

В. В. Грубнік, В. В. Грубнік, Р. С. Парфентьев

## ВИМІРЮВАННЯ СИЛИ НАТЯГУ ШВІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАПАРОСКОПІЧНОЇ КРУРОРАФІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗАНЬ ДО ВИКОРИСТАННЯ СІТЧАСТИХ ІМПЛАНТАТІВ

Одеський національний медичний університет МОЗ України, Одеса, Україна

УДК 616.26-007.439-616.381-072.1

DOI 10.54229/2226-2008-2021-6-6

В. В. Грубнік, В. В. Грубнік, Р. С. Парфентьев

### ВИМІРЮВАННЯ СИЛИ НАТЯГУ ШВІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАПАРОСКОПІЧНОЇ КРУРОРАФІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗАНЬ ДО ВИКОРИСТАННЯ СІТЧАСТИХ ІМПЛАНТАТІВ

Одеський національний медичний університет МОЗ України, Одеса, Україна

Метою дослідження було вивчення показань до використання сітчастих імплантатів у пацієнтів з великими грижами стравохідного отвору діафрагми залежно від сили натягу швів.

За допомогою цифрового динамометра Walcom Fm-204-50k вимірювали силу натягу ниток при виконанні лапароскопічної крурорафії у 115 пацієнтів. У першу групу були включені 30 пацієнтів, яким пластику виконували за допомогою сітчастого імплантата Parietex з колагеновим покриттям. До другої групи увійшли 39 пацієнтів, яким виконували просте зшивання ніжок діафрагми (крурорафію).

Відповідно до результатів вимірювання натягу швів при крурорафії, середня сила натягу шва, найближчого до стравоходу, становила 5,2 Н (від 4,0 до 8,2 Н). При виконанні передньої крурорафії сила натягу швів становила у середньому 3,5 Н (від 2,4 до 4,7 Н). За середній період спостереження — 48 міс. виявлено анатомічні рецидиви у 1 хворого першої групи та у 6 пацієнтів другої групи ( $p=0,004$ ). У групі з сітчастим імплантатом спостерігалось більш значне покращення показника GERD-HRQL ( $p<0,0001$ ) порівняно з групою без сітки.

Лапароскопічна пластика великих гриж стравохідного отвору діафрагми за допомогою сітчастого імплантата Parietex з колагеновим покриттям у хворих із силою натягу швів крурорафії  $> 4$  Н безпечна і може запобігти анатомічним рецидивам.

**Ключові слова:** грижа стравохідного отвору діафрагми, лапароскопічна крурорафія, вимірювання натягу швів крурорафії.

UDC 616.26-007.439-616.381-072.1

DOI 10.54229/2226-2008-2021-6-6

V. V. Grubnik, V. V. Grubnik, R. S. Parfentiev

### MEASUREMENT OF FORCE OF TENSION DURING LAPAROSCOPIC CRURORAPHY TO DEFINE INDICATION TO MESH IMPLANTS

Odesa National Medical University MH of Ukraine, Odesa, Ukraine

The aim of the study was to study the indications for the use of mesh implants in patients with large hiatal hernias, depending on the tension of the crura.

**Materials and methods.** Using a Walcom Fm-204-50k digital force gauge, we measured the force of crural tension during laparoscopic cruroraphy in 115 patients who met the inclusion criteria for participation in the study. All patients underwent intraoperative measurement of the tension force of the crura during the crura repair. All patients, whose tensile strength during measurement was  $> 4$  N ( $n=69$ ), were randomly divided into two groups. The first group included 30 patients who underwent hiatal hernia repair using a collagen-coated Parietex mesh implant. The second group included 39 patients who underwent simple suturing of the crura (cruroraphy).

