

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВАСИЛИК Тарас Петрович

УДК 611.736+617.55-007.43+615.825+616-073

**МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОЇ
РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯ ГЕРНІОПЛАСТИКИ**

14.03.01 – нормальна анатомія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук

Івано-Франківськ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» МОН України.

Науковий керівник: доктор медичних наук, професор
ВАСИЛЮК Сергій Михайлович,
Івано-Франківський національний
медичний університет МОЗ України,
кафедра хірургії №1, завідувач кафедри.

Офіційні опоненти: доктор медичних наук, професор
БОДНАР Ярослав Ярославович,
Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України,
кафедра патологічної анатомії з секційним курсом
та судової медицини, завідувач кафедри;

доктор медичних наук, професор
ХМАРА Тетяна Володимирівна,
Буковинський державний медичний
університет МОЗ України,
кафедра анатомії людини імені М.Г. Туркевича,
професор кафедри.

Захист відбудеться «29» квітня 2021 р. об 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.601.02 в Івано-Франківському національному медичному університеті МОЗ України (76018, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 2).

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Івано-Франківського національного медичного університету МОЗ України (76018, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 7).

Автореферат розісланий «26» березня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 20.601.02
кандидат медичних наук, доцент

Г.Б. Кулинич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. На сучасному етапі розвитку герніології триває активний пошук способів підвищення ефективності різних оперативних підходів щодо пластики вентральних гриж як в експериментальному (Белай АІ, 2016; Ткачев МН і др., 2018), так і в клінічному напрямках (Ільченко ФН, 2016; Смотрич СМ і др., 2017).

Перспективність пластики післяопераційних вентральних гриж, передусім великих розмірів, не викликає сумніву і використовується як перевірений метод хірургічного лікування (Черных АВ, 2018).

Проте ставлення спеціалістів до використання різних методів хірургічного лікування залишається неоднозначним (Крайнюков ПЕ, 2017). Це призвело до необхідності проведення широкого комплексу досліджень, присвячених аналізу загальносистемних і локальних процесів, що розвиваються після проведення такого роду операцій.

Ефективність пластики передньої черевної стінки великою мірою залежить від особливостей реакції місцевих тканин у післяопераційному періоді. Найбільший інтерес у цьому відношенні становлять роботи, спрямовані на морфологічний аналіз тканин передньої черевної стінки (Юффе ОЮ, 2014; Володькин ВВ, 2016). При цьому залишаються недостатньо вивченими структурно-функціональні зміни нейром'язових закінчень (НМЗ) у ділянці формування рубцевої тканини, особливо, в період її реорганізації (Broderick G Et al., 2012; Лазаренко ВА і др., 2014).

Комплексне вивчення структурно-функціональних явищ, які розвиваються у периферійному нервовому апараті, допоможе уточнити механізм розвитку структурного сліду адаптації м'язових волокон (МВ), а також, дозволить встановити складність порушення електрофізіологічних характеристик і накреслити шляхи корекції цих процесів при постопераційних вентральних грижах (Семёнов АА, 2015; Оржешковский ВВ, 2016).

По за увагою дослідників залишилися також питання впливу ненатяжних способів пластики на нейром'язові синапси (НМС) МВ та зміни провідності нервових волокон на різних рівнях їхньої структурної організації. При цьому, одиничні публікації стосуються впливу різних режимів електростимуляції МВ при вентральних грижах (Kureev R, Belih E, Troitskiy A, 2015; Golenko T, 2018). Отже, пріоритетним і актуальним на сьогодні залишається вивчення структурно-функціональної організації м'язів передньої черевної стінки у нормі, їхньої перебудови при змодельованій вентральній грижі з обґрунтуванням доцільності і ефективності застосування засобів фізичної реабілітації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є частиною науково-дослідної теми кафедри хірургії №1 Івано-Франківського національного медичного університету "Діагностика, хірургічна тактика та попередження післяопераційних ускладнень у хворих на хірургічні захворювання черевної порожнини" (номер держреєстрації 0112U004322).

Мета дослідження – встановити закономірності морфо-функціональної організації прямого м'яза живота щура в нормі, при змодельованій вентральній грижі, герніопластиці проленовим імплантом та електростимуляції.

Завдання дослідження:

1. Вивчити особливості структурної організації прямого м'яза живота та його функціональної активності в нормі.
2. Виявити характер структурних змін у прямому м'язі живота після моделювання вентральної грижі та її герніопластики.
3. Провести порівняльну морфо-функціональну оцінку кількісних та якісних змін у мієлінових нервових волокнах і нейром'язових закінченнях прямого м'яза живота після моделювання вентральної грижі та її герніопластики проленовим імплантом.
4. Дослідити особливості якісних і кількісних морфо-функціональних змін прямого м'яза живота після герніопластики проленовим імплантом та електростимуляції.
5. Запропонувати комплекс післяопераційної фізичної реабілітації у поєднанні з електростимуляцією у пацієнтів з вентральними грижами та оцінити його ефективність.

Об'єкт дослідження – морфо-функціональна організація прямого м'яза живота в нормі, при змодельованій вентральній грижі, герніопластиці проленовим імплантом та електростимуляції.

Предмет дослідження – гістологічна, електронномікроскопічна будова м'язових волокон, судин гемомікроциркуляторного русла, нервового апарата прямого м'яза та його електроміографічні зміни в нормі, при змодельованій вентральній грижі, герніопластиці проленовим імплантом та електростимуляції.

Методи дослідження: експериментальний – для моделювання вентральної грижі та її герніопластики; гістологічний – для з'ясування структурної організації прямого м'яза живота; електронномікроскопічний – для вивчення ультраструктурних змін у складових компонентах прямого м'яза живота; електроміографічний – для дослідження фізіологічної активності прямого м'яза живота в нормі та при змодельованій патології; морфометричний – для кількісної оцінки структурних змін у досліджуваних об'єктах; статистичний аналіз – для об'єктивізації та інформативності отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. За допомогою комплексних методів дослідження доповнено дані про структурну організацію прямого м'яза живота в нормі. Уперше описано кількісні, якісні та функціональні показники нейром'язових закінчень (НМЗ) прямого м'яза живота інтактних щурів-самців.

Новими є відомості про морфологічну перебудову прямого м'яза живота при змодельованій вентральній грижі та її герніопластиці проленовим протезом.

Уперше встановлена структурно-функціональна перебудова НМЗ після герніопластики, як основного фактора спотворення еферентного потоку нервових імпульсів, що може бути першопричиною деструктивних змін у МВ та їх слабкості у післяопераційному періоді. Доведено, що порушення кровопостачання та іннервації прямого м'яза живота призводить до його атрофії та склерозу на 90-у добу моделювання вентральної грижі, що підтверджується кількісними і якісними морфологічними змінами та даними електроміографії (ЕМГ).

Уперше доведено, що використання проленового протезу призводить до компенсаторно-реіннерваційних процесів у НМЗ прямого м'яза живота на 60-90-ту

доби та сприяє регенерації МВ, що супроводжується поступовим підвищенням біоелектричної активності м'яза.

Уперше доведено, що електростимуляція (ЕС) з частотою 10 Гц є найбільш ефективним із застосованих в експерименті режимів і призводить до відновлення МВ шляхом активації клітинних і внутрішньоклітинних регенераційних процесів та сприяє розвитку компенсаторно-реіннерваційних процесів у НМЗ прямого м'яза живота, що в сукупності відновлює його біоелектричну активність.

