

5. Manojlović R., Milisavljević M., Tabaković D. et al. Angiosome of the fibular artery as anatomic basis for free composite fibular flap. *Srp. Arh. Celok. Lek.*, 2007, v. 135, № 3–4, p. 174–178.
6. Pan W.R. and Taylor G.I. The angiosomes of the thigh and buttock. *Plast. Reconstr. Surg.*, 2009, v. 123, № 1, p. 236–249.
7. Rozen W.M., Grinsell D., Koshima I. and Ashton M.W. Dominance between angiosome and perforator territories: a new anatomical model for the design of perforator flaps. *J. Reconst. Microsurg.*, 2010, v. 26, № 8, p. 539–545.
8. Schierle C.F., Rawlani V., Galiano R.D. et al. Improving outcomes of the distally based hemisoleus flap: principles of angiosomes in flap design. *Plast. Reconstr. Surg.*, 2009, v. 123, № 6, p. 1748–1754.
9. Taylor G.I. The blood supply of the skin. In: *Grabb and Smith's Plastic Surgery*. 6th edit. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2007, p. 33–41.
10. Taylor G.I. and Palmer J.H. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br. J. Plast. Surg.*, 1987, v. 40, № 2, p. 113–141.

Поступила в редакцию 21.05.2014
Получена после доработки 22.07.2014

MICROCIRCULATION IN THE SKIN OF THE LOWER EXTREMITIES WITH REGARD TO ANGIOSOME THEORY

A.A.Fomin, Yu.V.Novikov and D.R.Pershakov

Microcirculation in the skin of the lower extremities was studied in apparently healthy people of both sexes aged 20 to 48 years with regard to angiosomes approach. For this purpose the method of laser Doppler imaging was used. As a result of the study, normal parameters of microcirculatory activity in the skin of human lower extremities were developed, which depended not only on the main flow, but also on the characteristics of direct blood supply to the skin. To level the physiological variation in the activity of the microcirculation, it is recommended to use the ratio of the activity of perfusion in the angiosome examined to control one (cubital fossa). The results obtained will allow to extend the application of angiosome theory to the field of plastic and vascular surgery.

Key words: *angiosome, microcirculation, lower extremities, vascular surgery*

Department of Topographic Anatomy and Operative Surgery, Department of Surgery, Institute of Postgraduate Education, Yaroslavl' State Medical Academy

© Т.Р. Ковригина, В.И. Филимонов, 2014
УДК 612.014.46:611.018.861:599.323.4

Т.Р.Ковригина¹ и В.И.Филимонов²

СОСУДИСТАЯ СЕТЬ И НЕЙРОМЫШЕЧНЫЕ СИНАПСЫ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ В УСЛОВИЯХ СОЧЕТАННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДЕНЕРВАЦИИ

¹ Кафедра анатомии и физиологии человека (зав. — проф. В.В. Чистяков), Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского; ² кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии (зав. — академик РАН Ю.В.Новиков), Ярославская государственная медицинская академия

Исследована икроножная мышца белых беспородных крыс-самок с 14-х по 180-е сутки после рождения в норме (контрольная группа, n=18), после неонатальной химической деафферентации (n=18), после неонатальной химической десимпатизации (n=18) и сочетанной неонатальной химической денервации (деафферентация плюс десимпатизация, n=18). Контролем служили интактные животные (n=18). Гистохимическими методами выявляли активность холинэстеразы (субстрат — тиоуксусная кислота) и щелочной фосфатазы (субстрат — нафтол AS-BS фосфат). После сочетанной химической денервации по сравнению с контролем отмечались снижение активности холинэстеразы, нивелирование ранней возрастной элиминации нейромышечных синапсов и более низкая доля сложных ферментоактивных зон, позднее формирование сосудистой петли вокруг двигательных окончаний. Сосудистая сеть характеризовалась большим диаметром и преимущественно плоскостной ориентацией сосудов. Формируемая система «мышечное волокно — двигательное окончание — сосудистая сеть» имела низкий адаптационный потенциал и тенденцию к более раннему развитию инволютивных процессов.

