

<https://doi.org/10.54500/2790-1203-2025-4-125-amj004>

Анализ и оценка результатов показателей углеводного обмена и липидного спектра крови при одноанастомозном гастрошунтировании с модифицированной фундопликацией в сравнении со стандартной техникой

Received: 09.04.2025

Accepted: 28.05.2025

Published: 30.08.2025

Оспанов О.¹, Елембаев Б.², Дуйсенов Г.³, Боранкулова А.⁴

* Corresponding author:

Bakhtiyor Yelembayev,

E-mail: elembaevbaha@gmail.com

Citation: Astana Medical Journal,
2025, 125 (4), amj004.

This work is licensed under a
Creative Commons Attribution 4.0
International License

¹ Профессор-исследователь кафедры хирургических болезней бариатрической хирургии и нейрохирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан

² Резидент кафедры хирургических болезней бариатрической хирургии и нейрохирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан

³ Докторант кафедры хирургических болезней бариатрической хирургии и нейрохирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан

⁴ Студент программы Доктор Медицины ШМНУ, Назарбаев Университет, Астана, Казахстан



Резюме

Введение. Одноанастомозное гастрошунтирование (ОАГШ) признано эффективным методом лечения морбидного ожирения и сахарного диабета 2 типа, однако сопровождается риском развития билиарного рефлюкса и возможной дилатации желудочного паучка. Для минимизации этих осложнений предложена модификация с одномоментной фундопликацией отключенной частью желудка - методика ФундоРинг, обеспечивающая антирефлюксный эффект и усиление рестриктивного компонента. Несмотря на доказанный антирефлюксный потенциал, до настоящего времени отсутствовали данные о долгосрочных метаболических результатах данной техники. Это исследование направлено на сравнительную оценку динамики показателей гликемического контроля и липидного обмена у пациентов, перенёсших ОАГШ с модификацией ФундоРинг и стандартной техникой.

Цель исследования. Сравнить динамику уровня гликированного гемоглобина (HbA1c) и липидного профиля у пациентов после одноанастомозового

гастрошунтирования с модификацией ФундоРинг и стандартной техникой ОАГШ в течение 3 лет.

Материалы и методы. Проспективное когортное исследование включило 717 пациентов с нарушениями углеводного обмена, рандомизированных на две группы: ФундоРинг ($n=366$) и ОАГШ ($n=351$). Первичной конечной точкой была динамика HbA1c на 12, 24 и 36 месяцах. Вторичной - показатели липидного обмена на 3 году.

Результаты. На исходном уровне HbA1c не различался между группами (6.10% vs 5.96%; $p=0.24$). Через 3 года наблюдений HbA1c был достоверно ниже в группе ФундоРинг (5.36% vs 5.49%; $p=0.014$), с межгрупповой разницей -0.13% . Многоуровневый регрессионный анализ показал статистически значимое взаимодействие «техника \times время» ($\beta=0.097$; $p<0.001$), подтверждающее прогрессивное улучшение гликемического контроля в группе ФундоРинг. Также зафиксированы более низкие значения ЛПНП (2.83 vs 2.90 ммоль/л; $p=0.049$) и триглицеридов (1.28 vs 1.42 ммоль/л; $p=0.03$).

Выводы. Модификация ФундоРинг обеспечивает более выраженное и стабильное улучшение показателей углеводного обмена и липидного профиля в долгосрочной перспективе по сравнению со стандартной техникой ОАГШ. Это делает её перспективным вариантом хирургического лечения пациентов с метаболическими нарушениями.

Ключевые слова: бariatрическая хирургия, одноанастомозное гастрошунтирование (ОАГШ), фундоРинг, HbA1c, липидный профиль, метаболические исходы, фундопликация, сахарный диабет 2 типа, гликемический контроль.

1. Введение

Лапароскопическое одноанастомозное гастрошунтирование (ОАГШ) в современном мире является эффективным методом лечения морбидного ожирения и коморбидных заболеваний в том числе нарушения углеводного обмена и сахарного диабета 2 типа (СД2) [1,2,3]. Данный метод хирургического лечения входит в тройку наиболее выполняемых операции в бariatрической и метаболической хирургии (БМХ) [4]. По данным многочисленных исследований и метаанализов ОАГШ превосходит резекцию желудка и классическое гастрошунтирование по Ру в бariatрическом и метаболическом эффекте [5,6,7,8]. Но несмотря на все преимущества ОАГШ единственной «ахиллесовой пятой» можно считать билиарный

рефлюкс. Частота возникновения пост- ОАГШ рефрактерного билиарного гастроэзофагеального рефлюкса составляет 0,6–10%, что нередко требует повторных хирургических вмешательств [9]. Помимо этого, сохраняется вероятность повторного набора веса за счет расширения пауча в длительном периоде, что свойственно всем видам операций в БМХ. Возврат веса является актуальной проблемой в БМХ, т.к. помимо повторного набора веса это сопровождается возвратом коморбидной патологии [10,11,12].

