

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕМИССИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2 ТИПА ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ БАРИАТРИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ



© О.В. Корнюшин¹, И.С. Сакеян¹, Е.Н. Кравчук¹, Д.И. Василевский², И.Н. Данилов¹, А.Е. Неймарк^{1*}

¹Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург

Распространенность сахарного диабета 2 типа (СД2) резко увеличивается во всем мире. Консервативные методики лечения приносят нестойкий и зачастую недостаточный эффект, не говоря уже об отсутствии перспективы излечения заболевания. Однако накопленные данные указывают на то, что полная ремиссия СД2 возможна на фоне хирургического лечения. Эффективность бариатрической хирургии, в частности в достижении гликемического контроля, выдвинула оперативное лечение на первый план в качестве возможности достижения излечения СД2. По сравнению с интенсивной медикаментозной терапией и коррекцией образа жизни метаболическая хирургия показала превосходство благодаря уменьшению количества принимаемых лекарственных препаратов и улучшению метаболических показателей, что приводит к долгосрочным преимуществам в отношении прогрессирования СД2 и развития осложнений. Понимание же факторов, прогнозирующих ремиссию диабета после выполнения операции, поможет в отборе пациентов для выполнения бариатрической операции и в выборе наиболее эффективного типа вмешательства. В данном обзоре литературы проведен анализ исследований наиболее значимых клинических и биохимических предикторов ремиссии СД2 после бариатрических вмешательств, а также освещены известные математические модели прогнозирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бариатрическая хирургия; ремиссия диабета; метаболическая хирургия; диабет 2 типа

PREDICTION OF REMISSION OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS AFTER BARIATRIC SURGERY

© Oleg V. Korniyushin¹, Inga S. Sakeian¹, Ekaterina N. Kravchuk, Dmitriy I. Vasilevskiy², Ivan N. Danilov¹, Alexander E. Neimark^{1*}

¹V.A. Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg, Russia,

²I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

Type 2 diabetes prevalence is increasing dramatically worldwide. Conservative therapy doesn't bring stable effect and is often insufficient, not to mention the lack of prospects to cure the disease. Fortunately, accumulating evidence points towards the notion that a complete remission of type 2 diabetes is feasible following a choice of surgical interventions. The efficacy of bariatric surgery in particular for achieving glycemic control has highlighted surgery as a candidate curative intervention for type 2 diabetes. When compared to intensive medical therapy and lifestyle intervention, metabolic surgery has shown superiority in achieving reducing number of medications and metabolic factors improvement, which translates in long-term benefits on diabetes progression and complications. Understanding factors that predict diabetes remission can help to select patients who will benefit most from bariatric surgery and to choose the most effective type of operation. This literature review analyzes studies of the most significant clinical and biochemical predictors of remission of type 2 diabetes mellitus after bariatric interventions, as well as highlights well-known mathematical prediction models.

KEYWORDS: bariatric surgery; diabetes remission; metabolic surgery; type 2 diabetes

Традиционно лечение сахарного диабета 2 типа (СД2) включает коррекцию образа жизни, диеты и физических нагрузок, лекарственную терапию пероральными сахароснижающими препаратами или инсулином. При этом консервативные методики приносят нестойкий и зачастую недостаточный эффект, что делает достижение стойкой ремиссии СД2 невыполнимой задачей и предметом многочисленных исследований. Краткосрочная ремиссия СД2 возможна в 10–40% случаев, но удержание ее в долгосрочной перспективе представляет большие сложности [1]. Относительно новой опцией в лечении СД2 является бариатрическая хирургия. Показательным является то, что бариатрическая хирургия, по сравнению

с консервативными методами лечения СД2, может приводить не только к компенсации заболевания, но и к полной, сравнительно стойкой ремиссии. Современные препараты для лечения ожирения и СД2 обладают высокой эффективностью в коррекции гипергликемии, но значимо уступают бариатрической хирургии в отношении преодоления инсулинорезистентности и снижения массы тела [2]. А. Aminian и соавт. провели одно из наиболее масштабных исследований по сопоставлению исходов хирургического лечения СД2 в сочетании с ожирением и консервативной тактики (2287 пациентов после выполнения бариатрической операции, 11 435 пациентов в группе контроля). В результате 8-летнего наблюдения

было показано, что уровень гликированного гемоглобина (HbA_{1c}) в группе прооперированных пациентов снизился в среднем на 1,1% по сравнению с группой контроля (95% доверительный интервал — ДИ 1,0–1,2%; $p < 0,001$) [3]. Таким образом, подтверждается высокая эффективность бариатрической хирургии именно в долгосрочной перспективе.

