

Использование флуоресцентной ангиографии для оценки кровоснабжения фундопликационной манжетки при одноанастомозном желудочном шунтировании в модификации «FundoRing»

Оспанов О.Б.¹, Елембаев Б.С.², Койков В.В.³, Дуйсенов Г.Н.⁴, Жаров Н.К.⁵, Сұлтанов Қ.У.⁶

¹ Профессор - исследователь кафедры хирургических болезней бариатрической хирургии и нейрохирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: bariatric.kz@gmail.com

² Резидент кафедры хирургических болезней бариатрической хирургии и нейрохирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: elembaevbaha@gmail.com

³ Проректор по научной работе, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: koikov.v@amu.kz

⁴ PhD докторант кафедры хирургических болезней бариатрической хирургии и нейрохирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: kazbareo@gmail.com

⁵ Директор Многопрофильной областной больницы при управлении здравоохранения Акмолинской области, Кокшетау, Казахстан. E-mail: zharovnurlan@mail.ru

⁶ Врач хирург, Областной клинической больницы Туркестанской области, Шымкент, Казахстан. E-mail: kassymkhansultanov@gmail.com

Абстракт

В лапароскопической хирургии флуоресцентная ангиография с использованием индоцианина зеленого (ICG) активно применяется для оценки кровоснабжения тканей и органов в режиме реального времени.

Цель данного исследования заключалась в оценке кровоснабжения и перфузии малого сформированного желудка, фундопликационной манжетки (ФМ), гастроэнтероанастомоза и отключенной части желудка при одноанастомозном желудочном шунтировании в модификации «FundoRing» в сравнении со стандартной методикой.

Методы. Исследование представляет собой проспективное открытое рандомизированное контролируемое исследование, проведенное с апреля 2021 года по октябрь 2024 года, в котором участвовали 200 пациентов. Пациенты были разделены на две группы: 100 пациентов в группе «FundoRingOAGB», которым выполнялось лапароскопическое одноанастомозное гастрощунтирование в модификации «FundoRing», и 100 пациентов в группе «OAGB» с использованием стандартной техники. ICG применялся в дозе 12,5 мг, а визуализация осуществлялась с помощью системы KARL STORZ – IMAGE1 S™ Rubina®.

Результаты. Все 200 пациентов успешно прошли лапароскопическое одноанастомозное желудочное шунтирование, без осложнений. Среднее время появления флуоресценции малого сформированного желудка, гастроэнтероанастомоза и отключенной части желудка составило 16,76±6,71 секунды для группы «OAGB» и 15,8±5,95 секунды для группы «FundoRingOAGB», P-value = 0.28. Левая часть ФМ проявляла свечение одновременно с другими участками, в то время как правая часть, проходящая через позадищеводное отверстие, начинала светиться позже, в среднем 32,7±14,23 секунды. Ни одного случая некроза ФМ в послеоперационном периоде не зафиксировано.

Выводы. С помощью флуоресцентной ангиографии было подтверждено, что при одноанастомозном желудочном шунтировании в модификации «FundoRing» сохраняется адекватное кровоснабжение малого сформированного желудка, гастроэнтероанастомоза, отключенной части желудка и ФМ. Методика желудочного шунтирования в модификации «FundoRing» может безопасно применяться в бариатрической и метаболической хирургии.

Ключевые слова: бариатрическая хирургия, флуоресцентная ангиография, одноанастомозное желудочное шунтирование, индоцианин зеленый, фундопликация, FundoRing, ожирение, метаболический синдром.

Corresponding author: Oral Ospanov, Professor of the Department of Surgical Diseases and Bariatric Surgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.

Postal code: Z01C1E7

Address: Kazakhstan, Astana, Beybitshilik Str, 49 / A

Phone: +7 (701)5287734

E-mail: o_ospanov@mail.ru, bariatric.kz@gmail.com

2024; 4 (124): 4-12

Received: 02-09-2024

Accepted: 15-10-2024



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

Введение

Оценка кровоснабжения и перфузии тканей играют ключевую роль в изучении надежности хирургических вмешательств на желудочно-кишечном тракте. Сложные реконструктивные операции с формированием анастомозов, требуют пристального изучения сосудистого кровоснабжения, чтобы минимизировать риск появления ишемии и тем самым улучшить исходы лечения. Традиционные методы оценки перфузии, такие как визуальный осмотр и доплерография, имеют свои ограничения в точности, доступности и объективности.

С недавним развитием технологий флуоресцентной ангиографии с индоцианином зеленым (ICG), стало возможным более детальное и точное исследование сосудистого кровоснабжения [1]. ICG обладает уникальными свойствами, позволяющими быстро и безопасно использовать его в клинической практике. Введение ICG и последующая визуализация распределения в тканях с помощью инфракрасной камеры в ближнем инфракрасном диапазоне предоставляет хирургам реальную возможность оценивать кровоснабжение в режиме реального времени *in vivo* [2].

