

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УДК 611.835.8-003.93-092.9:612.57

**СТАРЧЕНКО ІВАН ІВАНОВИЧ**

**СТРУКТУРА СІДНИЧНОГО НЕРВА ТА ЇЇ ОСОБЛИВОСТІ ПРИ  
ПІСЛЯТРАВМАТИЧНІЙ РЕГЕНЕРАЦІЇ ЗА УМОВ ЕКЗОГЕННОЇ ГІПЕРТЕМІЇ**

14.03.01 –нормальна анатомія

Автореферат дисертації  
на здобуття наукового ступеня  
кандидата медичних наук

Харків -2000

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській медичній стоматологічній академії (м. Полтава) МОЗ України

**Науковий керівник:** доктор медичних наук, професор Костиленко Юрій Петрович, Українська медична стоматологічна академія, завідувач кафедри нормальної анатомії.

**Офіційні опоненти:**

Заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук, професор Кавешніков Володимир Георгійович, Луганський державний медичний університет, завідувач кафедри нормальної анатомії;

доктор медичних наук, професор Козлов Володимир Олексійович, Дніпропетровська державна медична академія, завідувач кафедри анатомії людини.

**Провідна установа:** Івано-Франківська державна медична академія МОЗ України кафедра нормальної анатомії.

Захист відбудеться 29 червня 2000 року о 10 год. На засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.600.03 при Харківському державному медичному університеті (61022, м. Харків –22, пр. Правди 12).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного медичного університету (61022, м. Харків –22, пр. Леніна 4).

Автореферат розісланий 26 травня 2000 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат медичних наук, доцент

Ольховський В.О.

**Актуальність теми.** Незважаючи на докладність сучасних знань про структурно-функціональні аспекти спинномозкових нервів, аналіз даних літератури (Григорович К.А., 1981; Хем А., Кормак Д., 1983) змушує звернути увагу на ряд питань, що мають спірний характер або є дотепер остаточно не вирішеними. Зокрема, до них відноситься важливе питання, що стосується концепції про гематонейральний бар'єр. Стосовно до спинномозкових нервів він повинен розглядатися з одного боку як ізолятор сукупності нервових волокон від навколишнього середовища, а з іншого боку – забезпечувати вибіркоче надходження до них необхідних поживних речовин (Караганов Я.Л., 1972; Горбань В.А., Зайко Н.М., 1981).

Як відомо, цей бар'єр містить у собі такі структури як ендотелій із пов'язаною з ним базальною мембраною обмінних кровеносних мікросудин, нейрогліальні та сполучнотканинні елементи, що обумовлюють метаболічні процеси між кров'ю й відростками нервових клітин (Караганов Я.Л., 1972; Роздільський Б.І., Зозуля І.С., Сандуляк Л.І., 1992). Очевидно, що конкретне вирішення цього питання вимагає вичерпних даних про локалізацію в нерві окремих функціональних сегментів (резистивних, обмінних, ємкісних) кровеносного мікроциркуляторного русла, конструкція якого дотепер залишається не розкритою з позицій сучасної мікроангіології (Алабин І.В., 1977; Мельман Е.П., Левицкий В.А., Павлович В.Б., 1981; Гасымов Э.А., Аскеров Р.А., 1992).

Не менший інтерес викликає питання про структурну організацію периневральних оболонок, у яких, за даними багатьох авторів, чітко проглядається бар'єрний принцип побудови сполучнотканинних елементів, пристосованих до підтримки сталості внутрішньопучкового середовища нерва (Aker F.D., 1972; Bock P.U., Hanak H., 1971; Vflmyrem L.T., Olsson Y., 1980; Mac Kikkok S.E. et all, 1984; Weeraskrija A., Rappoport S.I. et all, 1979).

Очевидно, що вирішення даних питань сприяло б не тільки розширенню наших уявлень про функціонування спинномозкових нервів, але і дозволило б по новому підійти до розкриття механізмів регенерації нервів взагалі й особливості протікання цього процесу при впливі на організм тих або інших чинників зокрема.

Відповідно до даних літератури (Петелин С.М., 1966; Лобзин В.С., Ласков В.Б., Жулев М.Н., 1989), одним із самих доступних засобів стимулювання репаративних процесів у нерві є помірна гіпертермія (місцева або загальна), що за свідченням багатьох дослідників (Muller N., 1981; Schmidt I., 1986), підвищує функціональну активність систем організму (гемоцитопоезу, імунної, ендокринної), позитивно впливаючих на відновлення ушкодженого нерва.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є фрагментом ініціативної науково-дослідної роботи Української медичної стоматологічної академії “Запальні і незапальні хвороби органів і систем людини, що формуються під впливом екологічних, стресових, імунних, метаболічних і

інфекційних чинників. Стан гомеостазу, гемодинаміки при використанні традиційних і нетрадиційних методів лікування”, № держ. реєстрації 0198V00134.

**Мета дослідження:** одержати системну сукупність морфологічних показників, що характеризують особливості протікання репаративних процесів в експериментально ушкодженому сідничному нерві при впливі на організм тварин екзогенного гіпертермічного чинника.

