дис. Куйбышев, 1978. — 13. Урбан В.П., Найманов И.Л. Болезни молодняка в промышленном животноводстве. М.: Колос, 1984. — 14. Фурдуй Ф.И., Федоряка В.П., Хайдарлиу С.Х. Стратегия создания адаптивной системы промышленного животноводства. Кишинев: Штиница, 1987. — 15. Ярыгин В.Н. Экспериментальный анализ цитологических проявлений компенсаторной реакции нейрона. — Автореф. докт. дис. М., 1973. — 16. Ярыгин К.Н. Цитологический анализ популяции растущих симпатических нейроцитов. — Канд. дис. М., 1974. — 17. Defossier A., Delecourte A. Ze vieillissement dutissu cerebral. — Bull. Soc. pharm. Zille, 1987, vol. 43, № 2—3, p. 155—170.

Статья поступила 20 июня
1996 г.

SUMMARY

Investigation has been conducted on intramural neurocytes of rumen, reticulum, omasum and abomasum of 3- and 11 years old healthy cows of moderate nourishing — analogues of crosses of black-and-white and Holstein breeds.

The investigation has shown that in intramural ganglions and neurocytes of the cows' stomach there are some senile changes by the end of utilization of the animals; these changes are accompanied by atrophy, hypertrophy and degeneration. However, in spite of this intramural nervous system affords physiologically normal functioning of stomach in cows of 11 years old, therefore the quantitative characteristics of niurocyte morphogenesis obtained may be considered as a primary morphological standerd.