

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2022-3-106-115>

УДК: 006.616-035

© Берко О.М., Корнюшин О.В., Мехтиев С.Н., Неймарк А.Е., 2022

Обзор/Review



ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА БАРИАТРИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА У ПАЦИЕНТОВ С ИЗЖОГОЙ И ГАСТРОЭЗОФАГЕАЛЬНОЙ РЕФЛЮКСНОЙ БОЛЕЗНЬЮ

О.М. БЕРКО^{1*}, О.В. КОРНЮШИН², С.Н. МЕХТИЕВ¹, А.Е. НЕЙМАРК^{1,2}

¹Гастроэнтерологический центр Эксперт, 197110, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, 197341, Санкт-Петербург, Россия

Резюме

В настоящее время не вызывает сомнения эффективность бариатрических операций для снижения веса и улучшения течения метаболического синдрома. Однако эффективность их влияния на такую патологию, как гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) и ее основной симптом – изжога, остается дискуссионной. Одна из наиболее часто выполняемых операций – это лапароскопическая продольная резекция желудка (ПРЖ). Считается, что ПРЖ может приводить к возникновению de novo или усилению имеющихся проявлений рефлюкса, но в ряде случаев послеоперационный период напротив сопровождается регрессом симптоматики на фоне снижения веса. В связи с этим не существует единого мнения о том, стоит ли рассматривать имеющуюся ГЭРБ как абсолютное противопоказание к выполнению ПРЖ. Влияние гастрощунтирования (ГШ) на течение ГЭРБ представляется более благоприятным. В то же время, случаи послеоперационного ухудшения также описаны в литературе. В данной статье приводится обзор литературы по естественному течению и лечению ГЭРБ, влиянию бариатрических операций на заболевание и предлагается алгоритм выбора хирургического вмешательства, созданный на основе проведенного обзора.

Ключевые слова: бариатрическая хирургия, ГЭРБ, изжога, выбор операции.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования: О.М. Берко, О.В. Корнюшин, С.Н. Мехтиев, А.Е. Неймарк. Оптимизация выбора бариатрического вмешательства у пациента с изжогой и гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью. *Московский хирургический журнал*, 2022. № 3. С. 106–115 <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2022-3-106-115>

Вклад авторов: Сбор материала – Берко О.М., Корнюшин О.В. Анализ и обобщение материала – Берко О.М., Корнюшин О.В., Мехтиев С.Н., Неймарк А.Е. Оформление, редактирование и переработка – Берко О.М., Корнюшин О.В., Мехтиев С.Н., Неймарк А.Е.

OPTIMIZATION OF THE CHOICE OF BARIATRIC SURGERY IN A PATIENT WITH HEARTBURN AND GASTROESOPHAGEAL REFLUX DISEASE

OLESYA M. BERKO^{1*}, OLEG V. KORYUSHIN², SABIR N. MEKHTIEV¹, ALEXANDER E. NEIMARCK^{1,2}

¹Gastroenterological Center «Expert», 197110, St. Petersburg, Russia

²«Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, 197341, St. Petersburg, Russia

Abstract

Nowadays, there is no questions about the effectiveness of bariatric surgery for weight loss and improvement of the course of the metabolic syndrome. However, their influence on gastroesophageal reflux disease (GERD) and its main symptom – heartburn – remains discutable. Sleeve gastrectomy (SG) is one of the most frequently performed laparoscopic bariatric operations. It is considered that SG may lead to occurrence de novo or escalation of existing symptoms of reflux. But sometimes weight loss after bariatric surgery lead to decrease of such symptoms. In this regard, there is no consensus on whether it is worth considering the existing GERD as an absolute contraindication to the implementation of SG. The effect of gastric bypass (GBP) on the course of GERD seems to be more favorable. At the same time, cases of postoperative deterioration are also described in the literature. This article provides a review of the literature on the natural course and treatment of GERD, the impact of bariatric surgery on the disease, and proposes an algorithm for choosing a surgical intervention based on the review.

Key words: bariatric surgery, GERD, heartburn, choice of surgery.

Conflict of interest: none

For citation: O.M. Berko, O.V. Korniyushin, S.N. Mekhtiev, A.E. Neimark. Optimization of the choice of bariatric surgery in a patient with heartburn and gastroesophageal reflux disease. *Moscow Surgical Journal*, 2022, № 3, pp. 106–115 <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2022-3-106-115>

Contribution of the authors: Collection of material – Berko O.M., Korniyushin O.V. Analysis and generalization of the material – Berko O.M., Korniyushin O.V., Mekhtiev S.N., Neimark A.E. Design, editing and processing – Berko O.M., Korniyushin O.V., Mekhtiev S.N., Neimark A.E.

Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь

Согласно российским клиническим рекомендациям 2020 года, ГЭРБ – это хроническое рецидивирующее заболевание, обусловленное нарушением моторно-эвакуаторной функции органов гастроэзофагеальной зоны и характеризующееся регулярно повторяющимся забросом в пищевод желудочного, а в ряде случаев дуоденального содержимого, что приводит к:

1. Появлению клинических симптомов, ухудшающих качество жизни пациентов (изжога – у 83 % больных ГЭРБ, отрыжка – у 52 %, дисфагия и одинофагия – у 19 %, а также внепищеводные проявления).

2. Повреждению слизистой оболочки дистального отдела пищевода с развитием в нем дистрофических изменений, катарального или эрозивно-язвенного эзофагита (рефлюкс-эзофагита), а у части больных – цилиндроклеточной метаплазии [1].

Иными словами, в ряде случаев для точной постановки диагноза ГЭРБ необходимо наличие не только характерной клинической картины, но и эндоскопических и/или гистологи-

ческих изменений эпителия дистальной части пищевода. Более того, нередко встречается бессимптомное течение ГЭРБ. Так, до 50 % пациентов с эрозивным эзофагитом могут не иметь эзофагеальных или экстраэзофагеальных симптомов [2], а в исследованиях среди пациентов с бронхиальной астмой бессимптомная ГЭРБ составляет до 62 % случаев [3].

