

©В. В. ГРУБНИК

prof.vgrubnik@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4389-908X>

©Д. В. КОРЧЕВИЙ

korchevoy.d@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3902-0776>

©В. В. ГРУБНИК

vgrubnyk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0752-5865>

©Р. С. ПАРФЕНТЬЄВ

rommul23@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4058-7534>

Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

## Дослідження натягу швів при лапароскопічній круропластиці у пацієнтів із великими грижами діафрагми

**Мета роботи:** дослідити натяг шва під час лапароскопічної круропластики та вплив розрізів діафрагми, що зменшують натяг, на результати хірургічного втручання.

**Матеріали і методи.** Обстежено 32-х пацієнтів (23 жінки, 9 чоловіків віком 49–74 роки, середній вік яких –  $(62,8 \pm 4,6)$  року) з великими та гігантськими грижами стравохідного отвору діафрагми (III–IV типи). Передопераційна оцінка включала комп'ютерну томографію (КТ), контрастну рентгенографію, ендоскопію та рН-моніторинг. Під час лапароскопічної круропластики вимірювали натяг шва за допомогою динамометра. У випадках із натягом  $>5$  Н виконували розрізи діафрагмальної кістки та купола для зменшення натягу з подальшим закриттям дефекту самофіксуючою сіткою *ProGrip*.

**Результати.** Пацієнти з натягом шва  $>5$  Н мали вищий ризик рецидиву та ушкодження діафрагмальної тканини. Розрізи для зменшення натягу знизили натяг шва на 55–70 %, що дозволило закрити шви без натягу. Рецидив був у 5,2 % випадків протягом 6–36 місяців спостереження. Ускладнення включали незначну кровотечу та плевральний випіт, що зникли без довгострокових наслідків.

**Висновки.** Розрізи для зменшення натягу під час лапароскопічної круропластики ефективно знижують натяг швів, мінімізуючи ризик рецидиву та покращуючи результати лікування великих і гігантських гриж діафрагми. Цей підхід зменшує залежність від синтетичних імплантатів та ускладнень, пов'язаних із цим, створюючи безпечний та надійний хірургічний варіант.

**Ключові слова:** велика грижа стравохідного отвору діафрагми; безнатяжна, лапароскопічна крурорафія; сітчастий імплантат.

**Постановка проблеми й аналіз досліджень та публікацій.** Лапароскопічні операції при грижах стравохідного отвору діафрагми на сьогодні є золотим стандартом [1, 2]. У випадках невеликих хітальних гриж вдається досить легко зшити ніжки діафрагми та закрити грижовий дефект. Однак при наявності великих хітальних гриж, коли відстань між ніжками діафрагми перевищує 5 см, виникає значний натяг швів, що призводить до прорізання цих швів і рецидиву гриж [3–5].

Результати кількох рандомізованих досліджень показали, що використання синтетичних сітчастих імплантатів для зміцнення швів при крурорафії дозволяє знизити частоту рецидивів [3, 6, 7]. Разом з тим з'являється все більше повідомлень про серйозні ускладнення при використанні сітчастих нерозсмоктувальних імплантатів, які можуть викликати ерозію, дисфагію, стриктуру стравоходу, ерозію стінки стравоходу з проник-

ненням її у середину стравоходу або шлунка [8, 9]. Тому наразі більшість хірургів США та Західної Європи використовує для зміцнення швів при крурорафії біологічно розсмоктувальні сітки [10–12]. Однак у віддалені терміни при використанні біологічних сіток спостерігають такі ж показники рецидивів, як і у пацієнтів, у яких не використовували біологічні сітки [8, 10, 13].

Вважають, щоби уникнути розвитку рецидивів, необхідно застосовувати техніку «Tension-Free», тобто зшивати ніжки діафрагми без натягу [3, 14]. Силу натягу швів при виконанні лапароскопічної крурорафії визначають здебільшого суб'єктивно [3, 4]. В літературі є усього кілька робіт, присвячених вивченню сили натягу швів при крурорафії [15–17].

У роботі американських хірургів під керівництвом доктора Bradley (2015 р.) описано вимірювання сили натягу швів під час операції за допомо-

гою спеціального динамометра. Автори виявили певну кореляцію між силою натягу швів і шириною хіатального дефекту [15].

Детальніше вплив сили натягу швів на можливість рецидиву грижі дослідили британські хірурги під керівництвом доктора Navaratne у 2019 р. Вони показали, що при силі натягу швів при крурорафії більше 4 Н значно підвищується ризик прорізання швів і розвитку рецидиву грижі [6].

На кафедрі хірургії Одеського національного медичного університету також виконали роботу з вивчення сили натягу швів при виконанні крурорафії (2021 р.) [17], але кількість спостережень була незначною. Ми показали, що при силі натягу швів >5 Н значно зростає частота рецидивів. При силі натягу <4 Н ніжки діафрагми можливо надійно зшити без ризику прорізання їх м'язових структур.

**Мета роботи:** дослідити натяг шва під час лапароскопічної круропластики та вплив розрізів діафрагми, що зменшують натяг, на результати хірургічного втручання.

