

УДК 616-089.844:616.833

Лисайчук Ю.С., Бовжун В.М., Гончарук О.О., Четверус Р.В., Савицька І.М.

Роль периневрію у сучасній реконструктивно-відновній хірургії периферійних нервів

Київський медичний університет Української асоціації народної медицини,
Київська міська клінічна лікарня №1

Вступ. В реконструктивно-відновній нейрохірургії в останні десятиріччя відзначений певний прогрес, особливо це стосується хірургічного лікування периферійних нервів. Обов'язковим в хірургії периферійних нервів вважають використання оптичного збільшення, прецизійних інструментів, тонкого шовного матеріалу. Увійшли в практику ендоневроліз, аутонейропластика, орто- та гетеротопічна невротизація та деякі інші ефективні методи [1]. Подальший прогрес в цьому розділі нейрохірургії може бути досягнутий при використанні відомих та отриманні нових даних про участь у функціонуванні периферійних нервів периневрію, експериментальному вивченню та клінічному впровадженню таких оперативних втручань, як пряма невротизація та зшивання нервів кінець у бік.

Вперше зшивати окремі фасцикули нерва за периневрій запропонували J.N. Lengley, N. Hashimoto [2], які у 1917 р. застосували такий шов на великомілково нерві кішки. Пряму невротизацію вперше застосували D. Heineke, A.B. Steiner [3] у 1915 р., S.E. Stewart [4] у 1925 р. підтвердив можливість прямої невротизації в експерименті. Терміно-латеральне з'єднання периферійних нервів почали застосовувати наприкінці XIX сторіччя. У 1896 р. J. Sherren [5] з'єднав кінець серединного нерва з боком непошкодженого ліктьового нерва. Про позитивні результати цієї операції він повідомив в Единбурзькому журналі у 1906 р. Реальне застосування запропонованих методів стало можливим лише в останні роки, після впровадження операційного мікроскопа та мікрохірургічної техніки.

Матеріали і методи дослідження. Нервові стовбури мають кабелеподібну будову і складаються з мієлінових і немієлінових нервових волокон (аксонів неврона), оточених трьома сполучнотканинними оболонками: епіневрієм, периневрієм та ендоневрієм (рис. 1) [6]. Епіневрій розподіляють на зовнішній і внутрішній. В ньому містяться артерії, вени, лімфатичні судини, нерви. Основне функціональне призначення епіневрію — захист нервових волокон при розтягуванні та згинанні, що в основному забезпечують циркулярні, косі та поздовжні колагенові й еластичні волокна.

В своїх дослідженнях ми спиралась на сучасні дані про структуру і функцію периневрію, який, за даними морфологічних досліджень, побудований з клітин периневрального епітелію, мембраноподібної пластинки, що з усіх боків оточує фасцикулу периферійного нерва. Ці клітини є продовженням м'якої оболонки мозку, як рукав оточують всі фасцикули периферійного нерва до тер-

мінальних аксонів. Функція периневрію недостатньо вивчена. Вважають, що периневрій регулює внутрішньофасцикулярний тиск під час аксоплазматичного транспорту, крім того, він виконує бар'єрну функцію, ізолюючи аксон від шкідливого впливу субстанцій навколишньої мезодермальної тканини. Товщина периневрію у різних нервів від 12 до 23 мкм, наприклад, сідничного нерва — 12–16 мкм, ліктьового нерва — 19–23 мкм у віці 21–30 років. Периневрій з віком потовщується на 2–3 мкм, що становить 7–8%. Товщина епіневрію сідничного та ліктьового нервів — відповідно 150 і 120 мкм у віці 21–30 років. У віці 51–60 років вона збільшується на 70–120%, при цьому найбільше потовщується епіневрій ліктьового та сідничного нервів. Вивчення цієї закономірності не було метою нашого дослідження, проте, на наш погляд, потребує додаткового аналізу. Ендоневрій обгортає тонким сполучнотканинним футляром окремі нервові волокна. Його структури орієнтовані за довгою віссю нерва, їх порівняльна маса незначна [7]. З хірургічної точки зору нерви за кількістю фасцикул, оточених периневрієм, що входять до складу нерва, розподіляють на монофасцикулярні (одна фасцикула на зрізі нерва), олігофасцикулярні (2–4 фасцикули на зрізі нерва) та поліфасцикулярні (5 фасцикул і більше на зрізі нерва) [8]. Пізніше цей розподіл був уточнений [9], коли брали до уваги, крім кількості фасцикул, ще і кількість стромальної (внутрішньоепіневральної) тканини на зрізі нерва. І саме він є основою під час вибору виду шва: епіневрального, периневрального чи їх поєднання.

