

УДК 616.833-098.85-002.83-018:615.835

А.В. Корсак, Ю.Б. Чайковський, С.М. Чухрай, О.В. Чернець
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ

УЛЬТРАСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕВРОМИ НА ЕТАПАХ ДЕГЕНЕРАЦІЇ ТА РАННЬОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ ЗА УМОВ РІЗНИХ МЕТОДІВ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОХІРУРГІЧНОГО ВИСОКОЧАСТОТНОГО ІНСТРУМЕНТУ НА ПЕРИФЕРІЙНИЙ НЕРВ

Проаналізовано характер ультраструктурних змін елементів нервової тканини за умов різних методів впливу високочастотних електрохірургічних інструментів на периферійний нерв. Застосована нова методика оперативного лікування ушкоджених органів з використанням електрохірургічного інструменту.

Ключові слова: *периферійний нерв, дегенерація і рання регенерація невроми, оперативне лікування, високочастотний електрохірургічний інструмент.*

Однією з актуальних проблем нейрохірургії є травми периферійних нервів. Незважаючи на використання сучасних методів мікрохірургічної техніки, не вдається досягти повного відновлення функцій денервованого органа, що в тяжких випадках призводить до втрати працездатності і тяжкої інвалідизації хворих переважно молодого віку. При поєднаних ураженнях нервових стовбурів операція триває більше 10 годин, тому важливо розробити методи, направлені на скорочення часу і підвищення якості проведення хірургічних операцій [1, 2].

Зараз в медичній практиці широко застосовується високочастотна електрохірургія, основними методами якої є розріз, біполярна і монополярна коагуляція, електрозварювання. Дія електрохірургічних високочастотних приладів (ЕХВЧП) заснована на тому, що у разі високої потужності струму виникає інтенсивне локальне виділення тепла, що передається тканині [3].

В нейрохірургії ЕХВЧП використовуються під час оперативних втручань переважно на етапах доступу. Відомостей про ультраструктурні зміни елементів нервової тканини за умов впливу ЕХВЧП практично немає. Дослідження і аналіз характеру ультраструктурних змін елементів нервової тканини за умов різних методів впливу електрохірургічних інструментів допоможе розширити їх застосування в нейрохірургії.

Оскільки від процесів, що відбуваються в регенераційній невромі, залежить якість відновлення структури нерва та функції денер-

вованих органів, а повнота і швидкість процесів дегенерації ушкоджених нервових волокон забезпечує подальшу успішну регенерацію, важно встановити характер ультраструктурних змін невроми при використанні ЕХВЧП під час оперативних втручань на травмованому периферійному нерві [4–7].

Метою даного дослідження було встановлення ультраструктурних змін невроми на етапах процесу дегенерації та ранньої регенерації за умов різних методів впливу ЕХВЧП на периферійний нерв.

Матеріал і методи. Вивчення процесів дегенерації та ранньої регенерації у невромі ушкодженого периферійного нерва за умов впливу ЕХВЧП проводили на 70 білих щурах-самцях масою 150–200 г. Експериментальні тварини були розподілені на три групи: 1-ша – щури, яким відтворювали стандартну травму периферійного нерва та проводили оперативне лікування із застосуванням епіневрального шва; 2-га – щури, яким була відтворена травма периферійного нерва та проведено оперативне лікування із застосуванням ВЧ-електрозварювальної технології і біполярного інструменту в ручному та автоматичному режимах вітчизняного виробництва (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України); 3-тя – щури, на периферійний нерв яких безпосередньо впливали за допомогою ЕХВЧП. Усі оперативні втручання проводили з дотриманням правил асептики та антисептики. Використовували тіопенталовий наркоз.

© А.В. Корсак, Ю.Б. Чайковський, С.М. Чухрай, О.В. Чернець, 2014

Тваринам 1-ї групи було відтворено доступ до сідничого нерва, проведено його мобілізацію та здійснено перетин в середній третині, після чого з метою відновлення цілісності нервового стовбура та герметичності епіневрія в місці з'єднання центрального і периферійного відрізків травмованого нерва по колу зшивали ушкоджений епіневрій ниткою «Ethicon» 7/0 окремими вузловими швами, потім пошарово накладали шов рани.

