

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ НЕЙРОХІРУРГІЇ
ім. акад. А.П. РОМОДАНОВА НАМН УКРАЇНИ»

ЦИМБАЛЮК ЮЛІЯ ВІТАЛІЇВНА

УДК 616.833-001-089:612.015.36:615.84

**ВІДНОВНЕ НЕЙРОХІРУРГІЧНЕ ЛІКУВАННЯ
УШКОДЖЕНЬ ПЕРИФЕРИЧНИХ НЕРВІВ ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ ДОВГОТРИВАЛОЇ
ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ**

14.01.05 – нейрохірургія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора медичних наук

Київ — 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України».

Науковий консультант:

доктор медичних наук, професор, академік НАН та НАМН України **Зозуля Юрій Панасович**, ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України», радник адміністрації.

Офіційні опоненти:

доктор мед. наук, професор **Потапов Олександр Іванович**, Івано-Франківського національного медичного університету МОЗ України, завідувач кафедри неврології та нейрохірургії;

доктор мед. наук, професор **Гончарук Олег Олександрович**, ПВНЗ «Міжнародна академія екології та медицини», завідувач кафедри хірургії;

доктор мед. наук, професор **Квасніцький Микола Васильович**, Державна наукова установа «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами, головний науковий співробітник наукового відділу малоінвазивної хірургії.

Захист відбудеться «03» березня 2015 р. о 12.00 годині на засіданні Спеціалізованої вченої ради Д 26.557.01 в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України» за адресою: 04050, м. Київ, вул. П.Майбороди 32.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України» за адресою: 04050, м. Київ, вул. П.Майбороди 32.

Автореферат розісланий «30» січня 2015 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради
д.мед.н., с.н.с.

Скобська О.Є.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Незважаючи на значний розвиток медицини і нейрохірургії зокрема, в даний час задача відновлення функції ушкоджених периферичних нервів залишається однією з найбільш складних. Протягом останніх років відзначається зростання частоти травм периферичної нервової системи серед інших ушкоджень опорно-рухового апарату. В мирний час ушкодження нервів спостерігають від 1,5% до 6% випадків від загальної кількості травм кінцівок, а під час військових дій цей показник досягає 12%, проте за втратою працездатності вони займають перше місце. Важливою особливістю цих травм є те, що страждають люди молодого працездатного віку, з яких 60% стає інвалідами (Панов Д.Е. 2006; Давлятов А.А. 2007; Самосюк И.З. 2012; Rommens P.M., Kuechle R., Bord T. 2008; Lim R., Tay S.C., Yam A. 2012).

Ушкодження периферичних нервів призводить до втрати рухових, чутливих, вегетативних функцій денервованої кінцівки, супроводжуються обтяжливими симптомами для хворого, такими як: гіпералгезія, гіперпатія та біль (Гусев Е.И. 2009). Для відновлення втрачених функцій після ушкодження периферичного нерва необхідна регенерація аксонів та реіннервація з урахуванням пластичності нервової системи. Тому актуальним залишається питання стимулювання регенеративних процесів для максимально можливого відновлення функції нервового стовбуру (Третяк І.Б. 2007; Серяков В.И. 2009; Wan L.D., Xia R., Ding W.L. 2010). Враховуючи безумовну актуальність проблеми, її соціальну та медичну значущість, запропоновано різноманітні лікувальні стратегії для відновлення функцій периферичних нервів.

Підвищення ступеня відновлення функції нерва можливо двома шляхами: вдосконалення методик направлених на відновлення анатомічної цілісності нервів (шов нерва, аутопластика, невротизація) та вплив на регенерацію аксонів (стимуляція регенерації аксонів).

Якщо на першому шляху досягнуто значних успіхів за рахунок мікрохірургії, яка на сьогодні дає можливість адекватно співставити не тільки відрізки ушкоджених нервів, а й навіть окремі їх фасцикули, то регенерація нервів не завжди буває задовільною. Відповідно стимуляція регенерації периферичних нервів була і є однією з найважливіших складових відновлення функції ушкодженого нерва. З метою стимуляції регенерації використовують засоби (в тому числі медикаментозні), які покращують мікроциркуляцію нерва та провідність по нервовому стовбуру, великий арсенал фізіотерапевтичних методів, таких як: фонофорез з лікарськими препаратами, дарсонваль, лазеро-магнітотерапію, аплікації озокериту, різноманітних грязей, масаж та інші. Але найбільш перспективним засобом відновлення функції, як периферичного нерва, так і виконавців – м'язів є електростимуляція: поверхнева і глибока. Поверхнева стимуляція нервів та м'язів забезпечує скорочення і, відповідно, збереження м'язових волокон до пророщення аксонів, а глибока – безпосередньо нерва має більші можливості, забезпечує стимуляцію регенерації нерва, пришвидшення росту аксонів і збереження скоротливої функції м'язів. Стандартно для стимуляції нерва після його зшивання або після невротизації на нерв, як правило, накладається графітовий електрод, що через контрапертуру виводиться

назовні, і через який в післяопераційному періоді проводиться електростимуляція ушкодженого периферичного нерва. Електростимуляція покращує регенерацію, що підкреслено багатьма авторами (Ильина Е.Н. 2004; Сапон М.А. 2007; Третьяк І.Б. 2007; Бехтерева Н.П. 2008; Пономаренко Г.Н. 2008; Wan L.D., Xia R., Ding W.L. 2010; Alrashdan M.S., Sung M.A., Kwon Y.K. 2011; Teodori R.M., Silva A.M., Silva M.T 2011). Разом з тим, ця стимуляція неможлива протягом тривалого часу, оскільки виведені назовні електроди у деяких хворих стають воротами проникнення інфекції із зовнішніх покривів шкіри, що веде до запалення в зоні операції і в подальшому зводить нанівець досягнуті позитивні результати. Крім того, ці хворі повинні довго перебувати в стаціонарі так як вдома вони не можуть проводити електростимуляцію. Все це обмовило нашу мету та завдання дослідження. Були створені спеціальні електроди для периферичних нервів, відпрацьовані параметри, проведені експериментальні дослідження на тваринах. Після отримання позитивного ефекту в експерименті, розроблені електростимуляційні системи були вперше застосовані і в клініці хворим із ушкодженнями периферичних нервів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в межах планових науково-дослідних робіт ДУ «Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України»: «Дослідити ефективність лікування хронічних больових синдромів центрального генезу за допомогою електростимуляційних систем» за № держреєстрації 0102 U003243 (2002-2004 рр.) та «Вивчити вплив довготривалої електростимуляції на відновлення функції нервів» за № держреєстрації 0113U000291 (2013–2015 рр.).

Мета дослідження: покращення результатів відновного лікування хворих з ушкодженням периферичних нервів шляхом експериментального обґрунтування та розробки і впровадження методики прямої довготривалої лікувальної електростимуляції, визначення показів та протипоказів до прямої довготривалої лікувальної електростимуляції (ДЛЕС).

Задачі дослідження:

1. Модифікувати модель експериментального перетину сідничного нерва, нейрорафії для забезпечення адекватної електростимуляції у тварин (кролів) для вивчення впливу довготривалої електростимуляції на відновлення функції травмованої кінцівки.

2. Вивчити в експерименті реакції тканин на мікроелектроди та вплив прямої довготривалої електростимуляції на нейрофізіологічні показники провідності нерва та функціональний стан нервово-м'язового апарату.

3. Дослідити вплив прямої довготривалої електростимуляції на структури нервово-м'язового апарату (рухової одиниці) у тварин в експерименті за допомогою комплексу електронейроміографічних та патоморфологічних досліджень.

4. Розробити методику прямої довготривалої електростимуляції для комплексного відновного лікування у хворих з наслідками ушкодження периферичних нервів.

5. Вивчити ранні та віддалені результати ДЛЕС у хворих з ушкодженнями нервів.
6. Провести аналіз ефективності хірургічного лікування уражень нервів з використанням довготривалої лікувальної електростимуляції та без неї.
7. Розробити та впровадити рекомендації по використанню системи для прямої довготривалої електростимуляції в комплексному відновному лікуванні у хворих з наслідками ушкодження периферичних нервів.

Об'єкт дослідження — ушкодження периферичних нервів.

Предмет дослідження — клініка, діагностика, хірургічне лікування ушкоджень периферичних нервів із застосуванням довготривалої електростимуляції.

Методи дослідження: клініко-неврологічний, нейрофізіологічні (комп'ютерна електронейроміографія: поверхнева електронейроміографія, голкова електронейроміографія) для функціональної діагностики ушкоджень нервів. Експериментальні методи: моделювання травми сідничного нерва у кролів, нейрорафія та імплантація нейростимуляційної системи; патоморфологічні, імуногістохімічні, електронно-мікроскопічні методи для визначення впливу тривалої електростимуляції на структури нервово-м'язового апарату. Статистичні методи обробки інформації для оцінки достовірності отриманих результатів.

Під час виконання дисертаційного дослідження дотримані принципи біоетики. Експерименти на тваринах проведені з дотриманням вимог біомедицини та згідно з правилами Європейської конвенції захисту хребетних тварин, яких використовують у наукових цілях.

Наукова новизна отриманих результатів

Запропонована дисертаційна робота вирішує проблему сучасної нейрохірургії та неврології – покращення результатів відновного лікування хворих з ураженням периферичних нервів шляхом експериментального обґрунтування та розробки методики прямої довготривалої лікувальної електростимуляції, визначення показів та протипоказів до довготривалої лікувальної електростимуляції.

Модифіковано модель експериментального перетину сідничного нерва, нейрорафії та імплантації мікроелектродів для стимуляції у тварин (кролів) для вивчення впливу довготривалої електростимуляції на відновлення функції травмованої кінцівки.

Вперше проведені експериментальні та клінічні дослідження з використанням вітчизняної системи для довготривалої лікувальної електростимуляції (ДЛЕС) при ушкодженні нервів.

Доповнено наукові дані та проаналізовані нейрофізіологічні показники провідності нервового стовбуру та функціональні можливості м'язів експериментальних тварин під впливом довготривалої електростимуляції в різні терміни регенерації.

Встановлено, що показники амплітуди М-відповіді були більше ніж вдвічі кращими при використанні довготривалої електростимуляції, як через один місяць спостережень, так і через два місяці спостережень.

Встановлено позитивний вплив ДЛЕС на якість та швидкість регенерації нервових волокон: показники співвідношення діаметру осьових циліндрів і мієлінових оболонки в групах порівняння склали відповідно $1,34 \pm 0,02$ та $0,65 \pm 0,01$, а в основних групах (дія електростимуляції 1 і 2 місяці) – $0,62 \pm 0,009$ та $0,42 \pm 0,006$.

Уточнено наукові дані, що регенераційні зміни при дії електростимуляції проявляються активним новоутворенням строми нервового стовбура (передусім, клітин периневрію). Регенерація периферичного нерва набуває фізіологічної спроможності (відновлення РО) відповідно у спрямованості нервових волокон, компенсаторній фокальній гіперплазії та кластерній проліферації клітин Шванна і нормалізації співвідношення судинних і сполучно-тканинних елементів.

Встановлено позитивний вплив ДЛЕС на ангиогенез. На поперечному зрізі в групах порівняння середня кількість капілярів досягає 38-41 на 100 мкм², а після тривалої електростимуляції 1 і 2 місяці – в середньому відповідно до 52 та 58 на 100 мкм². Нейровазальні співвідношення в групі порівняння терміном 1 та 2 місяці відповідно 38 : 82 і 41 : 89, в той час як в основних групах – 52 : 121 і 58 : 125.

Встановлено, що відновлення невральних та мезенхімальних структур та їх клітинні співвідношення в ділянці регенераційної невроми, корелюють з дією електростимуляції. Саме співвідношення активності різних типів клітин змінюється під впливом електростимуляції і забезпечує функціонально спроможну репарацію.

На основі аналізу результатів хірургічних втручань із застосуванням довготривалої лікувальної електростимуляції при ушкодженнях периферичних нервів уточнено, залежно від варіанту оперативного втручання, покази до хірургічного лікування невропатій із застосуванням прямої довготривалої електростимуляції, запропоновано оптимальні терміни та обґрунтована доцільність її проведення.

Доведено ефективність ДЛЕС у хворих дітей з наслідками пологових ушкоджень плечового сплетення та лицьового нерва, коли давність захворювання перевищує два роки.

Розроблено та впроваджено діагностично-лікувальну схему, що дозволяє диференційовано визначати покази до лікування хворих з наслідками ушкодження нервів із застосуванням прямої довготривалої електростимуляції.

Встановлено, що в ранньому післяопераційному періоді при застосуванні електростимуляції спостерігається перш за все покращення моторної функції.

Відмічено, що кращі результати відновлення функції нерва, в порівнянні з традиційними оперативним втручанням, отримано при проведенні в післяопераційному періоді довготривалої електростимуляції при різних видах оперативних втручань.

Практичне значення одержаних результатів

Запропонована методика прямої довготривалої електростимуляції в комплексному лікуванні наслідків ушкодження периферичних нервів.

Розроблена лікувально-діагностична схема заходів надання допомоги хворим з наслідками ушкодження периферичних нервів із застосуванням прямої довготривалої електростимуляції може бути використана в розробці клінічних протоколів стандартів лікування цієї патології.

Запропоновано спосіб стимуляції росту і регенерації сідничного нерва у кролів методом електростимуляції після його ушкодження в експерименті, що включає комбіноване лікування сідничного нерва (патент України на корисну модель №84837 від 11.11.13). Виявлено позитивний вплив на регенерацію елементів рухової одиниці.

Запропоновано спосіб тривалої електростимуляції за допомогою імплантованої електростимулюючої системи «Нейсі 3М» при синдромі грудного виходу, що є методом комбінованого лікування (патент України на корисну модель №82507 від 12.08.13).

Запропоновано спосіб поетапної тривалої електростимуляції за допомогою імплантованої електростимулюючої системи «Нейсі 3М» при травмі плечового сплетення, що є методом комбінованого лікування (патент України на корисну модель №82504 від 12.08.13).

Запропоновано спосіб тривалої електростимуляції за допомогою імплантованої електростимулюючої системи «Нейсі 3М», що імплантується, при контрактурі Фолькмана, що є методом комбінованого лікування (патент України на корисну модель №82505 від 12.08.13).

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані в діяльності неврологічних, хірургічних, травматологічних та нейрохірургічних підрозділів та сприяти покращенню результатів лікування хворих даної категорії.

Розроблені методичні підходи впроваджені в практичну роботу лабораторії експериментальної нейрохірургії ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України». На даний час результати проведеного дослідження впроваджені в практичну діяльність відділення відновлювальної нейрохірургії з рентгеноопераційною ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України»; відділення нейрохірургії Полтавської обласної клінічної лікарні ім. М.В. Скліфосовського; відділення нейрохірургії КУ «Міська клінічна лікарня екстреної та швидкої медичної допомоги м. Запоріжжя».

Матеріали дослідження включено в курс лекцій кафедр нейрохірургії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця МОЗ України та Національної медичної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика.

Особистий внесок здобувача

Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням. Автор особисто провів аналіз наукової літератури за темою дисертації, патентно-інформаційний пошук, у тому числі й за електронними базами даних. Власноруч розроблена модель та проведено експериментальне дослідження впливу прямої довготривалої електростимуляції на відновлення функції сідничного нерва (кролів) при його перетині та нейрорафії. Автором самостійно проводилось формування груп хворих, виконання операційних втручань. Автором самостійно проведено аналіз 537 історій хвороби пацієнтів із наслідками ушкоджень периферичних нервів, які знаходились на лікуванні у відділенні відновлювальної нейрохірургії. Проведена статистична обробка результатів дослідження. Результати досліджень та висновки обговорено з науковим консультантом дисертації, академіком НАН та НАМН України, доктором медичних наук, професором Ю.П. Зозулею. Усі розділи дисертаційної роботи

написані автором особисто. Матеріали, висновки та положення кандидатської дисертації автора не використовувалися в її докторській дисертації.

