

КРОВОПОСТАЧАННЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВИХ ЗАКІНЧЕНЬ ПРЯМОГО М'ЯЗУ СТЕГНА ЩУРА В НОРМІ

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
(м. Івано-Франківськ)

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є частиною науково-дослідної теми кафедри анатомії і фізіології людини та тварин Прикарпатського національного університету "Морфофункціональні зміни нервово-м'язового апарату при загальній дегідратації організму" (номер держреєстрації 0111U007026).

Вступ. Наявні в науковій літературі відомості про гемомікроциркуляторне русло (ГМЦР) нервово-м'язових закінчень (НМЗ) іноді діаметрально протилежні [1, 2, 5]. Одні дослідники вважають, що джерелом ГМЦР НМЗ є ендоневральні мікросудини [4]. Інші вважають, що трофіка НМЗ відбувається за рахунок дифузії поживних речовин через стінку внутрішньом'язовим кровоносних судин, які транзитно проходять поруч з ними [5, 6]. На думку Б.М. Мицкана [3] НМЗ живлять власні гемокапіляри, які мають свої специфічні морфо-функціональні особливості. Існують також суттєві розбіжності результатів дослідження кількісних характеристик цих структурних утворень [2, 3, 6]. Дослідженнями цілого ряду авторів [1, 5] встановлений взаємозв'язок магістральних кровоносних судин з внутрішньом'язовим кровоносним руслом і, зокрема, з судинами м'язових і нервових волокон. Однак деталі цього складного комплексу інтеграційних зв'язків мікроциркуляції крові в скелетних м'язах і НМЗ на даний час залишаються недостатньо вивченими.

Мета роботи – вивчити морфологію ГМЦР нервово-м'язових закінчень в скелетних м'язах на гісто- та ультраструктурному рівнях у щурів в нормі.

Об'єкт і методи дослідження. Досліджували скелетні м'язи нижніх кінцівок (камбалоподібний, литковий і прямий м'яз стегна) 10 білих статевозрілих щурів-самців з масою тіла 250г. Для дослідження скелетних м'язів використані гістологічний (імпрегнація за Більшовським-Грос, фарбування гематоксилін-еозіном і пікрофуксин-фукселіном) та електронно-мікроскопічний методи. Вивчення ангиоархітекtonіки скелетних м'язів здійснювали з допомогою ін'єкцій судин хлороформ-ефірною сумішшю паризького синього, пероксидазою хрому, імпрегнації солями срібла.

Тварин утримували в режимі віварію і виводили з експерименту згідно нормативних документів [7].

Застосовували параметричні методи статистичної обробки цифрового матеріалу з використанням пакету прикладних програм Microsoft Excel-2003 та t-критерію Стьюдента.

Результати досліджень та їх обговорення. В результаті дослідження встановлено, що кровопостачання НМЗ здійснюється за рахунок кровоносного русла внутрішньом'язових нервових пучків. Вони проходять разом з артеріолами діаметром 30,0-45,0 мкм (рис. 1). В ділянці розгалуження пучків на пре-термінальні відділи артеріоли віддають прекапіляри ($d=14,0-18,0$ мкм). Внаслідок їх дихо- або трихотомічного поділу утворюються капіляри ($d=7-10$ мкм). Ці мікросудини формують відкриті і закриті петлі, вилко- і підковоподібної форми, які оточують НМЗ

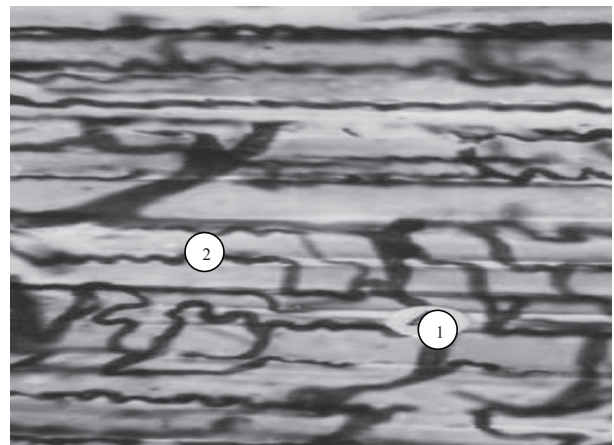


Рис. 1. Розгалуження термінальної артеріоли (1), яка є джерелом утворення капілярної сітки (2) в прямому м'язі стегна щура в нормі. Метод: ін'єкція паризького синього.36.: ок. x 7, об. x 20.

