

## **Зависимость развития рецидивов от силы натяжения швов при выполнении лапароскопической крурорафии**

**В. В. Грубник, А. И. Ткаченко, В. В. Грубник**

Одесский национальный медицинский университет

## **Dependence of the recurrence development on the sutures tension force while performance of laparoscopic cruroraphy**

**V. V. Grubnik, A. I. Tkachenko, V. V. Grubnik**

Odessa National Medical University

### **Реферат**

**Цель.** Интраоперационное определение силы натяжения швов при выполнении лапароскопической крурорафии.

**Материалы и методы.** С помощью цифрового динамометра Walcom FM-204-50K измеряли силу натяжения нитей при выполнении лапароскопической крурорафии у 62 пациентов с большими грыжами пищеводного отверстия диафрагмы. Результаты измерения включали среднее значение силы натяжения каждого стежка для надежного сближения ножек диафрагмы и наличие любого расщепления мышц ножек диафрагмы во время крурорафии.

**Результаты.** Средняя сила натяжения первого шва при выполнении задней крурорафии составила 2,1 N, второго – 3,2 N и третьего – 4,2 N. Выявлена положительная корреляционная зависимость между силой натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы и площадью поверхности пищеводного отверстия диафрагмы, а также возрастом пациента. Не было выявлено корреляционной связи между силой натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы и индексом массы тела пациента. Расщепление мышц ножек диафрагмы наблюдалось при силе натяжения швов более 4 N.

**Выводы.** Сила натяжения швов при выполнении крурорафии, превышающая по нашим данным 4,5 – 5 N, является показанием для использования сетчатых имплантатов.

**Ключевые слова:** грыжа пищеводного отверстия диафрагмы; лапароскопическая крурорафия; измерение натяжения швов при выполнении крурорафии.

### **Abstract**

**Objective.** Intraoperative determination of the threads tension force while performance of laparoscopic cruroraphy.

**Materials and methods.** Using a numerical dynamometer Walcom FM-204-50K the threads tension force was measured while performance of laparoscopic cruroraphy in 62 patients, suffering large hiatal hernias. The measured results have included a middle value of the tension force of every stitch for secure approximation of diaphragmatic crura and presence of any dehiscence in diaphragmatic crura while doing cruroraphy.

**Results.** The middle tension force of the first suture while performing of posterior cruroraphy have constituted 2.1 N, while a second one – 3.2 N and the third – 4.2 N. Positive correlational dependence was revealed between the threads tension force while doing cruroraphy and the hiatus square, as well as with a patient's age. The correlation link between the threads tension force, while doing cruroraphy, and the patient's body mass index was not revealed. The diaphragmatic crura muscles dehiscence was observed in the threads tension force, exceeding 4 N.

**Conclusion.** The sutures tension force while cruroraphy conduction, as our data demonstrate, exceeding 4,5 – 5 N, constitutes indication for the net implants application.

**Keywords:** hiatal hernia; laparoscopic cruroraphy; measurement of the sutures tension while performing cruroraphy.

Лапароскопическая пластика грыж пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД) у больных с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью (ГЭРБ) в настоящее время приобрела широкую популярность благодаря своей малотравматичности и хорошим ближайшим и отдаленным результатам [1, 2]. Как правило, у большинства больных во время лапароскопической антирефлюксной операции выполняют сшивание ножек диафрагмы – заднюю крурорафию. В то же время у больных с большими ГПОД имеется выраженный диастаз между ножками диафрагмы. По этой причине при простом сшивании ножек диафрагмы возникает избыточное натяжение, из-за которого швы могут прорезать мышечную ткань, что приводит к развитию рецидивов ГПОД [3, 4]. В наших предыдущих ис-

следованиях было показано, что между величиной ГПОД и частотой рецидивов имеется четкая корреляция [4, 5].

При использовании сетчатых имплантатов существенно снижается частота возникновения рецидивов у больных с большими ГПОД [5 – 7]. В то же время при использовании различных видов сетчатых имплантатов могут наблюдаться серьезные осложнения, такие как врастание и миграция сеток в просвет пищевода, требующие выполнения повторных оперативных вмешательств [6, 8]. Поэтому многие хирурги считают, что использовать сетчатые имплантаты следует избирательно и только тогда, когда имеется большое натяжение при сшивании ножек диафрагмы [3, 9].

