

Возрастная морфология периферических нейронов у животных (обзор)

С.Н. Хохлова, к.б.н., М.А. Богданова, к.б.н., А.Д. Шишова, соискатель, Г.А. Юдич, соискатель, ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Нейрон, как известно, является одной из наиболее долговечных и высокодифференцированных клеток. Имеющиеся в доступной литературе сведения позволяют видеть, что на протяжении своей жизни он претерпевает важные внешние и внутренние

структурные изменения, тесно связанные с изменениями функциональными [1–3]. Естественно, что эти изменения представляют значительный интерес для физиологии, клиники, педагогики, геронтологии.

Тема возрастных изменений очень актуальна в современной ветеринарной науке. Нами был проведён комплексный анализ накопленных знаний по теме возрастной морфологии периферических нейронов у животных.

Если сущность и последовательность структурных изменений в отдельных периферических нейронах изучена довольно полно [3], то на тканево-органоном уровне характеристика этих изменений весьма недостаточна. В многочисленных исследованиях по возрастной морфологии различных периферических ганглиев и у разных видов животных и человека при всей их научной ценности отсутствуют основанные на биометрии сведения о динамике роста размеров нейронов, изменении величины ядерно-цитоплазменного отношения и количественного соотношения зрелых и аполярных клеток в постфетальном онтогенезе [4–6]. Содержащиеся в этих работах количественные оценки возрастных структурных изменений выражаются, в основном, понятиями «мало», «много», «больше», «слабее» и носят субъективный характер.

Вместе с тем учёт соответствующих параметров у большого количества клеток позволяет объективно судить о созревании не отдельных нейронов, а их совокупности в данном образовании. Об этом убедительно свидетельствуют, в частности, результаты исследований Е.И. Беляева по изучению возрастной морфологии ганглиев влагалища и матки у человека [7].

Учитывая важность точных количественных характеристик развития нейронов, мы провели биометрические исследования нейронов в периферических ганглиях животных различного возраста (от новорождённых до старых). Исследованиям подвергнуты, в частности, нейроны крестцовых спинальных, каудальных брыжеечных, околоматочных и интрамуральных кишечных ганглиев у крупного рогатого скота, свиньи, собаки, кошки и кролика [8, 9].

Материалы и методы исследования. На импрегнированных по Бильшовскому – Грос срезах ганглиев мы измеряли большой и малый диаметры перикариона и ядер нейронов, учитывали степень их окраски, наличие или отсутствие отростков. Средняя арифметическая величина диаметра нейронов и их ядер в ганглии исчислялась на основании средних арифметических большого и малого диаметров 50–100 клеток в каждой категории ганглиев. В кишечнике изучались отдельно ганглии межмышечного, поверхностного подслизистого и глубокого подслизистого сплетений, а также клетки 1-го и 2-го типов А.С. Догеля [10, 11].

У новорождённых животных степень морфологической зрелости нервных клеток в различных ганглиях неодинакова. Более зрелыми оказываются нейроны спинальных ганглиев, за ними следуют клетки симпатических (пара- и превертебральных) и, наконец, интрамуральных кишечных. Среди последних наименее зрелы элементы глубокого подслизистого сплетения. Это своё суждение мы основываем на таких показателях, как величина ядерно-цитоплазменного отношения и количественное соотношение между отростчатыми и

молярными нервными клетками. Например, у новорождённых поросят ядерно-цитоплазменное отношение, считающееся важным показателем уровня морфологической зрелости нейронов [12], является наименьшим (0,47) в нейронах крестцовых спинальных ганглиев и наибольшим (0,78) в узлах глубокого подслизистого сплетения тонкой кишки. В межмышечном сплетении той же кишки этот показатель равен 0,59, а в каудальном брыжеечном ганглии – 0,54.

Соотношение отростчатых и аполярных нейронов также весьма различно. В спинальных ганглиях новорождённых поросят отростчатые нейроны составляют свыше 50% общего количества, тогда как в ганглиях глубокого подслизистого сплетения у животных того же возраста обнаружены лишь аполярные нейробласты. В ганглиях поверхностного подслизистого и межмышечного сплетений отростчатых нейронов около 10%, в каудальном брыжеечном – 15–20%.

Причину неодинакового уровня морфологической зрелости нейронов в различных категориях ганглиев некоторые авторы склонны усматривать в асинхронности их закладки [3]. Последнее же обстоятельство объясняется ими разностью расстояния, которое преодолевается мигрирующими нейробластами от места их возникновения до пункта «постоянной прописки».

Не имея оснований полностью отрицать влияние длины миграционного пути на уровень зрелости периферических нейронов у новорождённых, мы не можем признать этот фактор решающим [13, 14]. Не столь уж велика разница в длине миграционного пути, например, для нейронов поверхностного и глубокого подслизистых сплетений, а различие в уровне их морфологической зрелости выражено резко. Притом же не исключается развитие нервных клеток и во время миграции [15–17].