В этой связи тяжесть патологии принято определять по результатам эндоскопического обследования. Так, к ГЭРБ легкого течения, также называемой неэрозивной рефлюксной болезнью (НЭРБ), относится выявленный при эзофагогастроскопии катаральный эзофагит или патологический рефлюкс по данным рН-импедансометрии. К умеренной ГЭРБ относят эрозивный эзофагит А и В степени по Лос-Анджелесской классификации, к тяжелой – эрозивный эзофагит С и D степени (рис. 1). При этом умеренный (А/В степени) эрозивный эзофагит протекает так же, как и НЭРБ: трансформация в тяжелый эзофагит или пищевод Барретта (ПБ) наблюдается крайне редко (<1 % в течение 2 лет) и мало зависит от приема ингибиторов протонной помпы (ИПП) [4].

Степень рефлюкс-эзофагита, Erosive esophagitis grade	Эндоскопическая картина Endoscopic findings
Степень А, Grade A	Один (или более) участок поврежденной слизистой оболочки размером до 5 мм, который не захватывает слизистую оболочку между складками (расположен на вершине складки), One or more mucosal breaks no longer than 5 mm that does not extend between the tops of two mucosal folds
Степень В, Grade B	Один (или более) участок поврежденной слизистой оболочки размером более 5 мм, который не захватывает слизистую оболочку между складками (расположен на вершине складки), One or more mucosal breaks more than 5 mm long and do not extend between the tops of two mucosal folds
Степень С, Grade C	Один (или более) участок поврежденной слизистой оболочки, который распространяется на слизистую оболочку между двумя или более складками, но вовлекает менее 75 % окружности пищевода, One or more mucosal breaks that are continuous between the tops of two or more mucosal folds, but which involve less than 75 % of the circumference
Степень D, Grade D	Один (или более) участок поврежденной слизистой оболочки, который вовлекает более 75 % окружности пищевода, One or more mucosal breaks that involve at least 75 % of the esophageal circumference

Рис. 1. Лос-Анджелесская классификация рефлюкс-эзофагита
Fig. 1. Los Angeles classification of reflux esophagitis

Несколько иные выводы о значимости ИПП были сделаны по результатам обзора литературы, посвященной естественному течению ГЭРБ и опубликованной в период с 2000 по 2015 год. Согласно авторам обзора, ГЭРБ редко приводит к развитию серьезных осложнений при условии проведения антисекреторной терапии. Важно, что больные с тяжелой формой эрозивного эзофагита (С/D степени) имеют самый

высокий риск прогрессирования в ПБ и потому нуждаются в постоянном лечении и строгом эндоскопическом наблюдении. При этом пациенты, чье первоначальное лечение не привело к полному заживлению слизистой пищевода (рефрактерная ГЭРБ), предрасположены к прогрессированию патологии. Результаты трех крупных исследований, включенных в обзор, представлены в таблице 1 [5].

Таблица 1

Крупные когортные исследования естественного течения ГЭРБ

Table 1

Large cohort studies of the natural history of GERD

Авторы Authors	Размер и состав когорты Cohort size and composition	Средний период наблюдения (лет) Mean follow-up (years)	Прогрессирующее течение Progressive course	Регресс проявлений Regression of manifestations
Labenz et al. (2006)	1717 НЭРБ, NERD	2	24,9 % в ЭЭ A/B ст., to EE (LA A/B) 0,6 % в ЭЭ C/D ст., to EE (LA C/D) 0,5 % в ПБ, to BE	-
	1512 умеренный ЭЭ (A/B ст.), mild EE (LA A/B)		1,6 % в ЭЭ C/D ст., to EE (LA C/D) 1,4 % в ПБ, to BE	61,3 % в НЭРБ, to NERD
	278 тяжелый ЭЭ (C/D ст.), severe EE (LA C/D)		5,8 % в ПБ, to BE	41,8 % в ЭЭ A/B ст., to EE (LA A/B) 50,4 % в НЭРБ, to NERD
	387 ПБ, BE		-	-
Sontag et al. (2006)	1313 НЭРБ, NERD	7.6	15,6 % в ЭЭ, to EE 0,1 % до стриктуры, to stricture	-
	957 ЭЭ, EE		1,9 % до стриктуры, to stricture 0,1 % до аденокарциномы, to Adenocarcinoma	43,7 % в НЭРБ, to NERD
Malfertheiner et al. (2012)	1041 НЭРБ, NERD	5	23,8 % в ЭЭ A/B ст., to EE (LA A/B) 0,8 % в ЭЭ C/D ст., to EE (LA C/D) 5,9 % в ПБ, to BE	-
	918 умеренный ЭЭ (A/B ст.), mild EE (LA A/B)		1,0 % в ЭЭ C/D ст., to EE (LA C/D) 12,1 % в ПБ, to BE	62,9 % в НЭРБ, to NERD
	188 тяжелый ЭЭ (C/D ст.), severe EE (LA C/D)		19,7 % в ПБ, to BE	41,5 % в ЭЭ A/B ст., to EE (LA A/B) 50,0 % в НЭРБ, to NERD
	240 ПБ, BE		-	-
НЭРБ – неэрозивная рефлюксная болезнь (NERD – nonerosive reflux disease), ПБ – пищевод Барретта (BE – Barrett’s esophagus), ЭЭ – эрозивный эзофагит (EE – erosive esophagitis), LA – Los Angeles				

При анализе эффективности терапии ИПШ в зависимости от тяжести ГЭРБ было установлено, что после курса лечения наибольший клинический эффект отмечался в группе с тяжелым эрозивным эзофагитом (C/D степени), хотя на момент начала исследования выраженность симптоматики достоверно не раз-

личалась между тремя группами (НЭРБ, умеренная и тяжелая ГЭРБ). При этом в группе с тяжелым эрозивным эзофагитом была более высокая доля мужчин, высокий индекс массы тела и длительная продолжительность заболевания. Также у них значительно чаще встречалась хиатальная грыжа пищевода [6].

