

# ПРИСТРІЙ ДЛЯ СПЕЦИФІЧНОГО БАГАТОКАНАЛЬНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО АКСОНАЛЬНИХ ГРУП ТРАКТІВ СПИННОГО МОЗКУ

Нахаба О.О., Цимбалюк В.І., Грудіна Н.Я.

ДУ "Інститут нейрохірургії ім.А.П.Ромоданова НАМН України", м. Київ

**Ключові слова:** сучасна мікроелектродна техніка, багатоканальна реєстрація, біоелектрична активність, провідні шляхи нервової системи, вакуумна фіксація, специфічне підключення, аксональні тракти спинного мозку.

## Вступ

На сьогоднішній день при травматичному перериві спинного мозку на будь-якому рівні практично неможливо відновити передачу чутливої та рухової інформації по його ушкодженим провідним шляхам [11,13]. У зв'язку із цим, виникла необхідність розробки електронних пристроїв, що здатні виконувати функцію ушкоджених ділянок провідних шляхів [2,10,9].

Сучасна нейрохірургія дозволяє підключати електроди із біологічно інертного металу до ділянок кори головного мозку [7], але таке підключення має дуже низьку специфічність електричного з'єднання [5], що обумовлено тим, що електроди підключають не до окремих нейронів, а до ділянок кори головного мозку, що пов'язані з тисячами інших нейронів [14,6].

Для більш специфічного з'єднання необхідно підключатися не до дендритів, а до аксонів (для рухових нейронів) та до дендронів (для чутливих нейронів) нервових клітин [12]. Найбільш зручним місцем для такого підключення є провідні шляхи білої речовини спинного мозку, бо саме тут є скупчення аксонів одного напрямку, що мають однакову будову та функцію [5].

На жаль, сучасна мікроелектродна техніка не дозволяє виконувати специфічне багатоканальне електричне підключення до провідних шляхів нервової системи [8, 1]. Тому була поставлена задача розробки такого пристрою та технології його фіксації на трактах спинного мозку.

## Мета роботи

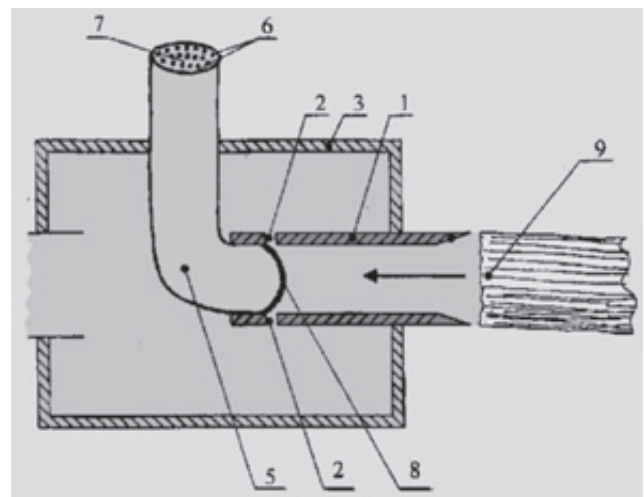
Розробка пристрою для специфічного багатоканального електричного підключення до провідних шляхів нервової системи, та технології його фіксації на трактах спинного мозку.

## Матеріали і методи

Для вирішення поставленої задачі розроблено пристрій (мал. 1), що являє собою камеру 1 із отворами 2, поміщену у герметичний корпус 3, з'єднаний із вакуумним мікронасосом 4, у середині камери 1 розташований мікрокабель 5, що складається із 100 провідників 6, вкритих лаковою ізоляцією 7, а на дистальному кінці мікрокабелю є спеціальна контактна поверхня 8 для специфічного її з'єднання із провідними шляхами 9 нервової системи. У зв'язку із незавершеною процедурою патентування

технології створення цієї контактної поверхні, у даній статті ми не описуємо її будову та технологію її створення, але плануємо опублікувати цю інформацію у 2009 році після отримання відповідних патентів.

