Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

УДК 616.379-008.64-085.8

РЕАБИЛИТАЦИЯ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ (ФИЗИОТЕРАПИЯ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ)

Ашурова Сурайё Абдусалимовна
PhD, кандидат медицинских наук
Ташкентский государственный
медицинский университет
Кафедра медицинской реабилитации,
неврологии и спортивной медицины
https://doi.org/10.5281/zenodo.23219332

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Сахарный диабет (СД) является одним из наиболее распространённых хронических неинфекционных заболеваний: в 2024 г. в мире с СД жили 589 млн взрослых, а к 2050 г. этот показатель, как ожидается, достигнет 853 млн. В Узбекистане число взрослых, живущих с СД, составляет 1,5 млн, причём у 74 % из них заболевание не диагностировано.

Цель — систематизировать современные научные данные об эффективности методов физической реабилитации, применяемых при СД, — лечебной физической культуры, преформированных (искусственных) и природных физических факторов, а также разработать пошаговый клинический алгоритм для практики.

Материал и методы. Проанализированы систематические обзоры, метаанализы, рандомизированные контролируемые исследования, международные клинические рекомендации и эпидемиологические отчёты, опубликованные в 2001–2025 гг. и представленные в базах Scopus, PubMed/MEDLINE, Web of Science, Cochrane Library и eLIBRARY.RU. Уровень доказательности оценивали на основе системы GRADE и принципа «светофора», количественные показатели обрабатывали в программе Microsoft Excel.

Результаты. В итоговый анализ включено 35 источников. Структурированные физические тренировки снижали HbA1c в среднем на 0,67 %, а тренировки продолжительностью более 150 минут в неделю — на 0,89 %; изменение образа жизни снижало риск развития СД 2-го типа на 58 %. При болевой диабетической нейропатии **чрескожная** электронейростимуляция признана, вероятно, эффективной, а магнитотерапия и низкоинтенсивная лазеротерапия — вероятно, неэффективными. При язве диабетической стопы гипербарическая оксигенация условно рекомендуется только как вспомогательный метод при ишемических язвах; электрические, электромагнитные, ультразвуковые, ударно-волновые и лазерные методы для заживления язв не рекомендуются. Доказательства из рандомизированных исследований по минеральным водам, бальнео- и климатотерапии недостаточны.

Заключение. Основным и наиболее эффективным средством физической реабилитации при СД являются индивидуально назначенные аэробные и силовые упражнения; преформированные

и природные физические факторы относятся к вспомогательным методам, выбор которых определяется видом осложнений и уровнем доказательности. Предложенный 10-этапный алгоритм объединяет контроль безопасности, гликемический мониторинг и санаторно-курортный этап в единую систему.

Ключевые слова: сахарный диабет, физическая реабилитация, физиотерапия, лечебная физическая культура, аэробные упражнения, диабетическая нейропатия, диабетическая стопа, гипербарическая оксигенация, бальнеотерапия, природные физические факторы.

1. ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет (СД) — группа метаболических заболеваний, характеризующихся хронической гипергликемией вследствие нарушения секреции инсулина, действия инсулина или обоих этих процессов; через осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы, почек, глаз и периферической нервной системы СД стал одной из ведущих причин инвалидности и преждевременной смерти. По данным Международной диабетической федерации (IDF), в 2024 г. в мире с СД жили 589 млн человек в возрасте 20–79 лет (каждый 9-й взрослый), причём у 43 % из них заболевание не было выявлено; к 2050 г. число больных, по прогнозам, достигнет 853 млн [1]. Согласно популяционному анализу, выполненному по иной методологии, в 2022 г. с СД жили 828 млн человек старше 18 лет, а 59 % больных старше 30 лет не получали лечения [2].

В Узбекистане ситуация также серьёзна: по оценкам IDF, в 2024 г. в республике с СД жили 1,5 млн взрослых (стандартизованная по возрасту распространённость — 7,5 %), причём у 74,0 % из них заболевание не было диагностировано. Если в 2011 г. этот показатель составлял 812,9 тыс. человек (6,4 %), то к 2050 г. он, как ожидается, достигнет 2,2 млн [1]. Рост числа больных резко повышает потребность в реабилитационных услугах, направленных на профилактику осложнений и восстановление функционального состояния.

В лечении СД изменение образа жизни — нормализация питания и повышение физической активности — является основным компонентом, равнозначным по значимости фармакотерапии [3, 4]. Физические упражнения усиливают инсулинонезависимую транслокацию переносчиков глюкозы GLUT4 к клеточной мембране в скелетных мышцах и повышают чувствительность к инсулину [5]. Поэтому центральное место в физической реабилитации занимает лечение движением (кинезотерапия).