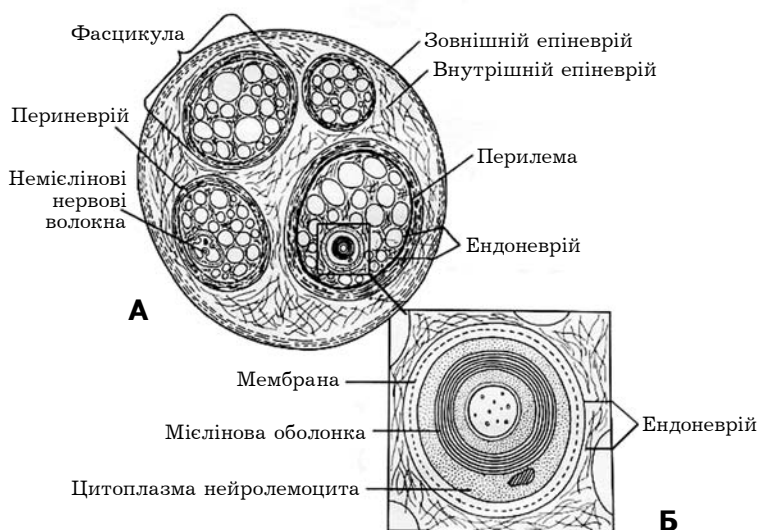


Рис. 1. Принципова схема будови периферійного нерва (використана схема будови периферійного нерва з дослідження К. Kuczynski (1980)). А — деталізований зріз периферійного нерва, Б — схема будови окремого аксона.

Під час проведення експериментальних досліджень, насамперед, прагнули отримати інформацію про взаємовідносини периневрію та аксональної тканини, які впливають на якість периневрального (фасцикулярного) шва нерва, також намагалися підтвердити можливість прямої невротизації м'язів і вплив периневрію на рівень утворення контакту між невральною та м'язовою тканиною. Досліджували також можливості з'єднання периферійних нервів кінець у бік і вплив саме периневрію на якість такого типу з'єднання периферійних нервів.

Морфологічні особливості периневрію, важливі для відновної хірургії, вивчали на плечовому сплетенні та його довгих гілках і сідничному нерві білих щурів. Ці експериментальні моделі визнані як найбільш адекватні для дослідження анатомії та фізіології нормального й оперованого периферійного нерва [10]. Всього за період з 1998 по 2009 р. оперовані 102 дорослих щура масою тіла 240–310 г. Тварини розподілені на 4 групи. Першу групу (18 тварин) вважали порівняльною, у них накладали периневральний шов без аналізу особливостей периневрально-аксональних взаємовідношень. У другій групі (29 тварин) периневральний шов накладали, беручи до уваги особливості динаміки змін периневрію та аксональної тканини. У третій групі (28 тварин) вивчали можливості прямої невротизації м'язів та шляхи її оптимізації. У четвертій групі (27 тварин) вивчали особливості з'єднання нервів за методикою накладання шва кінець у бік. Морфологічні дослідження проводили у строки 7, 14, 30, 60 та 90 діб. Матеріал у тварин забирали під операційним мікроскопом, фіксували у 10% розчині нейтрального формаліну, заливали у парафін. Зрізи товщиною 10 мкм фарбували гематоксиліном і еозинном, пікрофуксином за ван-Гізон та азури II-еозином. Нейрогістологічне дослідження матеріалу проводили з використанням методів імпрегнації за Кампосом, Рассказовою та Курнатовським-Рутс в модифікації А.К. Коломійцева.

