

ПЛАСТИКА ВЕНТРАЛЬНОЇ ГРИЖІ ПРОЛЕНОВИМ ІМПЛАНТОМ: РЕАКЦІЯ НЕРВОВОМ'ЯЗОВИХ ЗАКІНЧЕНЬ ПЕРЕДНЬОЇ ЧЕРЕВНОЇ СТІНКИ

Василик Т.П.¹, Василюк С.М.², Попель С.Л.¹

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, кафедра фізичної реабілітації, м. Івано-Франківськ, Україна,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5223-1239>

e-mail: tarasvasylyk1967@gmail.com

²Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра хірургії № 1, м. Івано-Франківськ, Україна,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6738-6951>

e-mail: surge@i.ua

Резюме. Мета. Провести кількісну оцінку перебування нервово-м'язових закінчень у ділянці пластики великих вентральних дефектів.

Матеріали. В основу роботи покладена оцінка структурної перебудови нервово-м'язового компонента передньої черевної стінки після проведення алопластики значного за розмірами вентрального дефекту з використанням проленового імпланту. Гістологічне дослідження проводили у 20 щурів через 1, 2 і 3 місяці після імплантації. Морфометрично визначали відносні та абсолютні показники нервово-м'язових з'єднань.

Результати. У дослідженні з'ясовано, що механічне напруження м'язово-апоневротичного шару черевної стінки при натягуванні і зіставленні країв експериментального дефекту є істотним чинником, який зумовлює збільшення термінів рубцювання, а також викликає стабільні дегенеративні процеси нервово-м'язово-апоневротичних структур. Це супроводжується дистрофічними явищами нервово-м'язово-апоневротичного шару передньої черевної стінки з найбільшою виразністю патологічних змін до кінця першого місяця після проведення алопластики. Застосування проленового імпланту для пластики без механічної напруги нервово-м'язових структур дозволяє значно оптимізувати перебіг відновно-приспосувальних процесів протягом трьох місяців післяопераційного періоду, що підтверджується відповідними електроміографічними показниками.

Висновки. Проведений кількісний морфофункціональний аналіз дозволив визначити напруження процесів адаптації периферійного нервового апарату у м'язах черевної стінки при співставленні країв експериментального дефекту. Це можна розцінювати як суттєвий фактор, що обумовлює збільшення термінів перебігу рубцювання, а також викликає стабільні дегенеративні зміни у нервово-м'язових структурах. Така післяопераційна дезадаптація супроводжується дистрофічними процесами у м'язових волокнах, що підтверджується електронейроміографічними показниками. Пік цих явищ у компонентах передньої черевної стінки з найбільшим загостренням патологічних змін спостерігається у період до третього місяця після проведення оперативного втручання. Застосування проленового протезу за умов уникнення механічної напруги м'язово-апоневротичних структур дозволяє значно оптимізувати перебіг відновно-приспосувальних процесів у віддалені терміни після алопластики за рахунок відновлення морфо-функціональних особливостей нервово-м'язових закінчень.

Ключові слова: експериментальна вентральна грижа, алопластика, нервово-м'язове з'єднання, електроміографія, регенерація.

Вступ і обґрунтування дослідження. На сучасному етапі розвитку герніології триває активний пошук

способів підвищення ефективності різних оперативних підходів щодо пластики вентральних гриж як в експериментальному [3, 7], так і в клінічному напрямках [8, 12].

Перспективність пластики післяопераційних вентральних гриж, особливо коли грижі мають великі розміри, не викликає сумніву і використовується як перевірений метод хірургічного лікування [9].

Однак, питання щодо використання різних методів хірургічного лікування залишається невирішеним [10, 11], що вимагає проведення комплексних морфофункціональних досліджень. Вони мають бути присвячені аналізу як загальносистемних, так і локальних процесів в ділянці проведення такого роду операцій [3].

Ефективність пластики передньої черевної стінки значною мірою залежить від особливостей реакції місцевих тканин у післяопераційному періоді [2, 4]. Найбільшу цікавість в цьому відношенні мають роботи, спрямовані на морфологічний аналіз складових елементів передньої черевної стінки [5]. При цьому залишаються недостатньо вивченими морфо-функціональні зміни нервово-м'язових закінчень в ділянці формування рубцевої тканини, особливо в період її реорганізації [4].

Мета. Провести кількісну оцінку перебудови нервово-м'язових закінчень в ділянці пластики великих вентральних дефектів.