**Задачі дослідження:**

1. Гістологічне вивчення загальної структурної організації інтактного сідничного нерва щура і людини з метою обґрунтування припустимої екстраполяції експериментальних даних на людину.
2. Одержання якісних і кількісних даних про нервововолоконний склад інтактного сідничного нерва щура і людини.
3. Розкриття принципу конструктивної упорядкованості сполучнотканинних елементів ендоневрального і епіневрального інтактного сідничного нерва щура.
4. Визначення локалізації основних функціональних сегментів гемомікроциркуляторного русла в топологічному просторі інтактного сідничного нерва щура.
5. Одержання якісних і кількісних показників зміни і перебудови, відзначених у попередніх задачах морфологічних структур, при регенерації експериментально ушкодженого сідничного нерва в звичайних лабораторних умовах, а також при впливі на організм тварин екзогенної гіпертермії.

**Наукова новизна одержаних результатів:** Завдяки комплексному використанню морфологічних методів, адекватних розв'язанню сучасних медико-біологічних проблем, і системного підходу вдалося розширити і поглибити існуючі уявлення про особливості структурної організації нервових стовбурів на прикладі, подібних між собою, сідничних нервів людини і білого щура й обґрунтувати правомірність екстраполяції результатів експериментальних досліджень на людину.

Відповідно до основних положень сучасної мікроангіології вперше поданий опис конструктивних принципів організації кровоносного мікроциркуляторного русла окремого нервового пучка.

Внесено доповнення до існуючого уявлення про будівлю периневральних оболонок, які, відповідно до наших даних, варто розглядати в якості бар'єрних структур, які побудовані із двох шарів - внутрішнього нейроепітеліального і зовнішнього, утвореного ущільненою волокнистою сполучною тканиною.

Висунуто гіпотезу, відповідно до якої головна роль у інтегративній організації ендоневрального русла належить періваскулярним (адвентиційним) фібробластам, що формують в нервовому пучку клітинний ретикулум, який пов'язує в єдину систему обмінні мікросудини і нервові волокна.

Подано морфологічну оцінку невроми, як новоутворення, що виникає в наслідок репараційних властивостей сполучної тканини і проліферації кровоносних мікросудин внутрішнього епіневрію, що не дає спроможності цілеспрямовано відростати нервовим волокнам, через відсутність у ній тканинних елементів періневральних оболонок.

**Практичне значення одержаних результатів.** Встановлений експериментальними дослідженнями позитивний ефект дії екзогенної гіпертермії на репараційні властивості тканинних структур невроми, що забезпечують більш упорядковане відростання нервових волокон, дозволяє рекомендувати використання її в клініці при лікуванні травм нервових стовбурів. Представляється можливим застосування даного фізіотерапевтичного методу у вигляді місцевих процедур.

**Особистий внесок здобувача.** Всі експерименти, опрацювання матеріалу, інтерпретація отриманих результатів і положення, що виносяться на захист розроблені автором самостійно.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації повідомлені й обговорені на:

1. Підсумкових наукових студентських конференціях ПДМСІ (м.Полтава,1992-1996 рр.).

2. Підсумковій науковій студентській конференції Вінницького ордена "Знак Пошани" медичного інституту ім. М.В.Пирогова. (м.Вінниця,1992 р.).

3. Третьюму конгресі Міжнародної асоціації морфологів (м.Твер,1996 р.).

**Публікації.** По темі дисертації опубліковано 8 наукових друкованих робіт, три з них – статті у періодичних виданнях, дві з яких – без співавторів. При виконанні роботи отримано 5 свідоцтв на раціоналізаторські пропозиції (№№1879, 1880, 1881, 1882, 1883).

**Об'єм і структура дисертації.** Робота викладена на 185 сторінках машинописного тексту, містить 62 малюнка, 3 таблиці. Включає вступ, огляд літератури, опис матеріалів і методів дослідження, два розділи результатів власних досліджень, їх аналіз і обговорення, висновки, список літератури. Список використаної літератури складається з 219 найменувань, із них 96 робіт вітчизняних і 123 - іноземних авторів.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**Матеріал та основні методи дослідження.** Експериментальна частина роботи виконана на 90 безпородних білих щурах обох статей, масою 180 - 230 грам. Перед початком експерименту тварин витримували у віварії протягом двох тижнів і в дослід відбирали тільки здорових осіб. Двадцять тварин склали інтактну групу. В усіх тварин, крім інтактної групи, на обох кінцівках моделювали часткову травму сідничного нерва, методом неповної невротомії.

Після оперативного втручання тварини були розділені на дві групи. Перша група утримувалася в умовах віварію при комфортній для даного виду температурі навколишнього середовища (18 - 20°C). Тварини другої групи містилися в спеціально сконструйованій на базі побутового інкубатора термодомі, яка дозволяла підтримувати середньодобову температуру утримання тварин у межах 35 - 37°C.

Евтаназія тварин проводилася через 3, 7, 14 діб після невротомії шляхом знекровлювання в стані глибокого наркозу (із розрахунку 250 мг. гексенала на 100 гр. маси тварини внутрішньоочеревинно ).

Для порівняльного аналізу взяті фрагменти сідничних нервів довжиною 5 см., на межі верхньої і середньої третини стегна у 10 людей померлих у віці 30-50 років, які не страждали при житті захворюваннями опорно-рухового апарата і периферичної нервової системи.

Для гістологічного дослідження препарати сідничних нервів фіксували в розчині Буена, заливали в парафін, зрізи завтовшки 5-7 мкм забарвлювали по Масону та Ван-Гізон. Криостатні зрізи імпрегнували азотнокислим сріблом за методом Расказової, фарбували за методом Шпільмайера-Соколянського (Г.А.Меркулов, 1969).