На основі отриманих морфологічних результатів уперше запропоновано лікувально-реабілітаційний алгоритм ведення хворих з вентральними грижами, що включає оперативне лікування і комплексну програму післяопераційної фізичної реабілітації в поєднанні з ЕС з частотою імпульсів 10 Гц, що, в свою чергу, дозволило скоротити перебування хворих на листку непрацездатності після герніопластики, в середньому, на 9-10 днів.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень доповнюють існуючі відомості про морфогенез міопатій при вентральних грижах та обґрунтовують найкращі методи герніопластики із врахуванням морфо-функціональних змін прямого м'яза живота. Одержані відомості можуть бути теоретичною основою для розробки заходів, спрямованих на попередження розвитку деструктивних процесів у м'язовій тканині при різних видах дефектів передньої черевної стінки.

Отримані дані щодо морфо-функціональної перебудови прямого м'яза живота при герніопластичі вентральних гриж та ЕС послужили вихідною теоретичною базою для розробки методів реабілітації після хірургічного лікування вентральних гриж.

Запропонований комплекс хірургічного лікування та застосування запропонованої нами програми післяопераційної фізичної реабілітації у поєднанні з ЕС з частотою імпульсів 10 Гц у пацієнтів із вентральними грижами дає змогу покращити клінічний ефект та скоротити перебування хворих на листку непрацездатності після герніопластики в середньому з 36,6 до 27,4 дня.

Основні положення та висновки дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес і науково-дослідну роботу морфологічних кафедр та лікувальну роботу клінічних кафедр вищих навчальних закладів України й лікувальний процес медичних закладів, зокрема: Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького МОЗ України (затв. 17.09.2020; 19.10.2020; 03.11.2020); Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (затв. 08.10.2020); Івано-Франківського національного медичного університету (затв. 16.10.2020; 26.10.2020); Буковинського державного медичного університету (затв. 27.11.2020); комунального некомерційного підприємства «Центральна міська клінічна лікарня Івано-Франківської міської ради» (затв. 27.10.2020); комунального некомерційного підприємства «Обласна клінічна лікарня Івано-Франківської обласної ради» (затв. 28.10.2020).

Особистий внесок здобувача. Дисертація є особистою науковою працею здобувача, яким самостійно проаналізовано наукову літературу та обґрунтовано ідею, визначено тему, складено план і робочу програму дослідження. Здобувачем особисто або при безпосередній участі проведено гістологічні, ультраструктурні,

електроміографічні дослідження, клінічне обстеження і лікування 120 хворих з вентральними грижами. Самостійно виконано статистичну обробку і математичний аналіз для узагальнення отриманих результатів, написано всі розділи дисертаційної роботи, сформульовано висновки. На основі отриманих результатів автором запропоновано лікувально-реабілітаційний алгоритм ведення хворих із вентральними грижами.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації оприлюднені на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях: “Актуальні питання сучасної хірургії” (Київ, 2018); “Фізичне виховання, спорт та фізична реабілітація: проблеми і перспективи розвитку” (Київ, 2018); “Теорія та практика сучасної морфології” (Дніпро, 2018); “Сучасні аспекти діагностики та лікування захворювань внутрішніх органів” (Івано-Франківськ, 2018); The 1st International scientific and practical conference “Priority directions of science development” (Lviv, 2019).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 10 робіт, зокрема 5 статей (4 – самостійно, 1 – у співавторстві), із них 4 – у фахових наукових виданнях України, 1 – у закордонному виданні (Болгарія); 5 тез у матеріалах конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 214 сторінках (136 сторінок основного тексту) і складається з анотації, змісту, списку умовних скорочень, вступу, огляду літератури, опису матеріалів і методів дослідження, чотирьох розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів дослідження, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел, який включає 311 найменувань (із них 138 – кирилицею, 173 – латиницею), додатків. Рукопис дисертації ілюстровано 48 рисунками і 14 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріали та методи дослідження. Морфологічне дослідження виконано на матеріалі, отриманому від 85 білих щурів-самців, масою 180-200 г. Усі тварини були поділені на інтактну (контрольну) і дослідну (експериментальну) групи.

В інтактну (контрольну) групу увійшло 24 тварини (по 6 на кожен термін досліду), яким не проводили жодних маніпуляцій.

Дослідні (експериментальні) щури поділялись на 3 групи.

До 1-ї групи увійшло 20 щурів, яким моделювали вентральну грижу шляхом висікання ділянки м'язово-апоневротичного шару вентральної черевної стінки розмірами 2,5x0,5 см по серединній лінії у вигляді лінійної рани і пошарово ушивали дефект шляхом натягнення і зіставлення країв рани.

До 2-ї групи увійшло 20 щурів, після висічення аналогічної ділянки без попереднього натягнення і безпосереднього зіставлення країв дефекту здійснювали імплантацію під апоневроз прямого м'яза живота проленового протезу розмірами 3x2 см з наступним відновленням шкірного покриву.

До 3-ї групи увійшов 21 щур, яким проводили оперативне втручання, аналогічне щурам 2-ї групи, а в післяопераційному періоді проводили електростимуляцію (ЕС). Дана група була поділена на 3а, 3б, 3в підгрупи (по 7

тварин у кожній). Тварини після оперативного втручання отримували фізіотерапевтичний курс імпульсним електричним струмом за допомогою електронейроміостимулятора “Нейропульс”. З метою виявлення найбільш ефективного режиму стимуляції тваринам 3а підгрупи проводили ЕС з частотою імпульсів 10 Гц, тваринам 3б підгрупи – з частотою імпульсів 100 Гц, тваринам 3в підгрупи – з частотою імпульсів 1000 Гц. ЕС проводили щодня по 2 хв протягом 10 днів. Курси стимуляції повторювали тричі з 20-денними перервами.

Забір матеріалу в 1-й і 2-й групах проводили на 10-у, 30-у, 60-у та 90-у доби після оперативного втручання, а в 3-й групі – на 90-у добу після експерименту.

За висновками комісії з біоетики Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол № 2 від 07.09.2020 р.), робота виконана з дотриманням основних положень GCP (1996), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (1997), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень за участю людини та наказу МОЗ України № 66 від 13.02.2006 р. і Закону України “Про захист тварин від жорстокого відношення” ВВР 2010, № 9, ст. 76. і міжнародним регламентом “The Guide for the Care and Use of Laboratory Animals”, опублікованим The National Institute of Health (2016).

Для гістологічного та гістохімічного дослідження шматочки прямого м’яза живота фіксували в 10% нейтральному формаліні, проводили до парафінових блоків, виготовляли гістологічні зрізи товщиною 5-7 мкм із наступним забарвленням їх гематоксилином та еозином, трихром за Массоном (Багрій ММ та ін., 2016). Для диференціації НМЗ здійснювали імпрегнацію за методом Більшовського-Грос.

Для електронномікроскопічного дослідження шматочки прямого м’яза живота фіксували в 2% розчині чотириокису осмію, проводили та контрастували за загальноприйнятим методом. Вивчення і фотографування матеріалу проводили на мікроскопах марки ПЕМ-100 і ПЕМ-125К із прискорюючою напругою 75, 80, 100 кВ і наступною фотозйомкою.

Локальну голкову електроміографію проводили на комп’ютерному електронейроміографічному комплексі «Нейро-ЕМГ-Микро» виробництва фірми «Нейрософт» (Росія).

Для морфометричних досліджень використовувалися фотографії гістологічних зрізів, збережених у форматі tif. Морфометрію здійснювали за допомогою програми ImageJ версії 1.47t, яка розроблена співробітниками National Institutes of Health (USA) і розповсюджується з відкритим вихідним кодом без ліцензійних обмежень. Визначали: площу м’язових волокон (МВ); НМЗ; відносну площу МВ, сполучної та жирової тканин. На площі 0,1 мм² поля зору гістологічного препарату визначали кількість МВ, капілярів, нейтрофілів, макрофагів.