Английские хирурги L. Navaratne, H. Ashrafian и A. Martinez-Isla разработали новую методику измерения силы

натяжения нити во время сшивания ножек диафрагмы и показали определенную корреляцию между силой натяжения нити и частотой рецидивов ГПОД [10].

Цель исследования: интраоперационное определение силы натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы и выявление корреляции между предельными показателями силы натяжения нитей и развитием рецидивов ГПОД.

### Материалы и методы исследования

Нами проанализированы результаты оперативного лечения 62 больных с большими ГПОД (площадь грыжевого дефекта составляла от 10 до 20 см<sup>2</sup>) за период с 2017 по 2019 г., у которых во время лапароскопической антирефлюксной операции было проведено измерение силы натяжения нитей при выполнении крурорафии.

В данном исследовании приняли участие 62 пациента (43 женщины и 19 мужчин) в возрасте от 42 до 78 лет. В анализ были включены больные с параэзофагеальными и аксиальными ГПОД. Больные с предыдущими антирефлюксными операциями и другими вмешательствами на желудке и пищеводе не включены в исследование. У всех больных выполнена лапароскопическая задняя крурорафия в сочетании с фундопликацией по Ниссену (53) и Тупе (9).

Методика операции была стандартизирована в клинике. Операцию выполняли с использованием четырех троакаров. Вначале выделяли грыжевой мешок и мобилизовали ножки диафрагмы. После этого измеряли диастаз между ножками диафрагмы и по формуле F. A. Granderath и соавторов вычисляли площадь грыжевого дефекта [11]. Метод определения площади поверхности пищеводного отверстия диафрагмы (ПППОД) основан на измерении поперечного и продольного размеров пищеводного отверстия после полной мобилизации его краев и расчета показателя по следующей формуле:

$$\text{ПППОД} = \arcsin(\text{ПР} / 2 / \text{ВР}) \times \text{ВР}^2,$$

где: ВР – вертикальный размер, ПР – поперечный размер [11].

Следующим этапом мобилизовали большую кривизну желудка путем пересечения сосудов, идущих к селезенке. После полной мобилизации фундального отдела желудка выполняли заднюю крурорафию, сшивая ножки диафрагмы. У 25 больных дополнительно выполнили переднюю крурорафию, сшивая диафрагму впереди пищевода. Во время сшивания ножек диафрагмы измеряли силу натяжения нитей по следующей методике. После прошивания левой и правой ножек диафрагмы нитью Ethibond 0 ее конец выводили через верхний 5-миллиметровый троакар. К этой нити привязывали другую нить длиной 30 – 40 см с петлей на конце. Петлю надевали на крючок динамометра. Использовали электронный динамометр модели Walcom FM-204-50K (см. рисунок), позволяющий измерить силу натяжения с разрешающим интервалом 0,1 N. При затягивании нити определяли силу натяжения до плотного сближения ножек диафрагмы. На динамометре активировали режим измерения пиковой

величины и записывали данные с прибора. Силу натяжения определяли для каждого стежка. После чего вычисляли среднее значение силы натяжения для надежного сближения ножек диафрагмы.

Давление пневмоперитонеума во время измерений составляло 8 – 12 мм рт. ст. После выполнения крурорафии выполняли фундопликацию по Ниссену (53 больных) или Тупе (9). Больных выписывали из стационара на 3–и сутки после операции.

Отдаленные результаты изучены у всех пациентов в сроки от 6 мес до 2 лет с использованием анкет-опросников GERD-HRQL для оценки качества жизни.

Через 6 – 12 мес всем больным проводили контрольное рентгенологическое исследование желудка и кишечника с бариевым контрастом, а также фиброгастроскопию с осмотром пищеводно-желудочного перехода в ретрофлексии. У 42 больных был проведен суточный рН-мониторинг до и после операции.

Для статистического анализа использовали критерии хи-квадрат, Фишера и Манна-Уитни. С помощью коэффициента корреляции Пирсона (r) определяли влияние на исследуемые показатели таких факторов, как возраст больных, индекс массы тела (ИМТ), ППППОД.

