

Слуцкая Д. Р., Одинцова И. А.

ЗАКОНОМЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ И НЕРВНОЙ ТКАНЕЙ В ЭМБРИОНАЛЬНОМ ГИСТОГЕНЕЗЕ

Кафедра гистологии (заведующий – проф. Р. К. Данилов) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, e-mail: odintsov_lgu@mail.ru

В классических гистологических трудах возникновение и развитие соматической мускулатуры рассматривается в тесной связи с происхождением нервных структур [2, 4, 5, 9]. К настоящему времени накоплен определенный фактический материал по эмбриональному и постнатальному гистогенезу скелетной мышечной и нервной тканей [1, 3, 10, 12, 14]. Установлено, что закономерностями эмбрионального гистогенеза во многом определяются регенерационные потенции той или иной ткани [3, 5]. Однако многие работы по нервно-мышечным взаимодействиям носят преимущественно физиологический характер.

Цель исследования – морфологически охарактеризовать развитие мышечных волокон различного гистохимического профиля и нейронов спинного мозга в эмбриональном гистогенезе у кур.

Материал и методы исследования. Объектом исследования служили куриные эмбрионы породы «Хайсекс белый кросс Э-21» с 8-х суток по 19-е сутки развития. Всего изучено 150 куриных эмбрионов. Для изучения брали фрагменты скелетных мышц (переднюю широчайшую мышцу спины и заднюю широчайшую мышцу спины) и спинного мозга. Выбор мышц обусловлен тем, что передняя широчайшая мышца спины у птиц образована только красными (медленными) мышечными волокнами, а задняя широчайшая мышца спины птиц образована только белыми (быстрыми) мышечными волокнами [8].

Методы исследования – световая микроскопия тонких срезов, окрашенных гематоксилином и эозином, крезильовым фиолетовым, по методу Фельгена в модификации де Томази; световая микроскопия полутонких срезов, окрашенных метиленовым синим; щелочная диссоциация тканевых структур с последующей окраской препаратов изолированных мышечных волокон галлоцианин-хромовыми квасцами по Эйнарсону, а препаратов изолированных нейронов спинного мозга – крезильовым фиолетовым; цитоспектрофотометрия; электронная микроскопия; статистическая обработка данных.

Результаты исследования и их обсуждение. Гистогенез скелетной мышечной ткани характеризуется переходом миобластической стадии в стадию формирования клеточно-симпластических структур – мышечных трубочек, мышечных волокон и их дифференцировкой в определенный гистофизиологический тип в составе задней (белой) или передней (красной) широчайших мышц спины. Развивающиеся мышечные элементы в составе задней широчайшей мышцы спины по ядерно-цитоплазменному отношению более дифференцированы по сравнению с таковыми в передней широчайшей мышце спины на всех стадиях эмбрионального миогистогенеза. Сдвиг ядерно-цитоплазменного отношения в сторону преобладания размеров цитоплазмы над размером ядра является важным

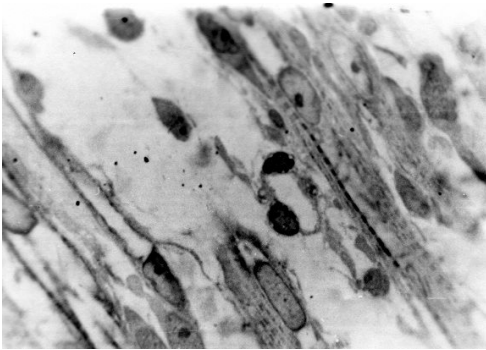


Рис. 1. Мышечная трубочка задней широчайшей мышцы спины 12-суточного куриного эмбриона. Полутонкий срез. Окраска: толуидиновый синий, ув. 800



Рис. 2. Изолированное мышечное волокно 19-суточного куриного эмбриона. Окраска по методу Фельгена, ув. 320