**Матеріали і методи.** Дослідження виконали на базі клінічних підрозділів кафедри хірургії Одеського національного медичного університету. Вивчення сили натягу швів проводили під час оперативного лікування 32-х пацієнтів із великими хіатальними та параезофагеальними грижами III–IV типів. Серед пацієнтів було 23 жінки та 9 чоловіків віком від 49 до 74 років (середній вік –  $62,8 \pm 4,6$  року). Всі пацієнти страждали від симптомів гастроезофагеальної рефлюксної хвороби (ГЕРХ), а 15 (46,9 %) із них мали виражену дисфагію.

У 30 (93,8 %) хворих спостерігали інтенсивний біль в епігастральній ділянці та за грудиною, через що вони спершу звернулися до кардіологів. Однак кардіологічних проблем виявлено не було.

На доопераційному етапі усі пацієнти пройшли комплексне клініко-лабораторне обстеження, яке включало:

- комп'ютерну томографію (КТ) грудної клітки та черевної порожнини;
- рентгенографію шлунка з контрастуванням;
- езофагогастродуоденоскопію;
- біохімічні аналізи крові.

У 18 (56,3 %) осіб, які страждали від вираженої печії, провели добову рН-метрію для визначення індексу DeMeester [18].

Для лапароскопічної операції використовували 4 троакари: один 10-міліметровий для лапароскопа і три 5-міліметрових для інструментів. Під час операції виконували дисекцію та виділення

ніжок діафрагми з частковим висіченням грижового мішка та ліпоми. Абдомінальний сегмент стравоходу подовжувався на 3–5 см. Після виділення хіатального отвору проводили заміри максимальної висоти (H) та ширини (W) дефекту. Площу хіатального дефекту обчислювали за формулою F. A. Granderath та співавт. [19].

Згідно із класифікацією, яку ми запропонували [17], у 19 (59,4 %) пацієнтів були виявлені великі грижі стравохідного отвору діафрагми з площею хіатального дефекту від 15 до 20 см<sup>2</sup>. У 13 (40,6 %) хворих визначали гігантські грижі з площею дефекту понад 20 см<sup>2</sup>.

Після дисекції ніжок діафрагми та повної мобілізації фундального відділу шлунка ми намагалися зшити ніжки діафрагми, при цьому визначали силу натягу швів за допомогою модифікованої методики, запропонованої Navaratne у 2019 р. [16].

На початковому етапі ми визначали точку з максимальною силою натягу, яка розташовувалася в зоні найбільшої відстані між ніжками діафрагми [17]. Методика вимірювання сили натягу шва полягала в наступному: кінець нитки Ethibond 0 фіксували до пластикового гудзика діаметром 1 см із двома або чотирма отворами, після чого послідовно прошивали праву і ліву ніжки діафрагми та проводили нитку через отвір у гудзику. Потім кінець нитки виводили через верхній 5-міліметровий троакар.

Після цього формували петлю, встановлювали її на гачок динамометра і вимірювали показник сили. Після того, як електронний динамометр встановили у режимі утримання піка і підготували для проведення вимірювань, його обережно піднімали по осі троакара, зберігаючи вирівнювання з троакаром і швом. Коли ліва та права ніжки діафрагми щільно стикалися одна з одною, динамометр переміщували до пацієнта, що призводило до автоматичної реєстрації пікової напруги.

При затягуванні нитки визначали силу натягу до щільного зближення ніжок діафрагми. Силу натягу нитки вимірювали тричі, після чого обчислювали середнє значення сили при щільному стисканні між собою ніжок діафрагми. Для вимірювання використовували електронний динамометр моделі Walscom Fm-204-50к (Китай), із точністю  $\pm 0,1$  Н. Тиск пневмоперитонеуму під час вимірювань становив 8–10 мм рт. ст.

Дослідження виконано з дотриманням сучасних біоетичних вимог, усі хворі, які взяли участь у дослідженні, підписували добровільну згоду [20].

Статистичну обробку проведено методами частотного аналізу із застосуванням програмного забезпечення Statistica 14.1.25 (TIBCO, США).

**Результати.** Індекс маси тіла варіював від 23,6 до 32 кг/м<sup>2</sup> і склав у середньому (28,4±2,2) кг/м<sup>2</sup>. У 19 (59,4 %) пацієнтів середня площа хіатального дефекту становила (18,4±0,8) см<sup>2</sup> (від 15 до 30 см<sup>2</sup>), а у 13 (40,6 %) пацієнтів із гігантськими грижами – (32,6±1,3) см<sup>2</sup> (від 22 до 50 см<sup>2</sup>). Найбільша відстань між ніжками діафрагми, які визначали після дисекції, у 9 пацієнтів становила в середньому 5 см, у 16 хворих – у середньому 12 см, а в 13 пацієнтів – у середньому 18 см.