На електроннограмах вимірювали наступні параметри: об’ємну щільність мітохондрій, міофібрил і саркоплазматичної сітки в МВ, площу НМС, довжину та кількість складок засинаптичної перетинки (СЗП), довжину синаптичного контакту, довжину та ширину активної зони синапсу, кількість синаптичних пухирців.

Нами піддано клінічному, лабораторному й інструментальному обстеженню та хірургічному лікуванню 120 пацієнтів з вентральними грижами, які знаходилися на стаціонарному лікуванні в КНП «Івано-Франківська міська клінічна лікарня № 1 Івано-Франківської міської ради» з 2016 по 2019 роки. Усі пацієнти були прооперовані у плановому порядку. Об'єм операції включав проведення ненатяжної герніопластики сітчастим проленовим протезом. Вік пацієнтів знаходився в межах від 21 до 59 років (у середньому $40,2 \pm 8,7$ років).

Усі обстежені пацієнти були поділені на дві клінічні групи. До основної групи віднесли 60 пацієнтів, у яких проводили запропонований нами комплекс фізичної реабілітації у післяопераційному періоді, що включав: розминку (5-10 хвилин перед кожним комплексом вправ), інспіраторний тренінг (цикл 2-3 рази, 3-4 підходи впродовж дня), діафрагмове дихання (цикл 2-3 рази, 3-4 підходи впродовж дня), ЕС із частотою імпульсів 10 Гц двічі на добу по 5 хвилин упродовж п'яти діб. Групу порівняння склали 60 пацієнтів, в яких жодних специфічних заходів фізичної реабілітації у післяопераційному періоді не проводили. Через 1, 5, 10 діб після герніопластики проводили реєстрацію електричної активності м'язів живота.

Комп'ютерне опрацювання даних проводилося за допомогою статистичного пакета StatSoft.Inc; Tulsa, OK, USA; Statistica 6.

Результати дослідження та їх обговорення.

1. Особливості морфо-функціональної будови прямого м'яза живота щурів у нормі. У статевозрілих інтактних щурів прямий м'яз живота займає всю вентральну стінку живота від лобкового симфізу до грудини, а його гісто-ультраструктурна організація не суперечила даним інших авторів (Ткачев МН и др., 2018; Черных АВ, 2019). У прямому м'язі ми визначили наступні кількісні показники: відносна площа сполучної тканини становить $8,12 \pm 0,15\%$, жирової тканини – $4,25 \pm 0,41\%$, МВ – $87,63 \pm 6,51\%$; площа поперечного перерізу МВ становить $1756,23 \pm 94,38$ мкм²; об'ємна щільність мітохондрій у МВ становить $15,64 \pm 3,24\%$, міофібрил – $57,89 \pm 3,24\%$, саркоплазматичної сітки – $4,39 \pm 0,56\%$; кількість МВ на $0,1$ мм² площі прямого м'яза живота становить $34,8 \pm 6,73$, а кількість капілярів – $53,5 \pm 4,27$ при цьому на одне МВ припадає $1,53 \pm 0,24$ капіляра.

На основі кількісного аналізу встановлено, що НМЗ у прямому м'язі живота щура мають площу $525,37 \pm 30,24$ мкм² при цьому галуження рухового аксону становить $6,5 \pm 0,57$ терміналі (рис. 1а). До складу НМЗ входить декілька НМС, які мають свою синаптоархітектуру, що характеризується такими кількісними ознаками: площа – $7,26 \pm 0,84$ мкм²; довжина синаптичного контакту – $2,38 \pm 0,2$ мкм; кількість СЗП – $14,6 \pm 1,21$ при їх довжині $2,84 \pm 0,12$ та відстані між ними $0,23 \pm 0,01$ мкм; ширина активної зони – $0,21 \pm 0,01$ мкм, а її довжина – $0,83 \pm 0,02$ мкм; кількість синаптичних пухирців у ділянці НМС – $256,39 \pm 24,81$, в ділянці активної зони – $10,63 \pm 0,47$. Електроміографічні (ЕМГ) дослідження прямого м'яза живота вказують на правильний напрямок передачі нервового імпульсу, високу амплітудну характеристику передачі збудження при одиночному стимуляційному подразненні.

2. Особливості морфо-функціональної перебудови прямого м'яза живота щурів при змодельованій вентральній грижі та її герніопластиці.

У тварин 1 і 2 дослідної груп упродовж першого тижня після моделювання дефекту вентральної черевної стінки спостерігалось асептичне запалення, ознаки

якого зникли самостійно без проведення антибіотикотерапії. На 10-у добу експерименту процес загоєння післяопераційного дефекту мав чіткий фазовий характер та відповідав загальним етапам формування рубця. При моделюванні вентральної грижі та її герніопластиці проленовим протезом було відмічено зростання відносної площі сполучної тканини, що було найвищим у 1-й групі тварин упродовж 1-го місяця після операції. До 3-го місяця експерименту відносна площа сполучної тканини у 1-й і 2-й групах тварин зменшується на тлі зростання відносної площі МВ. Слід зазначити, що остання через 90 днів від початку експерименту в 2-й групі тварин є в 1,3 раза більшою за таку в 1-й групі тварин.

Інтерес представляють результати аналізу процесів неоваскулогенезу в зоні формування рубця. Так, численна щільність гемокапілярів у досліджуваних групах на 10-у добу була максимальною і перевищувала інтактні показники. У тварин 1-ї групи щільність капілярів характеризувалася чіткою тенденцією до зростання протягом 1-го місяця експерименту, після чого наступала фаза зниження значень до 90-ї доби. Натомість у тварин 2-ї групи кількість капілярів починаючи з 30-ї доби експерименту зростала, проте і на 90-у добу залишалась меншою за інтактні показники. Значні порушення мікроциркуляції і хірургічне пошкодження вентральної черевної стінки під час моделювання вентральної грижі і її герніопластики призводять на 10–30-у доби до вакуольної дистрофії, парціального і колікваційного некрозу МВ. У віддалені післяопераційні терміни (60–90-у доби) відмічаються компенсаторно-відновні процеси, що проявляються диференціацією міосателіоцитів у міосипласти, внутрішньоклітинною регенерацією МВ. Такі процеси є більш вираженими у тварин 2-ї групи. Натомість у тварин 1-ї групи виявлено високий вміст сполучної тканини, невелику чисельність капілярів, наявність у МВ вогнищевих деструктивних порушень мітохондріального і міофібрилярного апарату, що призводять до атрофії та склерозу прямого м'яза живота на 90-ту добу експерименту. За даними деяких авторів, атрофія при вентральній грижі є наслідком зниженої рухової активності внаслідок больової реакції у зв'язку з дефектом передньої черевної стінки і защемленням тканин грижового мішка (Starkie R. et al., 2013; Kureev R. et al., 2015).

Встановлено, що через 10 днів від початку моделювання вентральної грижі у тварин 1-ї групи закінчення мієлінових нервових волокон (МНВ) є обірваними без термінальних галужень аксона внаслідок їхньої травми, натомість у тварин 2-ї групи НМЗ є збереженими. Зменшується число галужень термінального відділу аксона в 2,3 раза у 1-й групі та в 1,7 раза у 2-й групі, що призводить до зменшення площі НМЗ відповідно на 47 % та 31% (в усіх випадках $p < 0,05$).