### Результаты

У всех больных оперативное вмешательство было выполнено без интраоперационных осложнений и конверсии в лапаротомию. Соотношение числа женщин и числа мужчин в нашем исследовании составило 2,3 : 1 (43 и 19 соответственно). Средний возраст больных составил (58,5 ± 5,2) года (от 48 до 78 лет), средний ИМТ – 28 кг/м<sup>2</sup> (от 22 до 39 кг/м<sup>2</sup>). Средний показатель ППППОД равнялся 13,8 см<sup>2</sup> (от 10 до 19,2 см<sup>2</sup>). У большинства больных для сшивания ножек диафрагмы использовали три (задняя крурорафия) и один-два (передняя крурорафия) шва. У 12 пациентов с большими грыжами для укрепления линии крурорафии использовали сетчатые имплантаты (UltraPro – у 4 и самофиксирующаяся сетка ProGrip – у 8).

При измерении натяжения нити при сшивании ножек диафрагмы были получены следующие результаты. Средняя сила натяжения первого шва, который накладывали у основания крепления ножек, составила 2,1 N и варьировала от 1,6 до 2,5 N. Средняя сила натяжения второго шва была большей – 3,2 N (от 2,3 до 3,5 N). Наибольшей была сила натяжения при затягивании третьего шва – 4,2 N (от 2,9 до 8,2 N). Таким образом, наибольшим натяжение было при наложении и затягивании третьего шва, когда сближались ножки диафрагмы в самой широкой части грыжевого дефекта. При выполнении передней крурорафии сила натяжения швов составила в среднем 4,4 N (от 3,2 до 8,6 N).

У 15 (24,2%) пациентов при наложении швов наблюдали их частичное прорезывание из-за слабости мышц ножек диафрагмы и большой силы натяжения. Сила натяжения при сближении ножек диафрагмы у этих больных была достоверно выше – 5,8 N, нежели у больных, у



*Електронний динамометр моделі Walcom FM-204-50K.*

которых не наблюдали расщепления мышечных волокон – 2,1 N ( $p < 0,001$ ).

У 12 (19,4%) пациентов, у которых наблюдали расщепление мышц ножек диафрагмы, сила натяжения нити при сшивании ножек диафрагмы превышала 4 N. Средний возраст больных этой группы был старше – 69 лет, нежели средний возраст больных, у которых расщепления мышц не наблюдали – 54,6 года ( $p < 0,001$ ), а площадь грыжевого дефекта достоверно больше – 16,4 и 11,2 см<sup>2</sup> соответственно ( $p < 0,001$ ). Наименьшая сила натяжения, при которой наблюдали расщепление мышечных волокон ножек диафрагмы, составила 3,6 N.

Путем статистической обработки данных мы выявили корреляционную зависимость силы натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы от величины площади грыжевого дефекта, ИМТ и возраста пациента. Наибольшая положительная корреляционная связь силы натяжения нитей была с величиной площади грыжевого дефекта:  $r = 0,82$  ( $p < 0,001$ ); несколько меньше – с возрастом больных:  $r = 0,21$  ( $p < 0,05$ ). Не было выявлено корреляционной связи между силой натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы и ИМТ.

Из 62 больных у 38 выполнили заднюю крурорафию, у 12 – заднюю и переднюю крурорафию, у 12 пациентов для укрепления швов при выполнении крурорафии использовали сетчатые имплантаты: у 8 самофиксирующуюся сетку ProGrip, у 4 – облегченную композитную частично рассасывающуюся сетку UltraPro. Сетку ProGrip вырезали в форме “сердечка” с вырезкой в верхней части для пищевода. Через 10–миллиметровый троакар сетку вводили в брюшную полость и фиксировали к сшитым ножкам диафрагмы. При этом 3–5–минутного прижатия сетчатого имплантата было достаточно для его надежной фиксации. Обращали особое внимание на то, чтобы имплантат не контактировал с пищеводом. Частично рассасывающуюся сетку UltraPro фиксировали к ножкам диафрагмы узловыми швами. Продолжительность фиксации такого имплантата составляла в среднем 15 – 20 мин.

Изучение отдаленных результатов показало, что у подавляющего большинства больных они были хорошими. Показатели качества жизни у оперированных больных были достоверно выше, нежели до операции ( $p < 0,01$ ). По данным суточного рН–мониторинга индекс DeMeester после операции достоверно снизился с  $29,5 \pm 7,8$  до  $12,8 \pm 5,6$  ( $p < 0,01$ ). В то же время у 3 (4,8%) больных в течение 2 лет после операции возник рецидив ГПОД, что сопровождалось возобновлением симптомов ГЭРБ, а также болевым синдромом. Рецидивы наблюдали у больных, у которых сила натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы превышала 4,5 N. У 2 из этих больных отмечено расщепление мышечных волокон ножек диафрагмы. Ни у одного из 3 больных не использовался сетчатый имплантат. Следует отметить, что у больных, у которых сила натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы превышала 5 N, но использовались сетчатые имплантаты, рецидивов ГПОД не было выявлено. Сила натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы в группе больных, у которых использовались сетчатые имплантаты, была достоверно выше – 5,3 N, нежели у больных, у которых не использовались сетки – 2,1 N ( $p < 0,01$ ).

