

Периоперационное ведение взрослых пациентов с сопутствующим сахарным диабетом: методические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» (второй пересмотр)

Perioperative management of adult patients with concomitant diabetes mellitus: guidelines of the All-Russian public organization "Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists" (second revision)

И.Б. Заболотских^{1,2,*}, Ю.П. Малышев¹, П.В. Дунц³, К.М. Лебединский^{2,4}, И.Н. Лейдерман⁵, М.И. Неймарк⁶, Т.М. Семенихина⁷, А.И. Ярошецкий^{8,9}

I.B. Zabolotskikh^{1,2,*}, Yu.P. Malyshev¹, P.V. Dunts³, K.M. Lebedinskii^{2,4}, I.N. Leiderman⁵, M.I. Neimark⁶, T.M. Semikhina⁷, A.I. Yaroshetskiy^{8,9}

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

² НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии», Москва, Россия

² Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation, Moscow, Russia

³ ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Владивосток, Россия

³ Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

⁴ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁴ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

⁵ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁵ Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russia

⁶ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России, Барнаул, Россия

⁶ Altai State Medical University, Barnaul, Russia

⁷ ГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи» Минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия

⁷ Krasnodar City Clinical Hospital of Urgent Medical Care, Krasnodar, Russia

⁸ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)» Минздрава России, Москва, Россия

⁸ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

⁹ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

⁹ Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia

Реферат

Сахарный диабет является доказанным предиктором развития послеоперационных осложнений, особенно гнойно-септических и кардиальных, а также значительно увеличивает вероятность летального исхода. В статье представлен пересмотр национальных рекомендаций Федерации анестезиологов и реаниматологов (ФАР) по периоперационному ведению взрослых пациентов с сахарным

Abstract

Diabetes mellitus is a proven predictor of postoperative complications, especially infectious and cardiac, and also significantly increases the risk of mortality. The article presents a revision of the national guidelines of the Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists (FAR) on the perioperative management of adult patients with diabetes mellitus, which summarizes and evaluates all available data at the time of revision



диабетом, в котором обобщены и оценены все имеющиеся на момент пересмотра данные литературы о ведении пациентов в периоперационный период. Поиск литературы был сосредоточен на метаанализах и рандомизированных контролируемых исследованиях, но также включал регистры, нерандомизированные сравнительные и описательные исследования, серии случаев, когортные исследования, систематические обзоры и мнения экспертов. Перед публикацией рекомендации были утверждены Президиумом Правления ФАР. В пересмотренную версию 2022 г. по сравнению с предыдущей внесены изменения: обоснована предоперационная диагностика кардиальной автономной нейропатии с помощью теста глубокого дыхания и ортостатического теста, представлены принципы отмены плановой операции в зависимости от уровня гликированного гемоглобина и тактика назначения пероральных сахароснижающих препаратов. Также обоснован выбор между общей и регионарной анестезией на основании выявления кардиальной автономной нейропатии и полинейропатии, аргументирован выбор препаратов для анестезии и принципы их дозирования, определена антиэметическая терапия. Для каждой рекомендации представлен уровень достоверности доказательств и уровень убедительности доказательств. Рекомендации разработаны экспертами в области периоперационного ведения пациентов для врачей анестезиологов-реаниматологов в качестве помощи в принятии клинических решений, окончательное решение по конкретному пациенту принимается лечащим врачом после консультации врача-эндокринолога и/или на основе решения консилиума.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сахарный диабет, нарушение толерантности к глюкозе, гипергликемия, гипогликемия, гликемический контроль, гликированный гемоглобин, периоперационный период, стрессовая гипергликемия, анестезия, интенсивная терапия

* *Для корреспонденции:* Заболотских Игорь Борисович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ППС ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, руководитель анестезиолого-реанимационной службы ГБУЗ ККБ № 2 МЗ КК, главный научный сотрудник НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского Федерального научно-клинического центра реаниматологии и реабилитологии (ФНКЦ РР), Краснодар, Россия; e-mail: pobeda_zib@mail.ru

☒ *Для цитирования:* Заболотских И.Б., Малышев Ю.П., Дунц П.В., Лебединский К.М., Лейдерман И.Н., Неймарк М.И., Семенихина Т.М., Ярошецкий А.И. Периоперационное ведение взрослых пациентов с сопутствующим сахарным диабетом: методические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» (второй пересмотр).

on this topic. The literature search was focused on meta-analyses and randomized controlled trials, but also included registries, non-randomized comparative and descriptive studies, case series, cohort studies, systematic reviews, and expert opinions. Before publication, the guidelines were approved by the Presidium of the FAR Board. In the revised version of 2022, changes were made in comparison with the previous one: the preoperative diagnosis of cardiac autonomic neuropathy using a deep breathing test and an orthostatic test was justified, the principles of elective surgery canceling depending on the level of glycated hemoglobin and the tactics of preoperative oral hypoglycemic drugs prescribing were presented. The choice between general and regional anesthesia based on the detection of cardiac autonomic neuropathy and polyneuropathy was also justified, the choice of drugs for anesthesia and the principles of their dosing were reasoned, antiemetic therapy was determined. For each recommendation, the level of evidence is presented. The guidelines were developed by experts in the field of perioperative management of patients for anesthesiologists and intensive care specialists to help in decision-making, the final decisions concerning an individual patient must be made by the attending physician after consultation with an endocrinologist and/or based on the decision of the council of specialists.

KEYWORDS: diabetes mellitus, impaired glucose tolerance, hyperglycemia, hypoglycemia, glycemic control, glycated hemoglobin A, perioperative period, stress hyperglycemia, anesthesia, intensive care

* *For correspondence:* Igor B. Zabolotskikh — Dr. Med. Sci., professor, head of Department of Anesthesiology, Intensive Care and Transfusiology, Kuban State Medical University; head of Department of Anesthesiology and Intensive Care, Regional Clinical Hospital No 2; Chief Researcher, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitation; Krasnodar, Russia; e-mail: pobeda_zib@mail.ru

☒ *For citation:* Zabolotskikh I.B., Malyshev Yu.P., Dunts P.V., Lebedinskii K.M., Leiderman I.N., Neimark M.I., Semeniikhina T.M., Yaroshetskiy A.I. Perioperative management of adult patients with concomitant diabetes mellitus: guidelines of the All-Russian public organization "Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists" (second revision). *Annals of Critical Care*. 2023;1:14–33. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2023-1-14-33>

Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова.
2023;1:14–33.
<https://doi.org/10.21320/1818-474X-2023-1-14-33>

✉ *Поступила:* 03.11.2022
 📄 *Принята к печати:* 03.12.2022
 📅 *Published online:* 31.01.2023

✉ *Received:* 03.11.2022
 📄 *Accepted:* 03.12.2022
 📅 *Дата онлайн-публикации:* 31.01.2023

DOI: 10.21320/1818-474X-2023-1-14-33

Термины и определения

Гастропарез — расстройство моторики желудка, характеризующееся замедлением эвакуации химуса в тонкую кишку в отсутствие механической обструкции.

Гипергликемия — уровень глюкозы в крови выше нормальных значений.

Гипогликемия — уровень глюкозы в крови ниже нормальных значений.

Гликемия — концентрация глюкозы в крови.

Гликированный гемоглобин (HbA1c) — показатель, отражающий средний уровень глюкозы в крови за последние 2–3 мес.

Диабетическая нейропатия — комплекс клинических и субклинических синдромов, каждый из которых характеризуется диффузным или очаговым поражением периферических и/или автономных нервных волокон в результате сахарного диабета (СД).

Диабетический кетоацидоз (ДКА) — требующая экстренной госпитализации острая декомпенсация СД с гипергликемией (уровень глюкозы в плазме > 13 ммоль/л у взрослых и > 11 ммоль/л у детей), гиперкетонемией (> 5 ммоль/л), кетонурией (≥ ++), метаболическим ацидозом (рН < 7,3) и различной степенью нарушения сознания или без нее.

Инсулинорезистентность — нарушение биологического ответа на экзогенный или эндогенный инсулин.

Метаболический синдром — сочетание артериальной гипертензии, гипергликемии, гиперлипидемии, увеличение окружности живота.

Нормогликемия — уровень сахара в крови натощак составляет в пределах 3,3–5,5 ммоль/л и через 2 ч после еды не должен превышать 7,8 ммоль/л.

Предиабет — нарушение углеводного обмена, при котором не достигаются критерии СД, но превышены нормальные значения глюкозы крови (включает любое из нарушений: нарушенную гликемию натощак и нарушенную толерантность к глюкозе).

Стресс-гипергликемия — транзиторная гипергликемия у пациента после хирургического вмешательства или в критическом состоянии без предшествующего СД.

Хлебная единица — количество продукта, содержащего 10–12 г углеводов.

Целевой уровень глюкозы плазмы — индивидуально определяемый уровень глюкозы плазмы натощак, перед едой, через 2 ч после еды, на ночь, ночью.

1. Краткая информация

1.1. Определение

Сахарный диабет — это группа метаболических (обменных) заболеваний, характеризующихся хронической гипергликемией, которая является результатом нарушения секреции инсулина, действия инсулина или обоих этих факторов. Хроническая гипергликемия при СД инициирует или усугубляет дисфункцию и недостаточность органов-мишеней, особенно глаз, почек, нервов, сердца и кровеносных сосудов [1].

1.2. Этиология, классификация и патогенез [1–3]

- I. СД 1-го типа (СД1) — нарушение углеводного обмена, вызванное деструкцией β-клеток поджелудочной железы, обычно приводящей к абсолютной инсулиновой недостаточности. Может развиваться в любом возрасте, но наиболее часто — в детском и юношеском.
 - A. Аутоиммунный СД характеризуется наличием аутоантител к различным структурам β-клетки: к поверхностным антигенам β-клеток, инсулину, глютаматдекарбоксилазе, тирозинфосфатазе островковых клеток; ассоциацией с генами человеческого лейкоцитарного антигена (Human Leukocyte Antigens — HLA).
 - B. Идиопатический СД также протекает с деструкцией β-клеток, но без признаков аутоиммунного процесса (специфических аутоантител и ассоциации с HLA-системой). Эта форма заболевания характерна для пациентов африканского и азиатского происхождения.

- II. СД 2-го типа (СД2) — нарушение углеводного обмена, вызванное преимущественной инсулинорезистентностью и относительной инсулиновой недостаточностью или преимущественным нарушением секреции инсулина с инсулинорезистентностью или без нее.
- III. Другие специфические типы СД, включающие ряд нозологически самостоятельных форм диабета (наследственные синдромы с моногенным типом наследования), объединенных в отдельные подтипы.
- A. Генетические дефекты функции β -клеток
 - B. Генетические дефекты действия инсулина
 - C. Заболевания экзокринной части поджелудочной железы
 - D. Эндокринопатии
 - E. СД, индуцированный лекарственными препаратами или химическими веществами
 - F. Инфекции
 - G. Редкие формы СД
 - H. Другие генетические синдромы, иногда сочетающиеся с диабетом
- IV. Гестационный СД — любые состояния с нарушением углеводного обмена (в том числе нарушенная толерантность к глюкозе), диагностированные при беременности.