Техніка експерименту. Тварин (щурів різної статі) під внутрішньоочеревинним наркозом нембуталом фіксували у положенні на спині на спеціальному стенді, досліджувану кінцівку відводили під кутом 90°. На плечі під збільшенням операційного мікроскопа $\times 8$ –12 виділяли серединний нерв, який на всьому протязі представлений однією фасцикулою діаметром $(1,5 \pm 0,5)$ мм. При збільшенні $\times 16$ –20 периневрій представлений тонкою прозорою пластинкою товщиною (50 ± 10) мкм. Нерв мобілізували на протязі 5–10 мм. У 1-й групі нерв перерізували ножицями Міллезі, кінці нерва з'єднували шляхом накладання трьох периневральних швів. Під час огляду зони шва під збільшенням операційного мікроскопа $\times 32$ відзначений вихід аксонів за межі периневрію, між швів майже 33% об'єму аксональної тканини. У 2-й групі вивчали динаміку змін периневрію та аксональної тканини, шов нерва накладали, зважаючи на ці зміни. Нерв мобілізували на протязі 15–20 мм, перерізуали перпендикулярно його довгій осі. Одразу спостерігали розходження кукс нерва на 2–3 мм. Аксональна тканина виходила за межі периневрію на відстань $(0,6 \pm 0,1)$ мм (рис. 2). Край периневрію зміщувався в протилежний бік на $(0,4 \pm 0,1)$ мм. Загалом взаємне зміщення периневрію та аксональної тканини становило $(1,0 \pm 0,1)$ мм. Для поліпшення

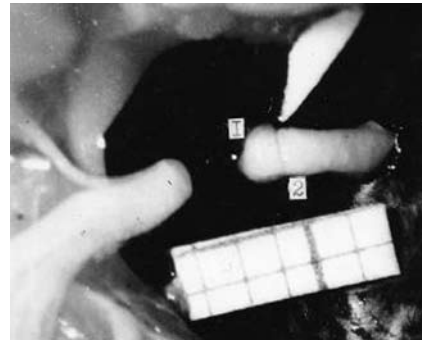


Рис. 2. Інтраопераційне фото. Серединний нерв щура через 120 с після його пересічення, 1 — аксональна тканина; 2 — край периневрію. 36×20 .

якості периневрального шва здійснювали наступні маніпуляції: відрізували надлишок аксональної тканини, мобілізували периневрій і тільки після цього накладали два-три периневральні шви ниткою 10/0–11/0 Prolen. Під час огляду зони шва при збільшенні $\times 32$ відзначено практично повну відсутність виходу аксональної тканини за межі периневрію. Запропонована технологія накладання периневрального шва підтверджена в клініці. На рис. 3 представлений периневральний шов ліктьового нерва. Крім того, ми запропонували периневральний шов, для виконання якого достатньо одного шва (рис. 4).

У 3-й групі намагалися підтвердити можливості та встановити найважливіші морфологічні

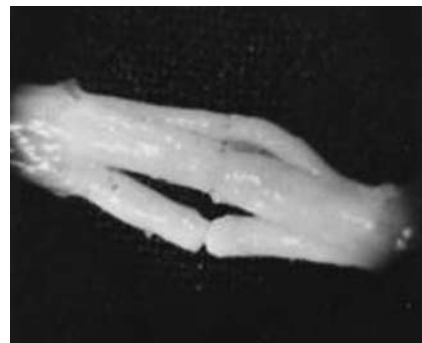


Рис. 3. Інтраопераційне фото. Периневральний шов ліктьового нерва на рівні зап'ястка.

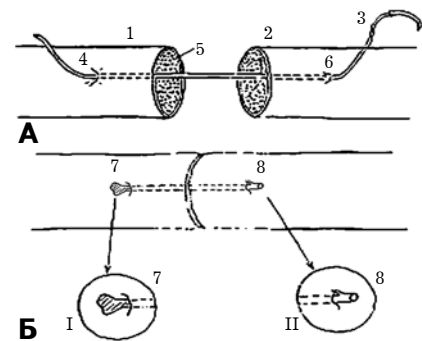


Рис. 4. Схема накладання периневрального шва з використанням одного шва (3), кінці якого (7, 8) «розчавлені» для фіксації. 1, 2 — кінці фасцикули; 3 — атравматична синтетична нитка, проведена крізь периневрій; 4, 5, 6 — периневрій. А — фасцикула до зшивання; Б — фасцикула після зшивання. I — нитка після розчавлення, II — кінець нитки у вигляді гарпуна.