При шиванні ніжок діафрагми ми використували плетені синтетичні нитки з поліестеру («Етібонд-0»). На ніжки діафрагми накладали 3–4 шви позаду стравоходу та 2–3 шви зверху. Якщо при затягуванні ниток спостерігали прорізання м'язових волокон, для зміцнення швів застосовували синтетичні прокладки («Pladget») з вікрилу розміром 1x1,5 см або 1,5x2,5 см.

Вимірювання сили натягу швів проводили як при накладанні швів позаду, так і зверху стравоходу. Вимірювали тричі, й фіксували середнє арифметичне значення для кожного шва. Стягнути ніжки діафрагми до зіткнення вдалося лише у 17 із 32 пацієнтів, у яких середня ширина хіатального дефекту становила 5–8 см.

При цьому сила натягу ниток першого шва, накладеного у місці кріплення ніжок діафрагми до хребта, була 3,8–4,9 Н. Сила натягу шва, накладеного позаду стравоходу в найширшому місці хіатального дефекту, становила від 4,6 до 8,8 Н. Нарешті, сила натягу шва, накладеного вище стравоходу, варіювала від 5,7 до 8,2 Н.

При статистичній обробці даних виявили позитивну кореляцію між силою натягу ниток і максимальною шириною хіатального дефекту. Коефіцієнт кореляції Пірсона для ширини дефекту становив 0,82 ( $p < 0,001$ ), а для площі дефекту – 0,78 ( $p < 0,01$ ). Водночас, достовірної кореляції між індексом маси тіла та площею хіатального дефекту, а також силою натягу ниток, не виявлено.

У 8-ми пацієнтів зблизити ніжки діафрагми вдалося лише при силі натягу ниток від 9 до 15 Н, що супроводжувалося розшаруванням м'язових волокон і прорізанням ніжок діафрагми. Зав'язати нитки та сформувати шов, що утримував би ніжки діафрагми разом, у цих пацієнтів не вдалося. В решти 7-ми пацієнтів зблизити ніжки діафрагми не вдалося навіть при натягу ниток понад 15 Н, що пояснювалося дуже великим хіатальним дефектом.

Для запобігання подібним ситуаціям і забезпечення надійного закриття хіатального дефекту без значного натягу ниток (техніка «Tension-Free»), з 2018 р. ми почали використовувати послаблю-

вальні розрізи ніжок діафрагми, а також розсічення діафрагми вище від верхнього полюса селезінки. Праву ніжку діафрагми розсікали за допомогою коагуляційного гачка, відступивши 5–10 мм від нижньої порожнистої вени, довжина розрізу становила від 4 до 7 см.

Після розсічення правої ніжки діафрагми натяг швів при крурорафії значно знижувався.

Наприклад, у 12 пацієнтів, у яких натяг ніжок діафрагми становив 5–8 Н, послаблювальний розріз дозволив знизити силу натягу швів до 3,2–4 Н. Сила натягу швів, накладених вище від стравоходу, знижувалася до 3–3,9 Н. У результаті середня сила натягу швів зменшилася з (7,6±1,3) Н до (3,4±1,1) Н ( $p < 0,01$ ), що склало зниження на 55,3 %.

Послаблювальний розріз правої ніжки діафрагми дозволив надійно захити хіатальний дефект у 12 пацієнтів при мінімальному натягу швів (3,2–3,6 Н). Утворений дефект закривали самофіксувальною сіткою *ProGrip* фірми «Covidien», яку вирізали залежно від розмірів дефекту (3,5x5,5 см або 4x7 см). Сітку фіксували у 2–3 точках за допомогою розсмоктувальних такерів або швів. Після 1–2 хв після компресії сітка надійно фіксувалася, запобігаючи утворенню нової грижі. Зміщення сітки не спостерігали в жодному випадку.

З 8-ми пацієнтів, у яких зближення ніжок діафрагми відбувалося при натягу ниток від 9 до 15 Н, послаблювальний розріз правої ніжки діафрагми дозволив виконати крурорафію у 4-х пацієнтів. Середнє натягання ниток при задній крурорафії склало (3,7±0,6) Н, а при передній крурорафії – (3,8±0,5) Н. У 4-х осіб натяг ниток при зближенні ніжок діафрагми перевищував 5 Н, середнє значення становило (5,9±0,7) Н. У цих пацієнтів виконали послаблювальні розрізи як правої, так і лівої ніжок діафрагми довжиною 4–5 см. При цьому потрібно було бути особливо обережними, аби не ушкодити діафрагмальні вени.

Виконання послаблювальноо розрізу лівої ніжки діафрагми дозволило зменшити натяг ниток до (3,6±0,8) Н. Найбільшою складністю було закриття хіатального дефекту в 7-ми пацієнтів із гігантськими грижами. Середня площа хіатального дефекту в них становила (36,8±8,4) см<sup>2</sup> (від 29 до 50 см<sup>2</sup>). Зблизити ніжки діафрагми за допомогою швів у цих пацієнтів не вдалося навіть при натягу, що перевищував 15 Н. Для них ми спочатку виконували послаблювальний розріз правої ніжки діафрагми, а потім – розріз купола діафрагми зліва, вище від верхнього полюса селезінки, відступивши 1,5–2 см від місця кріплення діафрагми до ребер. Довжина цього радіального розрізу становила 4–7 см.