В связи с этим бариатрическая хирургия повсеместно внедряется в клиническую практику и включена в клинические рекомендации по лечению СД2 ведущих мировых профильных сообществ с уровнем доказательности 1 в группах пациентов с индексом массы тела (ИМТ) более 35 кг/м², и с каждым годом показания для проведения таких вмешательств лишь расширяются. При этом выбор типа бариатрической операции на сегодняшний день жестко не регламентирован и в реальной клинической практике зависит от множества субъективных факторов, в том числе предпочтений хирурга и пожеланий пациента [4].

История изучения эффективности бариатрических операций в отношении лечения СД2 насчитывает не одно десятилетие. Одни из наиболее ранних работ, оценивающих эффективность бариатрических операций в лечении СД2, были выполнены еще в 80-х годах 20 в. [5]. В дальнейшем эта тема широко освещалась и в российских работах [6]. Один из крупнейших мета-анализов, объединивший 136 исследований и включавший более 20 000 пациентов, был опубликован в 2004 г. Н. Buchwald и соавт. В исследованной группе ремиссия СД2 после бариатрических вмешательств наступила у 76,8% пациентов [7].

Высокая эффективность бариатрической хирургии в терапии СД2 ярко продемонстрирована в исследовании SOS (The Swedish Obese Subjects) К. Sjöholm и соавт. В результате проспективного наблюдения за 343 пациентами после выполнения бариатрической операции было показано, что через 2 года наблюдения в группе прооперированных пациентов частота ремиссии СД2 составила 72,3%, а в группе контроля, включавшей 260 пациентов, — лишь 16,4%. Через 15 лет наблюдения частота ремиссии диабета снизилась до 30,4% среди прооперированных пациентов и до 6,5% — в контрольной группе [8].

Эффективность хирургического лечения СД2 подтвердилась также в ходе недавно проведенных проспективных рандомизированных исследований. В частности, в результате 3-летнего наблюдения за 150 прооперированными пациентами показано, что ремиссии СД2 достигли 38% пациентов, которым было выполнено гастрощунтирование (ГШ) Roux-en-Y (RYGB), 24% — после резекции желудка, а в группе контроля ремиссии достигли лишь 5% пациентов [9, 10].

Безусловно, есть пациенты, у которых после бариатрической операции ремиссия не наступает, у некоторых пациентов после непродолжительной ремиссии происходит рецидив заболевания. Наиболее крупные проспективные исследования результатов бариатрических операций приведены в табл. 1.

Учитывая распространенность СД2, выраженную гетерогенность пациентов и увеличение количества бариатрических вмешательств, выполняемых в мире, все более актуальным становится прогнозирование вероятности ремиссии после проведения того или иного вида оперативного вмешательства у конкретного пациента.

ПРЕДИКТОРЫ РЕМИССИИ СД2 ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ БАРИАТРИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Исследование исходов хирургического лечения СД2 условно можно разделить на 2 этапа. Первый этап заключается в идентификации потенциальных факторов (предикторов), влияющих на вероятность ремиссии СД2 после бариатрической операции, второй — в создании комбинаций этих факторов, позволяющих сформулировать наиболее точный прогноз.

Сами предикторы ремиссии СД2 после выполнения бариатрической операции делятся на клинические (возраст, исходный ИМТ, длительность анамнеза СД2, тяжесть течения СД2) и биохимические (гликемия натощак, уровни HbA_{1c} , С-пептида и др.) [10].

Одно из первых исследований факторов, потенциально влияющих на эффективность хирургического лечения СД2, было опубликовано Р. Schauer и соавт. в 2003 г. Работа основывалась на результатах наблюдения за 1160 пациентами с СД2, которым по поводу ожирения было выполнено ГШ. По данным 5-летнего наблюдения,

Таблица 1. Результаты различных исследований эффективности бариатрической хирургии в лечении сахарного диабета 2 типа

Авторы	Методика операции	Количество пациентов с СД2, n	Количество пациентов с ремиссией СД2, n	Количество пациентов с рецидивом СД2, n	Средняя длительность ремиссии до рецидива, годы
L. Sjostrom и соавт. [11]	ПРЖ			23	2
	Бандажирование	345	229	85	10
	RYGB			7	15
S. Kim, W. Richards [12]	RYGB	219	156	11	2–5
M. DiGiorgi и соавт. [20]	RYGB	42	27	10	>3
S. Chikunguwo и соавт. [18]	RYGB	177	157	68	2–5
Е.В. Ершова, Ю.И. Яшков [16]	БПШ	72	61	0	Более 5 лет

Примечание: ПРЖ — продольная резекция желудка; RYGB — гастрощунтирование Roux-en-Y; БПШ — билиопанкреатическое шунтирование.