Виявлення судин мікроциркуляторного русла проводили шляхом їх наливки через черевну аорту 30% сумішшю туші в 5% розчині желатину з наступним зневодненням та заливкою в епон-812. Після виготовлення тотальних плоских препаратів (Костиленко Ю.П., Ковалёв Е.В., Скрипников Н.С., Устьянский О.А., 1979), отримували орієнтовані в завданій площині напівтонкі зрізи.

Для електронної мікроскопії та напівтонких зрізів шматочки нервів фіксували в 4% розчині глютарового альдегіду, а потім - по Мллонігу. Після зневоднення заливали в епон-812. Напівтонкі зрізи фарбували толуїдиновим синім та поліхромним барвником (рац.проп. № 1880).

Ультратонкі зрізи, після контрастування ураніацетатом та цитратом свинця, розглядали та фотографували в трансмісійному мікроскопі ПЕМ-100.

Для комплексного вивчення компонентів регенераційної неврони шматочки сідничних нервів білих щурів після фіксації в кальцій-формолі Беккера імпрегнували нітратом срібла та після зневоднення заливали в епон-812. Отримані таким чином напівтонкі зрізи дофарбовували метіленовим синім (рац.проп.№1879).

Докладні відомості про характер експериментального матеріалу та методи дослідження наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Розподіл експериментального матеріалу по методах дослідження

	Термін и взяття матері- алу після невро- томії	Традиційні методи			Напівтонкі зрізи		Ультра- тонкі зрізи
		Забарвл ення по Маллорі , Ван-Гізо н	Імпрегн а-ція нітратом срібла	Наливк а КМЦР нерва туш-же лати-н ою	Забарвле ння толуід. синім и поліхро м-ним барв-ник ом	З попе-ре дньою імпрегна -цією ніт-рато м срібла	
Препарати сідничних нервів людини	-	10	-	-	5	-	-
Інтактні тварини	-	5	5	5	5	5	5
Контрольна гру-па тварин (реге-нерація при звичайних умовах)	3 діб	-	5	-	5	5	-
	7 діб	-	5	-	5	5	-
	14 діб	-	5	-	5	5	-
Дослідна група тварин(регене ра-ція в умовах гіпертермії)	3 діб	-	5	-	5	5	-
	7 діб	-	5	-	5	5	-
	14 діб	-	5	-	5	5	-

На мікрофотографіях препаратів поперечних зрізів сідничних нервів інтактних тварин і людини, відібраних методом випадкових чисел, визначали наступні показники:

1. Співвідношення в нервовому стовбурі між пучками нервових волокон, позапучковою сполучною тканиною і кровоносними судинами епиневрію.
2. Співвідношення між волокнами, кровоносними мікросудинами і сполучною тканиною в нервових пучках, за допомогою сітки Вейбеля.

3. Питому щільність нервових волокон у пучках, методом стандартних площ (у нашому випадку 5000 мкм<sup>2</sup>).

4. Середній діаметр нервових волокон.

Для оцінки репаративного процесу в травмованих нервах, крім зазначених вище другого і четвертого показників, на напівтонких зрізах визначали співвідношення між кількістю ядер клітинних елементів різних класів у регенераційній невромі. Підрахунок ядер проводили в полі зору біноккулярного мікроскопа, при загальному збільшенні 1350<sup>x</sup>.

На кріостатних зрізах, імпрегнованих нітратом срібла, визначали питому щільність новоутворених аксонів, по кількості їх перетинання з перпендикуляром стандартної довжини, у нашому випадку 0,7 мм. (Стрелин Г.С., 1978) За аналогічною методикою визначали питому щільність новоутворених мієлінізованих волокон (на препаратах, пофарбованих за методом Шпильмайера - Соколянського), із наступним визначенням їх частки в загальній кількості новоутворених волокон.

Математична оцінка морфометричної інформації проводилась відповідно до загальноприйнятих методів варіаційної статистики.

**Результати власних досліджень та їх обговорення.** При проведенні експериментальних досліджень необхідно заздалегідь бути впевненим у тому, що вони не тільки доцільні й актуальні, але і здатні забезпечити одержання результатів, які правомірно було б поширити на відповідну сферу клінічної медицини. З цього погляду нами проведений порівняльний морфологічний аналіз подібних по топографії нервів людини і білого щура. Цілком очевидно, що по кількісних параметрах сідничні нерви білого щура і людини дуже відрізняються між собою (Таб. 2). Однак, ретельне вивчення їхньої внутрішньостовбурової будови дає змогу стверджувати про відсутність принципового розходження між ними.

Результати цих досліджень дозволили внести деякі доповнення до наявних в літературі даних про структурну організацію сідничного нерва людини. Зрозуміло, ці відомості справедливі тільки для того відрізка нерва, що відповідає середній третини стегна. На цьому рівні сідничний нерв людини являє собою асоціацію визначеної множини поліфасцикулярних комплексів, кожний із яких, окремо складається з декількох (від 4 до 7) нервових пучків, що може бути в цілому порівняно з внутрішньостовбуровим складом сідничного нерва білого щура. У сідничному нерві людини можна виділити декілька рівнів структурної організації.