Матеріали та методи. Морфологічне дослідження проводили на матеріалі, отриманому від 20 статевозрілих щурів-самців лінії Вістар (вага тіла складала 170-200 г). У тварин висікали ділянку м'язово-апоневротичного шару черевної стінки розмірами 5x3 см по серединній лінії і пошарово ушивали дефект шляхом натягнення і співставлення країв рани [3]. Дослідження проводили через 1, 2 і 3 місяці після проведення оперативного втручання.

Матеріал з ділянки пластики брали шляхом біопсії і фіксували в розчині Буена, з подальшим проведенням стандартної схеми проводки та заливки в парапласт. Гістологічні зрізи фарбували за Більшовським-Грос. Матеріал для електронної мікроскопії готували за загальноприйнятою схемою [4]. На ультратонких зрізах аксонних терміналей вимірювали наступні параметри: площу нейром'язового синапсу, довжину синаптичного контакту (виміряну як довжину перетину терміналі, яка прилягає до м'язового волокна), кількість синаптичних пухирців на весь зріз НМС, довжину і ширину АЗ, кількість складок засинаптичної перетинки на 1 мкм довжини НМС, відстань між синаптичними складками, довжину окремих складок, кількість синаптичних пухирців у ділянці АЗ. Для вимірювання метричних характеристик НМЗ використовували програмне забезпечення NIH USA «Image J» та «Bio Vision 4.01» у ручному режимі з урахуванням збільшень. При проведенні статистичного аналізу отриманих результатів розрахунки виконували згідно з рекомендаціями Е. Реброва (2006) при використанні прикладних програм «Statistika 5».

Експерименти на тваринах проведені відповідно до положення Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986).

Результати дослідження та їхнє обговорення.

Через один місяць після герніопластики у м'язах передньої черевної стінки спостерігався вторинний спраунг аксонів рухових нервових волокон. Нервово-м'язові закінчення мали примітивну будову: мієлінова оболонка терміналей була варіозно розширена, кількість розгалужень аксона не перевищувала 2-3 термінальних гілочок, гемокапіляри були розташовані на значній відстані (в середньому $56,7 \pm 2,33$ мкм) від кінцевих нервово-м'язових структур. Це підтверджувалося даними на ультраструктурному рівні: аксо-м'язові синапси мали незначну кількість сильно видовжених постсинаптичних складок, синаптична щільна була нерівномірної ширини, а сам синапс не мав ізоляційного покриття, оскільки ззовні від нього були відсутні тіла і відростки кінцевих нейролемоцитів.

Через три місяці після проведення герніопластики спостерігався подальший розвиток нервово-м'язових закінчень в м'язах передньої черевної стінки з появою між поверхневими м'язовими волокнами окремих терміналей безмієлінових нервових волокон.

Через 12 місяців після герніопластики нервово-м'язові закінчення набували форми зрілих структур периферійного нервового апарату, характерних для скелетних м'язів статево зрілих тварин.

Упродовж всього експерименту відбулася структурна перебудова більшості нервово-м'язових синапсів, що підтверджувалося морфометричними даними. Така морфометрична перебудова знаходила підтвердження в електроміографічних показниках: спостерігалось поступове збільшення амплітуди і зменшення латентності М-відповіді. При цьому, через один місяць від початку експерименту у 79,4 % випадків виявлялася зменшена тривалість потенціалів рухової одиниці та у 64,8 % випадків була знижена амплітуда осциляцій ($P < 0,05$), що свідчило про велику частку деструктуризованих НМЗ в ділянці післяопераційного рубця.

При регенерації НМЗ наступало поступове підвищення біоелектричної активності м'язів: амплітуди осциляцій залишилися без змін, проте на 16,2 % збільшувалася їх тривалість ($p < 0,05$). Порівняно з попереднім терміном, через три місяці після алопластики у 15,6 % випадків зменшувалася поліфазність, що розцінювалося нами як електроміографічний доказ відновлення частини НМЗ і МВ.

При аналізі показників електроміограми через три місяці після алопластики 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.

У порівнянні з цими показниками через 12 місяців від початку експерименту амплітуда і тривалість потенціалу дії при одноразовому подразненні м'язових волокон підвищувалася відповідно на 28,9 % і 24,8 % ($p < 0,05$). У середньому це складало відповідно $71,01 \pm 5,96$ мВ і $1,42 \pm 0,14$ мс. При цьому амплітуда постдеполяризаційної стадії збільшувалася на 6,1 %, тоді як її тривалість зменшувалася на 7,8 % ($p < 0,05$). Вони складали в середньому $2,2 \pm 0,57$ мВ і $215,4 \pm 38,21$ мс відповідно.