Стресс-гипергликемия — транзиторная гипергликемия у пациента после хирургического вмешательства или в критическом состоянии без предшествующего СД [4].

Причинами стресс-гипергликемии являются:

- периферическая инсулинорезистентность [5];
- стимуляция глюконеогенеза;
- увеличение реабсорбции глюкозы;
- снижение клиренса глюкозы.

Инсулинорезистентность возникает вследствие выброса стресс-гормонов (кортизола, катехоламинов, глюкагона) и медиаторов воспаления. Инсулинорезистентность нарушает также и метаболизм липидов и белков, приводя к увеличению концентрации свободных жирных кислот и катаболизму белка. В свою очередь, увеличение концентрации свободных жирных кислот усиливает степень инсулинорезистентности. Периоперационная инсулинорезистентность может длиться от нескольких дней до нескольких недель после хирургического вмешательства.

Общепринятая теория патогенеза СД пока не создана [2]. Исследователи рассматривают следующие варианты: участие двух независимых генов, отвечающих, соответственно, за нарушение секреции инсулина или развитие инсулинорезистентности; наличие общего дефекта в системе распознавания глюкозы или глюкозостимулированного ответа β -клеток.

Какое бы из указанных обстоятельств ни играло ведущую роль в генезе СД2, нарушение обмена глюкозы обусловлено повреждением как минимум на трех уровнях:

- в поджелудочной железе, где может быть нарушен механизм распознавания глюкозы, вследствие чего снижается секреция инсулина;
- периферических тканях, где клетки могут приобрести резистентность к инсулину, что приведет к недостаточному транспорту и метаболизму глюкозы;
- печени, где повышается образование глюкозы, что вызвано или нарушением механизма обратной связи (процесса подавления продукции глюкозы инсулином или глюкозой), или, напротив, избыточной стимуляцией выброса глюкозы глюкагоном или катехоламинами.

1.3. Эпидемиология [1]

По данным Дедова И.И. и соавт. [1], в федеральном регистре СД общая численность пациентов с СД в РФ, состоящих на диспансерном учете, на 01.01.2021 составила 4 799 552 человека (3,23 % населения РФ), из них: СД1 — 5,5 % (265,4 тыс.), СД2 — 92,5 % (4,43 млн), другие типы СД — 2,0 % (99,3 тыс.).

Динамика распространенности в 2020 г. составила при СД1 168,7 → 180,9/100 тыс. населения, при СД2 2709 → 3022/100 тыс. населения; заболеваемости — при СД1 10,5 → 7,7/100 тыс. населения, при СД2 219,6 → 154,2/100 тыс. населения. Половозрастные характеристики: доля мужчин при СД1 — 54 %, при СД2 — 30 %; наибольшая доля пациентов с СД1 в возрасте 30–39 лет, с СД2 — 65–69 лет. Смертность в 2020 г.: СД1 — 3,0 → 2,7/100 тыс. населения, СД2 — 87,7 → 93,9/100 тыс. населения, основная доля приходится на сердечно-сосудистые причины: при СД1 — 38,1 %, при СД2 — 52,0 %. Средний возраст смерти при СД1 составил 53,2 года, в динамике у мужчин 50,7 → 50,5 года, у женщин 58,7 → 55,2 года; при СД2 — 73,5 года, у мужчин 70,2 → 70,1 года, у женщин 75,7 → 75,4 года. Средняя длительность СД до момента смерти пациентов: при СД1 — 17,4 → 19,0 года; при СД2 — 11 → 11,4 года. Частота диабетических осложнений при СД1 и СД2: нейропатии — 43,3 и 24,4 %, нефропатии — 25,9 и 18,4 %, ретинопатии — 31,7 и 13,5 % соответственно. Доля пациентов с HbA1c < 7 %: при СД1 — 32,3 % → 36,9 %, при СД2 — 51,9 % → 52,1 %, с HbA1c ≥ 9,0 %: при СД1 — 23,1 % → 18,7 %, при СД2 — 8,9 % → 8,0 %. Структура терапии при СД2: сахароснижающие препараты пероральные (ССП) — 76,2 % пациентов (монотерапия — 44,1 %; комбинация 2 ССП — 28,9 %, 3 препаратов — 3,2 %), инсулинотерапия — 18,8 %, без медикаментозной терапии — 4,9 %.

2. Предоперационная оценка пациента с сахарным диабетом

Для проявлений декомпенсации СД1 характерны полиурия (в том числе в ночное время), жажда, потеря массы тела, сухость во рту и неспецифические симптомы (слабость и утомляемость), запах ацетона изо рта (как результат развития кетоза). СД2 характеризуется длительной бессимптомной доклинической стадией течения, чаще развивается у лиц с избытком массы тела, а появление клинических симптомов обусловлено выраженной гипергликемией вследствие дефицита инсулина [6].

К специфическим осложнениям СД, важным с позиций анестезиолога-реаниматолога, относятся [1]:

- диабетический гастропарез и атоническая форма энтеропатии (замедление эвакуации и моторики повышает риск аспирации, послеоперационной тошноты и рвоты, паралитического илеуса);
- нейропатия сердечно-сосудистой системы, в том числе кардиальная автономная нейропатия (КАН) (риск периоперационной артериальной гипотензии и хронической сердечной недостаточности, особенно при перегрузке жидкостью у молодых пациентов с СД, не страдающих ишемической болезнью сердца, необходимо проведение ортостатических проб);
- нейропатия мочевого пузыря (риск послеоперационной атонии мочевого пузыря).

Итогом консультации эндокринолога в предоперационный период должно стать уточнение типа СД, длительности заболевания (или проведение первичной диагностики), наличия аутоиммунных заболеваний, ДКА и гипогликемии в анамнезе, сопутствующих заболеваний и схемы лечения СД в домашних условиях (таблетированные ССП, режим инсулинотерапии и время последней их коррекции) [7].

Рекомендация 1. У пациентов с СД до операции рекомендуется собрать анамнез (наличие гипертензии, аритмии, острого инфаркта миокарда, стенокардии, болезней артерий в анамнезе, оперативных вмешательств на сердце, аорте или артериях, уточнить прием кардиальных лекарственных средств, данные результатов эхокардиографии, выполненные ранее электрокардиограммы (ЭКГ), результаты доплерографии брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей) для оценки функции сердца и выявления КАН [8] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 2. У пациентов с СД до операции рекомендуется исследование ЭКГ для выявления безболевой ишемии, инфаркта миокарда, оценки длины интервала QT [1] (УДД — 4, УУР — С).

Рекомендация 3. У пациентов с СД до операции рекомендуется определять мозговой натрийуретический пептид (BNP) или pro-BNP для оценки систолической и диастолической дисфункции [9] (УДД — 3, УУР — С).

Комментарий. Около 75 % пациентов с СД умирают от атеросклеротических осложнений. Острый инфаркт миокарда и ишемия миокарда протекают в безболевой форме у 30–50 % пациентов с СД [10–12].

Рекомендация 4. У пациентов с СД до операции рекомендуется выявлять КАН с целью прогнозирования ассоциированного с ней повышенного риска периоперационного инфаркта миокарда (безболевой формы), периоперационной гипотензии, аритмии и летального исхода [13] (УДД — 2, УУР — В).

Комментарий. КАН — частое осложнение СД (20–70 %), развивается в течение первых 2 лет после установления диагноза, обнаруживаются у более половины пациентов без ретинопатии или нефропатии и у трети пациентов с нормальной ЭКГ [13, 14]. Клиническими проявлениями тяжелой КАН являются [13, 15]: постоянная тахикардия; ортостатическая и постпрандиальная гипотензия; критическая гипогликемия; отсутствие ночного снижения артериального давления (АД); инфаркт миокарда или ишемия миокарда (в том числе безболевые формы); удлинение интервала QT на ЭКГ более 440 мс. На доклинической стадии наиболее частыми проявлениями КАН являются нарушения сердечного ритма и аномальная вариабельность сердечного ритма [14].

Рекомендация 5. У пациентов с СД до операции рекомендуется проведение теста глубокого дыхания и ортостатического теста с целью определения кардиовагальной вариабельности сердечного ритма [8] (УДД — 3, УУР — С).

Комментарий. Тест глубокого дыхания: в положении лежа на спине пациент должен сделать 6 глубоких вдохов за 1 мин (по 5 с вдох и выдох), в процессе выполнения которых записывают ЭКГ и оценивают среднее соотношение длительности интервалов RR на выдохе (RR-E) к интервалам RR на вдохе (RR-I) за 6 дыхательных циклов; результат оценивают по номограмме (рис. 1).

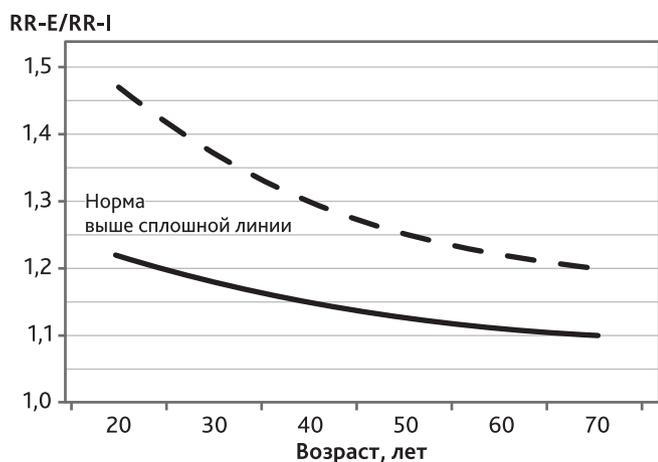


Рис. 1. Оценка результата теста глубокого дыхания
RR-E — длительность интервалов RR на выдохе; RR-I — длительность интервалов RR на вдохе.

Fig. 1. Evaluation of the result of the deep breathing test
RR-E — duration of RR intervals on exhalation; RR-I — duration of RR intervals on inspiration.

Ортостатический тест: измеряют интервал RR через 10 мин после перемещения пациента в горизонтальное положение, а затем быстро перемещают пациента в положение стоя, записывают ЭКГ, измеряя интервал RR через 15 и 30 с после перемещения в положение стоя; результат оценивают по номограмме (рис. 2). Ортостатический тест считается положительным, если произошло снижение систолического АД на 20 мм рт. ст. и более (на 30 мм рт. ст. у пациентов с артериальной гипертензией) и/или диастолического АД на 10 мм рт. ст.

