

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U005170

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-09-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Циндренко Олександр Олександрович

2. Oleksandr Tsyndrenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1482-2307

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 222

Назва наукової спеціальності: Медицина

Галузь / галузі знань: охорона здоров'я

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 46783 Медицина

Дата захисту: 08-09-2026

Спеціальність за освітою: 222 Медицина

Місце роботи здобувача: Комунальне некомерційне підприємство "Центральна міська клінічна лікарня" Сумської міської ради

Код за ЄДРПОУ: 05519480

Місцезнаходження: вул. Сумської Артбригади 13, Суми, Сумський р-н., 40021, Україна

Форма власності: Комунальна

Сфера управління: Держадміністрація

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16416

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 76.13.25, 76.29.42.17, 76.29.42.07, 76.09.31

Тема дисертації:

1. Нейрохірургічна корекція відновлення функції кінцівки після травми з використанням тканинної інженерії (експериментальне дослідження)
2. Neurosurgical reconstruction of limb function following injury using tissue engineering approaches (experimental study)

Реферат/анотація:

1. Травми периферичних нервів (ТПН) одна з найбільш актуальних проблем сучасної нейрохірургії та травматології. Пошкодження периферичних нервів (ПН) супроводжується розвитком рухових, сенсорних і трофічних порушень, що суттєво знижує якість життя пацієнтів та призводить до тривалої чи повної втрати працездатності. «Золотим стандартом» лікування ТПН є аутонейропластика, однак її використання обмежене дефіцитом донорського матеріалу, травматичністю та розвитком ускладнень у донорській ділянці. Тому актуальним є розробка біосумісних нервових провідників (НП) здатних забезпечувати спрямовану регенерацію нервових волокон. Для виготовлення НП використовують природні та синтетичні біорозсмоктуючі полімери, зокрема хітозан, колаген, альгінат, які забезпечують високу проліферацію і міграцію клітин. Перспективним напрямком є створення електропровідних тканинно-інженерних кондуїтів із використанням полімерних матриць та наноматеріалів, зокрема фулерену C60 і НЧ цинку оксиду ZnO.