Апробація результатів дисертації

Результати роботи доповідались на: науково-практичній конференції Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова АМН України (Київ, 2012); конференції нейрохірургів України (Київ, 26-27 вересня 2012 року); Сибірському міжнародному нейрохірургічному форумі (Сибирский международный нейрохирургический форум. – Новосибирск, 2012); IV Конгресі Світової Федерації Українських Лікарських Товариств, 4-6 жовтня 2012 р. (м. Донецьк. – Донецьк – Київ – Чікаго, 2012); IV Міжнародному медичному форумі: Інновації в медицині – Здоров'я нації (16-19 квітня 2013), Інноваційні технології в медицині (18 квітня 2013 року), Україна, Київ; Школі-семінарі (Применение частично-имплантируемых электростимуляционных систем в восстановительной нейрохирургии), Санкт-Петербург, 23-24 квітня 2013; V З'їзді нейрохірургів України (Ужгород, 25-28 червня 2013); XII З'їзді ВУЛТ (Всеукраїнського лікарського товариства), Київ, 5-7 вересня 2013 року; XIII Всеросійській науково-практичній конференції «Поленовские чтения», Росія, Санкт-Петербург, 15-18 квітня 2014.

Апробація дисертації проведена на засіданні вченої ради ДУ «Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України» сумісно з кафедрами нейрохірургії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця МОЗ України та Національної медичної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика МОЗ України 04 квітня 2014 протокол № 8.

Публікації

За результатами дисертації опублікована 31 наукова друкована робота, з яких 21 стаття (з них 6 одноосібних) у тому числі 20 статей у фахових періодичних виданнях рекомендованих МОН України, 7 – у виданнях, які цитуються у міжнародних наукометричних базах, 3 – у періодичних виданнях іноземних держав, 4 патенти України на корисну модель, 6 тез доповідей на конференціях, з'їздах, конгресах.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, огляду літератури, 5 розділів власних досліджень, підсумку, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних літературних джерел, додатку. Робота викладена на 298 сторінках машинопису, ілюстрована 134 рисунками, містить 45 таблиць. Список літературних джерел містить 360 посилань, з них 145 – кирилицею, 215 – латиною.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріал і методи дослідження.

Дисертаційне дослідження ґрунтується на аналізі експериментальних та клінічних досліджень, що були виконані в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України».

Експериментальне дослідження виконано для вивчення впливу прямої довготривалої електростимуляції на морфо-функціональний стан нервово-м'язового апарату у дослідних тварин (кролів) при перетині та нейрорафії сідничного нерва з використанням електростимуляційної системи вітчизняного виробництва «Нейсі 3М» (НПП ВЕЛ, Київ). Експеримент проведено на статевозрілих кролях-самцях породи «шиншила». Тварини були розподілені на дві групи:

- перша група (основна група) — пересічення сідничного нерва та нейрорафія на рівні середньої третини лівого стегна з імплантацією електродів для довготривалої електростимуляції (10 тварин);

- друга група (група порівняння) — аналогічне пересічення сідничного нерва та його зшивання без імплантації електродів для довготривалої електростимуляції (10 тварин).

Тваринам основної (з електродами) групи проводили пряму довготривалу електростимуляцію лівого сідничного нерва за допомогою імплантованих електродів та нейростимулятора «Нейсі 3М». Принцип роботи «Нейсі 3М»: імпульси напруги від генератора апарату передаються через передавальну антену, яка прикладається до поверхні шкіри над приймальною антеною, що імплантована в тіло тварини. Від приймальної антени імпульси напруги через тонкий кабель подаються на електроди, які підшиті до епіневрію сідничного нерва. Довготривалу електростимуляцію проводили щоденно з третьої доби після операції. Тривалість одного сеансу електростимуляції була п'ять хвилин протягом одного та двох місяців відповідно термінам спостереження. Для з'ясування закономірностей функціональних співвідношень нервових стовбурів після шва нерва та компенсаторно пристосувально – репараційних процесів в результаті впливу електростимуляції проведено вивчення структурних змін нервових стовбурів у різні терміни дослідження. Для оцінки функціональних результатів були використані електронейроміографічні дослідження.

Морфологічні дослідження проводили з використанням світлооптичних спеціальних, оглядових та субмікроскопічних методів. Для детального вивчення впливу довготривалої електростимуляції проводилось також електронно-мікроскопічне дослідження фрагментів проксимального та дистального відрізка нерва, литкового м'яза та спинного мозку на рівні поперекового потовщення. Рівень поперекового потовщення визначали за допомогою комп'ютерної електронейроміографії.

У відділенні відновлювальної нейрохірургії з рентгеноопераційною ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України» проведено комплексне дослідження 537 хворих з наслідками ушкодження периферичних нервів, що були прооперовані з 2002 по 2013 роки.

Вік пацієнтів був від 2-х до 80 років. Найбільша кількість хворих була молодого віку (21-44 роки) – 58,1%. За статевою ознакою переважали хворі чоловічої статі – 71,9%. За клінічними групами хворі були розподілені таким чином: хворі з ураженнями нервів верхньої кінцівки – 429 (80%), з ушкодженнями нервів нижньої кінцівки – 96 (17,8%), з ушкодженням лицьового нерва – 12 хворих (2,2%) (табл. 1).

Розподіл хворих за клінічними групами

Клінічні синдроми	Кількість хворих
Ураження нервів верхньої кінцівки	429 (80%)
Ураження нервів нижньої кінцівки	96 (17,8%)
Ураження лицьового нерва	12 (2,2%)
Разом	537 (100%)

В залежності від тривалості захворювання (від моменту травми або появи перших симптомів до оперативного лікування) всі хворі були поділені на п'ять груп (табл. 2).

Розподіл хворих за групами (за тривалістю захворювання)

Група хворих	Кількість хворих
1 група (1-6 місяців)	239 (44,5%)
2 група (6-12 місяців)	94 (17,5%)
3 група (12-18 місяців)	63 (11,7%)
4 група (18-24 місяці)	9 (1,7%)
5 група (> 24 місяці)	132 (24,6%)
Разом	537 (100%)

З таблиці 2 видно, що найбільша кількість пацієнтів мала давність захворювання (це терміни від моменту появи перших симптомів захворювання до оперативного лікування) до 6 місяців 44,5% та більше 24 місяців – 24,6% хворих.

Розподіл хворих за клінічними синдромами ушкоджень нервів представлений в таблиці 3. Ушкодження плечового сплетення спостерігали у 280 (52,1%) хворих. У більшості хворих з ушкодженням плечового сплетення діагностували важкий тотальний варіант його ушкодження – 60,2% хворих, переважно верхніх пучків – 25,2% та нижніх пучків – 14,6%. Больовий синдром спостерігали у 10,7% хворих. Травматичне ушкодження плечового сплетення у більшості випадків відбувалось

внаслідок дорожньо-транспортних пригод – 69,9%, з яких 27,2% – мотоциклетні травми. Тривалість анамнезу була від двох місяців до семи років.

При співставленні частоти ушкодження нижніх (96 випадків) та верхніх кінцівок (429 випадків) ушкодження верхніх кінцівок відмічено у 4,5 рази частіше. Більшість невропатій сідничного нерва розвивалися внаслідок травми. Вони були обумовлені у наших хворих переломами кісток тазу – у 23 хворих (24%), стегнової кістки – у 7 хворих (7,3%), ножовими пораненнями – у 7 хворих (7,3%), поранення склом – у 4 хворих (4,2%). У одного хворого було поранення бензопилкою, у іншого хворого поранення гвинтом катера. Також спостерігали ін'єкційні ушкодження нерва у трьох хворих. Велика кількість компресійно-ішемічних ушкоджень сідничного нерва та його гілок була внаслідок тривалої іммобілізації, стиснення локальними гематомами – у 21 хворого (21,9%).

Таблиця 3

Розподіл хворих за клінічними синдромами

Клінічні синдроми	Кількість хворих
Ушкодження плечового сплетення	280 (52,1%)
Ушкодження ліктьового нерва	61 (11,4%)
Ушкодження променевого нерва	57 (10,6%)
Ушкодження серединного нерва	2 (0,4%)
Ушкодження серединного та ліктьового нервів	11 (2%)
Синдром грудного виходу	18 (3,4%)
Ушкодження сідничного нерва	96 (17,9%)
Ушкодження лицьового нерва	12 (2,2%)
Разом	537 (100%)

Як видно з таблиці 3, переважну кількість спостережень склали хворі з наслідками ушкодження плечового сплетення – 280 (52,1%) та сідничного нерва – 96 (17,9%).

Усі хворі були поділені на дві групи (основна група та група порівняння): основна група 332 (61,8%) спостережень – з використанням довготривалої електростимуляції з імплантацією електродів електростимуляційної системи (ЕСС) «Нейсі 3М»; група порівняння 205 (38,2%) спостережень – без використання системи для довготривалої електростимуляції.

Усі хворі були обстежені в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П.Ромоданова НАМНУ». Комплекс обстеження включав: загальне клінічне обстеження, неврологічне дослідження, клініко-лабораторні дослідження, електронейрофізіологічні, рентгенографічні та магнітно-резонансні дослідження (за показами).

Електронейроміографія (ЕНМГ) проводилась хворим як на етапі діагностики, так і в процесі динамічного спостереження після операції. Основними показниками були: швидкість проведення нервового імпульсу по руховим волокнам (м/с), амплітуда М-відповіді (мкВ), дистальна латенція (мс), що реєструвались на здоровій та ураженій кінцівках. ЕНМГ-дослідження проводилися на комп'ютеризованому аналізаторі біопотенціалів «BASIS EPM» («O.T.E. BIOMEDICA», Італія), комп'ютерному електроміографі «Нейро-МВП-4» (№02980507, 2008 р., Нейрософт, Іваново, Росія), комп'ютерному електроміографі M-TEST 4 Neuro (НПП "DX-системи", м. Харків, Україна).

Хворі, які були досліджені, попередньо проходили курси консервативної відновної терапії однак без позитивного ефекту, що і спонукало їх до хірургічного лікування. Ступінь ушкодження нервових стовбурів відповідала за класифікацією H.Seddon аксонотмезису (II) у 418 (77,8%) хворих та поєднання аксонотмезиса та нейротмезиса (II та III) у 119 (22,2%) хворих.

Основними показаннями до проведення оперативного втручання були неефективність консервативного лікування і подальше прогресування захворювання. Оперативні втручання проводилися під внутрішньовенним знеболенням на самостійному диханні або з використанням апарату штучної вентиляції легень.

Усім 537 хворим було виконано невроліз ушкоджених нервових стовбурів, а при важких ушкодженнях після невролізу проводились реконструктивно-пластичні втручання (146 операцій). Загалом було виконано 54 (37%) невротизації ушкоджених нервів (за рахунок інших, збережених). Зшивання нервів було застосовано у 27 (18,5%) випадках; при наявності дефекту нерва виконували аутопластику з використанням вставок з п. suralis у 38 (26%) випадках; при наявності неконсолідованих переломів проводили фіксацію уламків за допомогою металевих титанових пластин та дроту у 7 (4,8%) хворих; транспозицію м'язів та сухожилків для максимально можливого відновлення втраченої функції виконали у 20 (13,7%) хворих.

Після відновлення структури нервового стовбура у 332 (61,8%) хворих була використана методика довготривалої електростимуляції нервів (основна група), 205 (38,2%) хворих прооперовані без імплантації системи для довготривалої електростимуляції (група порівняння). При проведенні хірургічного лікування наслідків ушкодження нервів використовували мікрохірургічний інструментарій та мікроскоп фірми «Оптон» (ФРН). Мікрохірургічний етап проводили при збільшенні в 10-20 разів з використанням мікрохірургічного шовного матеріалу.

В процесі виділення нерва з'ясовували виразність патологічних змін. Проводили візуальний огляд нерва та оточуючих тканин, оцінювали його анатомічну цілісність, наявність стиснення рубцевими тканинами, стан епіневрію, наявність чи відсутність невроми, пальпаторно виявляли внутрішньостовбурові ущільнення. Додатково використовували інтраопераційну електронейроміографічну діагностику, що

дозволяла визначити функціональний стан нервових волокон, оцінити провідність окремих пучків, уточнити ступінь їх ушкодження та визначити подальшу хірургічну тактику. При збереженні анатомічної цілісності та мінімальних ознаках провідності нервових волокон нервовий стовбур звільняли від оточуючих щільних рубцево-змінених тканин, а при необхідності створювали нове ложе для нього з м'язів та підшкірної клітковини для створення оптимальних умов для його відновлення. При наявності анатомічного ушкодження нерва визначали величину діастазу між відрізками ушкодженого нерва, що вимагало проведення або нейрорафії, або аутонейропластики чи невротизації для максимально можливого відновлення втрачених функцій в кожному конкретному випадку.

Транспозиція м'язів була виконана у 20 (3,7%) хворих. Транспозиція м'язів плеча (біцепса, трицепса) проведена у двох хворих. При збереженій функції згиначів кисті та пальців виконували операції транспозиції м'язів передпліччя. З метою відновлення функції розгинання ступні при наслідках ушкодження малогомілкової порції сідничного нерва виконували транспозиції гомілкових м'язів у п'яти хворих. Необхідність додаткового проведення метало- остеосинтезу виникла у семи хворих.

З наслідками ушкодженням ліктьового нерва прооперовано 61 хворого, у 18 із них використана методика прямої довготривалої електростимуляції. У 49 (80,3%) хворих було діагностовано компресійну невропатію ліктьового нерва на рівні ліктьового суглоба із ішемією. У 12 (19,7%) хворих виявлені наслідки травматичного ушкодження ліктьового нерва, у двох з повним анатомічним переривом нервового стовбуру. У одного хворого спостерігали двобічну невропатію ліктьового нерва. Переважна більшість пацієнтів були з анамнезом захворювання більше 12-ти місяців – 32 (52,5%). Усім хворим (61) було проведено невроліз та декомпресію ліктьового нерва, звільнення його від оточуючих щільних рубцево-змінених тканин, з них 18 хворим додатково імплантували електростимуляційні системи (ЕСС) «Нейсі 3М».

З наслідками ушкодженням променевого нерва прооперовано 57 хворих. Усім 57 (14 з імплантацією електродів для тривалої електростимуляції) хворим було виконано оперативні втручання: невроліз та декомпресія променевого нерва. При наявності металевих фіксаторів на плечовій кістці оперативне втручання планували таким чином (безумовно при задовільній консолідації кісткових уламків), щоб одночасно з невролізом променевого нерва видалити ці фіксатори для профілактики ушкодження нерва в майбутньому та створення оптимальних умов відновлення його функції в післяопераційному періоді. Якщо під час виділення променевого нерва спостерігали його анатомічне ушкодження (розрив, рубцеве переродження), виконували нейрорафію – 9 хворим (2 хворих з ЕСС), чи аутопластику, при наявності дефекту нервового стовбуру до 10 см з використанням двох вставок *p. suralis* – 4 хворим (один з ЕСС). Після невролізу, декомпресії та відновлення анатомічної цілісності нерва до нервового стовбуру підводили електроди електростимуляційної системи Нейсі 3М для подальшої електростимуляції. Транспозицію м'язів передпліччя було виконано у 6 хворих, із них у одного хворого з використанням прямої довготривалої електростимуляції.

З наслідками ушкодження плечового сплетення було прооперовано 280 хворих, з яких 202 (72,1%) – з використанням методики прямої довготривалої електростимуляції за допомогою електростимуляційної системи «Нейсі 3М», а 78

(27,9%) було прооперовано за традиційними методиками без імплантації електродів електронейростимуляційної системи.