в наиболее ранние сроки ремиссии СД2 достигали пациенты с наименьшей (менее 5 лет) продолжительностью анамнеза и более легкой формой течения СД2. Длительный анамнез заболевания, наличие инсулина в терапии снижали вероятность ремиссии СД2 после ГШ [13].

Прогностическая значимость длительности анамнеза СД2 в оценке вероятности ремиссии заболевания была отмечена и в других исследованиях. В крупном исследовании, опубликованном в 2020 г., было показано, что длительность ремиссии СД2 напрямую зависела от длительности СД2 до операции [14].

В пользу сокращения сроков от начала СД2 у пациента с ожирением до выполнения бариатрической операции свидетельствует и исследование Т. Jerry и соавт., опубликованное в октябре 2019 г. В нем показано, что более короткий анамнез СД2 (отношение шансов (ОШ) 0,91; 95% ДИ 0,83–0,99; $p=0,032$) и отсутствие инсулина длительного действия в терапии (ОШ 0,0011; 95% ДИ <0,000–0,236; $p=0,013$) коррелировали с увеличением вероятности ремиссии СД2. Это связано с тем, что с течением времени функция β -клеток поджелудочной железы снижается, таким образом, у пожилых пациентов, как правило, имеющих более продолжительный анамнез диабета, ремиссия заболевания наступает реже [15, 16].

Сходные данные относительно продолжительности анамнеза СД2 и вероятности ремиссии заболевания получены и при наблюдении за пациентами, которым было выполнено билиопанкреатическое шунтирование (БПШ). По данным исследования G. Camerini и соавт., в группе пациентов с длительностью анамнеза СД2 менее года через 5–10 лет наблюдения ремиссия заболевания отмечалась у 100% пациентов, через 15 лет наблюдения — у 4% пациентов зарегистрирован рецидив СД2. В группе пациентов с анамнезом СД2 более 5 лет через 5–10 лет наблюдения ремиссия отмечалась уже у 85% пациентов, через 15 лет наблюдения — у 76% [17].

Еще одними важными прогностическими факторами ремиссии СД2 являются количество сахароснижающих препаратов и наличие инсулинотерапии в анамнезе. По данным S. Chikunguwo и соавт., полученным в результате 5-летнего наблюдения за группой из 177 пациентов после ГШ, длительная ремиссия СД2 чаще отмечается у пациентов с более коротким анамнезом диабета и без инсулинотерапии. Также отмечено, что повторный набор веса после операции слабо коррелировал с развитием рецидива СД2 [18]. Подобные выводы сделаны и в исследовании Т. Jerry и соавт.: более короткий анамнез СД2 (ОШ 0,91; 95% ДИ 0,83–0,99; $p=0,032$) и отсутствие терапии инсулином длительного действия (ОШ 0,0011; 95% ДИ <0,000–0,236; $p=0,013$) повышали вероятность ремиссии СД2 после хирургии [15].

Все перечисленные выше исследования подтверждают, что, помимо длительности анамнеза СД2, важную роль в прогнозировании ремиссии заболевания играет тяжесть его течения, определяемая интенсивностью медикаментозной терапии. Наиболее неблагоприятным прогностическим фактором в оценке вероятности ремиссии заболевания является наличие инсулинотерапии [19].

В качестве еще одного клинического фактора, потенциально влияющего на вероятность ремиссии СД2, рассматривался и ИМТ. S. Ikramuddin и соавт. в ходе

5-летнего рандомизированного контролируемого исследования оценили связь более низкого ИМТ до операции со снижением вероятности ремиссии СД2. Предположение в итоге не подтвердилось, и критерий был исключен из дизайна исследования [21].

Метаанализ W. Yan и соавт. также включал оценку связи исходного ИМТ с вероятностью ремиссии СД2. В ходе анализа 11 исследований было показано, что ИМТ не был в значительной степени связан с ремиссией СД2 [22].