показателем клеточной дифференциации. Когда мышечные элементы в составе передней широчайшей мышцы спины сохраняют пролиферативную активность, мышечные элементы в составе задней широчайшей мышцы спины переходят к стадии дифференцировки (рис. 1). Ядра мышечных трубочек в составе передней (красной) широчайшей мышцы спины по среднему содержанию ДНК превышают в 1,5 раза аналогичный показатель в ядрах мышечных трубочек задней (белой) широчайшей мышцы спины. Среднее содержание ДНК в ядрах молодых и зрелых мышечных волокон передней широчайшей мышцы спины выше на 20 % (по сравнению с аналогичным показателем в ядрах мышечных элементов задней широчайшей мышцы спины). Наибольшая степень внутридифференционной гетероморфии наблюдается на 10-е сутки эмбриогенеза. В последующем выраженность внутридифференционной гетероморфии снижается. Так, в мазках на 17-е сутки встречаются в основном молодые мышечные волокна и 25 % составляют мышечные трубочки ($d = 3,5$ мкм), а на 19-е сутки – зрелые мышечные волокна (рис. 2).

Изучение парафиновых срезов и мазков изолированных клеток спинного мозга 8-, 10-, 15-, 17- и 19-суточных куриных эмбрионов показало наличие митотически делящихся клеток на протяжении всех изученных сроков (рис. 3). Дифференцировка нейронов спинного мозга эмбрионов кур характеризуется постепенным уменьшением среднего объема ядра и объема перикариона и возрастанием ядерно-цитоплазматического отношения. На 15-е сутки развития наблюдается

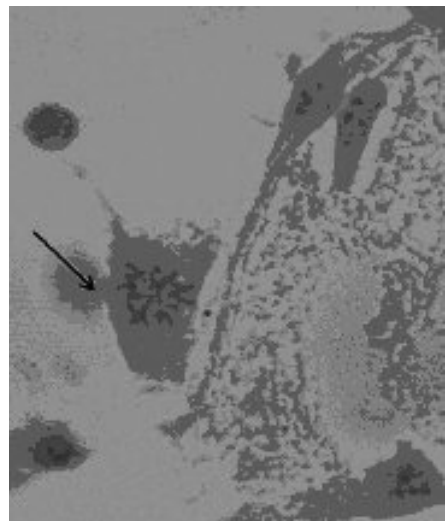


Рис. 3. Митотически делящаяся клетка (стрелка) эмбрионального спинного мозга 15-суточного зародыша курицы. Окраска по методу Фельгена и амидочерным 10Б, ув. 1000

наибольшая гетероморфия нейронов по морфометрическим показателям. На 17-е сутки возрастает доля субпопуляции больших нейронов, которая вместе с субпопуляцией малых нейронов составляет около 90 % всех нейронов в мазке. На 19-е сутки большая часть клеток представлена субпопуляцией нейронов малого объема.

При сравнении дифференцировки элементов скелетной мышечной и нервной ткани спинного мозга с 10-х суток по 15-е сутки эмбрионального развития кур обращает на себя внимание высокая степень гетероморфии гистологических элементов, что проявляется вариабельностью стандартных морфометрических показателей и цитофотометрическим исследованием содержания ДНК в ядрах мышечных и нервных элементов. В цитоплазме больших нейронов на 10-е сутки развития определяется слабое развитие специализированных ультраструктур. Около 12 % ядер больших нейронов содержит количество ДНК выше диплоидного. Вероятно, эта полиплоидизация нейронов является премитотической и свидетельствует о наличии единичных митозов, обнаруженных нами и на парафиновых срезах. Среднее содержание ДНК в ядре больших нейронов постепенно уменьшается в период с 10-х суток по 15-е сутки развития, и далее этот показатель стабилизируется.

Одним из важных компонентов развития тканей является естественно возникающая гибель (рис. 4, а, б). В скелетной мышечной ткани — это гибель мышечных трубочек, в нервной — гибель двигательных нейронов. В эмбриональном гистогенезе на 10-е и 15-е сутки развития регистрируется 3–5 % гибнущих мышечных элементов как в передней, так и в задней широчайших мышцах спины. В мазках изолированных двигательных нейронов передних рогов спинного мозга куриных зародышей гибнущие клетки встречаются вплоть до 19-х суток эмбриогенеза. Самый высокий процент гибнущих нейронов выявлен на 10–15-е сутки эмбрионального развития, когда гибнет соответственно 58 и 40 % клеток. По литературным данным, в период раннего развития нервной системы позвоночных разные типы нейронов продуцируются в избыточном количестве, а затем до 50 % и более нейронов, не установивших контактов с их клетками-мишенями, гибнет [11–13]. Ряд авторов приписывает обеспечение выживания нейронов в период естественной запрограммированной гибели клеток действию нейротрофических