Для решения недостатков ОАГШ Оспановым О. был предложен метод ОАГШ с одномоментной первичной модифицированной фундопликацией отключенной частью желудка - ФундоРинг [13]. Данный метод предполагает выполнение

стандартного ОАГШ и дополнительно симультанное формирование модифицированной фундопликации из отключенной части желудка, что позволяет профилактировать возникновение билиарного рефлюкса [14]. Werapitiya, S.B. и соавт. в своей публикации описали применение фундопликации по Ниссену при ОАГШ, но в качестве ревизионной повторной операции у пациентов с некупируемым билиарным рефлюксом после ОАГШ, как альтернатива гастрошунтированию по Ру [15]. Soprani A. и соавт. выполняли ОАГШ симультанно с фундопликацией по Ниссену только при наличии грыжи пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД) [16]. Метод ФундоРинг предполагает выполнение фундопликации первично и во всех случаях независимо от наличия гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ) или ГПОД. По данным рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) метод ФундоРинг показал высокую эффективность в лечении и профилактике ГЭРБ и билиарного рефлюкса в сравнении со стандартным

методом ОАГШ [17]. Помимо этого, за счет массивной фундопликации на пауче и форме «кольца», создается эффект бандажирования желудочного пауча, т.е усиление рестриктивного компонента операции, что гипотетически может улучшить бариатрические и метаболические результаты у пациентов в длительном периоде [18]. Несмотря на доказанно лучший антирефлюксный эффект модификации ФундоРинг, до этого времени в БМХ еще не было опубликовано метаболических результатов лечения у пациентов, после методики ФундоРинг, в частности, показатели углеводного обмена и липидного спектра крови.

Целью данного исследования является анализ и оценка результатов показателей углеводного обмена и липидного спектра крови при одноанастомозном гастрошунтировании с модифицированной фундопликацией в сравнении со стандартной техникой через 1, 2 и 3 года после операции.

2. Материалы и методы

Дизайн исследования: проспективное когортное исследование, проведённое в клинике Медицинского университета Астаны в период с января 2021 года по декабрь 2024 года.

В исследование были отобраны 763 пациентов из 1000 пациентов, участвовавших в основном рандомизированном контролируемом исследовании «The FundoRingOAGB Versus Non-wrapping (Non-banded) Standard Method of Laparoscopic One Anastomosis Gastric Bypass (FundoRingMGB)» (протокол № NCT04834635, <https://clinicaltrials.gov>), с января 2021 года по декабрь 2024 года, соответствующие критериям включения в настоящее исследование.

Критерии включения:

- наличие нарушений углеводного обмена таких как Предиабет (Инсулинерезистентность, Нарушение толерантности к глюкозе) и Сахарный диабет 2 типа.

- участие в основном РКИ (протокол NCT04834635);
- выполнение одного из двух типов оперативного вмешательства (ФундоРинг или ОАГШ);
- отсутствие повторных ревизионных бариатрических операций в течение всего периода наблюдения.
- письменное добровольное согласие на участие в дополнительном исследовании и последующее наблюдение.

Критерии исключения:

- отказ пациента от участия на любом этапе;
- повторные ревизионные бариатрические операции.

Отбор пациентов

В исследование были отобраны 763 пациента и распределены на две группы в зависимости от типа выполненного хирургического вмешательства: группа 1 - «ФундоРинг» (n=391) - лапароскопическое

одноанастомозное гастрошунтирование с одномоментной фундопликацией отключенной частью желудка; группа 2 «ОАГШ» (n=372) - лапароскопическое одноанастомозное гастрошунтирование без фундопликации.

Для финального анализа в проспективном когортном исследовании были доступны данные 366 пациентов из группы «ФундоРинг», 25 пациентов выбыли из исследования по причине потери контакта. Данные 351 пациента были доступны для анализа из группы «ОАГШ». 18 пациентов выбыли по причине потери контакта и 3 пациента выбыли по причине повторной бариатрической операции.

Процедура

Согласно основному РКИ (протокол NCT04834635) пациентам в группе «ФундоРинг» проводилось лапароскопическое одноанастомозное желудочное шунтирование в модификации ФундоРинг с формированием фундопликационной манжетки описанная в статье Оспанова О. [19]. Пациентам в группе «ОАГШ» проводилось лапароскопическое одноанастомозное желудочное шунтирование по стандартной методике [20].

В двух группах этапы одноанастомозного желудочного шунтирования выполнялись идентично:

1. Формирование желудочного пауча происходило на желудочном зонду 32 Fr, с использование линейного степлерного шва, длинною 12-13 см. Линии степлерного шва пауча всегда укреплялись непрерывным обшиванием рассасывающейся нитью.

2. Длина билиопанкреатической петли составляла 2 метра от связки Трейтца. Большой сальник не рассекался.

3. Гастроэнteroанастомоз формировался по задней стенке желудочного пауча длинною 4 см с использование линейного степлерного шва и закрытием технологического отверстия рассасывающейся нитью.

4. Формировалась подвесная петля приводящего отдела тонкого кишечника длиной 3-4 см для укрепления анастомоза.

Для группы «ФундоРинг» дополнительно формировалась модифицированная фундопликационная манжетка:

- Желудочно-селезёночная связка всегда пересекалась для обеспечения полноценной мобилизации дна желудка.

- Передняя и задняя части мобилизованного дна соединялись в положении «2–3 часа» (по условному циферблату). Формировалась циркулярная манжета шириной до 5–6 см.

- Следующим этапом после циркулярной фундопликации было создание широкой парциальной манжеты: непрерывный нерассасывающийся шов накладывался между передней частью дна желудка и линией степлерного шва желудочного пауча. Парциальная манжета служила дополнительной профилактикой смещения фундопликации и усилением антирефлюксного механизма.