Из наиболее известных и относительно простых в оценке биохимических маркеров для прогнозирования эффективности хирургического лечения стоит отметить уровни глюкозы, HbA_{1c} и С-пептида. В упомянутом ранее крупном метаанализе, включавшем 991 пациента от 35 до 53 лет с длительностью СД2 от 2 до 10 лет показано, что более высокие уровни глюкозы и HbA_{1c} перед вмешательством были ассоциированы со снижением вероятности наступления ремиссии СД2, а уровень С-пептида натощак был предиктором развития ремиссии СД2 [22]. В некоторых исследованиях изучались результаты клэмп-теста в послеоперационном периоде, в результате не было получено однозначных данных по изменению периферической инсулинорезистентности в послеоперационном периоде. Стоит отметить, что во все проведенные исследования включалось небольшое количество пациентов, вероятно, в связи с трудоемкостью проведения теста, который применим, скорее, в научных целях [23]. Кроме того, такой показатель, как наличие антител к глутаматдекарбоксилазе (GAD), по результатам немногочисленных исследований не стоит расценивать в качестве лимитирующего фактора при сохранном уровне С-пептида [24]. Таким образом, для практического применения представляется первостепенной оценка компенсации СД2 и сохранности функции β -клеток по уровню С-пептида натощак.

В настоящее время ведется активный поиск биохимических маркеров, с высокой точностью прогнозирующих ремиссию СД2. Сукцинат является одним из них. V. Serperuelo-Mallafre и соавт. показали, что базальная концентрация сукцината являлась независимым предиктором ремиссии СД2 после бариатрической операции. Пациенты, достигшие ремиссии через 1 год, исходно имели более низкие уровни сукцината (47,8 (37,6–64,6) мкмоль/л против 64,1 (52,5–82,9) мкмоль/л; $p=0,018$) [25].

Глюкагоноподобный пептид-1 (ГПП-1) также может быть использован в качестве предиктора ремиссии СД2 после выполнения бариатрической операции. К данному выводу пришли M. Izaguirre и соавт.: в группе из 77 пациентов более высокие дооперационные концентрации ГПП-1 являлись предиктором ремиссии СД2 после выполнения ГШ ($p<0,05$) [26].

Такой гематологический показатель, как отношение нейтрофилов к лимфоцитам (NLR), также может расцениваться в качестве предиктора долгосрочной ремиссии СД2. Ранее было показано, что этот маркер системного воспаления значимо связан с распространенностью и заболеваемостью СД2 [27]. В недавнем исследовании оценивался NLR среди 30 пациентов, которым были выполнены ГШ или БПШ. Более низкие значения значимо коррелировали с развитием ремиссии СД2 через 1, 3 и 5 лет после выполнения операции вне зависимости от исходного ИМТ [28]. Предполагается,

что количество циркулирующих иммунных клеток (в частности нейтрофилов) может негативно влиять на течение СД2.

Выявление все новых маркеров, позволяющих прогнозировать результаты хирургического вмешательства, позволит со временем повышать эффективность лечения и станет дополнением к существующим моделям прогнозирования.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕМИССИИ СД2

Одна из первых математических моделей прогнозирования ремиссии СД2 была предложена в 2011 г. М. Naeyes и соавт. В исследование были включены 130 пациентов, которым с 1997 по 2007 г. выполнялось ГШ одним хирургом на базе одной клиники. В комбинацию факторов, определяющих прогноз хирургического лечения СД2, были включены исходный ИМТ, HbA_{1c}, уровень гликемия натощак, наличие артериальной гипертензии и наличие инсулина в терапии [29].

Исследование А. Ramos-Leví показало наибольшую прогностическую силу трех независимых критериев: уровень С-пептида, длительность анамнеза СД2 и наличие инсулина в терапии. Предложенное сочетание факторов стало результатом сравнительной оценки различных групп независимых факторов: Model I (пол, возраст, гликемия натощак, длительность СД2, наличие инсулина в терапии) с точностью прогноза 72,4%, Model II (пол, возраст, гликемия натощак, длительность СД2, наличие инсулина в терапии, С-пептид) с точностью прогноза 83,7%, Model III (пол, возраст, гликемия натощак, длительность СД2, наличие инсулина в терапии, процент потери избыточной массы тела) с точностью прогноза 78,0% и Model IV (пол, возраст, гликемия натощак, длительность СД2, наличие инсулина в терапии, С-пептид) с точностью прогноза 95,9% [30].