Цей розріз часто призводив до розвитку пневмотораксу зліва. Після закриття дефекту із застосуванням сітки *ProGrip* розміром 4–8 см, нам вдавалося відновити ліву легеню без серйозних ускладнень. Дренування лівої плевральної порожнини було потрібне лише 2-м пацієнтам.

Після виконання послаблювальних розрізів справа і зліва, натяг ниток при виконанні задньої крурорафії знизився до  $(3,9 \pm 0,6)$  Н, а при передній крурорафії – до  $(3,6 \pm 0,5)$  Н. Таким чином, послаблювальні розрізи дозволили зменшити натяг ниток на 70 % ( $p < 0,01$ ).

Серйозних ускладнень під час виконання лапароскопічних операцій не було. В однієї пацієнтки виникла кровотеча через травму селезінки, яку зупинили за допомогою біполярної коагуляції та гемостатичної сітки *Surgicel*. В одного чоловіка у ранньому післяопераційному періоді розвинулося тромбоутворення в нижніх гілках легеневої артерії. Після призначення антикоагулянтів і проведення відповідної терапії пацієнт одужав.

В однієї пацієнтки спостерігали уповільнене відновлення самостійного дихання, через що вона перебувала на штучній вентиляції легень понад 12 год. Однак після санації трахеобронхіального дерева її дихання відновилося.

3-поміж 32-х пацієнтів 30-м виконали фундоплікацію за Ніссеном. Манжета формувалася на зонді 36 Fr за допомогою трьох швів. У 2-х осіб, через відсутність симптомів рефлюксу до операції, фундоплікацію не проводили.

При спостереженні за пацієнтами протягом 6–36 місяців рецидив грижі виявили лише у 2-х, що склало 5,2 %. Симптоми печії турбували 7-х осіб, які продовжували приймати інгібітори протонної помпи.

Помірну дисфагію відзначили у 3-х пацієнтів, яким провели ендоскопічну дилатацію гастроезофагеального відділу. Після цього симптоми дисфагії значно зменшилися, а якість життя в усіх прооперованих покращилася.

**Обговорення.** Хірургічне лікування пацієнтів із великими та гігантськими грижами залишається серйозною проблемою. Лапароскопічні операції супроводжуються високим числом рецидивів – від 20 до 50 % у віддалені терміни спостереження [10–12]. Використання синтетичних імплантатів для закриття великого грижового дефекту призводить до вrostання сітки у стравохід, що веде до дисфагії, непрохідності стравоходу і необхідності виконання складних реконструктивних оперативних втручань [8, 9]. Широке використання синтетичних імплантатів при зшиванні хітальних дефектів призвело до ускладнень, включно з

летальними наслідками [6, 8, 9]. У результаті більшість хірургів відмовилася від нерозсмоктувальних синтетичних імплантатів і перейшли на використання біологічних сіток. Однак це не вирішило проблему, оскільки частота рецидивів залишається високою.

Відомо, що основна причина рецидивів грижі – це надмірне натягнення швів. Методика *Tension-Free* значно покращила результати при лікуванні пахових і вентральних грижі [14]. Однак вивчення сили натягу швів при крурорафії залишається недостатньо висвітленим у літературі. Є повідомлення про кореляцію між силою натягу швів і відстанню між ніжками діафрагми [15], але питання щодо того, які саме значення сили натягу є критичними для ризику рецидиву, досі є нерозв'язаним [16, 17].

За даними британських хірургів, при силі натягу понад 4 Н ризик рецидиву грижі значно зростає, тоді як за нашими даними цей поріг становить 5 Н [17]. Щоби надійно зшивати ніжки діафрагми запропонували виконувати послаблювальні розрізи у зоні ніжок діафрагми.

Bradley та співавт. (2015) довели, що послаблювальні розрізи дозволили знизити силу натягу швів із 35,8 до 56,1% [15]. Ми удосконалили методу розрізів і вимірювання сили натягу швів, використовуючи спеціальний динамометр для точних вимірювань у ньютонках, аналогічно британським дослідникам.

На відміну від Bradley та співавт. (2015), які вимірювали непрямі показники натягу швів, ми ж, як і британські дослідники, вимірювали натяг на прямку [16]. З'ясувалося, що при наявності великих хітальних грижі сила натягу швів при крурорафії може досягати 5–8 Н, а при гігантських грижах сила натягу може перевищувати 15 Н. При такому натягу спостерігають розшарування м'язових волокон і прорізання тканин ніжок діафрагми.