Существует упрощенный алгоритм для выявления КАН в виде следующих последовательных действий: поместить пациента в положение лежа на 10 мин, записать ЭКГ покоя, провести тест глубокого дыхания, измерить АД, резко переместить пациента в положение стоя, записать ЭКГ в течение 1 мин, измерить интервал RR на 15 и 30 с, измерить АД на 1, 2 и 3-й минутах [16]

После проведения теста оценить наличие КАН:

- ненормальный кардиовагальный тест — вероятная или ранняя КАН;
- нарушенных кардиовагальных теста — подтвержденная КАН;
- нарушенный кардиовагальный тест + ортостатическая гипотензия — осложненная КАН.

Рекомендация 6. У пациентов с СД перед плановыми операциями рекомендуются нагрузочные тесты и холтеровское мониторирование для оценки риска развития инфаркта миокарда и других заболеваний сердечно-сосудистой системы [1] (УДД — 4, УУР — С).

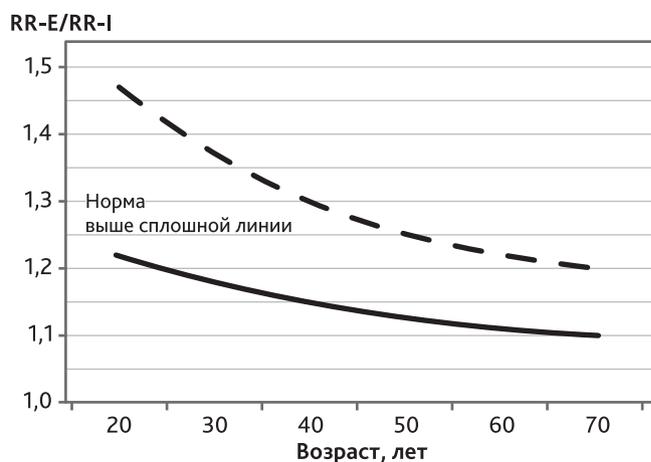


Рис. 2. Оценка результата ортостатического теста
RR-E — длительность интервалов RR на выдохе; RR-I — длительность интервалов RR на вдохе.

Fig. 2. Evaluation of the result of the orthostatic test
RR-E — duration of RR intervals on exhalation; RR-I — duration of RR intervals on inspiration.

Рекомендация 7. У пациентов с СД до операции рекомендуется оценить креатинин сыворотки и скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по формуле Кокрофта—Голта с целью выявления диабетической хронической болезни почек (ДХБП) (снижение СКФ менее 60 мл/мин) [16] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 8. У пациентов с СД до операции рекомендуется определять соотношение альбумин/креатинин (мг/г или мг/ммоль) в разовой (предпочтительно утренней) порции мочи для определения стадии ДХБП: стадия A1 < 3 мг/ммоль, стадия A2 — 3–30 мг/ммоль, стадия A3 > 30 мг/ммоль [17] (УДД — 1, УУР — В).

Комментарий. Экскреция альбумина в суточной моче не отражает тяжесть почечной дисфункции, оцененную по СКФ [17, 18].

ДХБП встречается у 30 % пациентов с СД1 и 20 % пациентов с СД2 [19, 20]. ДХБП увеличивает риск летального исхода в 40–100 раз по сравнению с пациентами без СД [19].

СД — независимый предиктор острой почечной недостаточности в послеоперационный период, которая может развиваться и в отсутствие ДХБП [21].

Рекомендация 9. У пациентов с подозрением на СД в предоперационный период рекомендуется определить глюкозу крови натощак (уровень более 7 ммоль/л) и через 2 ч после орального теста с углеводной нагрузкой (уровень более 11,1 ммоль/л), а также гликированный гемоглобин (уровень более 6,5 %) [22] (УДД — 2, УУР — В).

Комментарий. Следует различать СД и приобретенную инсулинорезистентность («стресс-гипергликемию»), возникающую вследствие хирургического вмешательства или критического состояния. Дифференциально-диагностическим тестом, чтобы отличить стресс-гипергликемию от СД, является определение HbA1c — при стресс-гипергликемии его значение не превышает норму.

При установленном диагнозе у пациентов с СД необходимо исследовать [22–26]:

- уровень гликемии для определения степени компенсации углеводного обмена;
- кетонемия — при возможности, или ацетонурию для выявления кетоацидоза;
- HbA1c перед плановыми операциями, если он не был определен в предыдущие 3 мес., гликемический профиль;
- исследование кислотно-основного состояния (КОС) крови — как минимум рН и бикарбонат плазмы, электролиты (K^+ , Na^+), особенно у декомпенсированных пациентов;
- креатинин сыворотки крови, протеинурию, СКФ для оценки функции почек;
- коагулограмму (АЧТВ, МНО, тромбиновое время, тромбоциты).

Рекомендация 10. У пациентов с СД до операции рекомендуется оценить степень коррекции гликемии по значениям HbA1c, гликемии и гликемического профиля с целью оценки гликемического профиля [1, 16] (УДД — 2, УУР — В).

Комментарий. Перед плановым оперативным вмешательством рекомендовано достичь контролируемого уровня гликемии. При наличии эпизодов гипер- или гипогликемии следует скорректировать терапию перед операцией. Гликемия перед оперативным вмешательством более 11 ммоль/л, а также высокая вариабельность гликемии

до операции приводят к увеличению послеоперационных осложнений и летальности [27–31].

Эпизоды содержания глюкозы плазмы крови 3,9 ммоль/л и менее у пациентов с СД также увеличивают осложнения и летальность в послеоперационный период. Следует заметить, что любой эпизод слабости у пациента с СД следует расценивать как эпизод гипогликемии (если не доказано обратное). Эпизоды гипогликемии встречаются у 40 % пациентов с СД1, у 10 % пациентов с СД2 на фоне приема инсулина и иногда у пациентов с СД2, принимающих оральные гипогликемические препараты [32].

Причины развития — дисбаланс между поступлением и потреблением глюкозы вследствие недостаточного поступления углеводов или неадекватной терапии инсулином (или пероральными гипогликемическими препаратами). Частота встречаемости увеличивается в периоперационный период в связи с воздержанием от приема пищи и жидкости, нерегулярным приемом пищи, на фоне введения гипогликемических препаратов, а также препаратов, усиливающих их действие — хинолонов, гепарина, β -блокаторов, ко-тримоксазола, а также вследствие уменьшения клиренса гипогликемических препаратов при нарушении функции печени и почек.

Во время предоперационного осмотра пациента анестезиологу следует проверить гликемический профиль и (при доступности) HbA1c, уровень которого коррелирует со средним уровнем гликемии за 2–3 мес. до измерения, а также отражает возможные эпизоды гипо- и гипергликемии, а также возможный кетоз или кетоацидоз.

Корреляция между уровнем HbA1c (%) и средней концентрацией глюкозы крови за последние 3 мес. может быть выражена следующим уравнением:

$$\text{Гликемия средняя (ммоль/л)} = 1,5944 \times \text{HbA1c} - 2,5944.$$

На основании оценки гликемического профиля перед операцией и уровня HbA1c выбирают тактическое решение — операция возможна, необходима консультация эндокринолога перед операцией с отсрочкой оперативного вмешательства, перенос планового вмешательства (табл. 1) [33].

Таблица 1. Планирование оперативного вмешательства в соответствии с уровнем гликированного гемоглобина (HbA1c) и гликемией у пациентов с сопутствующим СД [2]

Table 1. Planning of surgical intervention in accordance with the level of glycated hemoglobin (HbA1c) and glycemia in patients with concomitant DM [2]

Показатели	Значения				
HbA1c, %	Менее 5	5–5,9	6–8	8,1–9	Более 9
Средний уровень глюкозы плазмы крови, ммоль/л	Менее 5	5,0–6,5	6,6–10,0	10,1–11,5	Более 11,5
Особые состояния	У пациента были эпизоды гипогликемии в прошедшие недели		Оптимальный уровень глюкозы	Возможен кетоз	Возможен кетоз и/или кетоацидоз
Действие	Отложить плановое вмешательство	Консультация эндокринолога	Оперативное вмешательство возможно	Консультация эндокринолога	Отложить плановую операцию

Рекомендация 11. У пациентов с СД до операции рекомендуется достижение целевого HbA1c менее 7% и до 5% [7] (УДД — 3, УУР — С).

Комментарий. Повышенные значения HbA1c свидетельствуют о высоких значениях гликемии в последние 2–3 мес.

Рекомендация 12. У пациентов с СД рекомендуется отложить плановую операцию при HbA1c 8,5% и выше [43] (УДД — 2, УУР — В).

Рекомендация 13. У пациентов с СД, которым предполагаются хирургические вмешательства малого объема (под местной анестезией, амбулаторные), не рекомендуется перевод на инсулинотерапию, если на фоне диеты и небольших доз таблетированных ССП уровень глюкозы крови натощак и в течение дня менее 7 ммоль/л и HbA1c менее 6,5% [1] (УДД — 5, УУР — С).

Рекомендация 14. У пациентов с СД в анамнезе сроком более 10 лет, тяжелыми структурными поражениями поджелудочной железы или после операций на ней, выраженными колебаниями гликемии в течение суток, при ДКА в анамнезе до операции рекомендуется перевод на внутривенную инсулинотерапию независимо от уровня глюкозы крови и HbA1c с целью оптимизации их состояния [24] (УДД — 4, УУР — С).

Рекомендация 15. У пациентов с СД без гастроэнтерологических заболеваний до операции рекомендуется продолжить прием препаратов глюкагоноподобного пептида-1 и аналогов ингибиторов дипептидилпептидазы-4 без риска развития гипогликемии [34] (УДД — 2, УУР — В).

Рекомендация 16. У пациентов с СД до операции рекомендуется отменить блокаторы натрий-глюкозного котранспортера 2-го типа из-за увеличения окисления жиров и повышения концентрации кетоновых тел в плазме крови [1] (УДД — 4, УУР — С).

Рекомендация 17. У пациентов с СД перед средними и обширными хирургическими вмешательствами в условиях регионарной или общей анестезии рекомендуется отменить пероральные ССП [1] (УДД — 4, УУР — С).

Рекомендация 18. У пациентов с СД до операции рекомендуется избегать длительного воздержания от приема пищи и жидкости для предупреждения гипогликемии и обезвоживания [35] (УДД — 2, УУР — В).

Рекомендация 19. У пациентов с СД до операции на фоне инсулинотерапии рекомендуется назначить инфузию глюкозы [35] (УДД — 2, УУР — В).

Рекомендация 20. При исходной декомпенсации СД рекомендуется максимально возможная предоперационная коррекция ДКА (гликемии, дегидратации, гипокалиемии и метаболического ацидоза) при условии, что операцию можно отсрочить [34] (УДД — 3, УУР — С).

Комментарий. Пациенты, требующие хирургического вмешательства, при поступлении в медицинскую организацию могут находиться в стадии декомпенсации СД, вплоть до ДКА [24].

Алгоритм коррекции гликемии при экстренных хирургических операциях представлен в табл. 2.