Описанные выше системы прогнозирования ремиссии СД2 условно можно назвать системами «первого поколения». Недостатками этих систем были невозможность практического расчета результата лечения, отсутствие четких рекомендательных значений показателей. Накопление большего количества данных привело к созданию систем прогнозирования ремиссии СД2 «второго поколения» (ABCD и DiaRem) и расширению возможностей их применения в реальной клинической практике [31].

Система ABCD включала четыре прогностических фактора: возраст, ИМТ, С-пептид и продолжительность анамнеза диабета, каждый из параметров, кроме возраста, оценивался баллами (от 0 до 3), за возраст меньше 40 лет присваивался 1 балл, старше 40 лет — 0 баллов,

остальные показатели имеют четкие численные градации. Чем больше количество набранных пациентом баллов, тем больше вероятность ремиссии СД2 [32].

Другая система дооперационного прогнозирования СД2 — DiaRem — сформулирована на основании данных проспективного пятилетнего наблюдения за 259 пациентами с СД2 после ГШ. В качестве предикторов были использованы следующие факторы: возраст, HbA_{1c}, получаемая сахароснижающая терапия и наличие в терапии инсулина. Возраст оценивается от 0 до 3 баллов. Уровень HbA_{1c} предполагает 0, 2, 4, 6 баллов. Наличие в терапии препаратов группы сульфонилмочевины — 3 балла, а инсулина — 10 баллов. В отличие от вышеописанной системы прогнозирования, в системе DiaRem увеличение количества набранных баллов уменьшает вероятность ремиссии СД2 после операции ГШ [32].

Стоит отметить, что в 2019 г. система была модифицирована. В системе DiaRem2 по вероятности ремиссии СД2 пациенты распределяются на 3, а не на 5 групп. Согласно данным апробации, проведенной в клинике Danville (штат Пенсильвания), точность прогнозирования вероятности ремиссии СД2 с помощью DiaRem2 выше, чем DiaRem (площадь под ROC-кривой увеличилась с 0,850 до 0,876; $p=0,037$) [33].

Наибольший интерес представляет система прогнозирования «третьего», на сегодняшний день последнего поколения — «Персонализированная шкала метаболической хирургии» (Individualized Metabolic Surgery Score — IMS) (Кливленд, США) [34].

На основе проспективного наблюдения за 659 пациентами, которым были выполнены ГШ или продольная резекция желудка (ПРЖ) (среднее время послеоперационного наблюдения 7 лет), было определено сочетание четырех независимых факторов: длительность анамнеза СД2 ($p<0,0001$), количество сахароснижающих препаратов до операции ($p<0,0001$), наличие инсулина в терапии ($p<0,0002$) и наличие компенсации гликемии (HbA_{1c}<7%; $P<0,0002$). За каждый из показателей начислялось определенное количество баллов, и пациенты распределялись на 3 группы в зависимости от тяжести течения СД2: легкое течение 0–25 баллов, течение средней тяжести — 25–95 баллов и тяжелое — более 95 баллов. При легком и течении средней тяжести СД2 значительно эффективнее было выполнение ГШ. При тяжелом течении разницы в частоте ремиссии СД2 после выполнения ГШ и ПРЖ не получено (табл. 2) [34].

Таким образом, при легком и средней тяжести течения авторы рекомендуют выполнение ГШ, как более эффективной операции. В случае набора более 95 баллов предлагается выполнение ПРЖ, не уступающей ГШ по метаболическим эффектам у пациентов данной категории, но с меньшим количеством осложнений [34].

Таблица 2. Зависимость вероятности ремиссии сахарного диабета 2 типа от тяжести течения заболевания и вида бариатрической операции по системе IMS

Ремиссия СД2 (HbA _{1c} <6,5% без медикаментозной терапии)	Легкое течение			Течение средней тяжести			Тяжелое течение		
	RYGB	ПРЖ	p	RYGB	ПРЖ	p	RYGB	ПРЖ	p
	92%	74%	0,04	60%	25%	<0,0001	12%	12%	0,99

Примечание: ПРЖ — продольная резекция желудка, RYGB - гастрощунтирование Roux-en-Y.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бариатрическая хирургия является эффективным методом лечения ожирения и СД2. Предоперационные характеристики определяют вероятность ремиссии СД2 после выполнения бариатрической операции в разной степени. Использование их оптимальных сочетаний помогает достоверно прогнозировать ремиссию СД2, а такая система, как IMS, помогает еще и в выборе типа бариатрической операции.

