ДЕРЖАВНА УСТАНОВА

«ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ

НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»

ГАЙОВИЧ ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 616.833.58-089.844-092.9

**КОМПЛЕКСНЕ ОРТОПЕДИЧНЕ ЛІКУВАННЯ ХВОРИХ**

**З ТРАВМАТИЧНИМИ УШКОДЖЕННЯМИ ПЕРИФЕРИЧНИХ НЕРВІВ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ**

**(клініко-експериментальне дослідження)**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат дисертації

на здобуття наукового ступеня

доктора медичних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», м. Київ.

Науковий консультант:

член-кореспондент Академії медичних наук України, доктор медичних наук, професор **Страфун Сергій Семенович**, ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», заступник директора з наукової роботи, завідувач відділу мікрохірургії та реконструктивної хірургії верхньої кінцівки.

Офіційні опоненти:

доктор медичних наук, професор **Бур’янов Олександр Анатолійович**, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, завідувач кафедри травматології та ортопедії.

доктор медичних наук, професор **Борзих Олександр Володимирович**, Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь» МО України, м. Київ, лікар ортопед-травматолог.

доктор медичних наук, професор **Смоланка Володимир Іванович**, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», [ректор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80),  завідувач кафедри неврології, нейрохірургії та психіатрії,  голова Української асоціації нейрохірургів.

Захист відбудеться «07» листопада 2017 р. о 1400 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.606.01 у ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» за адресою: 01601, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» за адресою: 01601, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.

Автореферат розіслано «06» жовтня 2017 р.

Учений секретар

спеціалізованої вченої ради,

доктор медичних наук, професор Ю. М. Гук

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність проблеми**. За даними літератури, незадовільні результати лікування хворих із травмами нервів верхніх та нижніх кінцівок сягають 30-40 % (Хамзаев Р. И., 2009; Савельев В. А., 2009; Сидорович Р. Р., 2003), із них інвалідність – 62,9 %. Зокрема, інвалідами II групи стають 15,5 %, III групи – 47,7 % (Мусилов М. М., 2005; Щедрина М. А., 2006). Причиною незадовільних результатів є не тільки травма самого нерва, а й характер ушкодження кінцівки в цілому, що набуває особливої актуальності при високоенергетичних травмах у дорожньо-транспортних пригодах, важких виробничих травмах та вогнепальних пораненнях кінцівок (Страфун С. С., 2017). Крім значної протяжності ушкоджень нерва, у таких випадках страждає і його параневральне оточення. При застарілості травми нерв потрапляє в зону тяжких ішемічно змінених рубцевих тканин ушкоджених м’язів, сухожиль та зв’язок, що унеможливлює реваскуляризацію травмованої ділянки, призводить до фіксації та вторинної компресії нерва післятравматичними рубцями. За таких умов його відновлення є малоперспективним, оскільки зазвичай нерв має значну зону ушкодження, що вимагає пластики ушкодженої ділянки трансплантатами значної довжини.

Важливим фактором повноцінного відновлення нерва є збереження його ковзальних властивостей. Нерв не повинен бути фіксованим, особливо біля суглобів, оскільки згинально-розгинальні рухи в суміжних суглобах будуть спричиняти тракцію відновленого нерва, перешкоджаючи його регенерації (Козлов А. В., 2011). Наступною і найважливішою проблемою відновлення функції кінцівки після ушкоджень нервів є відновлення функції скелетних м'язів, оскільки саме вони відіграють ключову роль у створенні оптимальних умов для відновлення нормальної трофіки та функції травмованої кінцівки (Щуров В. А., 2001; Шенкман Б. С., 2002), саме функціональний стан скелетних м'язів є лімітуючим фактором ефективного відновлення та реабілітації хворих після ушкодження нервів (Щуров И. В., 2008).

М'язи нижньої кінцівки можуть бути ушкоджені механічним травмуючим агентом разом із нервом у місці його ушкодження або внаслідок вторинного денерваційного, ішемічного чи метаболічного процесу на відстані від безпосереднього вогнища травми. Вони можуть відповідати на кожен із цих чинників як на метаболічному, так і на структурному рівні гіпотрофією або атрофією, і вираженість таких змін залежить від тривалості денервації. Підтримання метаболічних процесів у денервованих м’язах в умовах порушення системного контролю для запобігання необоротних денерваційних ушкоджень та збереження перспективи функціонального відновлення м'язів є ще однією із важливих проблем сьогодення.

За будь-якого розвитку подій у післятравматичному та післяопераційному періодах основною метою лікування є відновлення функції травмованої кінцівки. Відсутність регенерації нерва та необоротність денерваційних змін у м’язах не є причиною для відмови від кінцевої мети. Правильне використання наявних методів ортопедичних реконструктивних операцій, пошук та розробка нових підходів до відновлення втрачених рухів кінцівки є ще однією вагомою проблемою, яка спонукає хірургів до її вирішення (Thorlund J. B., 2015).

Серед численних проблем, із якими зіштовхуються пацієнти з ушкодженнями периферичних нервів нижньої кінцівки не можна обійти розлади чутливості на опорних поверхнях стопи, що супроводжуються трофічними розладами. Наявність постійних гнійно-некротичних виразок на стопі не тільки погіршує якість життя хворих, а й часто є причиною ампутації кінцівки (Abdul Ghaaliq Lalkhen, 2012).

Можна припустити, що основними факторами, які впливають на результати регенерації нерва при його ушкодженнях та відновлення функції кінцівки, є: безпосередній ступінь ушкодження самого нерва; рівень його травми; строки початку відновлення; методи відновлення (невроліз, шов або пластика); якість відновлення; довжина нейротрансплантата при пластиці; калібр нейротрансплантата; протяжність ділянки ушкодження м’яких тканин; параневральне оточення; супутні ушкодження функціональних структур; функціональний стан цільових м’язів та можливість їх повноцінної реінервації; вік пацієнта і наявність у нього супутньої патології, яка може вплинути на процес регенерації.

З усіх факторів, на які можливо вплинути, є: якість відновлення ушкодженого нерва; пошук шляхів впливу на стимуляцію регенерації відновленого нерва; розробка методів запобігання адгезії, фіксації та вторинної компресії відновленого нерва; зменшення фіброзування в ділянці відновлення та параневральному оточенні; відновлення ковзних властивостей нерва в реконструйованій ділянці, підтримання життєдіяльності та функціональної готовності до реінервації денервованих цільових м’язів; при необоротних денерваційних змінах м’язів – відновлення втраченої функції кінцівки шляхом реконструктивних ортопедичних втручань.

Тому актуальність дисертаційного дослідження полягає в необхідності системного аналізу всіх можливих факторів впливу на результати лікування травм нервів та поєднаних із ними ушкоджень, а також розробці й обґрунтуванні системи лікування хворих із ушкодженням периферичних нервів для відновлення функцій нижньої кінцівки.

**Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Матеріали дисертації є фрагментом комплексних науково-дослідних робіт, що проводились у ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України»: упродовж 2010-2014 років «Розробити систему ортопедичного лікування хворих з застарілими ушкодженнями периферичних нервів нижньої кінцівки», № держреєстрації 0105U000177; упродовж 2015-2018 років «Розробити технологію лікування та реабілітації хворих з бойовою поліструктурною травмою кінцівок», № держреєстрації 0115U005854.

**Мета дослідження** – розробити систему відновлення опороздатності нижньої кінцівки у хворих із травматичним ушкодженням периферичних нервів на основі розробки концепції комплексного, патогенетично обґрунтованого лікування із застосуванням нових та удосконалених хірургічних методик, клітинних та тканинних технологій.

Реалізація поставленої мети передбачає розв’язання таких **завдань**:

1. провести дослідження денерваційних процесів у м’язах грудної та тазостегнової кінцівок щурів та встановити причину різної їх реакції на денервацію (в експерименті);
2. дослідити вплив тироксину, збагаченої тромбоцитами плазми та фактора росту нерва на регенерацію нервів та дегенеративні процеси в м’язах при денервації (в експерименті);
3. з’ясувати вплив рівня ушкодження нерва на дегенеративні процеси в денервованому м’язі (в експерименті);
4. виявити причини незадовільних результатів пластики великих дефектів нерва та оцінити результат впливу на них тироксину та біологічно активних факторів крові (в експерименті);
5. порівняти ефективність епіневрального шва нерва та електрозварювання (в експерименті);
6. на основі аналізу даних клінічних, електронейроміографічних та сонографічних досліджень розробити концепцію тактичних підходів до відновлення функції у хворих з ушкодженням периферичних нервів нижньої кінцівки;
7. застосувати методи впливу на регенерацію нерва та трофічний вплив на м’яз клітинних та тканинних технологій для покращення результатів хірургічного відновлення ушкоджених нервів нижньої кінцівки;
8. проаналізувати особливості вогнепальних травм нерва та розробити алгоритм тактики лікування хворих із вогнепальними травмами нервів та їх наслідками;
9. розробити алгоритм тактики ортопедичних реконструктивних втручань, удосконалити відомі та розробити нові методи ортопедичних втручань для відновлення функції нижньої кінцівки при необоротних ушкодженнях периферичних нервів;
10. провести біомеханічну порівняльну оцінку методів реконструктивних втручань при необоротних ушкодженнях малогомілкового нерва.
11. запропонувати нові шляхи відновлення іннервації опорних поверхонь стопи для запобігання трофічних розладів при необоротних ушкодженнях нервів;
12. розробити систему оцінки функціонального відновлення нижньої кінцівки після травм периферичних нервів на основі аналізу результатів лікування хворих з ушкодженням периферичних нервів та ортопедичним реконструктивним лікуванням їх наслідків.

**Об’єкт дослідження**. Ушкоджені периферичні нерви і процеси, пов’язані з цим.

**Предмет дослідження**. Хірургічне лікування ушкодженого нерва; клітинні та тканинні технології в лікуванні периферичних нервів; способи стимуляції регенерації ушкодженого нерва; профілактика фіброзування реконструйованих периферичних нервів; запобігання вторинній компресії реконструйованого нерва; результати клініко-інструментальних методів досліджень; ортопедичні реконструкції наслідків травм нерва.

**Методи дослідження**. Клінічний (загальноклінічне та неврологічне обстеження); електронейроміографічний (ступінь ушкодження, динаміка відновлення); сонографічний (коефіцієнт ехощільності м’яза); біомеханічний (порівняння різних методів транспозицій); електротензодинамометричний (силові характеристики відновлення та результатів ортопедичного лікування); математичного моделювання (порівняльний аналіз функціональних результатів відновлення); біохімічний (амінокислотний склад, динаміка активності ферментів, жирно-кислотний та електролітний обмін); гістологічний (гістологічні зміни м’язів при денервації); морфометричний (структурні морфологічні зміни м’язів); статистичний; електронно-мікроскопічний (ультраструктура денерваційних змін скелетних м’язів).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Поглиблено знання про механізми різної толерантності до денервації м’язів краніальної кінцівки щурів порівняно з тазостегновою.

У дисертації *вперше*:

* на основі використання сучасних тканинних технологій розроблено нові способи стимуляції регенерації ушкодженого нерва, профілактики фіброзування реконструйованих периферичних нервів;
* на основі експериментальних, гістологічних та біохімічних досліджень обґрунтовано вплив збагаченої тромбоцитами плазми на регенерацію ушкодженого нерва через нейротрансплантат та запобігання атрофії/гіпотрофії тривало денервованих скелетних м’язів;
* проведено порівняльну оцінку амінокислотного, жирнокислотного і мінерального обміну в скелетних м’язах під впливом збагаченої тромбоцитами плазми, фактора росту нерва і тироксину за умов аутопластики великих його дефектів;
* при реконструкції нерва у фіброзованих тканинах запропоновано методику профілактики фіксації та запобігання вторинної компресії реконструйованого нерва шляхом використання жироплазмової суміші з фіксацією її аутотромбіном;
* розроблено нові та удосконалено наявні методи відновлення опороздатності кінцівки при трофічних розладах опорних поверхонь стопи, запропоновано новий метод їх лікування шляхом переорієнтації реінервації на басейн шкірних гілок функціонуючих нервів;
* розроблено нові реконструктивні ортопедичні втручання для відновлення функції нижньої кінцівки, які доповнили тактичний алгоритм ортопедичного лікування хворих із необоротними денерваційними ушкодженнями м’язів нижньої кінцівки;
* створено концепцію лікування хворих з ізольованим та поєднаним ушкодженням периферичних нервів кінцівок, що дозволяє оптимізувати терміни та тактику лікування хворих на основі аналізу клінічних електронейроміографічних та сонографічних досліджень (розроблено та обґрунтовано показання до консервативного лікування, хірургічного відновлення нервів або реконструктивних оперативних втручань з відновлення втрачених функцій кінцівки);
* унаслідок біомеханічного аналізу основних реконструктивних ортопедичних втручань при необоротних ушкодженнях малогомілкового нерва в порівняльному аспекті проаналізовано їх ефективність у заміщенні втрачених функцій стопи;
* розроблено систему оцінювання функціонального відновлення нижньої кінцівки після відновлення ушкоджених периферичних нервів та ортопедичних реконструкцій наслідків їх травм.

