

ОСОБЕННОСТИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ МОРБИДНОГО ОЖИРЕНИЯ И САХАРНОГО ДИАБЕТА 2 ТИПА С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ БИЛИОПАНКРЕАТИЧЕСКОГО ШУНТИРОВАНИЯ С ПРОДОЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИЕЙ ЖЕЛУДКА



© В.М. Анохина¹, Н.С. Бордан^{2*}, Ю.И. Яшков³, А.С. Орлова¹

¹Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва

²Институт пластической хирургии и косметологии, Москва

³Центр эндохирургии и литотрипсии, Москва

ОБОСНОВАНИЕ. Билиопанкреатическое шунтирование (БПШ) и его модификации являются наиболее эффективными хирургическими бариатрическими вмешательствами для лечения морбидного ожирения и связанных с ним метаболических нарушений. Однако в настоящее время проведено недостаточно сравнительных исследований, оценивающих особенности динамики углеводного обмена после различных модификаций БПШ.

ЦЕЛЬ. Сравнительная оценка эффективности БПШ с продольной резекцией желудка в модификациях Hess–Marceau и SADI для коррекции нарушений углеводного обмена и достижения ремиссии сахарного диабета 2 типа (СД2) в сроки до 5 лет после обеих операций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В рамках проспективного исследования 200 пациентов с морбидным ожирением были прооперированы по методике BPD-DS (группа 1, n=100) и SADI (группа 2, n=100), проанализирована динамика клинико-лабораторных показателей в группах в зависимости от наличия или отсутствия СД2, с акцентом на анализ показателей углеводного обмена. СД2 был диагностирован у 35 (35,0%) пациентов из группы 1 (BPD-DS) и у 45 (45,0%) — из группы 2 (SADI). Всем пациентам проводился стандартный комплекс клинических, лабораторных и инструментальных методов обследования до, сразу после и через 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 60 мес после операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Через 5 лет после операции полной ремиссии СД2 достигли 38 (84,4%) и 32 (91,4%) пациентов из групп SADI и BPD-DS соответственно, а 7 (15,6%) и 3 (8,6%) пациентов добились частичной ремиссии. Уровень С-пептида, тоже снижавшийся после обеих модификаций БПШ, был выше у пациентов после SADI как у пациентов с СД2 через 36 мес ($p<0,05$), так и у пациентов без СД через 3, 12 и 24 мес после операции ($p<0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Частота достижения стойкой ремиссии СД2 была сопоставима в обеих группах. Углеводный профиль пациентов после БПШ в модификации SADI характеризовался более высокими уровнями глюкозы и С-пептида по сравнению с BPD-DS в разные сроки наблюдения на протяжении пяти лет.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морбидное ожирение; сахарный диабет 2 типа; билиопанкреатическое шунтирование; билиопанкреатическое шунтирование с продольной резекцией желудка и выключением двенадцатиперстной кишки; двенадцатиперстно-подвздошное шунтирование с одним анастомозом и рукавной гастрэктомией

CHARACTERISTICS OF CARBOHYDRATE METABOLISM IN THE SURGICAL TREATMENT OF MORBID OBESITY AND TYPE 2 DIABETES MELLITUS USING VARIOUS MODIFICATIONS OF BILIOPANCREATIC DIVERSION WITH DUODENAL SWITCH

© Valeria M. Anohina¹, Natal'ya S. Bordan², Yuriy I. Yashkov³, Aleksandra S. Orlova¹

¹Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow

²Institute of Plastic Surgery and Cosmetology, Moscow

³Center for Endosurgery and Lithotripsy, Moscow

BACKGROUND: Biliopancreatic diversion (BPD), and its modifications, is the most effective surgical bariatric treatment of morbid obesity and associated metabolic disturbances. However, at present comparative studies of the dynamics of carbohydrate metabolism after various modifications of the BPD are lacking.

AIM: comparative assessment for the effectiveness of biliopancreatic diversion with duodenal switch (BPD-DS) in the Hess–Marceau and single-anastomosis duodeno-ileal bypass with sleeve gastrectomy (SADI-S) modifications for correcting carbohydrate metabolism disorders and achieving remission of Diabetes mellitus type 2 (DM2) within a period of up to five years after both operations.

MATERIALS AND METHODS: within the framework of a prospective study, 200 patients with morbid obesity were operated on using the BPD-DS (group 1, n = 100) and SADI (group 2, n = 100) methods, the dynamics of clinical and laboratory parameters was analyzed in groups depending on the presence, or absence, of DM2, with an emphasis on the analysis of indicators of carbohydrate metabolism. DM2 was diagnosed in 35 (35.0%) patients in group 1 (BPD - DS) and 45 (45.0%) in



group 2 (SADI). All patients underwent a standard set of clinical, laboratory and instrumental examination methods before, immediately after and at 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 and 60 months after the operation.

RESULTS: 5 years after the operation, complete remission of DM2 was achieved in 38 (84.4%) and 32 (91.4%) patients from the SADI and BPD-DS groups, respectively, and 7 (15.6%) and 3 (8.6%) of patients achieved partial remission. The level of C-peptide, which also decreased after both modifications of BPS, was higher in patients after BPS in the SADI modification, both in patients with DM2 36 months ($p < 0.05$), and in patients without DM2 at 3, 12 and 24 months after surgery ($p < 0.05$).

CONCLUSION: The frequency of achieving stable remission of DM2 is comparable in both groups. The carbohydrate profile of patients after SADI is characterized by higher levels of glucose and C-peptide compared to BPD-DS at different periods of follow-up over five years.

KEYWORDS: morbid obesity; type 2 diabetes mellitus (DM2); biliopancreatic diversion; biliopancreatic diversion with duodenal switch (BPD-DS); single-anastomosis duodeno-ileal bypass with sleeve gastrectomy (SADI-S)

ОБОСНОВАНИЕ

Билиопанкреатическое шунтирование (БПШ; англ. Biliopancreatic diversion — BPD), а именно его модификация с продольной резекцией желудка и выключением двенадцатиперстной кишки (BPD-DS), в настоящее время является наиболее эффективной бариатрической операцией для лечения морбидного ожирения и ассоциированных метаболических нарушений, включая сахарный диабет 2 типа (СД2) [1, 2]. Вместе с тем BPD-DS, по сравнению с наиболее популярными бариатрическими операциями (продольной резекцией желудка, гастрощунтированием), является технически сложной операцией и связана с большей продолжительностью, более высокой вероятностью послеоперационных осложнений и развития нутритивной недостаточности в отдаленном послеоперационном периоде [2].

Для упрощения техники BPD-DS с межкишечным анастомозом по Ру в 2007 г. А. Sanchez-Pernaute и А. Torres разработали модификацию «одноанастомозного» дуодено-илеошунтирования (SADI) с продольной резекцией желудка, выключением 12-перстной кишки и наложением одного анастомоза между 12-перстной и подвздошной кишкой без межкишечного анастомоза по Ру [3]. За последнее десятилетие авторами модификации SADI был опубликован ряд статей, посвященных техническим деталям операции, послеоперационной потере веса, влиянию на нутритивный статус и течение сопутствующих ожирению заболеваний [4, 5]. В одной из них была проведена оценка эффективности модификации SADI в плане воздействия на углеводный обмен при наличии у пациентов СД2 [4].

В специальном постановлении Международной федерации хирургии ожирения и метаболических нарушений (IFSO), вышедшем в 2021 г., SADI было предложено рассматривать как модификацию BPD-DS и рекомендовать к осторожному внедрению в клиническую практику с дальнейшим более подробным изучением как желательных, так и нежелательных метаболических эффектов этой операции [6].

По данным некоторых авторов, частота ремиссии СД2 в течение первых 3 лет после операции SADI была выше по сравнению с желудочным шунтированием по Ру (RYGB) — более распространенной метаболической операцией [7, 8]. Публикации в мировой литературе, посвященные сравнительной оценке двух пилоросохраняющих модификаций БПШ — BPD-DS и SADI, крайне немногочисленны [9–11]. В наших недавно вышедших публикациях были показаны преимущества SADI по срав-

нению с BPS-DS в плане простоты выполнения, снижения частоты ранних послеоперационных осложнений, послеоперационной белковой недостаточности, поздней тонкокишечной непроходимости [12, 13].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования явилась сравнительная оценка эффективности БПШ с продольной резекцией желудка в модификациях Hess–Marceau (BPD-DS) и SADI в плане коррекции нарушений углеводного обмена и достижения ремиссии СД2 в сроки наблюдения до пяти лет после обеих операций.

Была также поставлена задача сравнить динамику снижения веса и некоторых метаболических параметров у больных, страдавших СД2, по сравнению с пациентами без диабета в группах пациентов, перенесших как SADI, так и BPD-DS.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Одноцентровое ретроспективное сплошное неконтролируемое сравнительное исследование.

Место и время проведения исследования

Место проведения. Все операции и последующее наблюдение за пациентами проводились в АО «Центр эндхирургии и литотрипсии» (ЦЭЛТ) с участием авторов — хирургов Ю.И. Яшкова и Н.С. Бордан.

Время исследования. В период 2013–2020 гг. проводилось ретроспективное исследование (оперативные вмешательства по методике BPD-DS проводились с 02.2013 по 11.2014, а по методике SADI — с 09.2014 по 08.2016).

Исследуемые популяции

В исследование были включены 200 пациентов с морбидным ожирением, разделенных на две одинаковые по численности группы пациентов, которые были последовательно прооперированы по методике BPD-DS и SADI.

Критерии включения пациентов в исследование: возраст 18–65 лет, индекс массы тела (ИМТ) ≥ 35 кг/м², подписанное информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения пациентов в исследование: наличие состояний, исключающих проведение оперативного вмешательства (обострение язвенной болезни желудка или 12-перстной кишки, онкологические заболевания, беременность, лактация), тяжелых психических расстройств

(шизофрения, маниакально-депрессивный психоз), ранее выполненные операции на желудке (в том числе продольная резекция желудка в качестве первого этапа лечения).

Критерии исключения пациентов из исследования: отзыв информированного согласия, интраоперационное выявление заболеваний верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), гепатобилиарной зоны, делающих невозможным выполнение предполагаемого объема оперативного вмешательства, неготовность пациента к сотрудничеству: нерегулярное посещение клиники для проведения контрольных исследований вследствие как объективных, так и необъективных причин.

Способ формирования выборки из изучаемой популяции

Исследуемая выборка была сформирована путем сплошного включения наблюдений.

Описание медицинского вмешательства

Все операции выполнялись через открытый (лапаротомный) доступ. Схемы обеих операций представлены на рис. 1. Во всех случаях производилась продольная резекция желудка с оставлением узкого желудочного «рукава» объемом 100–200 мл, пересечение 12-перстной кишки на уровне 2–4 см ниже привратника и наложением дуоденоилеоанастомоза. В случае выполнения модификации BPD-DS наряду с дуоденоилеоанастомозом накладывали межкишечный илеоилеоанастомоз с формированием общей петли подвздошной кишки длиной от 75 до 100 см и алиментарной петли длиной 220–250 см (рис. 1, А). При выполнении модификации SADI длина общей петли, т. е. расстояние от дуоденоилеоанастомоза до баугиниевой заслонки во всех случаях составляло 250 см при точном измерении длины кишки на растянутой петле (рис. 1, Б).

Диагноз СД2 устанавливали с привлечением эндокринолога в соответствии с клиническими рекомендациями «Сахарный диабет 2 типа у взрослых», опубликованными в 2020 г. [14].

Всем прооперированным пациентам проводился стандартный комплекс клинических, лабораторных и инструментальных методов обследования до, сразу после и через 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 60 мес после операции, включавших определение уровня глюкозы натощак, HbA_{1c}, С-пептида, индекса инсулинорезистентности (НОМА-IR).

Снижение массы тела после операции оценивали с помощью показателя процента потери избыточной массы тела (%EWL), определенного по формуле:

$$\%EWL = \frac{\text{Послеоперационная потеря массы тела}}{\text{Масса тела до операции} - \text{Идеальная масса тела}} \times 100\%.$$

За идеальную для пациента массу тела принимали показатель массы тела, соответствующий ИМТ 25 кг/м², т.е. верхней границе нормы.

В связи с тем, что в настоящее время отсутствуют критерии ремиссии СД2 после бариатрических операций, для констатации полной или неполной ремиссии СД2 мы пользовались критериями, сформулированными Американской диабетической ассоциацией (ADA), согласно которым полной ремиссией считалось достижение нормальных показателей уровня глюкозы крови в течение как минимум 1 года наблюдения без фармакологической терапии, неполной (частичной) — наличие гипергликемии ниже диагностического порога для СД2 в течение как минимум 1 года наблюдения без фармакологической терапии [15].

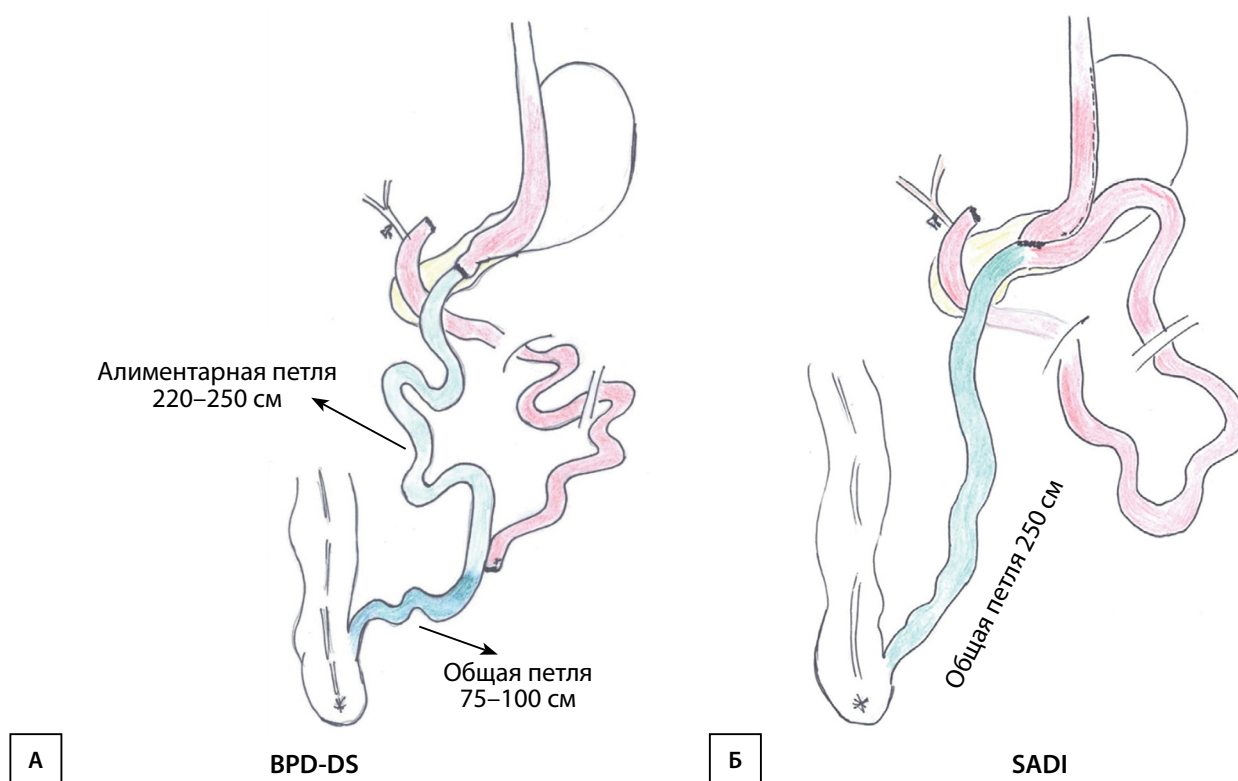


Рисунок 1. Билиопанкреатическое шунтирование в модификации BPD-DS и SADI.

Таблица 1. Характеристика пациентов с сахарным диабетом 2 типа, перенесших билиопанкреатическое шунтирование в модификациях SADI и BPD-DS

Показатели	SADI (n=45)	BPD-DS (n=35)	Критерий Манна–Уитни, p
Возраст, лет	46 [40,5; 54,0]	50,0 [39,0; 55,0]	>0,05
Пол (ж (%)/м (%))	32 (71,1%/13 (28,9%))	27 (77,1%)/8 (22,9%)	>0,05
ИМТ, кг/м ²	49,2 [41,8; 54,5]	48 [42,7; 55,0]	>0,05
МТ, кг	132 [119,5; 148]	136 [118; 160]	>0,05

Примечание. ИМТ — индекс массы тела; МТ — масса тела.

Для вычисления индекса инсулинорезистентности HOMA-IR использовали формулу, предложенную D.R. Matthews и соавт. (1985 г.):

$$HOMA-IR = \frac{\text{гликемия натощак (ммоль/л)} \times \text{инсулин (мкЕд/мл)}}{22,5}$$

Этическая экспертиза

Протокол исследования был одобрен локальным Этическим комитетом ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (протокол №212 от 22 ноября 2021 г.).

Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки: размер выборки предварительно не рассчитывался.

Методы статистического анализа данных. Для статистической обработки результатов применяли программу Statistica 12.0. Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона. Нормальность распределения оценивали по тесту Шапиро–Уилка, гомогенность дисперсии — по тесту Бартлетта. Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Сравнение групп проводили с использованием U-критерия Манна–Уитни. Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками при-

менялся критерий Фридмана. С целью изучения связи между явлениями, представленными количественными данными, распределение которых отличалось от нормального, использовался расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Первую группу составили 100 пациентов, прооперированных по методике BPD-DS, в том числе 19 (19,0%) мужчин и 81 (81,0%) женщин в возрасте $40,1 \pm 9,9$ года. Во вторую группу вошли также 100 пациентов, которым провели операцию БПШ в модификации SADI, в том числе 36 (36,0%) мужчин и 64 (64,0%) женщины в возрасте $41,3 \pm 11,0$ года.

Через 60 мес наблюдения из исследования по различным причинам выбыли 29 (14,5%) пациентов: 16 (16%) из группы SADI и 13 (13,0%) из группы BPD-DS.

СД2 был диагностирован перед операцией у 35 (35,0%) пациентов из группы 1 (BPD-DS) и у 45 (45,0%) — из группы 2 (SADI) (табл. 1).

Длительность анамнеза СД2 у 39 (48,8%) пациентов в обеих группах была менее одного года, из них у 28 (14,0%) — диабет был выявлен впервые, в том числе 15 (15,0%) в группе BPD-DS и 13 (13,0%) — в группе SADI; у 17 (21,2%) — анамнез диабета составлял от 1 года до 5 лет и у 24 (30,0%) — более 5 лет (рис. 2).

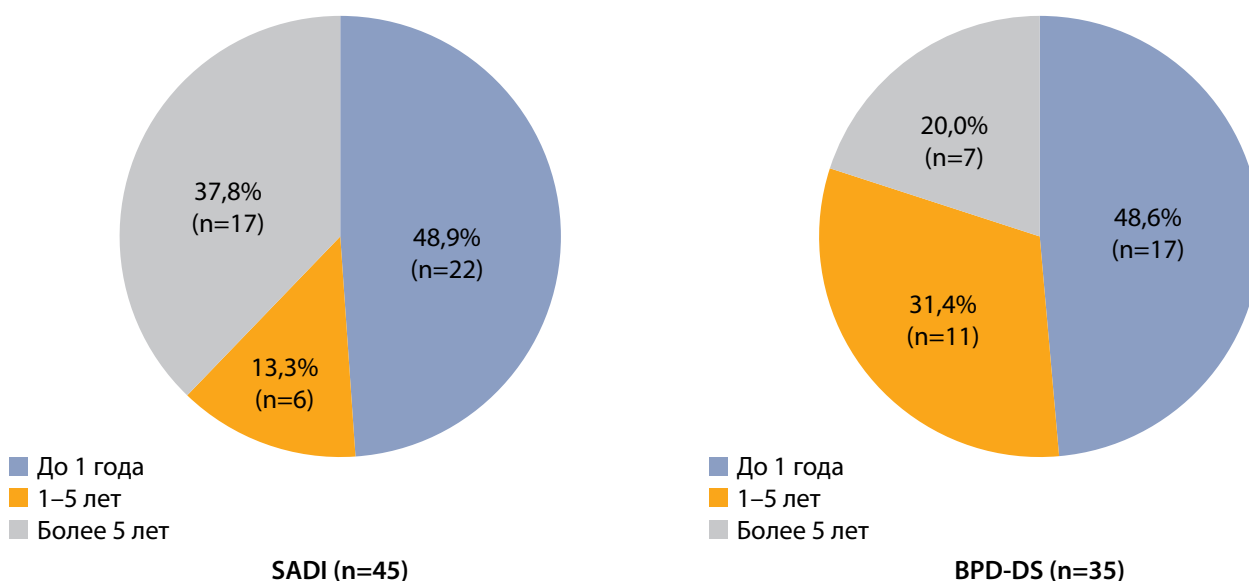


Рисунок 2. Длительность сахарного диабета 2 типа у обследованных пациентов.

На инсулинотерапии находились 9 (11,3%) человек: 6 (17,1%) из группы BPD-DS и 3 (6,7%) из группы SADI.

Динамика клинико-лабораторных показателей в группах была проанализирована в зависимости от наличия или отсутствия СД2, который наблюдался у 80 (40,0%) пациентов, из которых 35 (35,0%) были из группы 1 (BPD-DS) и 45 (45,0%) — из группы 2 (SADI) (табл. 1). Соответственно у 65 и 55 пациентов в группах 1 и 2 диагноза СД2 установлено не было.

Основные результаты исследования

При оценке динамики потери избыточной массы тела не было выявлено значимых различий между группами SADI и BPD-DS, тогда как между подгруппами пациен-

тов, страдавших и не страдавших СД2, они наблюдались в группе BPD-DS: %EWL был значимо больше у пациентов без СД2 через 18 (83,0 [75,4; 96,2] и 76,8 [62,5; 88,0]; $p=0,034$) и 24 (87,7 [79,4; 96,0] и 78,0 [66,1; 85,7]; $p=0,005$) мес по сравнению с теми, у кого он присутствовал до операции (рис. 3).

Максимальный EWL% составил 88,95 [82,3; 98,55] и 91,9 [83,5; 100,2] у пациентов, прооперированных по методике SADI с и без СД2 соответственно и 86,9 [77; 100,5] и 93,85 [82,6; 103,2] у пациентов, прооперированных по методике BPD-DS с и без СД2 соответственно ($p>0,05$).

Через 5 лет после операции полной ремиссии достигли 38 (84,4%) и 32 (91,4%) пациентов из групп SADI и BPD-DS соответственно, а 7 (15,6%) и 3 (8,6%) пациента

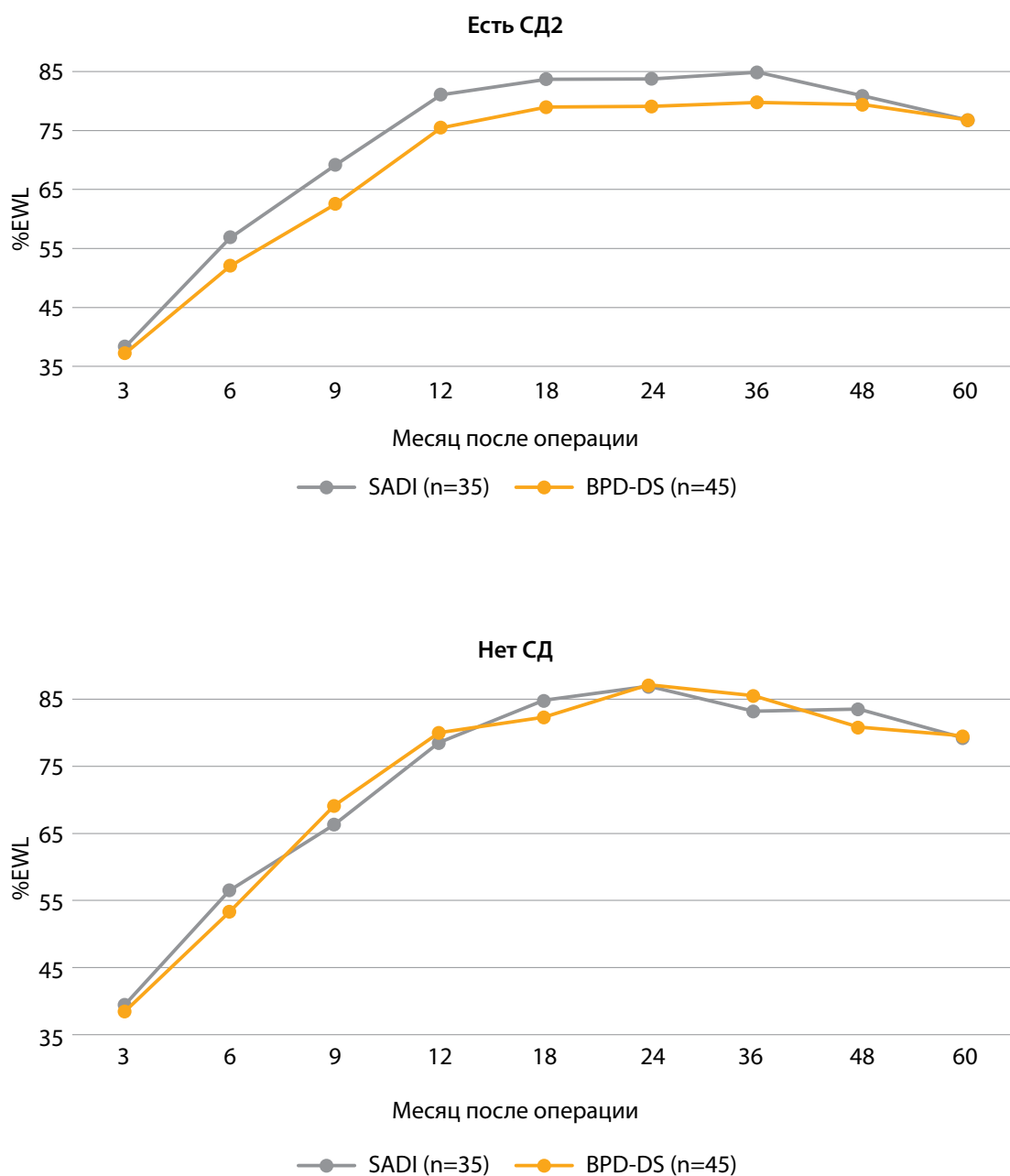


Рисунок 3. Динамика потери избыточной массы тела после двух видов БПШ (SADI и BPD-DS) в зависимости от наличия или отсутствия сахарного диабета.

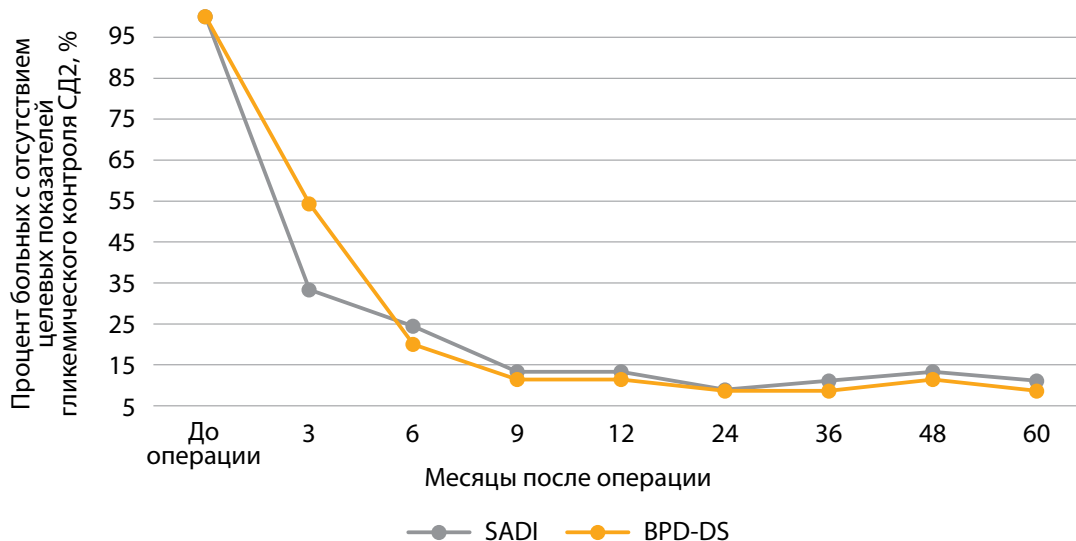


Рисунок 4. Динамика достижения целевых показателей гликемического контроля с сахарным диабетом 2 типа у пациентов после двух видов билиопанкреатического шунтирования (SADI и BPD-DS) в различные сроки послеоперационного наблюдения.

добились частичной ремиссии (рис. 4). Инсулинотерапия через 5 лет потребовалась 1 (2,2%) пациенту из группы SADI и 1 (2,9%) из группы BPD-DS.

При анализе динамики показателей углеводного обмена у обследованных пациентов, в том числе в зависимости от наличия или отсутствия диабета, не выявлено статистически значимых различий у пациентов, перенесших БПШ в модификации SADI и BPD-DS, по уровням глюкозы крови, HbA_{1c}, С-пептида и по индексу HOMA-IR как до операции ($p > 0,05$), так и через 3, 6, 12, 24, 36 и 60 мес после обоих хирургических вмешательств (во все указанные сроки $p > 0,05$) (табл. 2).

Оценка уровня инсулина крови и сравнение его показателей в разных группах больных не проводились из-за высокой вариабельности его уровня.

При более детальном анализе были выявлены определенные особенности углеводного обмена у пациентов в зависимости от типа операции и наличия/отсутствия диабета. Так, уровни глюкозы и HbA_{1c} у пациентов с СД2 в группах SADI и BPD-DS были значимо выше по сравнению с пациентами без диабета до операции и через 3 мес после ($p < 0,001$), в дальнейшем различия между данными подгруппами отсутствовали. Уровень индекса HOMA-IR до операции был также значимо выше у пациентов с СД2 до операции в обеих группах ($p < 0,01$), тогда как через 3 мес значимые различия наблюдались только среди пациентов, прооперированных по методике SADI ($p < 0,05$), а среди пациентов после BPD-DS различия между подгруппами больных, страдавших СД2 и не страдавших диабетом, отсутствовали ($p > 0,05$).

Также выявлены различия по показателям углеводного обмена после операции между пациентами с СД2 и без диабета в зависимости от типа оперативного вмешательства. Так, уровень С-пептида также был значимо выше у пациентов после БПШ в модификации SADI как у пациентов с СД2 через 36 мес после операции ($p < 0,05$), так и у пациентов без диабета через 3, 12 и 24 мес после операции ($p < 0,05$). В остальные контрольные точки отмечалась тенденция к более высоким уровням С-пептида у пациентов, прооперированных по методике SADI по сравнению с BPD-DS (рис. 5).

Нежелательные явления

В первые 30 дней после операции (ранний послеоперационный период) всего у 11 (5,5%) пациентов обеих групп были выявлены различные осложнения в раннем послеоперационном периоде (инфекция в ране, пневмонии, анастомозит, ранняя тонкокишечная непроходимость), из них у 2 (2,0%) из группы SADI и 9 (9,0%) из группы BPD-DS. Общее число поздних послеоперационных осложнений составило 47: 16 (16,0%) в группе SADI и 31 (31,0%) в группе BPD-DS (поздняя тонкокишечная непроходимость, избыточная белковая мальабсорбция (БМА), диарейный синдром, рефлюкс (желчный рефлюкс, рефлюкс-эзофагит)).

ОБСУЖДЕНИЕ

В проведенном нами исследовании пациенты, перенесшие как SADI, так и BPD-DS, достигли к пяти годам наблюдения сходных показателей снижения массы тела на уровне 80–90% EWL. Отсутствие статистически значимых различий в данном случае может быть связано с недостаточным числом наблюдений. При этом было отмечено значительное снижение уровней глюкозы, HbA_{1c}, С-пептида, а также индекса инсулинорезистентности HOMA-IR. Применительно к БПШ в модификации BPD-DS данная закономерность была ранее продемонстрирована Е.В. Ершовой и соавт. [16]. Применительно к модификации SADI, ее эффективность при нарушениях углеводного обмена впервые продемонстрировали А. Sanchez-Pernaute и соавт. в 3-летнем исследовании когорты из 97 пациентов [4]. Сравнительный анализ эффективности SADI, проведенный этой же группой авторов с результатами серии BPD-DS, а также RY-GB, выполненных в других клиниках, показал сопоставимость модификации SADI с результатами BPD-DS в плане коррекции нарушений углеводного обмена [7]. Вместе с тем этими авторами было показано существенное уменьшение частоты достижения ремиссии СД2 у пациентов, находившихся до операции на инсулинотерапии [4–7].

Таблица 2. Динамика показателей углеводного обмена у обследованных пациентов

Срок, мес	SADI			BPD-DS		
	СД2		Критерий Манна-Уитни, р	СД2		Критерий Манна-Уитни, р
	Есть	Нет		Есть	Нет	
Глюкоза ммоль/л						
До операции	6,83 [6,1; 8,75]	6,08 [4,1; 8,05]	<0,001	7,34 [6,3; 9,2]	5,38 [4,7; 5,74]	<0,001
3	5,4 [5,05; 6,1]	5,43 [4,8; 6,06]	<0,001	5,55 [4,9; 5,9]	4,9 [4,45; 5,1]	<0,001
6	5,1 [4,63; 5,5]	5,08 [4,92; 5,23]	0,064	5 [4,5; 5,3]	4,9 [4,4; 5,1]	0,277
12	5 [4,8; 5,23]	4,71 [4,45; 4,96]	0,051	4,8 [4,4; 5,2]	4,88 [4,54; 5,05]	0,744
24	5,11 [4,95; 5,6]	5,4 [5,3; 5,5]	0,078	4,9 [4,5; 5,2]	4,8 [4,53; 5,1]	0,356
36	4,93 [4,81; 6,03]	5,25 [4,9; 5,6]	0,648	5 [4,6; 5,4]	4,7 [4,2; 5,1]	0,084
60	5,1 [4,75; 5,6]	4,99 [4,78; 5,2]	0,080	5,1 [4,8; 5,2]	4,8 [4,2; 5,1]	0,076
НbA_{1с} %						
До операции	6,6 [6,15; 8,5]	5,9 [5,2; 6,6]	<0,001	6,35 [6,0; 7,8]	5,5 [5,0; 5,8]	<0,001
3	5,63 [5,1; 6,15]	4,9 [4,85; 5,25]	<0,001	5,4 [4,9; 5,7]	5,0 [4,8; 5,0]	<0,001
6	5 [4,5; 5,45]	5,3 [5,1; 5,5]	0,152	5,0 [4,8; 5,3]	4,8 [4,4; 5,0]	0,005
12	4,9 [4,6; 5,1]	5,12 [4,83; 5,4]	0,903	4,6 [4,4; 4,9]	4,85 [4,35; 4,95]	0,327
24	4,86 [4,59; 5,2]	4,9 [4,6; 5,1]	0,056	4,8 [4,5; 5,0]	4,85 [4,8; 4,9]	0,935
36	4,9 [4,72; 5,29]	4,83 [4,8; 4,85]	0,188	4,9 [4,6; 5,1]	4,35 [4,1; 4,6]	0,067
60	5,0 [4,8; 5,2]	5,1 [5,0; 5,2]	0,057	4,9 [4,5; 5,1]	4,45 [4,0; 4,9]	0,604
С-пептид, нг/мл						
До операции	4,0 [1,53; 4,21]	5,33 [3,86; 6,8]	0,751	4,65 [1,94; 5,41]	3,4 [1,58; 7,6]	0,058
3	2,04 [1,3; 3,05]	2,4 [1,48; 3,15]	0,153	2,4 [1,48; 3,15]	1,48* [1,31; 1,65]	0,703
6	1,8 [1,28; 3,01]	1,83 [1,8; 1,85]	0,903	1,6 [1,27; 2,13]	1,36 [1,0; 1,8]	0,846
12	1,93 [1,16; 2,24]	2,31 [2,0; 2,02]	0,541	1,6 [0,73; 1,76]	1,37* [1,3; 1,65]	0,955
24	1,6 [1,33; 1,9]	2,38 [1,53; 6,79]	0,263	1,33 [1,17; 2,09]	1,3* [1,09; 1,57]	0,393
36	1,37* [1,11; 1,78]	1,27 [1,04; 1,32]	0,628	0,73 [0,3; 0,86]	1,23 [0,42; 2,16]	0,143
60	1,58 [1,0; 1,8]	1,35 [1,1; 1,9]	0,999	1,32 [0,49; 1,67]	1,2 [1,1; 1,5]	0,941
НОМА-IR						
До операции	12,4 [7,44; 18,1]	7,08 [6,81; 10,7]	<0,001	9,54 [7,44; 16,1]	5,22 [3,21; 5,51]	0,007
3	2,79 [2,17; 4,36]	0,91 [0,69; 0,92]	0,011	3,42 [1,65; 5,05]	1,84 [1,62; 2,39]	0,095
6	1,96 [1,32; 2,88]	1,11 [1,06; 1,21]	0,377	1,5 [1,11; 2,82]	1,28 [0,86; 1,35]	0,437
12	1,41 [1,15; 2,16]	1,83 [1,53; 2,66]	0,458	1,83 [1,18; 1,92]	0,97 [0,77; 1,33]	0,113
24	1,75 [0,99; 2,2]	1,63 [1,06; 1,98]	0,823	1,44 [1,42; 2,6]	1,3 [0,83; 1,53]	0,347
36	1,18 [0,96; 2,21]	1,04 [0,98; 1,57]	0,724	1,2 [0,96; 2,0]	1,38 [0,96; 1,88]	0,770
60	1,85 [1,73; 2,95]	1,76 [1,46; 1,95]	0,540	2,21 [1,61; 3,17]	1,59 [1,26; 4,84]	0,705

* р < 0,05 — значимые различия между подгруппами с и без СД2.