Таблица 2. Алгоритм коррекции гликемии при экстренных хирургических операциях [2, 34, 36, 37]

Table 2. Algorithm for correction of glycemia in emergency surgical operations [2, 34, 36, 37]

Предоперационная подготовка

При СД2 — отмена таблетированных сахароснижающих препаратов и перевод на инсулинотерапию
При СД1 — смена схемы инсулинотерапии

Операционный период

Постоянная инфузия инсулина короткого действия под контролем гликемии (диапазон — 7,7–10 ммоль/л, при плохо контролируемом диабете допустимо до 13,44 ммоль/л) [9, 29] и калия крови каждый час

Глюкоза плазмы 5,5–14,0 ммоль/л NaCl 0,9% — 400 мл, KCl 4% — 20 мл (10 ммоль), инсулин короткого действия 2–4 ЕД/ч Глюкоза 5% — 100 мл/ч	Глюкоза плазмы > 14,0 ммоль/л NaCl 0,9% — 400 мл, KCl 4% — 20 мл (10 ммоль), инсулин короткого действия 2–4 ЕД/ч
Интервалы мониторинга гликемии	
Абсолютная компенсация опасна развитием относительной гипогликемии! Контроль гликемии и калия: во время операции и 5–8 ч после нее — каждый час, далее каждые 3–4 ч	

3. Особенности анестезии у пациентов с сахарным диабетом

При проведении анестезии следует помнить, что длительно существующие нарушения метаболизма могут привести к развитию осложнений анестезии, обусловленных не только основным заболеванием, но и сопутствующим СД, вызывающим поражения органов-мишеней (табл. 3).

При сочетании СД и артериальной гипертензии в 50% случаев вероятно развитие диабетической автономной нейропатии, нарушающей способность кровообращения компенсировать изменения объема циркулирующей крови вследствие устойчивой вазоплегии, повышающей риск развития легочных осложнений

и смертность, по сравнению с пациентами без метаболического синдрома [7, 38, 42].

Выбор метода анестезии у пациентов с СД основывается на следующих постулатах [43–45]:

- нет доказательств, что технологии анестезии влияют на смертность и заболеваемость у пациентов с СД;
- выбор между общей и регионарной анестезией следует сделать на основании оценки КАН и полинейропатии;
- регионарные методы анестезии могут приводить к небольшому увеличению гликемии перед операцией;
- нейроаксиальные методы анестезии снижают гипергликемическое повреждение, но увеличивают риск гипотензии и нестабильной гемодинамики;
- периферические блокады не противопоказаны.

Таблица 3. Возможные осложнения анестезии в связи с сопутствующим сахарным диабетом [1, 2, 4, 7, 38–41]

Table 3. Possible complications of anesthesia due to concomitant diabetes [1, 2, 4, 7, 38–41]

Заболевание	Возможные осложнения
Сахарный диабет	Гипо- или гипергликемическая кома
	Метаболическая декомпенсация с развитием ДКА
	Абдоминальный синдром при ДКА
	Расстройства водно-электролитного баланса и КОС
	Трудная интубация
	Тромбоэмболические осложнения
	Инфекционные осложнения
	Почечная недостаточность
	Гемофтальм
	Повышенная чувствительность: печени и почек к анестетикам и другим препаратам, метаболизирующимся в печени; к вредным эффектам ИВЛ и послеоперационная дыхательная недостаточность при ожирении
Автономная диабетическая нейропатия; хроническая сердечная недостаточность; артериальная гипотония; гастро-и/или дуоденостаз; аспирационный синдром; послеоперационная тошнота и рвота; паралитический илеус; атония мочевого пузыря; нарушение иммунитета/заживления ран; ретинопатия и др.	
ДКА — диабетический кетоацидоз; ИВЛ — искусственная вентиляция легких; КОС — кислотно-основное состояние.	

Адекватность и выбор анестезиологической защиты влияют на способность организма к поддержанию нормогликемии во время операции и после хирургической травмы. Так, эпидуральная и спинальная анестезия снижает нейроэндокринный ответ на операционное повреждение, при этом эффект выражен в большей степени при операциях на нижнем этаже брюшной полости. Потребность в местном анестетике у пациентов с СД снижена, однако повышен риск повреждения нервов, а сочетание местного анестетика с адреналином представляет опасность ишемической и отечной травмы нерва [41].

Внутривенная анестезия, дополненная опиоидами, ослабляет гипергликемический ответ на операционную травму и предотвращает риск развития стрессорной гипергликемии. Однако этот эффект ограничен интраоперационным периодом [46]. Анестезия на основе ингаляционных анестетиков подавляет секрецию инсулина, нарушая усвоение глюкозы, и одновременно повышает ее образование путем стимуляции тонууса симпатической нервной системы.

Рекомендация 21. У пациентов с СД, получающих медикаментозную сахароснижающую терапию, плановые операции рекомендуется проводить в начале недели, в первой половине дня [7, 37] (УДД — 2, УУР — В).

Рекомендация 22. У пациентов с СД при наличии достоверных или вероятных признаков полного желудка до интубации трахеи рекомендуется опорожнить желудок зондом и использовать технологию быстрой последовательной индукции [47, 48] (УДД — 2, УУР — С).

Комментарий. У пациентов с СД перед операцией важно иметь информацию о выраженности гастропареза на основе дополнительных методов обследования (оценка шума плеска над проекцией желудка; эзофагогастродуоденоскопия и ультразвуковое исследование желудка натощак) [47, 48].

У 30–50 % пациентов с СД замедлено опорожнение желудка, что значительно повышает риск аспирации желудочного содержимого [47]. Кроме того, гастропарез приводит к постпрандиальной дисрегуляции уровня гликемии [48] и, наоборот, гипергликемия замедляет опорожнение желудка. Симптомами гастропареза являются: анорексия, тошнота, рвота, тяжесть или боль в эпигастрии, чувство переполненности желудка, раннее насыщение. Между симптомами и скоростью опорожнения желудка существует только слабая корреляция.

Рекомендация 23. У пациентов с СД и диабетической автономной нейропатией во время анестезии рекомендуется проводить профилактику регургитации и аспирационного синдрома [7] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 24. У пациентов с СД рекомендуется предоперационная (за 60 мин до разреза) профилактика инфекций области хирургического вмешательства [7, 16, 37] (УДД — 3, УУР — В).

Комментарий. Частоту нозокомиальной инфекции также можно уменьшить либо жестким контролем гликемии, либо интенсивным послеоперационным уходом, либо сочетанием обоих факторов [7].

Рекомендация 25. У пациентов с диабетической автономной нейропатией не рекомендуется высокая эпидуральная и спинальная анестезия [1] (УДД — 4, УУР — С).

Рекомендация 26. У пациентов с СД рекомендуется избегать анестетиков, которые обладают выраженным эметогенным эффектом (закись азота, галогеносодержащие ингаляционные анестетики), а также неостигмина [49] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 27. У пациентов с СД рекомендуется избегать нефротоксичных препаратов и рассчитывать дозы анестетиков с учетом фармакокинетики и клиренса креатинина [50] (УДД — 4, УУР — С).

Рекомендация 28. У пациентов с СД рекомендуется поддерживать среднее АД в пределах 60–70 мм рт.ст., а при сопутствующей артериальной гипертензии — более 70 мм рт.ст. [50] (УДД — 4, УУР — С).

Комментарий. У пациентов с диабетом и положительной кардиоваскулярной пробой высок риск развития периоперационной нестабильности гемодинамики [49, 51], дозы катехоламинов после операции зависят от степени КАН [52, 53]. Нейроаксиальные методы анестезии (спинальная, эпидуральная) оказывают более выраженное влияние на тонус сосудов [54, 55]. Во время проведения анестезии следует учитывать, что при наличии КАН анестезия (как общая, так и регионарная) оказывает длительный и выраженный эффект на тонус сосудов [56].

Пациенты с КАН имеют сниженный вентиляционный ответ на гипоксемию и гиперкапнию [47], а также периоперационную гипотермию [57].

Рекомендация 29. У пациентов с СД рекомендуется увеличить дозу наркотического анальгетика во время анестезии [49] (УДД — 3, УУР — С).

Выбор премедикации должен быть индивидуальным — от доверительной беседы с анестезиологом до назначения седативных препаратов, например, на ночь и утром бензодиазепиновый препарат [58]. В частности, подавление чрезмерного стресс-ответа клофелином

способствует оптимизации контроля гликемии у пациентов с СД2 и снижает риск ишемии миокарда после операции [59].

Рекомендация 30. У пациентов с СД рекомендуется прекратить прием метформина за 48 ч перед обширной операцией и не прекращать прием при малом или амбулаторном оперативном вмешательстве, кроме случаев почечной недостаточности [4, 11] (УДД — 2, УУР — В).

Комментарий. Подробнее сроки отмены препаратов представлены в табл. 4.

Таблица 4. Сроки отмены пероральных сахароснижающих средств до выполнения среднетяжелых и обширных операций [34]

Table 4. The timing of the withdrawal of oral hypoglycemic agents before performing moderate and extensive operations [34]

Препарат	Сроки отмены (часы)	Причины
Метформин	48 ч	Риск лактатацидоза
Тиазолидиндионы	48 ч	Риск гипогликемии
Сульфонилмочевина длительного действия	24 ч	
Сульфонилмочевина короткого действия	12 ч или утром в день операции	
Глиниды		
Препараты глюкагоноподобного пептида-1 и аналоги ингибиторов дипептидилпептидазы-4	Нет данных	Риск гастро- и дуоденостаза
Ингибиторы натрий-глюкозного котранспортера 2-го типа		За счет увеличения окисления жиров повышают концентрацию кетоновых тел в плазме крови (экспериментальные данные)

Рекомендация 31. У пациентов с СД1 не рекомендуется прекращать прием пролонгированного инсулина ввиду риска развития кетоацидоза в периоперационный период [1] (УДД — 5, УУР — С).

Комментарий. Инсулиновая помпа (если есть) должна быть остановлена при обширных хирургических вмешательствах, а инфузия короткого инсулина немедленно продолжена через шприцевой дозатор в начале оперативного вмешательства; при этом следует рассчитать и ввести адекватную дозу пролонгированного инсулина.

Рекомендация 32. У пациентов с СД1 рекомендуется введение инсулина в режиме малых доз при малых хирургических вмешательствах и амбулаторной хирургии с целью предотвращения гипогликемии [1, 60, 61] (УДД — 1, УУР — А).

Рекомендация 33. При исходной декомпенсации углеводного обмена (резко выраженных колебаниях уровня глюкозы плазмы у пациентов, имеющих инсулиновую недостаточность или выраженную инсулинорезистентность) рекомендуется непрерывная внутривенная инфузия инсулина [61, 62] (УДД — 2, УУР — В).