#### Таблиця 2

Кількісна характеристика тканинних структур сідничного нерва людини і білих щурів на рівні середньої третини стегна



	Кількість нервових пучків	Діаметр пучків (мкм)	Співвідношення між тканинними компонентами в середині нервового стовбура %			Співвідношення між тканинними компонентами в середині нервових пучків %			Співвідношення між нервовими волокнами різних діаметрів %			Питома щільність нервових волокон в пучках (в 5000 мкм <sup>2</sup> )
			Нервові пучки	Сполучна тканина	Кровоносні мікроциркуляції	Нервові волокна	Ендоневрій	Кровоносні мікроциркуляції	Тонкі	Середні	Товсті	
Сідничний нерв людини	40-70	200-500	23,2 ± 1,55	75,9 ± 1,55	0,9 ± 0,22	28,0 ± 2,60	71,4 ± 2,52	0,6 ± 0,10	23,5	21,5	55	35,3 ± 5,88
Сідничний нерв білих шурів	3-6	150-600	72,3 ± 3,20	26,9 ± 3,25	0,8 ± 0,11	64,3 ± 1,35	34,4 ± 2,70	1,3 ± 0,43	14	37	49	65,3 ± 2,80

До них відносяться такі утворення як: 1-власне нервовий стовбур, 2-поліфасцикулярні комплекси, 3-нервові пучки, 4-нервові волокна. Відповідно до цього в сідничному нерві щура нараховується три рівневих формації: 1- власне нервовий стовбур, що відповідає поліфасцикулярному комплексу, 2-нервові пучки, 3- нервове волокно. Останні є елементарними провідниковими структурами, про видову розбіжність яких говорити не доводиться.

Організуючим тканинним компонентом нервових пучків є периневральна оболонка, у якій на отриманих нами мікропрепаратах чітко візуалізується два шари: внутрішній і зовнішній. Особливий інтерес являє собою перший із них, тому що він утворений епітеліоподібною асоціацією плоских клітин, походження яких залишається предметом дискусії донині. Зважаючи на те, що даний нейроепітеліальний шар знаходиться на межі розподілу двох сполучнотканинних середовищ - ендоневрію і зовнішнього периневрію, то клітини його з обох сторін оточені базальною мембраною, про що свідчать результати наших

електрономікроскопічних досліджень, і підтверджуються даними літератури (Чумасов Е.И., 1975; Умовист М.Н., Чайковский Ю.Б., 1987).

У контексті сучасних уявлень про мікроциркуляцію біологічних рідин правомірно припустити, що периневральна оболонка, разом з виконанням бар'єрної функції, є, усе ж таки вибірково проникливою. При цьому сама базальна мембрана не може слугувати серйозною перешкодою для речовин із невеликою молекулярною масою, тому що має винятково велику гідрофільність і розцінюється як своєрідний фільтр, який є бар'єром тільки для речовин із високою молекулярною масою. Тому питання про можливість подолання рідиною периневрального бар'єра полягає в з'ясуванні того, чи має гідравлічну провідність сам нейротелій периневральної оболонки. На нашу думку, з'ясування цього питання є надзвичайно важливою ланкою в розумінні обмінних процесів між епі- і ендоневральними рідинними компартментами нервового стовбура.

У цьому аспекті найпильнішої уваги заслуговує структурна упорядкованість внутрішньопучкових тканинних елементів. Серед них чільне місце займають нервові волокна, які у товстих пучках розділені тонкими сополучнотканинними септами на два або три ендодасцикулярних сектора. У межах окремого ендодасцикулярного сектора нервові волокна знаходяться в оточенні пухкої волокнистої сполучної тканини, від якої кожне нервове волокно відділене базальною мембраною, яка прилягає до шару лемоцитів. Ендоневральна сполучна тканина відзначається тим, що в ній переважає аморфна речовина, яка являє собою універсальний рідинний компартмент, здійснюючий обмінні процеси між різнорідними тканинними елементами.

Властивості основної речовини багато в чому визначають транспортні процеси в інтерстиційному просторі і сумарний баланс рідини в інтерстиційному просторі, що зобов'язує установити локалізацію в ендоневрії тих кровоносних мікросудин, які є "донорами" фільтрату плазми крові. Загальновідомо, що цією функцією наділені обмінні кровоносні капіляри. Однак, відомо і те, що вони морфологічно і функціонально не є однорідними, що обумовлено їх положенням у системі мікросудинних комунікацій. Ті з них, що включені послідовно в кровоток, сполучаючи резистивні (прекапіляри) і ємкісні (збірні венули) ланки гемомікроциркуляторного русла, мають більш широкий просвіт і тонкий ендотеліальний шар. Особливе положення цих обмінних мікросудин у кровоносному мікроциркуляторному руслі нервового пучка дозволяє віднести їх до посткапілярів ( Караганов Я.Л., Кердиваренко Н.В., Левин В.Н., 1982).

Інші ж капіляри, петлі яких розташовані паралельно цим ланкам і, тим самим, здійснюють непрямую перфузію крові, характеризуються зворотним співвідношенням між шириною внутрішнього просвіту і товщиною ендотелію.