(рис. 2). В результаті візуалізації ГМЦР встановлено, що для прямого м'яза стегна характерна гетерогенність його геометрії, особливо на рівні обмінних мікросудин. Так, гемокапіляри, які забезпечують трофіку МВ, мають прямолінійний хід і з'єднані між собою багаточисельними містками. В сполучнотканинній основі м'яза гемокапіляри формують широкі петлі у вигляді аркад. В ділянці НМЗ геометрія гемокапілярів має сіткоподібну форму.

Щільність гемокапілярів на 1мм^2 м'язової тканини складає $842,31 \pm 63,14$, а на одне МВ в середньому припадає $3,65 \pm 0,99$ капілярів.

При цьому, на віддалі 5,0-25,0 мкм від НМЗ лежать декілька відрізків капілярів ($l=60,0-110,0$ мкм), а площа капілярного русла знаходиться у прямій залежності від величини цих закінчень. Так, навколо великих за площею НМЗ ($926,4$ мкм²) площа



Рис. 2. Різноманітні форми капілярно-аксо-м'язових взаємовідношень в прямому м'язі стегна щура в нормі: підковоподібна (а), петлеподібна (б) капілярні петлі і Т-подібне (2) розгалуження артеріоли (в) поблизу НМЗ (1). Метод: поєднане виявлення нервових волокон і гемомікроциркуляторного русла. Зб.: а,б: ок. х 7, об. х 20, в – ок. х 7, об. х 40.

капілярного русла на 48,79% більша, ніж навколо малих (498,6 мкм²) і складає відповідно 2543,7 мкм² і 1302,5 мкм². Середьостатистичні показники площі капілярного русла, яка забезпечує живлення НМЗ коливаються в значно менших межах (табл. 1).

Характерними при цьому є показники співвідношення між величиною площі НМЗ і капілярів. Від злиття капілярів формуються посткапіляри (d=16,0-22,0 мкм), кров із яких поступає в спільні із м'язовими МВ венули (d=38,0-50,0 мкм).

На субмікроскопічному рівні капіляри мають рівномірний просвіт, оточений 1-2 ендотеліальними клітинами і відносяться до соматичного типу (рис. 3).

Цитоплазма ендотеліоцитів чітко диференціюється на перинуклеарну, периферійну і біляконтактну ділянки. Перинуклеарна зона містить комплекс Гольджі, цистерни гранулярної ендоплазматичної сітки з великою кількістю фіксованих рибосом, вільні рибосомы і полісоми, мітохондрії, поодинокі лізосоми, мікротрубочки і мікрофіламенти, незначну кількість мікропіноцитозних пухирців. Значно менше

органел знаходиться в периферійній ділянці ендотеліоцитів, а біляконтактна зона вміщує тільки окремі органели цитоскелету. Ядра цих клітин мають овальну або бобоподібну форму, каріоплазма в субкаріолемаляній зоні містить незначну кількість гранул хроматину.

Міжэндотеліальні контакти характеризуються різноманітною будовою: від простих прямолінійних з'єднань до складних інтердигітаційних переплетень, в яких цитолеми сусідніх ендотеліоцитів щільно прилягають одна до одної, утворюючи *macula et zonula occludentes*. Базальна мембрана має характерну 3-х шарову будову, в її розщепленнях розташовуються поодинокі перицити. Отже, електронно-мікроскопічна будова стінки капілярів та інших мембранних структур, засвідчує наявність в ділянках НМЗ гемато-целюлярного бар'єру.