### **Обсуждение**

Дискуссии о целесообразности использования сетчатых имплантатов или простой лапароскопической пластики больших ГПОД делятся достаточно долго. В многочисленных мета–анализах показано с высокой достоверностью, что лапароскопические антирефлюксные операции у больных с большими ГПОД сопровождаются высокой частотой рецидивов – до 25 – 30% [9, 12]. При использовании сетчатых имплантатов достоверно снижается частота рецидивов [5, 7, 13], однако могут возникать серьезные осложнения: рубцовый стеноз и непроходимость пищевода, изъязвления в пищеводе и желудке с кровотечением, врастание и миграция сетки в просвет пищевода и др. [6, 8]. При возникновении таких осложнений требуется выполнение повторных достаточно сложных оперативных вмешательств вплоть до резекции пищевода [14].

Большие надежды возлагались на биологические сетки, которые со временем полностью рассасываются. Первые результаты применения подобных сеток были обнадеживающими [15]. Однако при наблюдении за оперированными больными в отдаленные сроки через 5 – 10 лет выяснилось, что частота рецидивов значительно возрастает и не отличается от частоты рецидивов у больных, у которых не использовались сетчатые имплантаты [16].

В последнее время исследователи проявили интерес к изучению качества коллагена у больных с ГПОД [17]. Нами было выявлено, что у больных с большими ГПОД содержание коллагена I и III типа достоверно ниже, чем у больных с маленькими грыжами и у здоровых пациентов [18]. Подобные данные получены и другими исследователями [17]. Таким образом, у больных с большими ГПОД имеются анатомо–морфологические факторы, подтверждающие необходимость использования сетчатых имплантата

тов для профилактики возникновения рецидивов ГПОД. Тщательное изучение факторов, способствующих возникновению рецидивов после лапароскопической крурорафии позволяет определить контингент больных, у которых необходимо использовать сетчатые имплантаты. В связи с этим вопрос о применении сетчатых имплантатов при лапароскопической пластике ГПОД остается до настоящего времени нерешенным. Одни хирурги полностью отказываются от применения сетчатых имплантатов, другие считают, что существует необходимость в использовании сетчатых имплантатов, но только по особым показаниям. Какие это показания – недостаточно ясно.

Тщательно проанализировав собственный большой клинический материал, включающий более 1500 лапароскопических антирефлюксных операций, мы, как и другие авторы, отметили четкую корреляцию между частотой рецидивов и величиной площади грыжевого дефекта [4, 5].

Нами была предложена новая классификация грыж, основанная на измерении площади грыжевого дефекта – малые ГПОД (ПППОД до 10 см<sup>2</sup>), большие ГПОД (ПППОД от 10 до 20 см<sup>2</sup>) и гигантские ГПОД (ПППОД более 20 см<sup>2</sup>) [4].

Мы пришли к выводу, что при малых ГПОД использование сетчатых имплантатов нецелесообразно. При больших грыжах (ПППОД 10 – 20 см<sup>2</sup>) использовать сетчатые имплантаты желательно, так как без них вероятность рецидива ГПОД резко возрастает. При гигантских грыжах ушить грыжевой дефект без сетчатых имплантатов практически невозможно.

В настоящем исследовании у оперированных больных имелись большие ГПОД с площадью грыжевого дефекта до 20 см<sup>2</sup>. Нужно ли у всех этих больных использовать сетчатые имплантаты для укрепления швов круропластики? На данный вопрос мы попытались ответить, изучая силу натяжения нитей при сшивании ножек диафрагмы. Большинству хирургов известно, что чем больше сила натяжения швов, тем больше вероятность их расхождения. Оценить силу натяжения швов при полном сведении ножек диафрагмы во время лапароскопической крурорафии без дополнительных специальных измерений практически невозможно из-за большого количества сопутствующих факторов. На степень натяжения швов при выполнении крурорафии, кроме размера ГПОД, могут влиять размеры и формы диафрагмы, наличие фиброза и рубцов при давних грыжах, состояние ножек диафрагмы и др.