Таблица 2

Динамика ГЭРБ после ПРЖ и ГШ через 1 год и 5 лет

Table 2

Dynamics of GERD after SG and GB at 1 and 5 years

Исследова- ние Study	Период на- блюдения Follow-up period	Операция/количество пациентов Surgery/ Number of patients		ГЭРБ на старте/ всего пациентов GERD at the start/ total number of patients	Полная ремиссия Remission	Улучшение Improvement	Без дина- мики Without dynamics	Ухудшение Deterioration	de novo
Signorini F., 2020	1 год, year	ПРЖ, SG	N паци- ентов, patients	12/147 8,2 %	5	0	4	3	37
			% от всех, of total		3,4 %	0	2,7 %	2 %	25 %
			% от ГЭРБ, of GERD		41,7 %	0	33,3 %	25 %	-
		ГШ, GBP	N паци- ентов, patients	43/80 54 %	25	8	8	2	4
			% от всех, of total		31,2 %	10 %	10 %	2,5 %	5 %
			% от ГЭРБ, of GERD		58,1 %	18,6 %	18,6 %	4,7 %	-
Peterli R., 2018	5 лет, years	ПРЖ, SG	N паци- ентов, patients	44/101 (43,6 %)	11	4	15	14	18
			% от всех, of total		10,9 %	4,0 %	14,9 %	13,9 %	17,8 %
			% от ГЭРБ, of GERD		25 %	9,1 %	34,1 %	31,8 %	-
		ГШ, GBP	N паци- ентов, patients	48/104 (46,2 %)	29	3	13	3	6
			% от всех, of total		27,9 %	2,9 %	12,5 %	2,9 %	5,8 %
			% от ГЭРБ, of GERD		60,4 %	6,3 %	27,1 %	6,3 %	-

GBP – gastric bypass, GERD – gastroesophageal reflux disease, SG – sleeve gastrectomy

Течение ГЭРБ после бариатрических операций

Продольная резекция желудка (ПРЖ) и гастрощунтирование (ГШ) по Ру являются наиболее часто выполняемыми бариатрическими операциями во всем мире [7]. Оба вмешательства доказали свою эффективность в снижении избыточного веса и улучшении ассоциированных с ним состояний, однако в случае с ГЭРБ, которая также тесно связана с ожирением, влияние этих операций весьма противоречиво.

Так, например, в исследовании Signorini F. и соавторов, включавшем 147 пациентов с ПРЖ и 80 с ГШ, через 1 год после хирургического вмешательства распространенность эрозивного эзофагита в группе ПРЖ увеличилась с 8,2 до 30 %, а после ГШ снизилась с 54 до 26,2 %. При этом после ПРЖ эрозивный эзофагит развился *de novo* в 25 % случаев, после ГШ – в 5 %, улучшения эзофагита после ПРЖ не наблюдалось, после ГШ у 10 %, полностью эзофагит разрешился после ПРЖ у 3,4 %, ГШ – 31,2 %, усугубился после ПРЖ – 2 %, ГШ – 2,5 %, остался в неизменном виде после ПРЖ – 2,7 %, ГШ – 10 %. Распространенность ПБ после ГШ снизилась с 7,5 до 5 %. В связи с этим было высказано предположение, что ПРЖ усугубляет течение ГЭРБ, а ГШ – улучшает его [8]. Данные систематического обзора и мета-анализа подтверждают, что риск развития ГЭРБ после ПРЖ превышает таковой после ГШ в 5 раз [9]. Похожие результаты были описаны в работе Peterli R. и соавторов. На старте исследования в группе ПРЖ гастроэзофагеальный рефлюкс присутствовал у 44 из 101 человек (43,6 %), в группе ГШ – у 48 из 104 (46,2 %). Через 5 лет после выполнения бариатрического вмешательства отмечалась полная ремиссия ГЭРБ после ПРЖ у 25 % пациентов, после ГШ – у 60,4 %, улучшение после ПРЖ – 9,1 % и ГШ – 6,3 %. Симптомы заболевания остались в неизменном виде после ПРЖ – у 34,1 % и ГШ – 27,1 %, ухудшение после ПРЖ у 31,8 %, а после ГШ – 6,3 %. Среди пациентов, не страдающих рефлюксом в начале исследования, ГЭРБ развилась *de novo* у 18 из 57 человек после ПРЖ (31,6 %) и у 6 из 56 (10,7 %) после ГШ (табл. 2) [10].

Вызывают интерес исследования, сообщающие о положительном влиянии ПРЖ на течение ГЭРБ. В одной из работ симптомы гастроэзофагеального рефлюкса уменьшились с 45 до 6 % после такого вмешательства [11], в другой – через год после операции у 100 % пациентов (5 человек) разрешился эзофагит [12]. В аналогичной работе, посвященной оценке влияния ГШ на ГЭРБ, со средним периодом наблюдения 3,8 лет, улучшение эзофагита было отмечено у 19 пациентов (41,3 %), отсутствие динамики у 14 (30,4 %) и ухудшение у 13 пациентов (28,3 %), что в целом сопоставимо с показателями после ПРЖ [13]. Анализ 48967 пациентов после бариатрических операций показал, что ПРЖ связана с более высоким риском послеоперационной ГЭРБ по сравнению с ГШ, при этом различий в частоте развития аденокарциномы пищевода между этими операциями выявлено не было [14].

Улучшение течения ГЭРБ после выполненной ПРЖ можно объяснить снижением внутрибрюшного давления из-за потери веса, уменьшением продукции соляной кислоты вследствие резекции дна желудка, ускорением опорожнения и редукцией объема желудка, которые в совокупности приводят к уменьшению желудочного рефлюкса [15]. Аналогичные механизмы реализуются и после ГШ.

Как причины, вследствие которых ГЭРБ может возникнуть *de novo* или может ухудшиться ее течение, рассматривают следующие механизмы:

1. Увеличение внутрипросветного давления. Резекция большой кривизны с формированием узкой трубки приводит к тому, что «новый» уменьшенный желудок теряет свою эластичность и способность к растяжению. При этом чем меньше диаметр сформированной желудочной трубки, тем выше внутрипросветное давление, которое может нарастать при закрытом привратнике. При ГШ пилорический отдел исключается из пассажа, и пища из культи желудка свободно переходит в кишечник.