Флуоресцентная ангиография с ICG активно используется в различных направлениях хирургии. Несколько рандомизированных контролируемых исследований в колоректальной хирургии и хирургии верхнего желудочно-кишечного тракта, в том числе систематические обзоры и метаанализы отмечают значимость флуоресцентной ангиографии в выборе места анастомозирования и снижении случаев несостоятельности анастомоза [3-5]. Однако в бариатрической и метаболической хирургии (БМХ) применение флуоресцентной ангиографии не являлось критически важным и необходимым, учитывая адекватное кровоснабжение культи желудка и кишечника [6,7]. По данным систематического обзора литературы Mateusz W. и соавт. флуоресцентная ангиография с индоцианином зеленым в БМХ чаще всего использовалась для оценки кровоснабжения и выявления несостоятельности швов (утечек) [8]. Viancucci A. и соавт. сообщают об удовлетворительной перфузии по данным ICG при рукавной резекции желудка и одноанастомозном желудочном шунтировании [9]. Исследования сообщают также об успешном применении ICG в диагностике утечек стеллерной линии и желудочно-кишечных анастомозов, в которых ICG оказался высокочувствительным для обнаружения утечек, не уступая интраоперационной гастроскопии, и превосходя стандартные методы интраоперационной диагностики утечки [10-12]. Европейская ассоциация эндоскопической хирургии (European Association of Endoscopic Surgery) на консенсусе по использованию флуоресцентной ангиографии с ICG настоятельно рекомендует использование ICG для лучшего определения анатомии и уменьшения послеоперационных осложнений в абдоминальной хирургии. Также было рекомендовано дальнейшее проведение исследований

Материалы и методы

Дизайн исследования: проспективное открытое рандомизированное контролируемое исследование, которое проводилось с апреля 2021 года по октябрь 2024 года.

с использованием ICG в БМХ ввиду недостатка исследований в этой сфере [13].

Перспективной методикой в БМХ рассматривается одноанастомозное желудочное шунтирование в модификации «FundoRing», которая подразумевает дополнительное формирование массивной циркулярной фундопликационной манжетки (ФМ) вокруг малого сформированного желудочка – пауча [14-16]. Актуальность применения ICG для этого метода связана, во-первых, с обязательной достаточной мобилизацией дна отключенной части желудка не только от коротких желудочных сосудов, но с пересечением желудочно-селезеночной связки. Во-вторых, дно отключенной части желудка протягивается через сформированное ретрозофагеальное (позадипищеводное) отверстие, которое при неправильной хирургической технике может сдавливать ФМ и вызывать нарушение циркуляции крови. Это в свою очередь гипотетически может привести к ишемии и нарушению перфузии ФМ, что в дальнейшем может привести к некрозу стенки дна желудка. Поэтому здесь требуется беспристрастное исследование данной зоны. Третий момент, при формировании массивной фундопликации в модификации «FundoRing» гипотетически возможна компрессия и сдавление питающих сосудов пауча, в частности левой желудочной артерии и вены. Поэтому стоит вопрос: может ли это приводить к ухудшению кровоснабжения пауча, гастроэнтероанастомоза (ГЭА) и к таким последствиям как, ухудшение репарации тканей, формирование несостоятельности степлерных швов, ГЭА, образованию эрозий, язв? Таким образом, все вышесказанное указывает на необходимость подтверждения или опровержения вышесказанных гипотез.

Оценка кровоснабжения ФМ в БМХ и хирургии верхнего желудочно-кишечного тракта с помощью флуоресцентной ангиографии в основном представлены статьями типа случай-контроль (case report) [17,18]. Настоящее исследование является одним из немногих рандомизированных контролируемых исследований в БМХ с использованием технологии флуоресцентной ангиографии. Мы впервые исследовали кровоснабжение и перфузию тканей при одноанастомозном желудочном шунтировании в модификации «FundoRing» с использованием ICG, что позволило получить объективные данные о сосудистой динамике в реальном времени.

Цель исследования: оценить кровоснабжение и перфузию малого сформированного желудочка - пауча, фундопликационной манжетки, гастроэнтероанастомоза и отключенной части желудка при одноанастомозном желудочном шунтировании модификации «FundoRing» и в стандартной методике с использованием технологии флуоресценции в ближнем инфракрасном диапазоне и индоцианином зеленым (ICG).

В исследовании участвовали 200 пациентов, случайно выбранных из 1000 пациентов, участвовавших в РКИ «The FundoRingOAGB Versus Non-wrapping (Non-banded) Standard Method of Laparoscopic One

AnastomosisGastricBypass(FundoRingMGB)»разделенных на две группы по 500 человек: группа «FundoRingOAGB» и группа «OAGB», протокол исследования #NCT04834635 на сайте <https://clinicaltrials.gov/> Пациентам в группе «FundoRingOAGB» проводилась операция Лапароскопическое одноанастомозное гастрощунтирование в модификации «FundoRing» [1], а в группе «OAGB» проводилось Лапароскопическое одноанастомозное гастрощунтирование в стандартной технике [19]. В каждой группе случайно выбиралось не менее 20% пациентов для проведения исследования. Всего 200 пациентов.