**Results.** The main and control groups did not differ significantly in terms of age, gender, quality indicator and the area of hiatal surface ( $p>0.05$ ). According to the results of measuring the tension of the sutures during cruroraphy, the average tensile force of the suture closest to the esophagus was 5.2 (from 4.0 to 8.2 N). When performing anterior cruroraphy, the tensile force of the seams averaged 3.5 N (from 2.4 to 4.7 N). Over an average follow-up period of 48 months, anatomical relapses were revealed in 1 patient of group I and in 6 patients of group II ( $p=0.004$ ). Patient satisfaction was significantly higher in the mesh implant group ( $p=0.004$ ). The mesh group showed a greater improvement in GERD-HRQL ( $p<0.0001$ ) compared to the non-mesh group.

**Conclusion.** Laparoscopic repair of large hiatal hernias using a collagen-coated Parietex mesh implant in patients with a cruroraphy suture pull force  $> 4$  N is safe and can prevent anatomical recurrence.

**Key words:** hernia of the esophageal orifice of the diaphragm, laparoscopic cruroraphy, measuring the tension of the seams of the cruroraphy.



Лапароскопічна пластика гриж стравохідного отвору діафрагми (ГСОД) у хворих з гастроєзофагеальною рефлюксною хворобою сьогодні набула широкої популярності завдяки малотравматичності методу і добрим найближчим і віддаленим результатам [1, 2].

Як правило, у більшості хворих під час лапароскопічної пластики ГСОД виконується зшивання ніжок діафрагми — задня крурорафія. Водночас у хворих з великими дефектами отвору стравоходу діафрагми при простому зшиванні ніжок діафрагми виникає надмірний натяг, при якому шви можуть прорізати м'язову тканину ніжок діафрагми, що призводить до розвитку рецидивів ГСОД [3, 4].

Деякі хірурги використовують сітчасті імплантати для профілактики розвитку рецидивів у хворих з великими ГСОД [5, 6]. Тим же часом при використанні різних видів сітчастих імплантатів можуть спостерігатися серйозні ускладнення, такі як вrostання та міграція сіток у просвіт стравоходу, які потребують повторних оперативних втручань [7, 8]. Тому серед багатьох хірургів панує думка, що використання сітчастих імплантатів має бути вибіркоким і застосовується тільки в тих випадках, коли є великий натяг при зшиванні ніжок діафрагми [9; 10]. Наразі немає чітких показань, коли необхідно використовувати сітчасті імплантати для зміцнення швів крурорафії.

Під час операції хірургу складно об'єктивно оцінити силу натягу ніжок діафрагми лише за візуальними критеріями без спеціальних вимірювальних приладів.

Англійські хірурги Lalin Navaratne et al. розробили нову методику вимірювання сили натягу при затягуванні нитки, що зшиває ніжки діафрагми та показали певну кореляцію між силою натягу нитки та частотою рецидивів ГСОД [11]. Щоб

вивчити вплив сили натягу швів крурорафії ми провели проспективне рандомізоване дослідження для визначення необхідності використання сітчастих імплантатів.

**Мета дослідження** — вивчення показань до використання сітчастих імплантатів у пацієнтів з великими ГСОД залежно від сили натягу швів.

### **Матеріали та методи дослідження**

Результати наших попередніх досліджень показали, що сила натягу швів крурорафії має пряму кореляцію з віком хворих, величиною грижового дефекту та розщепленням м'язів при затягуванні вузлів під час крурорафії [12]. За даними зарубіжних авторів, цим показником є 4 N. Якщо сила натягу при затягуванні швів крурорафії перевищує 4 N, то ймовірність рецидиву ГСОД різко зростає. Виходячи з отриманих результатів, на нашу думку, у цієї групи хворих рекомендовано використання сітчастих імплантатів для профілактики рецидивів ГСОД у віддалені терміни після операції.

Щоб підтвердити цю гіпотезу, ми провели проспективне рандомізоване дослідження, у якому вивчали ефективність сітчастих імплантатів щодо результатів операції у хворих з великими параєзофагеальними та аксіальними ГСОД.

Критерії виключення з дослідження:

1. Наявність попередніх операцій на стравоході та шлунку.

2. Пацієнти з порушеннями перистальтики стравоходу.

3. Пацієнти з тяжкою супровідною патологією, що відповідають операційному ризику ASA IV класу.