2. Нарушение анатомических антирефлюксных механизмов. При ПРЖ мобилизуется зона пищеводно-желудочного перехода, путем пересечения связочного аппарата, удаляется дно желудка, нарушается угол Гисса и повреждаются мышечные волокна дистальной части нижнего пищевода сфинктера (НПС), что может способствовать уменьшению эффективной работы НПС и формированию грыжи пищеводного отверстия диафрагмы (ПОД).

3. Технические ошибки. Окончательная форма «нового» желудка в виде воронки (расширение в области дна), перекут желудка, анатомический стеноз также могут predispose к возникновению рефлюкса [15].

Систематический обзор и мета-анализ 2021 года показали, что ни один из методов пластики грыж ПОД во время бариатрической хирургии, включая заднюю или переднюю круропластику, фундопликацию или установку сетки, не влиял на дальнейшее течение ГЭРБ, значительно увеличивая при этом время оперативного вмешательства [16].

Дифференцированный выбор бариатрической операции

Исходя из представленной информации, ПРЖ в совокупности представляется менее благоприятным вариантом в отношении рисков развития желудочного рефлюкса и ГЭРБ. При выборе типа операции между ПРЖ и ГШ следует опираться на вариант исхода, связанный с тяжестью заболевания (риск кровотечений, формирования стриктур, кишечной метаплазии и аденокарциномы пищевода), и прогноз, определяемый клинической картиной и ее влиянием на качество жизни пациента.

Если пациента, планирующего бариатрическое вмешательство, не беспокоит изжога, а видеоэзофагогастродуоденоскопия (ВГДС) не выявила никаких изменений, ПРЖ может рассматриваться как операция выбора.

При выявлении даже бессимптомной ГЭРБ легкой или умеренной тяжести (патологический рефлюкс по данным рН-импедансометрии, катаральный или эрозивный эзофагит А или В степени по ВГДС) рекомендуется проведение лечения ИПП в стандартных дозах. После чего, ввиду редкого прогрессирования легкой и умеренной ГЭРБ до тяжелых форм, вариантом выбора можно рассматривать выполнение ПРЖ. Наличие рефрактерной ГЭРБ даже легкого течения следует рассматривать как относительное противопоказание к ПРЖ и производить выбор в пользу ГШ.

При выявлении у бессимптомного пациента тяжелой ГЭРБ (рефлюкс-эзофагит С или D степени) также проводится лечение ИПП в стандартных дозах. Дальнейший выбор оперативного лечения зависит от готовности пациента к длительной (до полугода) противорецидивной терапии ГЭРБ с регулярным наблюдением у гастроэнтеролога и наличия противопоказаний к ГШ. Если пациент проявляет низкую комплаентность рекомендациям врача, и противопоказаний к проведению шунтирующей операции не выявлено, предпочтение отдается ГШ.

При наличии подтвержденного гистологическим исследованием пищевода Барретта (участок кишечной метаплазии >1 см), независимо от наличия симптоматики и выраженности эзофагита – выполняется ГШ.

При регистрации посредством рН-импедансометрии более 80 рефлюксов за сутки и времени экспозиции кислоты в пищеводе более 6 % у пациента с нормальной слизистой пищевода по данным ВГДС, а также при выявлении катарального или эрозивного эзофагита степени А или В у пациента с изжогой, первым этапом следует проводить лечение ИПП в стандартных дозах согласно существующим рекомендациям. При выборе операции в подобных случаях важно оценить наличие противопоказаний к ГШ и комплаентность пациента, предварительно обсудив с ним вероятность усугубления симптоматики после ПРЖ с возможностью последующей медикаментозной терапии. Контроль ВГДС после курса ИПП может помочь в выборе операции (ГШ при рефрактерной ГЭРБ, ПРЖ в случае успешного заживления слизистой).

При выявлении у пациента с изжогой тяжелой ГЭРБ (эрозивный эзофагит С или D степени) проводится стандартный 8-недельный курс ИПП с обязательным эндоскопическим контролем заживления слизистой. В качестве бариатрической операции следует рассматривать ГШ, а в послеоперационном периоде производить наблюдение пациента совместно с гастроэнтерологом.

Выбор бариатрической операции при других причинах изжоги

Изжога является характерным проявлением не только ГЭРБ, но и ряда других патологий. В первую очередь, дифференциальную диагностику следует проводить с гиперсенситивным пищеводом и функциональной изжогой.

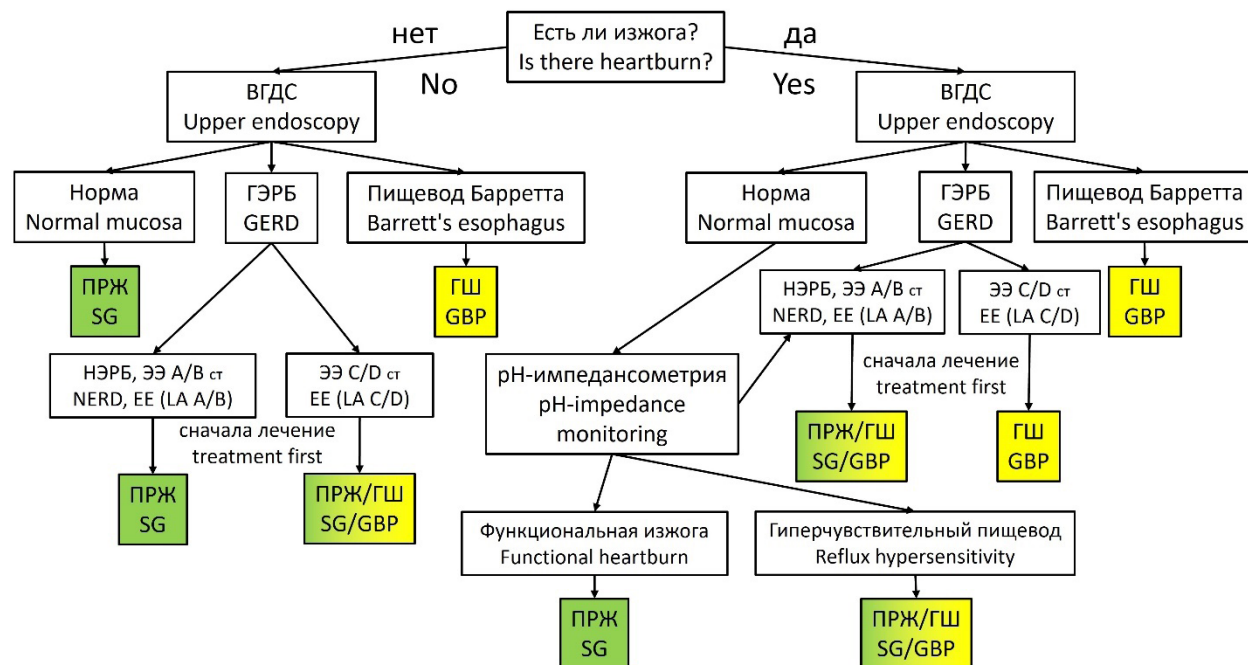
Гиперсенситивный пищевод или гиперчувствительность пищевода к рефлюксу характеризуется возникновением изжоги при физиологическом ретроградном забросе кислого содержимого желудка. Физиологическим считается выявление менее 40 рефлюксов за 24 часа проведения рН-импедансометрии с общим временем закисления ($\text{pH} < 4,0$) пищевода менее 4 % от всего периода наблюдения. Более 80 рефлюксов (вспомогательный критерий) и время экспозиции кислоты в пищеводе более 6 % за сутки (основной критерий) является достаточным основанием для установления диагноза ГЭРБ, в том числе при отсутствии эндоскопических изменений в пищеводе (НЭРБ) [17].