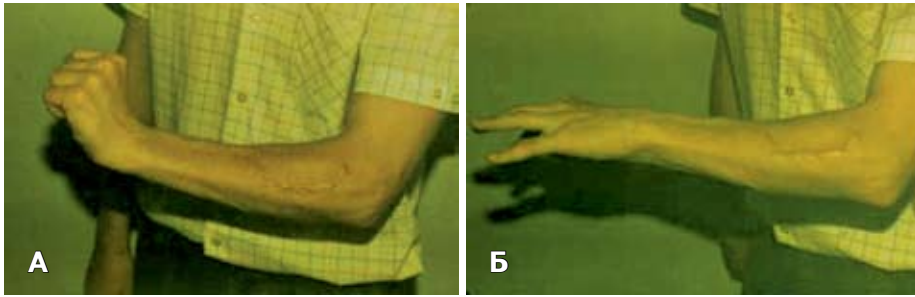


Рис. 8. Стан через 6 міс після прямої невротизації розгиначів кисті та пальців за запропонованою методикою внутрішньом'язової невротизації. А — функція розгиначів кисті на М5; Б — функція згиначів кисті на М4.



Рис. 9. Експериментальна модель. На фоновому матеріалі паралельне розташування серединного і ліктьового нерва щура давало можливість накладання шва нервів кінець у бік. Зб.×4.



Рис. 10. Шов дистального кінця ліктьового нерва в бік серединного через 62 доби після операції. Зб.×4.

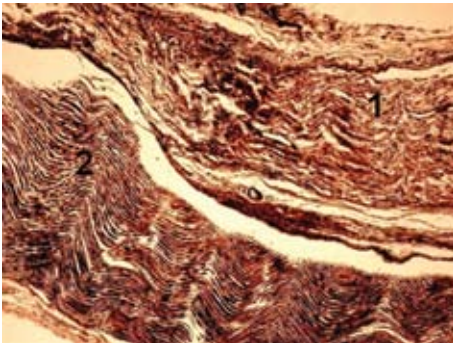


Рис.11. Ділянка невроми ліктьового та серединного нервів, 21-ша доба після операції накладання шва кінця ліктьового нерва в бік серединного. Імпрегнація сріблом за Більшовским-Грос в модифікації Коломійцева. Зб.×100.

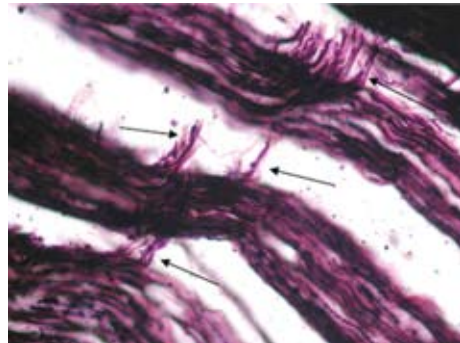


Рис. 12. Ділянка невроми серединного нерва з нервовими волокнами, що залишають його (відмічено стрілками). Колатеральний спраутинг, 62-га доба після накладання шва кінця ліктьового нерва в бік серединного. Імпрегнація сріблом за Більшовским-Грос в модифікації Коломійцева. Зб.×200.

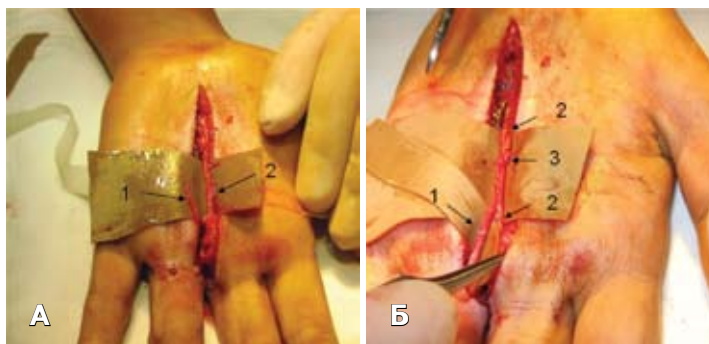


Рис. 13. Інтраопераційне фото, дитина 12 років. А — етап операції зшивання нерва кінець у бік; Б — завершення операції. Пошкодження чутливої гілки (1) серединного нерва ІV пальця лівої кисті; 2 — непошкоджена гілка ІІІ пальця; 3 — анастомоз кінець у бік.

