

клетки располагались кластерами по 10–12 элементов среди петель капилляров, напоминая строение надпочечников. В параганглиях каротидного типа параганглионарные клетки и другие паренхиматозные элементы располагаются вдоль капилляров по спирали вокруг основной артерии, питающей параганглий.

Среди параганглиев различных размеров наибольшей интенсивностью выделялись средние параганглии (450 × 600 мкм). Интенсивность свечения в таких параганглиях была столь высока, что невозможно было различить границы отдельных клеток. Количество и группы клеток в таких параганглиях определялись лишь по нефлюоресцирующим темным ядрам.

В крупных параганглиях интенсивность флюоресценции была меньшая, чем в средних, и в их клетках четко было видно, что свечение катехоламинов определяется в основном по краям цитоплазмы, образуя четкий, светящийся изумрудно-зеленым цветом круг. Такие флюоресцирующие клетки формировали кластеры (группы), образуя дольки между соединительной тканью и капиллярами параганглия.

Наряду с клетками, испускавшими специфическое для катехоламинов изумрудно-зеленое свечение, в отдельных кластерах наблюдались клетки с желто-зеленой или желтой флюоресценцией, характерной по спектру свечения для серотонина.

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что ретроперитонеальные параганглии различаются не только по форме и размерам, но и в значительной степени по интенсивности свечения и по спектру флюоресценции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мотавкин П. А., Маркина Л. Д., Божко Г. Г.* Сравнительная морфология сосудистых механизмов мозгового кровообращения у позвоночных. — М.: Наука, 1981.
2. *Смиттен Н. А.* Симпатоадреналовая система в фило- и онтогенезе. — М.: Наука, 1972.
3. *Bock P.* The paraganglia. — New York, 1982.
4. *Hruby G., Lehman M., Barton M., Peduto T.* Malignant retroperitoneal paraganglioma: Case report and review of treatment options // Australasian Radiology. 2000. № 4. P. 478–482.
5. *Ilias I., Pacak K.* Current Approaches and Recommended Algorithm for the Diagnostic Localization of Pheo-chromocytoma // J. Clinical Endocrinology and Metabolism. 2004. № 2. P. 479–491.

Слуцкая Д. Р.

МЕЖТКАНЕВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ В РАЗВИТИИ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ И НЕРВНОЙ ТКАНИ У ПТИЦ

*Кафедра гистологии (с курсом эмбриологии) (заведующий — проф. Р. К. Данилов)
Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург*

Познание гистогенетических основ формирования нервно-мышечных взаимоотношений в эмбриональном развитии позвоночных и человека является актуальной проблемой современной биологии.

В классических гистологических трудах академиков Н. Г. Хлопина [7] и А. А. Заварзина [2] вопросы возникновения и развития соматической мускулатуры рассматриваются в тесной связи с происхождением нервных структур. На наличие эволюционно-гистологической связи между элементами центральной нервной системы и волокнами скелетной мышцы указано в работах Р. К. Данилова [3, 4, 5]. К настоящему времени накоплен определенный фактический материал по закономерным процессам эмбрионального и постнатального гистогенеза скелетной мышечной и нервной тканей, тем не менее отсутствуют комплексные сравнительные гистологические исследования автономных гистогенезов скелетной мышечной и нервной тканей. Нет данных по морфометрической характеристике развивающихся тканевых структур на изолированных препаратах нейронов и миосимпластов в эмбриогенезе. Фрагментарно исследованы процессы пролиферации и дифференциации клеток и симпластов функционально различных скелетных мышц в разные периоды эмбриогенеза. С позиций клеточно-дифференционной организации тканей недостаточно освещены ультраструктурные преобразования миосимпластов различных гистохимических типов.

Цель исследования — выявить закономерности нервно-мышечных корреляций в ходе эмбрионального гистогенеза функционально различных скелетных мышц кур.

Материал и методы. Исследовали функционально различные скелетные мышцы куриных эмбрионов: переднюю широчайшую мышцу спины и заднюю широчайшую мышцу спины, а также фрагменты спинного мозга. Материал фиксировали в 4 % растворе параформа на 0,1 М фосфатном буфере (рН = 7,2–7,4) при температуре +5 °С в течение 15 сут.