Для подтверждения гиперчувствительности пищевода, помимо доказательства триггерной роли физиологических рефлюксов в возникновении симптомов (изжоги и загрудинной боли), необходимо исключить органическую патологию пищевода с помощью эндоскопического и гистологического исследования (в том числе эозинофильный эзофагит), а также расстройства его моторики (ахалазия, обструкция пищеводно-желудочного перехода, диффузный эзофагоспазм, отсутствие перистальтики, пищевод по типу «отбойного молотка»).

При функциональной изжоге связь между забросом кислого содержимого в пищевод и появлением симптоматики не определяется, иными словами, рефлюкс не является триггерным фактором. В дополнение к этому, согласно Римским критериям IV, для функциональной изжоги не характерно облегчение симптомов при назначении оптимальной антисекреторной терапии. Для подтверждения диагноза так же, как и для гиперсенситивного пищевода, необходимо исключить ГЭРБ (с применением рН-импедансометрии), эозинофильный эзофагит и основные расстройства моторики пищевода. Стоит отметить, что перечисленные патологии могут присутствовать у пациента одновременно в различных сочетаниях, например, с формированием перекреста ГЭРБ/функциональная изжога или ГЭРБ / гиперсенситивный пищевод [18, 19, 20].

Если пациента беспокоит изжога, но при ЭГДС изменений в пищеводе выявлено не было, следует провести рН-импедансометрию. При отсутствии связи между забросом кислого содержимого желудка в пищевод в рамках физиологического рефлюкса и возникновением жалоб у пациента, наиболее вероятным диагнозом является функциональная изжога (необходимо также исключить эозинофильный эзофагит и другие нарушения моторики пищевода). В этом случае ПРЖ не повлияет на симптоматику пациента в послеоперационном периоде, и потому она может быть рассмотрена как операция выбора. Если по данным рН-имедансометрии физиологический рефлюкс вызывает ощущение изжоги у пациента, то при исключении прочих патологий (см. выше) наиболее вероятен диагноз гиперсенситивного пищевода. В подобном случае важно объяснить пациенту, что после выполнения ПРЖ имеющаяся симптоматика может усилиться, однако существуют медикаментозные средства ее коррекции. Решение о выборе операции рекомендуется принимать совместно с пациентом после подробного обсуждения всех «за» и «против».

На основании приведенных выше данных нами разработан алгоритм выбора бариатрической операции у пациента с изжогой и/или ГЭРБ (рис. 2).



*ВГДС – видеогастродуоденоскопия (Upper endoscopy), ГЭРБ – гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (GERD – gastroesophageal reflux disease), НЭРБ – неэрозивная рефлюксная болезнь (NERD – nonerosive reflux disease), ЭЭ – эрозивный эзофагит, степени указаны по Лос-Анджелесской классификации рефлюкс-эзофагита (EE – erosive esophagitis, LA – Los Angeles classification)

Рис. 2. Алгоритм выбора бариатрической операции
Fig. 2. Algorithm for choosing a bariatric surgery

Заключение

Согласно последним рекомендациям, позиция Международной федерации хирургии ожирения и метаболических нарушений (IFSO) в отношении ГЭРБ определяется рядом следующих постулатов [21]:

- поскольку в популяции с избыточной массой тела или ожирением риск развития ГЭРБ и ее осложнений в 1,5 – 3 раза выше, чем у лиц с нормальной массой тела [22], бариатрическая хирургия эффективна для контроля ГЭРБ и показана пациентам с морбидным ожирением, имеющим признаки и/или клинические симптомы тяжелой рефлюксной болезни;
- ГЭРБ является наиболее частым хирургическим осложнением после ПРЖ со средней частотой от 7 до 9 % [23], однако результаты большинства имеющихся в настоящее время исследований противоречивы, что оставляет представление о влиянии ПРЖ на течение ГЭРБ предметом дискуссий [24].
- На сегодняшний день, хирургическая тактика при выборе бариатрической операции определяется следующими рекомендациями IFSO:
 - У пациентов с ожирением и тяжелой ГЭРБ операция ГШ является процедурой выбора (уровень доказательности 2, степень рекомендации В).

- Симптомы ГЭРБ не являются противопоказанием к ПРЖ (Уровень доказательности 3, степень рекомендации С).

Разработанный алгоритм позволяет тщательнее подойти к выбору типа бариатрической операции для пациентов с изжогой и/или эзофагитом. Кроме этого, используя алгоритм, хирург может обоснованно аргументировать тактику выбранного лечения. Систематизированный подход при определении показаний к бариатрической операции позволит более корректно оценивать полученные отдаленные результаты.