Для определения силы натяжения швов при выполнении крурорафии нами использовалась простая методика измерения силы натяжения нитей при их завязывании. Для этого мы использовали электронный динамометр Walcom FM-204-50K, позволяющий измерить силу натяжения с разрешающей способностью 0,1 N. Подобная методика была использована английскими хирургами, которые измеряли силу натяжения нити при круропластике [10]. Полученные нами результаты практически полностью подтвердили выводы английских исследователей. Первые швы крурорафии, как правило, затягиваются при силе натяжения до 1,5 – 1,7 N. Наибольшая сила на-

тяжения определяется при затягивании швов в зоне наибольшего расхождения ножек диафрагмы – от 2,9 до 7,9 N. Учитывая наибольшие показатели силы натяжения, мы смогли разделить больных на две группы. В 1-ю группу включили больных со средними показателями силы натяжения швов при выполнении крурорафии – до 3,5 – 4 N. Эта группа больных была достоверно моложе и имела достоверно меньшую площадь грыжевого дефекта. У данных больных мы не использовали сетчатые имплантаты. В отдаленные сроки наблюдения от 6 до 24 мес, у них не было выявлено рецидивов ГПОД. Во 2-ю группу включили больных более старшего возраста с достоверно большими по площади грыжевыми дефектами. При измерениях были определены показатели силы натяжения нитей достоверно выше, чем в 1-й группе, в среднем более 4,5 N. У 82% этих больных наблюдалось прорезывание мышечных волокон при затягивании швов. У 12 пациентов этой группы мы вынуждены были применить для укрепления швов сетчатые имплантаты. Изучение отдаленных результатов показало, что у 3 больных 2-й группы, у которых сила натяжения нитей при затягивании швов крурорафии превышала показатели 4,5–5 N, наблюдались рецидивы грыжи. В то же время при применении сетчатых имплантатов рецидивов ГПОД не было отмечено.

Таким образом, для более четкого обоснования целесообразности применения сетчатого имплантата с целью укрепления швов при выполнении крурорафии можно использовать не только показатели величины грыжевого дефекта, но и силу натяжения нити при затягивании швов. Нами выявлено, что критическими являются показатели натяжения нити более 4,5–5 N. По данным английских авторов, этот показатель составил 4 N. Если сила натяжения нитей при затягивании швов во время крурорафии превышает 5 N, вероятность рецидива грыжи резко возрастает. У таких пациентов целесообразно использовать сетчатые имплантаты.

## Выводы

1. Сила натяжения швов при выполнении крурорафии, превышающая по нашим данным 4,5–5 N, является показателем для использования сетчатых имплантатов.
2. Выбор оптимальных сетчатых имплантатов остается дискуссионным и требует дальнейшего изучения.

## Подтверждение

**Финансирование.** Источник финансирования – бюджет Одесского национального медицинского университета.

**Вклад каждого участника.** Грубник В. В. – сбор и обработка материалов, анализ полученных данных, написание текста; Ткаченко А.И., Грубник В. В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материалов, анализ полученных данных, написание текста.