**Практичне значення одержаних результатів**. Результати дослідження впливу тироксину та збагаченої тромбоцитами плазми, застосування адипоцитів для відновлення параневрального оточення, стимуляції регенерації ушкодженого нерва та запобігання гіпотрофічного процесу скелетного м’яза дозволили обґрунтувати доцільність застосування запропонованих методик у хірургії травматичної хвороби периферичних нервів нижньої кінцівки, запобігати вторинній компресії реконструйованого нерва і покращити функціональний результат лікування.

Використання вперше розроблених, обґрунтованих та апробованих в експерименті клітинних та тканинних технологій при відновленні периферичних нервів сприяло покращенню результатів лікування, зменшенню кількості ускладнень та строків лікування, рівня інвалідності у хворих із травмами нервів нижньої кінцівки.

Запропоновано нову концепцію лікування ушкоджень периферичних нервів, яка в конкретні терміни на етапах реконструктивно-відновних операцій із відновлення функції кінцівки на основі даних клініко-інструментальних методів, керуючись конкретними прогностичними критеріями, дозволяє достовірно прогнозувати результат і виробити показання до швидкого і ефективного відновлення функції кінцівки. Уперше нами було повернуто вектор уваги не тільки на характер ушкодження нерва, його дефект і методику відновлення, а й на спроможність самого м'яза-ефектора до відновлення.

На основі аналізу результатів та ефективності лікування хворих із необоротними ушкодженнями периферичних нервів впроваджено нові методи реконструктивних ортопедичних втручань, що дозволяють відновити функцію нижньої кінцівки.

Розроблений на основі аналізу результатів роботи алгоритм відомих та нових ортопедичних реконструктивних втручань, а також біомеханічне обґрунтування їх ефективності дозволяють вибрати найбільш оптимальний метод відновлення функції при необоротних ушкодженнях малогомілкового нерва та денерваційних ураженнях м’язів.

Розроблена система оцінки функціонального відновлення нижньої кінцівки після регенерації реконструйованих периферичних нервів та ортопедичної реконструкції наслідків їх необоротних ушкоджень дозволяє об’єктивувати результати лікування хворих.

Методику лікування за результатами дослідження впроваджено в клініці мікрохірургії та реконструктивно-відновлювальної хірургії верхньої кінцівки ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Національному військово-медичному клінічному центрі «Головний військовий клінічний госпіталь», Ужгородській обласній лікарні.

**Особистий внесок.** Автору належить ідея постановки і деталізації проблеми ушкоджень нервів нижньої кінцівки, аналізу можливих факторів впливу на результат відновлення та лікування ушкодженого нерва, пошуку шляхів запобігання ускладнень, покращення результатів лікування нерва та відновлення функції кінцівки. Дисертантом самостійно проведено аналітичний літературний огляд сучасних підходів до лікування хворих з ушкодженнями периферичних нервів нижньої кінцівки та відновлення функції при необоротних ушкодженнях нервів. Дослідник особисто виконав усі експериментальні дослідження, брав участь в обробці та інтерпретації отриманих результатів. Автору належить ідея визначення різної реакції м’язів верхньої та нижньої кінцівки на травму нервів шляхом проведення експерименту на щурах. Дисертант упровадив експериментальні дослідження для пошуків впливу на регенеративні процеси у відновленому нерві та шляхів запобігання дегенеративним процесам у м’язах при тривалій денервації. Автор був ініціатором, активним учасником, співавтором розробки й обґрунтування концепції тактичних підходів із відновлення функції у хворих із поєднаними ушкодженнями периферичних нервів. Він провів проспективний та ретроспективний аналізи результатів хірургічного лікування 329 хворих із ушкодженнями периферичних нервів нижньої кінцівки, ортопедичних реконструкцій наслідків травм. Автор брав участь у хірургічному лікуванні та самостійно прооперував понад 160 тематичних хворих. Дослідником особисто запропоновано нові методики хірургічних лікувань трофічних розладів на стопі, операції з відновлення ушкоджених нервових стовбурів, реконструктивні ортопедичні втручання з відновлення функції нижньої кінцівки при необоротних ушкодженнях нервів та денерваційних ураженнях м’язів, на які отримано 4 патенти. Дисертант був ініціатором біомеханічного дослідження ефективності реконструктивних ортопедичних операцій при необоротних ушкодженнях малогомілкового нерва та у співпраці з лабораторією біомеханіки брав безпосередню участь у біомеханічних дослідженнях та інтерпретації результатів. Автором, разом із фахівцями кафедри гістології та ембріології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (канд. біол. наук  С. І. Савосько під керівництвом завідувача кафедри члена кореспондента НАМН України, д-ра. мед. наук, проф. Ю. Б. Чайковського), проведено численні експериментальні оперативні втручання на щурах згідно з виконанням поставлених завдань. Спільно з колективом лабораторії біохімії ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», на чолі з керівником лабораторії д-р. біол. наук, проф. А. М. Магомедовим, проведено численні біохімічні дослідження експериментальної частини роботи. Автором розроблено та запатентовано 3 нові реконструктивні втручання для відновлення функції стопи при необоротних ушкодженнях нервів нижньої кінцівки, запропоновано операцію кооптації нервів для відновлення втраченої чутливості на опорній поверхні стопи, запропоновано та запатентовано методику профілактики післяопераційної адгезії та компресії реконструйованої ділянки нерва та стимуляції його регенерації.

**Апробація результатів дисертації**. Матеріали дисертаційного дослідження викладені, повідомлені та обговорені на: науково-практичних заходах нейрохірургів – Міжнародному конгресі нейрохірургів «Peripheral nerve surgery – how to improve the result» (24–26.03.2006, Відень, Австрія,), «Present state of peripheral nereve surgery and how to achieve further improvement» (14–16.03.2008, Відень, Австрія); VI Міжнародному конгресі з хірургії периферичних нервів «Present state of Peripheral Nerve Surgery and New Ideas to Improve the Results» (17–19.03.2017, Відень, Австрія); Міжнародному симпозіумі «Peripheral nerve reconstruction after severe injuries» (19–21.05.2016, Київ); XX FESSH Congress (17–20.06.2015, Мілан, Італія); з’їздах нейрохірургів України – ІV з’їзд (27–30.05.2008, Дніпропетровськ), V з’їзд (25–28.06.2013, Ужгород); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання надання спеціалізованої допомоги хворим з гострою травмою і захворюваннями периферичної нервової системи» (25–27.09.2014, Ужгород); науково-практичній конференції нейрохірургів України з міжнародною участю «Травматичні ушкодження центральної та периферичної нервової системи» (15–16.09.2016, Кам’янець-Подільський); Міжнародному симпозіумі «Реконструкція периферичних нервів після тяжких ушкоджень. Неврологія та реабілітація» (21.05.2016, Київ); фахових науково-практичних заходах – з’їздах ортопедів-травматологів України: ХІІІ з’їзд (12–14.09.2001, Донецьк), ХІV з’їзд (21–23.09.2006, Одеса), ХVІ з’їзд (03–05.10.2013, Харків), ХVІІ з’їзд (04–06.10.2016, Київ); [IV Євразійському конгресі травматологів-ортопедів](http://www.mulinsen.ru/13-news/7-iv-the-eurasian-congress-traumatologists-orthopedists.html) (27–30.08.2014, Бішкек, Киргизія); IV Польсько-Українській конференції ортопедів (10–11.06.2011, Замость, Польща); Науково-практичній конференції ГВКГ ім. М. Н. Бурденка (05–06.12.2014, Москва, Росія); Українсько-Китайській науково-практичній конференції «Актуальні питання ортопедії та травматології» (09.09.2015, Київ); Пленумі ортопедів-травматологів України (14–15.03.2013, Вінниця); засіданні наукового товариства травматологів-ортопедів м. Київ та Київської області (13.02.2008, Київ); Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю, присвяченій 90-річчю ДУ «ІТО АМНУ» «Актуальні питання ортопедії та травматології» (24–25.09.2009, Київ); Науково-практичній конференції з міжнародною участю «Лікування внутрішньо- та навколосуглобових ушкоджень» (18–19.06.2009, Одеса); Вченій раді ДУ «ІТО АМНУ» (2010 р., Київ); Науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні теоретичні та практичні аспекти травматології та ортопедії» (12–13.05.2011, Донецьк); Науково-практичній конференції «Сучасні дослідження в ортопедії та травматології» (6–7.10.2011, Харків); Міжобласній науково-практичній конференції «Рівненські зустрічі» (21.06.2013, Рівне); Науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання протезування суглобів» (25–26.04.2013, Київ); засіданні товариства ортопедів-травматологів Волинської області (01.05.2014, Ковель); засіданні товариства ортопедів-травматологів Закарпатської області (26–27.06.2014, Ужгород); науково-практичному семінарі «Сучасні підходи до діагностики та лікування вогнепальних поранень та відкритих переломів кінцівок» (30.10.2015, Вінниця); засіданні Рівненського обласного товариства ортопедів травматологів (05.11.2015, Рівне); Науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми хірургії стопи» (15–16.10.2015, Київ); VI Міжнародній науково-практичній конференції «Особливості лікування поєднаної травми в особливий період» (05.05.2016, Одеса); засіданні товариства ортопедів-травматологів Волині (29.02.2016, Луцьк); засіданні обласного товариства травматологів-ортопедів Житомирщини (01.04.2016, Житомир); Науково-практичній конференції з міжнародною участю «Актуальні питання артроскопії, хірургії суглобів та спортивної травми» (18–20.05.2017, Одеса).

**Публікації**. За результатами досліджень опубліковано 30 статей у фахових наукових журналах (2 – без співавторів, 5 – закордонні публікації), у понад 40 матеріалах і тезах з’їздів та конференцій, отримано 4 патенти України.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація викладена на 437 сторінках машинопису і складається із вступу, 6 розділів, аналізу та узагальнення результатів досліджень та висновків. Ілюстрована 174 рисунками і 35 таблицями. Список використаних літературних джерел містить 475 номінацій, із яких 56 кирилицею, 419 латиною.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**Перший розділ** присвячений **матеріалам і методам дослідження** клінічної і експериментальної частин роботи. Загальна характеристика клінічного матеріалу з 329 хворих (171 хворий із ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України» та 158 хворих із ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України») представлена в таблицях вікового розподілу, структурних ушкоджень нервів, рівня ушкодження, етіології та локалізації ушкоджень, характеру хірургічного лікування. Наступний підрозділ в описовій формі деталізує методику сонографічного обстеження денервованого м’яза. Основними критеріями, які мають прикладне значення в подальшій тактиці лікування, є: товщина підшкірно-жирової клітковини, товщина та амплітуда скорочення м’язів, ехощільність м’язової тканини. На основі цих параметрів вираховували ступінь гіпотрофії (СГ) м’язів, коефіцієнт гіпотрофії (КГ); коефіцієнт скорочення (КС) м’язів, коефіцієнт ехощільності (КЕЩ) м’язової тканини. Наступним є підрозділ з описом методики оцінювання результатів лікування. Ключовими критеріями оцінки результатів є функціональна доцільність, яку визначали за наступними критеріями: на *«відмінно»* оцінили віддалені результати лікування хворих (понад 6 міс.) за такими критеріями: відсутність трофічних розладів на стопі, відновлення опірності кінцівки, активні рухи у фізіологічному обсязі в кульшовому і колінному суглобах, активні розгинальні рухи в гомілково-ступневому суглобі не менше 10-150 тильної флексії та активне розгинання пальців стопи. На *«добре»* оцінили результати лікування пацієнтів, що за всіх попередніх умов мали активні розгинальні рухи в гомілково-ступневому суглобі до нейтрального положення та 50 дорзальної флексії. Оцінку *«задовільно»* надали результатам лікування, де за всіх попередніх умов дефіцит активного розгинання стопи до нейтрального положення становив 50. *«Незадовільними»* вважали результати лікування хворих за наявності трофічних розладів на опорних поверхнях стопи та у випадках, де всі наші зусилля, спрямовані на відновлення активних рухів, не дали хоча б задовільного результату. Матеріали експериментальних методів дослідження представлені протоколом ведення дослідних тварин, протоколом експериментального хірургічного втручання, методиками біохімічного, гістологічного, морфометричного та статистичного методів дослідження. Окремо описані біомеханічні та математичні методи досліджень ортопедичних реконструктивних втручань, представлені методики математичного моделювання, електротензодинамометрії та методика біомеханічних та математичних розрахунків.