Ключевые слова: *скелетная мышца, нейромышечный синапс, сосудистая сеть, деафферентация, десимпатизация*

Известно, что хирургическая деафферентация органов путём удаления чувствительных узлов спинномозговых нервов сопровождается расширением просвета сосудов всех калибров, набуханием

клеток эндотелия, стиранием четкости их границ, нарушением нормального кровотока, экссудативными явлениями, инфильтрацией тканей, которые отражают нейродистрофический процесс, раз-

Сведения об авторах:

Ковригина Татьяна Руфимовна (e-mail: t-kovrigina@mail.ru), кафедра анатомии и физиологии человека, Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, 150000, г. Ярославль, ул. Республиканская, 108;

Филимонов Владимир Иванович (e-mail: filbob@mail.ru), кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии, Ярославская государственная медицинская академия, 150000, г. Ярославль, ул. Революционная, 5

вивающийся после повреждения афферентного звена рефлекторной дуги [7]. Использование капсаицина [14], оказывающего селективное цитолитическое действие на чувствительные нейроны, позволяет изучить различные органы в условиях химической деафферентации и избежать тяжелой хирургической травмы и осложнений, небезразличных при трактовке результатов. Установлено, что химическая деафферентация икроножной мышцы белой крысы вызывает изменение сроков и темпов дифференцировки мышечных волокон (МВ), динамики характеристик сосудистой сети, снижение активности некоторых ферментов [4].

Нарушение симпатической иннервации приводит к изменению адаптационных реакций [1]. Есть предположение о повреждении мембранных ферментов, связанных с проницаемостью сосудистой стенки, что нарушает транспортные процессы и, в свою очередь, влияет на адаптационные возможности микроциркуляторного русла и мышечного волокна при регенерации после повреждения мышцы [6, 12, 13, 15, 16].

Неонатальная химическая десимпатизация, сопровождающаяся стойким и длительным дефицитом симпатической иннервации, приводит к увеличению диаметра сосудов, уменьшению расстояния между сосудистой стенкой и зоной нейромышечного синапса (НМС), изменению пространственной ориентации сосудов и выраженности активности щелочной фосфатазы в эндотелии [5].

В меньшей степени изучено влияние сочетанной химической деафферентации и десимпатизации на состояние микроциркуляторной сети и нейромышечного синапса скелетной мышцы.

Цель настоящего исследования — изучить постнатальное становление системы «сосудистая сеть — двигательное окончание — мышечное волокно» скелетной мышцы в условиях сочетанного дефицита симпатической и афферентной иннервации.

Материал и методы. Исследование выполнено с соблюдением «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» на белых беспородных крысах-самках. Животные были разделены на 4 группы: 1-я — возрастной контроль (интактные животные — $n=18$), 2-ю группу (экспериментальную) составили животные с сочетанной химической денервацией ($n=18$), 3-ю — животные с неонатальной химической деафферентацией ($n=18$), 4-ю — крысы с химической десимпатизацией ($n=18$).

У животных 2-й экспериментальной группы на 2-е сутки постнатальной жизни моделировали деафферентацию путём 1-кратного подкожного введения 10% раствора капсаицина (N-vanillylonamide, Sigma, США) из расчёта 100 мг/кг массы животного в смеси, состоящей из 1 части 96% этанола, 1 части Твин-80, 8 частей 0,9% раствора NaCl. С целью десимпатизации крысам ежедневно с 4-х по 30-е сутки после рождения внутрибрюшинно вводили суспензию гуа-

нетидина (изобарин, Sigma, США) из расчёта 70 мг/кг массы животного.

Известно, что изолированная неонатальная химическая деафферентация вызывает гибель значительной части нейронов грудного (до 70%) и крестцового спинномозгового ганглия (до 50%) [11]. Изолированная неонатальная химическая десимпатизация вызывает гибель до 95% нейронов шейно-грудного узла [11]. Установлено, что сочетанное введение капсаицина и гуанетидина приводит к более выраженному, чем в других моделях, уменьшению популяций нейронов во всех изученных ганглиях [11].