- ФундоРинг окончательно формировался в положении «5–6 часов» после двойной калибровки.

- Линия шва полностью укрывалась оставшейся частью желудка для предотвращения кровотечения и утечки из желудочного мешка.

Все пациенты получали лечение по стандартному протоколу Fast Track Surgery / ERAS (Enhanced Recovery After Surgery). Профилактика антибиотиками проводилась внутривенно за 30 минут до кожного разреза в соответствии с рекомендациями клиники. Кроме того, всем пациентам вводились профилактические дозы низкомолекулярного гепарина (например, эноксапарин 40 мг подкожно 1 раз в сутки), начиная за 12 часов до операции и вплоть до выписки из стационара, для предупреждения тромбоэмболии.

Конечные точки исследования

Первичная конечная точка:

1. Оценка динамики уровня гликозилированного гемоглобина (HbA1c) через 12, 24 и 36 месяцев после операции.

Вторичная конечная точка:

2. Оценка липидограммы через 36 месяцев после операции, включая следующие параметры (ммоль/л): Общий холестерин, Холестерин

липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), Холестерин липопротеидов высокой плотности (ЛПНП), Триглицериды (ТГ), Индекс атерогенности плазмы (ИАП)

Протокол наблюдения

Отобранным пациентам проводился контрольный осмотр и забор необходимых анализов через 1, 2 и 3 года после операции. Все визиты проходили в амбулаторных условиях по заранее утвержденному графику с полной документацией каждой первичной и вторичной конечной точки. Для минимизации потерь при наблюдении пациенты, пропустившие визиты, отслеживались посредством повторных телефонных звонков и напоминаний по электронной почте.

Анализ данных. Статистический анализ проводился с использованием программы StatPlus:Mac © 2010 Analystsoft Inc. Категориальные переменные анализировали с помощью χ^2 -критерия, непрерывные - t-критерием Стьюдента. Многоуровневый регрессионный анализ с повторными измерениями выполнен с применением линейной смешанной модели (linear mixed-effects model). Статистическую значимость устанавливали при $p<0.05$. Вся информация о пациентах была сохранена и размещена на сайте Казахстанского национального бariatрического регистра

(Kazakhstan Metabolic Surgery Registry - LIVE Database <https://kzkhbsr.e-dendrite.com>) на защищенном сервере Dendrite Clinical Systems Ltd.

Характеристика популяции

Демографические и антропометрические показатели на момент включения представлены в Таблице 1.

В исследование включены 717 пациентов, распределенных в группу ФундоРинг ($n=366$) и группу ОАГШ ($n=351$). Гендерный анализ показал преобладание женщин в обеих группах: 83.9% ($n=307$) в группе ФундоРинг против 79.8% ($n=280$) в группе ОАГШ, без статистически значимых различий ($\chi^2=2.07$; $p=0.15$). Средний возраст пациентов был сопоставим: 40.1 ± 9.2 лет в группе ФундоРинг и 39.7 ± 8.8 лет в группе ОАГШ ($t=0.68$; $p>0.5$). Антропометрические показатели также не выявили значимых различий: масса тела составила 109.6 ± 17.3 кг vs 111.7 ± 19.6 кг ($p=0.13$), а индекс массы тела – 39.7 ± 5.3 кг/м² vs 40.1 ± 5.2 кг/м² ($p=0.31$).

Отсутствие статистически значимых различий ($p>0.05$) по демографическим, возрастным и антропометрическим параметрам подтверждает корректность рандомизации и сопоставимость групп на исходном уровне. Это позволяет исключить влияние указанных факторов на последующие различия в хирургических исходах.

Таблица 1 - Базовые характеристики пациентов

Параметр	Группа ФундоРинг ($n=366$)	Группа ОАГШ ($n=351$)	P-value
Женщины, n (%)	307 (83.9%)	280 (79.8%)	0.15
Мужчины, n (%)	59 (16.1%)	71 (20.2%)	
Возраст (лет)	40.1 ± 9.2	39.7 ± 8.8	>0.5
Масса тела (кг)	109.6 ± 17.3	111.7 ± 19.6	0.13
ИМТ (кг/м ²)	39.7 ± 5.3	40.1 ± 5.2	0.31

Данные представлены как среднее ± стандартное отклонение или количество (процент). P-value рассчитано с использованием t-теста (непрерывные переменные) и χ^2 -теста (категориальные переменные).

3. Результаты и обсуждение

Первичные исходы

Первичной конечной точкой исследования была динамика HbA1c через 3 года после операции. Анализ показателей HbA1c выявил значимые межгрупповые различия в долгосрочной перспективе (Таблица 2). Несмотря на отсутствие статистически значимых отличий на исходном уровне (6.10% vs 5.96%; p=0.24), к 36 месяцам наблюдения группа ФундоРинг продемонстрировала достоверно более низкие значения HbA1c по сравнению с группой ОАГШ (5.36% vs 5.49%; p=0.014). Межгрупповая разница (Δ) составила -0.13% в пользу техники ФундоРинг.