**Другий розділ** присвячений експериментальній частині роботи.

*Гістологічне дослідження гіпотрофічних денерваційних змін м’язів верхніх та нижніх кінцівок*

Результати гістологічного та морфометричного дослідження м’язів при травмі периферичного нерва засвідчили зміни структурної організації м’язових волокон та структурних елементів системи мікроциркуляторного русла. Встановлено зменшення кількості та площі перерізу міоядер у м’язових волокнах. Спостережено порушення поперечної посмугованості, що є проявом деструкції скоротливих елементів (міофібрил). Виявлено різницю проявів гіпотрофії м’язових волокон залежно від рівня невротомії та кінцівки. При травмі нервів краніальної кінцівки щурів кількість міоядер зменшилась на 54,9 % (р < 0,05) при дистальній травмі і на 37,8 % (р < 0,05) при проксимальній, у тазостегновій кінцівці – відповідно на 21,7 % і 19,8 % (р < 0,05). Площа структурно незмінених міоядер (без ознак каріопікнозу і апоптозу) зменшилась на 24,2 % і 24,3 % у м’язах краніальної кінцівки і відповідно на 14,6 % і 16,8 % у м’язах тазостегнової кінцівки щурів (р < 0,05), що є показником зменшення їх синтетичної активності.

Зменшення площі поперечного перерізу м’язових волокон більшою мірою було встановлено у м’язах тазостегнової кінцівки при проксимальній травмі (р < 0,05), а набряк м’язових волокон – при дистальній травмі. У м’язах передньої кінцівки відмічено протилежну тенденцію (р ≥ 0,05).

При електронномікроскопічному дослідженні встановлено різке порушення структурної організації м’язових волокон. На ультраструктурному рівні виявлено часткову або тотальну деструкцію скоротливих міофібрил і саркомерів, порушень, що розвиваються в специфічних провідних системах Т-трубочок, міоядрах та інших внутрішньоклітинних органелах. При дистальній травмі у м’язах краніальної кінцівки міофібрил не виявлено, що є наслідком їх повної деградації. Частково збережені саркомери реєстрували лише в денервованих м’язах тазостегнових кінцівок, а при порушенні іннервації м’язів краніальних кінцівок – лише у групи тварин з проксимальною травмою. При проксимальній травмі периферичного нерва встановлено збільшення довжин саркомерів на 9,8 % у м’язах краніальних кінцівок і на 62,6 % – тазостегнових кінцівок (р < 0,05). Зменшення довжини саркомерів у м’язах тазостегнових кінцівок при дистальній травмі нерва оцінено не як прояв перескорочення, а як результат структурного порушення і дезорганізації.

У всіх дослідних групах встановлено різко виражену дилатацію мікросудин денервованих м’язів кінцівок та стаз формених елементів крові в судинах, що вказує на розлади регіонарної гемодинаміки в умовах порушення іннервації. Різниці у морфометричних показниках стану дилятованих капілярів і венул між групами порівняння за рівнем травми нерва не виявлено, лише на рівні артеріол встановлено збільшення їх просвіту при дистальній травмі краніальної і тазостегнової кінцівки, у той час як при проксимальній травмі – не відрізнялись від контрольних значень.

*Вивчення амінокислотного (АК) обміну скелетних м'язів при травматичному ушкодженні периферичного нерва*

Аналіз результатів біохімічних досліджень засвідчив зміни біохімічних показників у відповідь на різну локалізацію травматичного ушкодження периферичних нервів. На 30-ту добу після денервації встановлено зменшення загального пулу зв’язаних АК у скелетних м’язах краніальних і тазостегнових кінцівок щурів незалежно від рівня невротомії. Водночас при дистальній травмі виявлено низьку концентрацію вільних амінокислот. Головним проявом динаміки протеолізу було зменшення кількості зв’язаних АК, тобто загального рівня протеїнів. Аналіз цих змін не показав достовірної різниці між м’язами краніальних і тазостегнових кінцівок на моделі дистальної денервації периферичного нерва. При проксимальній травмі сідничного нерва встановлено зменшення загальної кількості зв’язаних амінокислот в тазостегнових кінцівках на 34,6 % (p < 0,05) порівняно з відповідним показником краніальних кінцівок і на 22,6 % порівняно зі змінами у м’язах при дистальній травмі сідничного нерва (p < 0,05). Серед зв’язаних амінокислот при проксимальній і (меншою мірою) при дистальній травмах нерва зменшувався рівень аспарагінової і глутамінової кислот, серину, гліцину, валіну, метіоніну, лейцину, тирозину, ізолейцину і аргініну, тобто тих АК, що залучені до основного білкового й азотистого обмінів у м’язах кінцівок. Одночасно з цим рівень вільних амінокислот підпорядковувався дещо іншій закономірності: при дистальній травмі різко зменшувався загальний пул амінокислот, а при проксимальній – лише глутамату, гліцину, аланіну. Рівень треоніну, лейцину, фенілаланіну, гістидину, лізину та аргініну зростали, що можна пояснити прискореним переходом цих амінокислот зі зв’язаного стану протеїну до пулу вільних L-амінокислот унаслідок прогресуючих процесів гіпотрофії м’язів і порушення білоксинтетичних процесів.

Після аутопластики дефекту периферичного нерва було встановлено значне зменшення кількості вільних амінокислот у посмугованих м’язах краніальних і тазостегнових кінцівок майже на 77 % (p < 0,05) і збільшення зв’язаних амінокислот лише в тазостегнових кінцівках на 43,2 % (p < 0,05). Збільшення вільних амінокислот у м’язовій тканині краніальних кінцівок можна пояснити прогресуючими процесами гіпотрофії. Водночас різке зниження їх рівня при аутопластиці свідчить про залучення АК до синтезу структурних і функціональних протеїнів, і активний перебіг відновно-репаративних процесів, активацією механізмів білкового синтезу в реінервованих м’язах після аутопластики.

*Активність ферментів лактатдегідрогенази (ЛДГ) і креатинкінази (КК) в денервованих скелетних м’язах*

Зміни активності ферментів ЛДГ і КК є маркером метаболічних розладів. Після денервації активність ЛДГ зменшувалась у скелетних м’язах і плазмі крові незалежно від рівня травми нерва. Активність КК зменшувалась у м’язах при дистальній травмі, а при проксимальній залишалась без змін. При цьому у плазмі крові виявлено різке збільшення активності КК при дистальній травмі краніальної кінцівки (у 3,4 раза, p < 0,05), що пов’язано з вираженою гіпотрофією м’язів у дослідній групі щурів.

Після виконання аутопластики достовірної різниці між змінами активності ЛДГ порівняно з дослідною групою щурів без пластики нерва не виявлено. Відмічено тенденцію до збільшення активності ЛДГ у м’язах тазостегнової кінцівки (р ≥ 0,05) та достовірне зростання активності КК в 3,3 раза в плазмі крові (p < 0,05), що вказує на активацію відновних процесів після хірургічної реконструкції травмованого нерва.

Зроблено висновок про те, що активність ферментів енергетичного обміну (ЛДГ і КК) є маркерами метаболічних розладів у тривало денервованих скелетних м’язах і показниками порушеного енергетичного обміну. У м’язах краніальних кінцівок вони виражені більшою мірою, ніж у тазостегнових, при цьому зміна активності ферментів на тлі тривалої денервації м’язів не залежить від нанесення дистальної або проксимальної травми периферичного нерва.

*Зміни рівня електролітів у м’язах і плазмі крові після травми периферичного нерва*

Аналіз змін рівня іонів Na+, К+,Сa2+ та порушень їх метаболізму в скелетних м’язах дослідних тварин із травматичним ушкодженням периферичного нерва не виявив достовірної різниці порівняно з показниками контрольних тварин. Відмічено тенденцію до зменшення рівня Na+ в посмугованих м’язах краніальних кінцівок, що можна пояснити розвитком і прогресуванням гіпотрофічних змін. У групі дослідних щурів із аутопластикою встановлено відновлення рівня Са2+ у плазмі крові обох дослідних груп, тобто із травмою периферичного нерва краніальних і тазостегнових кінцівок. При цьому встановлено збільшення загального вмісту Са2+ у м’язах краніальних кінцівок (в 1,6 раза) (p < 0,05) при дистальній травмі і в 1,1 раза (p < 0,05) – при проксимальній невротомії. У тазостегнових кінцівках спостерігалась протилежна закономірність: рівень кальцію був зменшений на 52, % (p < 0,05) при дистальній травмі і на 48,8 % (p < 0,05) при проксимальній травмі.

*Зміни обміну жирних кислот (ЖК) після травми периферичного нерва*

Із використанням методу газорідинної хроматографії було показано, що в жировій тканині травматично ушкодженої кінцівки змінюється розподіл коротколанцюгових С4-С13 ЖК, а також насичених і ненасичених ЖК (НЖК і ННЖК). У м’язах краніальних кінцівок зменшувався рівень коротколанцюгових насичених С4, С6, С10, С11 ЖК, а в тазостегнових кінцівках – вміст насичених С10, С11, С20 і ненасичених С18: 2н6с і С20:1 кислот. Одночасно відмічено незначний ріст рівня насичених С13, С14, С17 і ненасичених С14:1, С16:1, С18:1 і С18:2 ЖК. Ці дані вказують на активацію жирнокислотного синтезу в м'язовій тканині, що може реалізуватися як із стромальних елементів м’яза, так і оточуючою жировою тканиною. На нашу думку, ці дані можна розглядати як перші ознаки заміщення ушкодженої м'язової тканини сполучною, передусім жировою, тобто формування необоротних структурних змін у м’язах.

*Особливості регенерації периферичного нерва краніальної і тазостегнової кінцівки щурів за різних умов травматичного ушкодження*

Через 30 діб після травматичного ушкодження нерва вивчали стан проксимального сегмента нерва, ефективність і особливості регенерації нервових волокон у дистальний відділ нерва. У проксимальному сегменті ушкоджених нервів кількість нервових волокон при проксимальній невротомії зменшувалась на 23,1 % в сідничному нерві і на 7,1 % в нервах краніальної кінцівки, а при дистальній невротомії – відповідно на 14,7 % і 22,7 %. Ці дані свідчать про розвиток і прогресування вторинних дистрофічних змін у травмованому периферичному нерві нижніх кінцівок при проксимальній, але не дистальній травмі. Регенерації в дистальний сегмент нерва не виявлено. Дистальний відділ нерва характеризувався формуванням кластерів активованих нейролемоцитів (стрічок Бюнгнера), типових для періоду посттравматичного ушкодження нерва. Спостерігались також численні гістіоцити, були відмічені прояви їх дегрануляції, що є наслідком розвитку місцевих запальних реакцій ушкодженого нерва і оточуючих його тканин.

При аутопластиці епіневральним швом встановлено відновлення анатомічної цілісності та ознаки регенерації нервових волокон у дистальний сегмент нерва. Проксимальний і дистальний відділи були відмежовані тільки центральним сегментом, у якому була представлена слабко розвинута регенераційна неврома. Відмічено утворення значної кількості додаткових тонких осьових циліндрів, між якими спостерігали значну кількість активованих нейролемоцитів. У дистальний сегмент нерва регенерувало лише 46,1 % осьових циліндрів сідничного нерва, що пов’язано з появою в ділянках шва нерва значної кількості рубцевої тканини, що представлена нейролемоцитами та фібробластами. При порівнянні результатів регенерації сідничного нерва з застосуванням методу високочастотного електрозварювання (ВЧЕ) ефективність відновлення була значно гіршою (лише 26,7 %).