Они разделялись на две группы по 100 пациентов, соответственно проведенным им видам операций, т.е. 1 группа «OAGB» (проводилось Лапароскопическое одноанастомозное гастрощунтирование в стандартной технике) и 2 группа «FundoRingOAGB» (проводилось Лапароскопическое одноанастомозное гастрощунтирование в модификации «FundoRing»). Все пациенты, участвовавшие в исследовании, согласились на участие в исследовании и подписали информированное согласие. Демографические данные, а также характеристика популяции исследованных 200 пациентов представлены в Таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика популяции исследованных 200 пациентов

		Группа «OAGB» (n=100)	Группа «FundoRingOAGB» (n=100)	P-value
Возраст (лет)		43.47±8.5	41.50±10.12	0.13
ИМТ (кг/м ²)		41.67±5.14	40.81±6.0	0.28
Пол (n)	Жен	73	81	0.18
	Муж	27	19	

Средний возраст в группе «OAGB» составил 43,47±8,5 лет, и 41,50±10,12 лет в группе «FundoRingOAGB». Средний индекс массы тела (ИМТ) составил 41,67±5,14 кг/м² в группе «OAGB» и 40,81±6,0 кг/м² в группе «FundoRingOAGB» соответственно. Статистическое распределение по возрасту, ИМТ и полу в группах не отличалось.

Рандомизация: средний медицинский персонал выдавал пациентам перед операцией на выбор два запечатанных конверта. Один конверт был с пустым листом, во втором был лист с подписью ICG. Те, кто выбирал конверт с ICG, соответственно подвергались исследованию ICG.

Критерии исключения: пациенты с известной аллергией на йод и/или индоцианиновый зеленый (ICG), принимающие сопутствующие лекарства, моложе 18 или старше 65 лет, активные курильщики.

Индикатор: Индоцианиновый зеленый (ICG) был использован в качестве флуоресцентного красителя для визуализации кровоснабжения.

Оборудование: Для определения кровоснабжения и перфузии тканей применялось оборудование для ICG навигации KARL STORZ – видеосистема IMAGE1 S™ Rubina®, которая позволяет в 4K разрешении ультравысокой четкости отображать флуоресценцию индоцианина зеленого в трех различных режимах: монохроматическом, режиме наложения в синем и зеленом цветах и в режиме карта интенсивности, который позволяет оценивать градиент концентрации ICG в тканях.

Процедура: оперативные вмешательства проводились одним хирургом в нескольких клиниках, в городах Казахстана: Астана, Алматы, Кокшетау, Шымкент, Петропавловск. Пациентам в группе «FundoRingOAGB» проводилось одноанастомозное желудочное шунтирование в модификации «FundoRing» с формированием ФМ [1]. Пациентам в группе «OAGB» проводилось одноанастомозное желудочное шунтирование по стандартной методике [2]. В конце операции после формирования пауча, ГЭА и ФМ (при методе «FundoRing») вводилось ICG внутривенно в дозе 12,5 мг растворенного в 10 мл раствора NaCl 0,9%, далее для промывания вводилось 20 мл раствора NaCl 0,9% [20].

Визуализация: перед инъекцией включалась инфракрасная флуоресцентная камера NIR/ICG IMAGE1 S™ Rubina® на комплексе “Karl Storz Endoscopy” для получения изображений кровоснабжения и перфузии исследуемых участков [21]. Подсчитывалось время в секундах от момента введения препарата ICG до появления флуоресценции в исследуемых зонах. Исследовалось: пауч, ГЭА, отключенная часть желудка (ОЧЖ) и ФМ (при методике «FundoRing»). Появление свечения сосудов в течение первых 60 секунд после введения ICG оценивалось как хорошее кровоснабжение [3].

Таким образом, настоящее исследование направлено на оценку кровоснабжения и перфузии при операциях одноанастомозного желудочного шунтирования в стандартном варианте и в модификации «FundoRing». В частности, оценивалось кровоснабжение пауча, ФМ, ГЭА и ОЧЖ с использованием технологии ICG в двух группах пациентов. Ожидается, что результаты данного исследования помогут улучшить понимание сосудистой динамики в ходе хирургических вмешательств и повысят безопасность и эффективность операций на желудочно-кишечном тракте.

Анализ данных. У пациентов были собраны данные по ряду переменных, включая демографические данные пола, возраста, роста, начального веса и индекса массы тела (ИМТ), а также времени появления флуоресценции в исследуемых зонах. Статистический анализ проводился с использованием программы StatPlus:Mac © 2010 Analystsoft Inc. Средние значения сравнивали с использованием t-теста (при нормальном распределении данных). Статистическую значимость результатов принимали при $p < 0,05$. Вся информация о пациентах была сохранена и размещена на сайте Казахстанского национального бариатрического регистра (Kazakhstan Metabolic Surgery Registry - LIVE Database <https://kzkhbsre-dendrite.com>) на защищенном сервере Dendrite Clinical Systems Ltd. Основным интересующим результатом была оценка кровоснабжения и перфузии исследуемых участков, выявленных с помощью ICG.

Результаты

После введения ICG, в течение первых 16-20 секунд флуоресцентное свечение появлялось одновременно на пауче, ГЭА и ОЧЖ у всех пациентов. Исследование проводилось в монохроматическом режиме, режиме наложения в зеленом цвете и в режиме карта интенсивности (Рисунки 1-3). Среднее время появления флуоресценции пауча, ГЭА и ОЧЖ в

группе «OAGB» и группе «FundoRingOAGB» составило $16,76 \pm 6,71$ секунд и $15,8 \pm 5,95$ секунд соответственно. Статистически не было отмечено различий кровоснабжения исследуемых зон в двух группах. Результаты представлены в Таблице 2.