Этапы развития элементов мышечной ткани функционально различных скелетных мышц исследовались с помощью комплекса гистологических методов. Светооптическим методом выбора является щелочная диссоциация эмбриональной мышечной ткани [6]. Применение метода щелочной диссоциации позволяет детально анализировать гистогенез и дать сравнительную характеристику гистогенезов функционально различных скелетных мышц у куриных эмбрионов. Характеристику изолированных мышечных волокон развивающихся мышц, включающую длину мышечного волокна (мкм), диаметр, количество ядер в мышечном волокне, количество ядер на 100 мкм длины мышечного волокна, проводили на препаратах изолированных мышечных волокон, окрашенных гематоксилином и эозином, с помощью окуляр-микрометра [1]. Препараты изолированных мотонейронов окрашивали крезиловым фиолетовым (по Нисслю).

Результаты исследования и их обсуждение. Гистогенез скелетной мышечной ткани позвоночных и человека представляет собой процесс преобразования структур от исходной клеточной формы организации до симпластической и включает следующие стадии: миобластическую, миосимпластическую, мышечных трубочек, молодых и зрелых мышечных. Структурные и метаболические различия мионов в составе мышцы могут выступать в качестве маркера нормального состояния мышцы как органа, служить диагностическим критерием в оценке патологии нервно-мышечной системы человека, а также являться основанием для профориентации в спортивной медицине. Из этого следует необходимость накопления сведений о гистогенезе мышечных волокон функционально различных скелетных мышц позвоночных и человека.

При сопоставлении морфометрических показателей выявляется, что длина симпластов развивающейся задней широчайшей мышцы спины превышает длину

симпластов развивающейся передней широчайшей мышцы спины в два раза. То же самое наблюдается при сравнении диаметров миосимпластов. Во фрагменте мышечного волокна передней широчайшей мышцы спины 15-суточного зародыша более чем в 8 раз увеличивается содержание ядер, которое во фрагменте волокна задней широчайшей мышцы спины увеличивается не столь значительно. Однако увеличение содержания ядер во фрагменте мышечного волокна задней широчайшей мышцы спины куриных эмбрионов продолжается до 19-х суток развития. Пересчет числа ядер на единицу длины мышечного волокна выявляет снижение концентрации ядер во фрагментах изолированных мышечных волокон развивающейся задней широчайшей мышцы спины на 15, 17, 19-е сут. и незначительное повышение концентрации ядер на 10-е сут. инкубации.

Следует отметить значительную вариабельность мышечных волокон по длине, что заметно в препаратах изолированных мышечных волокон.

В мазке изолированных мышечных волокон передней широчайшей мышцы спины куриных эмбрионов на 15–17-е сут. развития в основном обнаружены молодые мышечные волокна с периферическим расположением ядер, концентрация которых различна. Есть мышечные волокна, ядра которых тесно прилежат друг к другу в виде цепочки. Однако такое расположение ядер наблюдается не на всем протяжении мышечного волокна, а лишь в концевых отделах фрагментов. В других мышечных волокнах ядра расположены на некотором расстоянии друг от друга.

В препаратах изолированных мышечных волокон задней широчайшей мышцы спины 15–17-суточных куриных эмбрионов также наблюдается вариабельность мышечных волокон по диаметру и количеству ядер. Мышечные волокна имеют дефинитивную структуру с хорошо развитой поперечной исчерченностью миофибрилл и периферическим расположением ядер. Однако встречаются тонкие симпласты с меньшим количеством ядер, сопровождающие мышечные волокна и на поздних стадиях миогенеза. Это позволяет предположить существование внутридифферонной гетероморфии в процессе формирования мышечных волокон разных гистохимических типов. У 19-суточных зародышей скелетная мышечная ткань сформирована.

Анализируя стадии гистогенеза функционально различных скелетных мышц, можно сделать вывод о том, что в целом развитие красных и белых мышечных волокон идет сходно. В процессе формирования мышечных волокон разных гистохимических типов на стадии молодых мышечных волокон, имеющих дефинитивную структуру с хорошо развитой поперечной исчерченностью миофибрилл и периферическим расположением ядер, встречаются тонкие симпласты с меньшим количеством ядер. Наличие различно дифференцированных мышечных элементов позволяет говорить о существовании внутридифферонной гетероморфии.