*Експериментальні підходи до стимуляції периферичного нерва за умов реконструкції великого травматичного дефекту*

Окремо досліджували способи стимуляції регенерації сідничного нерва після аутопластики великого дефекту. Фактор росту нерва (NGF) та збагачену тромбоцитами плазму (PRP-гель) в дозах 0,4 мкг і 1 мл наносили на ушкоджений периферичний нерв безпосередньо після його хірургічної реконструкції. Тироксин (Т4) застосовували перорально в субтерапевтичній дозі (1 мкг/кг, 10 діб). Рівень регенерації сідничного нерва оцінювали за кількістю нервових волокон та гемокапілярів, що проросли в дистальний сегмент нерва. Найкращий вплив мали PRP-гель, потім NGF і тироксин (рис.1). Із цих даним отримано кілька важливих висновків: по-перше, застосовуючи тироксин у субтерапевтичних дозах можна досягти впливу еквівалентного NGF, а це збільшує доступність терапевтичних засобів, зменшує значимість фармакоекономічної складової в лікуванні; по-друге, застосування аутоплазми дає аналогічні або навіть кращі результати. Натомість термічне ураження при електрозварюванні спричинило розвиток вираженого рубця, що унеможливило повною мірою реалізувати ендогенні регенеративні спроможності травмованого нерва.

Рис. 1. Рівень регенерації нервових волокон та гемокапілярів дистального відділу сідничного нерва за умов аутопластики та супутньої стимуляції регенерації. Примітка: А – аутопластика; PRP – плазма, збагачена тромбоцитами; NGF – фактор росту нерва; Т4 – тироксин; \* – достовірно до контрольної групи (Р < 0,05); \*\* – достовірно до показника групи з аутопластикою (Р < 0,05).

Тироксин і аутоплазма активували не лише регенерацію нервових волокон (кількість і діаметр), а й їх ремієлінізацію (табл. 1). На ранніх етапах регенерації проростають немієлінові волокна. Вони переважали у групі з PRP. У групі з NGF і тироксином їх відносна кількість відповідала контролю, а при введенні аутоплазми – збільшувалась. Тобто, аутоплазма активувала ремієлінізацію нервових волокон, впливаючи на взаємозв’язки в системі аксон – нейролемоцит. Ці дані можуть також свідчити про загальний оптимізуючий вплив PRP-гелю на процеси відновлення ушкодженого нерва.

Таблиця 1

Морфометричні показники ефективності регенерації нервових волокон у дистальному відділі сідничного нерва за даними електронної мікроскопії

|  |  |
| --- | --- |
| Показник | Група |
| Контроль | А | А + NGF | А + T4 | А + PRP |
| Товщина мієлінової оболонки, мкм | 4,73±0,63 | 0,74±0,09\* | 0,84±0,09\*,# | 1,25±0,21\*,# | 1,09±0,06\*,# |
| Діаметр осьових циліндрів, мкм | 20,41±3,00 | 3,17±0,51\* | 3,51±0,58\* | 5,12±0,95\*,# | 5,25±0,55\*,# |
| Km | 0,58±0,09 | 0,24±0,05 | 2,32±0,97 | 2,26±0,80 | 1,28±0,30 |
| Kn | 7,50±1,69 | 4,72±0,82 | 7,50±1,33 | 6,50±0,95 | 9,20±2,93# |

Примітка: А – аутопластика; нейрогліальний коефіцієнт (Kn) виражався як співвідношення кількості безмієлінових нервових волокон, що охоплює нейролемоцити; коефіцієнт мієлінізації (Km) – співвідношення безмієлінових нервових волокон до мієлінових (p < 0,05); \* – достовірно до контрольної групи; # – достовірно до групи з аутопластикою (p < 0,05).

*Дослідження шляхів трофічної підтримки денервованого м’яза при хірургічній реконструкції сідничного нерва*

Результати гістологічного та морфометричного досліджень дозволили отримати дані, що засвідчили різну динаміку перебігу гіпотрофічного процесу в тривало денервованих скелетних м’язах. Локальне нанесення PRP-гелю як засобу, що підтримує та стимулює регенерацію ушкоджених нейро-м’язових одиниць, позитивно вплинуло на динаміку перебігу гіпотрофічних процесів у м’язах (табл.  2). Встановлено ознаки гальмування некрозу м’язових волокон та одночасне зменшення середньої площі міоядер та їх щільності порівняно (p < 0,05) з показником групи аутопластики. У групі з NGF і тироксином площа поперечного перерізу м’язових волокон була меншою від групи аутопластики (p < 0,05), що підтвердило наявність гіпотрофічних змін у м’язах.

Таблиця 2

Зміна морфометричних показників скелетних м’язів гомілки щура

при реконструкції травмованого сідничного нерва

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Група | Площа поперечного перерізу м’язових волокон, мкм2 | Кількість ядер на м’язове волокно | Площа ядер м’язових волокон, мкм2 |
| Дефект нерва | 2615,79±534,5 | 2,43±0,26 | 14,13±1,19 |
| Аутопластика | 2979,4±253,2 | 3,90±0,35\* | 25,28±2,26\* |
| Аутопластика + тироксин | 2193,3±141,7\*\* | 3,39±0,29\* | 20,65±2,03\*,\*\* |
| Аутопластика + PRP | 2936,9±384,0 | 3,03±0,24\*,\*\* | 15,7±1,22\*\* |
| Аутопластика + NGF | 2018,7±132,6\*\* | 3,60±0,33\* | 19,5±2,86\* |

Примітка: \* – достовірно порівняно з показником групи тварин із дефектом нерва (p < 0,05);\*\* – достовірно порівняно з показником групи тварин із аутопластикою (p < 0,05).

*Вплив PRP, NGF і тироксину на амінокислотний обмін у денервованих скелетних м'язах при аутопластиці великих дефектів сідничного нерва*

Аналіз вмісту зв’язаних АК у м’язах тазостегнових кінцівок щурів показав, що через 1 місяць після нанесення травми сідничного нерва і проведення аутопластики загальний вміст амінокислот був на 11,3 % менше відповідного рівня в інтактних щурів (p < 0,05) (рис. 2). На тлі аутопластики та метаболічної підтримки було встановлено активацію протеїнового синтезу та залучення АК у м’язову тканину. На тлі аутопластики суттєво збільшувався рівень окремих амінокислот – серину, проліну, аланіну; при застосуванні PRP – валіну, лізину, фенілаланіну і гістидину, додатково лейцину й аргініну при введенні тироксину, або інших АК – ізолейцину і метіоніну на фоні застосування NGF.

Рис. 2. Загальний рівень зв’язаних та зв’язаних незамінних амінокислот у гідролізаті скелетних м’язів за різних умов стимуляції відновлення сідничного нерва щура, мкг/г. Примітка: \* – достовірно до показника групи щурів із невротомією.

*Вплив PRP, NGF і тироксину на обмін ЖК у денервованих скелетних м'язах*

На тлі аутопластики встановлено активацію як амінокислотного обміну, так і синтезу жирних кислот. При цьому слід зазначити, що у випадку застосування PRP-гелю ліпідний обмін активувався значно менше, ніж при застосуванні тироксину. Порівняно з групою дослідних щурів, яким вводили NGF, було відмічено лише динаміку до зниження ліпогенезу (табл. 3). На тлі дії аутоплазми і NGF мали тенденцію до зменшення накопичення жирних кислот у м’язах порівняно до групи з аутопластикою без стимуляції та метаболічної підтримки. Дія тироксину активувала жирнокислотний обмін, однак це не є проявом заміщення м’язової тканини на сполучну.

Таблиця 3

Вплив PRP, NGF і тироксину на обмін ЖК м’язів після аутопластики

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ЖК | Контроль | Невротомія | А | А+NGF | А+тироксин | А+PRP |
| С4-С13 | 0,47±0,11 | 0,37±0,02\* | 2,335±0,05\*,\*\* | 2,19±0,03\*,# | 2,44±0,03\* | 2,04±0,09\*,\*\*,# |
| НЖК | 29,10±2,51 | 30,61±1,25 | 30,57±1,35 | 30,38±1,21 | 30,92±1,34 | 29,82±1,02 |
| ННЖК | 69,10±1,95 | 68,04±1,23 | 67,53±1,64 | 68,04±1,84 | 69,82±2,21 | 68,06±1,25 |
| Всього | 98,21±2,10 | 98,65±1,87 | 98,10±2,01 | 98,42±2,04 | 100,74±2,56 | 97,88±2,02 |

Примітка: \* – достовірно до контролю (p < 0,05); \*\* – достовірно до групи щурів із невротомією (p < 0,05); # – достовірно до групи щурів із аутопластикою (p < 0,05).

*Вплив PRP, NGF і тироксину на обмін кальцію після аутопластики*

Порівняльне вивчення змін обміну загального Сa2+ у денервованих м’язах дозволило виявити суттєве зменшення його вмісту при комбінації аутопластики з PRP-гелем, тироксином і NGF. Загальний вміст кальцію зменшувався при використанні PRP-гелю на 6,6 % (p < 0,05), NGF – на 31,9 % (p < 0,05), тироксину – на 31,1 % (p < 0,05). Рівень кальцію у щурів, яким застосували електрозварювання сідничного нерва після невротомії, не мав різниці з показниками дослідної групи із травмованим нервом.

Отже, результати комплексного гістологічного, електронно-мікроскопічного та біохімічного дослідження скелетних м’язів та нервів дозволили зробити висновок про те, що травматичне ушкодження нерва викликає гіпотрофічні зміни м’язової тканини, зміни мікроциркуляції, метаболічні порушення у м’язах, які додатково можна оцінити за показниками ЛДГ і КК у плазмі крові. Аутопластика великих дефектів нерва дозволяє не лише зберегти анатомічну цілісність нерва, забезпечити його регенерацію та функціональне відновлення, а й запобігти гіпотрофічним змінам м’язів. Рівень регенерації нерва є недостатнім для повноцінного функціонування кінцівки, тому застосування засобів, які комплексно впливають на репаративні процеси у нерві та метаболічно підтримують денервовані м’язи, є доцільним для забезпечення необхідного рівня відновлення. Застосування аутоплазми у вигляді PRP-гелю у місці шва нерва позитивно впливає на регенеративні процеси, стимулює регенерацію та ремієлінізацію нервових волокон у травмованому нерві, одночасно запобігає атрофічним змінам у м’язах. Застосування фактора росту нервів та тироксину також позитивно вплинуло на відновні процеси. Отримані дані суттєво розширили уявлення про патогенез дегенеративних процесів у денервованих скелетних м’язах та можливості їх корекції.

 **Третій розділ** роботи присвячений біомеханічному обґрунтуванню ортопедичних реконструкцій при необоротних ушкодженнях малогомілкового нерва, де в порівняльному аспекті на біомеханічних моделях аналізували чотири види найбільш широко використовуваних ортопедичних реконструктивних втручань: Модель 1 – транспонований сухожилок заднього великогомілкового м’яза фіксується на ділянці стопи, куди дотягується; Модель 2 – сухожилки переднього великогомілкового та короткого малогомілкового м’язів відсікаються на межі сухожилково-м’язового переходу, виводяться до місця фіксації, звідти підшкірно до транспонованого сухожилка заднього великогомілкового м’яза і зшиваються; Модель 3 – сухожилок переднього великогомілкового м’яза відсікається на межі сухожилково-м’язового переходу, витягується до місця фіксації на стопі, звідти через канал у плеснових кістках проводиться до рівня 4-ї плеснової кістки і далі підшкірно до транспонованого сухожилка заднього великогомілкового м’яза, де зшивається; Модель 4 – транспонований сухожилок заднього великогомілкового м’яза підшивається до сухожилків розгиначів пальців стопи. Результати досліджень показали найбільшу ефективність 4-го варіанта реконструкції, де задній великогомілковий м’яз функціонує найбільш продуктивно: при силі його скорочення 363,6 Н розвивається сила тильної флексії 320,26 Н. Найменш продуктивно задній великогомілковий м’яз функціонує при 2-му варіанті транспозиції сухожилка (Модель 2) – при силі його скорочення 363,6 Н розвивається сила тильної флексії лише 52,91 Н. Дані біомеханічних досліджень мають вагоме прикладне значення і дозволяють використовувати диференційований підхід до реконструктивного лікування наслідків необоротних ушкоджень малогомілкового нерва.

**Четвертий розділ** дисертаційної роботи присвячений концептуальному підходу до визначення тактики лікування пацієнтів з ушкодженнями периферичних нервів нижньої кінцівки. Ми вважаємо, що результатом лікування ушкодження периферичних нервів кінцівок повинно бути не тільки відновлення самого нерва, а й відновлення функції кінцівки в цілому. У комплекс відновлення функції кінцівки ми відносимо: відновлення опірності кінцівки, відновлення захисної чутливості на опорних поверхнях, реінервацію м’язів до М3 і більше, відновлення активних рухів у суміжних суглобах та стопі, відсутність больових гіперпатичних синдромів. На досягнення поставленого завдання впливає багато факторів: вік пацієнта, рівень травми, ступінь ушкодження як самого нерва, так і супутніх функціональних структур кінцівки, механізм травми, давність ушкодження, параневральне оточення відновленого нерва, шов, невроліз або пластика, якість відновлення нерва, довжина трансплантата, його товщина тощо. При цьому кожний із перерахованих факторів є дуже важливим і суттєво впливає на результат.