Ми вперше показали, що при розсіченні правої ніжки діафрагми можна знизити силу натягу швів при крурорафії на 55 %. Це дозволяє зшивати ніжки діафрагми при допустимій силі натягу швів 3,6–3,8 Н. У пацієнтів із гігантськими грижами, коли неможливо зблизити ніжки діафрагми до зіткнення, необхідно, окрім послаблювальних розрізів справа, виконувати розсічення купола діафрагми зліва у точці кріплення діафрагми до VII ребра. Послаблювальні розсічення правої ніжки діафрагми з розсіченням купола діафрагми зліва знижують силу натягу ниток при виконанні крурорафії на 70 %. Під час статистичної обробки показників сили натягу ниток при зшиванні ніжок діафрагми до та після послаблювальних розрізів



виявили, що зниження натягу було статистично достовірним і становило 55–70 % ( $p < 0,01$ ).

Наші дані дещо відрізняються від результатів американських хірургів, які зафіксували зниження сили натягу на 56,1 % [15]. Ці відмінності можуть пояснюватися тим, що в роботах західних фахівців у вибірці переважали хворі з невеликими грижами, при середній ширині хіатального дефекту всього 2,89 см, тоді як ми досліджували силу натягу ниток у пацієнтів із гігантськими хіатальними грижами, де середня відстань між ніжками діафрагми перевищувала 8 см.

Суттєвою відмінністю нашої методики лапароскопічних операцій від методики, яку використовували американські автори (McKau та співавт., 2023) [13], є те, що вони закривають дефект після розсічення ніжок і купола діафрагми шляхом вшивання імплантату PTFE безперервним швом. Автори описали серйозне ускладнення – защемлення петлі тонкої кишки у зоні недостатньої фіксації сітки, що призвело до утворення грижового дефекту. Ми для закриття дефектів діафрагми використовуємо самофіксувальні сітки *ProGrip*, що дозволяє значно спростити техніку операції та скоротити час її проведення, що особливо важливо з огляду на вік пацієнтів із великими хіатальними грижами. В жодному випадку ми не спостерігали ускладнень при використанні самофіксувальних сіток *ProGrip*, які не мають контакту з тканинами стравоходу та шлунка.

Використання послаблювальних розрізів дозволяє суттєво знизити силу натягу швів при виконанні крурорафії, що запобігає розвитку рецидиву грижі. У нашому дослідженні рецидив грижі спостерігали лише у 2-х пацієнтів (5,2 %).

Відомо, що при простому зшиванні ніжок діафрагми у хворих з великими хіатальними грижами, частота рецидивів становить 25–30 % [3–5]. Удосконалена методика з розсіченням ніжок і купола діафрагми дозволяє в 5–6 разів знизити час-

тоту рецидиву гриж, що суттєво впливає на ефективність операції.

Таким чином, ретельне вивчення сили натягу швів при виконанні лапароскопічної крурорафії дозволило обґрунтувати нову методику лапароскопічних втручань із використанням послаблювальних розрізів діафрагми.

**Висновки.** 1. Сила натягу швів відіграє важливу роль у розвитку рецидивів після лапароскопічної крурорафії. У хворих із великими хіатальними грижами сила натягу швів часто більше 5 Н, що збільшує ризик рецидиву грижі.

2. Послаблювальні розрізи ніжок діафрагми та купола діафрагми зліва дозволяють на 50–70 % достовірно знизити силу натягу швів, що дає можливість виконувати лапароскопічну крурорафію без значного натягу.

3. Використання самофіксувальних сіток *ProGrip* значно спрощує методику та скорочує час закриття дефектів, що утворилися після послаблювальних розрізів діафрагми, що є важливим під час проведення лапароскопічних операцій у пацієнтів похилого віку.

4. Удосконалена методика хірургічного лікування пацієнтів з хіатальними грижами із застосуванням послаблювальних розрізів діафрагми принципово змінює тактику лапароскопічних операцій та дозволяє уникнути серйозних ускладнень, які можуть виникнути при застосуванні синтетичних сітчастих імплантатів, що не розсмоктуються.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

**Джерела фінансування.** Власні кошти авторів.

**Внесок авторів.** Грубнік В. В. – ідея та дизайн дослідження. Д. В. Корчевий – концепція, висновки. Парфентьев Р. С. – збір клінічного матеріалу. Грубнік В. В. – написання тексту, обробка матеріалу, підготовка до друку.

#### СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Current Trends in the Management of Hiatal Hernia: A Literature Review of 10 Years of Data / V. K. Singhal et al. *Cureus*. 2024. Vol. 20. No. 16 (10). P. e71921. DOI: 10.7759/cureus.71921. PMID: 39564064; PMCID: PMC11575107.
2. Latorre-Rodríguez A. R., Rajan A., Mittal S. K. Perioperative morbidity after primary hiatal hernia repair increases as hernia size increases. *Dis Esophagus*. 2025. Vol. 7. No. 38 (1). P. doae117. DOI: 10.1093/dote/doae117. PMID: 39722527.
3. Tarasov T., Markulan L. Paraesophageal hernia: the state of the problem and controversial issues. *Review*. 2022. Vol. 30. No. 2. P. 83–96. Available from: <http://generalsurgery.com.ua/article/view/270980>.
4. Rajkomar K., Berney C. R. Large hiatus hernia: time for a paradigm shift? *BMC Surg*. 2022. Vol. 8. No. 22 (1). P. 264. DOI: 10.1186/s12893-022-01705-w. PMID: 35804332; PMCID: PMC9264491.
5. Omura N., Tsuboi K., Yano F. Minimally invasive surgery for large hiatal hernia. *Ann Gastroenterol Surg*. 2019. Vol. 17. No. 3 (5). P. 487–495. DOI: 10.1002/ags3.12278. PMID: 31549008; PMCID: PMC6749952.
6. 'Mesh hiatal hernioplasty' versus 'suture cruroplasty' in laparoscopic para-oesophageal hernia surgery; a systematic review and meta-analysis / R. Sathasivam et al. *Asian J Surg*. 2019. Vol. 42 (1). P. 53–60. DOI: 10.1016/j.asjsur.2018.05.001. Epub. 2018 Jun. 7. PMID: 29887394.