При вивченні електронномікроскопічної характеристики ендofасцикулярних обмінних мікросудин звертають на себе увагу ті клітинні структури, що знаходяться безпосередньо в периваскулярній зоні. Серед них особливий інтерес представляють адвентиційні фібробласти. Відрізняючись чітко фіксованим положенням свого тіла (навколоядерна зона) біля кровоносної мікросудини, вони мають мультиполярну орієнтацію відростків, одні з яких утворюють переривчасту подобу периваскулярної оболонки, а інші спрямовані у віддалені зони інтерстиційного простору, гублячись серед нервових волокон. Численні спостереження і порівняння їх із електроннограмами інших авторів (Баринов Э.Ф., Лыков А.А., Николенко О.И., 1997), дозволяють припускати наявність контактів між цими відростками периваскулярних фібробластів в ендоневрії на всьому протязі нервового пучка. Є багато підстав стверджувати, що периваскулярні або адвентиційні фібробласти відіграють особливу роль в інтегративній організації ендоневрію за рахунок формування в ньому загального клітинного ретикулума, що пов'язує в єдину систему обмінні мікросудини і нервові волокна.

У петлях цього клітинного ретикулума, у конформному зв'язку з ним, знаходяться тонкі пучки колагенових волокон і сама міжклітинна речовина, що здатна містити ту або іншу кількість вільно циркулюючої в ній рідини. Надлишок її повинний бути евакуйований за межі нервового пучка.

Відповідно до сучасних уявлень про процеси мікроциркуляції суттєву роль в евакуації міжклітинної рідини, у переважній більшості органів, належить ініціальним лімфатичним судинам, будова стінки яких (відсутність базальної мембрани і наявність міжклітинних щілин) дозволяє безперешкодно проникати в їх внутрішній просвіт водяних розчинів не тільки дрібних, але і крупнодисперсних речовин. Тому, якби виявилось, що в нервових пучках є лімфатичні капіляри, це питання могло бути б вирішене однозначно. Однак, при самому ретельному вивченні серійних напівтонких зрізів, нам не вдалося виявити яких-небудь ознак, що свідчили б про наявність таких у ендоневрії. Це цілком погоджується з даними інших дослідників (Мусиев Х.Г., 1972; Thomas P.K., a Olsson Y., 1975).

Отже, ми маємо досить підстав, виключити з розгляду лімфатичні мікросудини і перейти до пошуку інших більш ймовірних шляхів відтоку у процесі мікроциркуляції всередині нервового пучка. Реальними претендентами на таку роль можуть бути венозні сегменти кровоносних капілярів або посткапіляри, які багато авторів наділяють спроможністю до зворотного всмоктування рідини з інтерстицію в кров (Караганов Я.Л., Кердиваренко Н.В., Левин В.Н., 1982). Умови, які сприяють процесу зворотного всмоктування, можуть виникати під час зниження гідростатичного тиску після попереднього розвитку в них повнокров'я. Тому, для норми така точка зору не безпідставна. Але вона виявляється незадовільною в тому випадку, якщо дане питання стосується стійкого порушення процесу

мікроциркуляції при патологічних станах нервових стовбурів. Таким чином, варто шукати додаткові шляхи відтоку інтерстиційної рідини з нервового пучка.

Ними можуть бути периваскулярні щілинні простори в тих місцях, де кровonosні мікросудини (артеріоли і венули) проходять крізь периневрій. У цьому випадку надлишок рідини з ендоневрію буде відтікати в міжтканинний простір внутрішнього епіневрію з наступною резорбцією її в лімфатичні мікросудини зовнішнього епіневрію, наявність яких засвідчують дані літератури (Thomas P.K., а Olsson Y.,1975). Поряд із цим зворотній транспорт рідини цілком можливий шляхом подолання бар'єрних властивостей самого периневрію, хоча - варто визнати - це мало ймовірно. На нашу думку периневрій грає головну роль у створенні необхідного мікрооточення для визначеної сукупності нервових провідників. Порушення його цілісності повинно призводити до дезінтегрованості останніх, що підтверджується результатами експериментальних досліджень.

В невромі, яка утворилася на місці часткового перетинання нервового стовбура, на всіх інтервалах спостережень (3, 7, 14 діб), знаходяться в динамічній перебудові всі тканинні структури, які здатні до регенерації, за винятком елементів периневрію. Це пояснюється зовсім не тим, що клітинні структури його не здатні регенерувати, а притаманним для нервових пучків скорочувальним властивостям, що обумовлюють укорочення їх кінців (проксимального і дистального) у протилежні сторони від місця перетинання. Тому є всі підстави думати, що неврома утворюється за рахунок розростання сполучної тканини внутрішнього епіневрію і, можливо, ендоневрію, яка, мабуть, не має повноцінних індуктивних властивостей для нервових волокон, а тому не в змозі забезпечити їх ріст у потрібному напрямку. Ми вважаємо, що тільки цим можна пояснити численні факти, описані в літературі (Жутаев И.А.,1970; Радлинская В.Н.,1985) і відтворені в наших дослідках, що свідчать про хаотичний, неупорядкований, спотворений їх ріст в невромі.

Результати наших досліджень по вивченню післятравматичної регенерації сідничного нерва щура в звичайних умовах, мало чим відрізняються від наявних у літературі даних. На нашу думку, недоліком переважної більшості досліджень, при всій їх ґрунтовності, є переважна зосередженість авторів тільки на тих фактах, що стосуються нервових волокон і їх безпосереднього сполучнотканнинного оточення. Крім того, спостерігається нестача в інформації про джерела проліферації кровonosних мікросудин і, особливо, цілком невідомо те, чим конструктивно відрізняється гемомікроциркуляторне русло невромі від такого інтактного нервового пучка.