4. Пацієнти з ГСОД, площа якої становила менше 10 см<sup>2</sup> і більше 25 см<sup>2</sup>, виміряна за формулою Granderath [13].

Загалом було відібрано 115 пацієнтів, які відповідали критеріям включення для участі у дослідженні віком від 28 до 68

років. Усім хворим було проведено інтраопераційне вимірювання сили натягу швів крурорафії під час пластики ГСОД. Хворі, у яких сила натягу при вимірюванні становила > 4 N (n=69), випадковим чином були поділені на дві групи. До першої групи були включені 30 пацієнтів, яким пластику ГСОД виконували за допомогою сітчастого імплантата Parietex з колагеновим покриттям. До другої групи увійшли 39 пацієнтів, яким виконували просте зшивання ніжок діафрагми (крурорафію). Показник 4 N був обраний у зв'язку з даними нашого попереднього дослідження, у якому було встановлено кореляцію між силою натягу > 4 N та частотою рецидивів ГСОД при простій крурорафії [12]. Рішення про використання сітчастого імплантата для зміцнення ніжок діафрагми приймалося випадковим чином у кожній групі у співвідношенні 1 : 1.

У всіх випадках виконувалася лапароскопічна задня та за необхідності передня крурорафія у поєднанні з фундоплекцією за Ніссеном. Оперативне втручання було виконано однією хірургічною бригадою за стандартизованою технікою операції. Під час операції у кожного пацієнта проводилося вимірювання площі ПІД за формулою Granderath [13]. Вимірювання сили натягу швів крурорафії та фіксацію результатів виконував асистент хірурга одним приладом із завіреними метрологічними характеристиками.

### **Методика вимірювання сили натягу швів крурорафії**

Лапароскопічна пластика ГСОД з фундоплекцією проводилася зі стандартного розміщення портів. Щоб визначити натяг, ми спочатку визначили місце, де буде накладено найближчий до стравоходу шов (місце найбільшої сили натягу). Методика вимірювання сили натягу нитки така: кінець



нитки Ethibond 0 фіксували до пластикового гудзика діаметром 1 см з двома або чотирма отворами, після чого послідовно прошивали праву і ліву ніжки діафрагми, після цього нитку знову проводили через отвір гудзика (рис. 1). Потім кінець нитки виводили через верхній 5 мм троакар (рис. 2).

Після цього формували петлю, надягали її на гачок динамометра і вимірювали показник сили (рис. 3).

Після того як електронний динамометр був установлений

у режимі утримання піка і підготовлений для проведення вимірювань, його обережно піднімали по осі троакара, зберігаючи вирівнювання з троакарком і швом. Коли ліва та права ніжки діафрагми щільно стикалися одна з одною, динамометр переміщували назад у бік пацієнта, що приводило до автоматичної реєстрації пікової напруги.

При зяттяванні нитки визначали силу натягу до щільного зближення ніжок діафрагми. Силу натягу нитки визна-

чали тричі, після чого обчислювали середнє значення сили при щільному стисканні між собою ніжок діафрагми. Для вимірювання був використаний електронний динамометр моделі Walcom Fm-204-50k (рис. 4), з роздільною здатністю інтервалом 0,1 N. Тиск пневмоперитонеуму під час вимірювань становив 8–10 мм рт. ст.

### Результати дослідження та їх обговорення

Середній вік хворих I групи становив  $(51,8 \pm 10,2)$  року та достовірно не відрізнявся від віку пацієнтів II групи —  $(53,2 \pm 12,5)$  року ( $p < 0,05$ ). У більшості хворих для зшивання ніжок діафрагми використовували 3 шви для задньої крурорафії та 1–2 шви для передньої крурорафії. Статистичні розрахунки представлених у табл. 1 даних показують, що дослідна та контрольна групи істотно не відрізнялися за показниками віку, статі, якості життя та площі стравохідного отвору діафрагми ( $p > 0,05$ ).