Основним і дієвим фактором, що впливає на стратегію відновлення функції – це можливість і якість діагностики, що передбачає як визначення ступеня ушкодження нерва, так і ураження інших функціонально-залежних структур. Наступним за важливістю фактором є правильність тактичних підходів до черговості та об’єму етапів лікування, алгоритму відновлення функції кінцівки в цілому і місце в ньому безпосередньо відновлення самого нервового стовбура. У більшості випадків ушкодження нервів супроводжує травмування інших структур сегмента кінцівки. Поряд із денервацією причиною порушення функції м’яза може бути й ішемія, і тенотомія, і безпосередньо травма м’яза або поєднання декількох патологічних процесів. У зв’язку з цим зростає роль не тільки адекватної оцінки ступеня тяжкості травми нерва – важливою є також оцінка ступеня тяжкості та характеру ушкодження ключових м’язів. Крім того, при такій травмі суттєво зростає визначення ролі послідовності етапів та характеру хірургічних втручань із відновлення функції кінцівки. У кожному випадку завжди дискутабельними є визначення необхідності строків та місця реконструктивно-відновлювальних втручань. Базуючись на аналізі ступеня тяжкості та давності ушкодження периферичних нервів, структурно-функціонального стану м’язів за даними клініко-інструментальних методів дослідження, ми розробили основні положення в лікуванні ушкоджень нервів при травмі кінцівок. Ґрунтуючись на аналізі клінічних даних пацієнтів та оцінці кількісних ультразвукових та електронейроміографічних характеристик, ми дійшли висновку про необхідність вирішення трьох важливих завдань при ушкодженні периферичних нервів, які безпосередньо впливають на тактику та результат лікування: 1) визначення рівня та ступеня тяжкості ушкодження нерва, а також прогнозу відновлення та реінервації м’язів; 2) оцінка характеру та ступеня тяжкості ураження ключових м’язів; 3) оцінка ушкодження інших структур травмованого сегмента кінцівки, які впливають на відновлення її функції (врахування особливостей поліструктурної травми в алгоритмі лікування). У процесі визначення прогнозу лікування ми опиралися на наступні клініко-електроміографічні та сонографічні критерії: вид та механізм травми, ступінь тяжкості ушкодження нервового стовбура, терміни після травми або оперативного втручання на нервах, силові характеристики м’язів (М0-5), розлади чутливості, симптом Тінеля, болючість м’язів при пальпації, дані електроміографії та ультразвукового дослідження м’язів. В основу нашої концепції покладено діагностично-прогностичну схему обґрунтування тактики лікування хворих з ушкодженням периферичних нервів при травмі кінцівок, що базується на визначенні термінів обстеження в динаміці, основних показників структурно-функціонального стану м’язів та прогностичних клініко-інструментальних критеріїв ефективності відновлення їх функції**.** Основними тактичними критеріями є: розрахунковий термін реінервації м’язів, динаміка електронейроміографічного обстеження та сонографічні критерії змін у денервованих м’язах. Відповідність розрахункових термінів реінервації м’язів клініко-електроміографічним та сонографічним показникам є визначальною у стратегії підходу до лікування: або очікувальне консервативне лікування, або активне хірургічне втручання з відновлення цілісності нерва або планування ортопедичної реконструкції.

Кожний рівень ушкодження нерва нижньої кінцівки має свої особливості як у клінічних проявах, тактичних підходах до лікування, так і функціональних втратах і наслідках травм. У пацієнтів з ушкодженням нервів на рівні кульшового суглоба найбільше страждає функція кінцівки загалом, оскільки це майже завжди поєднані ушкодження, де ураження нерва ще тільки посилює важкість травми, де сам доступ до нерва при хірургічному його відновленні є занадто травматичним. Ретроспективний аналіз 59 хворих показав, що тільки легкі ушкодження у вигляді нейропраксій при адекватному своєчасному хірургічному або консервативному лікуванні можуть дати задовільний функціональний результат. Функціональний дефіцит мали всі хворі, які перенесли хірургічне втручання з відновлення цілісності нервового стовбура на рівні кульшового суглоба при застарілих та поєднаних травматичних ушкодженнях. Сам доступ до нерва в цій ділянці передбачає відсічення функціонально важливих м’язів, що навіть при ретельному зшиванні мають функціональну відмінність від здорових. Післяопераційні та післятравматичні рубці, які перешкоджають повноцінній реваскуляризації та регенерації ушкодженої ділянки нерва, часто є причиною вторинної компресії або вторинного тракційного ушкодження. Наступним фактором втрати функціональності кінцівки є сама функція суглоба, ушкодження якого і є в переважній більшості випадків причиною ушкоджень нервів. Важливим є факт необхідної іммобілізації або обмеження рухів у травмованому кульшовому суглобі, що призводить до фіксації нерва післятравматичними або післяопераційними рубцями. До негативних факторів, що погіршують функціональний результат, слід також віднести віддаленість травми нерва від цільових м’язів та невиправдану очікувальну тактику, до якої вдаються клініцисти з надією на самостійне відновлення нерва. Необоротні дегенеративні зміни у м’язах за час регенерації нерва до них зменшує їхню функціональність і погіршує результат лікування. Ця локалізація ушкоджень нерва має часті специфічні особливості – ін’єкційні та ятрогенні ушкодження при реконструктивних операціях на кульшовому суглобі та при ендопротезуванні.

Аналізували 78 випадків із травмами нервів на рівні стегна, де пошкодження майже не бувають ізольованими, оскільки на цьому рівні нерв знаходиться глибоко у тканинах і добре ними захищений. На стегні нерв зазвичай травмується уламками кісток, самими травмуючими агентами, здавлюється гематомою, пухлиною, рубцями тощо. Прийняті у стаціонар хворі з пошкодженнями нервів на рівні стегна зазвичай перебувають у важкому соматичному стані, зі значними крововтратами, ушкодженнями тканин та в больовому шоку. Всі лікувальні заходи при цьому спрямовані на відновлення гемодинаміки, стабілізації уламків, нормалізації життєвих систем організму, і пошкодження нервів часто не діагностують узагалі. Через важкість стану хворого, поліструктурність ушкоджень, відсутність фахівців у місці надання допомоги на неврологічні порушення звертають увагу тільки згодом, через що хворі втрачають дорогоцінний час.

Ще однією важливою причиною несвоєчасного відновлення нервів є різні хірургічні доступи при переломах стегна та травмах нерва. При поєднаних ушкодженнях завжди першочергово планують втручання на кістках, судинах та м’язах, відтерміновуючи операції з відновлення нерва. Активна хірургічна тактика: ревізія зони ушкодження, відновлення, невроліз, шов або пластика нерва – дає об’єктивізацію його стану та надію на відновлення функції нижньої кінцівки. У випадках, коли з різних причин ревізію не виконують, ми вважаємо критичними строками для відновлення 4 місяці залежно від рівня ушкодження на стегні та стану м’яких тканин у місці необхідного хірургічного втручання з обов’язковим електронейроміографічним та клінічним моніторингом процесу відновлення.

На рівні колінного суглоба ушкодження нервів лікували у 56 хворих. Рівень колінного суглоба є травмонебезпечною ділянкою для периферичних нервів, оскільки в цій зоні вони знаходяться найбільш поверхнево. Ще однією особливістю цієї ділянки є опосередкованість травмування, коли травма навколишніх тканин призводить до ушкодження нервового волокна. Прикладом цього є розрив зв'язок колінного суглоба з поєднаним тракційним ураженням малогомілкового або великогомілкового нервів. Поєднані травми зв'язок колінного суглоба і нервів є показанням до хірургічного втручання, відтерміновуючи яке, ми погіршуємо кінцевий функціональний результат відновлення кінцівки. Реконструктивні хірургічні втручання слід починати з відновлення стабільності в колінному суглобі. Передусім це пластика задньої хрестоподібної та латеральної колатеральної зв'язок колінного суглоба. При тракційних ушкодженнях нерва операцію з відновлення зв'язок доцільно поєднувати з ревізією і відновленням нерва, при цьому слід враховувати, що протяжність ушкодження може значно переважати зону травми і відтермінування відновлення нерва призведе до застарілості його ушкодження при післяопераційний іммобілізації після відновлення зв'язок. Наступна особливість цієї ділянки – це поєднаність травм, коли з ушкодженням нерва ушкоджуються інші важливі функціональні структури, магістральні судини. Погіршення прогнозу поєднаних ушкоджень із судинним пучком викликане додатковим фактором ішемії м’язів, що на фоні денервації значно ускладнює відновлення функціональності м’яза. У таких пацієнтів спостерігали стійкі контрактури суглобів стопи як на ґрунті тривалої денервації, так і ішемічного ушкодження м’язів гомілки. У випадках анатомічного пошкодження подальша тактика залежить від протяжності зони травми і стану навколишніх анатомічних структур. При відновленні нервів на рівні колінного суглоба дуже важливими є відсутність щонайменшого навантаження на шов або ділянку відновлення. Виконання шва можливе при дефекті не більше 2-х сантиметрів, якщо є можливості для мобілізації кінців нерва і вони зіставляються без натягу в положенні розгинання кінцівки в колінному суглобі. Наслідки травми нервів на рівні колінного суглоба завжди призводять до важких функціональних втрат і важко піддаються повноцінному відновленню.

Ушкодження периферичних нервів на рівні гомілки – це зазвичай складна поліструктурна травма. Лікували 116 хворих, у яких локалізація ушкодження нерва була в цій ділянці. Ізольованих ушкоджень на такому рівні майже не буває, а нерви можуть ушкоджуватись безпосередньо травмуючим агентом, здавлюватись підвищеним підфасціальним тиском при місцевому гіпертонічно-ішемічному синдромі та ішемічно зміненими м’язами при контрактурі Фолькмана. Відновлення нервів теж ставить перед хірургами важку клінічне завдання, оскільки великогомілковий нерв знаходиться в товщі тканин, віддаючи м’язові гілки, ушкодження яких погіршить результат лікування, а малогомілковий нерв на рівні гомілки має вигляд безпосередньо самих м’язових гілок у товщі м’язів переднього футляра гомілки. До лікування нервів на рівні гомілки завжди слід підходити системно, оскільки саме від м’язів гомілки, функціональності колінного та гомілково-ступневого суглобів залежить функціональний результат кінцівки в цілому. Важливість і цінність параневрального оточення відновленого нерва особливо актуальна на рівні гомілки, оскільки саме для цієї локалізації найбільш характерні фіброзні та ішемічні зміни. Чутливість нервової тканини до гіпоксії в умовах фіброзу знижує відновний потенціал нерва, і без врахування цих факторів отримати задовільний результат лікування досить проблемно. Тому актуальним є використання саме клітинних технологій для покращення параневрального оточення, стимуляції регенерації ушкоджених нервів, захисту нерва від адгезії, вторинної компресії та фіксації в рубцевих тканинах. У випадках тяжких ішемічних та функціональних змін у м`язах гомілки завжди слід відновлювати цілісність нерва задля чутливості шкіри опорної поверхні стопи для запобігання трофічних розладів та утворення виразок.

На рівні гомілково-ступневого суглоба лікували 13 хворих. На цьому рівні ушкодження є грізним і прогностично несприятливим. Поверхневе розташування, бідність м’якотканинного оточення, необхідність ковзання нерва при рухах у гомілково-ступневому суглобі – усе це фактори, які впливають на кінцевий результат. Незначні деформації ділянки тарзального каналу, набряки тканин або зовнішні чинники вже спричиняють компресію нерва та порушення провідності. Відкриті ушкодження, крім травми нерва, призводять до рубцювання параневрального оточення, адгезії, фіксації. Операції з відновлення його провідності без урахування всіх цих чинників є малоефективними. Використання власних тканин, клітинних технологій, антиадгезивних засобів та васкуляризованих клаптів на судинній ніжці для забезпечення реваскуляризації нерва та відновлення ковзних властивостей дає надію на успішний результат лікування.

Вогнепальні та мінно-вибухові ушкодження кінцівок є найважчим видом травм, оскільки це завжди поліструктурні ушкодження великої площі ураження, завжди відкриті, із розладами кровообігу та іннервації. Ситуація значно ускладняється при безпосередній травмі периферичного нерва, оскільки відновлення функції кінцівки розтягується в часі на багато місяців і рідко буває повним. Від правильності надання допомоги на всіх етапах медичної евакуації залежить функціональний результат і можливість відновлення втраченої функції кінцівки пораненого.