Не вызывает сомнений целесообразность поиска новых лабораторных маркеров для включения в системы IMS или DiaRem2 и повышения их прогностической значимости, упрощения отбора пациентов и выбора типа бариатрической операции. Безусловно, подобные системы поддержки принятия врачебных решений являются значимыми попытками внедрения в медицинскую систему искусственного интеллекта, направленных на оптимизацию лечебно-диагностического процесса в целом.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Работа выполнена за счет средств государственного задания № 121031000362-3.

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

Участие авторов. Корнюшин О.В. — концепция и дизайн исследования, внесение в рукопись важной правки с целью повышения научной ценности статьи; Сакеян И.С. — получение, анализ данных и интерпретацию результатов, написание статьи; Кравчук Е.Н. — концепция и дизайн исследования, написание статьи, внесение в рукопись правки с целью повышения научной ценности статьи; Василевский Д.И. — концепция и дизайн исследования, внесение в рукопись правки с целью повышения научной ценности статьи; Неймарк А.Е. — концепция и дизайн исследования, написание статьи, внесение в рукопись правки с целью повышения научной ценности 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. Шестакова М.В., Скляник И.А., Дедов И.И. Возможна ли длительная ремиссия или излечение сахарного диабета 2-го типа в XXI веке? // *Терапевтический архив*. — 2017. — Т. 89. — №10. — С. 4-11. [Shestakova MV, Sklyanik IA, Dedov II. Is it possible to achieve sustained remission or cure of type 2 diabetes mellitus in the 21st century? *Ter Arkh*. 2017;89(10):4-11. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.17116/terarkh201789104-11>
2. Скляник И.А., Шестакова Е.А., Юрасов А.В., и др. Возможность достижения нормогликемии у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа и ожирением: сравнение медикаментозного и хирургического методов лечения // *Терапевтический архив*. — 2019. — Т. 91. — №10. — С. 34-38. [Sklyanik IA, Shestakova EA, Yurasov AV, et al. Glycemia normalization in patients with obesity and type 2 diabetes mellitus: bariatric surgery vs pharmacological therapy. *Ter Arkh*. 2019;91(10):34-38. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.26442/00403660.2019.10.000375>
3. Aminian A, Zajichek A, Arterburn DE, et al. Association of Metabolic Surgery With Major Adverse Cardiovascular Outcomes in Patients With Type 2 Diabetes and Obesity. *JAMA*. 2019;322(13):1271-1282. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2019.14231>
4. Rubino F, Nathan DM, Eckel RH, et al. Metabolic Surgery in the Treatment Algorithm for Type 2 Diabetes: A Joint Statement by International Diabetes Organizations. *Diabetes Care*. 2016;39(6):861-877. doi: <https://doi.org/10.2337/dc16-0236>
5. Pories WJ, Card JF, Flickinger EG, et al. The Control of Diabetes Mellitus (NIDDM) in the Morbidly Obese with the Greenville Gastric Bypass. *Ann Surg*. 1987;206(3):316-323. doi: <https://doi.org/10.1097/0000658-198709000-00009>
6. Яшков Ю.И. Возможности коррекции нарушений углеводного обмена при сахарном диабете 2 типа с применением бариатрических операций // *Сахарный диабет*. — 2000. — Т. 3. — №2. — С. 26-29. [Yashkov YI. Vozmozhnosti korrektsii narusheniy uglevodnogo obmena pri sakharном diabete 2 tipa s primeneniem bariatricheskikh operatsiy. *Diabetes mellitus*. 2000;3(2):26-29. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/2072-0351-5883>
7. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2004;292(14):1724-1737. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.292.14.1724>
8. Sjöholm K, Pajunen P, Jacobson P, et al. Incidence and remission of type 2 diabetes in relation to degree of obesity at baseline and 2 year weight change: the Swedish Obese Subjects (SOS) study. *Diabetologia*. 2015;58(7):1448-1453. doi: <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3591-y>
9. Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, et al. Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes — 3-Year Outcomes. *N Engl J Med*. 2014;370(21):2002-2013. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1401329>
10. Ikramuddin S, Korner J, Lee W-J, et al. Roux-en-Y Gastric Bypass vs Intensive Medical Management for the Control of Type 2 Diabetes, Hypertension, and Hyperlipidemia. *JAMA*. 2013;309(21):2240-2249. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2013.5835>
11. Sjöström L. Review of the key results from the Swedish Obese Subjects (SOS) trial — a prospective controlled intervention study of bariatric surgery. *J Intern Med*. 2013;273(3):219-234. doi: <https://doi.org/10.1111/joim.12012>
12. Kim S, Richards WO. Long-Term Follow-up of the Metabolic Profiles in Obese Patients With Type 2 Diabetes Mellitus After Roux-en-Y Gastric Bypass. *Ann Surg*. 2010;251(6):1049-1055. doi: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181d9796b>
13. Schauer PR, Burguera B, Ikramuddin S, et al. Effect of Laparoscopic Roux-En Y Gastric Bypass on Type 2 Diabetes Mellitus. *Ann Surg*. 2003;238(4):467-485. doi: <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000089851.41115.1b>
14. de Hollanda A, Lecube A, Rubio MA, et al. New Metrics to Assess Type 2 Diabetes after Bariatric Surgery: The “Time-Within-Remission Range”. *J Clin Med*. 2020;9(4):1070. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm9041070>
15. Dang JT, Sheppard C, Kim D, et al. Predictive factors for diabetes remission after bariatric surgery. *Can J Surg*. 2019;6(5):315-319. doi: <https://doi.org/10.1503/cjs.014516>
16. Ершова Е.В., Яшков Ю.И. Состояние углеводного и липидного обмена у пациентов с ожирением и сахарным диабетом 2 типа после билиопанкреатического шунтирования // *Ожирение и метаболизм*. — 2013. — Т. 10. — №3. — С. 28-36. [Ershova EV, Yashkov YI. Status of carbohydrate and lipid metabolism in obese patients with type 2 diabetes mellitus after biliopancreatic diversion surgery. *Obe Metab*. 2013;10(3):28-36. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.14341/2071-8713-3862>
17. Camerini GB, Papadia FS, Carlini F, et al. The long-term impact of biliopancreatic diversion on glycemic control in the severely obese with type 2 diabetes mellitus in relation to preoperative duration of diabetes. *Surg Obes Relat Dis*. 2016;12(2):345-349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2015.05.012>
18. Chikunguwo SM, Wolfe LG, Dodson P, et al. Analysis of factors associated with durable remission of diabetes after Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*. 2010;6(3):254-259. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2009.11.003>
19. Purnell JQ, Dewey EN, Laferrère B, et al. Diabetes Remission Status During Seven-year Follow-up of the Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2021;106(3):774-788. doi: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa849>
20. DiGiorgi M, Rosen DJ, Choi JJ, et al. Re-emergence of diabetes after gastric bypass in patients with mid- to long-term follow-up. *Surg Obes Relat Dis*. 2010;6(3):249-253. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2009.09.019>