Під час втручання вимірювання натягу швів ніжок діафрагми займало в середньому від 10 до 15 хв, що не впливало на подальший хід операції та її результати. Відповідно до результатів вимірювання натягу швів при крурорафії, середня сила натягу шва, найближчого до стравоходу, становила 5,2 Н (від 4,0 до 8,2 Н). При виконанні передньої крурорафії сила натягу швів становила у середньому 3,5 Н (від 2,4 до 4,7 Н).

За середній період спостереження — 48 міс. виявлено анатомічні рецидиви у 1 хворого з I групи та у 6 пацієнтів із II групи ( $p = 0,004$ ). У хворих із застосуванням сітчастих імплантів відсоток рецидивів був достовірно нижчим (4,55 і 21,21%;  $p < 0,05$ ). Задоволеність пацієнтів була значно вищою у групі із застосуванням сітчастого імплантата ( $p = 0,004$ ). У групі з сітчастим імплантатом спостерігалось більш значне покра-

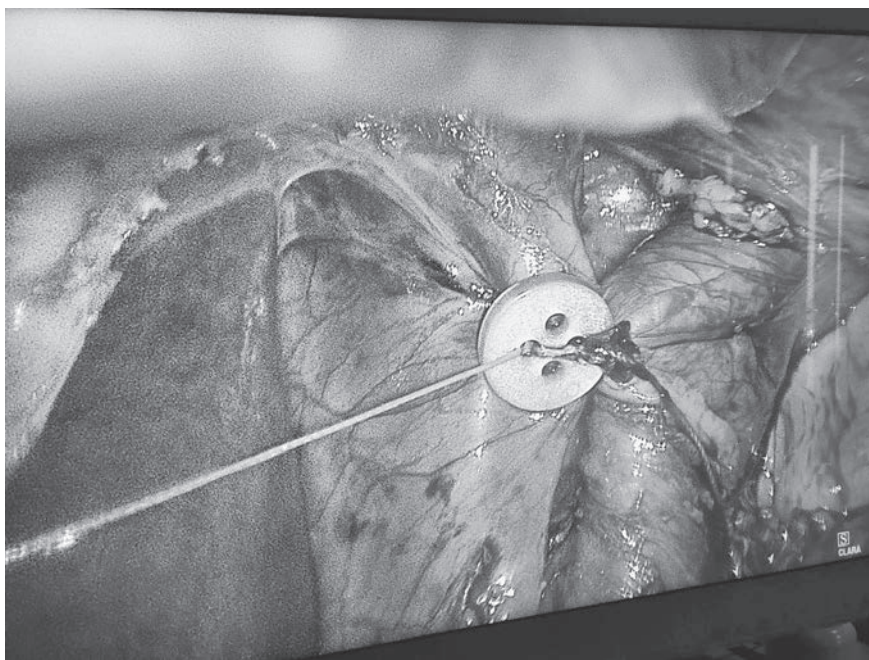


Рис. 1. Методика вимірювання сили натягу ніжок діафрагми



Рис. 2. Момент натягу нитки до зближення ніжок діафрагми



Рис. 3. Реєстрація пікової напруги



Рис. 4. Динамометр Walcom® Fm-204-50k

щення показника GERD-HRQL ( $p < 0,0001$ ) порівняно з групою без сітки (табл. 2).

Таким чином, у хворих основної групи, у яких для зміцнення швів крурорафії використовувався сітчастий імплантат Parietex, у віддалені терміни після операції виявлено достовірне зниження кількості рецидивів ГСОД.

Накопичений у нашій клініці досвід проведення ЛАО показує, що при малих ГСОД використання сітчастих імплантатів недоцільне, оскільки проста круропластика дає добрі віддалені результати з мінімальною частотою рецидивів [3, 5, 14]. При гігантських грижах вшити грижовий дефект без сітчастих імплантатів практично неможливо [15, 16]. При великих грижах (10–20 см<sup>2</sup>) використовувати сітчасті імплантати залишається на розсуд хірурга. Необхідність використання сітчастих імплантатів у цієї категорії хворих є найбільш суперечливою [18].