Тваринам 2-ї групи було відтворено доступ до сідничого нерва, проведено його мобілізацію та здійснено перетин в середній третині, накладено два окремих вузлових епіневральних шва ниткою «Ethicon» 7/0, після чого з метою відновлення цілісності нервового стовбура та герметичності епіневрія в місці приєднання центрального та периферійного відрізків травмованого нерва по колу проводили з'єднання ушкодженого епіневрія в режимі високочастотного зварювання за допомогою спеціально розробленого біполярного пінцета з використанням ЕХВЧП ЕКВЗ-300 «ПАТОНМЕД», потім пошарово накладали шов.

Тваринам 3-ї групи було відтворено доступ до сідничого нерва, проведено його мобілізацію, після чого в середній третині зварювали м'які тканини (режим, подібний до біполярної коагуляції) за допомогою робочого біполярного інструменту для ЕХВЧП у вигляді пінцета. Процедура проводилась наступним способом: ділянка сідничого нерва довжиною 0,5 см у його середній третині занурювалась між двома браншами пінцета, для того щоб усі структури нерва щура у поперечному розмірі зазнали впливу електрохірургічного інструменту. З цією метою використовувався також прилад електрохірургічний високочастотний ЕКВЗ-300 «ПАТОНМЕД».

Матеріалом для дослідження були нерви травмованого сідничого нерва щурів через 7 діб після операції. Перед забором матеріалу тваринам застосовували ефірний наркоз. Для електронно-мікроскопічного дослідження фрагменти нервом сідничого нерва фіксували в 1%-му розчині чотириокису осмію за Колфільдом протягом 2 годин при температурі +4 °С. Об'єкти зневоднювали і заливали в суміш епону з аралдитом за загальноприйнятою методикою. Ультратонкі зрізи одержували на ультратомі LKB-8800 (Швеція), кон-

трастували, вивчали та фотографували в електронному мікроскопі ЕМВ 125К.

Результати та їх обговорення. При електронно-мікроскопічному дослідженні нервом сідничого нерва за умов безпосереднього впливу електрохірургічного інструменту в режимі зварювання м'яких тканин на ділянці нервового стовбура в середній його третині у термін 7 діб після операції (3-тя група) встановлено зменшення ширини проміжків сполучної тканини ендоневрія з малою кількістю нейтрофілів, макрофагів та молодих фібробластів; щільне розташування деструктивно змінених нервових волокон з дезорганізованими клітинами Шванна; наявність патологічно змінених судин, що не мають просвіту на тлі поодиноких новоутворених форм капілярів. Деструктивно змінені мієлінові нервові волокна цієї групи тварин виглядали як маса округлої форми дезорганізованого мієліну, що оточена вузькими обідками залишків клітин Шванна. Такі масивні острівці мієліну склалися з хаотично орієнтованих ниткоподібних структур із зморщеним осьовим циліндром або без нього. Отже, найглибші зміни у цієї групи тварин стосувалися осьових циліндрів і клітин Шванна, яким були властиві однотипні морфологічні зміни. У них спостерігалось значне зменшення вмісту цитоплазми, або навіть вона зникла, та в її залишках виявлялися уражені і деформовані мембранні органели, немембранні органели практично не визначалися.

Ультрамiкроскопiчна картина ендоневрiя сiдничого нерва тварин цiєї групи характеризувалася наявністю електронощільного детриту, патологічно змінених судин, просвіт яких звужений або у переважній більшості взагалі відсутній, на тлі поодиноких новоутворених форм капілярів. Макрофаги, нейтрофіли, молоді фібробласти, пучки колагенових волокон в такому ендоневрії практично не визначалися. Виявлені патологічно змінені судини мали сплюснені, деформовані або уражені ендотеліальні клітини з малим вмістом електронощільної цитоплазми. Поодинокі новоутворені капіляри мали збільшені у розмірі соковиті ендотеліальні клітини із значною кількістю цитоплазми та органелами нормальної будови.