А

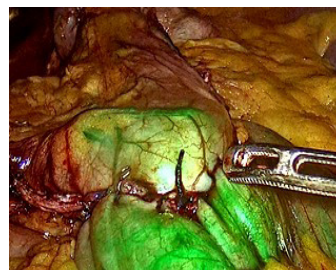


В

Рисунок 1 - А) Завершенный вид операции одноанастомозного желудочного шунтирования в модификации «FundoRing». В) Тот же вид в монохроматическом режиме ICG

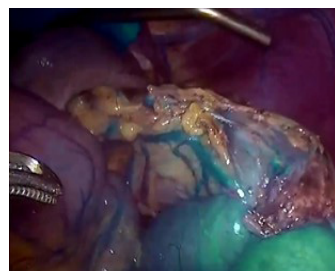


А



В

Рисунок 2 - Изображение ICG в режиме наложения в зеленом цвете. А) Малый сформированный желудочек – пауч. В) Гастроэнтероанастомоз (ГЭА)



А



В

Рисунок - 3 А) Малый сформированный желудочек – пауч и гастроэнтероанастомоз в режиме карта интенсивности ICG. В) Отключенная антральная часть желудка в режиме наложения в зеленом цвете

Таблица 2 - Время появления флуоресценции с момента введения ICG

	Группа «OAGB» (n=100)	Группа «FundoRingOAGB» (n=100)	P-value
Пауч/ГЭА/ОЧЖ t/сек	$16,76 \pm 6,71$	$15,8 \pm 5,95$	0,28

ФМ, а именно ее левая часть начинала свечение одновременно с другими исследуемыми участками. Однако правая часть ФМ, которая протягивалась через позадипищеводное отверстие, начинала флуоресцентное свечение в инфракрасном диапазоне несколько позже остальных исследуемых участков и менее интенсивно по сравнению с левой частью ФМ (Рисунки 4-6). При этом, хоть и с задержкой, абсолютное большинство ФМ начинало свое свечение в течение первых 60-ти секунд. Среднее время и стандартное

отклонение составило – $32,7 \pm 14,23$ сек. (Рисунок 7). В 4-х из 100 ФМ отмечалось появление флуоресценции позже 60-ти секунд. Однако в послеоперационном периоде не отмечалось ни одного случая перфораций или некроза ФМ. Во время операции обязательно ревизировалось позадипищеводное отверстие на наличие сдавления ФМ. При необходимости позадипищеводное отверстие расширялось для предупреждения сужения ФМ дополнительным рассечением тканей в сторону диафрагмальных ножек.



Рисунок 4 - А) ФМ в режиме наложения ICG. В) ФМ в монохроматическом режиме ICG. 1 - правая часть ФМ. 2 - левая часть ФМ

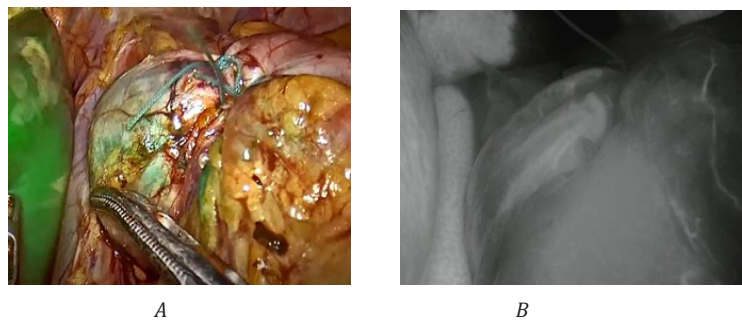


Рисунок 5 - А) ФМ в режиме наложения ICG. В) ФМ в монохроматическом режиме ICG

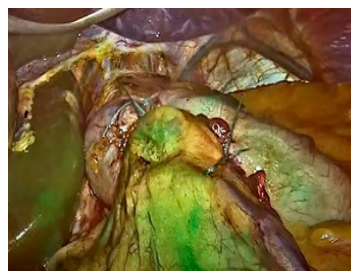


Рисунок 6 - Малый сформированный желудочек – пауч и ФМ в режиме наложения ICG

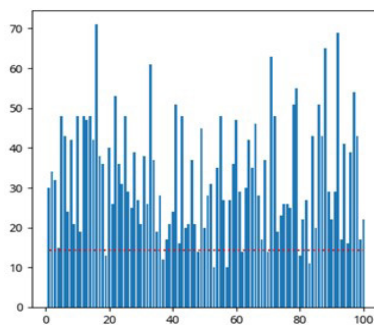


Рисунок 7 - Диаграмма времени появления флуоресценции ФМ

Обсуждение

Первый аспект настоящего исследования заключается в том, что мобилизация дна отключенной части желудка от коротких желудочных сосудов, включая пересечение желудочно-селезеночной связки приводит к некоторому ухудшению кровоснабжения ФМ. Результаты оценки ФМ продемонстрировали определенные особенности флуоресцентного свечения. В частности, правая часть ФМ начинала светиться с задержкой по сравнению с другими исследуемыми участками и имела меньшую интенсивность свечения. В то же время левая часть ФМ проявляла флуоресценцию в первые секунды после введения ICG, синхронно с другими зонами. Тем не менее, абсолютное большинство ФМ начинало свечение в течение