Пристрій використовується наступним чином (мал. 2). Після виконання операційного доступу до ушкодженої ділянки провідного шляху, даний тракт перетинають



Мал. 1



Мал. 2

гострою бритвою вище місця ушкодження. До сформованої кукси підводять раструб пристрою до їх щільного зіткнення. Далі за допомогою мікронасоса у камері створюють негативний тиск до тих пір поки не відбудеться щільний контакт між куксою провідного шляху нервової системи та спеціальною поверхнею мікро кабелю. Далі у камері 1 постійно підтримується негативний тиск для надійної фіксації пристрою та для постійного видалення через отвори 2 камери 1 тканинної рідини, котра накопичується між контактними поверхнями.

На даний пристрій отримано патент України на корисну модель [3] та патент України на винахід [4].

Проведено кілька серій експериментів:

1 серія експериментів – підключення даного пристрою до трактів трупного спинного мозку свині та визначення через кожні 30 хвилин протягом 6 годин електричного опору на кожному із 100 мікроелектродів пристрою за допомогою електронного омометру;

2 серія експериментів – у гострому експерименті підключення даного пристрою до проксимальної та дистальної кукси спинного мозку щура після гільйотинної декапітації та визначення через кожні 30 хвилин протягом 6 годин електричного опору на кожному із 100 мікроелектродів пристрою за допомогою електронного омометру;

3 серія експериментів – у гострому експерименті підключення даного пристрою до проксимальної та дистальної кукси спинного мозку щура після гільйотинної декапітації та визначення через кожні 5 хвилин протягом 40 хвилин різниці потенціалів між електродами, розміщеним на поверхні спинного мозку, та кожним із 100 мікроелектродів пристрою за допомогою електронного вольтметра.

#### Результати та їх обговорення

У ході експериментів отримані наступні результати:

У 1 серії експериментів по визначенню електричного опору на 100 окремих електродах мікрокабелю, підключеного до кукси трупного спинного мозку – виявлено, що при збереженні негативного тиску у камері 1 пристрою протягом 6 годин на кожному із 100 електродів мікрокабелю пристрою визначаються специфічні для кожного електроду значення електричного опору, тобто на кожному із 100 електродів визначаються різні значення електричного опору, і при цьому протягом 6 годин ці значення залишаються незмінними. При контрольній розгерметизації вакуумної камери і потраплянні у простір між контактними поверхнями тканинної рідини відбувається втрата специфічності з'єднання і на усіх 100 електродах визначається однакові значення електричного опору. Це свідчить про специфічність електричного з'єднання та відсутність короткого замикання між окремими електродами мікро кабелю.

У 2 серії експериментів по визначенню електричного опору на 100 окремих електродах мікрокабелю, підключеного до проксимальної та дистальної кукси спинного мозку щура у гострому експерименті після гільйотинної декапітації – виявлено, що, як і в першій серії експериментів, при збереженні негативного тиску у камері 1 пристрою протягом 6 годин на кожному із 100 електродів мікрокабелю пристрою визначаються специфічні для кожного електроду значення електричного опору, тобто на

кожному із 100 електродів визначаються різні значення електричного опору, і при цьому протягом 6 годин ці значення залишаються незмінними. При контрольній розгерметизації вакуумної камери і потраплянні у простір між контактними поверхнями тканинної рідини відбувається втрата специфічності з'єднання і на усіх 100 електродах визначається однакові значення електричного опору. Це свідчить про специфічність електричного з'єднання та відсутність короткого замикання між окремими електродами мікрокабелю.