Безусловно, при выборе оперативного вмешательства необходима комплексная оценка пациента, учитывающая все показания и противопоказания к ПРЖ и ГШ, в особенности такие как наличие сахарного диабета, курение, планирование беременности и другие. Также в комплексе следует учитывать желание самого пациента и экономическую составляющую. Представленный алгоритм выбора бариатрического вмешательства предлагается для внедрения в широкую клиническую практику.

Список литературы:

1. Ивашкин В.Т., Маев И.В., Трухманов А.С., Лапина Т.Л., Стоинова О.А., Зайратьянц О.В., Дронова О.Б., Кучерявый Ю.А.,

Пирогов С.С., Сайфутдинов Р.Г., Успенский Ю.П., Шептулин А.А., Андреев Д.Н., Румянцев Д.Е. Рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению гастроэзофагеальной рефлюксной болезни. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*, 2020. № 30(4). С. 70–97. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2020-30-4-70-97>

2. Старостин Б.Д. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (часть 1). Эпидемиология факторы риска. *Гастроэнтерология Санкт-Петербурга*, 2014. № 1-2. С. 2–14.

3. Анаев Э.Х., Бобков Е.В. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь при бронхиальной астме. *Практическая пульмонология*, 2020. № 2. С. 22–32.

4. Leodolter A., Penagini R. On-demand therapy is a valid strategy in GERD patients: pros and cons. *Dig Dis.*, 2007, № 25(3), pp. 175–178. <https://doi.org/10.1159/000103880>

5. Savarino E., de Bortoli N., De Cassan C., Della Coletta M., Bartolo O., Furnari M., Ottonello A., Marabotto E., Bodini G., Savarino V. The natural history of gastro-esophageal reflux disease: a comprehensive review. *Dis Esophagus*, 2017, № 30(2), pp. 1–9. <https://doi.org/10.1111/dote.12511>

6. Isshi K., Matsuhashi N., Joh T., Higuchi K., Iwakiri K., Kamiya T., Manabe N., Nakada T., Ogawa M., Arihiro S., Haruma K., Nakada K. Clinical features and therapeutic responses to proton pump inhibitor in patients with severe reflux esophagitis: A multicenter prospective observational study. *JGH Open*, 2020, № 5(1), pp. 99–106. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12455>

7. Vilallonga R., Sanchez-Cordero S., Umpiérrez Mayor N., Molina A., Cirera de Tudela A., Ruiz-Úcar E., Carrasco M.A. GERD after Bariatric Surgery. Can We Expect Endoscopic Findings? *Medicina (Kaunas)*, 2021, № 57(5), p. 506. <https://doi.org/10.3390/medicina57050506>

8. Signorini F., Olguín S., Viscido G., Obeide L., Moser F. Esophagitis evolution after sleeve gastrectomy or gastric bypass in consecutive cases. *Surg Endosc.*, 2020, № 34(10), pp. 4330–4335. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-07199-7>

9. Gu L., Chen B., Du N., Fu R., Huang X., Mao F., Khadaroo P.A., Zhao S. Relationship Between Bariatric Surgery and Gastroesophageal Reflux Disease: a Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg.*, 2019, № 29(12), pp. 4105–4113. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04218-3>

10. Peterli R., Wölnerhanssen B.K., Peters T., Vetter D., Kröll D., Borbély Y., Schultes B., Beglinger C., Drewe J., Schiesser M., Nett P., Bueter M. Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass on Weight Loss in Patients With Morbid Obesity: The SM-BOSS Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 2018, № 319(3), pp. 255–265. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.20897>

11. Gibson S.C., Le Page P.A., Taylor C.J. Laparoscopic sleeve gastrectomy: review of 500 cases in single surgeon Australian practice. *ANZ J Surg*, 2015, № 85(9), pp. 673–677. <https://doi.org/10.1111/ans.12483>

12. Moon Han S., Kim W.W., Oh J.H. Results of laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) at 1 year in morbidly obese Korean patients. *Obes Surg*, 2005, № 15(10), pp. 1469–1475. <https://doi.org/10.1381/096089205774859227>

13. Borbély Y., Kröll D., Nett P.C., Moreno P., Tutuian R., Lenglinger J. Radiologic, endoscopic, and functional patterns in patients with symptomatic gastroesophageal reflux disease after Roux-en-Y gas-

tric bypass. *Surg Obes Relat Dis.*, 2018, № 14(6), pp. 764–768. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2018.02.028>

14. Bevilacqua L.A., Obeid N.R., Yang J., Zhu C., Altieri M.S., Spaniolas K., Pryor A.D. Incidence of GERD, esophagitis, Barrett's esophagus, and esophageal adenocarcinoma after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis.*, 2020, № 16(11), pp. 1828–1836. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2020.06.016>

15. Stenard F., Iannelli A. Laparoscopic sleeve gastrectomy and gastro-esophageal reflux. *World J Gastroenterol*, 2015, № 21(36), pp. 10348–10357. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i36.10348>

16. Małczak P., Pisarska-Adamczyk M., Zarzycki P., Wysocki M., Major P. Hiatal Hernia Repair during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: Systematic Review and Meta-analysis on Gastroesophageal Reflux Disease symptoms changes. *Pol Przegl Chir.*, 2021, № 93(5), pp. 1–5. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.9356>

17. Gyawali C.P., Kahrilas P.J., Savarino E., Zerbib F., Mion F., Smout A.J.P.M., Vaezi M., Sifrim D., Fox M.R., Vela M.F., Tutuian R., Tack J., Bredeñoord A.J., Pandolfino J., Roman S. Modern diagnosis of GERD: the Lyon Consensus. *Gut*, 2018, № 67(7), pp. 1351–1362. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314722>

18. Маев И.В., Баркалова Е.В., Овсепян М.А., Кучерявый Ю.А., Андреев Д.Н. Возможности рН-импедансометрии и манометрии высокого разрешения при ведении пациентов с рефрактерной гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью. *Терапевтический архив*, 2017. № 89(2). С. 76–83. <https://doi.org/10.17116/terarkh201789276-83>

19. Баркалова Е.В., Кучерявый Ю.А., Овсепян М.А., Маев И.В., Андреев Д.Н. Изжога у больных без эзофагита: дифференциальная диагностика. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*, 2018. № 158(10). С. 74–79. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-158-10-74-79>