Представлена дисертаційна робота присвячена дослідженню ефективності нових електропровідних НП із використанням полімерних матриць та наноматеріалів для відновлення ПН. Для досягнення поставленої мети було синтезовано композитні матеріали та вивчені їх фізико-хімічні характеристики на базі Науково-дослідної лабораторії «Біонаноккомпозит» Сумського державного університету. Зразки були поділені на групи відповідно до їхнього складу: Alg/Gel/PANI (біополімерна матриця, сформована з альгінату (Alg) та желатину (Gel), до складу якої введено поліанілін (PANI), ZnO/Alg/Gel/PANI (біополімерна альгінат-желатинова матриця, до складу якої введено поліанілін (PANI) та наночастинки оксиду цинку (ZnO)) та C60/Alg/Gel/PANI (біополімерна альгінат-желатинова матриця, до складу якої введено поліанілін (PANI) та наночастинки фулерену C60). Виконано дослідження на експериментальних тваринах (на моделі щурів *in vivo* – по шість тварин для кожного типу кондуїтів протягом двох періодів дослідження – 10 днів та 15 тижнів) впливу неорганічних НЧ ZnO та фулерену C60 на склад електропровідних кондуїтів при ТПН та механізм їх відновлення. Використовували наступні методи дослідження: морфометричні, фізико-хімічні, електрохімічні, експериментальні, функціональні, морфологічні, методи статистичного аналізу. Модифікація альгінат-желатинової матриці наночастинками ZnO, фулереном C60 та поліаніліном PANI суттєво впливає на їх структурні, механічні та функціональні характеристики. НП характеризувалися високопористою мікроархітектонікою з порами 27-130 мкм, мікрошорсткою поверхнею, достатньою гідрофільністю, стабільністю форми та здатністю до пролонгованої дифузії та утримання біологічно активних речовин. Усі досліджувані матеріали продемонстрували хорошу біосумісність та відсутність вираженої цитотоксичності щодо клітин L929. Результати функціонального дослідження свідчать, що всі типи НП – Alg/Gel/PANI, C60/Alg/Gel/PANI та ZnO/Alg/Gel/PANI – забезпечували поступове відновлення функції СН після його ушкодження. На ранньому етапі (10 доба) у всіх групах спостерігався грубий парез кінцівки та помірне функціональне відновлення з показниками SFI у межах 49,6-56,6, без статистично значущих міжгрупових відмінностей. Через 15 тижнів у тварин усіх груп відзначалося значне покращення координації рухів, нормалізація ходи та наближення функції кінцівки до доопераційного рівня. Найкращі результати функціонального відновлення спостерігалися у групах Alg/Gel/PANI та C60/Alg/Gel/PANI, де показники SFI досягли 94,7 та 92,0 відповідно. Вивчено особливості архітекtonіки тканин СН після імплантації різних типів НП. Тип кондуїту суттєво впливає на характер регенерації СН та вираженість дегенеративно-запальних змін. У всіх групах спостерігалися процеси регенерації, зокрема активація макрофагів, очищення ендоневрію від продуктів деградації мієліну та формування смуг Бюнгнера, які спрямовують ріст регенеруючих аксонів. Виконане ультраструктурне дослідження показало, що характер регенерації ПН суттєво залежить від типу імплантованого НП. У групі Alg/Gel/PANI переважали виражені дегенеративно-дистрофічні зміни з гіперактивним колагеноутворенням та формуванням масивного сполучнотканинного рубця. НП C60/Alg/Gel/PANI забезпечував найбільш сприятливі умови для регенерації нервової тканини, що проявлялося помірними дегенеративними змінами, збереженням структури аксоплазми та значною кількістю новоутворених безмієлінових нервових волокон. У групі ZnO/Alg/Gel/PANI спостерігалися ознаки неповної мієлінізації, потоншення мієлінових оболонок та часткова вакуолізація мітохондрій аксоплазми. Науково-доведені результати поглиблюють знання щодо впливу наномодифікованих електропровідних біоматеріалів на процеси регенерації ПН, а також розширюють уявлення про взаємозв'язок між структурою НП, їх фізико-хімічними властивостями та ефективністю нейрорегенерації. Отримані результати можуть бути використані при розробці нових біодеградуєчих імплантатів для реконструктивної нейрохірургії та регенеративної медицини.

2. Peripheral nerve injuries (PNIs) are among the most relevant problems in modern neurosurgery and traumatology. Damage to peripheral nerves (PNs) is accompanied by the development of motor, sensory, and trophic disorders, which significantly impair patients' quality of life and may result in prolonged or complete loss of work capacity. The "gold standard" for the treatment of PNIs is autologous nerve grafting; however, its use is limited by the shortage of donor material, surgical invasiveness, and the development of complications at the donor site. Natural and synthetic biodegradable polymers, including chitosan, collagen, and alginate, are used for the fabrication of NCs, as they provide favorable conditions for cell proliferation and migration. A promising