Животных выводили из опыта под нембуталовым наркозом путём декапитации в 14-, 21-, 30-, 60-, 90- и 180-суточном возрасте (по 3 животных каждого возраста). Объектом исследования служила медиальная головка икроножной мышцы. Материал фиксировали в 4% нейтральном формалине в течение 18–24 ч при температуре 4 °C и на замораживающем микротоме MC-2 (Завод точного мед. оборуд. СССР) делали срезы толщиной 40 мкм. На свободно плавающих срезах комбинированным гистохимическим методом выявляли холинэстеразу (ХЭ) (субстрат — тиоуксусная кислота) в модификации Г.М.Николаева и В.В.Шилкина [8] с последующим выявлением активности щелочной фосфатазы методом азосочетания (субстрат — нафтол AS-BS фосфат) по Пирсу [9]. Срезы заключали в глицерин — желатин.

Результаты гистохимической реакции оценивали качественно и по результатам прямой и не прямой морфометрии. Методом прямой морфометрии с помощью окулярного микрометра измеряли диаметр сосудов и мышечного волокна. Методом не прямой морфометрии с помощью окулярной сетки с 912 равноудалёнными узлами пересечений линий на стандартной площади среза (при бинокулярной насадке 1,5 $\times$, об.40, ок.7); площадь сетки составляла 5061 мкм², площадь, соответствующая одному узлу пересечения линий — 55,5 мкм², расстояние между линиями сетки — 7,1 мкм) подсчитывали количество и определяли площадь сечения холинэстеразо-позитивных зон НМС, количество и площадь сечений сосудов, их ветвлений. С учётом проверки на нормальность распределения значимость различий средних определяли по t-критерию Стьюдента. Различия считали значимыми при $P<0,05$.

Результаты исследования. У интактных животных в 14-суточном возрасте область НМС определялась как чётко ограниченная ХЭ-позитивная зона округлой формы с мелко-дисперсным гомогенным характером конечного продукта реакции, низкой активностью фермента (время инкубации — 30 мин); сосуды располагались на максимальном расстоянии от ферменто-активных зон (ФАЗ) НМС и имели в эндотелии слабо выраженную активность щелочной фосфатазы.

При сочетанной химической денервации у животных в 14-суточном возрасте, как и при изолированной десимпатизации, отмечено увеличение длительности инкубации срезов при выявлении активности ХЭ до 40 мин, тогда как только при деафферентации время инкубации было сопоставимо с таковым у интактных крыс.

Активность ХЭ у интактных животных достигала дефинитивного уровня (время инкубации 10–15 мин) к 30-суточному возрасту, как и при изолированной деафферентации, в то время как при сочетанной денервации и изолированной десимпатизации — к 60-суточному возрасту, свидетельствуя о замедлении становления ферментных систем.

В условиях сочетанной денервации отмечалось замедление дифференциации ФАЗ на простые и сложные: во все исследованные периоды доля сложных ФАЗ была ниже, чем в контроле — у интактных животных (в 14-суточном возрасте — 9,96%, контроль — 21%; в 180-суточном возрасте — 73,25 и 78,33% соответственно), что сопоставимо с показателями только при деафферентации — 9,47% (14 сут) и 74,07% (180 сут). При химической десимпатизации доля сложных ФАЗ была значимо ниже, чем при сочетанной денервации, — 4 и 66,35% соответственно.