Фахівцям відомо, що чим більша сила натягу швів, тим більша ймовірність їхнього розходження. Виконання безнатяжної крурорафії, за даними численних авторів, зменшує ризик виникнення рецидивів надалі та є стандартом пластики ГСОД [3–7]. Здебільшого хірурги оцінюють напругу діафрагми за тактильними

Таблиця 1

**Демографічні та передопераційні клінічні характеристики пацієнтів**

Показник	I група	II група	p value
Кількість пацієнтів	30	39	
Стать (чол/жін)	13/17	17/22	0,824 <sup>d</sup>
Вік, років	51,8±10,2	53,2±12,5	0,63122*
Середній показник GERD – HRQL	16,4±7,2	14,1±5,6	0,20766*
ГСОД, см <sup>2</sup>	15,2±3,8	14,8±3,2	0,06078*
Індекс маси тіла, кг/м <sup>2</sup>	28	27,5	0,23562

Примітка. <sup>d</sup> — Fisher's exact test (1-Tail P-Value); Mean ± standard deviation, SD; \* — Mann-Whitney U test.

Таблиця 2

**Віддалені результати антирефлюксної операції у пацієнтів із силою натягу ніжок діафрагми > 4 N**

Показник	6 міс.			48 міс.		
	I група	II група	p	I група	II група	p
Кількість пацієнтів	30	39	—	22	33	—
ГСОД, рецидиви, n (%)	0 (0)	0 (0)		1 (4,55)	6 (18,18)	0,027
Якість життя, n (%)						
Відмінно/добре	26 (86,67)	35 (89,7)	0,122	16 (72,7)	18 (54,5)	0,004
Задовільно	3 (10)	2 (5,1)		4 (18,9)	8 (24,2)	
Незадовільно	1 (3,33)	2 (5,1)		2 (9,09)	7 (21,2)	
Післяопераційна дисфагія, n (%)						
Відсутня/легка	25 (83,33)	32 (82,05)	0,092	18 (81,9)	24 (72,7)	0,004
Помірна	4 (13,33)	5 (12,82)		3 (13,6)	6 (18,9)	
Тяжка	1 (3,33)	2 (5,13)		1 (4,55)	3 (9,09)	



та візуальними ознаками під час пластики стравохідного отвору діафрагми [1, 2]. Однак ці ознаки схильні до мінливості, мають обмежену відтворюваність і не є достатньо об'єктивними. Чимало хірургів оцінюють натяг за силою, необхідною для зближення правої та лівої ніжок діафрагми посередині [1, 6, 7, 9]. За даними клініко-експериментального дослідження D. Bradley et al., автори дійшли висновку, що співвідношення 1 : 1 між шириною стравохідного отвору діафрагми та натягом можна пояснити лише у 35 % випадків, а для оцінки натягу необхідно враховувати й інші змінні [19].

Причин такої низької кореляції є кілька. По-перше, окрім ширини стравохідного отвору діафрагми, не враховуються різні розміри та форми діафрагми, а також не беруть до уваги наявність фіброзу та рубцевих змін у тканинах стравохідно-шлункового переходу [11]. По-друге, методи, використані в цьому дослідженні для вимірювання ширини і натягу хоча і є більш кількісними, ніж тактильні та візуальні ознаки, все ж таки недостатньо точні, оскільки автори не враховують тиску, що надається через ретрактор печінки або пневмоперитонеум [7, 11].

Для більш чіткого обґрунтування доцільності застосування сітчастого імплантата з метою зміцнення швів крурорафії можна використовувати не тільки показники величини гризового дефекту, а також силу натягу нитки при затягуванні швів крурорафії. За даними англійських авторів, якщо сила натягу при затягуванні швів крурорафії перевищує 4 N, то ймовірність рецидиву ГСОД різко зростає. У таких пацієнтів доцільно використовувати сітчасті імплантати. Щоб перевірити це твердження, ми провели дослідження, у якому розділили хворих із силою натягу крурорафії більше 4 N на дві групи залежно від методу кру-

ропластики (шовна круропластика або пластика сітчастим імплантатом).