За даними електронно-мікроскопічного дослідження нервом сідничого нерва, у тварин 1-ї групи встановлено картину типової уоллерівської дегенерації та початок регенерації,

яка принципово відрізнялася від картини патоморфологічних змін тварин 3-ї групи. У тварин 1-ї групи спостерігалися овоїди дегенерації; деструктивно змінені та поодинокі новоутворені нервові волокна; набряк ендоневрія з великою кількістю нейтрофілів, макрофагів та молодих фібробластів, помірна кількість новоутворених форм капілярів. У цей термін у тварин даної групи були наявні клітини Шванна та макрофаги з ознаками активації, які містили фагоцитовані залишки мієлінової оболонки. Цитоплазма таких макрофагів і клітин Шванна містила лізосоми, вакуолі, ліпідні краплі. Деструктивні зміни переважної кількості мієлінових нервових волокон мали інший характер, ніж у тварин 3-ї групи. Осьовим циліндрам таких деструктивно змінених мієлінових нервових волокон властивий поліморфізм морфологічних змін. Спостерігалися збільшені у розмірі аксони з просвітленою цитоплазмою через набряк і порушення орієнтації і структури мікротрубочок і нейрофіламентів, вакуолізованими мітохондріями. Поряд із такими аксонами великого діаметра і рівними контурами зустрічались зморщені осьові циліндри з електронощільною цитоплазмою, що обумовлено розширенням періаксонального простору та заповненням останнього набряковою рідиною.

Мієлінова оболонка нервових волокон теж мала різний ступінь порушення. Деструкція мієлінової оболонки характеризувалася втратою її округлої конфігурації, формуванням глибоких інвагінацій, порушенням або втратою пластинчастої структури. При глибокому ступені дегенерації мієлінова оболонка перетворювалася на острівцеві невпорядкованих пластинчастих утворень або безструктурну гомогенну масу.

У тварин цієї групи на відміну від тварин 3-ї групи були наявні поодинокі новоутворені безмієлінові і мієлінові нервові волокна. Аксоплазма таких молодих нервових волокон містила велику кількість елементів цитоскелета і мітохондрії в активному стані, що свідчить про початок процесів регенерації нервових волокон і росту аксонів.

В ендоневрії спостерігалися новоутворені форми капілярів з великими ендотеліальними клітинами. У більшості судин ендоневрія просвіт розширений, цитоплазма ендотеліоцитів просвітлена із-за набряку, спостерігалося посилене мікровезикулоутворення, люме-

нальна плазмалема формувала вирости. Описані нами зміни відповідають даним літератури щодо уоллерівської дегенерації та регенерації периферійних нервів [4–7].

При електронно-мікроскопічному дослідженні невром сідничого нерва тварин 2-ї групи встановлено патоморфологічну картину, яка подібна до картини тварин 1-ї групи. Спостерігалися овоїди дегенерації; деструктивно змінені нервові волокна, набряк ендоневрія з великою кількістю нейтрофілів, макрофагів та молодих фібробластів. Але на відміну від тварин 1-ї групи у них спостерігалось більше новоутворених форм капілярів, безмієлінових і малих мієлінових нервових волокон. У цей термін у тварин даної групи, як і у тварин 1-ї групи, відбувалися процеси, схожі на типову уоллерівську дегенерацію та початок регенерації. Виявлено значну кількість клітин Шванна та макрофаги з ознаками активації, які фагоцитували мієлін. Мієлінова оболонка деструктивно змінених нервових волокон зазнавала процес руйнування й розпаду. Аксоплазма чисельних малих нервових волокон містила значну кількість елементів цитоскелета і мітохондрії в активному стані, що свідчить про процеси росту аксонів.

Таким чином, отримані дані електронно-мікроскопічного дослідження дозволили встановити, що процес дегенерації мієлінових нервових волокон тварин 1-ї та 2-ї груп принципово відрізняються від процесу дегенерації у тварин 3-ї групи.

Висновки

1. У тварин, яким було відтворено безпосередній вплив високочастотного електрохірургічного інструменту на периферійний нерв, спостерігається затримка процесу дегенерації та ранньої регенерації на 7-му добу експерименту.

2. При відтворенні стандартної травми сідничого нерва, оперативне лікування якої було проведено із застосуванням епіневрального шва, процес дегенерації та ранньої регенерації у невромі на 7-му добу проявляється наявністю овоїдів дегенерації, деструктивно змінених і поодиноких новоутворених нервових волокон, набряком ендоневрія, а також наявністю клітин Шванна і макрофагів з ознаками активації, молодих фібробластів.