Диференціація тканин та їх регенерація після травматичних пошкоджень будь-якого генезу, в тому числі після операційної травми, неможлива без відновлення їх периферійного нервового апарату [2]. Відомо, що крім чутливої і рухової функції, периферичні нервово-м'язові закінчення відповідають за цілий ряд системних регуляторних процесів. Зокрема, в ділянці аксо-м'язових синапсів виділяється фактор росту нервів, різноманітні нейропептиди, біологічні активні речовини тощо [4]. За рахунок цього

реалізується вплив центральної нервової системи на органогенез в цілому, і на відновлення структури пошкоджених м'язових волокон при локальному оперативному втручанні зокрема.

Незважаючи на те, що результати, представлені в цій публікації, не стосуються біохімічних досліджень, проте з наукової літератури відомо, що дані, отримані в нашій роботі, є прямим відображенням репаративних процесів і покликані сформулювати теоретичну основу для розуміння та запобігання тих факторів, що обумовлюють різні післяопераційні ускладнення й визначають безпосередні та віддалені результати лікування вентральних гриж.

При цьому суттєву роль для розуміння структурно-функціонального стану різних тканин в найближчій зоні до рубця має аналіз взаємовідношень м'язової тканини з нервовими елементами, а також кількісна оцінка реорганізації нервово-м'язових закінчень у складі передньої черевної стінки з урахуванням динаміки електроміографічних показників. Так, зменшення тривалості потенціалів рухової одиниці і зниження амплітуди осциляцій через місяць від початку експерименту свідчить про велику частку деструктуризованих НМЗ в ділянці післяопераційного рубця [1].

І, навпаки, збільшення тривалості осциляцій, хоча і при їх незмінній амплітуді, свідчить, що настає поступове підвищення біоелектричної активності м'язів і регенерація НМЗ [2]. Оскільки при цьому через три місяці після алопластики у багатьох випадках зменшується поліфазність, то, на думку окремих авторів [4, 5], це може бути фактором відновлення частини НМЗ і МВ.

На позитивну динаміку відновлення морфо-функціональних властивостей вказують електроміографічні показники через три місяці від початку експерименту. Так, майже на третину підвищуються амплітуда і тривалість потенціалу дії рухової одиниці, що, на думку Л. О. Бадалян та І. А. Скворцова [1], є об'єктивною ознакою регенерації НМЗ і МВ. Це підтверджується також збільшенням амплітуди постдеполяризаційної стадії при зменшенні її тривалості.

Ці дані вказують на те, що вираженість функціональної компенсації в результаті алопластики залежить від успішності відновлення електрофізіологічних властивостей нейро-м'язових синаптичних контактів. При цьому, Т. Р. Ковригина та В.И. Филімонов [2] вважають, що периферійний нервовий апарат скелетних м'язів здатний до формування специфічних функціональних синапсів, відновлюючи таким чином відповідні рухові рефлекси у м'язах передньої черевної стінки. Насамперед це стосується підвищення сили їх скорочення для створення відповідного тону-су і підтримки внутрішньочеревного тиску [7, 11]. З іншого боку, нормалізація тону-су м'язів необхідна для запобігання рецидивів грижоутворення [10, 12].

Висновки:

1. Проведений кількісний морфо-функціональний аналіз дозволив визначити напруження процесів адаптації периферійного нервового апарату у м'язах черевної стінки при співставленні країв експериментального дефекту. Це можна розцінювати як суттєвий фактор, що обумовлює збільшення термінів перебігу рубцювання, а також викликає стабільні дегенеративні зміни у нервово-м'язових структурах. Така післяопераційна дезадаптація супроводжується дистрофічними процесами у м'язових волокнах, що підтверджується електронейрографічними показниками. Пік цих явищ у компонентах передньої черевної стінки з найбільшим загостренням патологічних змін спостерігається у період до третього місяця після проведення оперативного втручання.

2. Застосування проленового протезу за умов уникнення механічної напруги м'язово-апоневротичних структур дозволяє значно оптимізувати перебіг відновно-приспосувальних процесів у віддалені терміни після алопла-

стики за рахунок відновлення морфо-функціональних особливостей нервово-м'язових закінчень.