**Конфликт интересов.** Нет.

**Согласие на публикацию.** Все авторы дали согласие на публикацию этой рукописи.

**References**

1. Frazzoni M, Piccoli M, Conigliaro R, Frazzoni L, Melotti G. Laparoscopic fundoplication for gastroesophageal reflux disease. *World J Gastroenterol.* 2014 Oct 21;20(39):14272–9. doi: 10.3748/wjg.v20.i39.14272.
2. Engström C, Cai W, Irvine T, Devitt PG, Thompson SK, Game PA, et al. Twenty years of experience with laparoscopic antireflux surgery. *Br J Surg.* 2012 Oct;99(10):1415–21. doi: 10.1002/bjs.8870. PMID: 22961522.
3. Oor JE, Roks DJ, Koetje JH, Broeders JA, van Westreenen HL, Nieuwenhuijs VB, et al. Randomized clinical trial comparing laparoscopic hiatal hernia repair using sutures versus sutures reinforced with non-absorbable mesh. *Surg Endosc.* 2018 Nov;32(11):4579–4589. doi: 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 Nov;27(11):4337–46. doi: 10.1007/s00464-013-3069-2.
5. Ilyashenko VV, Grubnyk VV, Grubnik VV. Laparoscopic management of large hiatal hernia: mesh method with the use of ProGrip mesh versus standard crural repair. *Surg Endosc.* 2018 Aug;32(8):3592–8. doi: 10.1007/s00464-018-6087-2.
6. Granderath FA, Schweiger UM, Kamolz T, Asche KU, Pointner R. Laparoscopic Nissen fundoplication with prosthetic hiatal closure reduces postoperative intrathoracic wrap herniation: preliminary results of a prospective randomized functional and clinical study. *Arch Surg.* 2005 Jan;140(1):40–8. doi: 10.1001/archsurg.140.1.40.
7. Frantzides CT, Carlson MA, Loizides S, Papafili A, Luu M, Roberts J, et al. Hiatal hernia repair with mesh: a survey of SAGES members. *Surg Endosc.* 2010 May;24(5):1017–24. doi: 10.1007/s00464-009-0718-6.
8. Yatabe K, Ozawa S, Ito E, Oguma J, Kazuno A, Nitta M, et al. Late esophageal wall injury after mesh repair for large esophageal hiatal hernia: a case report. *Surg Case Rep.* 2017 Dec 15;3(1):125. doi: 10.1186/s40792-017-0401-4.
9. Watson DI, Thompson SK, Devitt PG, Smith L, Woods SD, Aly A, et al. Laparoscopic repair of very large hiatus hernia with sutures versus absorbable mesh versus nonabsorbable mesh: a randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2015 Feb;261(2):282–9. doi: 10.1097/SLA.0000000000000842.
10. 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):3040–9. doi: 10.1007/s00464-019-06843-6.
11. Granderath FA, Schweiger UM, Pointner R. Laparoscopic antireflux surgery: tailoring the hiatal closure to the size of hiatal surface area. *Surg Endosc.* 2007 Apr;21(4):542–8. doi: 10.1007/s00464-006-9041-7.
12. Tam V, Winger DG, Nason KS. A systematic review and meta-analysis of mesh vs suture cruroplasty in laparoscopic large hiatal hernia repair. *Am J Surg.* 2016 Jan;211(1):226–38. doi: 10.1016/j.amjsurg.2015.07.007.
13. Huddy JR, Markar SR, Ni MZ, Morino M, Targarona EM, Zaninotto G, et al. Laparoscopic repair of hiatus hernia: Does mesh type influence outcome? A meta-analysis and European survey study. *Surg Endosc.* 2016 Dec;30(12):5209–21. doi: 10.1007/s00464-016-4900-3.
14. Stadlhuber RJ, Sherif AE, Mittal SK, Fitzgibbons RJ Jr, Michael Brunt L, Hunter JG, et al. Mesh complications after prosthetic reinforcement of hiatal closure: a 28-case series. *Surg Endosc.* 2009 Jun;23(6):1219–26. doi: 10.1007/s00464-008-0205-5.
15. Oelschlager BK, Pellegrini CA, Hunter J, Soper N, Brunt M, Sheppard B, et al. Biologic prosthesis reduces recurrence after laparoscopic paraesophageal hernia repair: a multicenter, prospective, randomized trial. *Ann Surg.* 2006 Oct;244(4):481–90. doi: 10.1097/01.sla.0000237759.42831.03.
16. Oelschlager BK, Pellegrini CA, Hunter JG, Brunt ML, Soper NJ, Sheppard BC, et al. Biologic prosthesis to prevent recurrence after laparoscopic paraesophageal hernia repair: long-term follow-up from a multicenter, prospective, randomized trial. *J Am Coll Surg.* 2011 Oct;213(4):461–8. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2011.05.017.
17. von Diemen V, Trindade EN, Trindade MR. Hiatal hernia and gastroesophageal reflux: Study of collagen in the phrenoesophageal ligament. *Surg Endosc.* 2016 Nov;30(11):5091–8. doi: 10.1007/s00464-016-4858-1.
18. Hrubnyk VV, Savenko TO. Vyvchennia skladu kolahenu I ta III typu v stravokhidno-shlunkovomu perekhodi u khvorykh z hryzhamy stravokhidnoho otvoru diafrahmy. *Khirurgiia Ukrainy.* 2019;(1):34–8. <http://doi.org/10.30978/SU2019-1-34>.

Надійшла 01.11.2019