характеристики «прямої невротизації» м'язів і роль периневрію в цьому процесі. Як експериментальну модель обрали [11] нервово-м'язовий комплекс задньої лапи білих щурів, точніше, ліктювий м'яз та гілки сідничного нерва до його бічної присередньої головки. Головки цього м'яза з руховими гілками — це практично ізольовані нервово-м'язові комплекси, що забезпечувало морфологічну достовірність експерименту. У 4-й групі здійснювали пряму невротизацію за Брунеллі, висікали на протязі 5–6 мм рухову гілку до присередньої головки м'яза, а від бічної головки — рухову гілку та її розгалуження відрізували і фіксували ниткою 11/0 Prolen на поверхні денервованого латерального черевця [12, 13].

Результати та їх обговорення. За даними морфологічного дослідження у віддалені строки встановлено, що невротизація поширюється переважно на ту частину м'яза, яка міститься біля місця фіксації рухового нерва. Для усунення цього недоліку прямої невротизації за Брунеллі ми у 19 щурів виконували її шляхом занурення нерва-невротизатора у товщу денервованого м'яза, а на його боках на всю товщу занурення робили надрізи периневрію (рис. 5). При застосуванні такої техніки пряма невротизація охоплювала весь м'яз. В клінічній практиці цей варіант прямої невротизації ми назвали прямою внутрішньом'язовою просторовою невротизацією. Її ефективність підтверджена результатами морфологічних досліджень. На препаратах (рис. 6) представлені ознаки термінального та колатерального спраутинга в різних ділянках м'яза; на рис. 7 — куска глибокої гілки променевого нерва на передпліччі, підготовлена до виконання прямої невротизації; на рис. 8 кольорової вкладки — стан через 6 міс після прямої невротизації променевого розгинача кисті та пальців за запропонованою методикою.

Під час вивчення ролі периневрію при накладанні шва нерва кінець у бік ми звернули увагу, що найкращі результати реіннервації досягнуті за умови часткового надсічення фасцикул донорського нерва [14, 15]. Для вивчення ролі периневрію при накладанні шва нерва кінець у бік ми на перевірній експериментальній моделі (довгі гілки плечевого сплетення 27 щурів, рис. 9 кольорової вкладки) пришивали дистальний кінець ліктювого нерва в бік серединного на рівні середини плеча. При цьому у 12 щурів шов накладали з збереженням епіневрію, а у 15 щурів — в

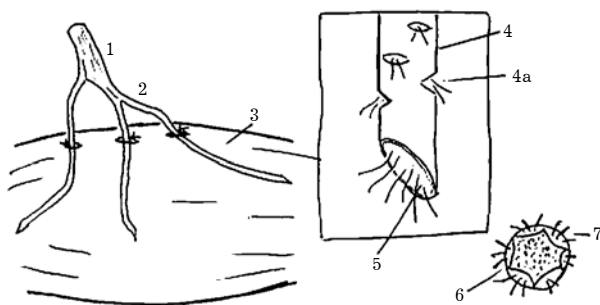


Рис. 5. Схема прямої невротизації з формуванням периневральних вікон перед зануренням фасцикул у м'яз. 1 — руховий нерв; 2 — окремі фасцикули; 3 — денервований м'яз; 4 — периневрій; 4а — периневральне вікно; 5 — косий зріз кінця фасцикули; 6, 7 — аксіальний зріз периневральних вікон.

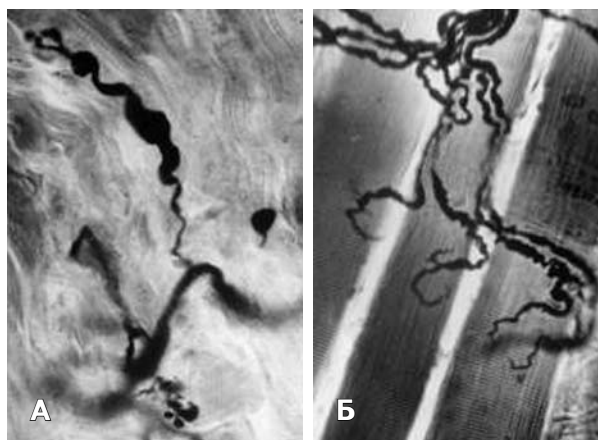


Рис. 6. Новоутворені рухові нервові закінчення у литковому м'язі щура. Термінальний і колатеральний спраутинг. Імпрегнація за Рассказовою. А — через 30 днів після операції; Б — через 60 днів після операції. Зб.х280.