20. Шептулин А.А., Кайбышева В.О. Функциональная изжога и гиперчувствительность пищевода к рефлюксу. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*, 2017. № 27(2). С. 13–18. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2017-27-2-13-18>

21. De Luca M., Angrisani L., Himpens J., Busetto L., Scopinaro N., Weiner R., Sartori A., Stier C., Lakdawala M., Bhaskar A.G., Buchwald H., Dixon J., Chiappetta S., Kolberg H.C., Frühbeck G., Sarwer D.B., Suter M., Soricelli E., Blüher M., Vilallonga R., Sharma A., Shikora S. Indications for Surgery for Obesity and Weight-Related Diseases: Position Statements from the International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO). *Obes Surg.*, 2016, № 26(8), pp. 1659–1696. <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2271-4>

22. Kubo A., Corley D.A. Body mass index and adenocarcinomas of the esophagus or gastric cardia: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 2006, № 15(5), pp. 872–878. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-05-0860>

23. Gagner M., Deitel M., Erickson A.L., Crosby R.D. Survey on laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) at the Fourth International Consensus Summit on Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg.*, 2013, № 23(12), pp. 2013–2017. <https://doi.org/10.1007/s11695-013-1040-x>

24. Chiu S., Birch D.W., Shi X., Sharma A.M., Karmali S. Effect of sleeve gastrectomy on gastroesophageal reflux disease: a systematic review.

Surg Obes Relat Dis., 2011, № 7(4), pp. 510–515. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2010.09.011>

References:

1. Ivashkin V.T., Maev I.V., Trukhmanov A.S., Lapina T.L., Storonova O.A., Zayratyants O.V., Dronova O.B., Kucheryavyy Yu.A., Pirogov S.S., Sayfutdinov R.G., Uspenskiy Yu.P., Sheptulin A.A., Andreev D.N., Rumyantseva D.E. Recommendations of the Russian Gastroenterological Association in Diagnosis and Treatment of Gastroesophageal Reflux Disease. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*, 2020, № 30(4), pp. 70–97. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2020-30-4-70-97> (In Russ.)

2. Starostin B.D. Gastroesophageal reflux disease (Part I). Epidemiology, risk factors. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga*, 2014, № 1–2, pp. 2–14. (In Russ.)

3. Anaev E.H., Bobkov E.V. Gastroesophageal reflux disease in bronchial asthma. *Prakticheskaya pulmonologiya*, 2020, № 2, pp. 22–32. (In Russ.)

4. Leodolter A., Penagini R. On-demand therapy is a valid strategy in GERD patients: pros and cons. *Dig Dis*, 2007, № 25(3), pp. 175–178. <https://doi.org/10.1159/000103880>

5. Savarino E., de Bortoli N., De Cassan C., Della Coletta M., Bartolo O., Furnari M., Ottonello A., Marabotto E., Bodini G., Savarino V. The natural history of gastro-esophageal reflux disease: a comprehensive review. *Dis Esophagus*, 2017, № 30(2), pp. 1–9. <https://doi.org/10.1111/dote.12511>

6. Isshi K., Matsuhashi N., Joh T., Higuchi K., Iwakiri K., Kamiya T., Manabe N., Nakada T., Ogawa M., Arihiro S., Haruma K., Nakada K. Clinical features and therapeutic responses to proton pump inhibitor in patients with severe reflux esophagitis: A multicenter prospective observational study. *JGH Open*, 2020, № 5(1), pp. 99–106. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12455>

7. Vilallonga R., Sanchez-Cordero S., Umpiérrez Mayor N., Molina A., Cirera de Tudela A., Ruiz-Úcar E., Carrasco M.A. GERD after Bariatric Surgery. Can We Expect Endoscopic Findings? *Medicina (Kaunas)*, 2021, № 57(5), p. 506. <https://doi.org/10.3390/medicina57050506>

8. Signorini F., Olguín S., Viscido G., Obeide L., Moser F. Esophagitis evolution after sleeve gastrectomy or gastric bypass in consecutive cases. *Surg Endosc*, 2020, № 34(10), pp. 4330–4335. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-07199-7>

9. Gu L., Chen B., Du N., Fu R., Huang X., Mao F., Khadaroo P.A., Zhao S. Relationship Between Bariatric Surgery and Gastroesophageal Reflux Disease: a Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*, 2019, № 29(12), pp. 4105–4113. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04218-3>

10. Peterli R., Wölnerhanssen B.K., Peters T., Vetter D., Kröll D., Borbély Y., Schultes B., Beglinger C., Drewe J., Schiesser M., Nett P., Bueter M. Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass on Weight Loss in Patients With Morbid Obesity: The SM-BOSS Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 2018, № 319(3), pp. 255–265. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.20897>

11. Gibson S.C., Le Page P.A., Taylor C.J. Laparoscopic sleeve gastrectomy: review of 500 cases in single surgeon Australian practice. *ANZ J Surg*, 2015, № 85(9), pp. 673–677. <https://doi.org/10.1111/ans.12483>

12. Moon Han S., Kim W.W., Oh J.H. Results of laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) at 1 year in morbidly obese Korean patients. *Obes Surg*, 2005, № 15(10), pp. 1469–1475. <https://doi.org/10.1381/096089205774859227>

13. Borbély Y., Kröll D., Nett P.C., Moreno P., Tutuian R., Lenglinger J. Radiologic, endoscopic, and functional patterns in patients with symptomatic gastroesophageal reflux disease after Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*, 2018, № 14(6), pp. 764–768. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2018.02.028>

14. Bevilacqua L.A., Obeid N.R., Yang J., Zhu C., Altieri M.S., Spaniolas K., Pryor A.D. Incidence of GERD, esophagitis, Barrett's esophagus, and esophageal adenocarcinoma after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis*, 2020, № 16(11), pp. 1828–1836. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2020.06.016>

15. Stenard F., Iannelli A. Laparoscopic sleeve gastrectomy and gastroesophageal reflux. *World J Gastroenterol.*, 2015, № 21(36), pp. 10348–10357. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i36.10348>