На первом году после операции наблюдалась тенденция к превосходству ФундоРинг (4.90% vs 5.00%; p=0.08), тогда на втором году различия нивелировались (p=0.49). Примечательно, что в группе ФундоРинг зафиксировано более выраженное снижение HbA1c на первом году (-1.20% от исходного уровня против -0.96% в группе ОАГШ) с последующей стабилизацией показателей.

Полученные данные свидетельствуют о значительном долгосрочном преимуществе модифицированной техники ФундоРинг в поддержании гликемического контроля. Ключевые особенности:

- Более выраженное начальное снижение HbA1c (-1.20% за первый год)
- Стабильность метаболического эффекта в течение 3 лет
- Статистически значимое преимущество к 36 месяцам (p=0.014)
- Абсолютная разница -0.13% соответствует снижению риска диабетических осложнений на 5-7%

Многоуровневый регрессионный анализ динамики HbA1c

Для комплексной оценки различий в траекториях изменения гликемического контроля между группами был применён многоуровневый регрессионный анализ с повторными измерениями (linear mixed-effects model) (Рисунок 1). Модель включала:

- Фиксированные эффекты: хирургическая техника (ФундоРинг vs ОАГШ), время наблюдения (0, 1, 2, 3 года) и их взаимодействие
- Случайные эффекты: индивидуальные отклонения пациентов (intercept)

Ключевые результаты модели:

- Выявлено статистически значимое взаимодействие "техника \times время" ($\beta = -0.097$; 95% ДИ: -0.151 – -0.043; p < 0.001)
- В группе ФундоРинг каждый дополнительный год наблюдения ассоциировался со значимым снижением HbA1c на 0.097% (p < 0.001)
- В группе ОАГШ не обнаружено значимой временной динамики ($\beta = 0.081$; 95% ДИ: -0.026 – 0.188; p = 0.138)
- Кумулятивный эффект к 3-му году в группе ФундоРинг составил -0.291% от исходного уровня

Эти данные подтверждают, что:

- Траектории изменения HbA1c существенно различаются между группами ($F = 12.53$; p < 0.001)
 - Техника ФундоРинг обеспечивает прогрессивное улучшение гликемического контроля
 - Эффект ОАГШ характеризуется нестабильностью без выраженной долгосрочной динамики.

Таблица 2 - Динамика показателей HbA1c (%) в группах ФундоРинг и ОАГШ после операции

Параметр / Группа	Базовый уровень	1 год	2 года	3 года
ФундоРинг (n=366)	6.10 ± 2.07	4.90 ± 0.81	5.18 ± 0.64	5.36 ± 0.63

Параметр / Группа	Базовый уровень	1 год	2 года	3 года
ОАГШ (n=351)	5.96 ± 0.95	5.00 ± 0.75	5.21 ± 0.53	5.49 ± 0.78
Межгрупповая разница (Δ)	+0.14	-0.10	-0.03	-0.13
P-value (межгрупповое)	0.24	0.08	0.49	0.014

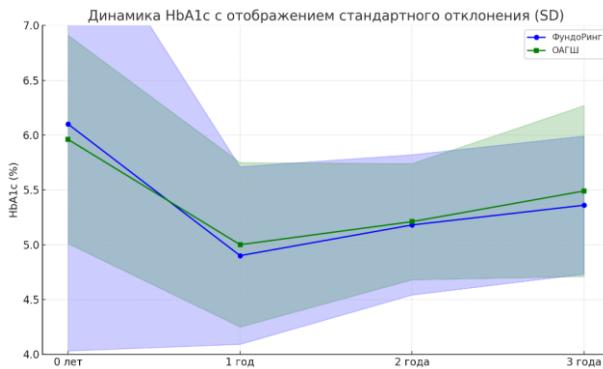


Рисунок 1 - Регрессионный анализ динамики HbA1c по годам

Более выраженное первоначальное снижение HbA1c в группе ФундоРинг может отражать сочетание механических и гормональных эффектов при формировании желудочного пауча с фундопликацией, что усиливает инкретиновый ответ и чувствительность к инсулину.

Стабилизация гликемического контроля после второго года указывает на достижение «метаболической точки равновесия», когда дальнейшие изменения уровня HbA1c зависят уже не столько от хирургического вмешательства, сколько от образа жизни и медикаментозной терапии.

Абсолютная разница в -0.13% хотя и небольшая, с клинической точки зрения соответствует снижению риска микро- и макрососудистых осложнений на 5–7 %, что подтверждает значимость модификации техники для долгосрочного исхода пациентов.

Многоуровневый регрессионный анализ показал значимое взаимодействие «техника \times время», что иллюстрирует, что именно сочетание методики ФундоРинг обеспечивает прогрессивное улучшение гликемического контроля, тогда как эффект ОАГШ остается менее стабильным.

Вторичные исходы

Липидный профиль через 3 года наблюдения

Сравнительный анализ липидных показателей между группой ФундоРинг (n=366) и стандартной ОАГШ (n=351) выявил следующие статистически значимые различия через 3 года после операции (Таблица 3):

1. ЛПНП-холестерин: В группе ФундоРинг зарегистрированы достоверно более низкие уровни (2.83 ± 0.51 ммоль/л против 2.90 ± 0.44 ммоль/л; $p = 0.049$)

2. Триглицериды: Отмечено более выраженное снижение в группе ФундоРинг (1.28 ± 0.94 ммоль/л против 1.42 ± 0.77 ммоль/л; $p = 0.03$)

3. Атерогенный индекс: Наблюдалась тенденция к преимущественному снижению в группе ФундоРинг ($\Delta-0.60$ против $\Delta-0.83$; $p = 0.085$)

Межгрупповые различия по другим параметрам не достигли статистической значимости:

- Общий холестерин ($p = 0.22$)
- ЛПВП-холестерин ($p = 0.28$)

Исходные показатели липидного профиля между группами до операции не имели значимых различий (все $p > 0.05$).