Комментарий. Преимущества непрерывной внутривенной инфузии инсулина (НВИИ) перед подкожными инъекциями инсулина короткого действия доказаны при ДКА, гипергликемическом гиперосмолярном состоянии [46, 61–63] и у пациентов в критическом состоянии [61, 63]; для периоперационного ведения в общей хирургии [64–66], послеоперационного ведения в кардиохирургии [28, 67]. Инфузия инсулина во время и после операции проводится в соответствии с алгоритмом (табл. 5 [1], табл. 6 [63]).

Таблица 5. Алгоритм скорости введения инсулина в зависимости от уровня гликемии [1]**Table 5.** Algorithm for the rate of insulin administration depending on the level of glycemia [1]

Алгоритм 1		Алгоритм 2		Алгоритм 3		Алгоритм 4	
Гликемия, ммоль/л, плазма	СВИ, ЕД/ч	Гликемия, ммоль/л, плазма	СВИ, ЕД/ч	Гликемия, ммоль/л, плазма	СВИ, ЕД/ч	Гликемия, ммоль/л, плазма	СВИ, ЕД/ч
≤ 3,9 (пороговое значение глюкозы в крови как предвестник тяжелой гипогликемии) — инсулинотерапию прекратить, контроль гликемии каждые 30 мин, необходимые мероприятия — как при гипогликемии и гипогликемической коме							
3,9–6,1	0,2	3,9–6,1	0,5	3,9–6,1	1	3,9–6,1	1,5
6,2–6,6	0,5	6,2–6,6	1	6,2–6,6	2	6,2–6,6	3
6,7–8,3	1	6,7–8,3	1,5	6,7–8,3	3	6,7–8,3	5
8,4–9,9	1,5	8,4–9,9	2	8,4–9,9	4	8,4–9,9	7
10,0–11,6	2	10,0–11,6	3	10,0–11,6	5	10,0–11,6	9
11,7–13,3	2	11,7–13,3	4	11,7–13,3	6	11,7–13,3	12
13,4–14,9	3	13,4–14,9	5	13,4–14,9	8	13,4–14,9	16
15,0–16,6	3	15,0–16,6	6	15,0–16,6	10	15,0–16,6	20
16,7–18,3	4	16,7–18,3	7	16,7–18,3	12	16,7–18,3	24
18,4–19,9	4	18,4–19,9	8	18,4–19,9	14	18,4–19,9	28
Более 20,0	6	Более 20,0	12	Более 20,0	16	Более 20,0	32

СВИ — скорость введения инсулина.

Таблица 6. Инфузия инсулина во время и после операции [2]**Table 6.** Insulin infusion during and after surgery [2]

Показатели и действия	Гликемия, ммоль/л								
	< 2,2	2,2–3,3	3,4–5,0	5,1–6,0	6,1–10,0	10,1–14,0	14,0–16,5	> 16,5	
Стартовый режим введения инсулина	В/в болюс, ЕД		0			3	4	6	
	В/в инфузия, ЕД/ч		0		1 (СД1) 0 (СД2)		2	3	4
Интервалы измерения гликемии	15 мин	30 мин	1 ч		2 ч		1 ч		
Скорость инфузии инсулина	Стоп		–1 ЕД/ч		Не менять		+1 ЕД/ч	+2 ЕД/ч	Болюс 6 ЕД
Болюс 40 % р-ра глюкозы	20 мл	10 мл							

4. Особенности послеоперационного ведения пациентов с сахарным диабетом

Рекомендация 34. Пациентам с СД после полостных операций рекомендуется наблюдение в палате интенсивной терапии или отделения реанимации и интенсивной терапии (ОАРИТ) [42] (УДД — 4, УУР — С).

Рекомендация 35. У пациентов с СД рекомендуется использовать принципы ускоренного восстановления после хирургических операций (протокол Enhanced Recovery After Surgery — ERAS) [37] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 36. У пациентов с СД в условиях ОАРИТ рекомендуется мониторинг гликемии из венозной или артериальной крови, так как оценка глюкозы капиллярной крови часто переоценивает значение, особенно при гипоперфузии или гипогликемии [68] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 37. У пациентов с СД в послеоперационный период в условиях ОАРИТ рекомендуется прикроватное определение глюкозы каждые 30–60 мин, в дальнейшем — каждые 3 ч до ее стабилизации [1] (УДД — 4, УУР — С).

Комментарий. При НВИИ для непрерывного мониторинга уровня глюкозы в ОАРИТ существуют различные системы, в том числе работающие в режиме реального времени. Однако до настоящего времени продолжают научные исследования по изучению возможности внедрения этого перспективного направления в рутинную клиническую практику [69].

Рекомендация 38. Пациентам с СД в послеоперационный период рекомендуется поддерживать целевой уровень глюкозы в пределах 7,7–10 ммоль/л [7, 28, 35, 70–72] (УДД — 2, УУР — А).

Рекомендация 39. При развитии инфаркта миокарда и в кардиохирургии у пациентов с СД после операции рекомендуется целевой диапазон гликемии не более 7,8 ммоль/л [12, 35, 72] (УДД — 1, УУР — А).

Рекомендация 40. У пациентов с СД в условиях ОАРИТ рекомендуется избегать гликемии менее 6 ммоль/л с целью профилактики гипогликемических эпизодов, а при значении гликемии 3,9 ммоль/л и менее рекомендуется расценивать ситуацию как гипогликемию с дополнительной верификацией результата в лаборатории с целью профилактики гипогликемических эпизодов [28, 35, 71] (УДД — 1, УУР — А).

Рекомендация 41. У пациентов с СД при достижении пороговых значений глюкозы плазмы 3,9 ммоль/л схемы лечения рекомендуется изменить для предупреждения развития гипогликемии [12] (УДД — 1, УУР — А).

Комментарий. Клинически значимая гипогликемия — менее 3,0 ммоль/л, пороговое значение глюкозы плазмы

3,9 ммоль/л используют как предвестник тяжелой гипогликемии для дальнейшего определения схемы лечения инсулином, тяжелая гипогликемия определяется независимо от уровня гликемии при развитии тяжелых когнитивных нарушений [73].

Рекомендация 42. У пациентов с СД при отсутствии поступления углеводов энтеральным путем рекомендуется внутривенное введение 2 г/кг глюкозы в сутки [28, 35, 71] (УДД — 1, УУР — А).

Рекомендация 43. У пациентов с СД рекомендуют среднюю начальную скорость НВИИ: в компенсированном состоянии — 0,5–1 ЕД/ч, при дефиците массы тела, почечной, печеночной или хронической надпочечниковой недостаточности — менее 0,5 ЕД/ч, в декомпенсированном состоянии без ожирения — 2 ЕД/ч, при выраженной декомпенсации, ожирении, инфекциях, хронической терапии стероидами и других состояниях с инсулинорезистентностью — 3 ЕД/ч, после чего по алгоритму выбирают скорость инфузии инсулина в зависимости от уровня гликемии [1] (УДД — 4, УУР — С).

Комментарий. Алгоритм 1 — начальный для большинства пациентов; алгоритм 2 — если на алгоритме 1 не достигнут целевой уровень глюкозы, при аортокоронарном шунтировании, пересадке солидных органов или в-клеток, на фоне терапии глюкокортикоидами и у пациентов с СД, ранее получавших более 80 ЕД инсулина в сутки; алгоритм 3 — используют в случае безуспешности предыдущего этапа, его не следует применять в качестве начального без консультации диabetолога; алгоритм 4 применяют только при неэффективности алгоритма 3 и никогда не используют в качестве начального этапа [1].

Переход с алгоритма на алгоритм: на более высокий — если глюкоза плазмы не попадает в целевой диапазон и не снижается хотя бы на 3,3 ммоль/ч; на более низкий — если гликемия при двукратном определении ниже 3,9 ммоль/л.

При уровне глюкозы плазмы менее 3,9 ммоль/л: НВИИ остановить, в/в ввести 30–60 мл 40 % глюкозы, при необходимости введение глюкозы повторять каждые 20 мин. После двукратного подтверждения уровня глюкозы плазмы более 3,9 ммоль/л — НВИИ возобновить с меньшей скоростью. После операции НВИИ продолжать до начала самостоятельного приема пищи и перевода на подкожную инсулинотерапию.

Для инфузомата смесь готовят следующим образом: 50 ЕД инсулина короткого действия доводят до 50 мл 0,9 % раствором натрия хлорида. В отсутствие инфузомата: а) для внутривенной капельной инфузии следует 40 ЕД

простого инсулина растворить в 400 мл 0,9 % хлорида натрия. В 10 мл такого раствора содержится 1 ЕД инсулина, в 50 мл — 5 ЕД, в 60 мл — 6 ЕД и т. д. Чтобы ввести 6 ЕД инсулина в час, необходима скорость введения 14–26 капель в минуту; б) инсулин короткого действия вводят внутривенно 1 раз в час шприцем в трехходовой кран инфузионной системы. В инсулиновый шприц набирают инсулин короткого действия 0,1 ЕД/кг (но не более 8 ЕД) и доводят объем до 1 мл 0,9 % раствором натрия хлорида, что позволяет ввести инсулин очень медленно (за 2–3 мин).

Длительность фармакологического эффекта инсулина короткого действия при внутривенном введении — до 60 мин, что определяет частоту введения — 1 раз в час. Для предотвращения развития клинически значимой гипогликемии исходный уровень гликемии при данном способе введения инсулина должен быть более 12 ммоль/л [6].

Одновременно с НВИИ параллельно необходимо проводить медленную инфузию 5–10 % раствора глюкозы. Средняя скорость его введения, требуемая для профилак-

тики гипогликемии, предотвращения голодового кетоза и протеолиза, — около 5 г/ч (например, 100 мл 5 % или 50 мл 10 % раствора). Если исходная гликемия у пациента превышает 14 ммоль/л, глюкозу не вводят.

Инсулин и глюкозу вводят через разные инфузионные системы, так как для достижения целевых показателей гликемии требуется частая коррекция скорости инфузии двух разных растворов по отдельности.

Рекомендация 44. У пациентов с СД после операции рекомендуется прекратить НВИИ утром: для пациентов с СД1 — через 30–60 мин после подкожного введения инсулина, для пациентов с СД2 — через 1–2 ч после первой подкожной инъекции инсулина перед завтраком [34] (УДД — 2, УУР — В).

Комментарий. Алгоритм коррекции гликемии при плановых операциях представлен в табл. 7.