Виконували внутрішній та зовнішній невроліз та реконструктивно-пластичні втручання на нервових стовбурах, а при наявності діастазу використовували аутотрансплантат (n. suralis). При ушкодженні плечового сплетення виникала необхідність реіннервації ушкоджених нервових стовбурів, що було здійснено нервами-невротизаторами (додатковим, діафрагмальним, руховими гілками шийного сплетення, міжреберними нервами). При ушкодженні верхніх пучків реіннервацію проводили переважно м'язово-шкірного (n. musculocutaneus), підпахвового (n. axillaris) та надлопаткового (n. suprascapularis) нервів для відновлення згинання кінцівки в ліктьовому суглобі та відведення і зовнішньої ротації плеча. При ураженні нижніх пучків намагались відновити функцію м'язів передпліччя. В основній групі (з використанням довготривалої електростимуляції) було виконано 43 реконструктивно-пластичних втручання, з яких нейрорафій – 4 (9,3%), аутопластик – 8 (18,6%), невротизацій – 22 (51,2%). Хворим з групи порівняння було виконано нейрорафій – 2 (4,3%), аутопластик – 17 (36,2%) та невротизацій – 22 (46,8%) за традиційними методиками подібними до тих варіантів, що були виконані в основній групі хворих, але без використання прямої довготривалої електростимуляції. На наступних етапах хірургічного лікування проводили ортопедичні корегуючі втручання – транспозиції м'язів дев'яти (в основній групі) та шести (в групі порівняння) хворим.

Після звільнення нервових стовбурів від компресії та відновленні їх анатомічної цілісності до епіневрію нервових стовбурів за допомогою мікрохірургічної техніки фіксували електроди (електростимуляційної системи «Нейсі 3М») атравматичними голками, нитками 6/0, а приймальну антену фіксували підшкірно в підключичній ділянці. В ранньому післяопераційному періоді на другу-третю добу після операції виконували перші тестові стимуляції та підбирали індивідуальні параметри стимуляції. Використовували модульовані імпульси, починали з мінімальної амплітуди та тривалості.

Використовувався режим, в якому «Нейсі 3М» генерує імпульси із змінною частотою за циклом: половина періоду T – генерація імпульсів, половина періоду T – відсутність імпульсу в діапазоні, T – від 0,5 с до 15 с, мінімальна частота (F мін.) – 2 Гц, максимальна частота (F макс.) – 120 Гц, та з фіксованою частотою 20 Гц та 80 Гц. Амплітуда імпульсів в усіх режимах при супротиві навантаження 10 кОм була від 8 В до 20 В (рис. 1).

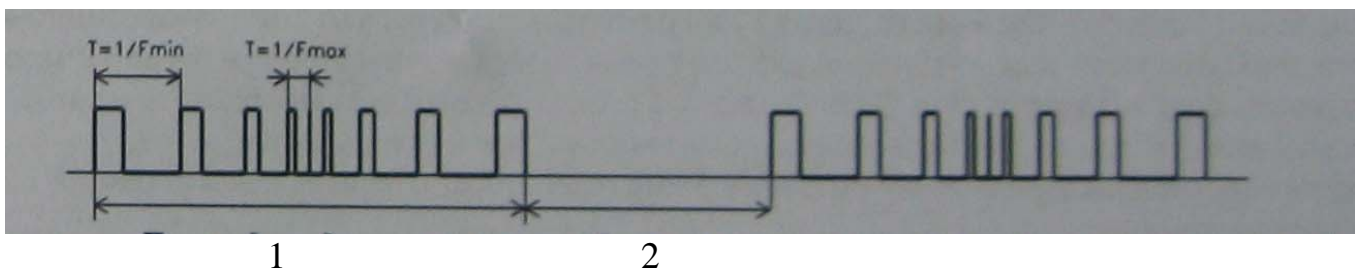


Рис. 1 Схема режиму стимуляції нервів:

1 – період модуляції, 2 – пауза.

Процедура електростимуляції є безболісною та легко переноситься хворими. Контролювали ефективність проведення сеансів електростимуляції в клініці відновлювальної нейрохірургії за допомогою комп'ютерного електронейроміографа «М-тест нейро». В режимі інтерференційної міографії отримували візуальне відображення стимулюючих імпульсів на моніторі комп'ютера. Хворі приходили на контрольні консультації та проведення електронейроміографічних досліджень в клініку через три, шість та дванадцять місяців.

При компресійному ушкодженні структур плечового сплетення на рівні грудної клітки (синдромом грудного виходу) було прооперовано 18 хворих. Показами до оперативного лікування синдрому грудного виходу були: неефективність комплексного консервативного лікування, постійний больовий синдром, значні неврологічні та судинні порушення. Залежно від варіанту синдрому грудного виходу виконували: резекцію переднього сідчастого м'яза, видалення шийного ребра, резекцію першого ребра. 10 хворих були прооперовані за традиційною методикою з використанням нетривалої електростимуляції (через графітовий електрод до двох тижнів), а восьмеро хворих з використанням прямої довготривалої електростимуляції. Це були хворі переважно жіночої статі – 13 осіб, чоловічої статі – 5 осіб, віком від 14 до 66 років.

З наслідками пологових ушкоджень нервів було прооперовано 26 хворих, з яких 20 хворих з наслідками пологового ушкодження плечового сплетення та 6 хворих з наслідками пологового ушкодження лицьового нерва. Всі хворі були прооперовані у віддаленому періоді – понад три роки після травми. Переважали хворі жіночої статі – 17 (65,4%), чоловічої статі було 9 (34,6%) хворих. Вік хворих коливався від трьох до 27 років, з них більшість пацієнтів були віком до 21 року – 23 хворих (88,5%), діти до 18 років – 19 (73%). Всі діти попередньо проходили повноцінне реабілітаційне лікування від трьох до шести років з недостатнім позитивним ефектом, який на певному етапі лікування припинявся або було без ефекту, що і спонукало їх до хірургічного лікування. За класифікацією Н. Seddon ступінь ушкодження нервів відповідала аксонотмезису (повне ушкодження аксонів та мієлінових оболонок, ваалерівська дегенерація, при збереженості цілісності строми нерва).

Пацієнтам з наслідками ушкодження лицьового нерва (12 хворим) було імплантовано систему для прямої довготривалої електростимуляції «Нейсі 3М». Виконували доступ до лицьового нерва лінійним розрізом вздовж переднього краю верхньої третини кивального м'язу. Виділяли лицьовий нерв. До лицьового нерва за допомогою мікрохірургічної техніки підшивали платинові електроди електростимуляційної системи «Нейсі 3М». Приймальну антену виводили підшкірно в підключичну ділянку.

Хворим з наслідками ушкодження нервів нижніх кінцівок (96 хворих) було виконано невроліз сідничного нерва та його гілок на рівні травматичного ушкодження. При виявленні анатомічного ушкодження нерва здійснювали нейрорафію (6 випадків) або аутопластику (8 випадків). Після звільнення нерва від щільних оточуючих рубцево-змінених тканин та відновлення його анатомічної цілісності за допомогою мікрохірургічної техніки у 65 хворих до епіневрію фіксували платинові електроди електростимуляційної системи «Нейсі-3М». Транспозицію м'язів гомілки було виконано у 5 хворих.

Загалом, больовий синдром спостерігали у 78 (14,5%) хворих, з яких 49 хворих склали основну групу з використанням довготривалої електростимуляції. Електростимуляцію виконували системою «Нейсі 3М» за індивідуально підбраною схемою. В групі порівняння застосовували медикаментозне лікування та зовнішню короткотривалу електростимуляцію.

Всім хворим після загоєння післяопераційної рани проводили комплексну відновлювальну терапію, яка включала традиційні фармакологічні препарати (вітаміни групи В, та препарати, що сприяють регенерації аксонів та мієлінової оболонки, покращують мікроциркуляцію), масаж, лікувальну фізкультуру.

Для статистичної обробки даних отриманих в експериментальному дослідженні було використано критерій Мана-Уїтні, який застосовують для оцінки різниці між двома незалежними вибірками за рівнем якої-небудь ознаки, що виміряна кількісно. Критерій Мана-Уїтні було обрано тому, що він дозволяє виявляти різницю в значенні параметра між малими вибірками ($p \leq 0.01$ $p \leq 0.05$).

Для оцінки достовірності результатів лікування хворих було використано критерій Пірсона χ^2 використовували для перевірки гіпотези про закон розподілу.

Результати та їх обговорення.

Результати експериментальних досліджень. Через один та два місяці спостережень тварин знеболювали з використанням суміші розчинів ксилазину та кетаміну, виділяли зону шва сідничного нерва в середній третині лівого стегна та проводили електронейроміографічне (ЕНМГ) дослідження функції сідничного нерва. Стимуляцію струмом здійснювали за допомогою біполярного електроду для прямої стимуляції нерва, а для реєстрації показників із м'язу використовували голковий коаксиальний електрод, який вводили в відповідний литковий м'яз тварини.

Було відпрацьовано показники контрольної групи дослідних тварин шляхом дослідження інтактного сідничного нерва та вираховування середньоарифметичного показника амплітуди М-відповіді та латентності при прямій стимуляції сідничного нерва. При прямій стимуляції інтактного сідничного нерва тварин стимулами від 10 мА до 15 мА (до припинення зростання амплітуди М-відповіді) із тривалістю стимулу 0,2 мс нами були отримані показники амплітуди М-відповіді від 9,5 мВ до 22,8 мВ, а середньоарифметичний показник склав $16,24 \pm 4,3$ мВ. Зареєстрована латентність була від 1,5 мс до 1,75 мс.

В групі порівняння (без електростимуляції) через один місяць після перетину нерва та нейрорафії у двох тварин спостерігали наявність трофічної виразки в ділянці п'яти від 0,5 см до 1,5 см в діаметрі, що склало 40% спостережень. Через два місяці спостережень трофічні виразки спостерігали у однієї тварини в основній та у трьох тварин в групі порівняння, що відповідно склало 20% та 60% спостережень.

Через один та два місяці спостережень в основній групі та в групі порівняння реєстрували показники М-відповіді.

В основній групі (з використанням довготривалої електростимуляції) через один місяць спостережень були зафіксовані наступні данні амплітуди М-відповіді: від 1,05 мВ до 2,44 мВ, а середньоарифметичний показник склав $2,04 \pm 0,51$ мВ.

Відносно нормативних значень (N16,24 мВ – 100%) отриманий показник 2,04 мВ відповідає 12,56%.

В групі порівняння (без електростимуляції) через один місяць спостережень ми зареєстрували наступні показники амплітуди М-відповіді: від 0,33 мВ до 2,47 мВ, а середньоарифметичний показник склав $1,39 \pm 0,69$, відносно нормативних значень (N16,24 мВ – 100%) 1,39 мВ складає 8,56%. Згідно критерію Мана-Уїтні різниця між показниками двох груп через один місяць спостережень була недостовірною ($p > 0.05$).

В основній групі (з використанням довготривалої електростимуляції) через два місяці спостережень були зафіксовані наступні данні амплітуди М-відповіді: від 2,45 мВ до 5,79 мВ, а середньоарифметичний показник склав $4,8 \pm 1$. Відносно нормативних значень (N16,24 мВ – 100%) показник 4,8 мВ відповідає 29,56%. В групі порівняння (без електростимуляції) через два місяці спостережень ми зареєстрували наступні показники амплітуди М-відповіді: від 1,22 мВ до 3,12 мВ, а середньоарифметичний показник склав $2,05 \pm 0,72$. Відносно нормативних значень (N16,24 мВ – 100%) 2,05 мВ відповідає 12,62%. За критерієм Мана-Уїтні різниця між показниками двох груп через два місяці спостережень була статистично значущою ($p \leq 0.05$). Таким чином, через один місяць спостережень відносні показники М-відповіді були кращими у групі з використанням електростимуляції – 12,56%, а відповідно в групі порівняння (без електростимуляції) – 8,56%. Через два місяці спостережень відносні показники М-відповіді в групі тварин, де використовували електростимуляцію, були вже суттєво кращими, а саме – більше ніж у два рази: 29,56% (з прямою довготривалою електростимуляцією) та 12,56% (без електростимуляції). Тобто, показники групи порівняння (без електростимуляції) через два місяці спостережень 12,56% наближались до таких, що були зареєстровані в основній групі 12,62% (з прямою довготривалою електростимуляцією) через один місяць спостережень.

Таким чином, результати експериментального дослідження показали, що пряма довготривала електростимуляція після перетину та нейрорафії сідничного кролів є безпечним та ефективним методом, що сприяє прискоренню фізіологічної регенерації ушкодженого нерва тварини та попереджає розвиток грубих трофічних розладів ушкодженої кінцівки.

Показники амплітуди М-відповіді були кращими при використанні довготривалої електростимуляції, як через один місяць спостережень (12,65% з електростимуляцією та 8,56% без неї), так і через два місяці спостережень 29,56% (з електростимуляцією) та 12,56% (без електростимуляції) (рисунок 2).

Після проведення нейрофізіологічних досліджень тварин виводили з експерименту шляхом передозування зазначених вище наркотичних засобів через один місяць та через два місяці спостережень в основній групі та групі порівняння відповідно. Після виведення тварин з експерименту вивчали структурні зміни різних ділянок нервово-м'язового апарату.

Як відомо, для нервової системи процес поділу нейронів в постнатальному онтогенезі не характерний, а отже діапазон коливань структурної перебудови для забезпечення функціональної активності відбувається за рахунок «резервного» фонду поліпотентних мезенхімальних клітин та реактивно –

приспосувальних процесів строми (ендо- і периневрію). Окремі ланки патогенезу регенераторно – компенсаторних змін за умови впливу електростимуляції (а саме строків, характеру і спрямованості цих змін) в різні терміни після невротомії вивчені недостатньо. Враховуючи гістофізіологію нервової тканини, оцінювали структурні зміни, з огляду на цілісність нервового стовбура, як функціональної одиниці, співставляючи окремі структурно-функціональні одиниці єдиної нервово-гліо-судинної структури. Передусім це стосується клітинного, провідникового і нервово-м'язового апарату, що забезпечує функції рефлекторної дуги.

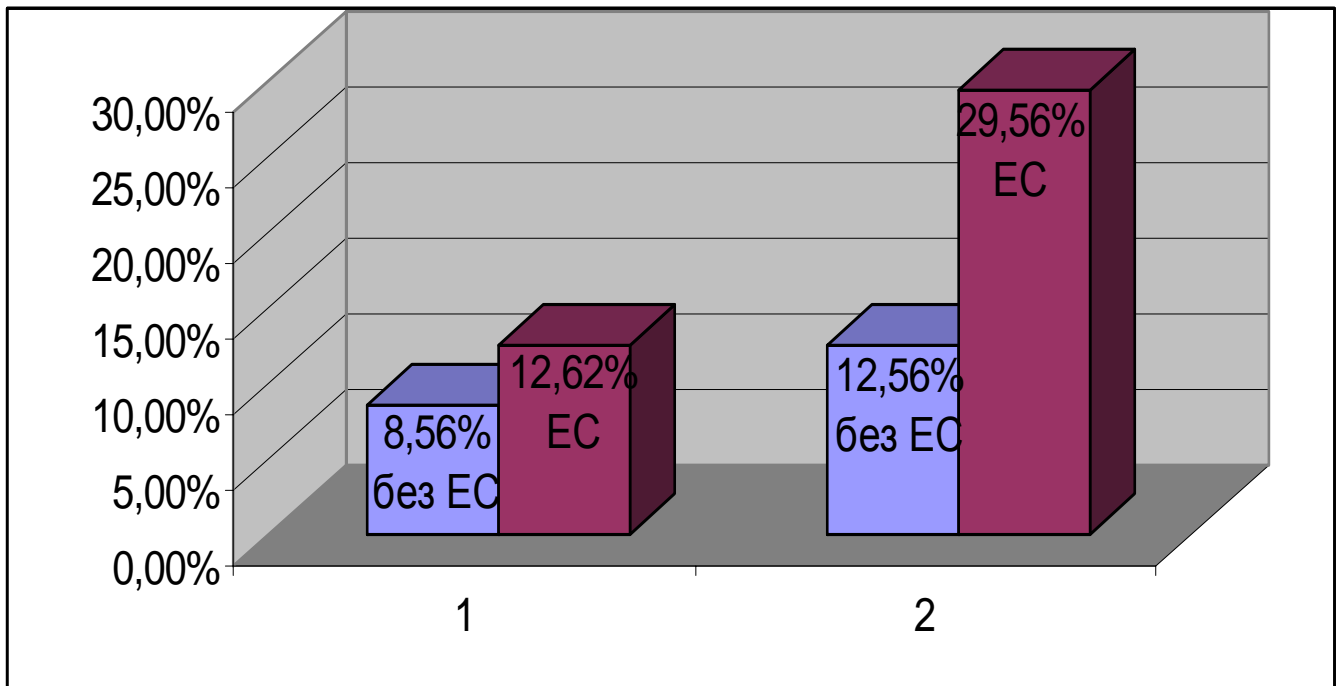


Рис. 2 Динаміка відносних показників амплітуди М-відповіді у тварин основної групи та групи порівняння:

1 – через 1 місяць спостережень (8,56% без електростимуляції та 12,65% з електростимуляцією),

2 – через 2 місяці спостережень (12,56% без електростимуляції та 29,56% з електростимуляцією).