Периферичний нерв може бути ушкоджений безпосередньо кулею або осколком, травмуватись уламками кісток або тракційно, потрапити в зону травматичної контузії або струсу тканин ранового каналу, що також призведе до порушення його провідності. Загоєння вогнепальних ран часто призводить до формування щільних рубців, потрапивши в які, нервовий стовбур підлягає вторинній фіксації та компресії, що при рухах у суміжних суглобах призводить також до його тракції. Відновлення нервів у щільному рубцевому параневральному оточенні малоефективне через ще більший післяопераційний фіброз, який унеможливлює реваскуляризацію відновленого нерва, призводить до його вторинної компресії. Коли необхідно виконати пластику, значна ділянка вогнепальних уражень потребує довгих нейротрансплантатів, які теж є малоперспективною прогностичною ознакою, тому що також у рубцевому оточенні фіброзуються, компресуються і не реваскуляризуються. Методом вибору в таких ситуаціях є захист відновленого нерва муфтою суспензії аутологічних адипоцитів у збагаченій тромбоцитами та фіксованій аутотромбіном плазмі, яка перешкоджає адгезії та сприяє мобільності реконструйованого нерва, стимулює його регенерацією факторами росту, неоангіогенез і реваскуляризацію нейротрансплантатів.

Вогнепальні й особливо мінно-вибухові поранення призводять до значного масиву ушкоджень та дефектів тканин. Сучасні методи лікування vac-системами дозволяють ефективно лікувати такі стани, але не на опорних поверхнях стопи, шкіра якої є унікальною. Методом вибору є вільні або ротовані шкірні та шкірно-м’язові клапті на судинній ніжці з бажаною їх реінервацію з басейну шкірних гілок малогомілкового або стегнового нервів. Реінервація пересаджених клаптів дозволить запобігти їх мацерації та виразкам при навантаженнях.

**П’ятий розділ** дисертації присвячений лікуванню хворих із наслідками травм нервів, необоротними змінами денервованих м’язів, трофічними виразками на опорних поверхнях стопи. Лікування трофічних виразок стопи у хворих з ушкодженнями великогомілкового та великогомілкової порції сідничного нерва залежало від локалізації виразки, розмірів, анатомічних особливостей та технічних можливостей виконання відповідного реконструктивного втручання. Враховуючи, що шкіра підошовної поверхні є унікальною і повноцінної заміни знайти неможливо, ключовим моментом реконструкцій було використання саме місцевих тканин у заміщення дефекту, а у випадках заміщення вільними трансплантатами кінцевим та важливим етапом реконструкції була їх реінервація. При значних виразкових дефектах п’яткової ділянки виконували реконструкцію дефекту ротаційним плантарним клаптем на судинно-нервовій ніжці. При локальних дефектах латеральної поверхні п’яткової ділянки в зоні автономної іннервації литкового нерва ми розробили операцію кооптації n.suralis на n.safenus, що дає змогу загоювати виразки через відновлення іннервації цієї зони. При значних дефектах п’яткової ділянки, що утворились від тривалого лікування трофічних виразок шляхом некректомій та різноманітних методик, дефект заміщали вільним шкірно-м’язовим трансплантатом на судинній ніжці. Для цього використовували торако-дорзальний, паховий та променеві клапті з подальшими їх реінерваціями шкірними гілками з басейну неушкоджених нервів. Окремої уваги потребують хворі з ушкодженням великогомілкового нерва на фоні ішемічного ураження м’язів гомілки та стопи, коли денерваційні зміни супроводжуються значними трофічними та ішемічними деформаціями стопи та пальців. Для відновлення опороздатності стопи при фіксованій деформації ішемічної контрактури виконували реконструктивне втручання – V-подібну корегуючу остеотомію середнього відділу стопи за Лябахом (2004), яку доповнювали транспозицією функціонуючих малогомілкових мязів для відновлення мязового балансу.

Хворі з ушкодженнями малогомілкового нерва найбільше страждають від біомеханічних розладів через виражений дисбаланс мязів гомілки та втрату функції стопи. Хода з закидуванням стопи та її частими підвивихами, проблеми при одяганні взуття через згинальні установки пальців, неможливість водіння авто тощо значно погіршують якість життя в цієї категорії пацієнтів. Реконструктивні втручання у структурі лікування таких хворих є заключним і найвідповідальнішим етапом відновлення втрачених функцій кінцівки, оскільки вони в більшості випадків передбачають радикальні зміни в структурі біомеханіки кінцівки. Перед етапом реконструктивних ортопедичних втручань слід бути впевненим у необоротності ушкодження нерва, неефективності всіх використаних методів та способів його відновлення внаслідок консервативних та реабілітаційних курсів лікування. Важливим і обов’язковим є психологічний і мотиваційний аспекти самих пацієнтів, їхнє прагнення до відновлення втраченої функції має переважати над можливими наслідками радикальних реконструктивних втручань. Цілеспрямованість у досягненні результату має пересилити незручності тривалої іммобілізації, післяопераційні та реабілітаційні больові відчуття.

Алгоритм підходів до реконструктивного лікування наслідків травм нервів – це результат аналізу та оптимізації багаторічного досвіду, який дозволяє орієнтуватись в інколи складній клінічній ситуації і вибрати найбільш ефективний спосіб відновлення функції кінцівки. Розроблені нами реконструктивні оперативні втручання дозволяють досягти поставленої мети – відновити функції кінцівки з ушкодженням нерва навіть у випадках, коли нерв відновити неможливо або він відновлюється частково.

Для відновлення активного розгинання стопи зазвичай використовували задній великогомілковий м’яз, а при мозаїчному відновленні нерва – сухожилки перонеальних м’язів. Ортопедичні реконструкції повертають пацієнтам працездатність та можливість повноцінного динамічного життя навіть при необоротності травм нерва та денерваційних атрофіях м’язів.

**Шостий розділ** дисертаційної роботи присвячений результатам лікування хворих за власною системою оцінювання, де враховувались результати лікування як самого нерва, так і результатів ортопедичних реконструкцій. У її основу був покладений концептуальний тактичний підхід до лікування, де в поняття відновлення функції кінцівки входять наступні параметри: відновлення опороздатності кінцівки, відновлення захисної чутливості навантажувальних поверхонь стопи, реінервація м’язів до рівня М3 і більше, відновлення активних рухів у суміжних суглобах та стопі, відсутність гіперпатичних больових синдромів.

**ВИСНОВКИ**

У результаті дисертаційного дослідження нами було розроблено систему відновлення опороздатності нижньої кінцівки у хворих із травматичним ушкодженням периферичних нервів на основі розробки концепції комплексного, патогенетично обґрунтованого лікування із застосуванням нових та удосконалених хірургічних методик, клітинних та тканинних технологій.

1. Проведені експериментальні дослідження показали різний перебіг атрофічних змін скелетних м’язів краніальних і тазостегнових кінцівок щурів. Гіпотрофічний процес м’язової тканини на морфологічному рівні реєструвався у вигляді дистрофічних змін м’язових волокон та змін мікроциркуляторного русла; на біохімічному рівні – зменшенням рівня загального білка м’яза, змін амінокислотного обміну, активності ферментативних систем, синтезу жирних кислот та мінерального обміну. Ступінь перебігу гіпотрофічних змін при денервації в експерименті був вищим у краніальних кінцівках і переважав при високій травмі: прогресуюча дистрофія м’язових волокон (товщина м’язового волокна зменшилась на 30,7 % при дистальній травмі, при проксимальній – без змін), зменшення кількості міоядер м’язових волокон (на 34,1 % при дистальній травмі, 11,5 % при проксимальній) та їх метаболічної активності (на 12,6 % при проксимальній травмі, на 14,8 % при дистальній).
2. На ультраструктурному рівні дистрофічні зміни скоротливих міофібрил у м’язах тазостегнових кінцівок щурів реєструвались у вигляді розслаблення скоротливих саркомерів при високому ушкодженні нерва, а при дистальній травмі – зменшення їх довжини. У м’язах краніальних кінцівок спостережено повну їх деструкцію при дистальній травмі і різку дезорганізацію та подовження саркомерів при проксимальній.
3. Гіпотрофічні зміни в тривало денервованих скелетних м’язах полягали у змінах мікроциркуляторного русла: різка дилатація та стаз у системі артеріола-гемокапіляр-венула в ендо- та перимізії. Розлади реґіонарної гемодинаміки при ушкодженні периферичного нерва є чинниками вторинних розладів у м’язах та регенеруючих нервах, що погіршує необхідний рівень відновлення.
4. При денервації у скелетних м’язах щурів спостережено розвиток вторинних дисметаболічних розладів на рівні ферментативних систем енергетичного обміну, що негативно вплинуло на динаміку гіпотрофічного процесу. У м’язах краніальних кінцівок більшою мірою, ніж у тазостегнових, зменшується активність лактатдегідрогенази і креатінкінази на тлі тривалої денервації і не виявлено суттєвої різниці між дистальною і проксимальною травмами периферичного нерва. Після реконструкції сідничного нерва активність ферментів лактатдегідрогенази частково відновлюється у м’язах тазостегнових кінцівок (в 1,3 раза) і креатинкінази в плазмі крові (в 3,3 раза), що свідчить про більш високу толерантність цих м’язів до денервації.
5. Прогресування гіпотрофічного процесу в м’язах краніальних кінцівок взаємопов’язане зі змінами концентрації іонів кальцію. Збільшення вмісту кальцію є проявом атрофії м’язових волокон; зменшення його рівня у м’язах тазостегнових кінцівок та відновлення обміну натрію після аутопластики вказує на більшу толерантність до денерваційних дисметаболічних розладів.
6. Метаболічні зміни денервованих м’язів полягали в перерозподілі обміну насичених і ненасичених жирних кислот. Активація синтезу коротколанцюгових і довголанцюгових жирних кислот відбувається у випадку проксимальної травми нерва і переважно у тканинах краніальної кінцівки, що вказує на збільшення жирової тканини у стромальних елементах скелетних м’язів при високих ушкодженнях.
7. При експериментальній невротомії ефективність відновлення травматично ушкодженого нерва залежить від довжини діастазу та локалізації ділянки травми. При пластиці епіневральним швом у дистальний сегмент нерва регенерує тільки 46,1 % нервових волокон. Причиною порушень регенеративних процесів в аутотрансплантаті є формування посттравматичних гліально-сполучнотканинних рубців та розвиток вторинних структурно-метаболічних уражень нервових волокон, що потребує відповідної корекції.
8. Відновний процес у дистальних фрагментах сідничного нерва після реконструкції та зовнішньої стимуляції мав односпрямований характер, але відрізнявся залежно від застосованих стимулюючих засобів. Тироксин та фактор росту нерва активували нейролемоцити та регенерацію мієлінових нервових волокон, збагачена тромбоцитами плазма активувала регенерацію мієлінових та безмієлінових нервових волокон, а також судин мікроциркуляторного русла.
9. Відновлення морфометричних показників гемокапілярів, венул і артеріол встановлено у групах із тироксином і збагаченою тромбоцитами плазмою; зменшення просвіту дилятованих прекапілярних артеріол у групі із збагаченою тромбоцитами плазмою та фактором росту нерва, що може свідчити про відновлення нейро-васкулярних взаємодії у скелетному м’язі в період реінервації.
10. Стимуляція скелетних м’язів в період реінервації активує метаболічні процеси на рівні амінокислотного, жирнокислотного та кальцієвого обмінів. При стимуляції фактором росту нерва білкова маса збільшилась на 31,9 %; при зовнішній стимуляції м’язів тироксином – на 38,4 %; збагаченою тромбоцитами плазмою – на 38,6 %. У групі зі збагаченою тромбоцитами плазмою рівень ліпогенезу значно зменшувався, ніж при застосуванні тироксину і фактора росту нерва; а кальцієвий обмін активувався порівняно із тироксином і фактором росту нерва.
11. Запропонована концепція лікування хворих, базуючись на кількісних об`єктивних параметрах (тяжкість ушкодження нервів, характер та ступінь тяжкості ураження м`язів, характер супутнього ушкодження інших функціональних структур), дозволяє оптимізувати терміни та тактику лікування та обґрунтувати показання до консервативного лікування, хірургічного відновлення нервів або ортопедичних реконструкцій з відновлення втрачених функцій кінцівки.
12. Високі ушкодження сідничного нерва потребують своєчасної діагностики й активної тактики лікування. Очікувальна тактика самостійного відновлення нерва має базуватись на об’єктивних критеріях регенерації нерва або стану м’язів і не повинна перевищувати 4-5 місяців. Після цього терміну операції з відновлення нерва мають гіршу перспективу відновлення функції кінцівки.
13. При успішному лікуванні високих ушкоджень сідничного нерва відновлення чутливості навантажувальної поверхні стопи настає на другому-третьому році лікування. Весь цей період пацієнтам доцільно використовувати засоби профілактики трофічних розладів на стопі.
14. Лікування травм нервів на рівні колінного суглоба вимагає диференційованого підходу, клінічного досвіду та технічного забезпечення. Поєднанні ушкодження малогомілкового нерва зі зв’язковим апаратом є показанням до хірургічного втручання, яке повинно проводитись якнайшвидше. Основні тактичні принципи:

– реконструктивні хірургічні втручання слід починати з відновлення стабільності в колінному суглобі;

– при тракційних ушкодженнях нерва операцію з відновлення зв'язок потрібно поєднувати з ревізією і відновленням нерва;

– при виконанні операції з відновлення тракційно ушкодженого нерва необхідно враховувати, що протяжність ушкодження може бути значно більшою від зони травми;

– при зшиванні нерва слід уникати найменшого натягу між його кінцями і в жодному разі не виконувати шов при згинанні в колінному суглобі;

– за найменшого сумніву потрібно виконати нейропластику дефекту.