місці анастомозу робили периневральне вікно [16], після цього до цієї ділянки фіксували кінець ліктювого нерва (рис. 10 кольорової вкладки). Результати морфологічних досліджень підтвердили можливість з'єднання периферійних нервів кінець у бік (рис. 11, 12 кольорової вкладки).

На рис. 13 кольорової вкладки — спостереження накладання шва долоневих гілок серединного нерва у дитини 12 років. При використанні техніки шва кінець у бік не було необхідності застосовувати аутонейропластику, досягнуте відновлення чутливості в зоні іннервації пошкодженого нерва на S3.

Висновки

1. У сучасній реконструктивно-відновній хірургії периферійних нервів анатомо-функціональні особливості периневрію брали до уваги під час застосування різних методів їх з'єднання та відновлення нервово-м'язових взаємовідносин.

2. Під час накладання периневрального чи фасцикулярного шва нерва необхідно зважати на динаміку периневрально-аксональних взаємовідносин після застосування ефективних методів їх нормалізації.

3. Пряма невротизація м'язів забезпечує достатній рівень їх реіннервації, більш ефективна при усуненні бар'єрних можливостей периневрію.

4. Методику накладання шва нерва кінець у бік застосовують з огляду на бар'єрні властивості периневрію, у зоні контакту між невральною тканиною бажано формувати периневральні вікна.

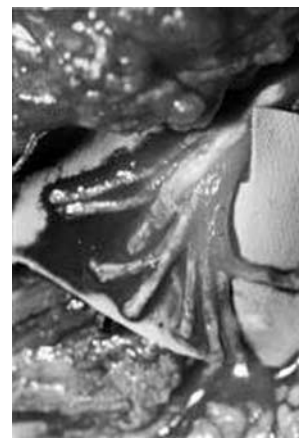


Рис. 7. Інтраопераційне фото. Куска глибокої гілки променевого нерва на передпліччі підготовлена для виконання прямої невротизації. Збільшення операційного мікроскопа x16.

Список літератури

1. Невропатии / Н.М. Жулев, Б.А. Осетров, С.Н. Жулев, Т.В. Лалаян. — СПб.: Изд. дом СПбМАПО, 2005. — 416 с.
2. Lengley J.N. On the suture of separate nerve bundles in a nerve trunk and on internal nerve plexuses / J.N. Lengley, N. Hashimoto // *J. Physiol. (Lond.)*. — 1917. — N5. — P.318–346.
3. Heineke D. Die directe empflangung des nerven in den muscel / D. Heineke // *Zbl. Chir.* — 1914. — H.41. — S.465–741.
4. Stewart S.E. An experimental study of the transplantation of the nerve supply of muscles / S.E. Stewart // *J. Bone Surg.* — 1925. — N7. — P.948–946.
5. Sherren J. Some points in the surgery of the peripheral nerves / J. Sherren // *Edinburgh Med. J.* — 1906. — N20. — P.297–295.
6. Kuczynski K. Histology of the peripheral nerve trunks / K. Kuczynski // *Intern. Surg.* — 1980. — V.65, N6. — P.495–498.
7. Григорович К.А. Хирургическое лечение поврежденных периферических нервов / К.А. Григорович. — Л.: Медицина. — 1981. — 302 с.
8. Millesi H. Microsurgery of peripheral nerves / H. Millesi // *World J. Surg.* — 1979. — N3. — P.67–69.
9. Лисайчук Ю.С. Совершенствование микрохирургической техники операций и методик лечения больных с последствиями травм нервов верхней конечности: Автореф. дис. ... канд. мед. наук; спец. 14.00.28 — нейрохирургия / Ю.С. Лисайчук. — К., 1988. — 17 с.
10. End-to-side nerve repair in the upper extremity of rat / E. Bontioti, M. Kanje, G. Lundborg, L.B. Dahlin // *J. Periph. Nerv. Syst.* — 2005. — V.10, N1. — P.58–68.
11. Лисайчук Ю.С. Обґрунтування методів мікрохірургічної корекції наслідків пошкоджень нервово-м'язового комплексу руки: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук; спец. 14.01.05 — нейрохірургія / Ю.С. Лисайчук. — К., 1998. — 31 с.
12. Ozbek S. Simultaneous end-to-side coaptations of two severed nerves to a single healthy nerve in rats / S. Ozbek, A. Kurt // *J. Neurosurg. Spine.* — 2006. — V.4. — P.43–50.
13. Millesi H. End-to-side coaptation: Benefits and problems / H. Millesi, R. Schmidhammer, H. Redl // *J. Reconstr. Microsurg.* — 2006. — V.22. — P.6631–6638.
14. End-to-side neurorrhaphy: a histologic and morphometric study of axonal sprouting into an end-to-side nerve graft / E.M. Noah, A. Williams, C. Jorgenson [et al.] // *J. Reconstr. Microsurg.* — 1997. — VI.3. — P.99–105.
15. Третьяк І.Б. Діагностика та хірургічне лікування тяжких та застарілих ушкоджень периферичних нервів: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук; спец. 14.01.05 — нейрохірургія / І.Б. Третьяк. — К., 2009 — 38 с.
16. Пат. 45844 Україна. МПК (2006): А61В 17/00. Спосіб пластики пошкодженого периферичного нерва / Ю.С. Лисайчук, В.М. Бовкун, І.М. Савицька, Р.В. Четверус — № u200906610; заявл. 24.06.09; опубл. 25.11.09. Бюл. № 22/2009.