7. Systematic review on reporting of components and outcomes in randomized clinical trials of paraesophageal hernia mesh repair / A. C. Currie et al. *Br J Surg*. 2021. Vol. 5, No. 108 (3). P. 256–264. DOI: 10.1093/bjs/znaa107. PMID: 33793727.
8. Laparoscopic repair of giant hiatal hernia for elderly patients / L. Guan et al. *Ann Transl Med*. 2021. Vol. 9(8). P. 704. DOI: 10.21037/atm-21-1495. PMID: 33987402; PMCID: PMC8106099.
9. Surgical and clinical outcomes comparison of mesh usage in laparoscopic hiatal hernia repair / P. R. Armijo et al. *Surg Endosc*. 2021. Vol. 35 (6). P. 2724–2730. DOI: 10.1007/s00464-020-07703-4. Epub. 2020 Jun. 16. PMID: 32556757.
10. Five Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial of Laparoscopic Repair of Very Large Hiatus Hernia With Sutures Versus Absorbable Versus Nonabsorbable Mesh / D. I. Watson et al. *Ann Surg*. 2020. Vol. 272 (2). P. 241–247. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003734. PMID: 32675536.
11. Combination of Surgical Technique and Bioresorbable Mesh Reinforcement of the Crural Repair Leads to Low Early Hernia Recurrence Rates with Laparoscopic Paraesophageal Hernia Repair / W. F. Abdelmoaty et al. *J Gastrointest Surg*. 2020. Vol. 24 (7). P. 1477–1481. DOI: 10.1007/s11605-019-04358-y. Epub. 2019 Aug. 29. PMID: 31468330.
12. A Collective Review of Gore Bio-A Absorbable Synthetic Mesh in Cruroplasty Reinforcement / M. T. Olson et al. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2021. Vol. 31 (1). P. 61–70. DOI: 10.1089/lap.2020.0343. Epub. 2020 Sep. 2. PMID: 32882152.
13. Diaphragmatic relaxing incisions for complex hiatal reconstruction: longer-term follow-up confirms safety, efficacy and rare complications / S. C. McKay et al. *Surg Endosc*. 2023. Vol. 37 (11). P. 8636–8643. DOI: 10.1007/s00464-023-10293-6. Epub. 2023 Jul. 26. PMID: 37495846.
14. Vorstellung einer prospektiv randomisierten Multicenterstudie zum Vergleich der Hiatusplastik mit Nähten vs. Nähte mit Pledgets vs. resorbierbares Netz bei großen Hiatushernien / O. Koch u. a. *Zentralbl Chir*. 2021. Vol. 146 (2). P. 204–209. DOI: 10.1055/a-1369-9694. Epub. 2021 Feb. 10. PMID: 33567462.
15. Assessment and reduction of diaphragmatic tension during hiatal hernia repair / D. D. Bradley et al. *Surg Endosc*. 2015. Vol. 29 (4). P. 796–804. DOI: 10.1007/s00464-014-3744-y. Epub. 2014 Jul. 24. PMID: 25055892.
16. Navaratne L., Ashrafian H., Martínez-Isla A. Quantifying tension in tension-free hiatal hernia repair: a new intra-operative technique. *Surg Endosc*. 2019. Vol. 33 (9). P. 3040–3049. DOI: 10.1007/s00464-019-06843-6. Epub. 2019 May 28. PMID: 31140000.
17. Грубнік В. В., Грубнік В. В., Парфентьев Р. С. Вимірювання сили натягу швів при виконанні лапароскопічної крурорафії для визначення показань до використання сітчастих імплантатів. *Одеський медичний журнал*. 2021. № 6 (178). С. 32–37. Available from: [https://files.odmu.edu.ua/journal/OMJ\\_2021.06/m216\\_032.pdf](https://files.odmu.edu.ua/journal/OMJ_2021.06/m216_032.pdf).
18. Elective Laparoscopic Paraesophageal Hernia Repair Leads to an Increase in Life Expectancy Over Watchful Waiting in Asymptomatic Patients: An Updated Markov Analysis / S. R. DeMeester et al. *Ann Surg*. 2024. Vol. 1. No. 279 (2). P. 267–275. DOI: 10.1097/SLA.0000000000006119. Epub. 2023 Oct. 11. PMID: 37818675.
19. Weyhe D., Uslar V., Kühne J., Kluge A. Hiatushernie: Standards und Kontroversen in Diagnostik und Therapie. *Chirurg*. 2019. Vol. 90 (4). S. 331–348. DOI: 10.1007/s00104-019-0932-2. PMID: 30903226.
20. WMA Declaration of Helsinki. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki>.
21. Statistica software. Available from: <https://docs.tibco.com/products/tibco-statistica-14-0-0>.