На 30-ту добу в більшості МНВ мієлінова оболонка (МО) була стоншеною, а місцями відсутня, повністю дезорганізуються ламели, насічки та вузли (нодуси) мієліну, в цитоплазмі нейролемоцитів збільшується кількість продуктів розпаду мієліну. Поряд із цим, виявлялися частково чи повністю зруйновані НМЗ. Такі зміни вказують на розвиток сегментарної демієлінізації, при якій розпад мієліну проходить в активованих нейролемоцитах (MacAulay N, et al., 2004). В аксоплазмі НМС спостерігаються структурні зміни, що дозволяють говорити про порушення аксонного транспорту (Vincent A, 2010), а саме: ми простежували агрегацію

мікротрубочок і нейрофіламентів збільшення кількості синаптичних пухирців (табл. 1).

Таблиця 1

Морфометрична характеристика нейром'язових синапсів м'язових волокон при змодельованій вентральній грижі та її герніопластиці

Терміни спостереження	Групи дослідження	Площа НМС, мкм ²	Кількість СЗП	Відстань між СЗП, мкм	Довжина окремої СЗП, мкм	Кількість синаптичних пухирців на весь зріз
10 доба	1 група	3,58 ± 0,37*	7,12±1,36*	0,48±0,02*	2,28±0,13*	275,32±12,4*
	2 група	5,63 ± 0,46* ^β	10,12±1,07* ^β	0,31±0,01* ^β	2,58±0,17* ^β	245,30±18,36 ^β
30 доба	1 група	3,13 ± 0,42* [#]	6,12±1,58* [#]	0,58±0,02* [#]	2,19±0,13*	291,4±12,56* [#]
	2 група	5,13 ± 0,37* ^{#β}	8,12±1,17* ^{#β}	0,46±0,01* ^{#β}	2,45±0,16* ^β	275,30±18,36* ^{#β}
60 доба	1 група	3,21±0,3*	4,82±0,9* [#]	0,68±0,01*	1,64±0,92* [#]	311,2±16,7*
	2 група	5,53 ± 0,42* ^{#β}	10,12±1,17* ^{#β}	0,34±0,01* ^{#β}	2,48±0,13* ^β	278,53±13,74* ^β
90 доба	1 група	3,36±0,3*	5,06±0,9*	0,63±0,01*	1,57±0,53*	321,2±26,35*
	2 група	5,92 ± 0,57* ^{#β}	11,08±1,18* ^{#β}	0,31±0,01* ^β	2,41±0,17* ^β	258,53±22,49 ^{#β}
Інтактна група		7,26±0,84	14,6±1,21	0,23±0,01	2,84±0,12	256,39±24,81

Примітки:

- 1) вірогідна різниця з інтактною групою * $p < 0,05$;
- 2) вірогідна різниця порівняно з попереднім терміном експерименту в межах однієї групи тварин [#] $p < 0,05$;
- 3) вірогідна різниця між 1-ю і 2-ю групами тварин у межах одного терміну спостереження ^β $p < 0,05$.

Через три місяці після проведення герніопластики спостерігалися ознаки реіннерваційних процесів у прямому м'язі живота 1-ї і 2-ї групи тварин (рис. 1б). Збільшується чисельність вторинних галузень аксонів, що призводить до вірогідного збільшення їх спраутингу, порівняно з 10-ю добою експерименту, у 2-й групі тварин відповідно в 1,2 раза та супроводжується збільшенням площі НМЗ на 14%, тоді як в 1-й групі тварин площа НМЗ, вірогідно, зменшується на 22,7% (у всіх випадках $p < 0,05$).

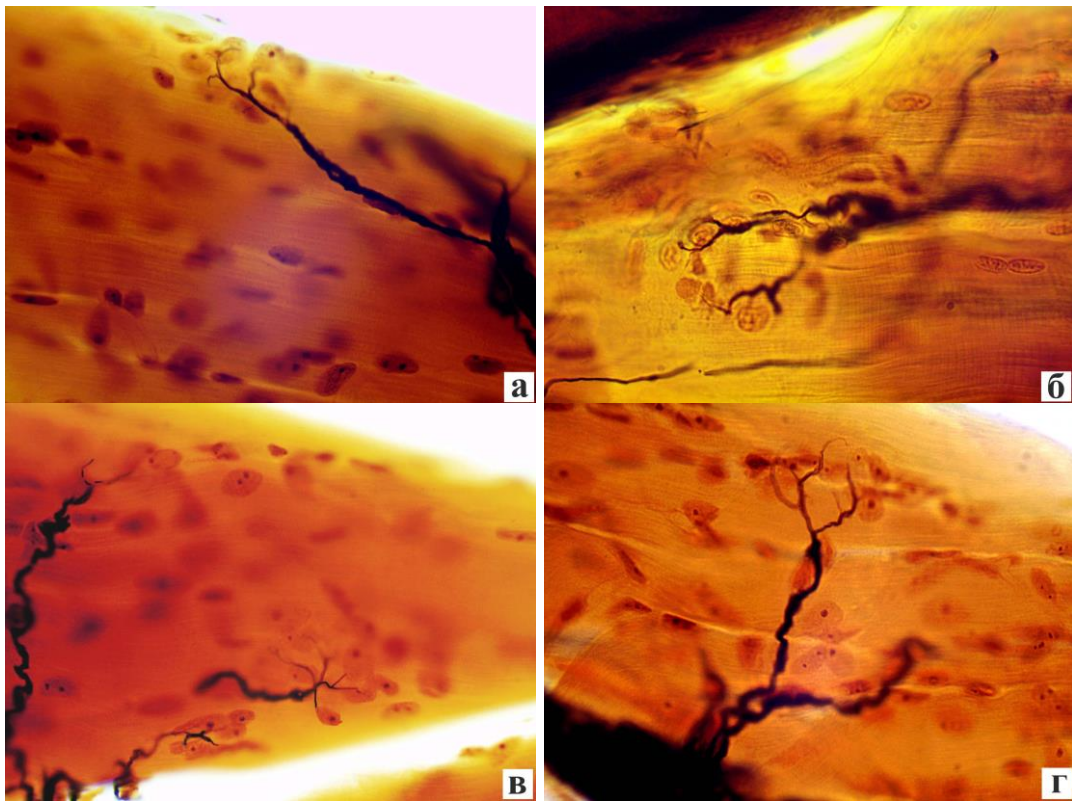


Рис. 1. Особливості галуження рухового аксону в нейром'язових закінченнях інтактних тварин (а), 2-ї групи тварин (б) на 90-у добу після герніопластики проленовим протезом. Поява вторинних галужень у нейром'язових закінченнях 3а (в) та 3б (г) підгруп тварин після герніопластики проленовим протезом і ЕС. Імпрегнація за Більшовським-Грос. Зб.: а-г) х400.

У 1-й групі тварин на 60–90-у добу ми простежували подальше зменшення площі НМЗ та деструктивні зміни в НМС, які проявлялись зменшенням їхньої площі, довжини синаптичного контакту, кількості СЗП та зростанням відстані між ними (табл. 1). Слід зазначити, що вірогідних змін кількісних показників НМС 1-ї групи тварин між 60-ю і 90-ю добою нами не виявлено. При цьому на ЕМГ відмічалось збільшення активності введення, зменшення сумарної амплітуди та середньої тривалості потенціалів дії рухової одиниці (РО), збільшення поліфазності та спонтанної активності, порівняно з інтактними тваринами. Окрім того, за даними наших досліджень, на 90-у добу в НМС 1-ї групи тварин кількість синаптичних пухирців була на 25,3% більшою за інтактні показники ($p < 0,05$), що вказує на хронічне порушення механізму екзоцитозу ацетилхоліну через передсинаптичну перетинку і спостерігається при розвитку міастенічного синдрому (Немс ТЕJ, 2011). Такі зміни електричної збудливості прямого м'яза живота обумовлені, на нашу думку, змінами в МО та є підтвердженням активності процесів демієлінізації і підтверджується даними гісто-ультраструктурних досліджень та даними ЕМГ. Слід відмітити, що демієлінізація є характерною морфологічною ознакою при вентральній грижі будь-якого генезу (King JD, Rosner MH, 2010) і лежить в основі виникнення судом.