Товщина ендотелію в посткапілярах зростає в 2 рази, порівняно з капілярами. В стінках збиральних венул поряд з адвентиціальними клітинами

Таблиця 1

Морфометричні показники будови нервово-м'язових закінчень та їх ГМЦР у різних за композицією м'язах щура в нормі ($X \pm S_x$; n = 5)

Назва м'язу	Площа (мкм ²)		Кількість		Частка капілярного русла, що припадає на одиницю площі НМЗ
	НМЗ	капілярів	терміналей аксона	ядер підшви	
Прямий м'яз стегна	691,4±12,08*	1795,3±26,38*	3,8±0,07	5,3±0,08	1:2,60
Камбалоподібний м'яз	763,6±14,25*	2016,4±30,51*	4,3±0,07*	5,2±0,08	1:2,64
Двоголовий м'яз	748,9±14,36*	1998,8±30,63	4,6±0,08	5,6±0,09	1:2,67
Литковий м'яз	710,5±13,82	1909,5±34,31	4,0±0,07	5,3±0,09	1:2,68

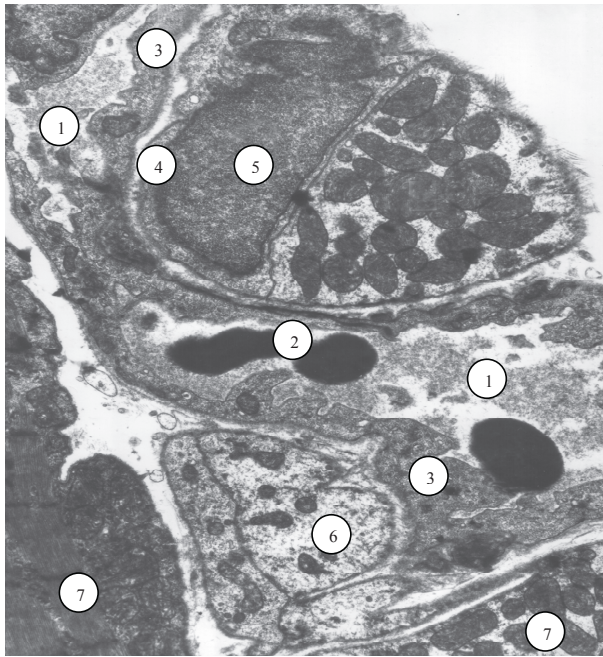


Рис. 3. Ультраструктурна організація гемокапіляра в ділянці нервово-м'язового закінчення в прямому м'язі стегна щура в нормі. 1 – просвіт капіляра, 2 – еритроцит, 3 – ендотеліоцит, 4 – базальна мембрана, 5 – міоядро НЛ, 6 – аксон, 7 – МВ. Зб.: x 8000.

зустрічаються клітини веретеноподібної форми (проміоцити), в яких практично відсутні відростки.

Ультраструктурний аналіз цих клітин показав, що порівняно з перицитами їх цитоплазма містить велику кількість рибосом та елементів гранулярної цитоплазматичної сітки. В гіалоплазмі, здебільшого біля цитоплазми, з'являються ділянки, заповнені

філаментами. Ці клітини оточені власною базальною мембраною, яка фрагментується в ділянках де аналогічні клітини утворюють між собою контакти. Особливістю ендотеліоцитів збиральних венул є те, що в їх цитоплазмі розміщується значна кількість мікрофіламентів, рибосом і елементів гранулярної ендоплазматичної сітки. Разом з цим зменшується число мікропіноцитозних везикул. В ділянках міжклеточних контактів все частіше з'являються зони облітерації. Треба зазначити, що в збиральних венулах в проміжку між ендотелієм і клітинами базального типу з'являються вкраплення еластичних елементів. При досягненні венозними мікросудинами внутрішнього калібру 50 мкм в їх стінках з'являються істинні гладкі міоцити.