approach is the development of electrically conductive tissue-engineered conduits using polymer matrices and nanomaterials, in particular fullerene C60 and zinc oxide (ZnO) nanoparticles (NPs). The present dissertation is devoted to the investigation of the efficacy of novel electrically conductive NCs based on polymer matrices and nanomaterials for peripheral nerve regeneration. To achieve the stated objective, composite materials were synthesized and their physicochemical characteristics were investigated at the Bionanocomposite Research Laboratory of Sumy State University. The samples were divided into groups according to their composition: Alg/Gel/PANI (a biopolymer matrix composed of alginate (Alg) and gelatin (Gel), incorporating polyaniline (PANI)); ZnO/Alg/Gel/PANI (an alginate-gelatin biopolymer matrix incorporating polyaniline (PANI) and zinc oxide (ZnO) nanoparticles); and C60/Alg/Gel/PANI (an alginate-gelatin biopolymer matrix incorporating polyaniline (PANI) and fullerene C60 nanoparticles). Experimental animal studies were performed using an in vivo rat model, with six animals for each type of conduit during two study periods—10 days and 15 weeks—to investigate the effects of inorganic ZnO nanoparticles and fullerene C60 on the composition of electrically conductive conduits in PNI and the mechanisms underlying nerve regeneration. Modification of the alginate-gelatin matrix with ZnO nanoparticles, fullerene C60, and polyaniline (PANI) substantially affected its structural, mechanical, and functional characteristics. The NCs exhibited a highly porous microarchitecture with pore sizes ranging from 27 to 130 μm , a microscale-rough surface, adequate hydrophilicity, structural stability, and the ability to provide prolonged diffusion and retention of biologically active substances. The results of the functional study demonstrated that all types of NCs—Alg/Gel/PANI, C60/Alg/Gel/PANI, and ZnO/Alg/Gel/PANI—provided gradual recovery of sciatic nerve (SN) function following injury. At the early stage (day 10), all groups demonstrated marked limb paresis and moderate functional recovery, with SFI values ranging from 49.6 to 56.6, without statistically significant differences between the groups. After 15 weeks, animals in all groups showed substantial improvement in motor coordination, normalization of gait, and recovery of limb function toward the preoperative level. The architectural characteristics of SN tissue following implantation of different types of NCs were investigated. The type of conduit substantially influenced the pattern of SN regeneration and the severity of degenerative and inflammatory changes. Regenerative processes were observed in all groups, including macrophage activation, clearance of myelin degradation products from the endoneurium, and formation of Bands of Büngner, which guide the growth of regenerating axons. Ultrastructural examination demonstrated that the pattern of peripheral nerve regeneration was substantially dependent on the type of implanted NC. In the Alg/Gel/PANI group, pronounced degenerative and dystrophic changes predominated, accompanied by hyperactive collagen formation and the development of a massive connective tissue scar. The C60/Alg/Gel/PANI NC provided the most favorable conditions for neural tissue regeneration, characterized by moderate degenerative changes, preservation of axoplasmic structure, and a substantial number of newly formed unmyelinated nerve fibers. In the ZnO/Alg/Gel/PANI group, signs of incomplete myelination, thinning of the myelin sheaths, and partial vacuolization of axoplasmic mitochondria were observed. The scientifically substantiated findings expand current knowledge regarding the effects of nanomodified electrically conductive biomaterials on peripheral nerve regeneration and provide further insight into the relationship between NC structure, their physicochemical properties, and the effectiveness of neuroregeneration. The obtained results may be used in the development of novel biodegradable implants for reconstructive neurosurgery and regenerative medicine.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Potapov O, Kmyta O, Tsyndrenko O. Modern Aspects of the use of nerve conductors in peripheral nervous system injury (literature review). Eastern Ukrainian Medical Journal. 2020. №8(2). С. 137-144. DOI: 10.21272/eumj.2020;8(2):137-144
- Potapov O, Kmyta O, Tsyndrenko O, Semenyuk M, Senchenko A. Modern methods of surgical treatment of peripheral nervous system injuries. Eastern Ukrainian Medical Journal. 2020. Том 8.-№4.. С. 210-229 DOI: 10.21272/eumj.2020;8(4):424-432
- Sukhodub L, Kumeda M, Sukhodub L, Tsyndrenko O, Petrenko O, Prokopiuk V, Tkachenko A. The effect of carbon and magnetic nanoparticles on the properties of chitosan-based neural tubes: Cytotoxicity, drug release, In vivo nerve regeneration. Carbohydrate polymer technologies and applications. 2024. №8. №100528 DOI: 10.1016/j.carpta.2024.10052
- Sukhodub L, Kumeda M, Tsyndrenko O, Bozhko N, Vovchenko L, Prokopiuk V, Petrenko O, Sukhodub L. Electroactive biodegradable nerve conduits based on alginate–gelatine polymer matrix modified with inorganic nanoparticles. Natural Sciences. 2026.№ 6 (2). e70056. DOI: <https://doi.org/10.1002/ntls.70056>
- Потапов О, Циндренко О, Дмитренко О, Кмита О. Перспективи використання нервових провідників при травмі периферичних нервів залежно від хімічного складу. VI Ukrainian Winter Neurosurgical Ski Meeting.- March, 1-3, 2021. - Bukovel, Ukraine.: тези доповідей. 2021. С. 53
- Потапов О, Циндренко О, Кмита О. Перспективні нервові провідники при травмі периферичної нервової системи в залежності від їх вмісту. VII З'їзд нейрохірургів України з міжнародною участю: тези доповідей. Інститут нейрохірургії, 2021. С. 104
- Kumeda M, Potapov O, Sukhodub L, Tsyndrenko O, Sukhodub L, Kmyta O. Biodegradable nanostructured nerve conductors: electrical properties and adsorption kinetic models. Proceedings of the 2021 IEEE 11th International conference "Nanomaterials: applications and properties", NAP 2021. 2021. С. 215-223 DOI: 10.1109/NAP51885.2021.9568605
- Потапов О, Кмита О, Циндренко О. Сучасні підходи щодо хірургічного лікування при травмі периферичної нервової системи (тези). Екстрена медична допомога в умовах війни (освіта, інновації, досвід): тези доповідей. Суми, 2023. С. 49.
- Sukhodub L, Kumeda M, Sukhodub L, Tsyndrenko O, Krmela J, Krmelova V. Influence of carbon nanoparticles on the conductive properties of composite material for nerve conductors. AIP Conference proceedings. 2023. 2976 (1). №070001 DOI: 10.1063/5.0172965
- Sukhodub L, Kumeda M, Tsyndrenko O, Sukhodub L. Freeze-thawing condition to obtain the chitosan–calcium phosphate composites with controllable degradation degree. Proceedings of the 2023 IEEE 13th International conference nanomaterials: Applications and properties, NAP 2023. 2023. С. 0-0 DOI: 10.1109/NAP59739.2023.10310967