## REFERENCES

1. Singhal VK, Md Suleman A, Senofer N, Singhal VV. Current Trends in the Management of Hiatal Hernia: A Literature Review of 10 Years of Data. *Cureus*. 2024 Oct 20; 16(10):e71921. DOI: 10.7759/cureus.71921. PMID: 39564064; PMCID: PMC11575107.
2. Latorre-Rodríguez AR, Rajan A, Mittal SK. Perioperative morbidity after primary hiatal hernia repair increases as hernia size increases. *Dis Esophagus*. 2025 Jan 7; 38(1):doae117. DOI: 10.1093/dote/doae117. PMID: 39722527.
3. Tarasov T, Markulan L. Paraesophageal hernia: the state of the problem and controversial issues. *Review*. 3X [Internet]. 2022 Dec. 30; (2):83-96. Available from: <http://generalsurgery.com.ua/article/view/270980>.
4. Rajkomar K, Berney CR. Large hiatus hernia: time for a paradigm shift? *BMC Surg*. 2022 Jul 8; 22(1):264. DOI: 10.1186/s12893-022-01705-w. PMID: 35804332; PMCID: PMC9264491.
5. Omura N, Tsuboi K, Yano F. Minimally invasive surgery for large hiatal hernia. *Ann Gastroenterol Surg*. 2019 Jul 17; 3(5):487-95. DOI: 10.1002/ags3.12278. PMID: 31549008; PMCID: PMC6749952.
6. Sathasivam R, Bussa G, Viswanath Y, Obuobi RB, Gill T, Reddy A, Shanmugam V, Gilliam A, Thambi P. 'Mesh hiatal hernioplasty' versus 'suture cruroplasty' in laparoscopic paraesophageal hernia surgery: a systematic review and meta-analysis. *Asian J Surg*. 2019 Jan; 42(1):53-60. DOI: 10.1016/j.asjsur.2018.05.001. Epub. 2018 Jun. 7. PMID: 29887394.
7. Currie AC, Penney N, Kamocka A, Singh P, Abbassi-Ghadi N, Preston SR. Systematic review on reporting of components and outcomes in randomized clinical trials of paraesophageal hernia mesh repair. *Br J Surg*. 2021 Apr 5; 108(3):256-64. DOI: 10.1093/bjs/znaa107. PMID: 33793727.
8. Guan L, Nie Y, Yuan X, Chen J, Yang H. Laparoscopic repair of giant hiatal hernia for elderly patients. *Ann Transl Med*. 2021 Apr; 9(8):704. DOI: 10.21037/atm-21-1495. PMID: 33987402; PMCID: PMC8106099.
9. Armijo PR, Krause C, Xu T, Shostrom V, Oleynikov D. Surgical and clinical outcomes comparison of mesh usage in laparoscopic hiatal hernia repair. *Surg Endosc*. 2021 Jun; 35(6):2724-730. DOI: 10.1007/s00464-020-07703-4. Epub. 2020 Jun. 16. PMID: 32556757.
10. Watson DI, Thompson SK, Devitt PG, Aly A, Irvine T, Woods SD, Gan S, Game PA, Jamieson GG. Five Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial of Laparoscopic Repair of Very Large Hiatus Hernia With Sutures Versus Absorbable Versus Nonabsorbable Mesh. *Ann Surg*. 2020 Aug; 272(2):241-47. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003734. PMID: 32675536.
11. Abdelmoaty WF, Dunst CM, Filicori F, Zihni AM, Davila-Bradley D, Reavis KM, Swanstrom LL, DeMeester SR. Combination of Surgical Technique and Bioresorbable Mesh Reinforcement of the Crural Repair Leads to Low Early Hernia Recurrence Rates with Laparoscopic Paraesophageal Hernia Repair. *J Gastrointest Surg*. 2020 Jul; 24(7):1477-481. DOI: 10.1007/s11605-019-04358-y. Epub. 2019 Aug. 29. PMID: 31468330.