3. Застосування нової методики оперативного лікування за умов використання високочастотної електроварювальної технології за-

допомогою електрохірургічних високочастотних приладів для з'єднання епіневрія в порівнянні з використанням епіневрального шва за допомогою шовного матеріалу сприяє прискоренню відновлення травмованого периферійного нерва на ранніх етапах регенерації. Про це свідчить наявність більшої кількості без

мієлінових нервових волокон і тонких мієлінових волокон на тлі класичних овоїдів дегенерації, клітин Шванна і макрофагів з ознаками активації, молодих фібробластів і судин із збереженим просвітом у регенераційній невромі тварин 2-ї групи у порівнянні з тваринами 1-ї експериментальної групи.

Література

1. Гончарук О.О. Анатомо-функціональні критерії та діагностично-лікувальний алгоритм при пошкодженні периферійних нервів нижніх кінцівок / О.О. Гончарук // Український нейрохірургічний журнал. – 2005. – № 2. – С. 46–49.
2. Григорович К.А. Хирургическое лечение поврежденных нервов / К.А. Григорович. – Л.: Медицина, 1981. – 302 с.
3. Фурманов Ю.А. Соединение биологических тканей с помощью электросварки / Ю.А. Фурманов // Клінічна хірургія. – 2000. – № 1. – С. 59–61.
4. Периферійний нерв (нейро-судинно-десмальні взаємовідношення в нормі та патології): монографія / С.Б. Геращенко, О.І. Дельцова, А.К. Коломійцев, Ю.Б. Чайковський. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2005. – 342 с.
5. Aldskogius H. Central neuron-glia and glial-glia interactions following axon injury / H. Aldskogius, E.N. Kozlova // Progress in Neurobiology. – 1998. – Vol. 55. – P. 1–26.
6. Comparison of effects of different electrocautery applications to peripheral nerves: an experimental study / A. Dagtekin, U. Comelekoglu, O. Bagdatoglu [et al.] // Acta. Neurochir. – 2011. – Vol. 153. – 2031–2039.
7. Witzel C. Pathway sampling by regenerating peripheral axons / C. Witzel, C. Rohde, T.M. Brushart // J. Comp. Neurol. – 2005. – Vol. 9, № 485 (3). – P. 183–190.

А.В. Корсак, Ю.Б. Чайковский, С.М. Чухрай, О.В. Чернец

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕВРОМЫ НА ЭТАПАХ ДЕГЕНЕРАЦИИ И РАННЕЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ УСЛОВИЯХ РАЗНЫХ МЕТОДОВ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЧЕСКОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ НЕРВ

Проанализирован характер ультраструктурных изменений элементов нервной ткани при условии разных методов влияния высокочастотных электрохирургических инструментов на периферический нерв. Применена новая методика оперативного лечения поврежденных органов с использованием электрохирургического инструмента.

Ключевые слова: периферический нерв, дегенерация и ранняя регенерация невромы, оперативное лечение, высокочастотный электрохирургический инструмент.

A.V. Korsak, Yu.B. Chaikovsky, S.M. Chukhray, O.V. Chernets

ULTRASTRUCTURAL FEATURES OF NEUROMA ON STAGES OF DEGENERATION AND EARLY REGENERATION UNDER DIFFERENT METHODS OF HIGH-FREQUENCY ELECTROSURGICAL INSTRUMENT INFLUENCE ON PERIPHERAL NERVE

Investigation and analysis of the ultrastructural changes nature in the nervous tissue structural elements under different methods of electrosurgical instruments influence can expand their use in neurosurgery. Direct effect of high frequency electrosurgical instrument on peripheral nerve leads to delay of degeneration and regeneration of peripheral nerve. Use of the new technique of surgical treatment with high-frequency electric welding for the epineurium reconnection, compared to use of traditional epineurial suture, leads to better regeneration of injured peripheral nerve in the early stages of recovery.

Key words: peripheral nerve, degeneration and early regeneration of neuroma, operative treatment, high-frequency electrostructural instrument.

Поступила 24.07.14