Всі описані вище мікрогемосудини прямого м'яза стегна знаходяться в тісній структурно-функціональній взаємодії з МВ різного фенотипу. Так гемокапіляри в оточенні FOG МВ часто виконують мікрогемонасосну роль (**рис. 4 а**).

У FG МВ існують тісні ендотеліально-м'язові контакти (**рис. 4 б**). SO МВ найчастіше утворюють глибокі заглиблення, в яких розташовані гемокапіляри (**рис. 4 в**).

Висновок. Нервово-м'язові закінчення скелетних м'язів білих щурів мають структурно впорядковані спеціалізовані ланки гомомікроциркуляторного русла, які забезпечують циркуляцію крові та метаболічні функції в ділянці їх локазації, а їх ангіоархитектоніка знаходиться в тісному взаємозв'язку з типом м'язових волокон і має вигляд відкритих або замкнених петель.

Перспективи подальших досліджень. Результати наукової роботи можуть бути вихідними даними для дослідження змін гомомікроциркуляторного русла скелетних м'язів в різноманітних умовах.

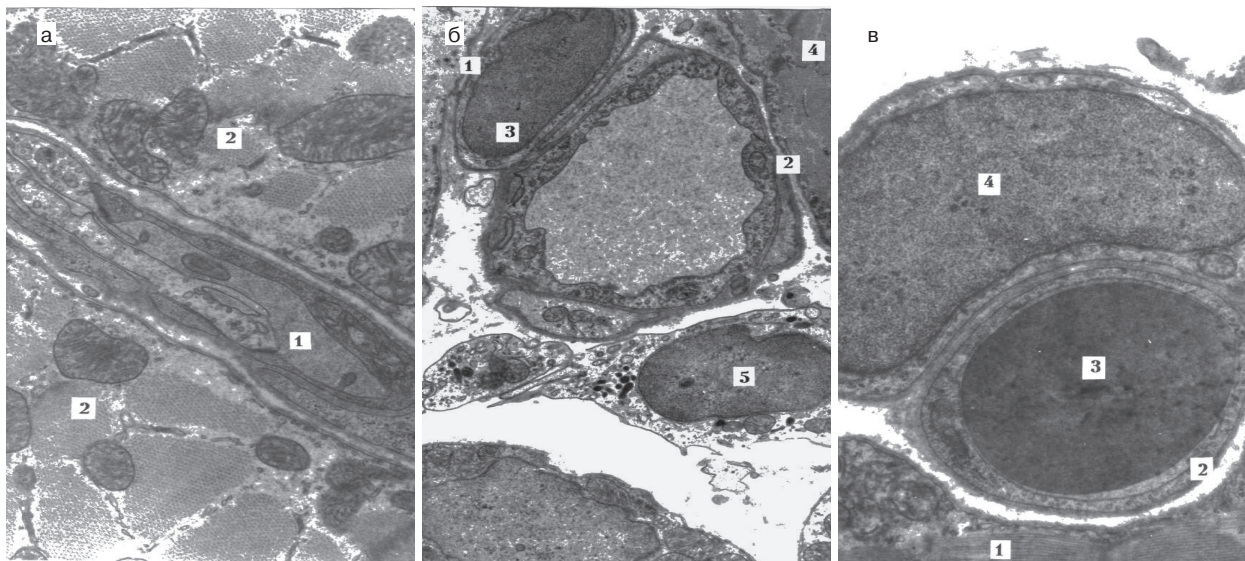


Рис. 4. Структура гемокапілярів в оточенні FOG (а), FG (б) і SO (в) м'язових волокон прямого м'язу стегна щура в нормі: а – 1 – просвіт гемокапіляру; 2 – м'язове волокно; б – 1 – міо-перичитарні контакти; 2 – міо-ендотеліальні контакти; 3 – ядро перичита; 4 – м'язове волокно; 5 – макрофаг; в – 1 – м'язове волокно; 2 – ендотеліальна стінка гемокапіляра; 3 – еритроцит; 4 – ядро перичита. Зб.: а – 8000; б – x 6000; в – x 10000.