12. Olson MT, Mittal SK, Bremner RM. A Collective Review of Gore Bio-A Absorbable Synthetic Mesh in Cruroplasty Reinforcement. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2021 Jan; 31(1):61-70. DOI: 10.1089/lap.2020.0343. Epub. 2020 Sep. 2. PMID: 32882152.
13. McKay SC, DeMeester SR, Sharata A, DeSouza ML, Bradley DD, Reavis KM, Dunst CM. Diaphragmatic relaxing incisions for complex hiatal reconstruction: longer-term follow-up confirms safety, efficacy and rare complications. *Surg Endosc*. 2023 Nov; 37(11):8636-643. DOI: 10.1007/s00464-023-10293-6. Epub. 2023 Jul. 26. PMID: 37495846.
14. Koch O, von Rahden BHA, Wykypiel H, Schoppmann SF, Függer R, Rosanelli G, Emmanuel K, Weitzendorfer M. Vorstellung einer prospektiv randomisierten Multicenterstudie zum Vergleich der Hiatusplastik mit Nähten vs. Nähte mit Pledgets vs. resorbierbares Netz bei großen Hiatushernien [Planning and Design of a Prospective Randomised Multi-Centre Trial on the Repair of Large Hiatal Hernias with Sutures vs. Pledgeted Sutures vs. Absorbable Mesh]. *Zentralbl Chir*. 2021 Apr; 146(2):204-09. DOI: 10.1055/a-1369-9694. Epub. 2021 Feb. 10. PMID: 33567462. German.
15. Bradley DD, Louie BE, Farivar AS, Wilshire CL, Baik PU, Aye RW. Assessment and reduction of diaphragmatic tension during hiatal hernia repair. *Surg Endosc*. 2015 Apr; 29(4):796-804. DOI: 10.1007/s00464-014-3744-y. Epub. 2014 Jul. 24. PMID: 25055892.
16. Navaratne L, Ashrafian H, Martínez-Isla A. Quantifying tension in tension-free hiatal hernia repair: a new intra-operative technique. *Surg Endosc*. 2019 Sep; 33(9):3040-049. DOI: 10.1007/s00464-019-06843-6. Epub. 2019 May 28. PMID: 31140000.
17. Grubnik VV, Grubnik VV, Parfent'yev RS. Vymiryuvannya syly natyahu shviv pry vykonanni laparoskopichnoyi krurorafiyi dlya vyznachennya pokazan' do vykorystannya sitchastykh implantativ [Measurement of suture tension force during laparoscopic crurorhaphy to determine indications for the use of mesh implants]. *Odessa Medical Journal*. 2021; 6(178):32-7. Available from: [https://files.odmu.edu.ua/journal/OMJ\\_2021.06/m216\\_032.pdf](https://files.odmu.edu.ua/journal/OMJ_2021.06/m216_032.pdf). Ukrainian.
18. DeMeester SR, Bernard L, Schoppmann SF, Kloosterman R, Roth JS. Elective Laparoscopic Paraesophageal Hernia Repair Leads to an Increase in Life Expectancy Over Watchful Waiting in Asymptomatic Patients: An Updated Markov Analysis. *Ann Surg*. 2024 Feb 1; 279(2):267-75. DOI: 10.1097/SLA.0000000000006119. Epub. 2023 Oct. 11. PMID: 37818675.
19. Weyhe D, Uslar V, Kühne J, Kluge A. Hiatushernie: Standards und Kontroversen in Diagnostik und Therapie [Hiatus hernia: Standards and controversies in diagnostics and treatment]. *Chirurg*. 2019 Apr; 90(4):331-48. DOI: 10.1007/s00104-019-0932-2. PMID: 30903226. German.
20. WMA Declaration of Helsinki. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki>.
21. Statistica software. Available from: <https://docs.tibco.com/products/tibco-statistica-14-0-0>.

Отримано 05.02.2025

Електронна адреса для листування: vgrubnyk@gmail.com

V. V. GRUBNIK, D. V. KORCHEVYI, V. V. GRUBNYK, R. S. PARFENTIEV

Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

## STUDY OF SUTURE TENSION IN LAPAROSCOPIC CRUROPLASTY FOR PATIENTS WITH LARGE HIATAL HERNIAS

**The aim of the work:** to evaluate suture tension during laparoscopic cruroplasty and the impact of tension-reducing diaphragmatic incisions on surgical outcomes.

**Materials and Methods.** The study included 32 patients (23 women, 9 men; aged 49–74 years, mean age (62.8±4.6)) with large and giant hiatal hernias (types III-IV). Preoperative assessments included CT, contrast radiography, endoscopy, and pH monitoring. During laparoscopic cruroplasty, suture tension was measured using a dynamometer. For cases with tension >5 N, tension-reducing incisions of the diaphragmatic crura and dome were performed, followed by defect closure with self-fixating *ProGrip* mesh.

**Results.** Patients with suture tension >5 N exhibited higher recurrence risks and diaphragmatic tissue damage. Tension-reducing incisions decreased suture tension by 55–70 %, allowing tension-free closure. Recurrence occurred in 5.2 % of cases during a follow-up of 6–36 months. Complications included minor bleeding and pleural effusion, resolved without long-term effects.

**Conclusions.** Tension-reducing incisions during laparoscopic cruroplasty effectively decrease suture tension, minimizing recurrence risks and improving outcomes for large and giant hiatal hernias. This approach reduces reliance on synthetic implants and associated complications, providing a safer and more reliable surgical option.

**Key words:** large hiatal hernia; tension-free laparoscopic crurorhaphia; mesh implant.