21. Ikramuddin S, Billington CJ, Lee W-J, et al. Roux-en-Y gastric bypass for diabetes (the Diabetes Surgery Study): 2-year outcomes of a 5-year, randomised, controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2015;3(6):413-422. doi: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(15\)00089-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(15)00089-3)
22. Yan W, Bai R, Yan M, Song M. Preoperative Fasting Plasma C-Peptide Levels as Predictors of Remission of Type 2 Diabetes Mellitus after Bariatric Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Invest Surg.* 2017;30(6):383-393. doi: <https://doi.org/10.1080/08941939.2016.1259375>
23. Скляник И.А. Ремиссия сахарного диабета 2 типа при использовании медикаментозного (лираглутид) и бариатрических методов лечения: сроки наступления, прогностические факторы, механизмы: Дис. ... канд. мед. наук. — Москва; 2020. [Sklyanik IA. Remissija saharnogo diabeta 2 tipa pri ispol'zovanii medikamentoznogo (liraglutid) i bariatricheskikh metodov lechenija: sroki nastuplenija, prognosticheskie faktory, mehanizmy. [dissertation] Moscow; 2020. (In Russ.)] Доступно по: https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/dissertation/sklyanik_ia_dissertacia.pdf. Ссылка активна на 10.12.2021.
24. Kaur R, Kim D, Cutfield R, et al. Good Glycemic Outcomes Following Bariatric Surgery Among Patients With Type 2 Diabetes, Obesity, and Low-Titer GAD Antibodies. *Diabetes Care.* 2021;44(2):607-609. doi: <https://doi.org/10.2337/dc20-0804>
25. Сеперуело-Маллафрэ В, Ллаурadó Г, Кеиран Н, et al. Preoperative Circulating Succinate Levels as a Biomarker for Diabetes Remission After Bariatric Surgery. *Diabetes Care.* 2019;42(10):1956-1965. doi: <https://doi.org/10.2337/dc19-0114>
26. Izaguirre M, Gómez-Ambrosi J, Rodríguez A, et al. GLP-1 Limits Adipocyte Inflammation and Its Low Circulating Pre-Operative Concentrations Predict Worse Type 2 Diabetes Remission after Bariatric Surgery in Obese Patients. *J Clin Med.* 2019;8(4):479. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm8040479>
27. Guo X, Zhang S, Zhang Q, et al. Neutrophil:lymphocyte ratio is positively related to type 2 diabetes in a large-scale adult population: a Tianjin Chronic Low-Grade Systemic Inflammation and Health cohort study. *Eur J Endocrinol.* 2015;173(2):217-225. doi: <https://doi.org/10.1530/EJE-15-0176>
28. Bonaventura A, Liberale L, Carbone F, et al. Baseline neutrophil-to-lymphocyte ratio is associated with long-term T2D remission after metabolic surgery. *Acta Diabetol.* 2019;56(7):741-748. doi: <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01345-2>
29. Hayes MT, Hunt LA, Foo J, et al. A Model for Predicting the Resolution of Type 2 Diabetes in Severely Obese Subjects Following Roux-en Y Gastric Bypass Surgery. *Obes Surg.* 2011;21(7):910-916. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-011-0370-9>
30. Ramos-Levi AM, Matia P, Cabrerizo L, et al. Statistical models to predict type 2 diabetes remission after bariatric surgery. *J Diabetes.* 2014;6(5):472-477. doi: <https://doi.org/10.1111/1753-0407.12127>
31. Lee WJ, Hur KY, Lakadawala M, et al. Predicting success of metabolic surgery: Age, body mass index, C-peptide, and duration score. *Surg Obes Relat Dis.* 2013;9:379-384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2012.07.015>
32. Still CD, Wood GC, Benotti P, et al. Preoperative prediction of type 2 diabetes remission after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a retrospective cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2014;2(1):38-45. doi: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(13\)70070-6](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(13)70070-6)
33. 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>
34. Aminian A, Brethauer SA, Andalib A, et al. Individualized Metabolic Surgery Score. *Ann Surg.* 2017;266(4):650-657. doi: <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002407>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Неймарк Александр Евгеньевич**, к.м.н., доцент [**Aleksandr E. Neimark**, MD, PhD]; адрес: Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2 [address: 2 Akkuratov street, 197341 St. Petersburg, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4925-0126>; eLibrary SPIN: 6554-3217; Scopus Author ID: 8454779100; e-mail: sas_spb@mail.ru