одной минуты, и лишь в четырех случаях из ста флуоресценция появилась позже 60 секунд. Сравнение времени появления флуоресценции ФМ и ОЧЖ в группе «OAGB» (в которой не проводились дополнительные хирургические манипуляции с ОЧЖ) показало средние значения $32,7 \pm 14,23$ секунды и $16,76 \pm 6,71$ секунды, что соответствует значению $p = 0,001$. Это указывает на статистически значимую разницу в кровоснабжении. Таким образом, можно сделать вывод о том, что кровоснабжение ФМ действительно ухудшается в результате мобилизации от коротких желудочных сосудов по сравнению с ОЧЖ в группе «OAGB». Однако флуоресцентное свечение ФМ наблюдалось в течение первой минуты в подавляющем большинстве

случаев, что можно расценивать как адекватное кровоснабжение. По-видимому, в результате мобилизации от коротких желудочных сосудов, часть кровоснабжения сохраняется за счет интрамуральных сосудов желудка. Критичных аваскулярных зон не было выявлено.

В БМХ некоторыми хирургами применяется методика рукавной резекции желудка с одномоментным формированием фундопликации. При этом, в отличие от одноанастомозного желудочного шунтирования, большая кривизна желудка полностью мобилизуется от сосудов, включая короткие желудочные сосуды. В исследованиях сообщается об адекватном кровоснабжении ФМ и в целом такой вид операции расценивается как перспективная методика в БМХ [22-24]. Однако, по данным метаанализа рукавных резекций желудка с фундопликацией Alberto A. и соавт., объединенная частота перфорации ФМ составила 2,9% [25]. Так же это было наиболее частой причиной повторных операций. При этом точные причины перфорации не были описаны. В нашем исследовании с использованием методики одноанастомозного желудочного шунтирования в модификации FundoRing в послеоперационном периоде не было зарегистрировано случаев перфорации или некроза ФМ, что свидетельствует о сохранении адекватного кровоснабжения, даже при наличии задержки флуоресценции.

Второй аспект исследования — дно отключенной части желудка, проходя через сформированное ретрозофагеальное отверстие, может подвергаться компрессии, что в случае несоблюдения техники операции может действительно привести к нарушению кровообращения. Это

подчеркивает необходимость тщательной ревизии позадипищеводного отверстия для предотвращения компрессии фундопликационной манжетки. При формировании ФМ важно обеспечить адекватную мобилизацию ОЧЖ от сосудов и связок, а также сформировать достаточно широкое позадипищеводное отверстие. В случаях, когда наблюдается компрессия манжетки, рекомендуется расширять это отверстие. Это дополнительно снижает риск ишемии и способствует улучшению кровоснабжения.

Третий аспект касается формирования массивной фундопликации в модификации «FundoRing». Гипотетически может возникнуть компрессия питающих сосудов пауча, включая левую желудочную артерию и вену; однако результаты нашего исследования не подтвердили данную гипотезу. Результаты оценки кровоснабжения пауча, ГЭА и ОЧЖ в двух группах показали, что данные исследуемые зоны начинали флуоресцентное свечение одновременно, без задержки, в какой-либо отдельной части. Что говорит об адекватном кровоснабжении данных зон. Критичным для перфузии считается участок пауча между двумя степлерными линиями (линией резекции и линейным ГЭА), т. к. после формирования линейного аппаратного анастомоза данная область теоретически остается без должного кровоснабжения. По нашим наблюдениям данный участок пауча действительно имеет менее выраженное кровоснабжение по сравнению с другими участками пауча, но при этом не теряет своего кровоснабжения полностью. В обеих группах данный участок закрывался подвесной петлей тонкого кишечника (кишечной шпорой) (Рисунок 8). В послеоперационном периоде в исследуемых группах ни одного случая несостоятельности (утечки) степлерной линии и анастомоза не было выявлено.

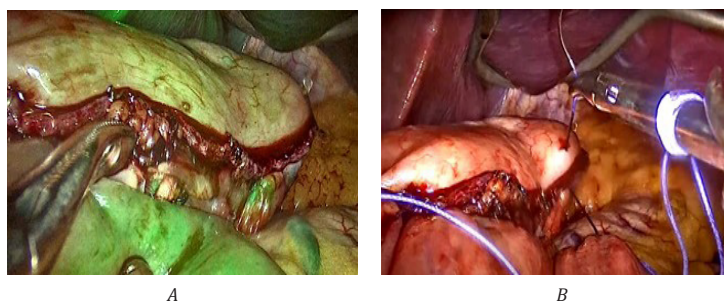


Рисунок - 7 А) Участок пауча между двумя степлерными линиями в режиме наложения ICG. В) Закрытие данного участка подвесной петлей тонкого кишечника

Недостатком настоящего исследования можно отметить, то, что технология флуоресцентной ангиографии с ICG применялась не на всех 1000 пациентов, а только на 20% всей популяции. Тем не

Выводы

Полученные результаты показали, что, несмотря на определенные задержки в флуоресцентном свечении ФМ, адекватное кровоснабжение сохранялось, без наличия критических аваскулярных зон. Исследование также подчеркнуло необходимость соблюдения хирургической техники, особенно в отношении мобилизации и формирования позадипищеводного отверстия. Не было зарегистрировано ни одного случая перфорации ФМ, утечки степлерного шва или ГЭА. Это позволяет предположить, что метод одноанастомозного желудочного шунтирования в модификации

«FundoRing» может быть безопасно применен в БМХ. менее, не было зарегистрировано ни одного случая перфорации ФМ, утечки степлерного шва или ГЭА. Это свидетельствует о надежности и безопасности хирургического метода в клинической практике.