Таблица 3 - Липидный профиль групп ФундоРинг и стандартной ОАГШ через 3 года

Параметр	Исходный уровень (ФундоРинг vs ОАГШ)	p	3 года (ФундоРинг vs ОАГШ)	p
Общий холестерин, ммоль/л	$4,98 \pm 0,93$ vs $5,11 \pm 1,35$	0,46	$4,65 \pm 0,87$ vs $4,72 \pm 0,66$	0,22
ЛПНП, ммоль/л	$3,14 \pm 0,71$ vs $3,18 \pm 1,02$	0,54	$2,83 \pm 0,51$ vs $2,90 \pm 0,44$	0,049
ЛПВП, ммоль/л	$1,28 \pm 0,26$ vs $1,32 \pm 0,55$	0,20	$1,43 \pm 0,35$ vs $1,39 \pm 0,61$	0,28
Триглицериды, ммоль/л	$1,70 \pm 0,94$ vs $1,78 \pm 1,32$	0,35	$1,28 \pm 0,94$ vs $1,42 \pm 0,77$	0,03
Атерогенный индекс (АИ), ед.	$3,02 \pm 1,08$ vs $3,34 \pm 1,59$	0,14	$2,42 \pm 0,84$ vs $2,51 \pm 0,53$	0,085

Более выраженное снижение ЛПНП и триглицеридов у пациентов с ФундоРинг согласуется с данными о лучшем метаболическом ответе при удержании небольшого объема желудка.

Тенденция к снижению атерогенного индекса, несмотря на статистическую незначимость, может указывать на дополнительную пользу техники ФундоРинг в аспекте сердечно-сосудистого риска, однако для подтверждения этого эффекта потребуются более крупные выборки и длительное наблюдение.

Отсутствие различий по общему холестерину и ЛПВП подчёркивает, что ключевыми маркерами эффективности вмешательства остаются именно «вредные» липиды и соотношение фракций, а не абсолютные значения всех компонентов профиля.

В БМХ до этого времени не было проведено исследований сравнивающих метаболические результаты методики ОАГШ в модификации ФундоРинг и ОАГШ в стандартной технике. К наиболее похожим исследованиям можно отнести публикации, где сравнивались бандажированное гастрошунтирование и гастрошунтирование без бандажа т.к. бандажирование предполагает усиленный рестриктивный эффект операции и меньшую дилатацию желудочного паучка, что гипотетически присутствует в методике ФундоРинг. Marc Bessler и соавт. сравнивали бандажированное

гастрошунтирование по Ру с гастрошунтированием по Ру без бандажа, в котором различий в разрешении коморбидной патологии не было обнаружено в течение 3-х лет, но отмечалась тенденция лучшей потери веса в течение трех лет и процент потери лишнего веса был выше в группе с бандажированием [21]. Ricardo Arceo-Olaiz и соавт также сравнили в РКИ бандажированное гастрошунтирование по Ру с гастрошунтированием по Ру без бандажа и в течение 2-х лет значимых различий в результатах не было обнаружено [22]. Хотя для 2-х летнего периода значимых различий не было обнаружено, основные различия могут возникать в длительном периоде наблюдения 3-5 лет, что было отмечено в исследовании Marc Bessler и соавт. Everton Cazzo и соавт провели сравнение бандажированного ОАГШ с небандажированным ОАГШ в котором в течение 1 года наблюдений не отметили значительной разницы в результатах [23]. В нашем исследовании также 1 и 2 год не привел к значительным различиям в показателях HbA1c, при сохранной тенденции. Лишь в 3 году наблюдений отмечалось значимое превосходство методики ФундоРинг со стандартным ОАГШ. В целом исследования с бандажированными гастрошунтированиями поисковых научных базах встречаются редко и как правило в коротком периоде наблюдения значимых различий в результатах не отмечается, что логично. Учитывая, что снижения

веса после стандартных методик гастрошунтирования может длится до 2-х лет.

Основные отличия следует ожидать в периоде 3-5 лет наблюдений.

4. Заключение

В долгосрочной перспективе модифицированная техника ФундоРинг обеспечивала более устойчивый контроль уровня HbA1c по сравнению со стандартной ОАГШ. Пациенты, оперированные с применением ФундоРинг, демонстрировали более выраженное первоначальное снижение показателя гликемического контроля и сохраняли стабильные результаты в последующие годы.

Липидный профиль после применения ФундоРинг характеризовался благоприятными изменениями «вредных» фракций холестерина и триглицеридов, в то время как общие показатели холестерина и «защитных» липопротеинов оставались сопоставимыми между группами.