Корнюшин Олег Викторович, к.м.н. [Oleg V. Kornyushin, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3454-4690>; eLibrary SPIN: 4525-2712; e-mail: o.kornyushin@gmail.com

Сакеев Инга Суменовна [Inga S. Sakeian]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1335-8645>; Researcher ID: AAX-9221-2021; e-mail: smart.imna@mail.ru

Кравчук Екатерина Никодимовна, к.м.н. [Ekaterina N. Kravchuk, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3124-1512>; Researcher ID: AAB-5672-2020; eLibrary SPIN: 3245-0237; e-mail: kravchuke@gmail.com

Василевский Дмитрий Игоревич, д.м.н., доцент [Dmitri I. Vasilevsky, MD, PhD, associate professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7283-079X>; eLibrary SPIN: 7598-6339; e-mail: vasilevsky1969@gmail.com

Данилов Иван Николаевич, к.м.н. [Ivan N. Danilov, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9540-7812>; eLibrary SPIN: 3267-5056; e-mail: ivandaniilov75@mail.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Корнюшин О.В., Сакеев И.С., Кравчук Е.Н., Василевский Д.И., Данилов И.Н., Неймарк А.Е. Прогнозирование ремиссии сахарного диабета 2 типа после выполнения бариатрической операции // *Сахарный диабет*. — 2021. — Т. 24. — №6. — С. 565-570. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12814>

TO CITE THIS ARTICLE:

Kornyushin OV, Sakeian IS, Kravchuk EN, Vasilevskiy DI, Danilov IN, Neimark AE. Prediction of remission of type 2 diabetes mellitus after bariatric surgery. *Diabetes Mellitus.* 2021;24(6):565-570. doi: <https://doi.org/10.14341/DM12814>