«FundoRing» может быть безопасно применен в БМХ.

Использование флуоресцентной ангиографии с индоцианином зеленым (ICG) может рутинно применяться в БМХ для улучшения результатов хирургического лечения. Рекомендуется продолжение исследований с более широким охватом пациентов для дальнейшей оценки долгосрочных результатов применения ICG и для подтверждения его роли в снижении послеоперационных осложнений.

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.

Протокол данного исследования одобрен Локальной комиссией по биоэтике Медицинского университета Астана, №24 от 26 ноября 2023 года.

Благодарность. Авторская группа выражает благодарность компании ТОО «KARL STORZ ENDOSCOPY

KASACHSTAN» в предоставлении необходимого оборудования и изделий медицинского назначения.

Финансирование. 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.

Литература

- Morales-Conde S., Licardie E., Alarcón I., Balla A. Indocyanine green (ICG) fluorescence guide for the use and indications in general surgery: recommendations based on the descriptive review of the literature and the analysis of experience. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2022; 100(9): 534-554. [Crossref]
- Pantelis A.G., Machairiotis N., Stavros S., Disu S. et al. Current applications of indocyanine green (ICG) in abdominal, gynecologic and urologic surgery: a meta-review and quality analysis with use of the AMSTAR 2 instrument. *Surg Endosc*. 2024; 38(2): 511-528. [Crossref]
- Vignali A., Gianotti L., Braga M., Radaelli G. et al. Altered microperfusion at the rectal stump is predictive for rectal anastomotic leak. *Dis. Colon Rectum*. 2000; 43: 76-82. [Crossref]
- De Nardi P., Elmore U., Maggi G., Maggioro R. et al. Intraoperative angiography with indocyanine green to assess anastomosis perfusion in patients undergoing laparoscopic colorectal resection: Results of a multicenter randomized controlled trial. *Surg. Endosc*. 2020; 34: 53-60. [Crossref]
- Slooter M.D., Eshuis W.J., Cuesta M.A., Gisbertz S.S. et al. Fluorescent imaging using indocyanine green during esophagectomy to prevent surgical morbidity: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Dis*. 2019; 11(5): 755-765. [Crossref]
- Vettoretto N., Foglia E., Ferrario L., Gerardi C. et al. Could fluorescence-guided surgery be an efficient and sustainable option? A SICE (Italian Society of Endoscopic Surgery) health technology assessment summary. *Surg Endosc*. 2020; 34(7): 3270-3284. [Crossref]
- Ortega C.B., Guerron A.D., Yoo J.S. The Use of Fluorescence Angiography During Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *JSLs*. 2018; 22(2): e2018.00005. [Crossref]
- Wityk M., Dowgiałło-Gornowicz N., Feszak I., Bobowicz M. Fluorescence use in minimally invasive metabolic and bariatric surgery - a systematic review of the literature. *Langenbecks Arch Surg*. 2023 May 30; 408(1): 216. [Crossref]
- Biancucci A., Fassari A., Lucchese S., Santoro E. et al. Use of quantitative indocyanine green near-infrared fluorescence imaging in bariatric surgery: early results. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2023; 32(5): 249-255. [Crossref]
- Meng M., Saini J., Fan D., Singh A. et al. Use of Indocyanine Green to Detect Intraoperative Staple-Line Leaks in Robotic Bariatric Surgery: An Observational Cohort Study. *Cureus*. 2024; 16(3): e56991. [Crossref]
- Hagen M.E., Diaper J., Douissard J., Jung M.K. Early experience with intraoperative leak test using a blend of methylene blue and indocyanine green during robotic gastric bypass surgery. *Obesity surgery*. 2019; 29: 949-952. [Crossref]
- Kalmar C.L., Reed C.M., Peery C.L., Salzberg A.D. Intraluminal indocyanine green for intraoperative staple line leak testing in bariatric surgery. *Surg Endosc*. 2020; 34(9): 4194-4199. [Crossref]
- Cassinotti E., Al-Taher M., Antoniou S.A., Arezzo A. et al. European Association for Endoscopic Surgery (EAES) consensus on Indocyanine Green (ICG) fluorescence-guided surgery. *Surg Endosc*. 2023; 37(3): 1629-1648. [Crossref]
- Ospanov O. The Surgical Technique of Primary Modified Fundoplication Using the Excluded Stomach with Simultaneous Gastric Bypass. *Obes Surg*. 2023; 33(4): 1311-1313. [Crossref]
- Ospanov O., Zharov N., Yelembayev B., Duysenov G. et al. A Three-Arm Randomized Controlled Trial of Primary One-Anastomosis Gastric Bypass: With FundoRing or Nissen Fundoplications vs. without Fundoplication for the Treatment of Obesity and Gastroesophageal Reflux Disease. *Medicina (Kaunas)*. 2024; 60(3): 405. [Crossref]
- Ospanov O., Yeleuov G., Buchwald J.N., Zharov N. et al. 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 FundoRing Trial. *Obes Surg*. 2023; 33(7): 1974-1983. [Crossref]
- Olimi S., David G., Cesana G., Ciccarese F. et al. Modified Sleeve Gastrectomy Combined with Laparoscopic Rossetti Fundoplication and Vascularization Assessment with Indocyanine Green. *Obes Surg*. 2019; 29(9): 3086-3088. [Crossref]
- Paraboschi I., Privitera L., Loukogeorgakis S., Giuliani S. Fluorescence-Guided Surgery (FGS) during a Laparoscopic Redo Nissen Fundoplication: The First Case in Children. *Children (Basel)*. 2022; 9(7): 947. [Crossref]
- De Luca M., Tie T., Ooi G., Higa K. et al. Mini Gastric Bypass-One Anastomosis Gastric Bypass (MGB-OAGB)-IFSO Position Statement. *Obes Surg*. 2018; 28(5): 1188-1206. [Crossref]
- Watanabe J., Takemasa I., Kotake M., Noura S. et al. Blood Perfusion Assessment by Indocyanine Green Fluorescence Imaging for Minimally Invasive Rectal Cancer Surgery (EssentiAL trial): A Randomized Clinical Trial. *Ann Surg*. 2023; 278(4): e688-e694. [Crossref]
- KARL STORZ. Веб-сайт. [Дата обращения: 15 мая 2024 г.]. Режим доступа: <https://www.karlstorz.com/kz/ru/search.htm?cat=1000161016>
- KARL STORZ. Veb-sajt. [Data obrashhenija: 15 maja 2024 g.]. Rezhim dostupa: <https://www.karlstorz.com/kz/ru/search.htm?cat=1000161016>
- Nocca D., Skalli E.M., Boulay E., Nedelcu M. et al. Nissen Sleeve (N-Sleeve) operation: preliminary results of a pilot study. *Surg Obes Relat Dis*. 2016; 12(10): 1832-1837. [Crossref]