Натомість у 2-й групі тварин перебудова синаптоархітекtonіки прямого м'язу живота на 60-90-ту доби вказує на компенсаторно-реіннерваційні процеси, що проявляються: збільшенням площі НМС та довжини синаптичного контакту; зростанням кількості СЗП та їхньої довжини при зменшенні відстані між ними, зменшенням кількості синаптичних пухирців до інтактних показників (табл. 1). При регенерації НМЗ наступало поступове підвищення біоелектричної активності м'язів: спостерігалось поступове збільшення амплітуди та середньої тривалості потенціалів дії РО, проте вони залишались меншими за інтактні показники, що вказує на значну частку деструктуризованих НМЗ у ділянці післяопераційного рубця. Порівняно з 30-ю добою, через три місяці після алопластики в 2,6 раза зменшувалася поліфазність, що розцінювалося нами як електроміографічний доказ відновлення частини НМЗ і МВ. При аналізі показників електроміограми через три місяці після герніопластики визначалося збільшення середньої тривалості потенціалів рухової одиниці і збереження показників амплітуди на рівні значень у попередньому терміні спостереження, а у 14,5% випадків зникла поліфазність осциляцій, що, на думку окремих авторів (Sabel'nikov NE et al., 2002), може бути фактором відновлення частини НМЗ і МВ.

3. Морфо-функціональна характеристика прямого м'язу живота щурів після герніопластики з використанням ЕС.

Метод ЕС, застосований нами після експериментального відтворення вентральної грижі, необхідний був для перевірки доцільності різних режимів при цій патології. Так, за умов ЕС різною частотою у тварин 3-ї групи, порівняно з 2-ю групою, відмічалось зменшення відносної площі сполучної тканини на 35,7%-59,4% при зростанні відносної площі МВ на 12,3%-27,1% (у всіх випадках $p < 0,05$). При цьому кількість капілярів на $0,1 \text{ мм}^2$ площі прямого м'язу живота, порівняно із 2-ю групою тварин, зростала на 3,7%-19,3% (у всіх випадках $p < 0,05$) і у тварин 3а підгрупи, вірогідно, не відрізнялася від інтактних показників. У тварин 3-ї групи, порівняно з 2-ю групою, зростала площа МВ на 16,8%-50,8% ($p < 0,05$).

ЕС призводить до посилення процесів клітинної і внутрішньоклітинної регенерації. Так, у тварин 3а підгрупи спостерігалися новоутворені МВ унаслідок диференціації міосателіоцитів. Такі МВ відрізняються щільноупакованими міофібрилами та численними молодими мітохондріями, збільшенням об'ємної щільності мітохондрій і міофібрил у саркоплазмі. Такі морфологічні зміни свідчать про активний міогенез після ЕС (Romanello V, Sandri M, 2010; Pouliot E et al., 2012).

У 3а та 3б підгрупах тварин об'ємна щільність мітохондрій вірогідно не відрізнялася від інтактною і 2-ї групи тварин, а в МВ нерідко простежувався підсарколемальний набряк та лізис окремих міофібрил, руйнування мітохондріальних крист.

Використання ЕС при герніопластичі вентральної грижі проленовим протезом сприяло розвитку реіннерваційних процесів у прямому м'язі живота 3-ї групи тварин. При цьому ці процеси були найбільш вираженими у 3а підгрупі. Відмічено, що в ділянці НМЗ зростала кількість нейролемоцитів і аргірофілія їхніх ядер (рис. 1 в, г). Середня площа НМЗ збільшувалася порівняно з 2-ю групою тварин, проте залишалася меншою за інтактні показники. Слід зазначити, що площа НМЗ 3а підгрупи тварин була найбільшою у 3-й групі тварин і наближалася до інтактних

показників, що прямопропорційно пов'язано зі збільшенням галужень рухового аксону. При електронномікроскопічному дослідженні у тварин 3б і 3в підгруп виявлявся періаксональний набряк та розволокнення ламел МО МНВ, тоді як 2 тварин 3а підгрупи МНВ не відрізнялись від інтактних тварин.

У 3а підгрупі тварин простежувалося збільшення довжини та кількості СЗП, що призводило до перебудови самого синапсу. В аксоплазмі 3-ї групи тварин часто зустрічалися мітохондрії зі зруйнованими кристами і вакуолі. В аксоплазмі тварин 3б і 3в підгруп звертала на себе увагу мала кількість нейрофібрил і мікротрубочок.

Морфометричний аналіз показав: у всіх підгрупах 3-ї групи відмічалось збільшення площі та довжини синаптичного контакту, кількості СЗП, ширини та довжини активних зон передсинаптичної перетинки. При цьому слід зазначити, що такі позитивні зміни були найбільш вираженими у 3а підгрупі тварин (табл. 2).

Таблиця 2

Морфометрична характеристика нейром'язових синапсів м'язових волокон на 90 добу від початку моделювання вентральної грижі та її герніопластики із застосуванням електростимуляції

Структурні елементи та їх параметри	Групи дослідження				
	Інтактні тварини	2 група	3 група		
			3а	3б	3в
Площа НМС, мкм ²	7,26±0,84	5,92 ± 0,57	6,97±0,74	6,48±0,73* [#]	5,83±0,41* [#]
Кількість СЗП	14,6±1,21	11,08±1,18	15,01±1,24 [#]	12,13±1,03* [#]	11,07±1,42 [#]
Відстань між СЗП, мкм	0,23±0,01	0,31±0,01*	0,18±0,01	0,28±0,01* [#]	0,32*±0,03
Довжина окремої СЗП, мкм	2,84±0,12	2,41±0,17	3,56±0,42* [#]	2,58±0,53* [#]	2,44±0,17*
Кількість синаптичних пухирців на весь зріз	256,39±24,81	258,53±22,49	261,73±35,48	260,8±29,22	265,2±28,23

Примітки:

1) вірогідна різниця з контролем * $p < 0,05$;

2) вірогідна різниця між 1-ю і 2-ю групами тварин [#] $p < 0,05$.

На ЕМГ кількість поліфазних потенціалів дії РО зменшується у 3а підгрупі до 4,05±0,11% ($p < 0,05$), що знаходиться в межах допустимої норми, натомість у тварин 3б і 3в підгруп кількість поліфазних одиниць зменшується, порівняно з 2-ю групою тварин, проте є вищими за допустиму норму і складає відповідно 6,58±0,39% ($p < 0,05$) та 7,05±0,12% ($p < 0,05$). У 2 тварин 3б підгрупи і 2 тварин 3в підгрупи на ЕМГ реєструвалися потенціали дії РО зменшеного типу, але зі збільшеним числом турнів, та спонтанна активність, що свідчить про велику частку деструктуризованих

НМЗ у ділянці післяопераційного рубця при частоті електричного імпульсу 100 і 1000 Гц.

4. Морфо-функціональна характеристика прямого м'яза живота після герніопластики з використанням засобів фізичної реабілітації.