Вивчено структурні особливості перебудови кровопостачання та цито- і міелоархітектоніки ушкоджених нервів за даними кількісної оцінки нейровазальних співвідношень в динаміці за різних умов, відповідно дизайну дослідження. Оцінено якісні і кількісні показники регенерації сідничних нервів кролів за умови дії електростимуляції різної тривалості основної групи та групи порівняння. Оцінено якісні показники регенерації (вираженість дегенеративно-деструктивних і репаративно-відновних процесів) і кількісні показники. Для оцінки критеріїв відновлення структурно-функціональних ознак нервового стовбура умовно підрозділили тканину нерва після нейрорафії на відділи: зона власне хірургічного шва; зона, прилегла до ділянки нейрорафії (1 см від ділянки операції); ділянка реактивних змін (по 2 см дистальніше і проксимальніше), в якій формується неврома регенерації.

Встановлено, що ультраструктурні критерії відновлення функції структур нерва в групі порівняння у терміни 30-60 діб на початкових етапах відповідають дегенеративно-деструктивним змінам. Переважали незворотні зміни в аксонах та клітинах Шванна, що свідчить про деструкцію частини нейронів, руйнування сателітних клітин (у вигляді розривів цитоплазматичної та/або ядерної мембрани, різку виражену вакуолізацію цитоплазми, каріопікноз або різке набухання ядра з просвітленням матриксу, дезорганізацію фібрилярної структури хроматину (у 80% клітин). Ознаки грубого фіброзу і формування сполучнотканинного рубця виявлено у терміни 60 діб. При ультраструктурному дослідженні впливу електростимуляції в різні терміни визначалося фокальне порушення осьових циліндрів і клітин Шванна, помірне набухання при збереженні спрямованості нейротрубочок і нейрофіламентів. Не виявлялись ознаки деструкції мітохондрій, відмічено багато дрібних молодих мітохондрій в аксоплазмі і цитоплазмі клітини Шванна (сідничний нерв у термін 60 діб). Аксолема мієлінових нервових волокон була без вогнищ деструкції, з явищами помірно вираженого периаксонального набряку. Були відсутні порушення ламелярної будови мієліну.

Складні просторові поєднання ланок гемомікроциркуляторного русла, що входять до складу модулів, а також наявність "вставних" модулів спрощеної будови з переважанням магістральних капілярів, відображають органну специфічність будови і функції нервового стовбура і забезпечують стабільність його кровопостачання, резервний потенціал та можливість активної репарації, яку за результатами наших досліджень активує електростимуляція. Новоутворені мікросудини, утворені і сформовані під дією електростимуляції внаслідок активного розподілу і анастомозування, забезпечують спроможність і функціональну активність рухової одиниці. На поперечному зрізі в групах порівняння середня кількість капілярів досягає 38-41 на 100 мкм^2 , а після тривалої ЕЛС 1 і 2 місяці – в середньому відповідно до 52 та 58 на 100 мкм^2 . Морфометрія нейровазальних співвідношень в групі порівняння терміном один та два місяці склала відповідно 38 : 82 і 41 : 89 в той час як в основних групах – 52 : 121 і 58 : 125 (відповідно).

Рухова одиниця (РО), м'язово-нервові співвідношення демонструють активацію пристосувально-репаративних процесів під впливом прямої довготривалої електростимуляції та її значну перевагу порівняно із групою порівняння.

Мезенхімальне оточення регенераційної невроми пов'язано анастомозами із судинами параневральної зони. Структурні зміни в зоні нейрорафії при дії електростимуляції (відповідно розробленій нами методиці) свідчать про те, що цей вплив сприяє фізіологічній орієнтації всіх компонентів нервового стовбура, що можна вважати кардинальною ознакою їх повноцінної фізіологічної регенерації. Саме судини епіневрію забезпечують реваскуляризацію невроми регенерації. Останні впливають на міжтканинні взаємодії в ділянці регенераційної невроми, приводять до адекватної реакції із відновленням рухової одиниці та до реалізації відновних властивостей нервових волокон і до зниження негативних впливів сполучної тканини.

В клітинах Шванна електронною мікроскопією виявлено ознаки активації білоксинтезуючої функції – збільшення кількості ядерць з одночасною активацією і збільшенням кількості вільних рибосом і полісом. Ознак гідропічної дистрофії не

виявлено. Відмічено помірно виражену фокальну ангіодистонію без ознак периваскулярного набряку і функціонально – компенсаторну гіперплазію ендотелію. Зміни ультраструктур осьових циліндрів, на відміну від групи порівняння, в основному відносяться до активних відновних, спостерігається гіперплазія ультраструктур аксоплазми та просторова їх орієнтація. Мієлінізовані волокна значного діаметру формують тонкі колатералі у строки 60 діб.

Таким чином, нами оцінена динаміка морфологічних критеріїв при ушкодженні периферичних нервів і встановлено динамку дистрофічних змін аксонів, мієлінових оболонки і інерстиціальної сполучної тканини (ендо- та периневрію) з відновленням рухової одиниці.

Встановлено позитивний векторний вплив електростимуляції (за якісними та кількісними критеріями) на регенерацію в нервових стовбурах досліджуваних (основних) груп. Регенераційні зміни при дії електростимуляції проявляються активним новоутворенням строми нервового стовбура (насамперед клітин периневрію) в області регенераційної невроми. Регенерація периферійного нерва демонструє фізіологічні здатності (відновлення рухової одиниці) відповідно в спрямованості нервових волокон, співвідношенні і компенсаторно-фокальній гіперплазії і проліферації клітин Шванна, судинних і сполучнотканинних елементів.

Графічний розподіл параметрів, що демонструють основні групи (з ЕСЛ) і групи порівняння (без ЕЛС), представлено на рис. 3. Встановлено, що групи тварин з застосуванням електростимуляції та без неї за морфологічними критеріями вірогідно відрізняються ($p < 0,0001$).

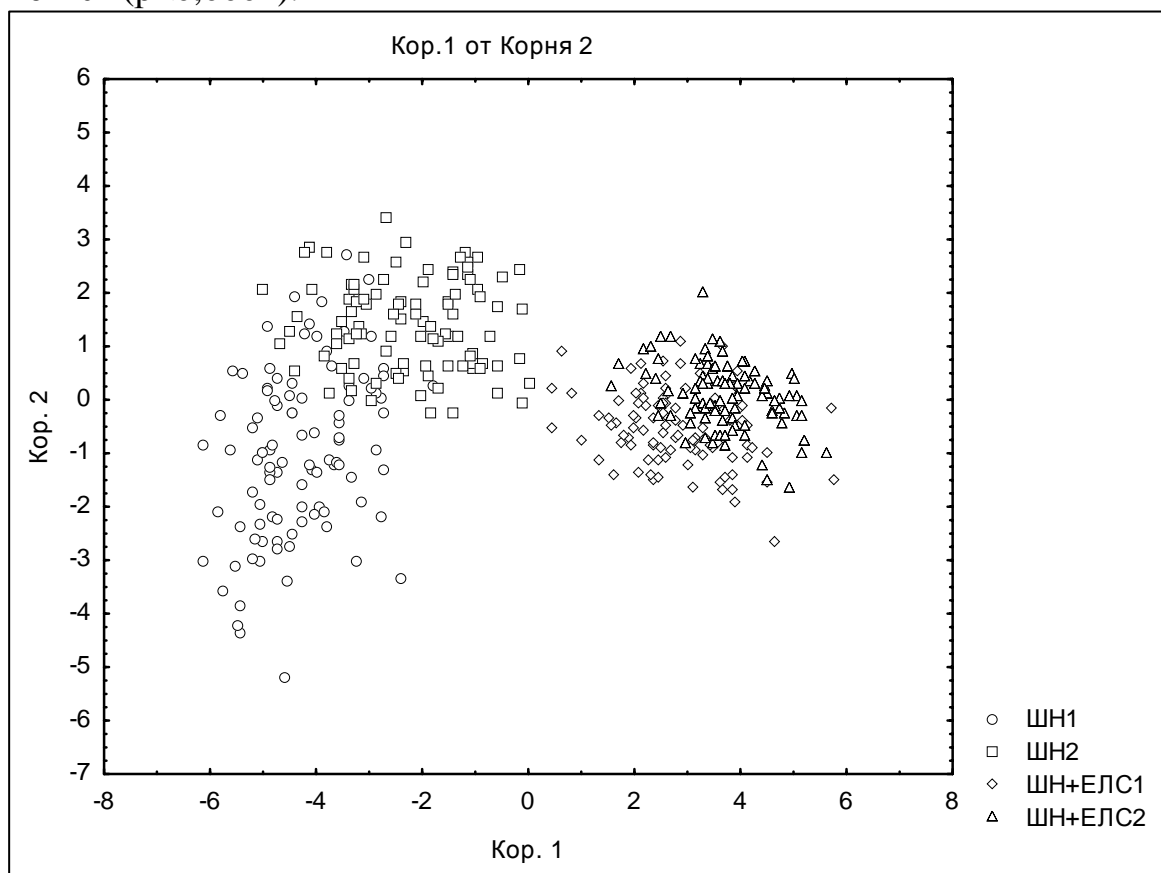


Рис. 3 Результати дискримінантного аналізу при розподілі груп тварин (з ЕЛС та без неї) за морфологічними критеріями.

Вивчення впливу тривалої електростимуляції на регенерацію нервів і стан нервово-м'язового апарату після нейрорафії в експерименті у кролів виявило структурні зміни, які вказують на збільшення швидкості і відновлення функціональної фізіологічної регенерації нервових волокон під впливом довготривалої електростимуляції. Проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Довготривала електростимуляція впливає на функціонально спроможну регенерацію нервових волокон (рем'єло- та стромально – ангіорегенерацію). Показники співвідношення діаметру осьових циліндрів і мієлінових оболонки в групах порівняння склали відповідно $1,34 \pm 0,02$ – $0,65 \pm 0,01$, а в дослідних групах (дія електростимуляції один і два місяці) – $0,62 \pm 0,009$ та $0,42 \pm 0,006$.

2. Відмічено позитивний вплив довготривалої електростимуляції на ангіогенез. На поперечному зрізі в групах порівняння середня кількість капілярів досягає 38-41 на 100 мкм^2 , а після тривалої електростимуляції один і два місяці, відповідно, до 52 та 58 на 100 мкм^2 . Морфометрія нейровазальних співвідношень в групі порівняння терміном 1 та 2 місяці склали відповідно 38: 82 і 41: 89 в той час як у основних групах – 52 : 121 і 58 :125. Тобто щільність аксонів та капілярів в основній групі спостерігали у 1,4 рази більшу, ніж у групі порівняння.

3. Регенераційні зміни при дії електростимуляції проявляються активним новоутворенням строми нервового стовбура (передусім клітин периневрію) в ділянці регенераційної невроми. Регенерація периферичного нерва набуває фізіологічної спроможності (відновлення рухової одиниці) відповідно у спрямованості нервових волокон, співвідношенні і компенсаторній фокальній гіперплазії та кластерній проліферації клітин Шванна, судинних і сполучно-тканинних елементів. Індекс проліферації (ІМ Кі-67) клітин Шванна при електростимуляції у терміни 30 діб склав $5,8 \pm 0,3\%$, а в динаміці - через 60 діб дещо зменшувався і склав $3,5 \pm 0,4\%$.

4. Довготривала електростимуляція суттєво впливає на регенерацію нервів і стан нервово-м'язового апарату після нейрорафії (у кролів) в експерименті, що проявляється збільшенням швидкості відновлення функціональної фізіологічної регенерації нервових волокон. Встановлено позитивний вплив електростимуляції (за якісними і кількісними критеріями) на ознаки регенерації в нервових стовбурах дослідних груп, порівнянно із контролем.

6. Відновлення невральних та мезенхімальних структур та їх клітинні співвідношення в ділянці регенераційної невроми корелюють з термінами дії електростимуляції. При формуванні невроми регенерації без електростимуляції в ній виявлені малосудинні зони і надмірний розвиток сполучної тканини – рубець. Під впливом електростимуляції встановлено активний міксоматоз строми із рівномірною васкуляризацією і реневротизацією нерва за рахунок високої активності структур енд- і периневрію. Саме співвідношення активності різних типів клітин змінюється під впливом електростимуляції і забезпечує функціонально спроможну репарацію.

Таким чином, експериментальні дослідження довели доцільність застосування прямої довготривалої електростимуляції і обґрунтували її використання в післяопераційному періоді у пацієнтів з наслідками ушкоджень периферичних нервів для забезпечення адекватної функціональної репарації. Саме сприяння

фізіологічній репарації патогенетично обґрунтовує можливість підвищення якості життя таких хворих.

Результати клінічних досліджень.

За нашими даними, оперативне лікування ушкоджень нервів рекомендується проводити при:

1. Явних ознаках розриву нервового стовбура.
2. Явних ознаках компресії нервового стовбура навколишніми структурами.
3. Наявності за даними електронейроміографічного обстеження блоку проведення з ознаками денервації м'язових волокон.
4. Неefективності консервативної терапії і наростанні симптоматики невропатії.
5. Появі і прогресуванні симптомів випадіння функції нерва.
6. Стійкому, тривалому, прогресуючому больовому синдромі.
7. Ранніх та стійких проявах вегетативно-трофічних порушень.

Протипоказами для проведення оперативного втручання є:

1. Важкість стану зумовлена соматичними захворюваннями, що не дозволяє проведення оперативного втручання.
2. Наявність виражених трофічних змін або явищ місцевого запалення в зоні травмування.
3. Атрофія м'язів та зниження відновного потенціалу у пацієнтів похилого віку. Наявність грубих сухожилкових, м'язових і кісткових контрактур.

Із врахуванням показів та протипоказів оперативне лікування проведено у 537 хворих. Вже в ранньому післяопераційному періоді був відмічений позитивний ефект: насамперед це зменшення інтенсивності або зникнення больового синдрому, збільшення об'єму рухів в кінцівках, регрес вегетативно-трофічних та судинних розладів. Протягом перших двох тижнів після операції результати лікування у хворих обох груп були приблизно однаковими. Різницю в результатах лікування ми спостерігали у термінах від трьох до шести-дванадцяти місяців після операції. В ранньому післяопераційному періоді (протягом двох тижнів) у 247 (46%) хворих спостерігали покращення чутливості та рухів на 1 бал по шкалам M0-5 та S0-5, регрес больового синдрому від трьох до семи-дев'яти балів за візуальною аналоговою шкалою (VAS).

У віддаленому періоді (від 6-ти місяців) у 292 хворих отримали 92,1% позитивних результатів у вигляді збільшення сили та об'єму рухів кінцівки, покращення чутливих, вегетативно-трофічних порушень, регресу больового синдрому. Відновлення рухової функції до рівня M4-M5 та чутливої до S4 оцінювали, як добрий результат, що був у 74 (25,3%) спостережень. Задовільний результат до рівня M3 та S3 (функціональне відновлення) спостерігали у 134 (45,9%) хворих та до M1-2 та S1-2 (невелике покращення, при функціонально недостатньому відновленні) у 61 (20,9%) хворого. Відсутність ефекту в відновленні рухових порушень (M0) відмічено у 23 (7,9%) хворих.