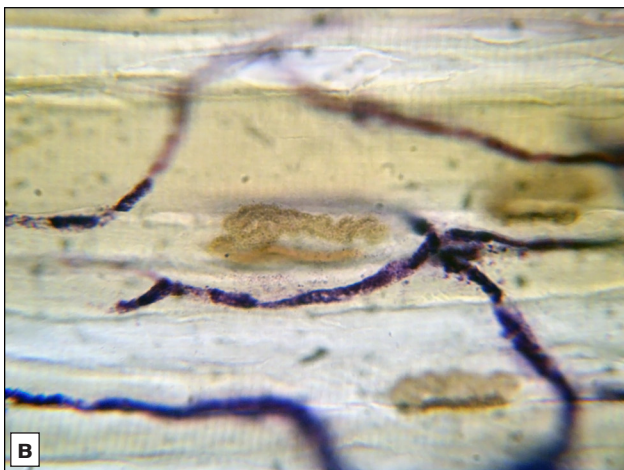
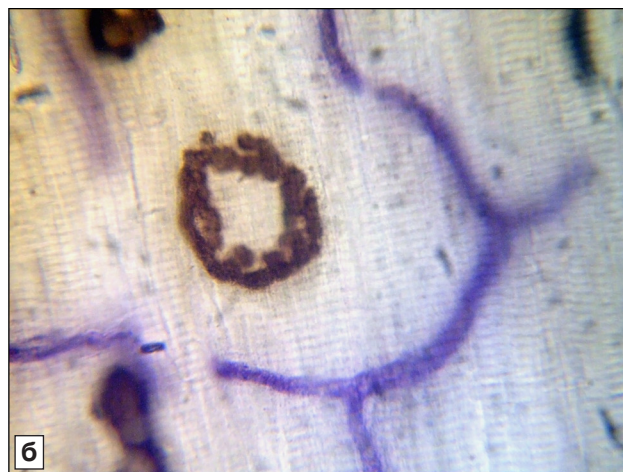
Формирование сосудистой петли вокруг сложных ФАЗ НМС в условиях сочетанной денервации, как и при изолированной десимпатизации, отмечено к 30-суточному возрасту, в то время как в контроле — у интактных животных и после

химической деафферентации с 21-суточного возраста (рисунк).

У интактных крыс с 14-суточного возраста положительной динамикой характеризовались размерные показатели МВ, ФАЗ НМС и сосудистой сети, а отрицательной постнатальной динамикой — количество НМС в расчёте на одно МВ и среднее число ветвлений сосудов.

В условиях сочетанной денервации общая направленность динамики морфометрических показателей сохранялась. Вместе с тем, количество НМС в расчёте на одно МВ изменялось в диапазоне $0,69 \pm 0,03$ (14 сут) — $0,70 \pm 0,03$ (180 сут), тогда как у интактных животных имела место возрастная элиминация НМС, и этот показатель уменьшался с $0,940 \pm 0,010$ (14 сут) до $0,64 \pm 0,03$ (30 сут), с последующей его стабилизацией.

Площадь НМС со сложными ФАЗ в условиях сочетанной денервации до 30-суточного возраста была ниже контрольных значений (при изолированной десимпатизации — до 21-суточного возраста), в то время как в условиях химической деафферентации отмечено превышение значения показателя, сохраняющееся до 90-суточного возраста. Только при десимпатизации в 180-суточном возрасте площадь НМС со сложными ФАЗ пре-



Сосудистая петля вокруг нейромышечного синапса в икроножной мышце 60-суточной белой крысы.

а — при сочетании деафферентации и десимпатизации; б — только при деафферентации; в — только при десимпатизации. Сочетанный гистохимический метод выявления холинэстеразы (субстрат тиюксусная кислота) и щелочной фосфатазы (субстрат нафтол AS-BS фосфат). Ув.90

вышла такую у интактных животных (таблица).

Диаметр сосудов после сочетанной денервации превышал значения в контроле во все сроки исследования. Количество ветвлений сосудов на стандартной площади среза в отличие от такового у интактных животных имело положительную динамику и к концу наблюдения превышало значение контроля более чем в 3 раза (см. таблицу).

Начиная с 90-суточного возраста, отмечено наличие, наряду с ХЭ-позитивными зонами, типичными для НМС у интактных животных, атипичных конструкций: в части ФАЗ трабекулы были истончены, фрагментированы. Выявлялись зоны с неравномерным распределением активности ХЭ. Около некоторых ФАЗ определялась внесинаптическая активность. Эти признаки совпадали с признаками возрастных проявлений деструкции ФАЗ НМС, но выражены они были в большей степени. Отмечено снижение активности фермента до следовой во все исследованные периоды, не характерное для интактных животных. Одновременное усложнение простых конструкций, разрастание трабекул сложных ФАЗ, появление глобул ферментативной активности могут трактоваться как компенсаторная реакция на возрастную деструкцию ФАЗ НМС.