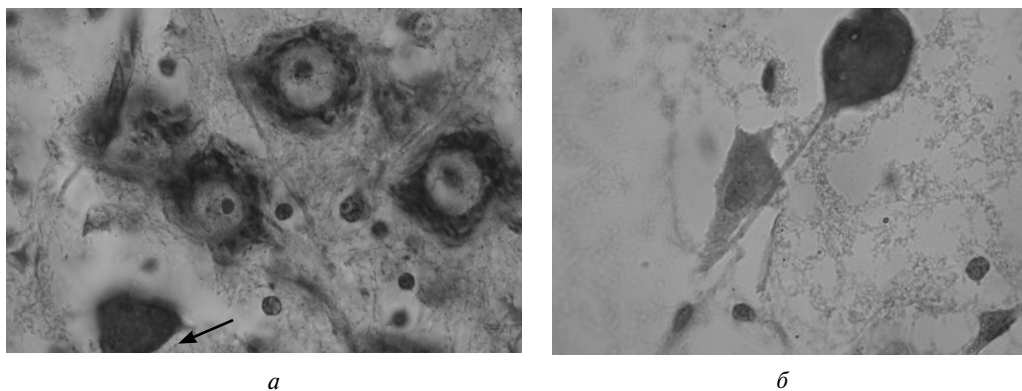


Рис. 4. Гибнущие нейроны (стрелка) передних рогов спинного мозга. а — 19 суток инкубации, парафиновый срез, окраска крезильовым фиолетовым, ув. 1000; б — 15 суток инкубации, изолированный препарат, окраска по методу Фельгена и амидочерным 10Б, ув. 1000

факторов [14]. В работе В. А. Отеллина и соавт. [7] показано, что даже однократные воздействия сравнительно неинтенсивных факторов среды вызывают быстрые модификации гистогенетических процессов — пролиферации, миграции и дифференцировки клеток нервной ткани. Формирующиеся отклонения сохраняются в течение всего последующего онтогенеза.

Согласно показателю ядерно-цитоплазматического отношения процессы дифференциации в мышечных и нервных элементах взаимосвязаны и протекают параллельно. Анализ результатов, характеризующих закономерность изменения ядерно-цитоплазматического отношения как в миогенезе, так и в нейрогенезе, показал, что это отношение в гистогенезе двух тканей меняется в равной степени как в одной, так и другой ткани. Это позволяет на сопоставимых стадиях высказаться в пользу параллельно протекающих процессов дифференциации без обсуждения терминов об опережающем или не опережающем процессе дифференциации двух тканей. Ранее считалось, что в развитии этих двух тканевых систем существует гетерохрония — в эмбриогенезе по темпам прохождения пролиферативной фазы гистогенеза нервная ткань передних рогов спинного мозга позвоночных и, в частности, дифферон нейронов значительно опережает по времени ту же фазу миогенеза [2]. Существованием гетерохронии объяснялся тот факт, что на определенном этапе эмбриогенеза опережающая дифференцировка элементов нервной ткани не получает поддержку со стороны малодифференцированной скелетной мышечной ткани и возникает элиминация нейронов.