У 3 серії експериментів по визначенню різниці потенціалів між електродами, розміщеним на поверхні спинного мозку, та кожним із 100 мікроелектродів мікрокабелю, підключеного до проксимальної та дистальної кукси спинного мозку щура у гострому експерименті після гільйотинної декапітації – виявлено наступне:

1) на проксимальній куксі при збереженні негативного тиску у камері 1 пристрою протягом перших 5 хвилин на кожному із 100 електродів мікрокабелю пристрою визначаються специфічні для кожного електроду значення електричної різниці потенціалів, тобто на кожному із 100 електродів визначаються різні значення різниці потенціалів, але протягом наступних 35 хвилин ці значення поступово вирівнюються, і на 40 хвилині навіть при збереженні негативного тиску у камері 1 різниця потенціалів, що вимірюється на 100 електродах, стає однаковою при вимірі на усіх електродах. Це пов'язано із поступовою смертю головного мозку та поступовим зменшенням біоелектричної активності нейронів, до аксонів котрих під'єднані електроди мікрокабелю. А оскільки потенціали мертвих нервових клітин – однакові, тому і різниця потенціалів між контрольним електродом та кожним із 100 електродів мікрокабелю, під'єднаних до проксимальної кукси спинного мозку тварини. При контрольній розгерметизації вакуумної камери і потраплянні у простір між контактними поверхнями тканинної рідини відбувається втрата специфічності з'єднання і на усіх 100 електродах визначається однакові значення електричної різниці потенціалів незалежно на якій хвилині після декапітації це трапилось.

2) на дистальній куксі навіть при збереженні негативного тиску у камері 1 пристрою протягом перших 5 хвилин на кожному із 100 електродів мікро кабелю пристрою визначаються однакові значення електричної різниці потенціалів, котрі не змінюються у продовж 40 хвилин. Це пов'язано із неспроможністю аксонів дистальної кукси, від'єднаних від тіл нейронів, генерувати потенціали дії одразу після декапітації, та швидким зменшенням біоелектричної активності аксонів, до котрих під'єднані електроди мікрокабелю.

Усе це також свідчить про специфічність електричного з'єднання та відсутність короткого замикання між окремими електродами мікрокабелю.

#### Висновки.

1) Проведені експерименти підтверджують можливість специфічного багатоканального електричного з'єднання контактної поверхні мікро кабелю пристрою із провідними шляхами спинного мозку і при цьому кожний із електродів мікро кабелю протягом усього часу до розгерметизації контактує із тими ж самими аксонами, кількість

котрих прямо пропорційна діаметру електроду мікро ка-  
белю.

2) При перетинанні провідних шляхів спинного мозку біоелектрична активність аксонів дистальної куксі різко зменшується протягом перших кількох хвилин, на відміну від біоелектричної активності аксонів проксимальної куксі, котрі здатні змінювати свої біопотенціали протягом 30-40 хвилин після смерті тварини.

На завершення можна відмітити, що дана технологія при відповідній доробці, може у майбутньому використовуватись для часткової компенсації функції ушкоджених провідних шляхів нервової системи.