Деякі спостереження, які ми наводимо, дозволяють якось наблизитися до вирішення цих питань. Насамперед, звертає на себе увагу те, що обмінні процеси в невромі забезпечує більш густа мережа кровonosних мікросудин, про що свідчать дані морфометричних досліджень. При цьому вона складається з петель однотипних

обмінних мікросудин, що, за основними структурними ознаками, подібні з посткапілярами. Крім того, звертає на себе увагу відсутність будь-якої просторової упорядкованості їх серед тканинних компонентів невроми. Можливо, це пояснюється тим, що формування невроми залежить в кожному окремому випадку від багатьох місцевих і зовнішніх чинників, які вносять ті або інші зміни в процес регенерації нерва. На нашу думку, мікросудинне русло невроми варто розглядати як провізорну систему забезпечення обмінних процесів у ній. В процесі розгортання репаративного процесу, який веде до проростання нервових волокон із проксимального відрізка нерва в дистальний, мікросудинна мережа невроми повинна піддаватися безупинній перебудові, відповідно до умов, які змінюються. Дійсно, якщо судити по кількісних показниках, то протягом 7 діб утворення нових мікросудин капілярного типу має зростаючий характер. Але варто очікувати, що в більш віддалені терміни регенерації цей характер буде змінюватися, поступово набуваючи риси кровоносного мікроциркуляторного русла інтактного нервового пучка. Ще раз відзначимо, що це стане можливим тільки при відновленні периневральної оболонки.

На ранніх стадіях репаративного процесу в невромі “непорядкованість” провізорної мікросудинної мережі поєднується з таким же хаотичним відростанням осьових циліндрів і перетворенням їх у нервові волокна. Морфологічно це виражається в появі в проксимальній частині невроми затриманих колб росту, аберантних аксонів і спіралей Перончито, кількість і ступінь виразності яких індивідуально мінлива і залежить, як було вже відзначено вище, від багатьох місцевих і зовнішніх чинників. Виникнення цих відхилень у рості нервових відростків від суворо відцентрованого напрямку пояснюється, на нашу думку, відсутністю в невромі периневральних структур.

Описані вище явища в невромі відбуваються на тлі морфологічних проявів проліферації сполучнотканинних елементів і місцевої реакції імунної системи, що втілюють у собі типові ознаки асептичного запального процесу і підвищеної фагоцитарної активності полінуклеарних макрофагів, завдяки яким регенераційне поле позбувається від продуктів розпаду мієлінових оболонок і клітинних структур. Участь у цьому процесі клітин лимфоцитарного ряду можна пояснити тим, що продукти розпаду мають антигенні властивості.

Зрозуміло, ці процеси мають першорядне значення в розвитку невром, тому що завдяки їм, створюються необхідні умови для реалізації репаративних можливостей відростків нервових клітин і подальшого утворення навколо них оболонок. На нашу думку, ці процеси являють собою саме ту ланку в регенерації нервів, яка доступна впливу відповідних чинників, здатних забезпечити досягнення бажаних результатів. Такі стимулюючі властивості, за даними літератури (Петелин С.М.,1966; Лобзин В.С., Ласков В.Б., Жулев Н.М.,1989; Müller N,1981; Schmidt

К.Л.,1986), притаманні деяким фізичним чинникам, серед яких екзогенна гіпертермія особливо звертає увагу своєю простотою, доступністю і стимулюючим ефектом на ендокринну й імунну (за допомогою активації гемопоезу) системи та проліферацію гемомікросудин (Хэм А., Кормак Д.,1983).

Необхідно відзначити, що усі викладені вище теоретичні передумови знайшли підтвердження в результатах наших експериментальних досліджень, що вірогідно свідчить про сприятливий вплив екзогенної гіпертермії на характер відбудовних процесів в області неповної невротомії сідничного нерва щура. При цьому отримані морфологічні і метричні показники (Таб.3) переконують у тому, що цей результат стає можливим завдяки підвищенню проліферації сполучнотканинних клітин, кровоносних мікросудин і місцевої реакції імунної системи. Ці умови забезпечують більш активне, а головне - упорядковане проростання нервових волокон і прискорення процесу їх мієлінізації та дозрівання. До істотних морфологічних ознак, що підтверджують даний висновок, відноситься менш виражене утворення в невромі аберантних форм (затримані колби росту, спіралі Перончито) відростання нервових волокон.

Незважаючи на позитивний вплив екзогенної гіпертермії на загальний стан невроми, дія її, все ж, виявляється недостатньою для того, щоб можна було сподіватися на відновлення периневральних оболонок, без чого очікувати більш істотних результатів у рішенні проблеми регенерації нервів за короткий час експерименту не доводиться. Тому, у даний час, всі зусилля фахівців повинні бути зосереджені на пошуку методів і інструментальних засобів, здатних забезпечити, при оперативних втручаннях на нервовому стовбурі, зближення кінців ушкоджених нервових пучків, із подальшою їх іммобілізацією.

Проте, на даному етапі розвитку медицини, залишається доцільним використання різних фізіотерапевтичних методів, серед яких гіпертермія має ті переваги, що вона є цілком доступною і простою. Зрозуміло, застосування загальної гіпертермії в клініці не завжди можливо. У даному випадку можна

обмежитися процедурами місцевого підвищення температури, арсенал яких у даний час досить великий. Нам здається, що ефективність місцевої гіпертермії буде не нижче загальної, тому що, при достатній тривалості, під її впливом будуть не тільки м'які тканини разом із нервами, але і червоний кістковий мозок стегнової кістки (або іншої трубчастої кістки), на який, гіпертермія, відповідно до даних літератури (Хэм А., Кормак Д., 1983), здійснює стимулюючий вплив, що позитивно позначиться на стані імунної системи, організму в цілому.