1. У випадках ушкоджень нервового стовбура, що супроводжується інтенсивним больовим синдромом, вираженим післятравматичним або післяопераційним рубцевим оточенням ділянки нерва, доцільно виконувати його відновлення, застосовуючи засоби стимуляції регенерації нерва і профілактики вторинної його адгезії та компресії шляхом формування муфти з аутологічною суспензією жирової тканини у збагаченій тромбоцитами плазмі з фіксацією її аутотромбіном.
2. Важливість і цінність параневрального оточення відновленого нерва особливо актуальна на рівні гомілки, де найбільш характерними є фіброзні та ішемічні зміни м’язів. Навіть при важких їх формах завжди слід відновлювати цілісність великогомілкового нерва задля чутливості шкіри опорної поверхні стопи для запобігання трофічних розладів та утворення виразок.
3. Ушкодження великогомілкового нерва на рівні гомілково-ступневого суглоба є грізним і прогностично несприятливим. Незначні деформації ділянки тарзального каналу, набряки тканин або зовнішні чинники вже спричиняють його компресію та порушення провідності. Відкриті ушкодження нерва призводять до рубцювання параневрального оточення, адгезії і фіксації. Операції з відновлення його провідності без врахування всіх цих чинників є малоефективними. Використання власних тканин, клітинних технологій, антиадгезивних засобів та васкуляризованих клаптів на судинній ніжці для забезпечення реваскуляризації нерва та відновлення ковзних властивостей покращують результат лікування.
4. Показанням до ортопедичних реконструкцій наслідків травм нерва є неефективність усіх використаних методів та способів його хірургічного відновлення, консервативних та реабілітаційних курсів лікування. Важливою є мотивація хворих досягнути позитивного результату.
5. Розроблений алгоритм ортопедичних операцій та ефективне використання реконструктивних втручань дозволяють відновити функцію кінцівки у випадках необоротних ушкоджень нервів та денерваційних змін у м’язах гомілки.
6. Біомеханічний аналіз різних варіантів ортопедичних реконструкцій наслідків травм малогомілкового нерва показав високу ефективність транспозиції сухожилка заднього великогомілкового м’яза на сухожилки розгиначів пальців стопи порівняно з іншими варіантами реконструкції, оскільки при силі його скорочення 363,6 Н розвивається сила тильної флексії 320,26 Н, при тому що пацієнти мають змогу ще й окремих активних рухів у пальцях стопи. Найменш продуктивно пересаджений задній великогомілковий м’яз функціонує при варіанті операції Бридля – при силі його скорочення 363,6 Н розвивається сила тильної флексії лише 52,91 Н. Дані біомеханічних досліджень мають значне прикладне значення і дозволяють використовувати диференційований підхід до ортопедичного лікування наслідків необоротних ушкоджень малогомілкового нерва.
7. Найважчим видом травм нервів є вогнепальне та мінно-вибухове їх поранення через поліструктурність ушкоджень, велику площу ураження з розладами кровообігу та іннервації. При відновленні вогнепально травмованих нервів доцільно використовувати суспензію аутологічної жирової тканини у збагаченій тромбоцитами та фіксованій аутотромбіном плазмі для попередження адгезії, відновлення мобільності реконструйованого нерва, стимуляції його регенерації факторами росту, стимуляції неоангіогенезу для реваскуляризації нейротрансплантатів. Сучасні методи лікування вогнепальних дефектів тканин vac-системами ефективні, але не на опорній поверхні стопи, шкіра якої є унікальною. Методом вибору є вільні або ротовані шкірні та шкірно-м’язові клапті на судинній ніжці з бажаною їх реінервацію з басейну шкірних гілок здорового нерва для попередження утворень виразок при відновленні навантажень.
8. В основу нашої оцінки результатів лікування з відновлення функції кінцівки покладено наступні базові критерії: опірність кінцівки, активна елевація стопи та пальців, трофічні розлади на опорних поверхнях стопи, наявність або відсутність гіперпатичних больових синдромів. Створена нами система оцінювання результатів після операцій з відновлення нервів, ортопедичних реконструктивних хірургічних втручань при необоротних їх ушкодженнях дає можливість об’єктивно оцінити ступінь відновлення функції нижньої кінцівки.
9. Із 244 хворих, яким при операціях із відновлення ушкодженого нерва виконували електронейроміографічне обстеження, клініко-електронейроміографічну динаміку вдалось відслідкувати у 123 (50,4 %) пацієнтів. Із них ефективна реінервація м’язів (> М3) відбулась тільки у 24 (9,8 %) хворих. Неефективну реінервацію м’язів (M 0–2 ) отримали у 99 (40,6 %) хворих, 56 (22,9 %) із яких продовжували виконувати реконструктивні ортопедичні операції.
10. *Відмінного* результату при хірургічному втручанні тільки на нерві досягли у 40 (12,2 %) з 329 хворих; *добрі* результати при відновленні нерва мали тільки 8 (2,4 %) хворих; 8 (2,4 %) – *задовільні* результати; 65 (19,8 %) – *незадовільні* результати у хворих, які відмовилися продовжувати лікування наслідків ушкоджень нервів шляхом ортопедичних реконструкцій.
11. Ортопедичні реконструктивно-відновні хірургічні втручання виконували 96 хворим із наслідками травм нервів за відсутності регенерації нерва, необоротної денервації м’язів та трофічних розладів на стопі. Із них *відмінні* результати отримали у 32 (33,3 %) пацієнтів (9,7 % від усіх пацієнтів, які продовжили лікування в ортопедів); *добрі* результати – у 51 (53,1 %) оперованих хворих (15,5 % від усіх пацієнтів); *задовільні* – у 7 (7,3 %) хворих, (2,1 % від усіх пацієнтів); *незадовільних* було 2 (2,1 %), не вдалось відслідкувати результати у 4 (4,1 %) хворих.
12. У результаті комплексного нейрохірургічного та ортопедичного лікування й оцінки відновлення функції кінцівки, згідно з нашими критеріями *відмінні* результати отримали 72 (21,9 %) хворих; *добрі* – 59 (17,9 %) пацієнтів, на *задовільно* оцінили 15 (4,6 %) хворих, *незадовільних* було 67 (20,3 %). Не вдалось відслідкувати результат у 116 (35,3 %) пацієнтів через втрату з частиною хворих зв’язку та через продовження відновлення нервів у короткі строки після хірургічних втручань.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ**

**ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Страфун, С.С., Курінний, І.М., Гайович, В.І., Гайович, В.В. (2005). Реконструктивно-відновне лікування при наслідках тяжких травм нижньої кінцівки. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, *1*, 19-23. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
2. Страфун, С.С., Вовченко, Г.Я., Гайович, В.В., Гайко, О.Г. (2007). Динаміка сонографічних показників структурно-функціонального стану денервованих м’язів нижньої кінцівки. *Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина», вип. 32*, 182-186. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
3. Григоровський, В.В., Страфун, С.С., Гайко, О.Г., Гайович, В.В. (2008). Патоморфологічні особливості денерваційних змін скелетних м’язів, деякі клінічні та морфо-електрофізіологічні залежності у хворих із застарілими ушкодженнями нервів нижньої кінцівки. *Патологія,* *5*(1), 34-40. Особистий внесок автора полягає зборі клінічного матеріалу, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
4. Гайович, В.В., Гайко, О.Г. (2009). Тактика лікування ушкоджень малогомілкового нерва. *Вісник морської медицини, 2*, 207-211. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
5. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Гайко, О.Г., Торчинський, В.П. (2010). Ушкодження периферичних нервів при ендопротезуванні кульшового суглоба. *Травма, 11*(5), 45-49. Індексується в наукометричних базах РИНЦ (Science Index), Google Scholar, «Джерело», Academic Resource Index (Research Bible). Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
6. Григоровський, В.В., Страфун, С.С., Гайко, О.Г., Гайович, В.В., Блінова, О.М. (2011). Патоморфологічні зміни скелетних м’язів і залежності деяких клінічних, електрофізіологічних та морфологічних показників у хворих з ушкодженнями нервів верхньої кінцівки. *Ортопедия, травматология и протезирование,* 2, 17-25. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
7. Страфун, С.С. Гайович, В.В., Гайко, О.Г. (2011). Неврологічні ускладнення переломів та переломо-вивихів у кульшовому суглобі. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 4, 9-12. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
8. Гайович, В.В., Макаренко, О.М., Савосько, С.І. (2013). Порівняльний аналіз змін скелетних м’язів гомілки щура при травматичному ушкодженні сідничого нерва різної локалізації. *Вісник ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія»*, *13*, вип. 4(44), 77-81. Особистий внесок автора полягає у проведенні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
9. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Долгополов, О.В. (2013). [Відновлення функції стопи в пацієнтів з ішемічною контрактурою та ушкодженням периферичних нервів нижньої кінцівки](http://www.mif-ua.com/archive/article/37725). *Травма,* *14*(6), 83-89. Індексується в наукометричних базах РИНЦ (Science Index), Google Scholar, «Джерело», Academic Resource Index (Research Bible). Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
10. Гайович, В.В., Макаренко, О.М., Савосько, С.І. (2013). Регенерація сідничного нерва при різних рівнях травматичного ушкодження в експерименті. *Вісник ортопедії, травматології та протезування,* 3, 5-9. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
11. Gayovich, V. (2014). Prevence dlouhodobe atrofii denervovanych kosternich svalu. *Modern Sciense – Moderni veda – Praha – Ceske Republika, Nemoros,* 3, 52-57. МК 53506/2013 ОМА. (Закордонна публікація – Чехія).
12. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Магомедов, О.М. (2014). Биохимические изменения в скелетных мышцах при травматическом повреждении периферического нерва в эксперименте. *Центрально-азиатский журнал сердечно-сосудистой хирургии*, 12, 85-89. (Закордонна публікація – Киргизія) Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту на щурах, виведенні їх з експерименту, взятті біологічного матеріалу та аналізі результатів біохімічного дослідження, їх інтерпретації та написанні статті.
13. Магомедов, С., Страфун, С.С., Кравченко, Е.Н., Гайович, В.В., Криницкая, О.Ф. (2014). Влияние длительности и тяжести повреждения периферических нервов на активность ферментов энергетического обмена и содержание электролитов в биологическом материале больных. *Клінічна хірургія*, 5, 59-62. ISSN 0023-2130. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
14. Гайович В.В. (2014). Вплив збагаченої тромбоцитами плазми на відновлення нерва і м’яза після їх травматичного ушкодження. *Український нейрохірургічний журнал*, 3, 79-83. Включений до наукометричних баз РІНЦ.
15. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Савосько, С.І. (2014). Ультраструктурна оцінка відновлення травмованого сідничного нерва при аутопластиці його великих дефектів у щурів в експерименті. *Український нейрохірургічний журнал*, 4, 50-54. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
16. Гайович, В.В., Макаренко, О.М., Савосько, С.І. (2014). Особливості обміну жирних кислот після травми периферійного нерва у щурів. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 1, 20-24. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
17. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Безуглий, А.А., Савосько, С.І. (2014). Порівняльний аналіз результатів відновлення сідничного нерва при різних способах аутопластики. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2, 9-13. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
18. Григоровский, В.В., Страфун, С.С., Гайко, О.Г., Гайович, В.В. Блинова, Е.Н. (2014). Гистопатологические изменения и кореляционные зависимости морфологических показателей состояния мышц конечностей и клинических данных у больных с последствиями травматических нарушений иннервации. *Гений ортопеди*, 4, 49-57. (Закордонна публікація – Росія). Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
19. Gayovich, V.V., Makarenko, A.N., & Savosko, S.I. (2014). Krvna plazma s koncentrovanymi krvnymi dostickami napomaha neuromuskularnemu hojeniu po autotransplantacii sedacieho nervu u potkanov. *Slovensky lekar, Nov-dec,* 11-17. (Закордонна публікація – Словакія). Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
20. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Гайович, І.В., Гайко, О.Г., Борзих, Н.О. (2015). Лікування пошкоджень нервів кінцівок у результаті вогнепальних поранень. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2, 16-21. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
21. Zoltan, T., Dorottya, F., Bela, K., & Gayovich, V. (2015). Thrombocyta gardag plazmaval kezelt periferias idegrekonstrukcio vizsgalata patkanyokon. *Magyar traumatologia ortopedia kezsebeszet plasztikai sebeszet.* *LVIII. EVFOLYAM, 58*(1), 63-72. (Закордонна публікація – Угорщина) Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
22. Страфун, С.С., Гайович, І.В., Гайович, В.В., Борзих, Н.О., Савосько, С.І. (2015). Вплив суспензії жирової тканини на відновлення периферійного нерва після аутопластики дефекту. *Вісник ортопедії, травматології та протезування,* 4, 46-50. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
23. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Гайко, О.Г., Страфун, О.С. (2015). Лікування тракційних поєднаних ушкоджень малогомілкового нерва. *Ортопедія, травматологія та протезування*, 4, 29-36. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
24. Страфун, С.С., Гайович, В.В., Макаренко, О.М., Савосько, С.І. (2015). Структурно-метаболічні зміни скелетних м’язів при травмуванні периферичного нерва. *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2, 102-105. Включений до реферативної бази даних Google Scholar. Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
25. Страфун, С.С., Гайович, І.В., Гайович, В.В., Борзих, Н.О., Савосько, С.І. (2016). Вплив трансплантації концентрованої суспензії червоного кісткового мозку на структурно-функціональне відновлення сідничого нерва після аутопластики. *Літопис травматології та ортопедії*, 1-2, 96-102. Включений та індексується наукометричною базою даних Google Scholar. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
26. Гайович, В.В., Гайович, І.В., Борзих, Н.О. Застосування жирплазмотромбоцитарної тканинної суміші у регенерації травматично ушкодженого периферичного нерва. *Травма*, *17*(2), 73-77. Індексується в наукометричних базах РИНЦ (Science Index), Google Scholar, «Джерело», Academic Resource Index (Research Bible) Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
27. Гайович, В.В., Магомедов, А.М., Макаренко, О.М., Савосько, С.І. (2016). Метаболічні зміни скелетних м’язів при травматичному ушкодженні периферійного нерва та аутопластиці в експерименті. *Клінічна хірургія*, 3. 58-61. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
28. Цимбалюк, В.І., Страфун, С.С., Гайко, О.Г., Гайович, В.В. (2016). Концепція відновлення функції кінцівки при травматичному ушкодженні периферичних нервів. *Український нейрохірургічний журнал*, 3, 48-54. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
29. Гайович, В.В., Магомедов, С., Макаренко, О.М., Савосько, С.І. Біохімічні зміни в скелетних м’язах при травматичному ушкодженні периферійного нерва в експерименті. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 1, 33-40. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у виконанні експерименту, аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.
30. Страфун, С.С., Гайович, В.В. Гайко, О.Г. (2017). Оцінка результатів лікування хворих із застарілими ушкодженнями периферичних нервів нижньої кінцівки. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, 2, 4-9. Включений до наукометричних баз РІНЦ. Особистий внесок автора полягає у аналізі результатів дослідження та інтерпретації отриманих даних.