Таблица 7. Алгоритм коррекции гликемии при плановых операциях у исходно компенсированных пациентов с сопутствующим сахарным диабетом [1, 6]

Table 7. Algorithm of correction of glycemia during planned operations in initially compensated patients with concomitant diabetes mellitus [1, 6]

Терапия до операции	Терапия в периоперационный период
А. Недлительные, малообъемные операции (имплантация электрокардиостимулятора, инвазивные диагностические процедуры)	
Только диета	Определение гликемии каждые 3–4 ч
Пероральные сахароснижающие препараты	<ul style="list-style-type: none"> ■ Отмена пероральных ССП перед операцией ■ Определение гликемии каждые 3–4 ч ■ Возобновление приема пероральных ССП перед первым приемом пищи
Инсулиноterapia	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определение гликемии ежечасно ■ До операции не завтракать, ввести 50 % обычной утренней дозы инсулина продленного действия ■ До и во время операции — инфузия 5 % раствора глюкозы ■ Перед первым после операции приемом пищи измерить уровень гликемии и ввести обычную дозу инсулина (с коррекцией в зависимости от ее уровня и питания)
Б. Операции средней тяжести (протезирование тазобедренного сустава, ампутации небольшого объема и т. д.)	
Только диета	<ul style="list-style-type: none"> ■ Внутривенно — 5 % раствор глюкозы вплоть до первого приема пищи ■ Определение гликемии каждые 1–2 ч
Пероральные сахароснижающие препараты	<ul style="list-style-type: none"> ■ До операции не завтракать ■ Перед операцией — отмена пероральных ССП ■ Внутривенно инфузия 5 % глюкозы вплоть до первого приема пищи ■ Определение гликемии каждый час. Наготове иметь инсулин. Возобновить прием пероральных ССП перед первым приемом пищи
Инсулиноterapia	<ul style="list-style-type: none"> ■ Оперировать рано утром. До операции не завтракать ■ Вариант 1. Перед операцией ввести 50 % (при СД2) или 80–100 % (при СД1) обычной утренней дозы инсулина продленного действия. До и во время операции непрерывная инфузия 5–10 % раствора глюкозы под контролем глюкозы ежечасно ■ Вариант 2. НВИИ короткого действия («Алгоритм скорости введения инсулина в зависимости от уровня гликемии», см. табл. 5) ■ Перед первым приемом пищи измерить гликемию и ввести обычную дозу инсулина (с коррекцией в зависимости от гликемии и питания)

Терапия до операции	Терапия в периоперационный период
В. Обширные операции с последующим парентеральным питанием на протяжении нескольких дней (гастрэктомия, гемиколэктомия и т. д.)	
Только диета	<ul style="list-style-type: none"> ■ Адекватное парентеральное питание ■ Определение гликемии не реже 1 раза в час. Инсулин иметь наготове
Пероральные сахароснижающие препараты	<ul style="list-style-type: none"> ■ Отмена пероральных сахароснижающих средств и перевод на инсулинотерапию до операции ■ Оперировать в первую очередь (утром). До операции не завтракать. Во время операции и после нее весь период парентерального питания применять непрерывную внутривенную инфузию инсулина и глюкозы ■ Перед первым приемом пищи после операции измерить гликемию и ввести обычную дозу инсулина (с коррекцией в зависимости от концентрации глюкозы и питания)
Инсулинотерапия	<ul style="list-style-type: none"> ■ Накануне операции вечером ввести 50 % (при СД2) или 80–100 % (при СД1) обычной вечерней дозы инсулина продленного действия ■ Оперировать в первую очередь. До операции не завтракать. Во время операции и после нее весь период парентерального питания применять непрерывную внутривенную инфузию инсулина и глюкозы ■ Перед первым приемом пищи после операции измерить гликемию и ввести обычную дозу инсулина (с коррекцией в зависимости от концентрации глюкозы и питания)
НВИИ — непрерывная внутривенная инфузия инсулина; СД1/СД2 — сахарный диабет 1-го/2-го типа; ССП — сахароснижающие препараты.	

Рекомендация 45. У пациентов с СД в послеоперационный период рекомендуют следующую последовательность действий при переходе с контролируемого внутривенного введения инсулина на подкожное:

- ☑ рассчитать среднюю скорость (ЕД/ч) введения инсулина за последние 12 ч и умножить на 24 для получения необходимой суточной дозы;
- ☑ половину дозы ввести в виде пролонгированного инсулина за 2 ч до начала еды;
- ☑ остановить инфузию инсулина перед едой;
- ☑ оставшуюся половину дозы ввести в виде простого инсулина перед каждым приемом пищи: 20 % дозы на завтрак, 40 % дозы на обед и 40 % дозы на ужин;
- ☑ уменьшить наполовину при снижении потребления пищи [16, 74] (УДД — 2, УУР — В).

Рекомендация 46. У пациентов с СД рекомендуется возобновить прием метформина через 48 ч после обширного хирургического вмешательства при условии нормальной функции почек [4, 11] (УДД — 2, УУР — В).

Рекомендация 47. У пациентов с СД рекомендуется мультимодальная анальгезия, профилактика послеоперационной тошноты и рвоты и быстрое возвращение к обычному режиму питания [35] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 48. У пациентов с СД рекомендуется использовать антагонисты 5-НТ3 рецепторов в сочетании с 4 мг дексаметазона для профилактики послеоперационной тошноты и рвоты [50] (УДД — 3, УУР — С).

Комментарий. Увеличение дозы дексаметазона до 8 мг более эффективно, но несет риск гипергликемии [50].

Рекомендация 49. У пациентов с СД и вегетативной нейропатией рекомендуется контроль за регулярным опорожнением мочевого пузыря для профилактики восходящей инфекции [7] (УДД — 3, УУР — С).

Рекомендация 50. У пациентов с СД рекомендуется обязательная немедикаментозная и фармакологическая тромбопрофилактика [7] (УДД — 3, УУР — С).

Комментарий. Риск тромбоемболических осложнений (возрастает при декомпенсированном СД, у пациентов старше 60 лет, имеющих ожирение, тяжелую инфекцию и до операции малоподвижных в течение более 3 сут, в частности, с синдромом диабетической стопы) [1].

5. Профилактика

Рекомендация 51. Пациентам с СД и нарушением толерантности к глюкозе рекомендуется модификация образа жизни для достижения наиболее эффективного гликемического контроля и снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний:

- ✓ отказ от курения [75, 76];
- ✓ рациональное питание [75, 77–80];
- ✓ физическая активность (в течение 150 мин в неделю) [60, 81, 82] (УДД — 1, УУР — А).

Комментарий. У лиц без СД и с СД общее содержание жиров в питании следует снизить < 35 %, насыщенных жиров < 10 % и мононенасыщенных жиров > 10 % от общей калорийности. Содержание пищевых волокон должно быть > 40 г/сут (или 20 г/1000 ккал/сут). Диету с ограничением калорийности можно рекомендовать для снижения избыточной массы тела. Умеренная физическая нагрузка ≥ 150 мин в неделю. Аэробные упражнения и тренировки на сопротивление, возможны их комбинации для предотвращения развития СД2 и контроля СД [1].

В целях оценки качества медицинской помощи применяются следующие критерии (табл. 8).

Таблица 8. Критерии оценки качества медицинской помощи

Table 8. Criteria for assessing the quality of medical care

№	Критерии качества	УДД	УУР
1	У пациентов с СД до операции собран анамнез (наличие гипертензии, аритмии, острого инфаркта миокарда, стенокардии, болезней артерий в анамнезе, оперативные вмешательства на сердце, аорте или артериях, прием кардиальных лекарственных средств, данные результатов эхокардиографии, «старые» ЭКГ, результаты доплерографии брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей) для оценки функции сердца и выявления КАН	3	С
2	У пациентов с СД до операции проведено исследование ЭКГ для выявления безболевой ишемии, инфаркта миокарда, оценки длины интервала QT	4	С
3	У пациентов с СД до операции выявлена КАН с целью прогнозирования ассоциированного с ней повышенного риска периоперационного инфаркта миокарда (безболевой формы), периоперационной гипотензии, аритмии и летального исхода	2	В
4	У пациентов с СД до операции проведена оценка степени компенсации углеводного обмена по значениям HbA1c	2	В
5	У пациентов с СД отложена плановая операция при HbA1c 8,5 % и выше	2	В
6	У пациентов с СД перед операциями средней травматичности и обширными хирургическими вмешательствами в условиях регионарной или общей анестезии отменены пероральные сахароснижающие препараты	4	С
7	У пациентов с СД, получающих медикаментозную сахароснижающую терапию, проведена предоперационная антибиотикопрофилактика	2	В
8	У пациентов с диабетической автономной нейропатией не проводилась высокая эпидуральная и спинальная анестезия	4	С
9	У пациентов с СД во время операции среднее АД поддерживалось в пределах 60–70 мм рт. ст., а при сопутствующей артериальной гипертензии — более 70 мм рт. ст.	4	С
10	У пациентов с СД1 не прерывался прием пролонгированного инсулина ввиду риска развития кетоацидоза в периоперационный период	5	С
11	Пациенты с СД после операций высокой травматичности наблюдались в палате интенсивной терапии или ОАРИТ	4	С
12	У пациентов с СД в условиях ОАРИТ проводился мониторинг гликемии из венозной или артериальной крови, так как оценка глюкозы капиллярной крови часто переоценивает значение, особенно при гипоперфузии или гипогликемии	3	С
13	У пациентов с СД в послеоперационный период целевой уровень глюкозы поддерживался в пределах 7,7–10 ммоль/л	2	А

№	Критерии качества	УДД	УУР
14	У пациентов с СД при отсутствии поступления углеводов энтеральным путем проводилось внутривенное введение 2 г/кг глюкозы в сутки (например, 10 % раствор глюкозы со скоростью 40 мл/ч)	1	A
15	У пациентов с СД возобновлен прием метформина через 48 ч после обширного хирургического вмешательства при условии нормальной функции почек	2	B

АД — артериальное давление; КАН — кардиальная автономная нейропатия; ОАРИТ — отделения реанимации и интенсивной терапии; СД — сахарный диабет; ЭКГ — электрокардиограмма.

Рекомендации разработаны в соответствии с Приказом Минздрава России от 28.02.2019 № 103н «Об утверждении порядка и сроков разработки клинических рекомендаций, их пересмотра, типовой формы клинических рекомендаций и требований к их структуре, составу и научной обоснованности включаемой в клинические рекомендации информации» (зарегистрировано в Минюсте России 08.05.2019 № 54588), а также с Приказом Минздрава России от 23.06.2020 № 617н «О внесении изменений в приложения № 1, 2 и 3 к приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 февраля 2019 г. № 103н «Об утверждении порядка и сроков разработки клинических рекомендаций, их пересмотра, типовой формы клинических рекомендаций и требований к их структуре, составу и научной обоснованности включаемой в клинические рекомендации информации».