Обсуждение полученных данных. Анализ морфометрических показателей икроножной мышцы в условиях сочетанной денервации показал суммирование эффектов изолированной деафферентации и десимпатизации.

Увеличение диаметра микрососудов и количества ветвлений сосудов неизбежно вело к увеличению протяжённости капиллярного русла и сохранению преимущественно плоскостной ориентации сосудистой сети, тогда как для интактных животных характерна смена пространственной архитектуры сосудистой сети с преимущественно линейной на многомерную [3]. Увеличение протяженности капиллярного русла ряд авторов связывают с увеличением уровня окислительного метаболизма в органе [2], наши исследования также свидетельствуют о преимущественно окислительном типе метаболизма скелетной мышцы в условиях изолированной десимпатизации [5].

Морфометрические показатели показатели мышечного волокна (МВ), сосудистой сети и нейромышечного синапса в икроножной мышце крысы (НМС) ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$)

Исследованный показатель	Группы животных	Возраст животных (сутки)					
		14-е	21-е	30-е	60-е	90-е	180-е
Диаметр сосудов, мкм	Контрольная (интактные животные)	5,73±0,24	6,72±0,29	7,00±0,27	7,01±0,13	7,05±0,21	7,37±0,20
	При сочетании деафферентации и десимпатизации	7,69±0,29*	7,70±0,19*	7,79±0,26*	7,38±0,24*	7,35±0,25*	8,40±0,17*
	При деафферентации	6,73±0,15*	5,50±0,18*	6,65±0,19	5,42±0,14*	5,46±0,13*	5,71±0,12*
	При десимпатизации	6,99±0,18*	7,18±0,22*	7,23±0,19*	7,28±0,23	7,36±0,21	7,55±0,17
Количество НМС в расчёте на 1 мышечное волокно	Контрольная (интактные животные)	0,940±0,010	0,780±0,020	0,64±0,03	0,630±0,020	0,610±0,020	0,590±0,010
	При сочетании деафферентации и десимпатизации	0,69±0,03*	0,85±0,06*	0,650±0,020	0,74±0,03*	0,85±0,03*	0,70±0,03*
	При деафферентации	0,99±0,03	0,78±0,04	0,76±0,03	0,710±0,020	0,71±0,03	0,630±0,020
	При десимпатизации	0,90±0,04	0,90±0,04	0,74±0,03	0,73±0,03	0,590±0,020	0,59±0,03
Площадь НМС со сложными ферментативными зонами, мкм ²	Контрольная (интактные животные)	105±5	120±12	129±6	192±6	297±10	462±11
	При сочетании деафферентации и десимпатизации	59±9*	61±6*	124±6	292±13*	337±13	422±19
	При деафферентации	123±9*	139±7*	198±8*	248±9*	319±9	424±18
	При десимпатизации	86±10*	113±7	156±7	179±6	303±12	633±24*

* Различия значимы по сравнению с показателями у интактных животных при $P < 0,05$.

Обнаруженное увеличение среднего диаметра сосудистой сети по сравнению с показателем в контроле, очевидно, отражает симпатолитический эффект гуанетидина, истощающего запас норадреналина и адреналина в окончаниях постганглионарных симпатических волокон [10], вызывая расширение микрососудов. Сохранение этого эффекта длительное время после окончания инъекций гуанетидина указывает на стойкий эффект десимпатизации, что подтверждается элиминацией нейронов симпатических узлов [11].

Сочетанная неонатальная денервация усилила эффект изолированных деафферентации и десимпатизации и сопровождалась замедлением становления ферментных систем скелетного МВ и, как следствие, — резким отставанием его размерных показателей и НМС в 1-й месяц после рождения от значений в контроле — у интактных животных. Кроме того, происходило нивелирование феномена ранней возрастной избыточности иннервации МВ и последующей возрастной элиминации НМС.

После неонатальной сочетанной денервации в более ранние сроки проявились признаки возрастного денервационно-регенераторного процесса в области НМС, указывающего на ускорение возрастных изменений и снижение адаптационного потенциала скелетной мышцы. Эффект преждевременного старения описан в случае химической десимпатизации [10].