## **ВИСНОВКИ**

1. Сідничні нерви людини і білого щура за принципом внутрішньої будови є ізоморфними формаціями периферичної нервової системи. Розбіжності між ними спостерігаються тільки в кількісному складі уніфікованих провідникових комплексів, якими є нервові пучки, що оформленні за допомогою сполучної тканини і судинних комунікацій у нервові стовбури. У пропорційному співвідношенні сідничний нерв щура на поперечному зрізі, складає приблизно, 1/50-1/80 частини аналогічного нерва людини. Таким чином, екстраполяція результатів експериментальних досліджень на людину має бути обґрунтованою.

2. Сідничний нерв щура, на рівні середньої третини стегна складається з 4-6 різних по товщині нервових пучків. У товстих нервових пучках виділяються окремі ендофасцикулярні сектори, розмежовані між собою тонкими сполучнотканинними перемичками, що мають зв'язок із периневрієм. Поєднуючись між собою в середині пучка, вони утворюють подовжньо орієнтований у ньому сполучнотканинний тяж, у товщі якого закладені кровоносні мікросудини, що дає підставу виділити його в якості осьової структури нервового пучка.

3. Формотворною структурою нервових пучків є їх периневральна оболонка, основні структурні елементи якої представлені епітеліоморфними клітинами. Останні за своїм розташуванням, формою, взаємними зв'язками між собою і наявністю оточуючої їх базальної мембрани, виконують роль розмежувального бар'єра між ендоневральним середовищем і інтерстиційним простором пухкої волокнистої сполучної тканини епіневрія.

4. Ендоневральний простір нервового пучка, являє собою складно розгалужений лабіринт множини щільовидних каналців, по яких здійснюється позасудинна мікроциркуляція рідини, як у подовжньому, так і в поперечному напрямках у межах нервового пучка. Організуючими структурними елементами його є периваскулярні (адвентиційні) фібробласти, які розташовуються навколо обмінних мікросудин і посилають свої відростки в усіх напрямках серед окремих сукупностей нервових волокон, утворюючи своєрідний ендоневральний ретикулум.

5. У стовбурі сідничного нерва кожний нервовий пучок забезпечений автономною системою гемомікроциркуляторного русла.

У товстих нервових пучках резистивна мікросудина (термінальна артеріола або метартеріола) знаходиться в парі з ємкісною мікросудиною (збірна венула) у товщі осьового ендofасцикулярного сполучнотканинного тяжа. Прекапіляри, що відходять від термінальної артеріоли і посткапіляри, що впадають у збірну венулу, мають радіальний напрямок у товщу відповідних ендofасцикулярних секторів, являючись роз'єднаними у просторі, але циркуляторно замкнутими через ряди послідовно з'єднаних мікросудин капілярного типу. Останні відрізняються відносно широким внутрішнім просвітом і витонченим ендотелієм. За рахунок них у нервовому пучку сформовані численні канали переважного кровотоку.

6. Репаративні властивості сідничного нерва, після неповної його невротомії, при звичайних умовах утримання тварин, виражаються тією послідовністю морфологічних проявів реакцій сполучнотканинних елементів, імунокомпетентних клітин, кровоносних мікросудин і нервових волокон, що, в основному, відповідає відомостям, описаним в літературі.

До доповнень варто віднести те, що в зоні травми спостерігається повна деструкція периневральних оболонок пересічених нервових пучків, які не відновлюються за період експериментальних спостережень, що слід віднести до головного чинника, який заважає цілеспрямованому проростанню новоутворених нервових волокон.

7. Дія екзогенної гіпертермії (35-37<sup>0</sup> C) на організм експериментальних тварин у цілому сприятливо відзначається на характері відновлюваних процесів в області ушкодження сідничного нерва, що виражається в наступних морфологічних ознаках:

- а - більш виражена проліферація обмінних мікросудин в невромі;
- б - підвищена репаративна активність нервових волокон, що не супроводжується прискоренням росту новоутворених аксонів (3-7 доба після невротомії);
- в - підвищена місцева реакція імунної системи, яка виявляється у відносному збільшенні в невромі макрофагів і лімфоцитів (7 доба після невротомії);
- г - більш упорядковане проростання нервових волокон, прискорення процесу їх дозрівання і мієлінізації (14 доба після невротомії).

Дані процеси здійснюються в невромі без помітних ознак відновлення периневральних оболонок.



## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Старченко И.И. Структурная организация седалищного нерва белой крысы //Український медичний альманах.- 1999.- Т.2, № 4.- С.141-144.
2. Старченко И.И., Ерошенко Г.А. Влияние температуры окружающей среды на интенсивность посттравматической регенерации и миелинизации нервных волокон спинномозговых нервов // Проблемы екології та медицини.- Т.3, № 5.- 1999.- С.35-37.
3. Старченко И.И. Влияние общей гипертермии на клеточный состав регенерационной невромы и ее васкуляризацию // Проблемы екології та медицини.- 1999.- Т.3, № 6.- С. 65-67.
4. Жутаев И.А., Ковтун В.А., Старченко И.И. Влияние повышенной температуры окружающей среды на посттравматическую регенерацию спинномозговых нервов // Морфология.- 1996.- Т.109, № 2.- С.53.
5. Ковтун В.О., Старченко І.І. Залежність післятравматичної регенерації нерва від клітинного складу регенераційної невроми в умовах гіпертермії // Тези доповідей 50-ї підсумкової студентської наукової конференції ПДМСІ.- Полтава.- 1994.- С. 112.
6. Старченко І.І., Ковтун В.О. Експериментально-морфологічний аналіз клітинного складу регенераційної невроми від строків впливу підвищеної температури навколишнього середовища // Тези доповідей 50-ї підсумкової студентської наукової конференції ПДМСІ.- Полтава.- 1994.- С. 120.
7. Ковтун В.А., Старченко И.И. Состояние микроокружения нерва и его влияние на процессы посттравматической регенерации // Тези доповідей 51-ї студентської наукової конференції ПДМСІ.- Полтава.- 1995.- С. 73.
8. Ковтун В.А., Старченко И.И. Течение репаративного процесса в травмированном нерве при различных способах воздействия на него // Тези доповідей 51-ї студентської наукової конференції ПДМСІ.- Полтава.- 1995.- С. 73.

Старченко І.І. Структура сідничного нерва та її особливості при післятравматичній регенерації за умов екзогенної гіпертермії. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.03.01 - нормальна анатомія. Харківський державний медичний університет МОЗ України, Харків 2000.

Дисертація присвячена вивченню внутрішньопучкової будови сідничного нерва білого щура і людини, особливостям післятравматичної регенерації сідничного нерва білого щура під впливом екзогенної гіпертермії (+35-37 ° C) в експерименті. Встановлено, що сідничні нерви білого щура і людини за принципом внутрішньої будови є ізоморфними формаціями периферичної нервової системи. Екзогенна гіпертермія (+ 35-37 ° C) впливає стимулюючи на проліферацію сполучнотканинних елементів і кровоносних мікросудин регенераційної неврони. Ці умови забезпечують більш інтенсивну регенерацію новоутворених аксонів у ранні (3-7 діб після невротомії) терміни, а також упорядкований їх ріст, прискорення дозрівання аксонів та їх мієлінізації в більш пізні терміни.

Старченко И.И. Структура седалищного нерва и ее особенности при посттравматической регенерации в условиях экзогенной гипертермии. -Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.03.01 – нормальная анатомия. Харьковский государственный медицинский университет МОЗ Украины, Харьков 2000.

Материалом исследования служили седалищные нервы 90 половозрелых белых крыс и трупов 10 людей. 20 животных составляли интактную группу и никаким экспериментальным воздействиям не подвергались. Остальным животным была произведена частичная невротомия обоих седалищных нервов, после чего животные были разделены на две группы. Первая группа животных содержалась в условиях температуры окружающей среды, комфортной для данного вида (+ 18-20 ° C). Животные второй группы содержались при среднесуточной температуре (+35-37° C).

Эвтаназия животных проводилась через 3, 7, 14 суток путем обезкровливания в состоянии глубокого наркоза. Для исследования материала использовали гистологические, морфометрические, электронномикроскопические методы со статистической обработкой полученных результатов.

Установлено, что седалищные нервы белой крысы и человека по принципу внутриволоковой организации являются изоморфными формациями периферической нервной системы. В соответствии с основными положениями современной микроангиологии представлено описание конструктивных принципов устройства кровеносного микроциркуляторного русла отдельного нервного пучка седалищного нерва белой крысы.

Внесено дополнение к существующему представлению о строении периневральных оболочек, которые, согласно нашим данным, следует рассматривать в качестве барьерных структур, состоящих из двух слоев – внутреннего, представленного нейротелием и наружного, образованного волокнистой соединительной тканью. Выдвинута гипотеза, согласно которой ведущая роль в интегративной организации эндоневрия принадлежит периваскулярным фибробластам, формирующим в нервном пучке клеточный ретикулум, связывающий в единую систему обменные микрососуды и нервные волокна.

Установлено, что экзогенная гипертермия ( $+35-37^{\circ}$  С) оказывает стимулирующее влияние на пролиферацию соединительнотканых элементов и кровеносных микрососудов регенерационной невромы. Кроме того, повышается местная реактивность иммунной системы, что проявляется относительным увеличением в невроме макрофагов и лимфоцитов.

Эти условия обеспечивают более интенсивное новообразование аксонов в ранние (3 и 7 суток) сроки, ускоряет их созревание и миелинизацию, обеспечивают упорядоченный их рост в более поздние сроки (14 суток после невротомии).

Starchenko I.I. The structure of sciatic nerve and its peculiarities during posttraumatic regeneration in the condition of exogenic hyperthermia. - Manuscript.

The dissertation on searching of the scientific degree of the candidate of medical science of the speciality 14.03.01– normal anatomy. Kharkov State Medical University of the Ukrainian Health Ministry, Kharkov 2000.

The dissertation is devoted to making close study of intrabundle structure of human and white rat nerve and peculiarities of posttraumatic white rat sciatic nerve under the influence of exogenous hyperthermia (+35-37<sup>0</sup> C) in experiment. It has been determined that sciatic nerves of a man and white rat are isomorphic formations of peripheral nerve system as to their internal structure. Exogenic hyperthermia (+35-37<sup>0</sup> C) has stimulating influence on proliferation of connecting elements and blood microvessels of regenerative neuroma. Such conditions help more intensive regeneration of new grown axons in earlier terms (3-7 days after neurotomy) regulating its growth acceleration of their regeneration and later myelination.