Полученные данные подтверждают, что модифицированная методика ФундоРинг сочетает в себе эффективность гликемического контроля и положительные сдвиги в липидном обмене, что делает её перспективным вариантом при выборе

Вклад авторов

Концептуализация - О.О.; методология - Б.Е.; проверка - Г.Д.; проведение исследования - О.О., Б.Е., Г.Д., А.Б, формальный анализ - Б.Е., Г.Д., и А.Б.; написание (оригинальная черновая подготовка) - Б.Е.; написание (обзор и редактирование) - О.О., Б.Е., Руководство - О.О.

хирургического подхода для пациентов с сочетанными метаболическими нарушениями.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этическое заявление

Все процедуры, выполненные в исследованиях с участием людей, соответствовали этическим стандартам институционального и/или национального исследовательского комитета, а также Хельсинкской декларации 1964 года и ее более поздним поправкам или сопоставимым этическим стандартам.

Работа выполнена в рамках выполнения Научного Гранта AP23490186 «Разработка и внедрение желудочного шунтирования по методу «FundoRing» для лечения пациентов с метаболическим синдромом» Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на период с 2024 по 2026 годы.

Все авторы прочитали, согласились с окончательной версией рукописи и подписали форму передачи авторских прав.

Литература

1. Singh, B., Saikaustubh, Y., Singla, V., Kumar, A., Ahuja, V., Gupta, Y., Aggarwal, S. (2023). One anastomosis gastric bypass (OAGB) vs Roux en Y gastric bypass (RYGB) for remission of T2DM in patients with morbid obesity: a randomized controlled trial. *Obesity surgery*, 33(4), 1218-1227. <https://doi.org/10.1007/s11695-023-06515-4>
2. Ali, M., Wang, Y., Ji, J., Wang, W., Wang, D. (2023). One anastomosis gastric bypass versus sleeve gastrectomy for obesity: a systemic review and meta-analysis. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 27(10), 2226-2244. <https://doi.org/10.1007/s11605-023-05782-x>
3. Onzi, T. R., SALGADO, W., BASTOS, E. L. D. S., Dantas, A. C. B., Silva, L. B., OLIVEIRA, A. A. D., Chavez, M. P. (2024). Efficacy and safety of one anastomosis gastric bypass in surgical treatment of obesity: systematic review

and meta-analysis of randomized controlled trials. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, 37, e1814. <https://doi.org/10.1590/0102-6720202400021e1814>

4. Brown, W. A., Liem, R., Al-Sabah, S., Anvari, M., Boza, C., Cohen, R. V., Shikora, S. (2024). Metabolic bariatric surgery across the IFSO chapters: key insights on the baseline patient demographics, procedure types, and mortality from the eighth IFSO global registry report. *Obesity surgery*, 34(5), 1764-1777. <https://doi.org/10.1007/s11695-024-07196-3>
5. Magouliotis, D. E., Tasiopoulou, V. S., Tzovaras, G. (2019). One anastomosis gastric bypass versus Roux-en-Y gastric bypass for morbid obesity: an updated meta-analysis. *Obesity Surgery*, 29(9), 2721-2730. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04005-0>
6. Ding, Z., Jin, L., Song, Y., Feng, C., Shen, P., Li, H. (2023). Comparison of single-anastomosis gastric bypass and sleeve gastrectomy on type 2 diabetes mellitus remission for obese patients: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Asian Journal of Surgery*, 46(10), 4152-4160. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2023.03.062>
7. Kermansaravi, M., Chiappetta, S., Kassir, R., Bosco, A., Giudicelli, X., Lainas, P., Safieddine, M. (2024). Efficacy of one anastomosis gastric bypass versus sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass for the treatment of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Obesity Surgery*, 34(12), 4555-4562. <https://doi.org/10.1007/s11695-024-07564-z>
8. Jia, D., Tan, H., Faramand, A., Fang, F. (2020). One anastomosis gastric bypass versus Roux-en-Y gastric bypass for obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Obesity surgery*, 30(4), 1211-1218. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04288-3>
9. Parmar, C. D., Mahawar, K. K. (2018). One anastomosis (mini) gastric bypass is now an established bariatric procedure: a systematic review of 12,807 patients. *Obesity surgery*, 28(9), 2956-2967. <https://doi.org/10.1007/s11695-018-3382-x>
10. Franken, R. J., Franken, J., Sluiter, N. R., de Vries, R., Euser, S., Gerdes, V. E., de Brauw, M. (2023). Efficacy and safety of revisional treatments for weight regain or insufficient weight loss after Roux-en-Y gastric bypass: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 24(10), e13607. <https://doi.org/10.1111/obr.13607>
11. Franken, R. J., Sluiter, N. R., Franken, J., de Vries, R., Souverein, D., Gerdes, V. E., de Brauw, M. (2022). Treatment options for weight regain or insufficient weight loss after sleeve gastrectomy: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Surgery*, 32(6), 2035-2046. <https://doi.org/10.1007/s11695-022-06020-0>
12. Velotti, N., Vitiello, A., Berardi, G., Di Lauro, K., Musella, M. (2021). Roux-en-Y gastric bypass versus one anastomosis-mini gastric bypass as a rescue procedure following failed restrictive bariatric surgery. A systematic review of literature with metanalysis. *Updates in surgery*, 73(2), 639-647. <https://doi.org/10.1007/s13304-020-00938-9>
13. Ospanov, O. (2023). The surgical technique of primary modified fundoplication using the excluded stomach with simultaneous gastric bypass. *Obesity surgery*, 33(4), 1311-1313. <https://doi.org/10.1007/s11695-023-06505-6>
14. Ospanov, O., Yeleuov, G., Buchwald, J. N., Zharov, N., Yelembayev, B., Sultanov, K. (2023). A randomized controlled trial of acid and bile reflux esophagitis prevention by modified fundoplication of the excluded stomach in one-anastomosis gastric bypass: 1-year results of the funding trial. *Obesity Surgery*, 33(7), 1974-1983. <https://doi.org/10.1007/s11695-023-06618-y>
15. Werapitiya, S. B., Ruwanpura, S. P., Coulson, T. R. (2022). Laparoscopic fundoplication using the excluded stomach as a novel management option for refractory bile reflux following one anastomosis gastric bypass (OAGB). *Obesity surgery*, 32(2), 561-566. <https://doi.org/10.1007/s11695-021-05804-0>
16. Soprani, A., Boullenois, H., Zulian, V., Nedelcu, A., Carandina, S. (2022). One-anastomosis gastric bypass and hiatal hernia: nissen fundoplication with the excluded stomach to decrease the risk of postoperative gastroesophageal reflux. *Journal of Clinical Medicine*, 11(21), 6441. <https://doi.org/10.3390/jcm11216441>