На основі отриманих результатів нами запропоновано лікувально-реабілітаційний алгоритм хворих з вентральними грижами, що включає оперативне лікування і комплексну програму післяопераційної фізичної реабілітації в поєднанні з ЕС з частотою імпульсів 10 Гц. В основній групі пацієнтів до фізичної реабілітації підходили індивідуально з використанням удосконаленої програми за умови максимально можливого раннього активного режиму. Для цього використовували дихальні вправи і спеціальні пасивні рухи для верхніх і нижніх кінцівок у поєднанні з ЕС з частотою імпульсів 10 Гц. Ефективність післяопераційної реабілітації занять оцінювали за зменшенням метеоризму (у $43,3 \pm 6,4\%$ пацієнтів), поліпшенням моторної функції кишечника (у $31,7 \pm 6,01\%$), збільшенням рухливості діафрагми (у $28,3 \pm 5,82\%$), зменшенням задухи (у $26,7 \pm 5,71\%$), тахікардії (у $25,0 \pm 5,59\%$). При цьому, за даними фізіологічної кривої у $30,0 \pm 5,92\%$ пацієнтів спостерігалися позитивні зміни, що свідчили про адаптацію кардіо-респіраторної системи до зростаючого фізичного навантаження. Через п'ять днів від початку застосування комплексу фізичної реабілітації, при ЕМГ у м'язах передньої черевної стінки активність введення електроду зростала тільки на $8,3\%$. У цей термін зберігалися тільки ознаки помірної денервації, ступінь вираженості якої слабо корелював ($r=0,30$, $p<0,05$) з вираженістю больових відчуттів у ділянці післяопераційної рани. Окремі потенціали дії ще мали неправильну форму, однак, загалом спостерігалася відновлення послідовності окремих фаз. У пацієнтів групи порівняння виявлялися знижені показники електроміографічної активності прямого і бічних м'язів живота. При цьому у $35,6\%$ пацієнтів групи порівняння у м'язах передньої черевної стінки реєструвалася спонтанна активність у вигляді окремих потенціалів фібриляцій різної амплітуди, які мали чіткий характер і досить постійний ритм.

Отже, аналіз показників кардіоваскулярної діяльності вказує на безпечність та ефективність застосування запропонованої нами програми післяопераційної фізичної реабілітації в поєднанні з ЕС з частотою імпульсів 10 Гц у пацієнтів із вентральними грижами. Це дозволило скоротити перебування хворих на листку непрацездатності після герніопластики в середньому з $36,6$ до $27,4$ дня.

ВИСНОВКИ

1. Важливість проблеми і широка розповсюдженість вентральних гриж стали підставою для вивчення морфологічних, функціональних і біохімічних аспектів її впливу на організм. На сучасному етапі розвитку герніології триває активний пошук способів підвищення ефективності різних оперативних підходів щодо пластики вентральних гриж як в експериментальному, так і в клінічному напрямках, оскільки вентральні грижі викликають защемлення петель кишки у $12,0$ - $15,0\%$ хворих за рахунок зменшення маси м'язової тканини і збільшення величини дефекту та об'єму грижового мішка. Тому, встановлення особливостей морфо-функціональних змін у прямому м'язі живота за умов моделювання вентральної грижі та її герніопластики для обґрунтування більш ефективних методів

хірургічного лікування і засобів фізичної реабілітації у післяопераційному періоді є актуальним.

2. Основу вентральної стінки живота щура становить прямий м'яз, що характеризується такими морфометричними параметрами: відносна площа сполучної тканини складає $8,12 \pm 0,15\%$, жирової тканини – $4,25 \pm 0,41\%$ м'язових волокон – $87,63 \pm 6,51\%$; площа поперечного перерізу м'язових волокон становить $1756,23 \pm 94,38$ мкм²; об'ємна щільність мітохондрій у них становить $15,64 \pm 3,24\%$, міофібрил – $57,89 \pm 3,24\%$, саркоплазматичної сітки – $4,39 \pm 0,56\%$; кількість м'язових волокон на $0,1$ мм² площі прямого м'яза живота становить $34,8 \pm 6,73$, а кількість капілярів – $53,5 \pm 4,27$, при цьому на одне м'язове волокно припадає $1,53 \pm 0,24$ капіляра;

3. У прямому м'язі живота нейром'язові закінчення мають площу $525,37 \pm 30,24$ мкм², при цьому галуженням рухового аксону становить $6,5 \pm 0,57$ терміналі. До складу нейром'язових закінчень входить декілька нейром'язових синапсів, які мають свою синаптоархітектуру, що характеризується такими кількісними ознаками: площа – $7,26 \pm 0,84$ мкм²; довжина синаптичного контакту – $2,38 \pm 0,2$ мкм; кількість складок засинаптичної перетинки – $14,6 \pm 1,21$ при їх довжині $2,84 \pm 0,12$ та відстані між ними $0,23 \pm 0,01$ мкм; ширина активної зони – $0,21 \pm 0,01$ мкм, а її довжина – $0,83 \pm 0,02$ мкм; кількість синаптичних пухирців – $256,39 \pm 24,81$.

4. На 10-у-30-у доби після герніопластики у тварин 1-ї і 2-ї груп відмічається зростання відносної площі сполучної тканини в $4,1$ - $6,9$ та $3,7$ - $5,7$ рази на тлі зменшення м'язових волокон в $1,8$ - $2,5$ та $1,6$ - $1,8$ відповідно (в усіх випадках $p < 0,05$). У м'язових волокнах виявляються виражені деструктивні процеси за типом вакуольної дистрофії, колікваційного та парціального некрозів, що призводять до зменшення об'ємної щільності в них міофібрил і саркоплазматичної сітки, тоді як об'ємна щільність мітохондрій збільшується внаслідок їхнього набряку і перетворення у вакуолі. Такі зміни супроводжуються перебудовою мікроциркуляторного русла, а саме: спазмом артеріол та зменшенням кількості капілярів на площі $0,1$ мм² на 30-ту добу експерименту на $24,6\%$ та на $22,6\%$ у 1-й і 2-й групах відповідно (у всіх випадках $p < 0,05$).

У тварин 1-ї групи закінчення мієлінових нервових волокон є обірваними без термінальних галужень аксона внаслідок їхньої травми при моделюванні вентральної грижі, натомість у тварин 2-ї групи нейром'язові з'єднання є збереженими, проте значно зменшується число галужень термінального відділу аксона відповідно в $2,3$ - $1,7$ рази, що призводить до зменшення площі нейром'язових з'єднань у 1-й групі тварин на 47% у 2-й на 31% на 10-у добу (у всіх випадках $p < 0,05$). У нейром'язових синапсах зменшується площа та довжина синаптичних контактів, ширина та довжина активних зон передсинаптичної перетинки. Структурна перебудова засинаптичних елементів відбувається в основному за рахунок руйнування складок засинаптичної перетинки та збільшення відстані між ними. Деструктивно-дистрофічні зміни в нейром'язових закінченнях підтверджуються даними електроміографії.

5. У 1-й групі тварин на 60–90-у добу експерименту ми простежували подальше зменшення площі м'язових волокон, нейром'язових закінчень та деструктивні зміни в нейром'язових синапсах. Кількість синаптичних пухирців була

на 25,3% більшою за інтактні показники ($p < 0,05$), що вказує на недостатність активної передачі імпульсу в зоні передсинаптичної перетинки та підтверджується даними електроміографії (збільшення активності введення, зменшення сумарної амплітуди та середньої тривалості потенціалів дії рухової одиниці, збільшення поліфазності та спонтанної активності, порівняно з інтактними тваринами). Порушення кровопостачання та іннервації прямого м'яза живота призводить до його атрофії і склерозу на 90-у добу моделювання вентральної грижі, що підтверджується кількісними і якісними морфологічними змінами.