Конфликт интересов. И.Б. Заболотских — первый вице-президент Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов»; К.М. Лебединский — президент Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов

ORCID авторов:

Заболотских И.Б. — 0000-0002-3623-2546
 Малышев Ю.П. — 0000-0002-4191-4496
 Дунц П.В. — 0000-0001-6950-2947
 Лебединский К.М. — 0000-0002-5752-4812

и реаниматологов». Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. I.B. Zabolotskikh is the First Vice-President of the all-Russian public organization “Federation of anesthesiologists and reanimatologists” and K.M. Lebedinskii is the President of the all-Russian public organization “Federation of anesthesiologists and reanimatologists”. Other authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Лейдерман И.Н. — 0000-0001-8519-7145
 Неймарк М.И. — 0000-0001-9135-6392
 Семенихина Т.М. — 0000-0002-0962-5897
 Ярошецкий А.И. — 0000-0002-1484-092X

Литература/References

- [1] Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 10-й вып. (дополненный). М., 2021. DOI: 10.14341/DM12802 [Standards of specialized diabetes care. Edited by I.I. Dedov, M.V. Shestakova, A.Yu. Mayorov. 10th Edition (revised). M., 2021. DOI: 10.14341/DM12802 (In Russ)]
- [2] Интенсивная терапия: национальное руководство. Под ред. И.Б. Заболотских, Д.Н. Проценко. 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. [Intensive care: National Guidelines. Ed. I.B. Zabolotskikh, D.N. Protsenko. 2nd ed., reprint. and additional T. 2. M.: GEOTAR-Media, 2021. (In Russ)]
- [3] ADA. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. Diabetes Care. 2022; 45(Suppl. 1): S17–S38. DOI: 10.2337/dc22-S002
- [4] ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD — Summary. Diab Vasc Dis Res. 2014; 11(3): 133–73. DOI: 10.1177/1479164114525548

- [5] *Tsubo T., Kudo T., Matsuki A., Oyama T.* Decreased glucose utilization during prolonged anaesthesia and surgery. *Can J Anaesth.* 1990; 37: 645–9. DOI: 10.1007/BF03006483
- [6] Эндокринология. Национальное руководство. Краткое издание. Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М.: GEOTAR-Media, 2011. [Endocrinology. National Guidelines. Short Edition. Ed. I.I. Dedov, G.A. Melnichenko. M.: GEOTAR-Media, 2011. (In Russ)]
- [7] *Miller J.D., Richman D.C.* Preoperative Evaluation of Patients with Diabetes Mellitus. *Anesthesiology Clin.* 2016; 34: 155–69. DOI: 10.1016/j.anclin.2015.10.008
- [8] *Ewing D.J., Campbell I.W., Clarke B.F.* Assessment of cardiovascular effects in diabetic autonomic neuropathy and prognostic implications. *Ann Intern Med.* 1980; 92(2 Pt 2): 308–11. DOI: 10.7326/0003-4819-92-2-308
- [9] *Albertini J.P., Cohen R., Valensi P., et al.* B-type natriuretic peptide, a marker of asymptomatic left ventricular dysfunction in type 2 diabetic patients. *Diabetes Metab.* 2008; 34(4 Pt 1): 355–62. DOI: 10.1016/j.diabet.2008.02.004
- [10] *Valensi P., Cosson E.* It is not yet the time to stop screening diabetic patients for silent myocardial ischaemia. *Diabetes Metab.* 2010; 36: 91–6. DOI: 10.1016/j.diabet.2010.01.001
- [11] ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: the Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and developed in collaboration with the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J.* 2013; 34(39): 3035–87. DOI: 10.1093/eurheartj/eh108
- [12] American Diabetes Association Professional Practice Committee. 10. Cardiovascular Disease and Risk Management: Standards of Medical Care in Diabetes-2022. *Diabetes Care.* 2022; 45(Suppl 1): S144–S174. DOI: 10.2337/dc22-S010
- [13] *Spallone V., Ziegler D., Freeman R., et al.* Cardiovascular autonomic neuropathy in diabetes: clinical impact, assessment, diagnosis, and management. *Diabetes Metab Res Rev.* 2011; 27: 639–53. DOI: 10.1002/dmrr.1239
- [14] *Ziegler D., Cicmir I., Mayer P., et al.* Peripheral and autonomic nerve dysfunction in newly diagnosed insulin-dependent diabetes. *Transplant Proc.* 1986; 18: 1593–4.
- [15] *Pop-Busui R., Evans G.W., Gerstein H.C., et al.* Effects of cardiac autonomic dysfunction on mortality risk in the Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes (ACCORD) trial. *Diabetes Care.* 2010; 33: 1578–84. DOI: 10.2337/dc10-0125
- [16] *Cheisson G., Jacqueminet S., Cosson E., et al.* Perioperative management of adult diabetic patients: preoperative period. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2018; 37: S9–S19. DOI: 10.1016/j.accpm.2018.02.020
- [17] *Levey A.S., de Jong P.E., Coresh J., et al.* The definition, classification, and prognosis of chronic kidney disease: a KDIGO Controversies Conference report. *Kidney Intern.* 2011; 80: 17–28. DOI: 10.1038/ki.2010.483
- [18] *Gerstein H.C., Mann J.F., Yi Q., et al.* Albuminuria and risk of cardiovascular events, death and heart failure in diabetic and nondiabetic individuals. *JAMA.* 2001; 286: 421–6. DOI: 10.1001/jama.286.4.421
- [19] *Martínez-Castelao A., Navarro-González J.F., Górriz J.L., de Alvaro F.* The Concept and the Epidemiology of Diabetic Nephropathy Have Changed in Recent Years. *J Clin Med.* 2015; 4(6): 1207–16. DOI: 10.3390/jcm4061207
- [20] *Eboh C., Chowdhury T.A.* Management of diabetic renal disease. *Ann Transl Med.* 2015; 3: 154. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.06.25
- [21] *Ichai C., Vinsonneau C., Souweine B., et al.* Acute kidney injury in the perioperative period and in intensive care units (excluding renal replacement therapies). *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2016; 35: 151–65. DOI: 10.1016/j.accpm.2016.03.004
- [22] *Genuth S., Alberti K.G., Bennett P., et al.* Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 2003; 26: 3160–7. DOI: 10.2337/diacare.26.11.3160
- [23] WHO Consultation. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: World Health Organization, 1999. Report no. 99.2. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66040/WHO_NCD_NCS_99.2.pdf Accessed on November 22, 2022
- [24] *Потемкин В.В., Старостина Е.Г.* Неотложная эндокринология: Рук-во для врачей. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. [Potemkin V.V., Starostina E.G. Emergency endocrinology: Hands. for doctors. M.: LLC "Medical information Agency", 2008. (In Russ)]
- [25] World Health Organization & International Diabetes Federation. (2006). Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: report of a WHO/IDF consultation. World Health Organization. ISBN 9241594934 Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43588> Accessed on November 22, 2022
- [26] Report of the Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care.* 1997; 20: 1183–97. DOI: 10.2337/diacare.20.7.1183
- [27] *Lazar H.L., McDonnell M., Chipkin S.R., et al.* The Society of Thoracic Surgeons practice guideline series: blood glucose management during adult cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2009; 87: 663–9. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.11.011
- [28] *Bhamidipati C.M., LaPar D.J., Stukenborg G.J., et al.* Superiority of moderate control of hyperglycemia to tight control in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 141: 543–51. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.10.005
- [29] *Desai S.P., Henry L.L., Holmes S.D., et al.* Strict versus liberal target range for perioperative glucose in patients undergoing coronary artery bypass grafting: a prospective randomized controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 143: 318–25. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.10.070
- [30] *Fish L.H., Weaver T.W., Moore A.L., Steel L.G.* Value of postoperative blood glucose in predicting complications and length of stay after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol.* 2003; 92: 74–6. DOI: 10.1016/s0002-9149(03)00472-7
- [31] *Schopman J.E., Geddes J., Frier B.M.* Prevalence of impaired awareness of hypoglycaemia and frequency of hypoglycaemia in insulin-treated type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010; 87: 64–8. DOI: 10.1016/j.diabres.2009.10.013
- [32] American Diabetes Association Professional Practice Committee, *Draznin B., Aroda V.R., et al.* 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes-2022. *Diabetes Care.* 2022; 45(Suppl 1): S83–S96. DOI: 10.2337/dc22-S006
- [33] *Greci L.S., Kailasam M., Malkani S., et al.* Utility of HbA(1c) levels for diabetes case finding in hospitalized patients with