Рецензент: чл.-кор. НАМН України, д.мед.н.,  
професор Є.Г.Педаченко

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Автисов Э.С., Розенблюм Ю.З. *Вопросы офтальмологии в кибернетическом освещении*. М., "Медицина". – 1973. – С.28.
2. Возіанов О.Ф., Кордюм В.А. *Медицина майбутнього – етапи становлення*. //Журнал АМН України -2003, – №4, – С.635.
3. Державний департамент інтелектуальної власності. Патент України на корисну модель № 4669, заявка № 20040806375, від 17.01.2005, Бюл.№1, 2005.
4. Державний департамент інтелектуальної власності. Патент України на винахід № 79768, заявка № 20040806374, від 25.07.2007, Бюл.№11, 2007 р.
5. Костюк П.Г. *Микроэлектродная техника*. Киев, изд-во Академии наук УССР. – 1960. – С.45.
6. Мецкерский Р.М. *Методика микроэлектродного исследования*. М., Медгиз.-1960. – С.52.
7. *Нові технології в діагностиці та лікуванні нейрохірургічної патології спинного мозку*. //Український нейрохірургічний журнал. – 2006.-№1.- С.57.
8. *Отчет конференции общества "Спинной мозг."* // *Нейрохирургия*. – 2002. – №4. – С.72.
9. Покровский В.И., Лищук В.А., Шевченко Г.В. *Текущие задачи информатизации медицинской науки*. //Вестник РАМН. – 2004.-№2.-С.4.
10. Розенфельд Л.Г., Овсяннікова Л.М., Носач О.В. *Сучасний стан та перспективи інноваційного розвитку медичної галузі в установах АМН України*. //Журнал АМН України. – 2005. – №1. – с.208.
11. Слинко Е.И. *Оценка результатов хирургического лечения патологии спинного мозга*. //Український нейрохірургічний журнал. – 2007. №4 – *Матеріали науково-практичної конференції нейрохірургів України "Критерії якості життя хворих після нейрохірургічних втручань"*. – С.48.
12. Степанов Г.А., Русских С.В. *Новые концепции в комплексном лечении пациентов с травмой спинного мозга, включающие реконструктивную микрохирургию и последующую реабилитацию*. //Вестник РАМН. – 2008. – №8. – С.31
13. Хренов А.П., Новиков Л.Н. – *регенерация задних корешков спинного мозга нервов крысы в условиях трансплантации эмбриональной нервной ткани*.//*Морфология*. – 2000. №6, – С.42.
14. Шевелев И.Н., Басков А.В. *Восстановление функции спинного мозга: современные возможности и перспективы исследований*. //Журнал *вопросы нейрохирургии им. Бурденко*. – 2000. – №3. – с.35-39.

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ СПЕЦИФИЧЕСКОГО МНОГОКАНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ К АКСОНАЛЬНЫМ ГРУПАМ ТРАКТОВ СПИННОГО МОЗГА

Цимбалюк В.И., Нахаба А.А., Гридина Н.Я.

ГУ "Институт нейрохирургии им.А.П.Ромоданова – АМН Украины", м. Киев.

**Резюме.** В статье кратко представлена проблема необратимого повреждения спинного мозга. Рассмотрены уже существующие виды микроэлектродной техники для регистрации биопотенциалов нейронов головного мозга. Представлены новые усовершенствованные модели микроэлектродной техники новые способы их подключения к проводящим путям нервной системы, основанные на принципе вакуумной фиксации. Новизна данных разработок подтверждена патентом Украины на полезную модель и патентом Украины на изобретение. Кратко приведены основные серии экспериментов, подтверждающих состоятельность предложенных нами устройств, и способов их использования.

**Ключевые слова:** современная микроэлектродная техника, многоканальная регистрация, биоэлектрическая активность, ведущие пути нервной системы, вакуумная фиксация, специфическое подключение, аксональные тракты спинного мозга.

### THE DEVICE FOR SPECIFIC MULTICHANNEL ELECTRIC CONNECTION TO AXONAL GROPPES OF THE PATHES OF A SPINAL CORD

Tsimbaljuk V.I., Nakhaba A.A., Gridina N.J.

Institute of neurosurgery of A.P.Romodanov – ASM of Ukraine, Kiev.

**Summary.** In this article the problem of irreversible damage of a spinal cord is briefly submitted. Already existing kinds of microelectrode technique for registration of biopotentials of the neurons of the brain are considered. The new advanced models microelectrode techniques, new ways of their connection to the conducting ways of the nervous system, based on a principle of vacuum fixing are submitted. A novelty of the given development is confirmed by the patent of Ukraine for useful model and by the patent of Ukraine for the invention. The basic series of the experiments confirming a solvency of the suggested by us devices, and ways of their use are briefly resulted.

**Key words:** modern microelectrode technique, multichannel registration, the bioelectric activity, leading ways of nervous system, the vacuum bracing, specific connection, axonal tracts of a spinal cord.