В эмбриогенезе по темпам прохождения пролиферативной фазы гистогенеза нервная ткань передних рогов спинного мозга птиц, и в частности дифферон нейроцитов, значительно опережает по времени ту же фазу миогистогенеза. К 8-м сут. эмбриогенеза медуллобласты дифференцируются в нейробласты. Каждый нейробласт в начальной стадии своего формирования содержит крупное светлое ядро, вокруг которого имеется узкий конусовидный ободок цитоплазмы. Критериями дифференцировки основного клеточного дифферона нервной ткани являются особенности роста и ветвления отростков нейрона — аксона и дендритов. При дифференцировке двигательных нейронов скорость роста аксонов значительно превышает скорость роста дендритов, что позволяет аксонам контактировать с клетками-

мишенями уже тогда, когда развитие дендритов еще только начинается. У птиц дифференцировка нервных клеток становится заметна на 10-е сут. эмбриогенеза.

Начало специфической дифференцировки в гистогенезе нервной ткани сопровождается массовой гибелью малодифференцированных нервных клеток. Наиболее выражена гибель нейронов на 10-е сут. эмбриогенеза птиц. Эмбриональная гибель двигательных нейронов является закономерной фазой нейрогенеза. Гибель клеток совпадает с периодом завершения миграции, пролиферации и началом тканеспецифической дифференцировки нервных элементов.

Сопоставляя гистогенезы, следует отметить, что мышечные трубочки на 10-е сут. развития куриных зародышей составляют в передней широчайшей мышце спины 2 %, а в задней широчайшей мышце спины — 5 %, тогда как остальные мышечные элементы — это малодифференцированные клеточно-симпластические системы, в составе которых клеточная часть активно размножается и клетки сливаются с растущим симпластом. При сопоставлении гистогенезов скелетной мышечной и нервной тканей обнаружено, что по времени массовая гибель моторных нейронов регистрируется в период возникновения первых симпластов при высокой пролиферативной активности элементов скелетной мышечной ткани. Запрограммированная гибель наблюдается в развитии как нервной, так и скелетной мышечной ткани, но в первой гибель значительнее, чем во второй.

Существованием гетерохронии двух тканевых систем, характеризующихся структурно-функциональным единством в дефинитивном состоянии, можно объяснить часть явлений, лежащих в основе гибели нейронов. На определенном этапе гистогенеза опережающая дифференцировка элементов нервной ткани не получает поддержки со стороны малодифференцированной скелетной мышечной ткани, возникает элиминация нейронов. Можно предположить, что клеточная гибель является гистологическим маркером начала нового этапа развития двух тканей — этапа взаимодействия двух гистогенезов и формирования системообразующей единицы — двигательной, т. е. этапа формирования органных и системоорганных образований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Автандилов Г. Г.* Медицинская морфометрия. — М.: Медицина, 1990.
2. *Заварзин А. А.* Избранные труды в 4 томах. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1953.
3. *Данилов Р. К.* Гистогенетические основы нервно-мышечных взаимоотношений. — СПб., 1996.
4. *Данилов Р. К.* Вклад ученых-гистологов Военно-медицинской академии в разработку учения о тканях. Актуальные вопросы гистогенеза и регенерации. Общие принципы организации тканей позвоночных // *Фундаментальные и прикладные проблемы гистологии: Гистогенез и регенерация тканей.* — СПб.: Труды Воен.-мед. акад. 2004. Т. 257. С. 11—47.
5. *Данилов Р. К.* Раневой процесс: гистогенетические основы. — СПб.: Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова, 2008.
6. *Данилов Р. К., Маннапов А. Г., Ишмеева З. Б.* Выявление нервно-мышечных синапсов на изолированных мышечных волокнах // *Арх. анат., гистол. эмбриол.* 1989. № 4. С. 81—83.
7. *Хлопин Н. Г.* Общебиологические и экспериментальные основы гистологии. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1946.