По результатам данного исследования следует сделать вывод, что гистогенезы скелетной мышечной и нервной тканей куриных эмбрионов характеризуются закономерными изменениями соотношения процессов пролиферации, дифференциации и клеточной гибели. Процессы дифференциации тканей по показателю ядерно-цитоплазматического отношения в мышечных и нервных элементах взаимосвязаны и протекают параллельно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будко К. П., Гладкович Н. Г., Максимова Е. В. и др. Нейроонтогенез. М.: Наука, 1985.
2. Данилов Р. К. Гистогенетические основы нервно-мышечных взаимоотношений. СПб., 1996.
3. Данилов Р. К. Раневой процесс: гистогенетические основы. СПб., 2008.
4. Заварзин А. А. Избранные труды. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 4.
5. Клишов А. А. Гистогенез и регенерация тканей. Л.: Медицина, 1984.
6. Одицова И. А., Слуцкая Д. Р. Морфологическая характеристика нейронов спинного мозга кур в эмбриональном периоде развития // Морфология. 2009. Т. 136. № 5. С. 32–35.
7. Отеллин В. А., Хожай Л. И., Ордян Н. Э. Пренатальные стрессорные воздействия и развивающийся головной мозг. Адаптивные механизмы, непосредственные и отсроченные эффекты. СПб.: Деятка, 2007.
8. Сыч В. Ф. Морфология локомоторного аппарата птиц. Ульяновск, 1999.
9. Хлопин Н. Г. Общебиологические и экспериментальные основы гистологии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946.

10. Швалева В. Н., Сосунов А. А., Майоров В. Н., Сотников О. С., Семченко В. В. Нервная ткань и нейроглия // Руководство по гистологии. СПб.: СпецЛит, 2001. Т. 1. С. 388–433.
11. Bayliss R. J., Duch C., Levine R. B. Nerve-muscle interactions regulate motor terminal growth and myoblast distribution during muscle development // Dev. Biol. 2001. Vol. 231. P. 348–363.
12. Chung Y. N., Lee D. H., Yang H. J. et al. Expression of neuronal markers in the secondary neurulation of chick embryos // Childs. Nerv. Syst. 2008. Vol. 24. № 1. P. 105–110.
13. Eberhart C. G. In search of the medulloblast: neural stem cells and embryonal brain tumors // Neurosurg. Clin. N. Am. 2007. Vol. 18. № 1. P. 59–69.
14. Gould T. W., Yonemura S., Oppenheim R. W. et al. The neurotrophic effects of glial cell line-derived neurotrophic factor on spinal motoneurons are restricted to fusimotor subtypes // J. Neurosci. 2008. Vol. 28. № 9. P. 2131–2146.

Степанова И. П., Каргина А. С., Лобко П. И.

ЭМБРИОНАЛЬНАЯ ОККЛЮЗИЯ И ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ

Кафедра гистологии (заведующая – проф. И. П. Степанова) Смоленской государственной медицинской академии, Смоленск, e-mail: helenyuch@mail.ru

Физиологическая атрезия, или фетальная окклюзия, – это разрастание эпителия, закономерно возникающее на определенном этапе эмбриональной жизни в некоторых органах пищеварительной, дыхательной и мочеполовой систем, а также естественных отверстиях головы – глазной щели, наружных носовых отверстиях, наружном слуховом проходе. При этом трубчатые органы и отверстия временно теряют свой просвет, затем наступает реканализация – восстановление полости органа или открытие отверстия. Нарушение процесса инволюции физиологической атрезии способствует таким порокам, как стеноз, атрезия и удвоения трубчатого органа и отверстия.

Материал и методы исследования. Изучено 245 зародышей человека и млекопитающих (кошка, собака, белая крыса), разложенных на серии сагиттальных, поперечных и фронтальных срезов (окраска по Бильшовскому – Буке, гематоксилином-эозином, по Ван-Гизону). Использовано также 120 серий зародышей белой крысы, подвергнутых облучению на 12–14-е сутки эмбриогенеза.

Результаты исследования и их обсуждение. В процессе эмбрионального развития кишечной трубки имеет место интенсивная пролиферация эпителия, наиболее выраженная в пищеводе, двенадцатиперстной кишке, начале тонкой и в некоторых отделах толстой, в желчном пузыре и желчных путях, протоках поджелудочной железы. Возникает временное сужение, а в некоторых местах – и полное закрытие органа. Установлено, что кроме пролиферации эпителия фетальной окклюзии пищевода способствует вакуолизация эпителиального слоя в двенадцатиперстной кишке. Отсутствие просвета наиболее четко определяется в месте впадения печеночно-панкреатического, добавочного панкреатического протоков. Временное закрытие просвета двенадцатиперстной кишки в эмбриогенезе, представляя собой гистогенетическую рекапитуляцию такого же процесса