Залежно від статі розподіл віддалених результатів виглядав наступним чином: добрі результати (до M4-M5, S4) в основній групі хворих жіночої статі отримані у 22 (35,5%), задовільні (до M3 та S3) – у 26 (42%), невелике покращення (до M1-2 та S1-

2) – у 11 (17,7%), без ефекту (M0, S0) – 3 (4,8%); відповідно в групі порівняння добрі результати – у 3 (10,3%), задовільні – у 15 (51,7%), невелике покращення – у 6 (20,7%), без ефекту – у 5 (17,3%). У хворих чоловічої статі віддалені результати розподілялись наступним чином: в основній групі (з використанням довготривалої електростимуляції) добрі результати відмічені у 41 (28,7%), задовільні – у 73 (51%), невелике покращення – у 20 (14%), без ефекту – у 9 (6,3%); в групі порівняння відповідно добрі – у 8 (13,8%), задовільні – у 20 (34,5%), невелике покращення – у 24 (41,4%), без ефекту – у 6 (10,3%). Тобто суттєвої різниці залежно від статі ми не виявили.

У різних вікових групах суттєво більше позитивних результатів (добрих та задовільних) спостерігали у хворих основної групи (з використанням довготривалої електростимуляції) при співставленні з результатами груп порівняння. У хворих віком до 21 року ефективно, функціональне відновлення спостерігали у 85,7% хворих основної групи, в той час, як в групі порівняння у переважної більшості хворих у 72,7% спостерігали функціонально недостатні результати. Тобто позитивних функціонально значущих результатів у хворих віком до 21 року в основній групі було у 4,7 рази більше на відміну від групи порівняння (85,7% з використанням лікувальної довготривалої електростимуляції та 18,2% відповідно без її застосування).

У хворих молодого віку (21-44 роки) кращі результати спостерігали в групі з використанням прямої довготривалої електростимуляції, а саме добрих та задовільних результатів було у 1,3 рази більше: 74,5% (22,7% та 51,8% відповідно), а в групі порівняння 57,8% (15,6% та 42,2% відповідно). Добрі результати у хворих основної групи спостерігали у майже півтора рази більше (22,7% та 15,6% відповідно). Без ефекту в основній групі спостерігали 6,4%, а в групі порівняння у двічі більше – 13,3%.

У хворих середнього віку (45-59 років) добрі результати були у понад два рази більше в основній групі, ніж у групі порівняння. Без позитивного ефекту у хворих основної групи було 6,5%, в групі порівняння 11,1%.

У хворих похилого віку (60-74 роки) також суттєво кращі результати лікування були отримані в основній групі: добрі результати спостерігали у 62,5% хворих, на відміну від групи порівняння, де добрих результатів було лише 8,3%.

Таким чином, в різних вікових групах суттєво більше позитивних результатів (добрих та задовільних) отримали у хворих основної групи (з використанням довготривалої електростимуляції) при співставленні з результатами групи порівняння.

При вивченні віддалених результатів в залежності від тривалості анамнезу (від моменту ушкодження нервів до нейрохірургічного втручання) ефективність використання прямої довготривалої електростимуляції змінювалась, а саме: у найбільш ранні терміни кількість функціонально значимих результатів (добрих та задовільних) при використанні прямої довготривалої електростимуляції переважала лише у 1,2 рази, а в терміни від 6-ти до 12-ти місяців відповідно у 1,5 разів. Проте у більш віддалені терміни різниця була суттєво більшою: відповідно в 1,8 рази (в терміни від 12-ти до 24-х місяців) та в 3,5 рази в терміни анамнезу, що переважали 24 місяці (рис. 4).

У ранні терміни від моменту ушкодження (до шести місяців) регенераційні процеси відбуваються краще, оскільки ще не встигають відбутися грубі незворотні дегенераційно-дистрофічні зміни в нервових та м'язових тканинах. У більш пізні терміни шансів на відновлення функції ушкодженого нервово-м'язового апарату, нажаль, все менше, але використання прямої довготривалої електростимуляції все ж таки сприяє покращенню втрачених функцій. Динаміка ефективності впливу прямої довготривалої електростимуляції свідчить, що у більш віддалений термін від моменту ушкодження нервового стовбуру до хірургічного лікування, спостерігалась більша різниця ефективності використання електростимуляційної системи у відповідних групах.

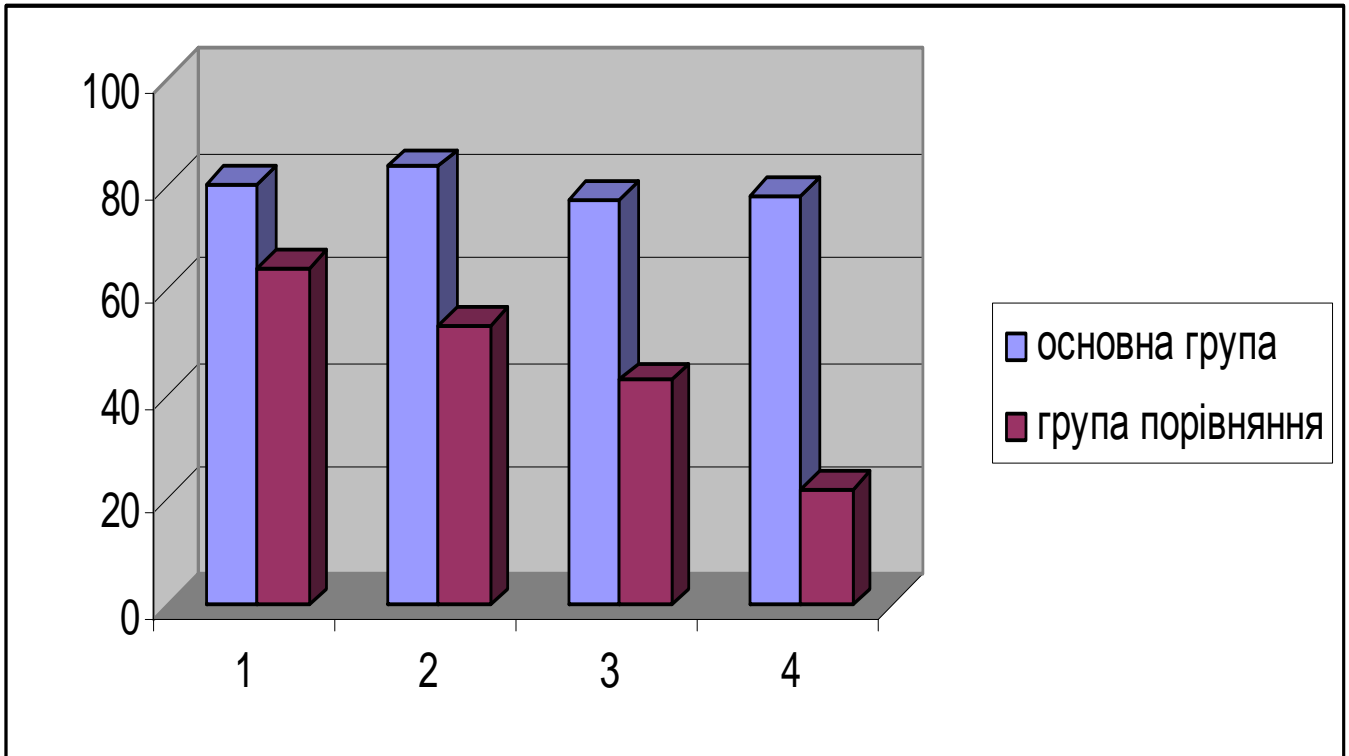


Рис. 4 Динаміка ефективності впливу прямої довготривалої електростимуляції залежно від термінів анамнезу захворювання:

- 1 – до 6-ти місяців (в 1,2 рази),
- 2 – від 6-ти до 12 місяців (в 1,5 рази),
- 3 – від 12-ти до 24 місяців (в 1,8 рази),
- 4 – понад 24 місяці (в 3,5 рази).

Нами проведено вивчення віддалених результатів при ушкодженнях периферичних нервів. Проведене лікування з застосуванням довготривалої електростимуляції у хворих з наслідками ушкодження нервів верхньої кінцівки суттєво покращує його результати у віддалені строки в основній групі відносно групи порівняння. Позитивних функціональних результатів в основній групі було 80,6%, а в групі порівняння – 56,3%, з яких добрих у майже в два рази більше (30,6% в основній групі, тоді як в групі порівняння лише 15,5%).

При порівнянні результатів лікування хворих з наслідками ушкодження ліктьового нерва добрих результатів в основній групі (з довготривалою

електростимуляцією) відмічено суттєво більше (45,5%), тоді як при співставленні з групою порівняння добрі результати були отримані лише у 8,7% хворих.

При тривалому впливі електростимуляції на відновлення функції ліктьового нерва спостерігали у понад п'ять разів більше добрих результатів. В групі порівняння переважали хворі із невеликим (недостатнім для виконання необхідних рухів кисті) покращенням. Таких хворих було в три рази більше (30,4% в групі порівняння та 9,1% в основній групі) (рисунк 5).

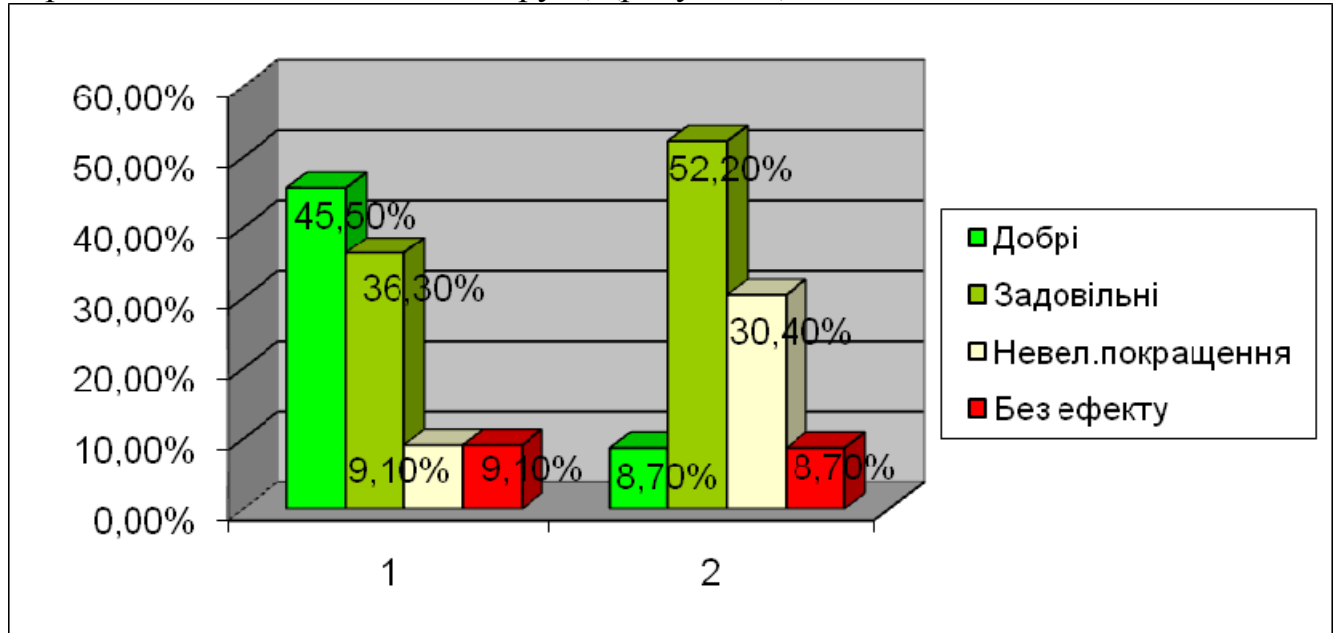


Рис. 5 Розподіл результатів лікування у хворих з наслідками ушкодження ліктьового нерва:

- 1 – основна група,
- 2 – група порівняння.

При наслідках ушкоджень променевого нерва отримані наступні результати: в основній групі добрі результати отримані у 5 (71,4%), задовільні – у 1 (14,3%), невелике покращення – у 1 (14,3%). В групі порівняння добрі результати – у 7 (35%), задовільні – у 9 (45%), невелике покращення – у 3 (15%), без ефекту – у 1 (5%).

Таким чином, у хворих з наслідками ушкодження променевого нерва добрі результати в основній групі спостерігали у понад два рази більше в співставленні з групою порівняння (71,4% та 35% відповідно). Цікавим нюансом було те, що у хворих з наслідками ушкодження променевого нерва при використанні довготривалої електростимуляції спостережень без ефекту не отримано, а в групі порівняння відповідно – 5% випадків.

При наслідках ушкодження середнього нерва (12 хворих) були отримані наступні результати у віддаленому терміні спостереження: добре відновлення спостерігали у чотирьох хворих, це були троє хворих з основної групи та один хворий з групи порівняння. Відновлення функції до задовільного рівня спостерігали у шести пацієнтів, з яких п'ятеро хворих з основної групи та один хворий з групи порівняння. Невелике покращення спостерігали у одного хворого з групи порівняння та без ефекту у одного хворого без використання прямої довготривалої електростимуляції.

Результати хірургічного лікування хворих з ушкодженнями довгих гілок плечового сплетення із залученням методики довготривалої лікувальної електростимуляції суттєво відрізнялися тенденцією до більш високого ступеня відновлення і, що особливо важливо, більш повного відновлення всіх груп м'язів ушкодженої кінцівки. Про переваги методики довготривалої електростимуляції при ушкодженні нервів вказує її позитивний вплив у випадках, де терміни захворювання від моменту травми переважали три роки. Довготривала електростимуляція дозволяла не тільки призупинити розвиток незворотних змін нервово-м'язового апарату верхньої кінцівки, а сприяла також повноцінному відновленню функції кисті (відновленню виконання складних рухів кисті).

При ушкодженнях плечового сплетення добрі результати при використанні тривалої лікувальної електростимуляції отримали у понад три рази більше (26,6% та 8% відповідно), а невелике недостатньо функціональне покращення в групі порівняння – у 3,4 рази частіше на відміну від основної групи (56% та 16,4% відповідно) (рисунк б).

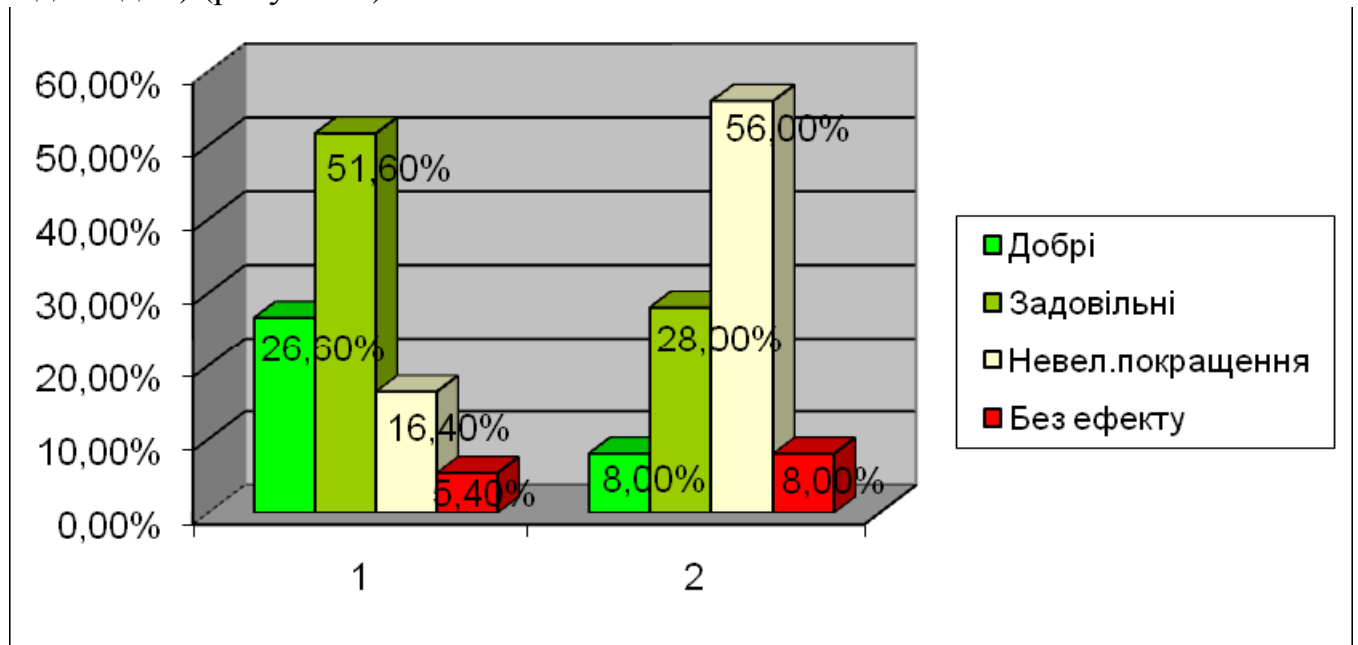


Рис. 6 Розподіл результатів лікування у хворих з наслідками ушкодження плечового сплетення за віддаленими результатами:

- 1 – основна група (з використанням довготривалої електростимуляції),
- 2 – група порівняння.