Таким образом, постнатальная сочетанная химическая деафферентация и десимпатизация приводит к суммированию и усилению эффектов изолированных деафферентации и десимпатизации. Это сопровождается замедлением становления ферментных систем МВ, более поздней дифференцировкой НМС, нивелированием ранней возрастной элиминации двигательных окончаний. Сосудистая сеть характеризуется большим диаметром и преимущественно плоскостной ориентацией сосудов. Формируемая система МВ — двигательное окончание — сосудистая сеть имеет низкий адаптационный потенциал и тенденцию к более раннему развитию инволютивных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

- Говырин В. А. Адаптационно-трофическая функция сосудистых нервов. В кн.: Развитие научного наследия академика Л. А. Орбели. Л., Наука, 1982, с. 169–181.
- Голубь А. С. и Брод В. И. Возрастные изменения параметров капиллярного кровотока в скелетной мышце: аллометрические зависимости и гипотеза функциональной длины капилляра. Физиол. журн. им. И. М. Сеченова, 1993, т. 79, № 4, с. 43–52.
- Ковригина Т. Р. и Филимонов В. И. Дифференцировка скелетных мышц голени в постнатальном онтогенезе. Морфология, 2010, т. 137, вып. 3, с. 36–40.
- Ковригина Т. Р. и Филимонов В. И. Характеристика микроциркуляторного русла икроножной мышцы деафферентированной белой крысы. Учен. записки Санкт-Петербургск. гос. мед. ун-та им. акад. И. П. Павлова, 2011, т. 18, № 2, с. 67–69.
- Ковригина Т. Р. и Филимонов В. И. Реакция микроциркуляторного русла скелетной мышцы на дефицит симпатической иннервации. Астраханск. мед. журн., 2013, т. 8, № 1, с. 131–133.
- Козлов В. И., Мельман Е. П., Нейко Е. М. и Шутка Б. В. Гистофизиология капилляров. СПб., Наука, 1994.
- Никифоров А. Ф. Афферентный нейрон и нейродистрофические процессы. М., Медицина, 1973.
- Николаев Г. М. и Шилкин В. В. Опыт определения активности ацетилхолинэстеразы в структурах периферической нервной системы. В кн.: Проблемы морфогенеза периферических нервов. Сборник трудов Ярославского мед. ин-та. Ярославль, 1983, с. 64–72.
- Пирс Э. Гистохимия. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1962.
- Родионов И. М., Ярыгин В. Н. и Мухаммедов А. А. Иммунологическая и химическая десимпатизация. М., Наука, 1988.
- Румянцева Т. А. Влияние химической денервации на нейроны экстра- и интрамуральных ганглиев в постнатальном онтогенезе белой крысы: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2002.
- Чучков В. М., Котельников Г. П. и Гелашвили П. А. Системный многофакторный анализ реактивной перестройки микроциркуляторных модулей различных типов скелетных мышц млекопитающих в условиях нарушенного кровотока. Морфол. ведомости, 2004, № 3, 4, с. 68–70.
- Buttner-Ennever J. A., Eberhorn A. and Horn A. K. Motor and sensory innervation of extraocular eye muscles. Ann. NY Acad. Sci., 2003, v. 1004, p. 40–49.
- Hiura A. Neuroanatomical effects of capsaicin on the primary afferent neurons. Arch. Histol. Cytol., 2000, v. 63, № 3, p. 199–215.
- Neto H. S. and Marques M. J. Microvessel damage by Bothrops jararacussu snake venom: pathogenesis and influence on muscle regeneration. Toxicon, 2005, v. 46, № 7, p. 814–819.
- Ralston E., Lu Z., Biscocho N. et al. Blood vessels and desmin control the positioning of nuclei in skeletal muscle fibers. J. Cell Physiol., 2006, v. 209, № 3, p. 874–882.