6. На 90-у добу після проведення герніопластики у тварин 2-ї групи в прямому м'язі живота збільшується чисельність вторинних галужень аксонів, що призводить до вірогідного збільшення їх спраутингу, порівняно з 10-ю добою експерименту, в 1,2 раза та супроводжується збільшенням площі нейром'язових з'єднань на 14% (у всіх випадках $p < 0,05$). Перебудова синаптоархітекτονіки прямого м'яза живота на 60-90-ту доби вказує на компенсаторно-реіннерваційні процеси, що проявляються: збільшенням площі нейром'язових синапсів та довжини синаптичного контакту; зростанням кількості складок засинаптичної перетинки та їх довжини при зменшенні відстані між ними, зменшенням кількості синаптичних пухирців до контрольних показників. При регенерації нейром'язових закінчень наступало поступове підвищення біоелектричної активності м'язів: спостерігалось поступове збільшення амплітуди та середньої тривалості потенціалів дії рухової одиниці, проте вони залишались меншими за інтактні показники, що вказує на значну частку деструктуризованих нейром'язових закінчень у ділянці післяопераційного рубця. Отже, застосування проленового протезу за умов уникнення механічної напруги м'язово-апоневротичних структур дозволяє значно оптимізувати перебіг відновно-приспосувальних процесів у перші 3 місяці післяопераційного періоду.

7. Електростимуляція різних частот сприяє розвитку компенсаторно-реіннерваційним процесам у нейром'язових закінченнях прямого м'яза живота, які характеризуються: появою вторинного галуження аксонів, збільшенням площі нейром'язових закінчень та синапсів, збільшенням площі та довжини синаптичного контакту, кількості складок засинаптичної перетинки, довжини активних зон передсинаптичної перетинки. При цьому слід зазначити, що такі позитивні зміни були найбільш вираженими у 3а підгрупі тварин, що підтверджується даними електроміографії. Результати дослідження дозволяють стверджувати, що електричне поле з частотою 10 Гц призводить до відновлення кількісних морфологічних показників прямого м'яза живота, відновлення мікроциркуляції та до клітинної і внутрішньоклітинної регенерації м'язових волокон, розвитку реіннерваційних процесів у нейром'язових закінченнях, тому його можна вважати оптимальним та ефективним засобом фізичної реабілітації після герніопластики.

8. Аналіз показників кардіоваскулярної діяльності вказує на безпечність та ефективність застосування запропонованої нами програми післяопераційної фізичної реабілітації в поєднанні з електростимуляцією з частотою імпульсів 10 Гц у пацієнтів з вентральними грижами, що дозволило скоротити перебування хворих на листку непрацездатності після герніопластики в середньому з 36,6 до 27,4 дня. Зміни електроміографічних показників у динаміці післяопераційного лікування

дозволяють стверджувати, що у пацієнтів через 2 тижні спостерігаються процеси, які відносяться до II стадії денерваційко-реінерваційних процесів, а через 4 тижні – вже до I стадії. Це є об'єктивною підставою для обґрунтування електрофізіологічної періодизації етапності перебігу морфо-функціональної перебудови всіх складових компонентів м'язів передньої черевної стінки після герніопластики.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Результати проведених досліджень розкривають морфогенез міопатій при вентральних грижах та обґрунтовують найкращі методи герніопластики із врахуванням морфо-функціональних змін прямого м'яза живота. Отримані дані є теоретичним підґрунтям для розробки заходів, спрямованих на попередження розвитку деструктивних процесів у м'язовій тканині при різних видах дефектів передньої черевної стінки.

2. Отримані дані щодо морфо-функціональної перебудови прямого м'яза живота при герніопластикі вентральних гриж та електростимуляції послужили вихідною базою для розробки методів фізичної реабілітації після хірургічного лікування вентральних гриж.

3. Застосування електростимуляції з частотою імпульсів 10 Гц у комплексі із запропонованою нами програмою післяопераційної фізичної реабілітації у пацієнтів з вентральними грижами дає змогу покращити клінічний ефект і скоротити перебування хворих на листку непрацездатності після герніопластики в середньому на 9-10 днів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Василик ТП, Василюк СМ, Попель СЛ. Пластика вентральної грижі проленовим імплантом: реакція нервово-м'язових закінчень передньої черевної стінки. *Art of Medicine*. 2018; 8(4): 17–20. *(Дисертант виконував хірургічні втручання, опрацював клінічний матеріал, узагальнив результати дослідження)*.

2. Василик ТП. До обґрунтування електроміографії як методу оцінки ефективності програми фізичної реабілітації пацієнтів з паховими грижами. *Вісник проблем медицини і біології*. 2018; 4: 232–7.

3. Vasylyk TP. Hysto-ultrastructural changes in abdominal muscles with ventral hernia and after physical rehabilitation in the post-operative period at alloplastic. *Surgery. Official journal of the Bulgarian surgical society*. 2019; 2: 77–83.

4. Василик ТП. Вплив електростимуляції на структурно-функціональну характеристику м'язів передньої стінки живота. *Буковинський медичний вісник*. 2019; 91(3): 16–22.

5. Василик ТП. Гістометрична та ультраструктурна організація нервово-м'язових закінчень м'язів передньої стінки живота при постопераційній вентральній грижі. *Art of Medicine*. 2020; 1: 50-5.

6. Василик ТП. Порівняльний клініко-морфологічний аналіз пацієнтів з паховими грижами. *Актуальні питання сучасної хірургії: мат-ли наук.-практ. конф. з міжнар. участю. Хурґія України*. 2018; 68(4), Додаток № 1: 40–5.

7. Василик ТП, Коваль МВ, Гриб ВА, Василюк СМ, Попель СЛ. Електроміографічне обґрунтування засобів фізичної реабілітації післяопераційних

вентральних гриж. Терапевтичні читання: сучасні аспекти діагностики та лікування захворювань внутрішніх органів (присвячені пам'яті академіка НАМН України Є.М. Нейка: мат-ли III-ї Міжнародної науково-практичної конференції: зб. тез., 2018 Жовт. 4-5 Івано-Франківськ; Яремче. Івано-Франківськ; Яремче; 2018. с. 10–1. *(Дисертант опрацював клінічний матеріал, узагальнив результати дослідження).*

8. Василик ТП, Василюк СМ, Попель СЛ. Ультраструктурні зміни скелетних м'язів і їх нервово-м'язових закінчень при вентральних грижах. Теорія та практика сучасної морфології: матеріали другої Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю: зб. наук. робіт. 2018 Жовт.10-12; Дніпро. Дніпро; 2018. с. 28–30. *(Дисертант зібрав і статистично опрацював матеріал, підготував текстову частину).*

9. Василик ТП, Василюк СМ. Засоби фізичної реабілітації при вентральних грижах. Фізичне виховання, спорт та фізична реабілітація: проблеми і перспективи розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції; 2018 листоп. 9-10; Київ. Київ; 2018. с. 71–6. *(Дисертант зібрав і статистично опрацював матеріал, підготував текстову частину).*

10. Василик ТП, Коваль МВ. Оцінка ефективності програми фізичної терапії пацієнтів з паховими грижами електроміографічним методом. The 1st International scientific and practical conference «Priority directions of science development» October 28-29, 2019. SPC «Sei-conf.com.ua», Lviv, Ukraine. 2019. с. 54–8. *(Дисертант зібрав і статистично опрацював матеріал, підготував текстову частину).*

АНОТАЦІЯ

Василик Т. П. Морфо-функціональне обґрунтування засобів фізичної реабілітації після герніопластики. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.03.01 – нормальна анатомія. – Івано-Франківський національний медичний університет МОЗ України, Івано-Франківськ, 2021.

За допомогою комплексних методів дослідження уперше встановлено морфо-функціональну перебудову прямого м'яза живота та його НМЗ при змодельованій вентральній грижі та її герніопластиці проленовим протезом. Доведено, що використання останнього призводить до компенсаторно-відновних процесів у НМЗ прямого м'яза живота на 60-90-у доби та сприяє регенерації МВ, що супроводжується поступовим підвищенням біоелектричної активності м'яза.