У хворих з синдромом грудного виходу після втручання в ранньому післяопераційному періоді спостерігали позитивні зміни: насамперед, це зменшення інтенсивності або зникнення больового синдрому, збільшення об'єму рухів в кінцівках, регрес вегетативно-трофічних та судинних розладів. В групі, де після декомпресії нервових структур використовували нетривалу електростимуляцію (протягом 10-12 діб), ступінь відновлення неврологічних розладів був нижчим порівняно з групою хворих, яким було імплантовано систему довготривалої електростимуляції. В першій групі (з використанням нетривалої електростимуляції) протягом перших трьох місяців спостерігали рецидив больового синдрому у трьох хворих – 30%, а відновлення рухових та чутливих розладів розподілялось наступним

чином: добре (до рівня M4-M5 та S4-S5) – у двох хворих (20%), задовільне – (до M2-M3 та S2-3) – у семи хворих (70%), без змін – у однієї хворої. В групі з використанням довготривалої електростимуляції – рецидив больового синдрому спостерігали лише у однієї пацієнтки, а функціональні результати відновлення рухової функції кінцівки були наступні: добре відновлення у трьох хворих (43%), задовільне відновлення – у чотирьох (57%).

У хворих з наслідками пологових ушкоджень плечового сплетення та лицьового нерва (26 хворих) було отримано 92,3% позитивних результатів. Перед оперативним втручанням протягом трьох-восьми років всі вони проходили якісне традиційне реабілітаційне лікування без покращення неврологічного статусу. Після 6-12 місяців прямої довготривалої електростимуляції у 24 (92,3%) хворих було досягнуто суттєве покращення функції ушкоджених нервів. Загалом отримали у 24 (92,3%) хворих позитивні результати у вигляді покращення рухової, чутливої функцій та регресу вегетативно-трофічних порушень на 1-2 бали (від M0-1 до M2-3, або від M2-3 до M4) та перехід на 1-2 рівня за House–Brackmann (з V-IV до III-II). Розподіл результатів був наступним: до M4, S3-4 та за House–Brackmann II (добре відновлення з незначним дефіцитом) – 3 (11,5%), до M3, S2-3 та за House–Brackmann III (задовільне відновлення, функціональне) – 17 (65,4%), до M2, S2 та за House–Brackmann IV (незначне покращення, не функціональне) – 4 (15,4%), без ефекту – 2 (7,7%), тобто у 76,9% хворих отримано суттєве покращення.

Кількість позитивних функціональних результатів в основній групі хворих з наслідками ушкоджень нервів нижньої кінцівки у 1,9 рази переважала над відповідною кількістю у групі порівняння (72,2% та 37,5% відповідно). Без ефекту при наслідках ушкодження нервів нижніх кінцівок в групі порівняння спостерігали у понад 3,3 рази більше – 37,5% хворих, в той час, як при використанні довготривалої лікувальної електростимуляції без ефекту було лише 11,1% хворих (рисунок 7).

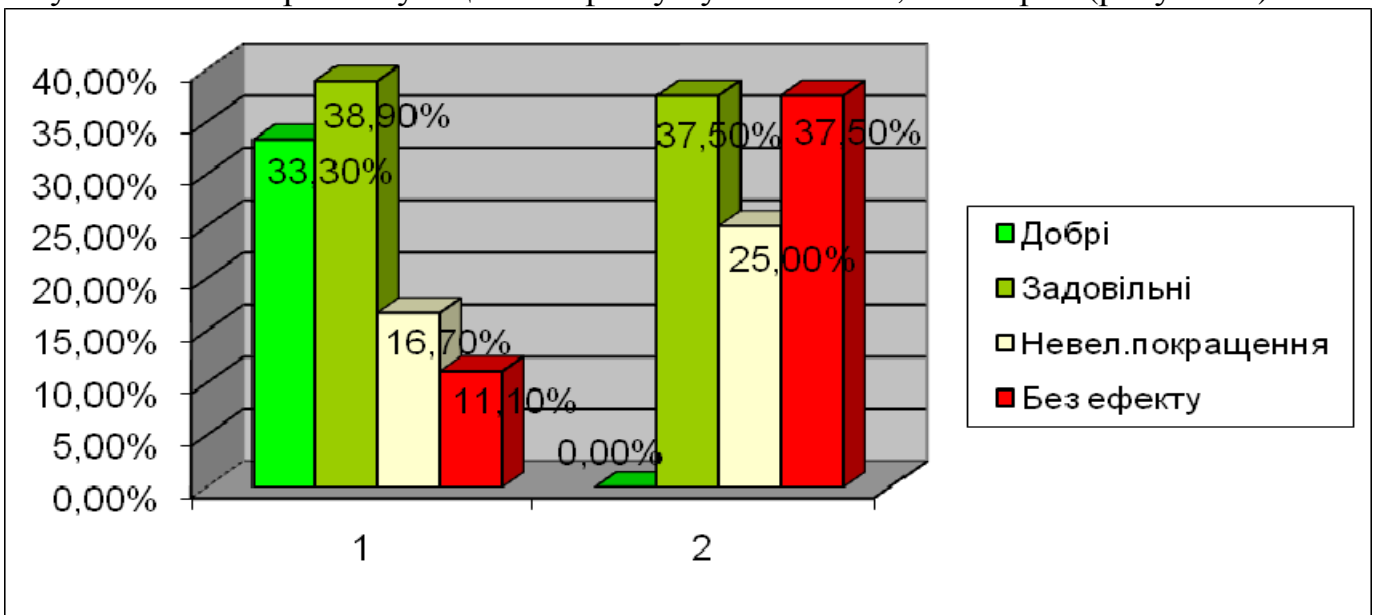


Рис. 7 Розподіл результатів лікування у хворих з наслідками ушкодження нервів нижньої кінцівки за віддаленими результатами:

1 – основна група, 2 – група порівняння.

Таким чином, застосування довготривалої лікувальної електростимуляції дозволило суттєво покращити результати лікування у хворих з наслідками ушкодження нервів верхніх та нижніх кінцівок. Тобто, кількість позитивних функціональних результатів у хворих з наслідками ушкодження нервів верхньої кінцівки з використанням довготривалої лікувальної електростимуляції була у 1,4 рази більша (80,6% та 56,3% відповідно). У хворих з наслідками ушкодження нервів нижньої кінцівки кількість позитивних результатів в основній групі було в 1,9 разів більше, ніж у групі порівняння, а без ефекту відповідно у 3,3 рази було менше хворих при використанні тривалої лікувальної електростимуляції (11,1% в основній групі та 37,5% в групі порівняння).

Окремо нами вивчені віддалені результати у 63 хворих, яким були проведені реконструктивно-пластичні втручання на нервах, які розподілялися наступним чином: в основній групі добрі результати були у 8 хворих, задовільні результати – у 23, недостатньо ефективні – у 8, без ефекту – у 4; в групі порівняння добрі результати були – у 2 хворих, задовільні – у 6, недостатньо ефективні – у 9, без ефекту – у 3. Функціональних (добрих та задовільних) результатів у основній групі було 72,1%, тоді як в групі порівняння відповідно лише 40%.

Тобто добрі результати в основній групі отримали у 1,8 рази більше, ніж у групі порівняння. Кількість недостатньо ефективних результатів лікування у групі порівняння у понад два рази більша, ніж в основній групі (45% та 18,6% відповідно). Без ефекту в основній групі було 9,3%, а в групі порівняння – 15% (у 1,7 рази менше). Всі ці дані ілюструють ефективність використання прямої довготривалої лікувальної електростимуляції навіть у більш важких варіантах ушкодження нервів, що вимагали виконання складних реконструктивно-пластичних втручань (зшивання, аутопластики, невротизації) для відновлення втрачених функцій (рисунок 8).

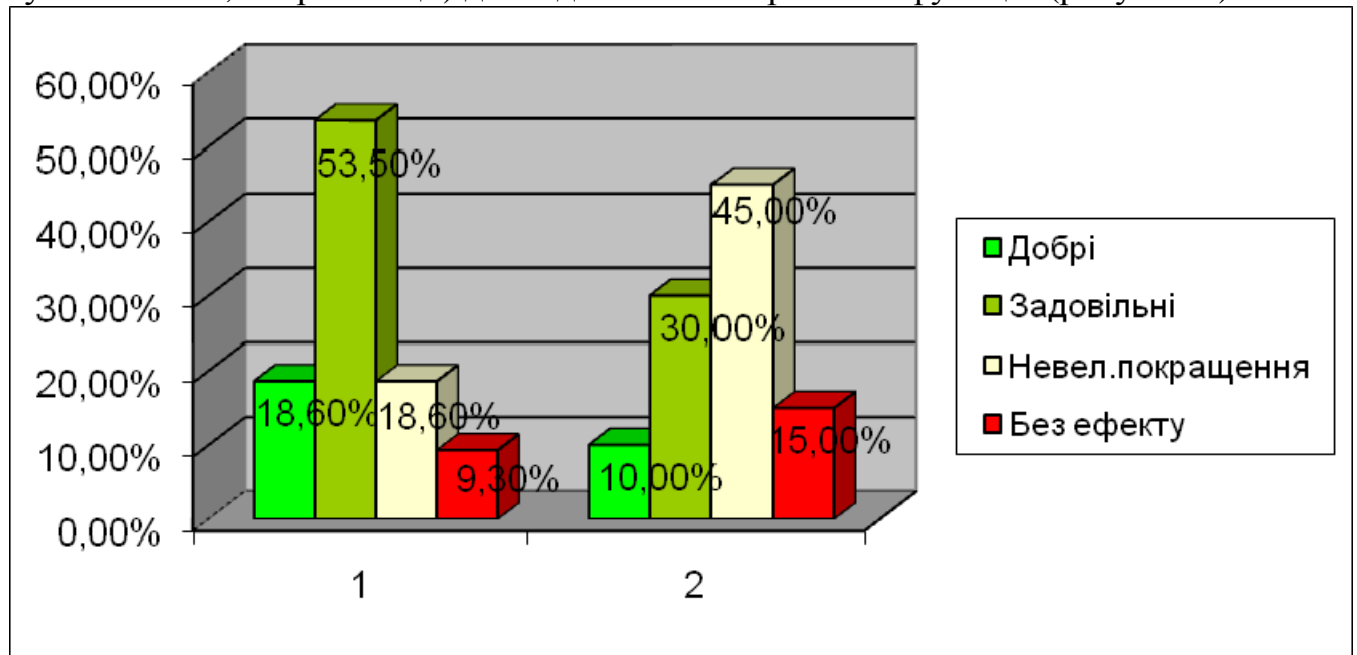


Рис. 8 Розподіл результатів лікування у хворих з наслідками ушкодження нервів з використанням реконструктивно-пластичних втручань на нервових стовбурах за віддаленими результатами лікування:

1 – основна група, 2 – група порівняння.

Загалом позитивні результати отримали у віддаленому періоді у 92,1% хворих . Добрий результат був у 74 (25,3%) хворих. Задовільний результат (функціональне відновлення) спостерігали у 134 (45,9%) хворих та невелике покращення, але функціонально недостатнє відновлення – у 61 (20,9%) хворих. Без суттєвих позитивних змін (без ефекту) рухових порушень (M0) залишались 23 (7,9%) хворих. При розподілі результатів лікування в залежності від варіанту лікування добрі результати з використанням довготривалої електростимуляції отримали у понад два рази більше, ніж у групі порівняння, а саме 30,7% та 12,6% відповідно (рисунок 9).

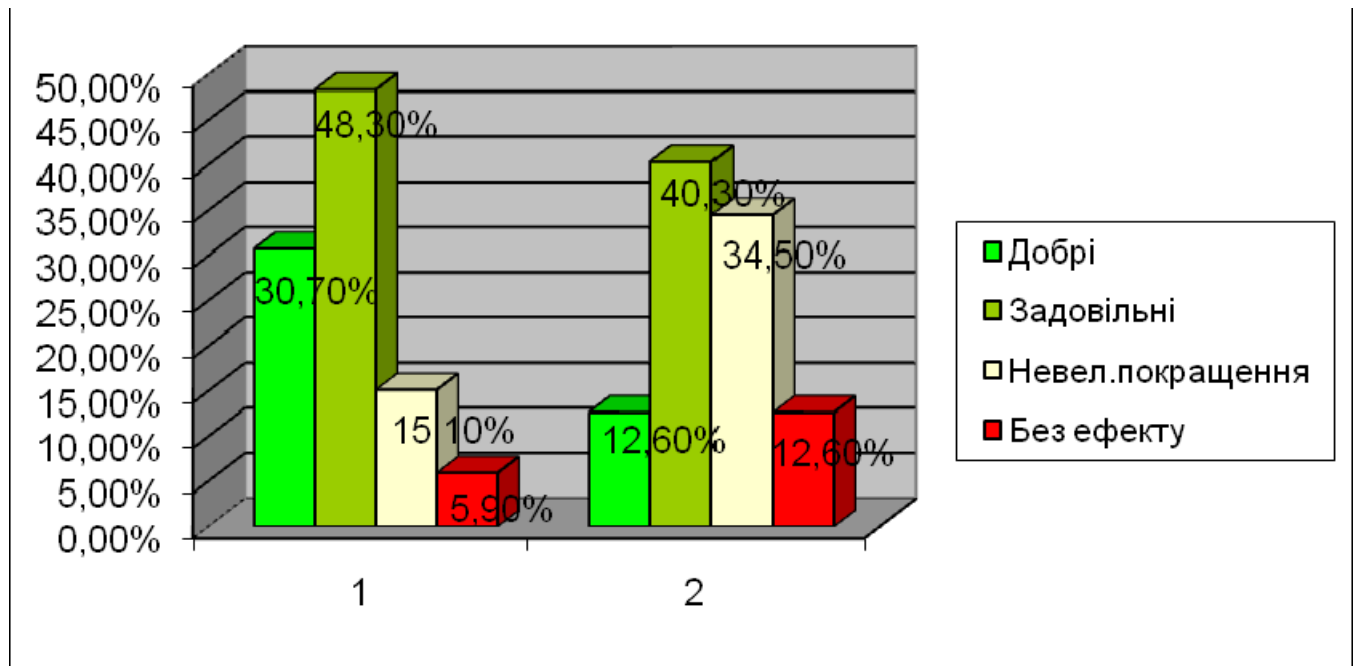


Рис. 9 Розподіл результатів лікування у хворих з наслідками ушкодження нервів за віддаленими результатами:

- 1 – основна група (з використанням довготривалої електростимуляції)
- 2 – група порівняння (статистично достовірні за методом χ^2 $P < 0,01$).

Результати хірургічного лікування хворих з наслідками ушкодження нервів із застосуванням методики тривалої електростимуляції вказують на більш високий ступінь відновлення і, що особливо важливо, більш повне відновлення функції всіх груп м'язів ушкодженої кінцівки.