- hyperglycemia. *Diabetes Care*. 2003; 26(4): 1064–8. DOI: 10.2337/diacare.26.4.1064
- [34] Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Barker P., Creasey P.E., Dhatariya K., et al. Guidelines. Perioperative management of the surgical patient with diabetes*, 2015. *Anaesthesia*, 2015; 10: 1111–4. DOI: 10.1111/anae.13233
- [35] *van den Berghe G., Wouters P., Weekers F., et al. Intensive insulin therapy in critically ill patients*. *N Engl J Med*. 2001; 345: 1359–67. DOI: 10.1056/NEJMoa011300
- [36] Периоперационное ведение пациентов с сопутствующими заболеваниями. Рук-во для врачей. Под ред. И.Б. Заболотских. М.: Практическая медицина, 2019. [Perioperative management of patients with concomitant diseases. A guide for doctors. Ed. I.B. Zabolotskikh. M.: Practical medicine, 2019. (In Russ)]
- [37] *Dhatariya K., Levy N., Flanagan D., et al. JBDS-IP. Management of adults with diabetes undergoing surgery and elective procedures: Improving standards. Summary. Revised March*. 2016.
- [38] *Ткачева О.Н., Верткин А.Л. Диабетическая автономная нейропатия: руководство для врачей*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. [Tkacheva O.N., Vertkin A.L. Diabetic autonomic neuropathy: A guide for doctors. M.: GEOTAR-Media, 2009. (In Russ)]
- [39] *Ермолов А.С., Попова Т.С., Пахомова Г.В. и др. Синдром кишечной недостаточности в неотложной абдоминальной хирургии (от теории к практике)*. М.: МедЭкспертПресс, 2005. [Ermolov A.C., Popova T.S., Pakhomova G.V., et al. Intestinal insufficiency syndrome in emergency abdominal surgery (from theory to practice). M.: MedExpertPress, 2005. (In Russ)]
- [40] *Kempler P. Neuropathies: pathomechanism, clinical presentation, diagnosis, therapy*. Ed by P. Kemple. Springer, 2002.
- [41] *Roizen M.F., Fleisher L.A. Периоперационное ведение пациентов с сопутствующими заболеваниями*. В кн.: «Анестезия» Рональда Миллера. Под ред. Р. Миллера. Пер. с англ. под общ. ред. К.М. Лебединского: В 4 т. СПб.: Человек, 2015. Т. 2. 1139–234. [Roizen M.F., Fleisher L.A. Perioperative management of patients with concomitant diseases. In: "Anesthesia" Ronald Miller / Ed. Ronald Miller. Translated from English under the general ed. K.M. Lebedinskii: in 4 vols. St. Petersburg: Chelovek, 2015, vol. 2. P. 1139–234. (In Russ)]
- [42] *Schumann R., Shikora S.A., Sigl J.C., et al. Association of metabolic syndrome and surgical factors with pulmonary adverse events, and longitudinal mortality in bariatric surgery*. *Br J Anaesth*. 2015; 114(1): 83–90. DOI: 10.1093/bja/aeu362
- [43] *Welch M.B., Brummett C.M., Welch T.D., et al. Perioperative peripheral nerve injuries: a retrospective study of 380,680 cases during a 10-year period at a single institution*. *Anesthesiology*. 2009; 111: 490–7. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181af61cb
- [44] *Williams B.A., Murinson B.B. Diabetes mellitus and subclinical neuropathy: a call for new paths in peripheral nerve block research*. *Anesthesiology*. 2008; 109(3): 361–2. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181829f0d
- [45] *Robertshaw H.J., Hall G.M. Diabetes mellitus: anaesthetic management [published correction appears in Anaesthesia*. 2007; 62(1): 100]. *Anaesthesia*. 2006; 61(12): 1187–90. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2006.04834.x
- [46] *Куклин В.Н., Матри Ю., Барлоу Н.П. и др. Современные направления в лечении периоперационной гипергликемии у хирургических больных с сахарным диабетом: обзор литературы*. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2021; 4: 33–47. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-4-33-47 [Kuklin V.N., Matri J., Barlow N.P., et al. Current trends in management of hyperglycaemia in surgical patients with diabetes mellitus: a review. *Annals of Critical Care*. 2021; 4: 33–47. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-4-33-47 (In Russ)]
- [47] *Kempler P., Amarenco G., Freeman R., et al. Management strategies for gastrointestinal, erectile, bladder, and sudomotor dysfunction in patients with diabetes*. *Diabetes Metab Res Rev*. 2011; 27: 665–77. DOI: 10.1002/dmrr.1223
- [48] *Phillips L.K., Rayner C.K., Jones K.L., Horowitz M. Measurement of gastric emptying in diabetes*. *J Diabetes Complications*. 2014; 28(6): 894–903. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2014.06.005
- [49] *Knüttgen D., Trojan S., Weber M., et al. Präoperative Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität bei Diabetikern zur Einschätzung des Blutdruckverhaltens während der Anästhesieeinleitung [Preoperative measurement of heart rate variability in diabetics: a method to estimate blood pressure stability during anaesthesia induction]*. *Anaesthetist*. 2005; 54(5): 442–9. DOI: 10.1007/s00101-005-0837-y
- [50] *Packer M. Аспирация*. В кн.: Секреты анестезии / Джеймс Дюк. Пер. с англ. под общ. ред. А.П. Зильбера, В.В. Мальцева. Гл. 43. М.: МЕДпресс-информ, 2005. С. 257–60. [Packer M. Aspiration. In: Secrets of anesthesia / James Duke. Translated from English: Under the general editorship of A.P. Zilber, V.V. Maltsev. Ch. 43. M.: MEDpress-inform, 2005. P. 257–60 (In Russ)]
- [51] *Huang C.J., Kuok C.H., Kuo T.B., et al. Pre-operative measurement of heart rate variability predicts hypotension during general anesthesia*. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006; 50: 542–8. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2006.001016.x
- [52] *Lankhorst S., Keet S.W., Bulte C.S., Boer C. The impact of autonomic dysfunction on perioperative cardiovascular complications*. *Anaesthesia*. 2015; 70: 336–43. DOI: 10.1111/anae.12904
- [53] *Burgos L.G., Ebert T.J., Asiddao C., et al. Increased intraoperative cardiovascular morbidity in diabetics with autonomic neuropathy*. *Anesthesiology*. 1989; 70: 591–7. DOI: 10.1097/00000542-198904000-00006
- [54] *Kirno K., Lundin S., Elam M. Effects of intrathecal morphine and spinal anaesthesia on sympathetic nerve activity in humans*. *Acta anaesthesiol Scand*. 1993; 37: 54–9. DOI: 10.1111/j.1399-6576.1993.tb03598.x
- [55] *Lundin S., Wallin B.G., Elam M. Intraneural recording of muscle sympathetic activity during epidural anesthesia in humans*. *Anesth Analg*. 1989; 69: 788–93.
- [56] *Neukirchen M., Kienbaum P. Sympathetic nervous system: evaluation and importance for clinical general anesthesia*. *Anesthesiology*. 2008; 109: 1113–31. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31818e435c
- [57] *Kitamura A., Hoshino T., Kon T., Ogawa R. Patients with diabetic neuropathy are at risk of a greater intraoperative reduction in core temperature*. *Anesthesiology*. 2000; 92: 1311–8. DOI: 10.1097/00000542-200005000-00019
- [58] *Заболотских И.Б., Малышев Ю.П. На пути к индивидуальной премедикации*. Петрозаводск, 2006. [Zabolotskikh I.B., Malyshev Yu.P. On the way to individual premedication. Petrozavodsk, 2006. (In Russ)]

- [59] *Niradjan H., Bolton T., Beri K.* Ускоряя восстановление после операции: современные достижения. Русская версия журнала Update in Anaesthesia. 2012; 26(1): 21–7. [Niradjan N., Bolton T., Beri K. Uskoryaya vosstanovleniye posle operatsii: sovremennye dostizheniya. Russkaya versiya jurnala Update in Anaesthesia. 2012; 26(1): 21–7. (In Russ)]
- [60] *Kitabchi A.E., Fisher J.N., Murphy M.B., Rumbak M.J.* Diabetic ketoacidosis and the hyperglycemic hyperosmolar nonketotic state. In: Joslin's Diabetes Mellitus 13th ed. Ed. C.R. Kann, G.C. Weir. Philadelphia, Pa., Lea & Febiger, 1994. P. 738–70.
- [61] *Kitabchi A.E., Umpierrez G.E., Miles J.M., et al.* Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. Diabetes Care. 2009; 32(7): 1335–43. DOI: 10.2337/dc09-9032
- [62] American Diabetes Association Professional Practice Committee, *Draznin B., Aroda V.R., et al.* 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes-2022. Diabetes Care. 2022; 45(Suppl 1): S97–S112. DOI: 10.2337/dc22-S007
- [63] *Clement S., Braithwaite S., Magee M.F., et al.* Management of diabetes and hyperglycemia in hospital (ADA Technical Review). Diabetes Care. 2004; 27(2): 553–91. DOI: 10.2337/diacare.27.2.553
- [64] *Fisher J.N., Shahshahani M.N., Kitabchi A.E.* Diabetic ketoacidosis: low-dose insulin therapy by various routes. N Engl J Med. 1977; 297: 238–41. DOI: 10.1056/NEJM197708042970502
- [65] *Berger W., Keller U.* Treatment of diabetic ketoacidosis and non-ketonic hyperosmolar coma. Clin Endocrinol Metab. 1992; 6: 1–22. DOI: 10.1016/s0950-351x(05)80328-3
- [66] *Walts L.F., Miller J., Davidson M.B., Brown J.* Perioperative management of diabetes mellitus. Anesthesiology. 1981; 55: 104–9. DOI: 10.1097/00000542-198108000-00004
- [67] *Thomas D.J., Platt H.S., Alberty K.G.* Insulin-dependent diabetes during the peri-operative period. An assessment of continuous glucose-insulin-potassium infusion, and traditional treatment. Anaesthesia. 1984; 39: 629–37. DOI: 10.1111/j.1365-2044.1984.tb06469.x
- [68] *Dungan K., Chapman J., Braithwaite S.S., Buse J.* Glucose measurement: confounding issues in setting targets for inpatient management. Diabetes Care. 2007; 30: 403–9. DOI: 10.2337/dc06-1679
- [69] *Brown G., Dodek P.* Intravenous insulin nomogram improves blood glucose control in the critically ill. Crit Care Med. 2001; 29: 1714–9. DOI: 10.1097/00003246-200109000-00010
- [70] *Preiser J.C., Devos P., Ruiz-Santana S., et al.* A prospective randomised multi-centre controlled trial on tight glucose control by intensive insulin therapy in adult intensive care units: the Glucontrol study. Intensive Care Med. 2009; 35: 1738–48. DOI: 10.1007/s00134-009-1585-2
- [71] *Gandhi G.Y., Nuttall G.A., Abel M.D., et al.* Intensive intraoperative insulin therapy versus conventional glucose management during cardiac surgery: a randomized trial. Ann Intern Med. 2007; 146: 233–43. DOI: 10.7326/0003-4819-146-4-200702200-00002
- [72] *Chamberlain J.J., Rhinehart A.S., Shaefer Ch.F., et al.* Clinical Guidelines. Diagnosis and Management of Diabetes: Synopsis of the 2016 American Diabetes Association Standards of Medical Care in Diabetes. Ann Intern Med. 2016; 164(8): 542–52. DOI: 10.7326/M15-3016
- [73] International Hypoglycaemia Study Group. Glucose Concentrations of Less Than 3.0 mmol/L (54 mg/dL) Should Be Reported in Clinical Trials: A Joint Position Statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. Diabetes Care. 2017; 40(1): 155–7. DOI: 10.2337/dc16-2215
- [74] *Avanzini F., Marelli G., Donzelli W., et al.* Transition from intravenous to subcutaneous insulin: effectiveness and safety of a standardized protocol and predictors of outcome in patients with acute coronary syndrome. Diabetes Care. 2011; 34: 1445–50. DOI: 10.2337/dc10-2023
- [75] *Аметов А.С.* Сахарный диабет 2-го типа. Проблемы и решения. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. Т. 7. [Ametov A.S. Type 2 diabetes mellitus. Problems and solutions. 3rd ed., reprint. and additional. M.: GEOTAR-Media, 2017. Vol. 7. (In Russ)]
- [76] *Willi C., Bodenmann P., Ghali W.A., et al.* Active smoking and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. JAMA. 2007; 298: 2654–64. DOI: 10.1001/jama.298.22.2654
- [77] *Mann J.I., De Leeuw I., Hermansen K., et al.* Evidence-based nutritional approaches to the treatment and prevention of diabetes mellitus. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2004; 14: 373–94. DOI: 10.1016/s0939-4753(04)80028-0
- [78] *Bantle J.P., Wylie-Rosett J., Albright A.L., et al.* Nutrition recommendations and interventions for diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care. 2008; 31(Suppl 1): S61–S78. DOI: 10.2337/dc08-S061
- [79] *Sacks F.M., Bray G.A., Carey V.J., et al.* Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. N Engl J Med. 2009; 360: 859–73. DOI: 10.1056/NEJMoa0804748
- [80] *Wing R.R.* Longterm effects of a lifestyle intervention on weight and cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes mellitus: four-year results of the Look AHEAD trial. Arch Intern Med. 2010; 170: 1566–75. DOI: 10.1001/archinternmed.2010.334
- [81] *Sluik D., Buijsse B., Muckelbauer R., et al.* Physical activity and mortality in individuals with diabetes mellitus: a prospective study and meta-analysis. Arch Intern Med. 2012; 1–11. DOI: 10.1001/archinternmed.2012.3130
- [82] *Vanhees L., Geladas N., Hansen D., et al.* Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk ESC Guidelines Summary 161 factors: recommendations from the EACPR. Part II. Eur J Prev Cardiol. 2012; 19: 1005–33. DOI: 10.1177/1741826711430926