У цій роботі було виявлено, що застосування сітчастих імплантатів при пластиці великих ГСОД у хворих із силою натягу швів крурорафії > 4 N достовірно знижує ризик виникнення рецидивів у віддалені терміни після операції.

Методика вимірювання сили натягу швів крурорафії, ймовірно, буде найбільш корисною при пластиці великих дефектів стравохідного отвору діафрагми, оскільки ГСОД меншого розміру, як правило, легко піддаються накладенню швів крурорафії і дають добрі віддалені результати навіть без додаткового використання сітчастих імплантатів.

## Висновки

Лапароскопічна пластика великих гриж стравохідного отвору діафрагми за допомогою сітчастого імплантата Parietex з колагеновим покриттям у хворих із силою натягу швів крурорафії > 4 N безпечна і може запобігти анатомічним рецидивам.

Автори підтверджують відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** грижа стравохідного отвору діафрагми, лапароскопічна крурорафія.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Laparoscopic fundoplication for gastroesophageal reflux disease / Frazzoni M., Piccoli M., Conigliaro R. et al. *World J Gastroenterol.* Oct 21, 2014. Vol. 20 (39). P. 14272–14279. DOI: 10.3748/wjg.v20.i39.14272
2. Twenty years of experience with laparoscopic antireflux surgery / Engström C., Cai W., Irvine T. et al. *Br J Surg.* 2012. Vol. 99. P. 1415–1421. DOI: 10.1002/bjs.8870.
3. Randomized clinical trial comparing laparoscopic hiatal hernia repair using sutures versus sutures reinforced with non-absorbable mesh / Oor J. E., Roks D. J., Koetje J. H. et al. *Surg Endosc.* 2018. Vol. 32. P. 4579. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6211-3>
4. Grubnik V. V., Malynovskyy A. V. Laparoscopic repair of hiatal hernias: new classification supported by long-term results. *Surg Endosc.* 2013.

Vol. 27. P. 4337–4346. DOI: 10.1007/s00464-013-3069-2.

5. Laparoscopic Nissen fundoplication with prosthetic hiatal closure reduces postoperative intrathoracic wrap herniation: preliminary results of a prospective randomized functional and clinical study / Granderath F. A., Schweiger U. M., Kamolz T. et al. *Arch Surg.* 2005. Vol. 140. P. 40–48. DOI: 10.1001/archsurg.140.1.40

6. Hiatal hernia repair with mesh: a survey of SAGES members / Frantzides C. T., Carlson M. A., Loizides S. et al. *Surg Endosc.* 2010. Vol. 24. P. 1017–1024. <https://doi.org/10.1007/s00464-009-0718-6>

7. Complications of PTFE mesh at the diaphragmatic hiatus / Tatum R. P., Shalhub S., Oelschlager B. K., Pellegrini C. A. *J Gastrointest Surg.* 2008. Vol. 12. P. 953–957. DOI: 10.1007/s11605-007-0316-7

8. Laparoscopic Nissen fundoplication with prosthetic hiatal closure reduces postoperative intrathoracic wrap herniation: preliminary results of a prospective randomized functional and clinical study / Granderath F. A., Schweiger U. M., Kamolz T. et al. *Arch Surg.* 2005. Vol. 140. P. 40–48. DOI: 10.1001/archsurg.140.1.40

9. Randomized clinical trial comparing laparoscopic hiatal hernia repair using sutures versus sutures reinforced with non-absorbable mesh / Oor J. E., Roks D. J., Koetje J. H. et al. *Surg Endosc.* 2018. Vol. 32. P. 4579. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6211-3>

10. Laparoscopic repair of very large hiatus hernia with sutures versus absorbable mesh versus nonabsorbable mesh: a randomized controlled trial / Watson D. I., Thompson S. K., Devitt P. G. et al. *Ann Surg.* 2015. Vol. 261. P. 282–289. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000842.