Встановлено, що ЕС з частотою 10 Гц є найбільш ефективним із застосованих в експерименті режимів і призводить до відновлення МВ шляхом активації клітинних і внутрішньоклітинних регенераційних процесів та сприяє розвитку компенсаторно-реіннерваційним процесам у НМЗ прямого м'яза живота.

На основі отриманих морфологічних результатів нами вперше, у хворих з вентральними грижами, запропоновано оперативне лікування і комплексну програму післяопераційної фізичної реабілітації в поєднанні з ЕС із частотою імпульсів 10 Гц.

Ключові слова: прямий м'яз живота, нейром'язовий синапс, гемомікроциркуляторне русло, вентральна грижа, електроміографія.

АННОТАЦИЯ

Васылык Т.П. Морфо-функциональное обоснование средств физической реабилитации после герниопластики. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.03.01 – нормальная анатомия. – Ивано-Франковский национальный медицинский университет МЗ Украины, Ивано-Франковск, 2021.

С помощью комплексных методов исследования впервые установлена морфо-функциональная перестройка прямой мышцы живота и ее нейро-мышечных окончаний при смоделированной вентральной грыже и ее герниопластике проленовым протезом. Доказано, что использование последнего приводит к компенсаторно-восстановительным процессам в нейро-мышечных окончаниях (НМО) прямой мышцы живота на 60-90-е сутки и способствует регенерации мышечных волокон, что сопровождается постепенным повышением биоэлектрической активности мышцы.

Установлено, что электростимуляция с частотой 10 Гц является наиболее эффективным из примененных в эксперименте режимов, приводит к восстановлению мышечных волокон путем активации клеточных и внутриклеточных регенерационных процессов, способствует развитию компенсаторно-реиннервационных процессов в НМО прямой мышцы живота.

На основе полученных морфологических результатов нами впервые у больных с вентральными грыжами предложено оперативное лечение и комплексную программу послеоперационной физической реабилитации в сочетании с ЭС с частотой импульсов 10 Гц.

Ключевые слова: прямая мышца живота, нейромышечный синапс, гемомикроциркуляторное русло, вентральная грыжа, электромиография.

ABSTRACT

Vasylyk T.P. Morpho-functional substantiation of physical rehabilitation means after hernioplasty. – Manuscript.

Dissertation for obtaining a scientific degree of Candidate of Medical Science in specialty 14.03.01 – Normal Anatomy. – Ivano-Frankivsk National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2021.

At the present stage of development of herniology there is an active search for ways to increase the effectiveness of various methodological approaches to the plastic repair of ventral hernias in both experimental and clinical areas.

Therefore, the aim of the study was to establish the patterns of morfo-functional organization of the rectus abdominis in normal rats, in animals with simulated ventral hernia, prone implant hernioplasty and electrical stimulation.

Morphological study was performed on material obtained from 83 white male rats weighing 180-200 g. All white animals were divided into intact/control (24 animals which did not undergo any manipulations) and experimental groups. Group 1 included 20 rats with simulated ventral hernia. Group 2 included 20 rats with simulated ventral hernia and hernioplasty with a prolene prosthesis. Group 3 included 21 rats, which underwent surgery similar to that in rats of group 2, and in the postoperative period they received electrical stimulation (ES): 3a subgroup animals – with a pulse frequency of 10 Hz, 3b subgroup

animals – with a pulse frequency of 100 Hz, 3c subgroup animals – with a pulse frequency of 1000 Hz. Collection of material in groups 1 and 2 was performed on the 10th, 30th, 60th and 90th days after surgery, and in group 3 – on the 90th day after the experiment. Histological (hematoxylin-eosin staining, Masson's trichrome, Bolshevsky-Gross impregnation), electron microscopic examination methods and electromyography (EMG) were used.

The results of the analysis of neovasculogenesis in the area of scar formation are of great interest. In animals of group 1, the density of capillaries was characterized by a clear tendency to increase during the 1st month of the experiment, after which there was a phase of decreasing values till the 90th day. In contrast, in group 2 animals, the number of capillaries increased from the 30th day of the experiment, but remained lower than the results in intact group even on the 90th day. This fact, of course, indicates more adequate hemodynamic characteristics of the scar tissue of animals of group 2. Significant microcirculation disorders and surgical damage to the anterior abdominal wall during the simulation of ventral hernia and its hernioplasty lead to vacuolar dystrophy, partial and colliquative necrosis of muscle fibers (MFs) on the 10-30th days. On the 60-90th days, there are compensatory-restorative processes in MFs, which are more pronounced in animals of group 2. In contrast, group 1 animals showed high connective tissue content, decreased capillaries, and the presence of focal destructive changes in MFs, leading to atrophy and sclerosis of the rectus abdominis.

10 days after the start of ventral hernia modeling in animals of group 1, the endings of myelinated nerve fibers (MNFs) are without terminal branches of the axon due to their injury, while in animals of group 2 the neuromuscular endings (NMEs) are preserved, but the number of branches of the terminal axon is decreased by 1.7 times, which leads to a decrease in the area of NMEs by 47% and 31%, respectively. On the 30th day, periaxonal progression and activation of degenerative processes are observed in most MNFs and neuromuscular synapses (NMSs).

On the 60-90th days, in group 1 animals a further decrease in the area of NMEs and destructive changes in NMSs were observed. It was accompanied by a decrease in muscle bioelectrical activity and a simultaneous increase in polyphasic and spontaneous activity compared to intact animals. Such changes develop as a result of demyelination and are confirmed by histo- and ultrastructural studies.

In contrast, in group 2 animals the restructuring of the NMEs of the rectus abdominis muscle on the 60-90th days indicates compensatory-reinnervation processes, which are manifested by the increase in the area of NMSs and restoration of its structural components. During the regeneration of the NMEs, there was a gradual increase in the bioelectrical activity of the muscle according to EMG.

Due to ES with different frequency in animals of group 3, compared with group 2 rats, there was a decrease in the relative area of connective tissue by 35.7%-59.4% with an increase in the relative area of MFs by 12.3%-27.1%. The number of capillaries per 0.1 mm² of rectus abdominis area, compared with group 2 animals, increases by 3.7%-19.3%; the values in subgroup 3a probably do not differ from those of intact animals. In animals of group 3, compared with group 2, the area of MFs increases by 16.8%-50.8% ($p < 0.05$). ES leads to increased cellular and intracellular regeneration. Thus, in animals of subgroup 3a, newly formed MFs are observed due to myosateliocyte differentiation.

The use of ES promoted the development of reinnervation processes in the rectus abdominis of group 3 animals. The area of NMEs in animals of subgroup 3a is the largest in group 3 and is close to intact values, which is directly proportional to the increase in the number of branches of the motor axon. Submicroscopic examination of animals of subgroups 3b and 3c reveals periaxonal edema and defibering of the lamellae of the myelin sheath of the MNFs. Thus, the ES with a frequency of 10 Hz is the most effective of the modes used in the experiment and leads to the restoration of quantitative morphological parameters of the rectus abdominis.

Key words: rectus abdominis muscle, neuromuscular synapse, hemomicrocirculatory tract, ventral hernia, electromyography.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЕМГ – електроміографія

ЕС – електростимуляція

МВ – м'язове волокно

МНВ – мієлінове нервово волокно

МО – мієлінова оболонка

НМЗ – нейром'язове закінчення

НМС – нейром'язовий синапс

РО – рухова одиниця

СЗП – складка засинаптичної перетинки

Підписано до друку 22.03.2021 р. Формат 60x90/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 0,9. Обл. видав. арк. 1,05.
Тираж 100 екз. Замовлення №17.

Віддруковано в друкарні КП фірми «ЛПК».
м. Івано-Франківськ, вул. Василянок, 48. Тел. (0342) 54-80-27.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ІФ №16 від 06.09.2001 р.