Результаты исследования. Наши данные показывают, что морфологические изменения периферических нейронов наиболее бурно протекают в первые месяцы послеутробной жизни, продолжают довольно интенсивно до половозрелого возраста и в основном завершаются с наступлением зрелости тела. Исключение составляют околоматочные ганглии, период наиболее интенсивного развития которых совпадает с наступлением половой зрелости. Об этом можно судить по диаметру перикариона и ядер нейронов, величине ядерно-цитоплазменного отношения, количественному соотношению полярных и аполярных нейронов и другим признакам. Соответствующие фактические данные приведены в других источниках [18, 19].

Можно подметить, что интенсивность роста и развития периферических нейронов в основном совпадает во времени с ростом и развитием организма в целом. Однако в первые месяцы внеутробной жизни темпы развития нейронов большинства исследованных ганглиев особенно высоки. Мы

полагаем, что это обусловлено включением в активную функцию иннервируемых органов. Об этом свидетельствует интенсивность развития околоматочных ганглиев с наступлением половой зрелости животных. Стимулирующее влияние активной функции иннервируемого органа на развитие иннервирующего субстрата доказано и экспериментально [3, 20].

После наступления зрелости тела периферические нейроны у животных не остаются на длительный период неизменными даже в своих внешних морфологических показателях. Однако происходящие в них морфологические преобразования выражены значительно менее чётко, чем в молодом возрасте. Продолжается, в частности, разрастание дендритов, небольшое изменение размеров нейронов и величины ядерно-цитоплазменного отношения. Некоторые клетки имеют признаки огрубения нейрофибрилярного аппарата и дендритов, пикнотичны. У старых животных количество таких нейронов значительно увеличивается.

Большой интерес представляет, на наш взгляд, то обстоятельство, что и в постфетальный период жизни нейроны различных ганглиев одного вида животных развиваются асинхронно. Например, у свиньи диаметр перикариона и ядер, ядерно-цитоплазменное отношение достигают максимальной величины для нейронов крестцовых спинальных ганглиев в 6–8-месячном возрасте, околоматочных – в 12-месячном, а в ганглиях межмышечного сплетения тонкой кишки – лишь в возрасте 2 года. Более того, даже ганглии различных сплетений кишечника развиваются неодновременно. Сильно отстают в своём развитии ганглии глубокого подслизистого сплетения по сравнению с таковыми межмышечного и поверхностного подслизистого. Так, у 6-месячных свиней величина ядерно-цитоплазменного отношения составляет для нейронов межмышечного, поверхностного и глубокого подслизистых сплетений соответственно 0,50; 0,40 и 0,58 [19]. У двухлетних свиней эти показатели равняются 0,42; 0,38 и 0,51. Об уровне морфологической зрелости нейронов в различных ганглиях свидетельствует количество аполярных нейробластов. В крестцовых, спинальных и околоматочных ганглиях 6-месячных свиней такие клетки нами не обнаружены, в ганглиях межмышечного сплетения тонкой кишки они составляют около трети от общего количества нервных клеток, а в узлах глубокого подслизистого сплетения – большинство.

Исследователи по-разному объясняют подобные факты. Так, Л.И. Корочкин (1964) объясняет неодинаковую степень зрелости различных ганглиев различием длины миграционного пути их нейронов. Н.Г. Колосов считает наличие большого количества нейробластических элементов в ганглиях глубокого подслизистого сплетения резервом для восполнения естественной убыли нейронов в ганглиях

поверхностного подслизистого и межмышечного сплетений [21]. В.М. Калетин тот же факт объясняет размножением нервных клеток в результате их раздражения различными факторами [22].

Результаты нашего исследования не совпадают с приведёнными выше точками зрения. Мнение Н.Г. Колосова предполагает наличие обратной миграции нервных элементов из глубокого подслизистого в межмышечное сплетение, но это не поддаётся логическому объяснению. Убедительно не доказано и размножение нервных клеток в постфетальном онтогенезе млекопитающих. Напротив, имеются веские доказательства того, что нейробласты прекращают деление уже по мере дефинитивных органов своей локализации.

Выводы. Мы полагаем, что асинхронность развития нейронов в различных периферических ганглиях представляет собой одно из явлений приспособительной эволюции, т.е. она детерминирована. Нетрудно видеть, что нейроны различных ганглиев связаны с различными тканевыми структурами (поперечно-полосатая и гладкая мускулатура, железы, соединительная ткань и др.). Естественно предположить, что специфика функции иннервируемого субстрата находится в определённой связи с морфо-функциональными особенностями соответствующих нервных элементов. Последние, по-видимому, испытывают также и влияние специфических биохимических условий среды, в которой они находятся. Искусственное влияние на развитие периферических нейронов путём изменения этих условий и интенсивности функционирования иннервируемых органов является, по нашему мнению, предметом специальных обширных исследований.

Мы считаем целесообразным дальнейшее накопление фактического материала об особенностях развития нейронов в различных периферических ганглиях и с учётом видовых особенностей. Это позволит лучше понять закономерности развития и функциональные особенности различных участков нервной периферии в связи с иннервируемыми органами. Вместе с тем количество изучаемых показателей должно быть расширено с помощью гистохимических и электронно-микроскопических методов исследования.