16. Małczak P., Pisarska-Adamczyk M., Zarzycki P., Wysocki M., Major P. Hiatal Hernia Repair during Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: Systematic Review and Meta-analysis on Gastroesophageal Reflux Disease symptoms changes. *Pol Przegl Chir.*, 2021, № 93(5), pp. 1–5. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.9356>

17. Gyawali C.P., Kahrilas P.J., Savarino E., Zerbib F., Mion F., Smout A.J.P.M., Vaezi M., Sifrim D., Fox M.R., Vela M.F., Tutuian R., Tack J., Brede-noord A.J., Pandolfino J., Roman S. Modern diagnosis of GERD: the Lyon Consensus. *Gut*, 2018, № 67(7), pp. 1351–1362. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314722>

18. Maev I.V., Barkalova E.V., Ovsepyan M.A., Kucheryavyy Yu.A., Andreev D.N. Possibilities of pH impedance and high-resolution manometry in managing patients with refractory gastroesophageal reflux disease. *Terapevticheskii Arkhiv*, 2017, № 89(2), pp. 76–83. <https://doi.org/10.17116/terarkh201789276-83> (in Russ.)

19. Barkalova E.V., Kucheryavyy Yu.A., Ovsepyan M.A., Maev I.V., Andreev D.N. Heartburn in patients without esophagitis. differential diagnosis. *Experimental and Clinical Gastroenterology*, 2018, № 158(10), pp. 74–79. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-158-10-74-79> (in Russ.)

20. Sheptulin A.A., Kaybysheva V.O. Functional heartburn and reflux hypersensitivity syndrome (according to the Rome-IV functional esophageal disease diagnostic criteria). *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*, 2017, № 27(2), pp. 13–18. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2017-27-2-13-18> (In Russ.)

21. De Luca M., Angrisani L., Himpens J., Busetto L., Scopinaro N., Weiner R., Sartori A., Stier C., Lakdawala M., Bhaskar A.G., Buchwald H., Dixon J., Chiappetta S., Kolberg H.C., Frühbeck G., Sarwer D.B., Suter M., Soricelli E., Blüher M., Vilallonga R., Sharma A., Shikora S. Indications for Surgery for Obesity and Weight-Related Diseases: Position Statements from the International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO). *Obes Surg*, 2016, № 26(8), pp. 1659–1696. <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2271-4>

22. Kubo A., Corley D.A. Body mass index and adenocarcinomas of the esophagus or gastric cardia: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 2006, № 15(5), pp. 872–878. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-05-0860>

23. Gagner M., Deitel M., Erickson A.L., Crosby R.D. Survey on laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) at the Fourth International Consensus Summit on Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg*, 2013, № 23(12), pp. 2013–2017. <https://doi.org/10.1007/s11695-013-1040-x>

24. Chiu S., Birch D.W., Shi X., Sharma A.M., Karmali S. Effect of sleeve gastrectomy on gastroesophageal reflux disease: a systematic review. *Surg Obes Relat Dis.*, 2011, № 7(4), pp. 510–515. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2010.09.011>

Сведения об авторах:

Берко Олеся Михайловна – врач-гастроэнтеролог, гастроэнтерологический центр «Эксперт»; 197110, ул. Пионерская д. 16, Санкт-Петербург, Россия; berkoolesya@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7379-6896>

Корнюшин Олег Викторович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник НИЛ хирургической коррекции метаболических нарушений, старший научный сотрудник НИЛ метаболизма миокарда, врач-хирург ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, 197341, ул. Аккуратова д.2, Санкт-Петербург, Россия; o.kornyushin@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3454-4690>

Мехтиев Сабир Насрединович – доктор медицинских наук, профессор кафедры терапии госпитальной с курсом аллергологии и иммунологии имени академика М.В. Черноруцкого с клиникой, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова; 197022, ул. Льва Толстого д. 6–8, Санкт-Петербург, Россия; председатель гепатосекции Санкт-Петербургского общества терапевтов имени С.П. Боткина; главный врач, гастроэнтерологический центр «Эксперт»; 197110, ул. Пионерская д. 16, Санкт-Петербург, Россия; sabirm@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7367-9219>

Неймарк Александр Евгеньевич – кандидат медицинских наук, доцент, руководитель лаборатории НИЛ хирургии метаболических нарушений, ведущий научный сотрудник, врач-хирург ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, 197341, ул. Аккуратова д.2, Санкт-Петербург, Россия; врач-хирург, гастроэнтерологический центр «Эксперт»; 197110, ул. Пионерская д. 16, Санкт-Петербург, Россия; sas_spb@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4925-0126>

Information about the authors:

Berko Olesya Mikhailovna – gastroenterologist, gastroenterological center “Expert”; 197110, st. Pionerskaya 16, St. Petersburg, Russia; berkoolesya@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7379-6896>

Kornyushin Oleg Viktorovich – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher at the Research Laboratory for Surgical Correction of Metabolic Disorders, Senior Researcher at the Research Laboratory of Myocardial Metabolism, Surgeon of the N.N. V. A. Almazov, Ministry of Health of Russia, 197341, st. Akkuratova 2, St. Petersburg, Russia; o.kornyushin@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3454-4690>

Mehtiyev Sabir Nasredinovich – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Hospital Therapy with a Course of Allergology and Immunology named after Academician M.V. Chernorutsky with the clinic, First St. Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlova; 197022, st. Leo Tolstoy, 6–8, St. Petersburg, Russia; Chairman of the Hepatosection of the St. Petersburg Society of Therapists named after S.P. Botkin; chief physician, gastroenterological center “Expert”; 197110, st. Pionerskaya 16, St. Petersburg, Russia; sabirm@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7367-9219>

Neimark Alexander Evgenievich – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of the Research Laboratory for Surgery of Metabolic Disorders, Leading Researcher, Surgeon of the Federal State Budgetary Institution “N.N. V. A. Almazov, Ministry of Health of Russia, 197341, st. Akkuratova 2, St. Petersburg, Russia; surgeon, gastroenterological center “Expert”; 197110, st. Pionerskaya 16, St. Petersburg, Russia; sas_spb@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4925-0126>