11. 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. P. 3040–3049. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06843-6>

12. Grubnik V. V., Tkachenko A. I., Grubnik V. V. Dependence of the recurrence development on the sutures tension force while performance of laparoscopic crurography. *Klinicheskaia Khirurgiia.* 2020. Vol. 87 (1/2). P. 30–34. <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2020.1-2.30>

13. Granderath F. A., Schweiger U. M., Pointner R. Laparoscopic antireflux surgery: tailoring the hiatal closure to the size of hiatal surface area. *Surg Endosc.* 2007. Vol. 21. P. 542–548. <https://doi.org/10.1007/s00464-006-9041-7>

14. Tam V., Winger D. G., Nason K. S. A systematic review and meta-analy-



sis of mesh versus suture cruroplasty in laparoscopic large hiatal hernia repair. *Am J Surg.* 2016. Vol. 211. P. 226–238. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2015.07.007.

15. Laparoscopic repair of very large hiatus hernia with sutures versus absorbable mesh versus nonabsorbable mesh: a randomized controlled trial / Watson D. I., Thompson S. K., Devitt P. G. et al. *Ann Surg.* 2016. Vol. 261. P. 282–289. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000842.

16. Laparoscopic repair of hiatus hernia: Does mesh type influence outcome? A meta-analysis and European survey study / Huddy J. R., Markar S. R., Ni M. Z. et al. *Surg Endosc.* 2016. Vol. 30. P. 5209–5221. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4900-3>

17. Mesh complications after prosthetic reinforcement of hiatal closure: a 28-case series / Stadlhuber R. J., Sherif A. E., Mittal S. K. et al. *Surg Endosc.* 2009. Vol. 23 (6). P. 1219–1226. DOI: 10.1007/s00464-008-0205-5.

18. Biologic prosthesis reduces recurrence after laparoscopic paraesophageal hernia repair a multicentre, prospective, randomized trial / Oelschlagel B. K., Pellegrini C. A., Hunter J. et al. *Ann Surg.* 2006. Vol. 244. P. 481–488. DOI: 10.1097/01.sla.0000237759.42831.03

19. Assessment and reduction of diaphragmatic tension during hiatal hernia repair / Bradley D. D., Louie B. E., Farivar A. S. et al. *Surg Endosc.* 2015. Vol. 29 (4). P. 796–804. DOI: 10.1007/s00464-014-3744-y.

## REFERENCES

1. Frazzoni M, Piccoli M, Conigliaro R, Frazzoni L, Melotti G. Laparoscopic fundoplication for gastroesophageal reflux disease. *World J Gastroenterol.* Oct 21, 2014;20(39):14272-14279. DOI: 10.3748/wjg.v20.i39.14272

2. Engström C, Cai W, Irvine T, Devitt PG, Thompson SK, Game PA, Bessel JR, Jamieson GG, Watson DI. Twenty years of experience with laparoscopic antireflux surgery. *Br J Surg* 2012;99:1415-1421. DOI: 10.1002/bjs.8870.

3. Oor JE, Roks DJ, Koetje JH. et al. Randomized clinical trial comparing laparoscopic hiatal hernia repair using sutures versus sutures reinforced with non-absorbable mesh. *Surg Endosc.* 2018;32:4579. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6211-3>

4. Grubnik VV, Malynovskyy AV. Laparoscopic repair of hiatal hernias: new classification supported by long-term results. *Surg Endosc.* 2013;27:4337-4346. DOI: 10.1007/s00464-013-3069-2.

5. Granderath FA, Schweiger UM, Kamolz T, Asche KU, Pointer R. Laparoscopic Nissen fundoplication with

prosthetic hiatal closure reduces post-operative intrathoracic wrap herniation: preliminary results of a prospective randomized functional and clinical study. *Arch Surg.* 2005;140:40-48. DOI: 10.1001/archsurg.140.1.40

6. Frantzides CT, Carlson MA, Loizides S, Papafili A, Luu M, Roberts J, Zeni T, Frantzides A. Hiatal hernia repair with mesh: a survey of SAGES members. *Surg Endosc.* 2010;24:1017-1024. <https://doi.org/10.1007/s00464-009-0718-6>