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

6. Суходуб Л, Суходуб Л, Кумеда М, Потапов О, Циндренко О. Спосіб виготовлення нервового провідника (кондуїта) з підвищеною механічною міцністю на основі хітозану та кальцію фосфатів для застосування при лікуванні ушкоджених периферичних нервів. Пат. 154551 Україна: МПКА61L 17/00; A61F 2/04; C08J 5/00. №u 2023 01813; заявл. 2023-04-19; опубл. 2023-11-22, Бюл. № 47.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0122U000775

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Суходуб Леонід Федорович
2. Leonid Sukhodub

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1559-0475

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Потапов Олександр Олександрович
2. Oleksandr Potapov

Кваліфікація: д. мед. н., професор, 14.01.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0913-3024

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний медичний університет

Код за ЄДРПОУ: 02010758

Місцезнаходження: вул. Галицька, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство охорони здоров'я України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Страфун Сергій Семенович
2. Serhii Strafun

Кваліфікація: д. мед. н., професор, 14.01.21

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3368-8396

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державна установа "Національний інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України"

Код за ЄДРПОУ: 02012007

Місцезнаходження: вул. Бульварно-Кудрявська, Київ, 01054, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія медичних наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Малишева Тетяна Андріївна

2. Tetiana Malysheva

Кваліфікація: д. мед. н., професор, 14.01.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4071-8327

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державна установа "Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова Національної академії медичних наук України"

Код за ЄДРПОУ: 02011930

Місцезнаходження: вул. Платона Майбороди, Київ, 04050, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія медичних наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Кореньков Олексій Володимирович

2. Oleksii Korenkov

Кваліфікація: д. мед. н., професор, 14.03.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1314-5642

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кириленко Сергій Дмитрович

2. Serhii Kyrylenko

Кваліфікація: к. б. н., с.д., 03.00.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4343-0065

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Сумський державний університет

Код за ЄДРПОУ: 05408289

Місцезнаходження: вул. Харківська, Суми, Сумський р-н., 40007, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Погорелов Максим Володимирович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Погорелов Максим Володимирович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Бойко Антон Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна