

ПРЕДИКТОРЫ РЕМИССИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2 ТИПА У ПАЦИЕНТОВ С МОРБИДНЫМ ОЖИРЕНИЕМ ПОСЛЕ БАРИАТРИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ



© А.О. Божко^{1,2}, Е.А. Королева¹, О.А. Шумков¹, А.И. Корбут¹, В.В. Климонтов^{1,2*}

¹Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии — филиал ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск

²Новосибирский национальный государственный исследовательский университет, Новосибирск

ОБОСНОВАНИЕ. Бариатрическая хирургия является высокоэффективным методом лечения сахарного диабета 2 типа (СД2) у пациентов с морбидным ожирением, однако результат операции вариателен: некоторые больные не достигают ремиссии СД2, у некоторых отмечается недостаточная потеря массы тела или ее последующий набор. Существующие прогностические шкалы ремиссии СД2 после бариатрических операций не лишены ограничений, связанных с гетерогенностью выборок, различиями в типах хирургических вмешательств и размерами когорт. Следовательно, разработка новых прогностических моделей остается актуальной задачей.

ЦЕЛЬ. Определить предикторы ремиссии СД2 у пациентов с морбидным ожирением в течение года после бариатрической операции: минигастрошунтирования (MGB) или одноанастомозного слив-илеостунтирования (SASI).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В одноцентровое ретроспективное исследование включены 112 пациентов с СД2 и морбидным ожирением, которым выполнено MGB ($n=86$) или SASI ($n=26$). Оценка статуса ремиссии СД2 проводилась в течение 12 месяцев после операции. Для анализа предикторов ремиссии использовались логистическая регрессия с поправкой на ковариаты, регрессионный анализ Кокса и ROC-анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Ремиссия СД2 в течение года после операции достигнута у 83 (74%) пациентов. В логистическом регрессионном анализе после поправки на возраст, пол, индекс массы тела и вид операции предикторами ремиссии СД2 являлись отсутствие инсулинотерапии до операции (ОШ=6,27, $p<0,001$), гликированный гемоглобин (HbA_{1c} , ОШ=0,5, $p<0,001$), С-пептид натощак и через 2 часа после завтрака (ОШ=1,52, $p=0,023$ и ОШ=1,21, $p=0,041$ соответственно), расчетная скорость утилизации глюкозы (рСУГ, ОШ=1,83, $p=0,001$). В регрессионном анализе Кокса эти факторы, а также длительность диабета и уровень С-реактивного белка (СРБ) предсказывали более быстрое наступление ремиссии в течение первого года после операции. В ROC-анализе определены следующие пороговые значения предикторов ремиссии: длительность диабета <7 лет ($p=0,021$); $HbA_{1c}<7,5\%$ ($p<0,001$); С-пептид натощак >4 нг/мл ($p=0,003$); С-пептид после еды $>6,5$ нг/мл ($p<0,001$); рСУГ $>1,4$ мг/кг/мин ($p=0,043$); СРБ $>6,4$ мг/л ($p=0,045$). На основе идентифицированных предикторов построена прогностическая модель: AUC=0,92 (95% ДИ 0,82–0,99), общая точность — 83% (95% ДИ 64–94%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Более высокая вероятность достижения ремиссии СД2 в течение года после бариатрических операций (MGB, SASI) ассоциирована с меньшей длительностью СД2, отсутствием инсулинотерапии до операции, более низким дооперационным уровнем HbA_{1c} , более высоким уровнем С-пептида натощак и после еды, а также с более высокой чувствительностью к инсулину (рСУГ) и более высоким уровнем СРБ до операции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: метаболическая хирургия; гликемический контроль; инсулинорезистентность; С-пептид; прогностическая модель.

PREDICTORS OF TYPE 2 DIABETES REMISSION IN PATIENTS WITH MORBID OBESITY AFTER BARIATRIC SURGERY

© Alina O. Bozhko^{1,2}, Elena A. Koroleva¹, Oleg A. Shumkov¹, Anton I. Korbut¹, Vadim V. Klimontov^{1,2*}

¹Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

BACKGROUND: Bariatric surgery is a highly effective method of type 2 diabetes (T2D) treatment in patients with morbid obesity, but surgical outcomes are variable: some patients do not achieve remission of T2D, others may have insufficient weight loss or subsequent weight regain. Existing models for predicting diabetes remission are not without limitations due to sample heterogeneity, differences in types of surgical interventions, and cohort sizes. Therefore, new prognostic models are needed.

AIM: To determine predictors of T2D remission in patients with morbid obesity within a year after Mini-Gastric Bypass (MGB) or Single Anastomosis Sleeve Ileal Bypass (SASI).

MATERIALS AND METHODS: A single-center retrospective study included 112 patients with T2D and morbid obesity who underwent either MGB ($n=86$) or SASI ($n=26$). The status of T2D remission was assessed for 12 months after surgery. Covariate-adjusted logistic regression, Cox regression analysis, and ROC analysis were used to analyze remission predictors.

RESULTS: Remission of T2D within one year after surgery was achieved in 83 (74%) patients. No insulin therapy before surgery ($OR=6.27$, $p<0.001$), glycated hemoglobin (HbA_{1c} , $OR=0.5$, $p<0.001$), fasting and 2-hour post-breakfast C-peptide ($OR=1.52$, $p=0.023$ and $OR=1.21$, $p=0.041$, respectively), and estimated glucose disposal rate (eGDR, $OR=1.83$, $p=0.001$) were predictors of remission in logistic regression analysis after adjustment for age, sex, body mass index, and type of operation. In Cox regression analysis, these factors, as well as diabetes duration and C-reactive protein (CRP) level, predicted faster onset of remission within the first year after surgery. The ROC analysis identified the following cut-off points of predictors: diabetes duration <7 years ($p=0.021$); $HbA_{1c}<7.5\%$ ($p<0.001$); fasting C-peptide >4 ng/mL ($p=0.003$); postprandial C-peptide >6.5 ng/mL ($p<0.001$); eGDR >1.4 mg/kg/min ($p=0.043$); CRP >6.4 mg/L ($p=0.045$). A prognostic model based on the identified predictors was developed (AUC=0.92 [95% CI 0.82–0.99], overall accuracy=83% [95% CI 64–94%]).

CONCLUSION: Achieving remission of T2D within one year after bariatric surgery (MGB, SASI) is associated with a shorter duration of T2D, absence of insulin therapy before surgery, lower preoperative HbA_{1c} levels, higher fasting and postprandial C-peptide levels, as well as higher preoperative insulin sensitivity (eGDR) and CRP levels.

KEYWORDS: metabolic surgery; glycemic control; insulin resistance; C-peptide; prognostic model.

ОБОСНОВАНИЕ

В настоящее время бариатрическая хирургия признана одним из наиболее действенных методов лечения пациентов с сахарным диабетом 2 типа (СД2) и морбидным ожирением [1]. Ее эффективность проявляется не только в значительном и устойчивом снижении избыточной массы тела, но также в улучшении гликемического контроля, липидного профиля, снижении артериального давления и регрессии синдрома обструктивного апноэ сна. У значительной части больных бариатрические операции приводят к клинической ремиссии СД2, что подразумевает нормализацию гликемии без применения сахароснижающих препаратов [2]. Однако ответ на лечение вариателен: от 30 до 50% пациентов не достигают полной ремиссии СД2 в зависимости от типа операции и длительности анамнеза, у 13–20% происходит рецидив СД2, у 6–27% пациентов наблюдается недостаточная потеря веса, а у 26–49% отмечается значимый повторный набор массы тела в отдаленном периоде, что актуализирует проблему прогнозирования исхода операции и определяет необходимость создания надежных прогностических инструментов [3, 4].

К настоящему времени предложены различные прогностические модели для оценки вероятности достижения ремиссии СД2 в отдаленном послеоперационном периоде. В их числе: шкала ABCD (Age, BMI, C-peptide, Duration of diabetes; учитывает возраст, индекс массы тела (ИМТ), уровень С-пептида и длительность СД2) [5]; шкала DiaRem2 (учитывает возраст, уровень гликированного гемоглобина (HbA_{1c}), применение инсулина и продолжительность СД2) [6]; модель IMS (Individualized Metabolic Surgery Score; включает HbA_{1c} , инсулинотерапию, количество сахароснижающих препаратов и длительность СД2) [7]; модель MDR (Metabolic Surgery Diabetes Remission; включает возраст, длительность СД2, уровень HbA_{1c} , индекс HOMA-B) [8]; система DRAMS (Diabetes Remission After Metabolic Surgery; учитывает длительность СД2, возраст, индекс инсулинорезистентности HOMA-IR, HbA_{1c} и ИМТ, а также применение метформина, препаратов сульфонилмочевины, инсулина, уровень аланинами-

нотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ) и общего холестерина) [9].

Несмотря на довольно высокую чувствительность и специфичность, существующие шкалы едва ли можно считать универсальными из-за различий популяций, на которых они были разработаны, разнообразия типов бариатрических вмешательств и ограниченного числа анализируемых предикторов [10]. Это определяет актуальность валидации этих моделей в независимых когортах, а также их модификации и создания новых, более точных алгоритмов.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить предикторы ремиссии СД2 у пациентов с морбидным ожирением в течение года после бариатрической операции: минигастрошунтирования (MGB) или одноанастомозного слив-илеошунтирования (SASI).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Место и время проведения исследования

Ретроспективный сбор и анализ данных для исследования проведен в период с сентября 2025 г. по январь 2026 г. В исследование включены данные медицинских карт пациентов, проходивших предоперационное обследование, оперативное лечение и послеоперационное наблюдение в клинике НИИКЭЛ — филиал ИЦиГ СО РАН в период с октября 2019 г. по сентябрь 2025 г. Операции выполняли в рамках оказания высокотехнологичной медицинской помощи.

Изучаемые популяции (одна или несколько)

В исследование вошли больные СД2 старше 18 лет с ИМТ ≥ 40 кг/м², перенесшие бариатрическую операцию: MGB или SASI.

Критерии не включения: синдром Кушинга и другие вторичные формы ожирения; обострение язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки; хроническая сердечная недостаточность IV функционального класса; хроническая болезнь почек стадии C4–C5; цирроз печени с печеночной недостаточностью; онкологические

заболевания (при длительности ремиссии менее 5 лет); алкогольная и наркотическая зависимость; беременность.

Способ формирования выборки из изучаемой популяции

Исследуемая группа была сформирована методом сплошной выборки в соответствии с вышеуказанными критериями включения и невключения.

Дизайн исследования

Проведено одноцентровое наблюдательное ретроспективное неконтролируемое исследование.

Всем пациентам перед операцией выполнено клиническое обследование, включавшее оценку клинических и метаболических параметров, скрининг/мониторинг осложнений СД2 и ассоциированных заболеваний для определения показаний и противопоказаний к операции.

Длительность наблюдения после операции составляла один год. В этот период пациенты проходили плановые обследования с интервалом 3 месяца. Каждое обследование включало измерение антропометрических показателей, расчет абсолютной и относительной потери массы тела, динамики ИМТ, а также оценку HbA_{1c} и уровня глюкозы плазмы натощак (ГПН). Ремиссия СД2 считалась достигнутой при уровне HbA_{1c} менее 6,5% и уровне ГПН менее 7 ммоль/л без применения сахароснижающей терапии в течение трех месяцев [11].

Методы

В предоперационном периоде и на каждом визите после операции проводили оценку следующих антропометрических параметров: рост (м), масса тела (кг), ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$), избыток массы тела (кг) и избыток ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$), окружность талии (ОТ) (см), окружность бедер (ОБ) (см), соотношение ОТ/ОБ. Избыток массы тела (кг) рассчитывали как разность между фактической и идеальной массой тела. Идеальную массу тела определяли по формуле Брока: для мужчин — $50 + 0,91 \times (\text{рост в см} - 152,4)$, для женщин — $45,5 + 0,91 \times (\text{рост в см} - 152,4)$. Избыток ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$) определяли по формуле: ИМТ – 25.

Перед операцией у пациентов проведено обследование в соответствии с актуальной версией Алгоритмов оказания специализированной медицинской помощи больным СД [11]. Комплекс биохимических исследований включал определение следующих показателей в сыворотке крови: креатинин с расчетом скорости клубочковой фильтрации (рСКФ) по формуле CKD-EPI 2009; общий холестерин (ОХС), холестерин липопротеидов высокой плотности (ЛПВП), холестерин липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), триглицериды (ТГ), АЛТ, АСТ, гамма-глутамилтранспептидаза (ГГТП), С-реактивный белок (СРБ), мочевая кислота. Параметры определялись на анализаторе Dirui CS-1200 (Dirui Industrial Co, Китай). Уровень HbA_{1c} определялся методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на анализаторе Лидлаб Енисей G01 (Лидкор, Россия). Содержание С-пептида натощак и через 2 часа после завтрака определялось иммунохемилюминесцентным методом на анализаторе Mindray CL-1200 (Mindray, Китай). В качестве пищевой нагрузки использовался завтрак, содержащий около 20 г белков, 15 г жиров и 50 г углеводов. Чувствительность

к инсулину оценивали косвенно на основании расчетной скорости утилизации глюкозы (pCUG) по формуле: $21,158 - (0,09 \times \text{ОТ}) - (3,407 \times \text{ГБ}) - (0,551 \times HbA_{1c})$ [ОТ = окружность талии (см), ГБ = гипертоническая болезнь (да = 1; нет = 0), $HbA_{1c} = HbA_{1c} (\%)$] [12]. Уровень 25(ОН) витамина D определяли методом иммунохемилюминесцентного анализа на анализаторе Beckman AU-680 (Beckman Coulter, США).

Статистический анализ

Статистическую обработку проводили с использованием программы Statistica 12.0 (StatSoft, США) и пакета MedCalc 20.0 («MedCalc Software Ltd», Бельгия). Распределение большинства показателей, согласно критерию Колмогорова–Смирнова, отличалось от нормального. В связи с этим для сравнения групп использовали непараметрические критерии: U-критерий Манна–Уитни (для независимых выборок) и критерий Уилкоксона (для связанных выборок). Категориальные переменные сравнивали с помощью критерия χ^2 Пирсона, а при ожидаемых частотах <5 — точного критерия Фишера. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. Количественные показатели представлены в виде медиан и интерквартильных диапазонов (IQR). Для идентификации предикторов ремиссии СД2 применяли многофакторный логистический регрессионный анализ с расчетом отношений шансов (ОШ) и 95% доверительных интервалов (ДИ). Для оценки долгосрочных исходов и анализа времени до наступления событий использовалась регрессия Кокса. Для определения пороговых значений предикторов ремиссии СД2 проведен ROC-анализ.

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено этическим комитетом НИИКЭЛ — филиал ИЦиГ СО РАН (протокол № 200 от 28.08.2025). Все пациенты давали письменное информированное согласие на использование их персональных данных, в том числе медицинских, для научных исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходная характеристика пациентов

В исследование включено 112 пациентов, 32 мужчины и 80 женщин, в возрасте от 27 до 66 лет (медиана — 52 [45; 57] года). Длительность СД2 варьировала от 1 года до 23 лет (медиана — 5 [2; 11] лет). Характеристика пациентов до операции отражена в таблице 1.

Сахароснижающая терапия была представлена монотерапией пероральными сахароснижающими препаратами (ПССП) или агонистами рецепторов глюкагоноподобного пептида-1 (аГПП-1) ($n=47$), комбинацией нескольких ПССП с или без аГПП-1 ($n=41$), терапией, включающей введение инсулина ($n=24$). Уровень HbA_{1c} до операции составил 6,9 [5,9; 8,6]%.

Осложнения СД2 и сопутствующие заболевания представлены в таблице 1.

Характеристика групп больных в зависимости от достижения ремиссии СД2

Операция MGB выполнена 86 пациентам (77%), SASI — 26 (23%). Операцию SASI выполняли пациентам молодого возраста, при необходимости сохранения

Таблица 1. Исходные характеристики пациентов с сахарным диабетом 2 типа в зависимости от статуса ремиссии заболевания в первый год после бариатрической операции

Параметр	Нет ремиссии n=29	Есть ремиссия n=83	p
Возраст, лет	54 [49; 59]	50 [43; 56]	0,056 ¹
Пол, мужчины/женщины, n (%)	11 (38) / 18 (62)	20 (24) / 63 (76)	0,234 ²
Масса тела, кг	141 [120; 164]	140 [121; 163]	0,998 ¹
ИМТ, кг/м ²	50 [42; 56]	50 [44; 55]	0,487 ¹
ОТ, см	137 [129; 147]	133 [126; 145]	0,489 ¹
ОТ/ОБ	1,0 [0,9; 1,1]	1,0 [0,9; 1,0]	0,978 ¹
Длительность СД2, лет	10 [3; 15]	4 [1; 10]	0,012 ¹
Инсулинотерапия, n (%)	14 (48,3)	10 (12,0)	<0,001 ³
Количество ССП, n (%)			0,002 ²
1 препарат	8 (28)	43 (52)	
2 препарата	12 (41)	28 (34)	
3 препарата	8 (28)	11 (13)	
Артериальная гипертензия, n (%)	29 (100)	77 (92)	0,248 ³
Дислипидемия, n (%)	29 (100)	80 (95)	0,696 ³
ХСН, n (%)	26 (90)	62 (74)	0,035 ²
ИБС, n (%)	8 (28)	15 (18)	0,386 ²
ХБП, n (%)	17 (59)	30 (36)	0,020 ²
СОАС, n (%)	11 (38)	25 (30)	>0,999 ³
Диабетическая ретинопатия, n (%)	7 (24)	6 (7)	0,017 ³
HbA _{1c} , %	8,4 [7,34; 10,24]	6,4 [5,83; 7,64]	<0,001 ¹
С-пептид натощак, нг/мл	3,37 [1,96; 5,16]	4,53 [3,74; 5,49]	0,014 ¹
С-пептид через 2 часа после завтрака, нг/мл	5,69 [4,01; 6,92]	7,87 [6,12; 9,98]	0,007 ¹
рСУГ, мг/кг/мин	0,76 [0,74; 1,61]	1,74 [0,88; 2,99]	<0,001 ¹
СРБ, мг/л	5,46 [3,28; 9,92]	8,67 [5,36; 13,84]	0,021 ¹
Мочевая кислота, ммоль/л	384 [327; 456]	406 [348; 478]	0,487 ¹
Креатинин, ммоль/л	75,6 [64,4; 85,1]	76,4 [68,3; 88,1]	0,638 ¹
рСКФ, мл/мин/1,73 м ²	92 [76; 104]	84 [73; 100]	0,566 ¹
Триглицериды, ммоль/л	2,32 [1,71; 3,72]	2,1 [1,64; 2,94]	0,312 ¹
Холестерин ЛПНП, ммоль/л	3,46 [2,62; 4,33]	3,53 [2,36; 4,16]	0,691 ¹
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	1,03 [0,92; 1,28]	1,11 [0,95; 1,38]	0,252 ¹
АЛТ, ЕД/л	35,5 [26,5; 48,6]	39,5 [24,8; 62,4]	0,665 ¹
АСТ, ЕД/л	25,5 [20,8; 42,6]	28,8 [20,4; 45,8]	0,836 ¹
25(ОН) витамин D, нг/мл	18,4 [14,8; 25]	22,2 [16,1; 30,5]	0,073 ¹

Примечание. Данные представлены как медианы, 25-е и 75-е процентиля, или в виде абсолютных (n) и относительных (%) величин. ¹ — критерий Манна-Уитни. ² — критерий χ^2 Пирсона, ³ — точный критерий Фишера. ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; ОБ — окружность бедер; СД2 — сахарный диабет 2 типа; ССП — сахароснижающие препараты; ХСН — хроническая сердечная недостаточность; ИБС — ишемическая болезнь сердца; ХБП — хроническая болезнь почек; СОАС — синдром обструктивного апноэ сна; HbA_{1c} — гликированный гемоглобин; рСУГ — расчетная скорость утилизации глюкозы; СРБ — С-реактивный белок; рСКФ — расчетная скорость клубочковой фильтрации; ЛПНП — липопротеины низкой плотности; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; АЛТ — аланинаминотрансфераза; АСТ — аспартатаминотрансфераза.

Таблица 2. Частота достижения ремиссии сахарного диабета 2 типа в первый год после бариатрической операции

Время после операции	3 месяца	6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
Количество пациентов с ремиссией, n (%)	47 (42)	57 (51)	69 (62)	83 (74)

Примечание. СД2 — сахарный диабет 2 типа.

эндоскопического доступа к внепеченочным желчевыводящим путям, при планируемой беременности у женщин, а также при длительном стаже курения в анамнезе и невозможности отказа от курения (с учетом роли курения как фактора риска развития язвы гастроэнтероанастомоза после MGB). В остальных случаях выполняли MGB.

У 83 (74%) пациентов после операции достигнута клиническая ремиссия СД2 с полной отменой сахароснижающих препаратов. Время достижения ремиссии СД2 после операции отражено в таблице 2. Не достигшие ремиссии пациенты находились на монотерапии ПССП или аГПП-1 ($n=14$), комбинации нескольких ПССП или без аГПП-1 ($n=15$). Процент достижения ремиссии не отличался после MGB ($n=64$, 74,4%) и SASI ($n=19$, 73,1%).

Сравнительная характеристика пациентов, достигших и не достигших ремиссии СД2 после операции, приведена в таблице 1. Пациенты с достигнутой ремиссией имели меньшую длительность СД2 и до операции отличались более низким уровнем HbA_{1c} , более высокими уровнями базального и стимулированного С-пептида и СРБ; кроме того, дооперационная степень инсулинорезистентности, оцененная по величине рСУГ, была ниже у данных пациентов. Показатели липидного профиля, уровень мочевой кислоты и величина рСКФ не различались между группами. Отмечалась тенденция к более высоким дооперационным уровням 25(ОН) витамина D у пациентов с последующей ремиссией. В группе больных без ремиссии СД2 значимо чаще применялась инсулинотерапия до операции.

Исходная масса тела, ИМТ, ОТ, ОТ/ОБ не различались между группами ремиссии и отсутствия ремиссии СД2. Снижение массы тела через 12 месяцев после операции было сопоставимым в группе достигших и не достигших ремиссии СД2 (33 [28; 35]% и 29 [24; 38]% соответственно, $p=0,634$).

Предикторы ремиссии СД2

Связь каждого параметра, показавшего различия между группами, с наличием или отсутствием ремиссии СД2 оценивалась с помощью логистической регрес-

сии с поправкой на возраст, пол, ИМТ и вид операции (табл. 3). В результате выявлено 5 предикторов ремиссии СД2: отсутствие инсулинотерапии до бариатрического вмешательства, более низкий исходный уровень HbA_{1c} , более высокие дооперационные показатели С-пептида натощак и после еды, а также меньшая степень инсулинорезистентности (более высокие значения рСУГ). Длительность СД2 и уровень СРБ не являлись значимыми предикторами ремиссии СД2.

Для оценки влияния предикторов не только на вероятность, но и на время достижения ремиссии СД2 был дополнительно проведен регрессионный анализ Кокса. Предикторы, выявленные в логистической регрессии (отсутствие инсулинотерапии в анамнезе, более низкий уровень HbA_{1c} , более высокие уровни базального и стимулированного С-пептида и более высокие значения рСУГ), оказались значимыми и в отношении времени наступления ремиссии СД2 (табл. 4). Длительность СД2 и уровень СРБ также продемонстрировали статистически значимую связь с более быстрым достижением ремиссии СД2.

ROC-анализ использован для оценки дискриминационной способности предикторов ремиссии СД2. Наибольшая площадь под ROC-кривой (AUC) была выявлена для исходного уровня HbA_{1c} , что указывает на его наибольшую точность в прогнозировании исхода бариатрических вмешательств (табл. 5). Остальные факторы, включая длительность СД2, уровни С-пептида натощак и через 2 часа после еды, рСУГ и СРБ, также показали статистически значимые значения AUC в диапазоне от 0,66 до 0,70, подтвердив свою прогностическую ценность.

Оптимальные пороговые значения, определенные по критерию Юдена, чувствительность и специфичность каждого предиктора представлены в таблице 6. Наибольшую прогностическую ценность продемонстрировали отсутствие инсулинотерапии и уровень постпрандиального С-пептида $>6,5$ нг/мл. Кроме того, вероятность достижения ремиссии повышали: длительность СД2 <7 лет; уровень HbA_{1c} $<7,5\%$; уровень С-пептида натощак >4 нг/мл; уровень С-пептида после еды $>6,5$ нг/мл;

Таблица 3. Предикторы ремиссии сахарного диабета 2 типа после бариатрических операций (логистический регрессионный анализ с поправкой на возраст, пол, индекс массы тела и вид операции)

Фактор	ОШ	95% ДИ	p
Длительность СД2, годы	0,93	0,86–1,00	0,056
Отсутствие инсулинотерапии	6,27	2,23–17,6	$<0,001$
HbA_{1c} , %	0,50	0,36–0,69	$<0,001$
С-пептид натощак, нг/мл	1,52	1,06–2,18	0,023
С-пептид через 2 часа после завтрака, нг/мл	1,21	1,01–1,46	0,041
рСУГ, мг/кг/мин	1,83	1,26–2,66	0,001
СРБ, мг/л	1,03	0,97–1,1	0,336

Примечание. СД2 — сахарный диабет 2 типа; HbA_{1c} — гликированный гемоглобин; рСУГ — расчетная скорость утилизации глюкозы; СРБ — С-реактивный белок; ДИ — доверительный интервал; ОШ — отношение шансов.

Таблица 4. Факторы, ассоциированные со временем до достижения ремиссии сахарного диабета 2 типа (регрессионный анализ Кокса)

Фактор	Нескорректированное HR, 95% ДИ, значение p	Скорректированное HR, 95% ДИ, значение p
Длительность СД2, годы	0,94 (0,90–0,98), p=0,002	0,95 (0,91–0,99), p=0,022
Отсутствие инсулинотерапии	3,32 (1,71–6,47), p<0,001	3,12 (1,58–6,16), p=0,001
HbA _{1c} , %	0,71 (0,60–0,83), p<0,001	0,71 (0,59–0,84), p<0,001
С-пептид натощак, нг/мл	1,18 (1,04–1,34), p=0,009	1,14 (1,00–1,31), p=0,049
С-пептид через 2 часа после завтрака, нг/мл	1,02 (0,98–1,07), p=0,312	1,03 (0,98–1,08), p=0,318
рСУГ, мг/кг/мин	1,24 (1,11–1,4), p<0,001	1,27 (1,11–1,47), p<0,001
СРБ, мг/л	1,01 (1,00–1,02), p=0,042	1,01 (1,00–1,03), p=0,045

Примечание. СД2 — сахарный диабет 2 типа; HbA_{1c} — гликированный гемоглобин; рСУГ — расчетная скорость утилизации глюкозы; СРБ — С-реактивный белок; HR — отношение рисков; ДИ — доверительный интервал.

Таблица 5. Прогностическая ценность предикторов ремиссии сахарного диабета 2 типа по данным ROC-анализа

Фактор	AUC±SE	95% ДИ	p
Длительность СД2	0,67±0,06	0,55–0,80	0,009
HbA _{1c}	0,77±0,06	0,66–0,88	<0,001
С-пептид натощак	0,66±0,08	0,51–0,81	0,035
С-пептид через 2 часа после завтрака	0,67±0,08	0,51–0,82	0,033
рСУГ	0,69±0,06	0,57–0,80	0,005
СРБ	0,70±0,06	0,58–0,82	0,005

Примечание. СД2 — сахарный диабет 2 типа; HbA_{1c} — гликированный гемоглобин; рСУГ — расчетная скорость утилизации глюкозы; СРБ — С-реактивный белок; AUC — площадь под кривой; SE — стандартная ошибка; ДИ — доверительный интервал.

Таблица 6. Чувствительность и специфичность предикторов ремиссии сахарного диабета 2 типа

Фактор	ОШ, 95% ДИ, значение p	Se, %	Sp, %
Длительность СД2<7 лет	2,78 (1,17–6,63), p=0,021	66 (55–76)	58 (39–76)
Отсутствие инсулинотерапии	6,81 (2,55–18,22), p<0,001	88 (79–94)	48 (29–67)
HbA _{1c} <7,5%	4,67 (1,9–11,50), p<0,001	71 (60–80)	66 (46–82)
С-пептид натощак >4,0 нг/мл	4,55 (1,68–12,34), p=0,003	71 (59–81)	65 (43–84)
С-пептид через 2 часа после завтрака >6,5 нг/мл	6,53 (2,23–19,10), p<0,001	71 (59–81)	73 (50–89)
рСУГ >1,4 мг/кг/мин	2,49 (1,03–6,01), p=0,043	62 (50–72)	61 (41–79)
СРБ >6,4 мг/л	2,66 (1,04–6,81), p=0,045	68 (55–78)	56 (35–76)

Примечание. СД2 — сахарный диабет 2 типа; HbA_{1c} — гликированный гемоглобин; рСУГ — расчетная скорость утилизации глюкозы; СРБ — С-реактивный белок; ДИ — доверительный интервал; Se — чувствительность; Sp — специфичность.

Таблица 7. Операционные характеристики прогностической модели ремиссии сахарного диабета 2 типа после бариатрической операции

Характеристика	Значение	95% ДИ
AUC	0,92	0,82–0,99
Точность	0,83	0,64–0,94
Чувствительность	0,83	0,61–0,95
Специфичность	0,83	0,36–0,99
Положительная прогностическая ценность	0,95	0,75–0,99
Отрицательная прогностическая ценность	0,56	0,21–0,99

Примечание. AUC — площадь под кривой; ДИ — доверительный интервал.

величина рСУГ >1,4 мг/кг/мин; уровень СРБ >6,4 мг/л. Все указанные ассоциации достигли статистической значимости.

Разработанная с использованием значимых предикторов прогностическая модель ремиссии СД2 имела следующий вид:

$$\text{logit}(P) = 3,27 + 0,031 \times \text{Длительность СД2} - 0,053 \times \text{Инсулиноterapia} - 0,669 \times \text{HbA}_{1c} + 0,166 \times \text{С-пептид} + 0,302 \times \text{рСУГ} + 0,185 \times \text{СРБ},$$

где P — вероятность ремиссии СД2 после бариатрической операции; это безразмерная величина, принимающая значения от 0 до 1: значения, близкие к 1, соответствуют высокой вероятности ремиссии, а близкие к 0 — низкой; длительность СД2 указана в годах; инсулиноterapia — бинарная переменная (1 — получал инсулин до операции, 0 — не получал); HbA_{1c} — в %; С-пептид — в нг/мл; рСУГ (расчетная скорость утилизации глюкозы) — в мг/кг/мин; СРБ — в мг/л.

Операционные характеристики модели представлены в таблице 7.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ позволил выделить следующие предикторы ремиссии СД2 у пациентов с морбидным ожирением после бариатрических вмешательств (MGB, SASI): длительность СД2 с момента установления диагноза (<7 лет), отсутствие инсулинотерапии, уровень HbA_{1c} (<7,5%), уровень С-пептида натощак и после еды (>4 и >6,5 нг/мл соответственно), чувствительность к инсулину (величина рСУГ >1,4 мг/кг/мин), уровень СРБ (>6,4 мг/л). Построенная на основе указанных факторов модель показала приемлемые прогностические характеристики.

Репрезентативность выборок

Сформированная сплошным методом выборка репрезентативна для популяции пациентов с морбидным ожирением и СД2, рассматриваемых в качестве кандидатов на бариатрические операции. Преобладание минигастрошунтирования (77% наблюдений) в структуре выполненных операций соответствует современной практике бариатрической хирургии в России [13].

Сравнение с другими публикациями

Несмотря на наличие ряда прогностических шкал для оценки вероятности ремиссии СД2 после бариатриче-

ской хирургии, их валидность и применимость остаются ограниченными в различных популяциях. В настоящее время наиболее изученными являются модели ABCD, DiaRem и IMS, тогда как шкала MDR была валидирована лишь в одной популяции, а DRAMS не подвергалась формальному исследованию [10]. Кроме того, при разработке этих шкал преимущественно изучались гастрешунтирование по Ру и рукавная резекция желудка, а модели MDR и DRAMS используют показатель HOMA-B, точность которого у пациентов с СД2 ограничена влиянием инсулинорезистентности и сахароснижающей терапии [10, 14]. В связи с этим для улучшения прогноза ремиссии СД2 требуется создавать и валидировать модели с более широким набором предикторов. Особую значимость приобретает разработка и валидация прогностических моделей на российской популяции. Среди существующих шкал на отечественной выборке продемонстрировали наибольшую прогностическую эффективность ABCD и Ad-DiaRem, тогда как DiaRem и IMS показали неудовлетворительные результаты. Однако следует отметить, что данные шкалы были оценены на малой выборке (n=38), что ограничивает репрезентативность [15, 16].

Результаты настоящего исследования согласуются с данными, представленными в литературе: меньшая продолжительность СД2, более низкие исходные уровни HbA_{1c}, более высокие концентрации С-пептида и отсутствие инсулинотерапии повышают вероятность достижения ремиссии СД2 после бариатрической операции [17, 18]. Вероятно, эти факторы отражают роль функциональной способности бета-клеток для достижения ремиссии СД2. В дополнение к ранее известным закономерностям, в нашем исследовании впервые продемонстрирована роль постпрандиального уровня С-пептида (>6,5 нг/мл) как предиктора ремиссии заболевания.

Вместе с тем нами идентифицированы новые прогностические факторы, ранее не включавшиеся в многомерные модели: рСУГ и СРБ. Особый интерес представляет рСУГ — интегральный показатель, объединяющий ключевые факторы, ассоциированные с инсулинорезистентностью (ОТ, уровень HbA_{1c} и наличие артериальной гипертензии) [12]. Полученные данные демонстрируют, что более высокие значения рСУГ до операции, отражающие лучшую чувствительность к инсулину, статистически значимо ассоциированы с увеличением вероятности ремиссии. Это подтверждает роль снижения инсулинорезистентности в достижении ремиссии СД2 после бариатрических вмешательств и подчеркивает клиническую значимость оценки исходной чувствительности тканей к инсулину. Важно, однако, отметить методологическое

ограничение, связанное с применением рСУГ. Данный показатель первоначально разработан и валидирован для оценки инсулинорезистентности в популяции пациентов с СД 1 типа. Его использование у пациентов с морбидным ожирением и СД2 требует дополнительного изучения и валидации, хотя в ряде последних работ предпринимаются попытки его применения и в этой группе больных [19].

Несколько неожиданно выглядит повышенный уровень СРБ как предиктор ремиссии СД2. Как известно, повышенные уровни СРБ отражают интенсивность системного воспаления низкой интенсивности, ассоциированного с ожирением. В ряде исследований изучалась потенциальная роль СРБ как предиктора ремиссии СД2 после бариатрических операций. В частности, А. Bonaventura и соавт. установили, что высокие исходные концентрации СРБ являются независимым прогностическим фактором частичной ремиссии СД2 в течение 3-летнего наблюдения [20]. Имеются данные, что исходный уровень СРБ ассоциирован с динамикой уровня адипонектина на фоне снижения веса после бариатрических вмешательств. Вероятно, это связано с тем, что у пациентов с высоким СРБ преобладает висцеральное ожирение, ассоциированное с более выраженным воспалением и снижением уровня адипонектина. Увеличение концентрации гормона после операции связано с уменьшением висцерального жира [20]. Показательно, что снижение уровня СРБ в послеоперационном периоде коррелирует с улучшением гликемического контроля, включая снижение уровня HbA_{1c} , глюкозы плазмы натощак и индекса инсулинорезистентности [20, 21]. Роль СРБ как предиктора ремиссии заслуживает, на наш взгляд, дальнейших исследований.

В настоящее время обсуждается роль дефицита витамина D как одного из факторов риска развития СД2 [22]. Несмотря на тенденцию к более высоким значениям уровня 25(ОН) витамина D у больных с последующей ремиссией, данный фактор не показал независимого значения в многофакторных моделях. Значимость обеспечения витамином D для исходов метаболической хирургии нуждается в проверке в исследованиях с большей статистической мощностью.

Клиническая значимость результатов

Полученные данные свидетельствуют, что при определении вероятности и сроков наступления ремиссии СД2 после бариатрического вмешательства следует учитывать комплекс факторов: длительность СД2, исходные уровни HbA_{1c} , С-пептида и СРБ, выраженность инсулинорезистентности, наличие инсулинотерапии в анамнезе. Прогностическая модель на основе этих факторов позволяет на предоперационном этапе выделять пациентов с высокой вероятностью достижения ремиссии СД2 после операций MGB и SASI.

Ограничения исследования

К ограничениям данного исследования относятся: набор больных в одном клиническом центре и относительно небольшой размер выборки. Кроме того, в модель были включены предикторы, не показавшие статистически значимых ассоциаций с ремиссией в логистическом регрессионном анализе, однако продемонстрировавшие хорошую дискриминационную способность в ROC-анализе. Полученные результаты репрезентативны по отношению к пациентам с СД2 и исходным ИМТ ≥ 40 кг/м², перенесшим операции MGB или SASI.

Направления дальнейших исследований

Полученные результаты создают предпосылки для проведения дальнейших проспективных исследований большей мощности, направленных на уточнение прогностической значимости выявленных предикторов ремиссии СД2 в более крупных и разнородных когортах пациентов, а также для разработки калькуляторов для индивидуальной оценки вероятности достижения ремиссии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследуемой когорте частота достижения клинической ремиссии СД2 в течение года после операций MGB и SASI составила 74%. Более высокая вероятность и более раннее достижение ремиссии СД2 были ассоциированы с меньшей длительностью СД2, отсутствием инсулинотерапии до операции, более низким предоперационным уровнем HbA_{1c} , сохранной функцией бета-клеток (уровнем С-пептида натощак и после еды), более высокой чувствительностью к инсулину (величиной рСУГ) и более высоким уровнем СРБ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Исследование выполнено за счет средств госзадания НИИКЭЛ — филиал ИЦиГ СО РАН.

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

Участие авторов. Божко А.О. — сбор данных, статистический анализ, интерпретация результатов, написание статьи; Королева Е.А. — сбор данных, внесение существенных правок в рукопись; Шумков О.А. — сбор данных, внесение существенных правок в рукопись; Корбут А.И. — анализ данных, внесение существенных правок в рукопись; Климонтов В.В. — концепция и дизайн исследования, интерпретация результатов, написание статьи.

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

1. Pereyra-García Castro FM, Oliva García JG, García Nuñez MA, et al. Efficacy in type 2 diabetes mellitus remission in patients undergoing bariatric surgery. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed)*. 2019;66(1):56–61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2018.08.007>
2. Courcoulas AP, Daigle CR, Arterburn DE. Long term outcomes of metabolic/bariatric surgery in adults. *BMJ*. 2023;383:e071027. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-071027>
3. Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, et al. Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes — 5-Year Outcomes. *N Engl J Med*. 2017;376(7):641–651. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600869>
4. AbdAlla Salman M, Rabiee A, Salman A, et al. Predictors of type-2 diabetes remission following bariatric surgery after a two-year follow-up. *Asian J Surg*. 2022;45(12):2645–2650. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2021.12.070>

5. Lee WJ, Hur KY, Lakdawala M, et al. Predicting success of metabolic surgery: age, body mass index, C-peptide, and duration score. *Surg Obes Relat Dis*. 2013;9(3):379–384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2012.07.015>
6. Still CD, Benotti P, Mirshahi T, et al. DiaRem2: Incorporating duration of diabetes to improve prediction of diabetes remission after metabolic surgery. *Surg Obes Relat Dis*. 2019;15(5):717–724. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2018.12.020>
7. Aminian A, Andalib A. Individualized metabolic surgery (IMS) score. *Surg Obes Relat Dis*. 2018;14(12):1921–1922. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2018.09.009>
8. Moh MC, Cheng A, Tan CH, et al. Metabolic Surgery Diabetes Remission (MDR) Score: a New Preoperative Scoring System for Predicting Type 2 Diabetes Remission at 1 Year After Metabolic Surgery in the Singapore Multi-ethnic Asian Setting. *Obes Surg*. 2020;30(9):3387–3393. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04576-3>
9. Неймарк А.Е., Молоткова М.А., Гальченко М.И., и др. Система прогнозирования ремиссии сахарного диабета 2 типа после бариатрической хирургии DRAMS // *Сахарный диабет*. — 2024. — Т. 27. — № 5. — С. 451–460. [Neimark AE, Molotkova MA, Galchenko MI, et al. DRAMS — the new system for predicting type 2 diabetes mellitus remission after bariatric surgery. *Diabetes mellitus*. 2024;27(5):451–460. (In Russ.)) doi: <https://doi.org/10.14341/DM13169>
10. Plaeke P, Beunis A, Ruppert M, et al. Review, Performance Comparison, and Validation of Models Predicting Type 2 Diabetes Remission After Bariatric Surgery in a Western European Population. *Obes Surg*. 2021;31(4):1549–1560. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-020-05157-0>
11. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 9-й выпуск // *Сахарный диабет*. — 2019. — Т. 22. — № 151. — С. 1–144. [Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AY, et al. Standards of specialized diabetes care. Edited by Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AY. 9th edition. *Diabetes Mellitus*. 2019;22(151):1–144. (In Russ.)) doi: <https://doi.org/10.14341/DM2019151>
12. Lu Z, Xiong Y, Feng X, et al. Insulin resistance estimated by estimated glucose disposal rate predicts outcomes in acute ischemic stroke patients. *Cardiovasc Diabetol*. 2023;22(1):225. doi: <https://doi.org/10.1186/s12933-023-01925-1>
13. Оспанов О.Б., Елеуов Г.А., Бекмурзинова Ф.К. Желудочное шунтирование в современной бариатрической хирургии // *Ожирение и метаболизм*. — 2020. — Т. 17. — № 2. — С. 130–137. [Ospanov OB, Yeleuov GA, Bekmurzinova FK. Gastric bypass in modern bariatric surgery. *Obesity and Metabolism*. 2020;17(2):130–137. (In Russ.)) doi: <https://doi.org/10.14341/omet10161>
14. Baldane S, Celik M, Korez MK, et al. Comparison of scoring systems for predicting short- and long-term type 2 diabetes remission after bariatric surgery. *J Minim Access Surg*. 2024;20(4):432–442. doi: https://doi.org/10.4103/jmas.jmas_321_23
15. Неймарк А.Е., Молоткова М.А., Макарова Е.О., Гальченко М.И. Оценка прогностической ценности шкал ABCD и IMS в наступлении ремиссии сахарного диабета 2 типа у пациентов после бариатрической хирургии // *Трансляционная медицина*. — 2023. — Т. 10. — № 3. — С. 136–145. [Neimark AE, Molotkova MA, Makarova EO, Galchenko MI. Prognostic value of the ABCD and IMS for evaluation of type 2 diabetes mellitus remission after bariatric surgery. *Translational Medicine*. 2023;10(3):136–145. (In Russ.)) doi: <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2023-10-3-136-145>
16. Неймарк А.Е., Молоткова М.А., Макарова Е.О., Гальченко М.И. Оценка прогностической ценности шкал DiaRem и Ad-DiaRem у пациентов с сахарным диабетом 2 типа после бариатрической хирургии // *Московский хирургический журнал*. — 2022. — № 4. — С. 41–48. [Neimark AE, Molotkova MA, Makarova EO, Galchenko MI. The prognostic value of DiaRem and Ad-DiaRem in patients with type 2 diabetes mellitus after bariatric surgery. *Moscow Surgical Journal*. 2022;4(4):41–48. (In Russ.)) doi: <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2022-4-41-48>
17. Hage K, Ikemiya K, Ghosn W, et al. Type 2 diabetes remission after Roux-en-Y gastric bypass: a multicentered experience with long-term follow-up. *Surg Obes Relat Dis*. 2023;19(12):1339–1345. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2023.09.025>
18. Корнюшин О.В., Сакеян И.С., Кравчук Е.Н., и др. Прогнозирование ремиссии сахарного диабета 2 типа после выполнения бариатрической операции // *Сахарный диабет*. — 2021. — Т. 24. — № 6. — С. 565–570. [Korniyushin OV, Sakeian IS, Kravchuk EN, et al. Prediction of remission of type 2 diabetes mellitus after bariatric surgery. *Diabetes Mellitus*. 2021;24(6):565–570. (In Russ.)) doi: <https://doi.org/10.14341/DM12814>
19. Xia K, Jin S, Chen G, et al. Association between estimated glucose disposal rate and metabolic syndrome: a cross-sectional analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey. *Front Nutr*. 2025;12:1544582. doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1544582>
20. Bonaventura A, Liberale L, Carbone F, et al. High baseline C-reactive protein levels predict partial type 2 diabetes mellitus remission after biliopancreatic diversion. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2017;27(5):423–429. doi: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.01.007>
21. Kopp HP, Krzyzanowska K, Möhlig M, et al. Effects of marked weight loss on plasma levels of adiponectin, markers of chronic subclinical inflammation and insulin resistance in morbidly obese women. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29(7):766–771. doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802983>
22. Pittas AG, Kawahara T, Jorde R, et al. Vitamin D and Risk for Type 2 Diabetes in People With Prediabetes: A Systematic Review and Meta-analysis of Individual Participant Data From 3 Randomized Clinical Trials. *Ann Intern Med*. 2023;176(3):355–363. doi: <https://doi.org/10.7326/M22-3018>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Климонт Вадим Валерьевич**, д.м.н., профессор [Vadim V. Klimontov, MD, PhD, Professor]; адрес: Россия, 630060, Новосибирск, ул. Тимакова, 2 [address: 2 Timakov Street, 630060 Novosibirsk, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5407-8722>; eLibrary SPIN: 1734-4030; WoS Researcher ID: R-7689-2017; Scopus Author ID: 8295977000; e-mail: klimontov@mail.ru

Божко Алина Олеговна, [Alina O. Bozhko]; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5278-2645>;

WoS Researcher ID: OHV-3107-2025; eLibrary SPIN: 1593-3474; e-mail: a.bozhko@g.nsu.ru

Королева Елена Анатольевна, к.м.н. [Elena A. Koroleva, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8629-7030>;

WoS Researcher ID: S-1384-2017; Scopus Author ID: 55522435000; eLibrary SPIN: 9085-1716; e-mail: ekoro@bk.ru

Шумков Олег Анатольевич, д.м.н. [Oleg A. Shumkov, MD, PhD]; <https://orcid.org/0000-0001-7379-9229>; WoS

Researcher ID: AAJ-8970-2020; Scopus Author ID: 44961205500; eLibrary SPIN: 1616-5369; e-mail: oashumkov@yandex.ru

Корбут Антон Иванович, к.м.н. [Anton I. Korbut, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3502-5892>; WoS

Researcher ID: R-7923-2017; Scopus Author ID: 57151138800; eLibrary SPIN: 6313-6018; e-mail: korbutai@icgbio.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Божко А.О., Королева Е.А., Шумков О.А., Корбут А.И., Климонт В.В. Предикторы ремиссии сахарного диабета 2 типа у пациентов с морбидным ожирением после бариатрических операций // *Сахарный диабет*. — 2026. — Т. 29. — №4. — С. 345–354. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13458>

TO CITE THIS ARTICLE:

Bozhko AO, Koroleva EA, Shumkov OA, Korbut AI, Klimontov VV. Predictors of type 2 diabetes remission in patients with morbid obesity after bariatric surgery. *Diabetes Mellitus*. 2026;29(4):345–354. doi: <https://doi.org/10.14341/DM13458>