Поступила в редакцию 21.05.2014

Получена после доработки 22.07.2014

VASCULAR NETWORK AND SKELETAL MUSCLE NEUROMUSCULAR SYNAPSES UNDER CONDITIONS OF COMBINED CHEMICAL DENERVATION

T.R.Kovrigina and V.I.Filimonov

Gastrocnemius muscle of outbred female albino rats was studied from postnatal Day 14 to Day 180 in normal animals (control group, n=18), after neonatal chemical deafferentation (n=18), after neonatal chemical desympathization (n=18) and after combined neonatal chemical denervation (deafferentation plus desympathization, n=18). Histochemical methods were used to demonstrate cholinesterase activity (substrate: thioacetic acid)

and alkaline phosphatase (substrate: naphthol AS-BS phosphate). After combined chemical denervation compared with control a reduction in the activity of cholinesterase was observed, leveling of the early age elimination of neuromuscular synapses, lower proportion of complex enzymatic zones, and later formation of the vascular loops around the motor endings. The vascular network was characterized by a larger diameter and a predominantly planar orientation of the vessels. Developing «muscle fiber – neuromuscular junction – vessel net» system had low

adaptation capacity and a tendency to earlier development of involutive processes.

Key words: *skeletal muscle, neuromuscular synapse, vascular network, deafferentiation, desympathization*

Department of Human Anatomy and Physiology, K.D. Ushinskiy Yaroslavl' State Pedagogical University; Department of Topographic Anatomy and Operative Surgery, Yaroslavl' State Medical Academy

© А. Н. Гансбургский, А. В. Яльцев, 2014
УДК 611.131.013

А. Н. Гансбургский и А. В. Яльцев

РЕГУЛЯТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ ВЕТВЕЙ ЛЕГОЧНЫХ АРТЕРИЙ ПЛОДА

Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии (зав. — проф. А. В. Павлов), кафедра патологической анатомии с курсом судебной медицины и медицинского права (зав. — проф. К. И. Панченко), Ярославская государственная медицинская академия

С использованием гистологических, гистохимических и морфометрических методов исследованы легкие 17 плодов на 29–32-й неделе развития (поздний фетальный период). Впервые установлено формирование дополнительных мышечных структур во внутриорганных ветвях легочных артерий в условиях не функционирующего малого круга кровообращения. Адаптационные образования представлены продольно ориентированными гладкими миоцитами интимы, формирующими мышечно-эластические сфинктеры и интимальную мышечную ткань. Регуляторные комплексы локализируются в артериях мышечно-эластического и мышечного типа, как правило, в области делителей потока крови. Эти элементы, по-видимому, являются генетически детерминированными образованиями, обеспечивающими после рождения ребенка и начала активного поступления крови в легкие адекватную гемодинамику и жизнедеятельность органа.

Ключевые слова: *легкие, внутриорганные легочные артерии, регуляторные структуры, фетальный период*

Изучение закономерностей структурно-функциональной организации внутриорганных кровеносных сосудов в антенатальном онтогенезе человека является одной из актуальных задач современной морфологии и патоморфологии [3, 11]. Легкие имеют только им присущие особенности морфофункционального пренатального становления [8]. Их анатомической особенностью является васкуляризация из малого круга кровообращения легочными артериями (ЛА) и большого круга — ветвями бронхиальных артерий, отходящих от аорты [12], при этом они с начала своего развития постоянно находятся в активном состоянии [4]. В течение внутриутробного развития основной объем крови, минуя малый круг, проходит через артериальный (боталлов) проток и овальное

отверстие в левые отделы сердца и большой круг; после рождения ребенка с первым вздохом ветви ЛА начинают играть главную роль в кровоснабжении легких [4, 12]. Для неонатологов важны морфологические критерии готовности органов, в частности легких, к рождению и выходу плода в новую окружающую среду; патологоанатомы получают важную информацию о строении органов, необходимую для анализа причин смертности плодов [3]. В доступной литературе сведения об адаптационных образованиях в стенке внутриорганных ветвей ЛА в пренатальном периоде развития человека отсутствуют (согласно проведенному поиску по электронным ресурсам Российской национальной библиотеки и PubMed NCBI за период с 1990 по 2014 г.).

Сведения об авторах:

Гансбургский Андрей Николаевич (e-mail: profang@mail.ru), кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии; Яльцев Андрей Владимирович, кафедра патологической анатомии с курсом судебной медицины и медицинского права, Ярославская государственная медицинская академия, 150000, г. Ярославль, ул. Революционная, 5