**АНОТАЦІЯ**

**Гайович В. В.**Комплексне ортопедичне лікування хворих з травматичними ушкодженнями периферичних нервів нижньої кінцівки (клініко-експериментальне дослідження). - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.21 «Травматологія та ортопедія» (222 - Медицина). -
ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, 2017.

Дисертація присвячена пошуку шляхів покращення результатів відновлення функції нижньої кінцівки у хворих із травмами периферичних нервів. В експериментальній частині роботи досліджено реакції на тривалу денервацію м’язів краніальних та тазостегнових кінцівок щурів, проаналізовано вплив різних факторів на результати відновлення нерва, з’ясовано дію фактора росту нерва, тироксину та збагаченої тромбоцитами плазми на регенерацію нерва і підтримання життєдіяльності м’язів при тривалій денервації. У клінічній частині роботи запропоновано концепцію лікування хворих із поєднаними ушкодженнями нервів, яка базується на трьох основних положеннях: визначення рівня та ступеня ушкодження нерва, оцінка характеру та ступеня ураження ключових м’язів, оцінка ушкодження інших функціональних структур. У результаті розроблено систему відновлення опороздатності нижньої кінцівки у хворих із травматичним ушкодженням периферичних нервів на основі розробки концепції комплексного, патогенетично обґрунтованого лікування із застосуванням нових та удосконалених хірургічних методик, клітинних та тканинних технологій.

**Ключові слова:** периферичні нерви, нижня кінцівка, необоротні ушкодження, дефект нерва, пластика нерва, шов нерва, клітинні технології, денервація м’язів, концепція, реконструктивні ортопедичні втручання, транспозиція м’язів, елевація стопи та пальців, відновлення функції кінцівки.

**АННОТАЦИЯ**

**Гайович В. В.** Комплексное ортопедическое лечение больных с травматическими повреждениями периферических нервов нижней конечности (клинико-экспериментальное исследование). - Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.21 «Травматология и ортопедия» (222 - Медицина). – ГУ «Институт травматологии и ортопедии АМН Украины», Киев, 2017.

Диссертация посвящена поиску путей улучшения результатов восстановления функции нижней конечности у больных с травмами периферических нервов и состоит из экспериментальной и клинической частей. Экспериментальная часть работы посвящена системному анализу всех возможных факторов влияния на результаты лечения травм нервов и поисков путей улучшения результатов лечения путем стимуляции регенерации восстановленного нерва, поддержания жизнедеятельности мышц при длительной денервации фактором роста нерва, тироксином и обогащенной тромбоцитами плазмой у крыс. В результате исследования обнаружили большую толерантность мышц нижней конечности к длительной денервации при проксимальной травме нерва, что проявлялось на гистологическом, ультраструктурном и морфометирическом уровнях. При анализе влияния стимулирующих факторов на восстановительные процессы, отмечено, что наибольшее влияние имела аутопластика с обогащенной тромбоцитами плазмой. Морфометрических анализ показал, что тироксин и обогащенная тромбоцитами плазма не только активировали количество и диаметр нервных волокон, но и улучшали их ремиелинизацию. На замедление гипотрофических процессов в мышцах и нормализации белкового обмена больше влияла обогащенная тромбоцитами плазма и тироксин. Кальциевый обмен существенно изменился при применении фактора роста нерва и тироксина. Относительно ровное сохранение мышечной ткани наблюдали в группах, где использовали фактор роста нерва, тироксин и обогащенную тромбоцитами плазму.

Клиническая часть работы посвящена разработке и обоснованию системы лечения больных с повреждением периферических нервов и сочетанных с ними повреждений для восстановления функций нижней конечности. Автором разработана концепция, которая базируется на трех основных положениях: определение уровня и степени повреждения нерва, оценка характера и степени поражения ключевых мышц, оценка повреждения других функциональных структур. Концепция позволяет в конкретные сроки на этапах реконструктивно-восстановительных операций на основе критериев клинико-инструментальных данных достоверно прогнозировать результат и выработать показания к быстрому и эффективному восстановлению функции конечности.

Основываясь на анализе клинического материала и опыте работы, автор освещает аспекты тактики, стратегии и дает практические рекомендации по восстановлению функции конечности в зависимости от уровня повреждения нерва. Особое внимание обращено на огнестрельные поражения, где диссертант предлагает использование тканевых и клеточных технологий для лечения таких состояний.

Значительная часть работы посвящена восстановлению функции конечности путем ортопедических реконструкций у больных с необратимыми повреждениями нерва и бесперспективной дегенерацией денервированных мышц. Автором разработаны операции по реиннервации проблемных участков опорных поверхностей стопы, предложена методика транспозиции мышц для восстановления подъемов стопы и пальцев при необратимых повреждениях малоберцового нерва, биомеханически доказана ее наибольшая эффективность.

Автором предложена система оценки результатов лечения больных с полиструктурной травмой, сочетанной с повреждениями нервов, где учитываются результаты лечения как самого нерва, так и результатов ортопедических реконструкций. В ее основу был положен концептуальный тактический подход к лечению, где в понятие восстановления функции конечности вошли следующие параметры: восстановление опороспособности конечности, восстановления защитной чувствительности нагрузочных поверхностей стопы, реиннервация мышц до уровня М3 и более, восстановление активных движений в смежных суставах и стопе, отсутствие гиперпатических болевых синдромов.

Отличного результата при хирургическом вмешательстве только на нерве достигли в 40 (12,2 %) из 329 больных; хорошие результаты при восстановлении нерва имели только 8 (2,4 %) больных; 8 (2,4 %) - удовлетворительные результаты; 65 (19,8 %) - неудовлетворительные результаты у больных, которые отказались продолжать лечение последствий повреждений нервов путем ортопедических реконструкций.

Ортопедические реконструктивно-восстановительные хирургические вмешательства выполняли 96 больным с последствиями травм нервов при отсутствии регенерации нерва, необратимой денервации мышц и трофических расстройствах на стопе. Из них отличные результаты получили в 32 (33,3 %) пациентов (9,7 % от всех пациентов, которые продолжили лечение в ортопедов) хорошие результаты - в 51 (53,1 %) оперированных больных (15,5 % от всех пациентов) удовлетворительные - у 7 (7,3 %) больных, (2,1 % от всех пациентов) неудовлетворительных было 2 (2,1 %), не удалось отследить результаты в 4 (4,1 %) больных.

В результате комплексного нейрохирургического и ортопедического лечения и оценки восстановления функции конечности, согласно нашим критериям отличные результаты получили 72 (21,9 %) больных; хорошие – 59 (17,9 %) пациентов, на удовлетворительно оценили 15 (4,6 %) больных, неудовлетворительных было 67 (20,3 %). Не удалось отследить результат в 116 (35,3 %) пациентов из-за потери с частью больных связи и из-за продолжения восстановления нервов в короткие сроки после хирургических вмешательств.

**Ключевые слова**: периферические нервы, нижняя конечность, необратимые повреждения, дефект нерва, пластика нерва, шов нерва, клеточные технологии, денервация мышц, концепция, реконструктивные ортопедические вмешательства, транспозиция мышц, элевация стопы и пальцев, восстановление функции конечности.

**ANNOTATION**

Complex orthopedic treatment of patients with injurie of peripheral nerves of lower limb (clinical and experimental study). - Qualifying scientific work with the rights of manuscripts.

The thesis for the degree of doctor of medical sciences, specialty 14.01.21 "Traumatology and Orthopedics" (222 - Medicine). – State institution “Institute of Traumatology and Orthopedics, NAMS of Ukraine”, Kyiv, 2017.

**Annotation summary**

The work is devoted to improve the results of restoration of the function, of the lower extremity in patients with peripheral nerves injury. In the experimental part of the study, the reactions to long-term denervation of the muscles of the cranial and pelvic limbs of the rats were investigated. We analyzed the influence of various factors on the recovery of the nerve: the effect of the nerve growth factor, thyroxine and platelet rich gel on nerve regeneration and maintenance of muscles in case of long denervation. In the clinical part of the work, we proposed the concept of treatment of patients with combined nerve damage, which is based on three main provisions: determination of the level and degree of nerve injury, assessment of the nature and degree of injury of key muscles, evaluation of damage to other functional structures. As a result, we developed a system of restoration of the lower extremity bearing capacity in patients with injury of peripheral nerve on the basis of the concept of complex, pathogenetically substantiated treatment with the use of new and improved surgical techniques, cell and tissue technologies.

Key words: peripheral nerves, lower extremity, irreversible damage, nerve defect, nerve plastic, nerve suturing, cell technology, muscle denervation, concept, reconstructive orthopedic interventions, muscle transposition, elevation of foot and fingers, restoration of limb function.