Список літератури

1. Беличенко В.М. Развитие кровоснабжения скелетных мышц в эмбриональном и постэмбриональном периодах / В.М. Беличенко // Саратовський научно-медичинський журнал. – 2009. – Т. 5, № 1. – С. 18–22.
2. Литвак А.Л. Кровоснабжение скелетных мышц и потребление кислорода организмом человека при тренировке аэробной выносливости / А.Л. Литвак // Морфология. – 2008. – №2. – С. 44–47.
3. Мицкан Б.М. Вплив гіпокінезії і рухової активності на ріст і дифференціацію скелетних м'язів // Автореф. дис. ...докт. біол. наук: / Б.М. Мицкан. – Київ, 1996. – 42с.
4. Поздняков О.М. Пластичность нервно-мышечного синапса в патологии / О.М. Поздняков, Л.Л. Бабакова // Ж. неврологии и психиатрии. – 1998. – № 3. – С. 50–53.
5. Черданцев А.И. Пути транспорта тканевой жидкости / А.И. Черданцев // Морфология. – М., 1998. – Т. 2. – С. 34–37.
6. Amiry-Moghaddam M. The molecular basis of water transport in the brain / M. Amiry-Moghaddam, O.P. Ottersen // Nat Rev Neurosci. – 2003. – № 4. – P. 991–1001.
7. European convention for the protection of the vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe 18.03.1986. – Strasbourg, 1986. – 52 p.

УДК 611.8:611.018.86

КРОВОПОСТАЧАННЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВИХ ЗАКІНЧЕНЬ ПРЯМОГО М'ЯЗУ СТЕГНА ЩУРА В НОРМІ **Мосендз Т.М.**

Резюме. В статті представлені дані гістометричного та електронномікроскопічного дослідження мікроциркуляторного русла прямого м'язу стегна та його нервово-м'язових закінчень у щура в нормі. Описані основні типи м'язових волокон і показана їх композиція, яка відображає тісну морфологічну взаємообумовлену структуру нервово-м'язових синапсів та елементів м'язової тканини. Це може обумовлювати різний характер як реактивних, так і деструктивних процесів в скелетних м'язах при різних видах патології.

Ключові слова: мікроциркуляторне русло, нервово-м'язове закінчення, м'язове волокно.

УДК 611.8:611.018.86

КРОВОСНАБЖЕНИЕ НЕРВНО-МЫШЕЧНЫХ ОКОНЧАНИЙ ПРЯМОЙ МЫШЦЫ БЕДРА КРЫСЫ В НОРМЕ

Мосендз Т.Н.

Резюме. В статье представлены данные гистометрического и электронномикроскопического исследования микроциркуляторного русла нервно-мышечных окончаний прямой мышцы бедра в норме. Описаны основные типы гемокapиллярных петель нервно-мышечных окончаний и показана их архитектоника, которая отражает тесную морфологическую взаимосвязанную структуру кровеносного русла и элементов мышечной ткани. Это может обуславливать разный характер метаболических процессов в скелетных мышцах.

Ключевые слова: микроциркуляторного русло, нервно-мышечные окончания, мышечное волокно.

UDC 611.8:611.018.86

BLOODSUPPLY OF NEUROMUSCULAR JUNCTION OF DIRECT MUSCLE OF THIGH OF RAT IN NORM **Mosendz T.N.**

Summary. In the article information of hystometry is represented and electron-microscopic research of microcirculatory network the neuromuscular junction muscle fibers of direct muscle of thigh in a norm. The basic types of hemocapillary loops of the neuromuscular junction are described and their architectonics which reflects the close morphological associate structure of of circulatory the system river-bed and elements of muscles tissue is shown. It can stipulate a different character of metabolic processes in skeletal muscles.

Key words: microcirculatory network, neuromuscular junction, muscular fiber.

Стаття надійшла 27.03.2012 р.

Рецензент – проф. Єрошенко Г.А.