3. Перспективи подальших розробок полягають у проведенні порівняльних досліджень морфо-функціональних особливостей нервово-м'язових закінчень передньої черевної стінки при проведенні різних експериментальних варіантів алопластики.

References:

1. Badalyan L.O., Skvortsov I.A. Klinicheskaya elektroneyromiografiya. M.: Meditsina. 1986. P. 368.
2. Kovrigina T.R., Filimonov V.I. Sosudistaya set i neyromyshechnyye sinapsy skeletnoy myshtsy v usloviyakh sochetannoy operatsionnoy denervatsii. Morfologiya. 2014; 146(6): 54-59.
3. Malkov I.I. Stan tkaninnikh komponentiv perednoy cherevnoy stinki shchuriv pislya provedennya plastiki znachnogo za rozmirami ventralnogo defektu. Morfologiya. 2008; 2(3): 55-66.
4. Vasyliuk S.M., Prudnikov O.V. The choice of hernioplasty method in elderly and senile patients with noncomplicated inguinal hernia. Klinichna khirurgiia, 2014; 1: 2-15.
5. Sabel'nikov N.E., Chuchkov V.M., Selyakin S.P. Kharakteristika neyro-myshechnykh soyedineniy v nekotorykh myshtsakh beloy krysy. Morfologiya. 2002; 121(2-3). P.135.
6. Bassel-Duby R., Williams A.H., Valdez G., Moresi V., Qi X., McAnally J., Elliott J.L., Sanes J.R., Olson E.N. MicroRNA-206 Delays ALS Progression and Promotes Regeneration of Neuromuscular Synapses in Mice. Science. 2009; 326: 1494-1495.
7. Beets G.L., Go P.M., van Mameren H. Foreign body reactions to monofilament and braided polypropylene mesh used as preperitoneal implants in pigs. Europ. J. Surg. 1996; 162(10): 823-825.
8. Bolton M.A. Measuring outcomes in plastic surgery: body image and quality of life in abdominoplasty patients. Plast. reconstr. surg. 2003; 112(2): 619-625.
9. Mirzadeh H., Katbab A.A., Khorasani M.T. Cell attachment to laser-induced Aam- and HEMA-grafted ethylenepropylene rubber as biomaterial: in vivo study. Biomaterials. 1995; 16(8): 641-648.
10. Clarke K.M., Lantz G.C., Salisbury S.K. Intestine submucosa and polypropylene mesh for abdominal wall repair in dogs. J. Surg. Res. 1996; 60(1): 107-114.
11. Kingle U. Functional and morphological evaluation of a low-weight, monofilament polypropylene mesh for hernia repair. J. Biomed. Mater. Res. 2002; 64(2): 129-136.
12. Mayagoitia J.C. Inguinal hernioplasty with the polypropylene hernia system. Hernia. 2004; 8(1): 64-66.

УДК 616.34-007.43-089.85

ПЛАСТИКА ВЕНТРАЛЬНОЙ ГРЫЖИ ПРОЛЕНОВЫМ ИМПЛАНТОМ: РЕАКЦИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНЫХ ОКОНЧАНИЙ ПЕРЕДНЕЙ БРЮШНОЙ СТЕНКИ

Васылык Т.П.¹, Васылюк С.М.², Попель С.Л.¹

¹Прикарпатский национальный университет имени Василия Стефанька, кафедра физической реабилитации, г. Ивано-Франковск, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5223-1239>, e-mail: tarasvasylyk1967@gmail.com

²Ивано-Франковский национальный медицинский университет, кафедра хирургии № 1, г. Ивано-Франковск, Украина, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6738-6951>, e-mail: surge@i.ua

Резюме. Цель. Количественно оценить перестройку нервно-мышечных окончаний в области пластики больших ventральных дефектов.

Материал. В основу работы положена оценка структурной перестройки нервно-мышечного компонента передней брюшной стенки после проведения алопластики значительного по размерам ventрального дефекта с использованием проленового импланта. Гистологическое исследование проводили у 20 крыс через 1, 2 и 3 месяца после имплантации. Морфометрически определяли относительные и абсолютные показатели нервно-мышечных соединений.