Вид лікування (зі стимулятором чи без нього) значуще впливає на результат лікування. Так, у хворих, яким проведена довготривала електростимуляція, позитивний ефект (повне, добре та задовільне відновлення нерва) досягнутий у 79%, тоді як після тільки традиційного лікування — у 52,9%. Незначне покращення або неефективність лікування відзначені у 21% хворих після стимуляції нерва і більш ніж вдвічі у хворих (47,1%) — без тривалої нейростимуляції.

Таким чином, у віддаленому періоді нами отримано 92,1% позитивних результатів, що проявлялись покращенням рухової, чутливої та вегетативно-трофічної функцій, регресом больового синдрому. Добрі результати з використанням довготривалої лікувальної електростимуляції були виявлені у понад два рази більше,

ніж у групі порівняння, а саме 30,7% та 12,6% відповідно. Незначне покращення або неефективність лікування відзначені у 21% хворих після стимуляції нерва. Хворих із незначним покращенням без електростимуляції було більш ніж вдвічі – 47,1%. Функціонально значущі результати (добрі та задовільні) в основній групі спостерігали у 79% хворих, відповідно в групі порівняння у півтори рази менше – 52% хворих (статистично значущі за методом χ^2 $P < 0,01$). Згідно отриманих нами даних, вид лікування (зі стимулятором чи без нього) значуще впливає на результат лікування.

ВИСНОВКИ

У дисертації представлено теоретичне узагальнення та нове вирішення актуальної науково-прикладної проблеми нейрохірургії – покращення результатів відновного лікування хворих з наслідками ушкоджень периферичних нервів та підвищення ефективності існуючих хірургічних втручань шляхом розробки методики довготривалої лікувальної електростимуляції (ДЛЕС) на основі експериментального та клінічного обґрунтування.

1. Розроблена нами експериментальна модель вивчення впливу прямої довготривалої електростимуляції на регенерацію нерва після його пересічення та зшивання дозволила об'єктивно оцінити та вірогідно підтвердити її позитивний вплив. В результаті проведеного дослідження вперше розроблена технологія стимуляції регенерації ушкоджених периферичних нервів шляхом прямої довготривалої електростимуляції із використанням вітчизняної електростимуляційної системи «Нейсі 3М». Експериментальні дослідження показали повну безпечність та високу ефективність довготривалої лікувальної електростимуляції при ушкодженні периферичних нервів.

2. За результатами експериментального дослідження пряма довготривала електростимуляція сприяє регенерації ушкодженого нерва експериментальних тварин та попереджає розвиток грубих трофічних розладів ушкодженої кінцівки. Пряма довготривала електростимуляція ушкодженого нерва покращує відносні показники амплітуди М-відповіді, як через один місяць спостережень (12,65% з електростимуляцією та 8,56% без неї), так і через два місяці спостережень (у понад два рази) 29,56% з електростимуляцією та 12,56% без електростимуляції ($p < 0,05$).

3. Пряма довготривала електростимуляція нервових волокон в експерименті збільшує швидкість і відновлення функціональної фізіологічної регенерації. Виявлено компенсаторно-приспосувальний ефект прямої тривалої електростимуляції та забезпечення функціонально спроможної регенерації нервових волокон за показниками ремієлорегенерації та стромально – ангіорегенерації. Показники співвідношення між діаметром осьових циліндрів і мієлинових оболонок в групах порівняння склали відповідно $1,34 \pm 0,02$ та $0,65 \pm 0,01$, а в дослідних групах (після електростимуляції 1 і 2 місяці) – $0,62 \pm 0,009$ та $0,42 \pm 0,006$.

4. Пряма довготривала електростимуляція нервових стовбурів стимулює ангіогенез. На поперечному зрізі ушкодженого нерва в групах порівняння середня кількість капілярів досягає 38 і 41 на 100 мкм^2 , тоді як після тривалої електростимуляції протягом 1 і 2 місяці – в середньому відповідно цей показник зростає до 52 та 58 на 100 мкм^2 відповідно. Нейровазальні співвідношення в групі

порівняння через 1 та 2 місяці були відповідно 38 : 82 і 41: 89, тоді як в основних групах ці показники виявилися кращими – 52 : 121 і 58 :125 відповідно.

5. Регенераційні зміни при дії електростимуляції проявляються активацією клітин периневрію в ділянці регенераційної невроми. Регенерація травмованого периферичного нерва набуває фізіологічної спрямованості та спроможності (відновлення рухової одиниці) відповідно у спрямованості нервових волокон, співвідношенні і компенсаторній фокальній гіперплазії та кластерній проліферації клітин Шванна, судинних і сполучно-тканинних елементів. Індекс проліферації (ІМ Кі-67) клітин Шванна при електростимуляції у терміни 30 діб склав $5,8 \pm 0,3\%$, а в динаміці – через 60 діб дещо зменшувався і склав $3,5 \pm 0,4\%$.

6. Відновлення невральних та мезенхімальних структур та їх клітинні співвідношення в ділянці регенераційної невроми корелюють з тривалістю електростимуляції травмованого нерва. При формуванні регенераційної невроми без електростимуляції в ній виявлені малосудинні зони і надмірний розвиток сполучної тканини. При електростимуляції травмованого нерва спостерігається розвиток активного міксоматозу строми із рівномірною васкуляризацією і реневротизацією нерва за рахунок високої активності структур ендо- і периневрію. Співвідношення активності різних типів клітин оптимізується під впливом електростимуляції травмованого нерва і забезпечує їх функціонально спроможну репарацію.

7. Довготривала електростимуляція ушкоджених нервових стовбурів дозволяє призупинити розвиток незворотних змін неврово-м'язового апарату кінцівки та сприяє повноцінному відновленню функції. У хворих з наслідками ушкодження ліктьового нерва добрі результати відновлення функції кисті в основній групі (з ДЛЕС) виявлені у п'ять разів частіше (45,5%) при співставленні з групою порівняння, в якій добрих результатів досягнуто лише у 8,7% пацієнтів.

8. Довготривала електростимуляція травмованих нервів дозволила більш ефективно та повноцінно відновити функцію плечового сплетіння при його ушкодженнях. В групі хворих з використанням довготривалої електростимуляції добрі результати отримано у 3,3 рази більше, ніж у групі порівняння (26,6% та 8% відповідно), а задовільні – у 1,8 разів більше (51,6% та 28% відповідно). Поєднання методик невротизації, довготривалої стимуляції з методами транспозиції м'язів значно поліпшує функціональні результати лікування хворих з патологією плечового сплетення.

9. Пряма довготривала лікувальна електростимуляція ушкоджених нервів дозволяє отримати кращі результати відновлення втрачених функцій і при важких варіантах ушкодження нервів, котрі вимагають виконання складних реконструктивно-пластичних втручань. Добрі результати в основній групі постраждалих отримали у 1,8 рази більше, ніж у групі порівняння. Кількість недостатньо ефективних результатів лікування у групі порівняння була вдвічі більшою, ніж в основній групі (45% та 18,6% відповідно).

10. Довготривала лікувальна електростимуляція у хворих з наслідками пологового ушкодженням плечового сплетення та лицьового нерва навіть у віддаленому періоді спостереження (понад два роки від моменту травми) дозволяє досягнути функціонально задовільних результатів у 76% хворих. Таким чином, при пологових ушкодженнях нервів у віддаленому періоді довготривала лікувальна

електростимуляція є чи не єдиним ефективним способом поліпшення функціонального стану нервово-м'язового апарату.

11. Довготривала електростимуляція ушкоджених нервів покращує функціональний стан нервово-м'язового апарату нижньої кінцівки у хворих з наслідками ушкодження сідничного нерва. Її використання надає більше переваг для відновлення втрачених функцій кінцівки, регресу больового синдрому та вегетативно-трофічних порушень. Позитивні результати (добрі та задовільні) отримані в основній групі у 72,2% хворих; тоді як у групі порівняння – лише у 37,5% хворих. Без позитивних змін в основній групі хворих було 11,8%, а в групі порівняння – 37,5% хворих.

12. Розроблений в клініці метод прямої довготривалої електростимуляції дозволив покращити результати лікування та досягнути позитивного результату (повне, добре та задовільне відновлення) у 79% хворих, тоді як при хірургічному лікуванні без довготривалої лікувальної електростимуляції відповідно – у 52,9% хворих. Відмічено, що добрі результати в основній групі хворих (з ДЛЕС) були вдвічі частіше (30,7%), ніж у групі порівняння (12,6%). Неefективність лікування та незначне покращення відзначені у кожного другого (47,1%) без тривалої нейростимуляції, тоді як після довготривалої лікувальної електростимуляції у кожного п'ятого (21%) ($p < 0,01$). Довготривала електростимуляція дозволяє скоротити строки лікування хворих, покращити якість життя пацієнтів із ушкодженням периферичних нервів, що має важливе соціальне та економічне значення.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Ушкодження периферичних нервів приводить до стійкої інвалідизації хворих. Лікування таких хворих повинно відбуватись у спеціалізованих закладах, що мають необхідне обладнання та фахівців для проведення комплексної діагностики, а також для виконання реконструктивних мікрохірургічних втручань. Важливим є адекватність та об'єм хірургічного втручання. За відсутності необхідних умов доцільне проведення лише невідкладних заходів та направлення потерпілого у спеціалізовані заклади.

2. Для безпечного і успішного виконання мікрохірургічного втручання при лікуванні ушкоджень периферичних нервів важливим моментом є передопераційне планування, що базується на даних допоміжних методів, в тому числі електронейроміографічного дослідження. Це дозволяє об'єктивно оцінити функціональний стан нервово-м'язового апарату ушкодженої кінцівки та прогнозувати перебіг захворювання.

3. Для підвищення ефективності хірургічного лікування ушкоджень периферичних нервів у пацієнтів, як після проведення невролізу, так і після виконання реконструктивно-пластичних втручань доцільно імплантувати до епіневрію ушкоджених нервових стовбурів електроди електростимуляційної системи для проведення прямої довготривалої електростимуляції у післяопераційному періоді, особливо у випадках тривалого анамнезу (понад шість місяців) від моменту травми нерва.

4. З метою відновлення функції травмованих нервів, зменшення інвалідизації та покращення якості життя хворих з пологовими ушкодженнями плечового сплетення та лицьового нерва у віддаленому періоді доцільно застосування комплексного відновного лікування з використанням електростимуляційної системи в післяопераційному періоді.

5. Рекомендувати використання методу прямої довготривалої електростимуляції на експериментальній моделі травматичного ушкодження сідничного нерва кроля (Патент України на корисну модель №84837 від 11.11.13), для вивчення впливу прямої довготривалої електростимуляції на регенерацію елементів рухової одиниці.

6. Рекомендувати використання методу прямої довготривалої електростимуляції при синдромі грудного виходу (Патент України на корисну модель №82507 від 12.08.13).

7. Рекомендувати використання методу поетапної прямої довготривалої електростимуляції при наслідках ушкодження плечового сплетення (Патент України на корисну модель №82504 від 12.08.13).

8. Рекомендувати використання методу прямої довготривалої електростимуляції при одночасному ушкодженні нервів та контрактурі Фолькмана (Патент України на корисну модель №82505 від 12.08.13).

СПИСОК ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Відновне хірургічне лікування наслідків ушкодження довгих гілок плечового сплетення з використанням тривалої електростимуляції / Ю.П. Зозуля, І.Б. Третяк, Ю.В. Цимбалюк, М.А. Сапон // Укр. нейрохірург. журнал. — 2013. — № 2. — С. 19—22.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

2. Реконструктивно–пластичні хірургічні втручання у поєднанні з прямою тривалою електростимуляцією у хворих з наслідками ушкодження плечового сплетення та його довгих гілок / Ю.П. Зозуля, В.І. Цимбалюк, І.Б. Третяк, Ю.В. Цимбалюк // Хірургія України. — 2013. — № 2 (46). — С. 49—52.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

3. Цимбалюк В.І. Застосування тривалої електростимуляції у хворих з наслідками ушкодження периферичних нервів, які супроводжувалися больовим синдромом / В.І. Цимбалюк, І.Б. Третяк, Ю.В. Цимбалюк // Біль, знеболювання і інтенсивна терапія. — 2013. — № 1. — С. 29—33.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

4. Цимбалюк В.І. Хірургічне лікування ушкодження плечового сплетення з використанням довготривалої електростимуляції / В.І. Цимбалюк, І.Б. Третяк, Ю.В. Цимбалюк // Клініч. хірургія. — 2013. — № 6. — С. 59—61.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

5. Цимбалюк Ю.В. Використання прямої довготривалої електростимуляції при наслідках ушкодження променевого нерва / Ю.В. Цимбалюк // Вісн. ортопедії, травматології та протезування. — 2013. — № 1 (76). — С. 48—51.

6. Цимбалюк Ю.В. Використання прямої тривалої електростимуляції при наслідках ушкодження сідничного нерва / Ю.В. Цимбалюк // Клініч. хірургія. — 2013. — № 4. — С. 62—65.

7. Цимбалюк Ю.В. Лікування наслідків ушкодження ліктьового нерва із застосуванням тривалої електростимуляції / Ю.В. Цимбалюк // Укр. неврол. журнал. — 2013. — № 1(26). — С. 65—69.

8. Цимбалюк Ю.В. Попередні результати використання прямої довготривалої електростимуляції при наслідках ушкодження великогомілкового нерва / Ю.В. Цимбалюк // Мед. реабілітація, курортологія, фізіотерапія. — 2013. — № 1 (73). — С. 47—49.

9. Цимбалюк Ю.В. Попередні результати хірургічного лікування синдрому грудного виходу з використанням системи для прямої довготривалої електростимуляції / Ю.В. Цимбалюк // Шпитальна хірургія. — 2013. — № 1. — С. 17—21.

10. Цимбалюк Ю.В. Результати довготривалої електростимуляції при наслідках ушкодження малогомілкового нерва / Ю.В. Цимбалюк // Міжнар. неврол. журнал. — 2013. — № 5(59). — С. 39—42.

11. Цимбалюк Ю.В. Відновлювальне хірургічне лікування пологових ушкоджень лицьового нерва та плечового сплетення у віддаленому періоді з використанням хронічної лікувальної електростимуляції / Ю.В. Цимбалюк, І.Б. Третяк, М.А. Дем'янов // Мед. реабілітація, курортологія, фізіотерапія. — 2013. — № 3(75). — С. 43—45.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів оперативних втручань).

12. Цимбалюк Ю.В. Використання тривалої електростимуляції в комплексному лікуванні ушкодження плечового сплетення під час пологів / Ю.В. Цимбалюк, І.Б. Третяк, М.А. Сапон // Укр. нейрохірург. журнал. — 2013. — № 1. — С. 14—18.

(Особистий внесок дисертанта полягає в збиранні клінічного матеріалу, в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

13. Цимбалюк В.И. Восстановительное хирургическое лечение поврежденных периферических нервов с использованием прямой длительной электростимуляции / В.И. Цимбалюк, И.Б. Третяк, Ю.В. Цимбалюк // Укр. неврол. журнал. — 2013. — № 4 (29). — С. 82—86.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

14. Ушкодження променевого нерва, поєднані з переломом плечової кістки / Б.М. Лузан, О.Є. Кучерук, М.М. Татарчук, Ю.В. Цимбалюк // Травма. — 2013. — № 5 (14). — С. 36—43.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

15. Цымбалюк Ю.В. Длительная электростимуляция в восстановительном хирургическом лечении последствий повреждения нервов нижней конечности / Ю.В. Цымбалюк, В.И. Цымбалюк, И.Б. Третьяк // Медицинские новости (Минск). — 2013. — № 5 (224). — С. 73—76.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

16. Цымбалюк В.И. Хирургическое лечение поврежденных нервов верхней конечности с использованием прямой длительной электростимуляции / В.И. Цымбалюк, И.Б. Третьяк, Ю.В. Цымбалюк // Журнал теоретической и клинической медицины (Ташкент). — 2013. — № 2. — С. 58—62.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

17. Цимбалюк Ю.В. Ультраструктурні зміни сідничного нерва при експериментальному травматичному пошкодженні та особливості репарації під впливом прямої довготривалої электростимуляції / Ю.В. Цимбалюк, Т.А. Малишева, В.В. Васлович // Вісн. проблем біології та медицини. — 2013. — Вип. 4, Т. 2 (105). — С. 219—225.