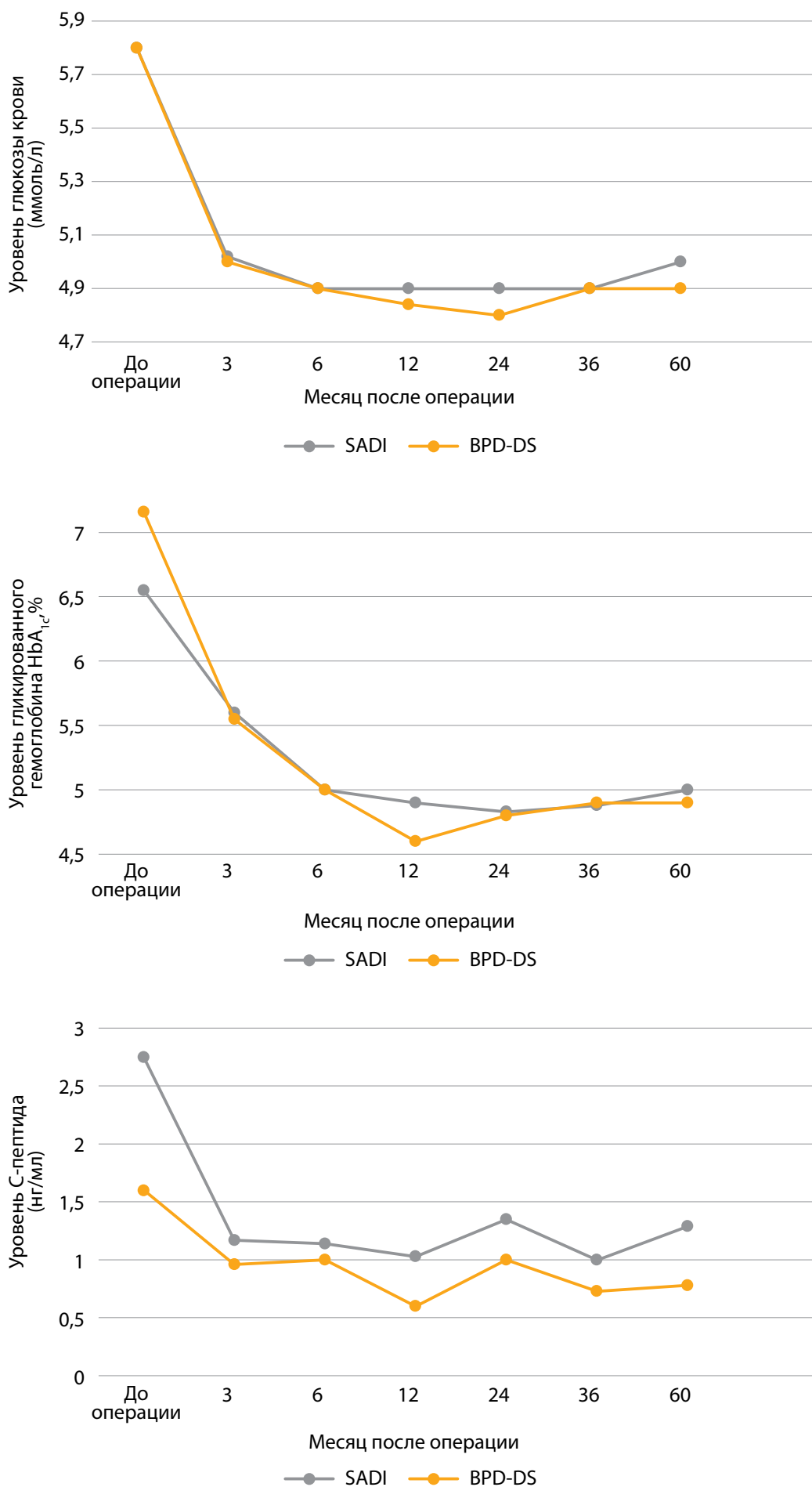


Рисунок 5. Динамика показателей углеводного обмена после двух видов билиопанкреатического шунтирования (SADI и BPD-DS).

В настоящей работе впервые представлены в сравнительном аспекте результаты двух модификаций БПШ (BPD-DS и SADI), выполненных в одном центре, хотя отчасти и в разные периоды, одной и той же бригадой хирургов. Проведенный анализ результатов показал, что эти две модификации БПШ сопоставимы по показателям снижения массы тела, представленным параметрам углеводного обмена, длительности ремиссии СД2. Ранее в наших работах было показано, что более простая в выполнении операция SADI способствовала снижению частоты ранних послеоперационных осложнений, а в позднем послеоперационном периоде — частоты белковой недостаточности и поздней кишечной непроходимости. В ретроспективном когортном исследовании в общей популяции оперированных пациентов в то же время были отмечены несколько лучшие показатели потери массы тела, а также более благоприятные изменения липидного состава крови, наблюдавшиеся после BPD-DS, по сравнению с SADI, в сроки после трех наблюдений [12, 13].

В этом случае можно говорить, что эндокринные механизмы, лежащие в основе как снижения веса, так и метаболической эффективности этих процедур могут различаться.

Выполнение БПШ в модификациях BPD-DS и SADI при сходном объеме сохраняемой части желудка предполагает создание разной длины общей петли тонкой кишки, отвечающей за всасывание нутриентов. Так, после BPD-DS питательные вещества усваиваются на уровне алиментарной петли длиной 200–250 см без участия желчи и панкреатического сока, а лишь на дистальном отрезке подвздошной кишки длиной 70–100 см эти важнейшие пищеварительные соки включаются в пищеварительный процесс. При SADI длина общей петли, т.е. участок, где происходит смешивание химуса с желчью и панкреатическим соком, составляет минимум 250 см, а с учетом участка приводящей петли — на 50–70 см больше. Таким образом, при SADI увеличивается площадь тонкой кишки, участвующая в полноценной абсорбции, а при BPD-DS — напротив, уменьшается поверхность кишки, способная усваивать как крахмалы, так и жиры, включая жирорастворимые нутриенты. Аналогично секреция кишечных пептидов, напрямую влияющих на углеводный обмен, в частности глюкагоноподобного пептида-1, обратно пропорциональна длине отключенного сегмента кишки, но наступает значительно раньше в связи с быстрым достижением химуса уровня L-клеток подвздошной кишки

Уровень глюкозы крови после операции находился в пределах референсных значений, но был значительно выше у пациентов после SADI по сравнению с пациентами после BPD-DS. Также более высокий уровень С-пептида у пациентов с SADI по сравнению с группой с BPD-DS как с СД2, так и без него может быть обусловлен повышенной секрецией инсулина, а также разницей в скорости его клиренса при двух хирургических процедурах. Поскольку глюкоза стимулирует секрецию инсулина и С-пептида панкреатическими β-клетками [15], более высокая концентрация инсулина в сыворотке крови может быть связана с несколько более высоким уровнем глюкозы у пациентов после SADI.

Клиническая значимость результатов

Полученные данные указывают на то, что операция SADI, потенциально менее агрессивная, но технически легче выполняемая, может быть предпочтительнее для пациентов с инсулинорезистентностью, нарушением толерантности к углеводам и ранним диабетом с сохраненной функцией β-клеток собственной поджелудочной железы, в то время как BPD-DS, вероятно, будет лучше для больных с длительным анамнезом СД2. Она также может рассматриваться как «операция резерва» в случае недостаточного эффекта SADI либо при развитии энтерогастрального и гастроэзофагеального рефлюкса, иногда встречающегося после SADI [12, 13].

Ограничения исследования

Несмотря на достаточно большую выборку пациентов, необходимо отметить ряд ограничений проведенного исследования. Нерандомизированный характер отбора больных для формирования групп пациентов, перенесших BPD-DS и SADI, а также тот факт, что два вида операций делались в различные периоды времени, отчасти могли повлиять на представленные результаты.

Направления дальнейших исследований

Подтверждение полученных результатов требует проведения рандомизированного клинического исследования у пациентов с различной степенью функционального резерва поджелудочной железы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамика послеоперационной потери массы тела в целом идентична у пациентов, перенесших SADI и BPD-DS, вне зависимости от наличия или отсутствия диабета. Частота достижения стойкой ремиссии СД2 в анализируемых группах сопоставима при BPD-DS и SADI и достигает 91,4 и 84,4% соответственно. Углеводный профиль пациентов после SADI характеризуется более высокими уровнями глюкозы, HbA_{1c} и С-пептида по сравнению с BPD-DS в разные сроки пятилетнего периода наблюдения. Целесообразны дальнейшие, в т.ч. рандомизированные, исследования состояния углеводного обмена после БПШ для оптимизации выбора модификации операции у пациентов с СД2 различной степени тяжести.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Финансирование работы. Работа выполнена без привлечения дополнительных источников финансирования по инициативе авторов.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Участие авторов. Анохина В.М. — обработка материала; Бордан Н.С. — выполнение операций, послеоперационное ведение больных, разработка концепции исследования, сбор и обработка научного материала, написание текста; Яшков Ю.И. — выполнение операций, послеоперационное ведение больных, разработка концепции исследования, редактирование текста; Орлова А.С. — обработка научного материала, редактирование текста.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Skogar ML, Sundbom M. Duodenal Switch Is Superior to Gastric Bypass in Patients with Super Obesity when Evaluated with the Bariatric Analysis and Reporting Outcome System (BAROS). *Obes Surg.* 2017;27(9):2308-2316. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-017-2680-z>
- Strain GW, Torghabeh MH, Gagner M, et al. The Impact of Biliopancreatic Diversion with Duodenal Switch (BPD/DS) Over 9 Years. *Obes Surg.* 2017;27(3):787-794. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2371-1>
- Sánchez-Pernaute A, Rubio Herrera MA, Pérez-Aguirre E, et al. Proximal duodenal-ileal end-to-side bypass with sleeve gastrectomy: proposed technique. *Obes Surg.* 2007;17(12):1614-1618. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-007-9287-8>
- Sánchez-Pernaute A, Rubio MÁ, Cabrerizo L, et al. Single-anastomosis duodenoileal bypass with sleeve gastrectomy (SADI-S) for obese diabetic patients. *Surg Obes Relat Dis.* 2015;11(5):1092-1098. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2015.01.024>
- Ramos-Leví AM, Sánchez-Pernaute A, Marcuello C, et al. Glucose Variability After Bariatric Surgery: Is Prediction of Diabetes Remission Possible? *Obes Surg.* 2017;27(12):3341-3343. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-017-2960-7>
- Brown WA, de Leon Ballesteros GP, Ooi G, et al. Single Anastomosis Duodenal-Ileal Bypass with Sleeve Gastrectomy/One Anastomosis Duodenal Switch (SADI-S/OADS) IFSO Position Statement-Update 2020. *Obes Surg.* 2021;31(1):3-25. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-020-05134-7>
- Torres A, Rubio MA, Ramos-Leví AM, Sánchez-Pernaute A. Cardiovascular Risk Factors After Single Anastomosis Duodeno-Ileal Bypass with Sleeve Gastrectomy (SADI-S): a New Effective Therapeutic Approach? *Curr Atheroscler Rep.* 2017;19(12):58. doi: <https://doi.org/10.1007/s11883-017-0688-4>
- Cottam A, Cottam D, Zaveri H, et al. An Analysis of Mid-Term Complications, Weight Loss, and Type 2 Diabetes Resolution of Stomach Intestinal Pylorus-Sparing Surgery (SIPS) Versus Roux-En-Y Gastric Bypass (RYGB) with Three-Year Follow-Up. *Obes Surg.* 2018;28(9):2894-2902. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-018-3309-6>
- Kermansaravi M, Davarpanah Jazi AH, Shahabi Shahmiri S, et al. Revision procedures after initial Roux-en-Y gastric bypass, treatment of weight regain: a systematic review and meta-analysis. *Updates Surg.* 2021;73(2):663-678. doi: <https://doi.org/10.1007/s13304-020-00961-w>
- Moon RC, Alkhairi L, Wier AJ, et al. Conversions of Roux-en-Y gastric bypass to duodenal switch (SADI-S and BPD-DS) for weight regain. *Surg Endosc.* 2020;34(10):4422-4428. doi: <https://doi.org/10.1007/s00464-019-07219-6>
- Topart P, Becouarn G. The single anastomosis duodenal switch modifications: a review of the current literature on outcomes. *Surg Obes Relat Dis.* 2017;13(8):1306-1312. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2017.04.027>
- Яшков Ю.И., Бордан Н.С., Мальхина А.И., Бекузаров Д.К. Сравнительная оценка пятилетних результатов билиопанкреатического шунтирования в модификациях SADI-S и duodenal switch (Hess-Marceau) // *Московский хирургический журнал.* — 2020. — Т. 71. — №1. — С. 111-119. [Yashkov YI, Bordan NS, Malykhina AI, Bekuzarov DK. A comparative evaluation of five-year results of SADI-S and biliopancreatic diversion/duodenal switch (Hess-Marceau). *Moskovskij xirurgicheskij zhurnal.* 2020;71(1):111-119. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.17238/issn2072-3180.2020.1.111-119>
- Yashkov Y, Bordan N, Torres A, et al. SADI-S 250 vs Roux-en-Y Duodenal Switch (RY-DS): Results of 5-Year Observational Study. *Obes Surg.* 2021;31(2):570-579. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-020-05031-z>
- Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., и др. Сахарный диабет 2 типа у взрослых // *Сахарный диабет.* — 2020. — Т. 23. — №2. — С. 4-102. [Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AY, et al. Diabetes mellitus type 2 in adults. *Diabetes mellitus.* 2020;23(2):4-102. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.14341/DM12507>
- Buse JB, Caprio S, Cefalu WT, et al. How do we define cure of diabetes? *Diabetes Care.* 2009;32(11):2133-2135. doi: <https://doi.org/10.2337/dc09-9036>
- Ершова Е.В., Трошина Е.А., Яшков Ю.И. Динамика показателей липидного обмена и их взаимосвязь с секрецией глюкагоноподобного пептида-1 и глюкозависимого инсулиноотропного полипептида у пациентов с ожирением и сахарным диабетом 2 типа после билиопанкреатического шунтирования в модификации HESS // *Ожирение и метаболизм.* — 2016. — Т. 13. — №3. — С. 38-44. [Ershova EV, Troshina EA, Yashkov Yul. Lipid metabolism and production of incretins in patients with obesity and type 2 diabetes mellitus after biliopancreatic diversion in Hess-Marceau modification at the early stages of follow-up. *Obesity and metabolism.* 2016;13(3):38-44. (In Russ.). doi: <https://doi.org/10.14341/omet2016338-44>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Наталья Семеновна Бордан**, к.м.н., н.с. [Natalia S. Bordan, PhD, research associate]; адрес: Россия, 105066, г. Москва, ул. Ольховская, д. 27 [address: 27 Ol'hovskaja street, 105066 Moscow, Russia]; ORCID: <http://orcid.org/0000-00002-44472-3142>; Researcher ID: AAB-86032022; Scopus Author ID: 57192996294; eLibrary SPIN: 7086-2585; e-mail: socetanie@mail.ru

Анохина Валерия Максимовна, МБ «Медицина Будущего» [Valeria M. Anohina, student]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4472-3142>; Researcher ID: AAA-8119-2022; valeriia.anockhina@gmail.com
Яшков Юрий Иванович, д.м.н., профессор [Yuriy I. Yashkov, MD, PhD, Professor]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4798-118X>; Researcher ID: AAB-8511-2022; Scopus Author ID: 21036395900; eLibrary SPIN: 8933-3745; e-mail: yu@yashkov.ru

Орлова Александра Сергеевна, к.м.н., доцент [Alexandra S. Orlova, PhD, docent]; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9725-7491>; Researcher ID: F-6886-2016; Scopus Author ID: 57191331064; eLibrary SPIN: 6468-5100; e-mail: orlova_a_s@staff.sechenov.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Анохина В.М., Бордан Н.С., Яшков Ю.И., Орлова А.С. Особенности углеводного обмена при хирургическом лечении морбидного ожирения и сахарного диабета 2 типа с применением различных модификаций билиопанкреатического шунтирования с продольной резекцией желудка // *Сахарный диабет.* — 2022. — Т. 25. — №4. — С. 358-367. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12863>

TO CITE THIS ARTICLE:

Anohina VM, Bordan NS, Yashkov YI, Orlova AS. Characteristics of carbohydrate metabolism in the surgical treatment of morbid obesity and type 2 diabetes mellitus using various modifications of biliopancreatic diversion with duodenal switch. *Diabetes Mellitus.* 2022;25(4):358-367. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12863>