Результаты. В исследовании установлено, что механическое напряжение мышечно-апоневротического слоя брюшной стенки при натяжении и сопоставлении краев экспериментального дефекта является существенным фактором, который приводит к увеличению сроков рубцевания, а также вызывает постоянные дегенеративные процессы нервно-мышечно-апоневротических структур. Это сопровождается дистрофическими явлениями нервно-мышечно-апоневротического слоя передней брюшной стенки с наибольшей отчетливостью патологических изменений к концу 1-го месяца после проведения алопластики. Применение проленового импланта для пластики без механического напряжения нервно-мышечных структур позволяет значительно оптимизировать течение восстановительно-приспособительных процессов в течение 3 месяцев после операционного периода, что подтверждается соответствующими электромиографическими показателями.

Выводы. Проведенный количественный морфо-функциональный анализ позволил определить напряжение процессов адаптации периферического нервного аппарата в мышцах брюшной стенки при сопоставлении краев грыжевого дефекта. Это можно расценить как существенный фактор, который обусловил повышение сроков протекания рубцевания и вызывал стабильные дегенеративные изменения в нервно-мышечных структурах. Эта послеоперационная дезадаптация сопровождалась дистрофическими изменениями мышечных волокон, что подтверждалось электронейромиографическими показателями. Пик этих процессов в компонентах передней брюшной стенки с максимальным обострением патологических изменений отмечали в период с третьего месяца после проведения оперативного вмешательства. Использование проленового протеза в условиях минимизации механического напряжения мышечно-апоневротических структур позволяет значительно оптимизировать протекание восстановительно-приспособительных процессов в отдаленные сроки после алопластики за счет восстановления морфо-функциональных особенностей нервно-мышечных окончаний.

Ключевые слова: экспериментальная ventральная грыжа, алопластика, нервно-мышечное соединение, электромиография, регенерация.

UDC 616.34-007.43-089.85

PLASTICS OF THE VENTRAL HERNIUM WITH THE IMPLANT: THE REACTION OF THE NEUROMUSCULAR ENDINGS OF THE FRONT ABDOMEN WALL

T.P. Vasyliuk¹, S.M. Vasylyk², S.L. Popel¹

¹Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk, Department of Physical Rehabilitation, Ivano-Frankivsk, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5223-1239>, e-mail: tarasvasylyk1967@gmail.com

²Ivano-Frankivsk National Medical University, Surgery Department № 1, Ivano-Frankivsk, Ukraine,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6738-6951>,
e-mail: surge@i.ua

Abstract. Aim: to evaluate the restructuring of the neuromuscular endings in the area of plasty of large ventral defects.

Materials. The work is based on the evaluation of the structural rearrangement of the neuromuscular component of the anterior abdominal wall after the aloplasty of a significant ventral defect with the use of a prolene implant. Histological examination was performed in 20 rats at 1, 2 and 3 months after implantation. The relative and absolute indices of neuromuscular junction were determined morphometrically.

Results. The study found that the mechanical stress of the muscle-aponeurotic layer of the abdominal wall when stretching and comparing the edges of the experimental defect is an important factor that leads to an increase in the scarring time and also causes permanent degenerative processes of the neuromuscular-aponeurotic structures. This is accompanied by dystrophic phenomena of the neuro-muscle-aponeurotic layer of the anterior abdominal wall with the greatest clarity of pathological changes towards the end of the first month after aloplasty. The use of a prolene implant for plasty without mechanical stress of the neuromuscular structures allows to significantly optimize

the course of restorative-adaptive processes within 3 months of the postoperative period, which is confirmed by the corresponding electromyographic parameters.

Conclusions. The quantitative morphofunctional analysis made it possible to determine the stress of adaptation processes of the peripheral nervous apparatus in the muscles of the abdominal wall when the edges of the hernia defect were compared. This can be regarded as an important factor that led to an increase in the duration of scarring and caused stable degenerative changes in the neuromuscular structures. This postoperative disadaptation was accompanied by dystrophic changes in muscle fibers, which was confirmed by electroneurographic indicators. The peak of these processes in the components of the anterior abdominal wall with the maximum exacerbation of pathological changes has been noted in the period from the third month after the operative intervention. The use of a prolene prosthesis in conditions of minimizing the mechanical stress of the muscular-aponeurotic structures makes it possible to optimize significantly the course of restorative-adaptive processes at remote times after aloplasty due to the restoration of the morpho-functional features of the neuromuscular endings.

Keywords: experimental ventral hernia, aloplasty, neuromuscular junction, electromyography, regeneration.

Стаття надійшла в редакцію 18.09. 2018 р.