23. Olmi S, Uccelli M, Cesana G.C, Ciccarese F. et al. Modified laparoscopic sleeve gastrectomy with Rossetti antireflux fundoplication: results after 220 procedures with 24-month follow-up. *Surg Obes Relat Dis.* 2020; 16(9): 1202-1211. [[Crossref](#)]
24. Noel P, Nedelcu M, Manos T, Nedelcu A. Sleeve gastrectomy with tailored 360° fundoplication according to Rossetti in patients affected by obesity and gastroesophageal reflux. *Surg Obes Relat Dis.* 2021; 17(6): 1065-1067. [[Crossref](#)]
25. Aiolfi A, Micheletto G, Marin J, Rausa E. et al. Laparoscopic Sleeve-Fundoplication for Morbidly Obese Patients with Gastroesophageal Reflux: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg.* 2021; 31(4): 1714-1721. [[Crossref](#)]

"FundoRing" модификациясында бір анастомозды асқазанды айналып өту кезінде фундопликациялық манжетканың қанмен қамтамасыз етілуін бағалау үшін флуоресцентті ангиографияны қолдану

[Оспанов О.Б.](#)¹, [Елембаев Б.С.](#)², [Койков В.В.](#)³, [Дуйсенов Г.Н.](#)⁴, [Жаров Н.К.](#)⁵, [Сұлтанов Қ.У.](#)⁶

¹ Хирургиялық аурулар бариатриялық хирургия және нейрохирургия кафедрасының профессор-зерттеушісі, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: bariatric.kz@gmail.com

² Хирургиялық аурулар бариатриялық хирургия және нейрохирургия кафедрасының резиденті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: elembaevbaha@gmail.com

³ Ғылыми жұмыс жөніндегі проректор, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: koikov.v@amu.kz

⁴ Хирургиялық аурулар бариатриялық хирургия және нейрохирургия кафедрасының PhD-докторанты, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: kazbareo@gmail.com

⁵ Ақмола облысы Денсаулық сақтау басқармасы жанындағы көпсалалы облыстық аурухананың директоры, Көкшетау, Қазақстан. E-mail: zharovnurlan@mail.ru

⁶ Түркістан облысының облыстық клиникалық аурухананың дәрігер хирургі, Шымкент, Қазақстан. E-mail: kassymkhansultanov@gmail.com

Түйіндеме

Лапароскопиялық хирургияда индоцианин жасылын (ICG) флуоресцентті ангиографияны қолдана отырып, тіндер мен ағзалардың қанмен қамтамасыз етілуін нақты уақыт режимінде бағалау үшін белсенді түрде қолданылады. Бұл зерттеудің мақсаты «FundoRing» модификациясында бір анастомозды асқазанды айналып өту кезінде қалыптастырылған кіші асқазан, фундопликациялық манжетка (ФМ), гастроэнтероанастомоз және ажыратылған асқазан бөлігінің қанмен қамтамасыз етілуі мен перфузиясын стандартты әдіспен салыстыра отырып бағалау болды.