Литература

1. Кнорре А.Г., Суворова Л.В. Развитие вегетативной нервной системы в эмбриогенезе позвоночных и человека. М.: Медицина, 1984. 124 с.
2. Жаботинский Ю.М. Нормальная и патологическая морфология нейрона / Акад. мед. наук СССР. Л.: Медицина. Ленингр. отд-ние, 1965. 323 с.
3. Корочкин Л.И. Дифференцировка и старение вегетативного нейрона. М.-Л.: Наука, 1965. 188 с.
4. Колосова С.И. Возрастная морфология нервного аппарата пищеварительного тракта человека // Вопросы морфологии. АМН СССР. 1953. Вып.2. С.153 – 166.
5. Лихачев Л.Я. Возрастная морфология нервного аппарата тонких кишок человека // Вопросы нормальной и патологической морфологии периферической нервной системы. Волгоград, 1962.
6. Кочкина Л.С. Возрастная морфология нервных элементов

- кишечника некоторых представителей высших позвоночных (рептилии, птицы и млекопитающие): автореф. дис. ... докт. мед. наук. Ташкент, 1967. 39 с.
7. Беляев Е.И. Дифференцировка ганглиев влагалища и матки человека в постфетальном развитии. Иркутск, 1939. 129 с.
 8. Симанова Н.Г., Хохлова С.Н., Фасухудинова А.Н. Морфогенез нервной системы домашних животных: монография / Немецкая национальная библиотека. Saarbrücken, 2014. 149 с.
 9. Хохлова С.Н. Топография и морфогенез нейроцитов симпатических ганглиев у собаки // Юбилейный сборник к 75-летию профессора Н.А. Жеребцова. Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2005. С. 32–37.
 10. Закономерности постнатального морфогенеза нервной системы домашних животных / Н.Г. Симанова, С.Н. Хохлова, Н.П. Перфильева [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения: матер. V Междунар. науч.-практич. конф. Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. С. 146–154.
 11. Симанова Н.Г., Хохлова С.Н. Гистогенез дистального ганглия блуждающего нерва свиньи // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. Междунар. науч.-практич. конф. Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2009. С. 102–104.
 12. Клишов А.А. Проблемы ядерно-цитоплазматических отношений // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1960. Т. 50. № 3. С. 106–107.
 13. Закономерности морфогенеза нервной системы домашних животных в постнатальном онтогенезе: монография / Н.Г. Симанова, С.Н. Хохлова, Н.П. Перфильева [и др.]. Ульяновск, 2015. 115 с.
 14. Возрастные изменения ганглиев автономной нервной системы у собак / Н.Г. Симанова, С.Н. Хохлова, Т.Г. Скрипник [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: матер. III Междунар. науч.-практич. конф. Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2011. С. 168–172.
 15. Симанова Н.Г., Хохлова С.Н., Марына О.Н. Морфогенез стенки сфинктеров пищеварительной трубки собаки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2 (30). С. 98–100.
 16. Возрастная морфология нейроцитов краниального шейного и чревного ганглиев собаки / С.Н. Хохлова, Н.Г. Симанова, А.А. Степачкин [и др.] // Механизмы и закономерности индивидуального развития человека и животных: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 75-летию заслуж. деят. науки РФ, докт. биол. наук, профессора Леонида Петровича Тельцова. Саранск: ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», 2013. С. 188–194.
 17. Наука биология развития практике ветеринарной медицины / Л.П. Тельцов, И.Г. Музыка, А.А. Степачкин [и др.] // Актуальные проблемы биологии и ветеринарной медицины мелких домашних животных: матер. междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 80-летию каф. анатомии и гистологии с.-х. животных, 110-летию со дня рожд. профессора Н.И. Акаевского и 15-летию кинол. центра. Троицк: ФГБОУ ВПО «Уральская государственная академия ветеринарной медицины», 2009. С. 109–114.
 18. Жеребцов Н.А. Динамика роста и дифференцировка нейронов некоторых ганглиев половых органов у самок домашних животных // Матер. III междуз. совещ. физиологов, анатомов и цитологов. Ростов-на-Дону, 1966. С. 57–58.
 19. Жеребцова Г.К. Материалы по возрастной морфологии интрамуральных нейронов тонкого отдела кишечника у свиней: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1973, 15 с.
 20. Hyden H. Chemische Komponenten der Nervenzellen und ihre Veränderungen im Alter und während der Punktation. In.: Die Chemie und der Stoffwechsel des Nervengewebs. 1952, p. 1–23.
 21. Колосов Н.Г. Нервная система пищеварительного тракта позвоночных и человека: [Обзор] / АН СССР. Ин-т физиологии им. И.П. Павлова. Л.: Наука. Ленингр. отд.-ние, 1968. 171 с.: ил.; 27 см.
 22. Калетин В.М. Иннервация илеоцекальной области кишечника у крупного рогатого скота в возрастном аспекте: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Оренбург, 1970. 23 с.