17. Ospanov, O., Zharov, N., Yelembayev, B., Duysenov, G., Volchkova, I., Sultanov, K., Mustafin, A. (2024). A three-arm randomized controlled trial of primary one-anastomosis gastric bypass: with FundoRing or Nissen funduplications vs. without fundoplication for the treatment of obesity and gastroesophageal reflux disease. *Medicina*, 60(3), 405. <https://doi.org/10.3390/medicina60030405>
18. Ospanov, O., Nadirov, K., Koikov, V., Zharov, N. (2022). One anastomosis gastric bypass with fundoplication of remnant stomach for weight regain prevention: case report. *International Journal of Surgery Case Reports*, 97, 107431. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2022.107431>
19. Ospanov, O. (2023). The surgical technique of primary modified fundoplication using the excluded stomach with simultaneous gastric bypass. *Obesity surgery*, 33(4), 1311-1313. <https://doi.org/10.1007/s11695-023-06505-6>
20. Bhandari, M., Fobi, M. A. L., Buchwald, J. N. (2019). Standardization of bariatric metabolic procedures: world consensus meeting statement. *Obesity Surgery*, 29(Suppl 4), 309-345. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04032-x>
21. Bessler, M., Daud, A., Kim, T., DiGiorgi, M. (2007). Prospective randomized trial of banded versus nonbanded gastric bypass for the super obese: early results. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 3(4), 480-484. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2007.01.010>
22. Arceo-Olaiz, R., España-Gómez, M. N., Montalvo-Hernández, J., Velázquez-Fernández, D., Pantoja, J. P., & Herrera, M. F. (2008). Maximal weight loss after banded and unbanded laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass: a randomized controlled trial. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 4(4), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2007.11.006>
23. Cazzo, E., Jimenez, L. S., Valerini, F. G., de Freitas Diniz, T. B., Ramos, A. C., Chaim, E. A. (2020). Weight loss and vomiting 1 year after banded versus non-banded one anastomosis gastric bypass: a prospective randomized trial. *Obesity surgery*, 30(5), 1719-1725. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04393-8>

Стандартты әдістемемен салыстырғанда модификацияланған фундопликациямен бір анастомозды асқазан шунттауында көмірсулар алмасуының көрсеткіштері мен қанның липидті спектрінің нәтижелерін талдау және бағалау

Оспанов О.¹, Елембаев Б.², Дуйсенов Г.³, Боранкулова А.⁴

¹ Хирургиялық аурулар, бариатриялық хирургия және нейрохирургия кафедрасының профессор-зерттеушісі,

Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан

² Хирургиялық аурулар, бариатриялық хирургия және нейрохирургия кафедрасының резиденті,

Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан

³ Хирургиялық аурулар, бариатриялық хирургия және нейрохирургия кафедрасының докторантты,

Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан

⁴ СМҮУ медицина гылымдарының докторы бағдарламасының студенті, Назарбаев Университеті, Астана, Қазақстан

Түйіндеме

Kіріспе. Бір анастомозды асқазанды айналып өту (SAG) сырқаттанған семіздік пен 2 типті қант диабетін емдеудің тиімді әдісі ретінде танылған, бірақ өт рефлюксі және асқазан сөмкесінің мүмкін кеңею қаупімен бірге жүреді. Бұл асқынуларды азайту үшін асқазанның ажыратылған бөлігімен бір сатылы фундопликациямен модификация ұсынылды - антирефлюкс әсерін қамтамасыз ететін және шектеуші компонентті күштейтетін FundoRing техникасы. Дәлелденген антирефлюкс потенциалына қарамастаң, осы әдістеменің ұзак мерзімді метаболикалық нәтижелері туралы бүтінгі қүнге дейін деректер жоқ. Бұл зерттеу FundoRing модификациясы

және стандартты әдістемесі бар SAG жүргізілген пациенттердегі гликемиялық бақылау және липидтер алмасуның динамикасын салыстырмалы бағалауға бағытталған.