18. Морфологічні зміни периферичних нервів після нейрорафії та электростимуляції / Ю.В. Цимбалюк, Т.А. Малишева, С.О. Руденко, В.В. Васлович // Морфологія. — 2013. — Т. 7, № 4. — С. 78—85.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні експериментальних досліджень, аналізі результатів морфологічних досліджень).

19. Влияние прямой длительной электростимуляции на элементы двигательной единицы при нейрорафии седалищного нерва в эксперименте (морфометрическое исследование) / Ю.В. Цымбалюк, Т.А. Малышева, С.О. Руденко, В.В. Васлович // Журнал теоретической и клинической медицины (Ташкент). — 2014. — № 1. — С. 84—90.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні експериментальних досліджень, аналізі результатів морфологічних досліджень).

20. Електростимуляція у відновному лікуванні наслідків ушкодження лицьового нерва / В.І. Цимбалюк, Ю.В. Цимбалюк, М.А. Дем'янов, І.Б. Третьяк // Шпитальна хірургія. — 2014. — № 1. — С. 58—60.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів оперативних втручань).

21. Ефективність впливу тривалої прямої электростимуляції сідничного нерва після його повного перетину та нейрорафії на відновлення функціонального стану нервово-м'язового апарату у кролів / В.І. Цимбалюк, Ю.В. Цимбалюк, О.М. Золотоверх [та ін.] // Журнал НАМН України. — 2014. — Т. 20, № 1. — С. 105-108.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні експериментальних та нейрофізіологічних досліджень, аналізі результатів нейрофізіологічних досліджень).

22. Використання довготривалої електростимуляції при наслідках ушкоджень нервів верхньої кінцівки / В.І. Цимбалюк, М.А. Сапон, І.Б. Третяк [та ін.] // Матеріали XIV Конгресу Світової Федерації Українських Лікарських Товариств, 4—6 жовт. 2012 р. м. Донецьк. — Донецьк–Київ–Чікаго, 2012. — С. 233—234, № 444.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

23. Довготривала електростимуляція при наслідках ушкоджень периферичних нервів / Ю.В. Цимбалюк, В.І. Цимбалюк, І.Б. Третяк, М.А. Сапон // Конф. нейрохірургів України „Досягнення нейрохірургії останнього десятиріччя” в рамках міжнар. мед. форуму „Інновації в медицині — здоров'я нації”, Київ, 26—27 верес. 2012 р.: тези доп. — К., 2012. — С. 88.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

24. Эффективность устранения невропатической боли при различных методах нейростимуляции / В.И. Цымбалюк, Н.А. Сапон, И.Б. Третяк [и др.] // Сб. науч. тр. «Вейновские чтения в Украине»: II Всеукр. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Киев, 23—24 мая 2012 г. — К., 2012. — С. 37—38.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, аналізі результатів операцій).

25. Електростимуляція у відновному хірургічному лікуванні ушкоджень нервів / В.І. Цимбалюк, І.Б. Третяк, М.А. Сапон, Ю.В. Цимбалюк // XII з'їзд ВУЛТ, м. Київ, 5—7 верес. 2013 р.: матеріали. — К., 2013. — С. 180.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

26. Хирургическое лечение поврежденных периферических нервов с использованием прямой длительной электростимуляции / В.И. Цымбалюк, И.Б. Третяк, Н.А. Сапон, Ю.В. Цымбалюк // V з'їзд нейрохірургів України, 25—28 червня 2013 р., Ужгород. — Ужгород, 2013. — С. 243—244.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів операцій).

27. Использование «Нейси 3М» для хронической электростимуляции в комплексе хирургического лечения поврежденных периферических нервов и сплетений / В.И. Цымбалюк, Н.А. Сапон, И.Б. Третяк [и др.] // Рос. нейрохирург. журнал им. А.Л. Поленова. — 2014. — Т. IV, Спец. вып.: материалы XIII Всерос. науч.-практ. кон. «Поленовские чтения» 15—18 апреля 2014 г. Санкт-Петербург. — СПб., 2014. — С. 88.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні клініко-нейрофізіологічних обстежень хворих, в проведенні оперативних втручань у хворих, аналізі результатів оперативних втручань).

28. Пат. 84837 Україна, МПК А61В 17/00. Спосіб стимуляції росту і регенерації сидничного нерва у кролів методом електростимуляції після його ушкодження в експерименті / Цимбалюк Ю.В.; заявник та патентовласник ДУ «Інститут

нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України». — № u2012 15134; заявл. 28.12.12; опубл. 11.11.13; Бюл. № 21.

29.Пат. 82507 Україна, МПК А61В 17/00. Спосіб тривалої електростимуляції за допомогою імплантованої електростимулюючої системи «Нейсі 3М» при синдромі грудного виходу / Цимбалюк Ю.В., Цимбалюк В.І., Третяк І.Б., Цзян Хао; заявник та патентовласник ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України». — № u2012 15139; заявл. 28.12.12; опубл. 12.08.13; Бюл. №15.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні патентного пошуку, написанні патенту, участі у формуванні формули винаходу).

30.Пат. 82504 Україна, МПК А61N 1/05, А61В 17/00. Спосіб тривалої електростимуляції за допомогою імплантованої електростимулюючої системи «Нейсі 3М» при травмі плечового сплетення / Цимбалюк В.І., Цимбалюк Ю.В., Третяк І.Б.; заявник та патентовласник ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України». — № u2012 15135; заявл. 28.12.12; опубл. 12.08.13; Бюл. № 15.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні патентного пошуку, написанні патенту, участі у формуванні формули винаходу).

31.Пат. 82505 Україна, МПК А61N 1/05, А61В 17/00. Спосіб тривалої електростимуляції за допомогою електростимулюючої системи «Нейсі 3М», що імплантується, при контрактурі Фолькмана / Цимбалюк Ю.В., Цимбалюк В.І., Тетяк І.Б., Тиш І.І.; заявник та патентовласник ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України». — № u2012 15136; заявл. 28.12.12; опубл. 12.08.13; Бюл. № 15.

(Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні патентного пошуку, написанні патенту, участі у формуванні формули винаходу).

АНОТАЦІЯ

Цимбалюк Ю.В. Відновне нейрохірургічне лікування ушкоджень периферичних нервів із застосуванням довготривалої електростимуляції. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук зі спеціальності 14.01.05 – нейрохірургія. – ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України» – Київ, 2014 р.

Дисертаційна робота стосується вирішення проблеми сучасної неврології та нейрохірургії – покращення регенерації периферичних нервів із застосуванням прямої довготривалої електростимуляції з використанням вітчизняної нейростимуляційної системи «Нейсі 3М» (НПП ВЕЛ). Результати експериментальних та клінічних досліджень представлені в даній дисертаційній роботі. Аналізується матеріал 537 хворих, що були прооперовані в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П.Ромоданова НАМН України», із яких у 332 були імплантовані електростимуляційні системи і проводилась, а у деяких і на сьогодні проводиться довготривала електростимуляція.

Вивчення впливу довготривалої електростимуляції на регенерацію сідничного нерва після нейрорафії (у кролів) в експерименті виявило структурні зміни, що вказують на прискорення відновлення функції нервових стовбурів. Встановлено позитивний векторний вплив електростимуляції (за якісними та кількісними критеріями) на ознаки регенерації в нервових стовбурах дослідних груп відносно групи порівняння. Пряма довготривала електростимуляція нервових волокон в експерименті збільшує швидкість і відновлення функціональної фізіологічної регенерації. Виявлено компенсаторно–приспосувальний (репаративний) вплив прямої тривалої електростимуляції на функціонально спроможну регенерацію нервових волокон (рем'єлорегенерацію та стромально – ангіорегенерацію).

Довготривала лікувальна електростимуляція у хворих з наслідками пологового ушкодження плечового сплетення та лицьового нерва навіть у віддаленому періоді спостереження (понад два роки від моменту травми) дозволяє досягнути функціонально задовільних результатів у 76% хворих.

Розроблений в клініці метод прямої довготривалої електростимуляції дозволив покращити результати лікування та досягнути позитивного результату (повне, добре та задовільне відновлення) у 79% хворих, тоді як при хірургічному лікуванні без ДЛЕС відповідно – 52,9% хворих. Відмічено, що добрі результати в основній групі хворих (з ДЛЕС) були вдвічі частіше (30,7%), ніж у групі порівняння (12,6%). Неefективність лікування та незначне покращення відзначені у кожного п'ятого (21%) після стимуляції нерва, тоді як без тривалої нейростимуляції у кожного другого (47,1%). Довготривала електростимуляція дозволяє скоротити строки лікування хворих, покращити якість життя пацієнтів із ушкодженням периферичних нервів, що має важливе соціальне та економічне значення.

Ключові слова: периферичні нерви, ушкодження нервів, відновне хірургічне лікування, електростимуляція.

АННОТАЦИЯ

Цымбалюк Ю.В. Восстановительное нейрохирургическое лечение повреждений периферических нервов с применением длительной электростимуляции. – Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.05 – нейрохирургия. ГУ «Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины», Киев, 2014 г.

Диссертационная работа касается проблемы современной неврологии и нейрохирургии – улучшения регенерации периферических нервов с применением прямой длительной электростимуляции с использованием отечественной нейростимуляционной системы Нейси 3М (НПП ВЭЛ). Результаты экспериментальных и клинических исследований представлены в данной работе. Анализируется материал 537 пациентов, прооперированных в ГУ «Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины», из которых 332 пациентам были имплантированы электростимуляционные системы и проводилась, а у некоторых и на сегодняшний день проводится длительная электростимуляция.

Изучение влияния длительной электростимуляции на регенерацию седалищного нерва после нейрорафии (у кроликов) в эксперименте выявило структурные изменения, указывающие на ускорение восстановления функции нервных стволов. Установлено позитивное векторное влияние электростимуляции (по количественным и качественным критериям) на регенерацию в нервных стволах. Прямая длительная электростимуляция нервных волокон в эксперименте увеличивает скорость и восстановление функциональной физиологической регенерации. Выявлено компенсаторно-приспособительное (репаративное влияние прямой длительной электростимуляции на функционально состоятельную регенерацию нервных волокон (ремиелорегенерацию и стромально – ангиорегенерацию). Восстановление невралных и мезенхимальных структур и их клеточные соотношения в области регенерационной невромы коррелируют со сроками действия электростимуляции. При формировании регенерационной невромы без электростимуляции в ней обнаружены малососудистые зоны и чрезмерное развитие соединительной ткани – рубец. При воздействии электростимуляции установлен активный миксоматоз стромы с равномерной васкуляризацией и реневротизацией нерва за счет высокой активности структур эндо- и периневрия. Именно соотношение активности различных типов клеток изменяется под влиянием электростимуляции и обеспечивает функционально состоятельную регенерацию.

Длительная лечебная электростимуляция у больных с последствиями родового повреждения плечевого сплетения и лицевого нерва даже в отдаленном периоде наблюдения (более двух лет от момента травмы) позволяет получить функционально удовлетворительные результаты восстановления у 76% больных.

Длительная электростимуляция травмированных нервов позволила более эффективно и полноценно восстановить функцию плечевого сплетения при его повреждениях. В группе больных с использованием длительной электростимуляции хорошие результаты были получены в 3,3 раза больше, чем в группе сравнения (26,6% и 8% соответственно), а удовлетворительные – в 1,8 раз больше (51,6% и 28% соответственно). Сочетание методик невротизации, длительной электростимуляции

с методами транспозиции мышц значительно улучшает функциональные результаты лечения больных с патологией плечевого сплетения.

Прямая длительная электростимуляция поврежденных нервов позволяет получить лучшие результаты восстановления утерянных функций и при тяжелых вариантах повреждений нервов, которые требуют проведения сложных реконструктивно-пластических вмешательств. Хорошие результаты в основной группе пострадавших отмечены в 1,8 раз чаще, чем в группе сравнения. Количество недостаточно эффективных результатов лечения в группе сравнения тоже было вдвое большим, чем в основной группе (45% та 18,6% соответственно). Отсутствие лечебного эффекта в основной группе отмечено в 1,7 раз меньше – у 9,3% больных, а в группе сравнения – у 15% больных.

Разработанный в клинике метод прямой длительной электростимуляции (ДЛЭС) позволил улучшить результаты лечения и достичь позитивного результата (полное, хорошее и удовлетворительное восстановление) у 79% больных, тогда как при хирургическом лечении без ДЛЭС соответственно – 52,9% больных. Отмечено, что хорошие результаты в основной группе больных (с ДЛЭС) наблюдали вдвое чаще (30,7%), чем в группе сравнения (12,6%). Длительная электростимуляция позволяет сократить сроки лечения больных, улучшить качество жизни пациентов с повреждениями периферических нервов, что имеет важное социальное и экономическое значение.

Ключевые слова: периферические нервы, повреждения нервов, восстановительное хирургическое лечение, электростимуляция.

SUMMARY

Tsymbaliuk Iu.V. Reconstructing neurosurgical treatment of injured peripheral nerves with use of long term electrical stimulation. – The manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of doctors medical sciences on specialty 14.01.05. – neurosurgery. – State Institution "Institute of Neurosurgery named after acad. A.P. Romodanov NAMS of Ukraine" – Kiev, 2014.

Dissertation work is dedicated to salvation of problems in modern neurology and neurosurgery – improvement of regeneration of peripheral nerves with use of direct long term electric stimulation with use of native neurostimulating system NeyCi-3M. The results of clinical and experimental researches are presented in this dissertation. Data of 537 patients, that were operated in State Institution " Institute of Neurosurgery named after acad. A.P. Romodanov NAMS of Ukraine" is analyzed in this work, 332 patients underwent implantation of electro-stimulating systems. 332 patients were obtaining courses of long term electrical stimulation, and some of them continue these courses till now.

Studying of the effects of long term electrical stimulation on regeneration of isciadicus nerve after nerve suturing (in rabbits) experimentally showed structural changes, that indicate acceleration and repair the physiological structure of nerve trunks. Positive vector effect of electrical stimulation (using quality and quantity criteria) on signs of regeneration in nerve trunks in study groups comparing with comparison groups was established. Direct long term electrical stimulation of nerve fibers, during experiment, accelerates speed and regeneration of functional physiological regeneration. Positive vector effect of electrical stimulation, using quantity and quality criteria, on signs of regeneration of nerve trunks of studied animal groups was found. Compensational-adaptive (reparative) effect of long term electrical stimulation on functionally-possible regeneration of nerve fibers (remieloregeneration and stromal-angio regeneration) was determined. Long term medical electrical stimulation in patients with after-effects of birth trauma of brachial plexus and facial nerve, even in distant period of observation (more than two years after trauma), allows to reach functionally-positive results in 76% of patients.

Method of long term electrical stimulation, that was invented in clinic, allowed to improve results of treatment and achieve positive result (complete, good, moderate regeneration) in 79% of patients in comparison with surgical treatment without long term electrical stimulation – 52,9% of patients. Positive results in main group of patients (with long term medical electrical stimulation) were twice as often (30,7%), than in comparison group (12,6%). No effect of treatment and minor improvement were determined in every fifth (21%) after nerve stimulation, and in every second (47,1%) without long term neurostimulation. Long term electrical stimulation allows to shorten time used for treating patines, improve quality of life of patients with peripheral nerve injuries, that has important social and economical meaning.

Key words: peripheral nerves, nerve damage, renewing surgical treatment, electrical stimulation.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДЛЕС – довготривала лікувальна електростимуляція

ЕЛС — електростимуляція

ЕНМГ — електронейроміографія

ЕСС — електростимуляційна система

ІМ — індекс мічення

М-відповідь — м'язова відповідь (викликаний руховий потенціал)

РО — рухова одиниця

Гц — герц

В — вольт

м — метр

с — секунда