7. Tatum RP, Shalhub S, Oelschlagel BK, Pellegrini CA. Complications of PTFE mesh at the diaphragmatic hiatus. *J Gastrointest Surg.* 2008;12:953-957. DOI: 10.1007/s11605-007-0316-7

8. Granderath FA, Schweiger UM, Kamolz T, Asche KU, Pointer R. Laparoscopic Nissen fundoplication with prosthetic hiatal closure reduces post-operative intrathoracic wrap herniation: preliminary results of a prospective randomized functional and clinical study. *Arch Surg.* 2005;140:40-48. DOI: 10.1001/archsurg.140.1.40

9. Oor JE, Roks DJ, Koetje JH et al. Randomized clinical trial comparing laparoscopic hiatal hernia repair using sutures versus sutures reinforced with non-absorbable mesh. *Surg Endosc.* 2018;32:4579. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6211-3>

10. Watson DI, Thompson SK, Devitt PG, Smith L, Woods SD, Aly A, Gan S, Game PA, Jamieson GG. Laparoscopic repair of very large hiatus hernia with sutures versus absorbable mesh versus nonabsorbable mesh: a randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2015;261:282-289. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000842.

11. Navaratne L, Ashrafian H & Martnez-Isla A. Quantifying tension in tension-free hiatal hernia repair: a new intra-operative technique. *Surg Endosc* 2019;33:3040-3049. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06843-6>

12. Grubnik VV, Tkachenko AI, & Grubnik VV. Dependence of the recurrence development on the sutures tension force while performance of laparoscopic crurography. *Klinicheskaja Khirurgija.* 2020;87(1/2):30-34. <https://doi.org/10.26779/2522-1396.2020.1-2.30>

13. Granderath FA, Schweiger UM, Pointner R. Laparoscopic antireflux surgery: tailoring the hiatal closure to the size of hiatal surface area. *Surg Endosc.* 2007;21:542-548. <https://doi.org/10.1007/s00464-006-9041-7>

14. Tam V, Winger DG, Nason KS. A systematic review and meta-analysis of mesh versus suture cruroplasty in laparoscopic large hiatal hernia repair. *Am J Surg.* 2016;211:226-238. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2015.07.007.

15. Watson DI, Thompson SK, Devitt PG, Smith L, Woods SD, Aly A,

Gan S, Game PA, Jamieson GG. Laparoscopic repair of very large hiatus hernia with sutures versus absorbable mesh versus nonabsorbable mesh: a randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2016;261:282-289. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000842.

16. Huddy JR, Markar SR, Ni MZ, Morino M, Targarona EM, Zaninotto G, Hanna GB. Laparoscopic repair of hiatus hernia: Does mesh type influence outcome? A meta-analysis and European survey study. *Surg Endosc.* 2016;30:5209-5221. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4900-3>

17. Stadlhuber RJ, Sherif AE, Mittal SK, Fitzgibbons RJ Jr, Michael Brunt L, Hunter JG, Demeester TR, Swanson LL, Daniel Smith C, Filipi CJ. Mesh complications after prosthetic reinforcement of hiatal closure: a 28-case series. *Surg Endosc.* 2009;23(6):1219-1226. DOI: 10.1007/s00464-008-0205-5.

18. Oelschlagel BK, Pellegrini CA, Hunter J, Soper N, Brunt M, Sheppard B, Jobe B, Polissar N, Mitsumori L, Nelson J, Swanson L. Biologic prosthesis reduces recurrence after laparoscopic paraesophageal hernia repair a multicentre, prospective, randomized trial. *Ann Surg.* 2006;244:481-488. DOI: 10.1097/01.sla.0000237759.42831.03

19. 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;29(4):796-804. DOI: 10.1007/s00464-014-3744-y.

Надійшла до редакції  
22.12.2021 р.

Прийнята до друку 05.01.2022 р.

Електронна адреса  
для листування  
[algrub@i.ua](mailto:algrub@i.ua)