Одержано 03.09.10

Лисайчук Ю.С., Бовкун В.М., Гончарук О.О., Четверус Р.В., Савицька І.М.

**Роль периневрію у сучасній реконструктивно-відновній хірургії
периферійних нервів**

Київський медичний університет Української асоціації народної медицини,
Київська міська клінічна лікарня №1

Наведений власний досвід вивчення будови периневрію для використання її особливостей у сучасній реконструктивно-відновній мікрохірургії пошкоджень периферійних нервів. В експериментальній частині роботи на периферійних нервах 102 щурів досліджені взаємовідносини периневрію і аксональної тканини під час накладання фасцикулярного (периневрального) шва, поліпшена якість прямої невротизації м'язів, досліджена можливість накладання шва нервів кінець у бік. В клінічній частині роботи наведені особливості техніки виконання операції з накладанням мікрохірургічного шва нерва, а також прямою невротизацією м'язів для підтвердження можливостей з'єднання периферійних нервів кінець у бік.

Ключові слова: *периферійний нерв, периневрій, реконструктивно-відновна хірургія, периневральний шов, пряма невротизація, шов нерва кінець у бік, колатеральний спраутинг.*

Лисайчук Ю.С., Бовкун В.Н., Гончарук О.А., Четверус Р.В., Савицька І.М.

**Роль периневрия в современной реконструктивно-восстановительной
хирургии периферических нервов**

Киевский медицинский университет Украинской ассоциации народной медицины,
Киевская городская клиническая больница №1

Приведен собственный опыт изучения особенностей периневрия в современной реконструктивно-восстановительной микрохирургии поврежденных периферических нервов. В экспериментальной части работы на периферических нервах 102 крыс изучены взаимоотношения периневрия и аксональной ткани при наложении фасцикулярного (периневрального) шва, улучшено качество прямой невротизации мышц и наложения шва нервов конец в бок. В клинической части работы приведены особенности техники выполнения операции наложения микрохирургического шва нерва, а также прямой невротизации мышц для подтверждения возможностей соединения периферических нервов конец в бок.

Ключевые слова: *периферический нерв, периневрий, реконструктивно-восстановительная хирургия, периневральный шов, прямая невротизация, шов нерва конец в бок, колатеральный спраутинг.*

Lisaychuk Yu.S., Bovkun V.N., Goncharuk O.A., Chetverus R.V., Savitskaya I.M.

**The role of perineurium in modern reconstructive-renewing surgery of
peripheral nerves**

Kiev Medical University of Ukrainian Association of Folk Medicine,
Kiev Municipal Clinical Hospital #1

Own experience of perineurium features research in modern reconstructive-renewing microsurgery of damaged peripheral nerves is presented. In experimental part of the peripheral nerves research carried out on 102 rats interrelation of perineurium and axon tissue at fascicular (perineural) stitch were studied, quality of direct muscle neurotisation and procedure of end-to-side nerve's stitch were improved. In clinical part of the research specific features of microsurgical nerve stitch, and also of direct muscle neurotisation are given that approve feasibilities of end-to-side connection of peripheral nerves.

Key words: *peripheral nerve, perineurium, reconstructive-renewing surgery, perineural stitch, direct neurotisation, end-to-side nerve's stitch, collateral sprouting.*