Зерттеудің мақсаты. З жыл ішінде FundoRing модификациясымен және стандартты OAGSh әдісімен бір анастомозды асқазан шунгтауынан кейін пациенттердегі гликирленген гемоглобин (HbA1c) деңгейінің динамикасын және липидті профильді салыстыру.

Материалдар мен тәсілдер. Перспективті когорттық зерттеуге көмірсулар алмасуы бұзылған 717 пациент қосылды, олар екі топқа рандомизацияланған: FundoRing (n=366) және OAGSh (n=351). Негізгі соңғы нүктесі 12, 24 және 36 айлардағы HbA1c динамикасы болды. Екінші соңғы нүктесі 3 жылдағы липидтер алмасуның параметрлері болды.

Нәтижелер. Бастапқыда HbA1c топтар арасында ерекшеленбеді (6,10% қарсы 5,96%; p=0,24). З жылдық бақылаудан кейін HbA1c FundoRing тобында айтартылғатай тәмен болды (5,36% қарсы 5,49%; p=0,014), топаралық айырмашылық -0,13% болды. Көпденгейлі регрессиялық талдау FundoRing тобындағы гликемиялық бақылаудың прогрессивті жақсаруын растай отырып, техника × уақыт ($\beta=-0,097$; $p<0,001$) арасындағы статистикалық маңызды өзара әрекеттесуді көрсетті. LDL (2,83 қарсы 2,90 ммол/л; p=0,049) және триглицеридтердің (1,28 қарсы 1,42 ммол/л; p=0,03) тәмен мәндері де тіркелді.

Қорытынды. FundoRing модификациясы OAGSh стандартты техникасымен салыстырғанда ұзақ мерзімді перспективада көмірсулар алмасуы мен липидтер профилінің айқын және тұрақты жақсаруын қамтамасыз етеді. Бұл оны метаболикалық бұзылыстары бар науқастарды хирургиялық емдеудің перспективалы нұсқасына айналдырады.

Түйінді сөздер: бариатриялық хирургия, бір анастомозды асқазанды айналып өту (SAGSh), FundoRing, HbA1c, липидті профиль, метаболикалық нәтижелер, фундопликация, 2 типті қант диабеті, гликемиялық бақылау.

Analysis and assessment of carbohydrate metabolism parameters and blood lipid profile in one-anastomosis gastric bypass with modified fundoplication versus the standard technique

Oral Ospanov¹, Bakhtiyor Yelembayev², Galymjan Duysenov³, Aruzhan Borankulova⁴

¹ Research Professor, Department of Surgical Diseases, Bariatric Surgery and Neurosurgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

² Resident, Department of Surgical Diseases, Bariatric Surgery and Neurosurgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

³ Doctoral student of the Department of Surgical Diseases, Bariatric Surgery and Neurosurgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

⁴ Student of the Doctor of Medicine program of SMNU, Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan

Abstract

Background. One-anastomosis gastric bypass (OAGB) is recognized as an effective method for treating morbid obesity and type 2 diabetes mellitus. However, it is associated with risks such as bile reflux and pouch dilation over time, which may compromise long-term outcomes. To address these limitations, a modified technique was developed, involving a simultaneous fundoplication using the excluded stomach. This approach enhances the anti-reflux barrier and adds a restrictive component by reinforcing the gastric pouch. While its anti-reflux effectiveness has been demonstrated, the long-term metabolic outcomes, particularly regarding carbohydrate and lipid metabolism, have not been fully evaluated. This study aims to compare glycemic and lipid control outcomes following standard OAGB and the OAGB with modified technique of fundoplication over a 3-year period.

Objective. To compare the dynamics of glycated hemoglobin (HbA1c) and lipid profile in patients undergoing one-anastomosis gastric bypass (OAGB) with the modified fundoplication versus the standard OAGB technique over a 3-year follow-up period.

Materials and Methods. A prospective cohort study included 717 patients with carbohydrate metabolism disorders, randomized into two groups: first one - OAGB with the modified fundoplication ($n=366$) and standard OAGB ($n=351$). The primary endpoint was the change in HbA1c at 12, 24, and 36 months postoperatively. The secondary endpoint was lipid profile assessment at 36 months. A linear mixed-effects model was used to analyze the interaction between surgical technique and time.

Results. Baseline HbA1c values were comparable between the groups (6.10% vs. 5.96%; $p=0.24$). At 36 months, the HbA1c level was significantly lower in the group OAGB with the modified fundoplication (5.36% vs. 5.49%; $p=0.014$), with a between-group difference of -0.13% . The regression model revealed a significant "technique \times time" interaction ($\beta = -0.097$; $p < 0.001$), confirming a progressive improvement in glycemic control in the OAGB with the modified fundoplication group. Additionally, significantly lower LDL cholesterol (2.83 vs. 2.90 mmol/L; $p=0.049$) and triglycerides (1.28 vs. 1.42 mmol/L; $p=0.03$) were observed in the OAGB with the modified fundoplication group.

Conclusions. The OAGB with the modified fundoplication technique provides more pronounced and stable improvements in glycemic control and lipid metabolism compared to the standard OAGB in the long term. This modification appears to be a promising surgical option for patients with metabolic disorders.

Keywords: bariatric surgery, one-anastomosis gastric bypass (OAGB), HbA1c, lipid profile, metabolic outcomes, fundoplication, type 2 diabetes mellitus, glycemic control.