Әдістері. Зерттеу 2021 жылдың сәуір айынан 2024 жылдың қазан айына дейін жүргізілген проспективті ашық рандомизирленген бақыланатын зерттеу болып табылады. Зерттеуге 200 науқас қатысты. Науқастар екі топқа бөлінді: «FundoRingOAGB» тобында 100 науқасқа «FundoRing» модификациясымен лапароскопиялық бір анастомозды асқазанды айналып өту отасы және екінші «OAGB» тобында стандартты әдісті қолдана отырып 100 науқасқа ота жасалынды. ICG 12,5 мг дозада қолданылды, ал бейнелеу KARL STORZ – IMAGE1 S™ Rubina® жүйесі арқылы жүзеге асырылды.

Нәтижелері. 200 науқасқа асқынусыз лапароскопиялық бір анастомозды асқазанды айналып өту отасы сәтті орындалды. Қалыптастырылған кіші асқазан, гастроэнтероанастомоз және ажыратылған асқазан бөлігінің флуоресценциясының орташа пайда болу уақыты «OAGB» тобында 16,76±6,71 секундты және «FundoRingOAGB» тобында 15,8±5,95 секундты құрады, P-value = 0,28. Фундопликациялық манжетканың (ФМ) сол жағы басқа бөліктермен бір мезгілде жарықтанды, ал артқы өңештік тесік арқылы өтетін оң жағы кейінірек, орташа есеппен 32,7±14,23 секундта жарықтанды. Операциядан кейінгі кезеңде фундопликациялық манжеткасының некрозы бірде-бір жағдайы тіркелген жоқ.

Қорытынды. Флуоресцентті ангиография көмегімен «FundoRing» модификациясында бір анастомозды асқазанды айналып өту кезінде қалыптастырылған кіші асқазан, гастроэнтероанастомоз, ажыратылған асқазан бөлігі және фундопликациялық манжетканың (ФМ) толық түрде қанмен қамтамасыз етілгені расталды. «FundoRing» модификациясында асқазанды айналып өту әдісі бариатриялық және метаболикалық хирургияда қауіпсіз түрде қолдануға болады.

Түйін сөздер: Бариатриялық хирургия; флуоресцентті ангиография; бір анастомозды асқазанды айналып өту; индоцианин жасылы; фундопликация; FundoRing; семіздік; метаболикалық синдром.

Using fluorescein angiography to assess the blood supply of the fundoplication wrap in one-anastomosis gastric bypass in the "Fundoring" modification

[Oral Ospanov](#)¹, [Bakhtiyar Yelembayev](#)², [Vitaliy Koikov](#)³, [Galymjan Duysenov](#)⁴,
[Nurlan Zharov](#)⁵, [Kassymkhan Sultanov](#)⁶

¹ Professor - researcher of the department of surgical diseases of bariatric surgery and neurosurgery, Astana medical university, Astana, Kazakhstan. E-mail: bariatric.kz@gmail.com

² Resident of the department of surgical diseases of bariatric surgery and neurosurgery, Astana medical university, Astana, Kazakhstan. E-mail: elembaevbaha@gmail.com

³ Vice-rector for scientific work, Astana medical university, Astana, Kazakhstan. E-mail: koikov.v@amu.kz

⁴ Phd- student of the department of surgical diseases of bariatric surgery and neurosurgery, Astana medical university, Astana, Kazakhstan. E-mail: kazbareo@gmail.com

⁵ Director of the Multidisciplinary regional hospital under the health department of Akmola region, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: zharovnurlan@mail.ru

⁶ The doctor is a surgeon, Regional clinical hospital of Turkestan region, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: kassymkhansultanov@gmail

Abstract

In laparoscopic surgery, fluorescein angiography using indocyanine green (ICG) is actively used to assess the blood supply to tissues and organs in real time. The aim of this study was to assess the blood supply and perfusion of the small formed gastric pouch, fundoplication wrap (FW), gastroenteroanastomosis and the excluded part of the stomach in one-anastomosis gastric bypass in the "FundoRing" modification in comparison with the standard technique.

Methods. The study is a prospective, open-label, randomized, controlled trial conducted from April 2021 to October 2024, in which 200 patients participated. The patients were divided into two groups: 100 patients in the "FundoRingOAGB" group, who underwent laparoscopic one-anastomosis gastric bypass in the "FundoRing" modification, and 100 patients in the "OAGB" group using the standard technique. ICG was used at a dose of 12.5 mg, and visualization was performed using the KARL STORZ – IMAGE1 S™ Rubina® system.

Results. 200 patients successfully underwent laparoscopic one-anastomosis gastric bypass, without complications. The average time of fluorescence appearance of the small formed gastric pouch, gastroenteroanastomosis and disconnected part of the stomach was 16.76 ± 6.71 seconds for the "OAGB" group and 15.8 ± 5.95 seconds for the "FundoRingOAGB" group, P -value = 0.28. The left part of the FW showed luminescence simultaneously with other areas, while the right part, passing through the retroesophageal orifice, began to glow later, on average 32.7 ± 14.23 seconds. No cases of FW necrosis in the postoperative period were recorded.

Conclusion. Using fluorescein angiography, it was confirmed that with one-anastomosis gastric bypass in the "FundoRing" modification, adequate blood supply to the small formed gastric pouch, gastroenteroanastomosis, excluded part of the stomach and FW is maintained. The gastric bypass technique in the "FundoRing" modification can be safely used in bariatric and metabolic surgery.

Key words. Bariatric surgery; fluorescein angiography; one-anastomosis gastric bypass; indocyanine green; fundoplication; FundoRing; obesity; metabolic syndrome.