В медицинской практике стран СНГ, в том числе Узбекистана, при реабилитации больных СД традиционно широко применяются преформированные физические факторы (электротерапия, магнитотерапия, лазеротерапия, ультразвук), а также природные факторы (минеральные воды, бальнео- и климатотерапия) [6, 7]. Однако по большинству этих методов высококачественных рандомизированных исследований мало, а международные клинические рекомендации оценили часть из них как неэффективные [8, 9]. Таким образом, ранжирование методов физиотерапии по уровню доказательности и разработка алгоритма их безопасного применения являются актуальной задачей.

Цель исследования — проанализировать современные научные данные об эффективности методов физической реабилитации, применяемых при СД (лечебной физической культуры, преформированных и природных физических факторов), систематизировать их по уровню

доказательности и разработать пошаговый клинический алгоритм с учётом требований безопасности.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**: 1) обобщить эпидемиологическую ситуацию по СД и патофизиологические основы физической реабилитации; 2) количественно оценить влияние физических упражнений на гликемический контроль и профилактику СД; 3) проанализировать эффективность преформированных физических факторов при диабетической нейропатии и синдроме диабетической стопы; 4) оценить доказательную базу природных физических факторов; 5) разработать критерии безопасности и клинический алгоритм.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено в формате аналитического (нарративного) обзора с опорой на систематический поиск и прозрачные критерии отбора источников. Поиск литературы проводили в электронных базах данных Scopus, PubMed/MEDLINE, Web of Science Core Collection, Cochrane Library и eLIBRARY.RU за период с января 1999 г. по декабрь 2025 г. Эпидемиологические показатели получены из базы данных IDF Diabetes Atlas.

При поиске использовали следующие ключевые слова и их логические сочетания: на английском языке — «diabetes mellitus» AND («exercise» OR «physical activity» OR «physiotherapy» OR «electrical nerve stimulation» OR «magnetic field therapy» OR «low-level laser» OR «hyperbaric oxygen» OR «balneotherapy» OR «whole-body vibration»); на русском языке — «сахарный диабет» И («физиотерапия» ИЛИ «лечебная физкультура» ИЛИ «бальнеотерапия» ИЛИ «санаторно-курортное лечение»); на узбекском языке — «qandli diabet», «fizioterapiya» и «reabilitatsiya». Дополнительно вручную просматривали списки литературы найденных статей.

Критерии включения: 1) исследования с участием взрослых или детей с сахарным диабетом 1-го (СД1) или 2-го типа (СД2), а также лиц с высоким риском развития СД2; 2) дизайн исследования — систематический обзор, метаанализ, рандомизированное контролируемое исследование (РКИ), международная клиническая рекомендация, консенсус или позиционный документ, эпидемиологический отчёт; 3) публикация в рецензируемом международном журнале (преимущественно индексируемом в Scopus и Web of Science) или в виде авторитетного национального руководства; 4) язык публикации — английский, русский или узбекский. По направлениям, где РКИ немногочисленны, включались также когортные и пилотные исследования. **Критерии исключения:** описания отдельных клинических случаев, исследования, проведённые только на животных, нерецензируемые публикации, повторные публикации и тезисы без доступного полного текста.

Качество доказательств оценивали на основе системы GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) и принципа «светофора» по четырём уровням: «зелёный» — доказательства высокого или среднего качества подтверждают эффективность (применение рекомендуется); «жёлтый» — доказательства ограниченны или противоречивы (применять с осторожностью, измеряя результаты); «красный» — доказательства свидетельствуют о неэффективности либо международные рекомендации не рекомендуют применение; «серый» — качественных клинических исследований недостаточно.

Из каждого источника в таблицу Microsoft Excel вносили автора, год публикации, дизайн, число участников, вид вмешательства и основные показатели результатов (HbA1c, глюкоза натощак, шкала боли, заживление язвы, частота заболеваемости). Количественные данные обобщали методами описательной статистики: средние разности (СР), относительный риск (ОР), 95 % доверительные интервалы (ДИ), приведённые в первичных источниках, и показатели заболеваемости в расчёте на 100 человеко-лет. Диаграммы построены в среде Microsoft Excel и размещены в статье как редактируемые объекты.

В результате отбора в итоговый анализ было включено 35 источников, из них 32 (91,4 %) — статьи, опубликованные в рецензируемых международных журналах. Распределение источников по типам представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение включённых в анализ источников по типам (n = 35)

Тип источника	Количество
Международные клинические рекомендации, консенсусы и позиционные документы	10
Систематические обзоры и метаанализы (в том числе Кокрейновский обзор)	9
Рандомизированные контролируемые исследования	8
Эпидемиологические отчёты и популяционные анализы	3
Когортные и пилотные исследования	1
Обзорные статьи	2
Монографии и национальные руководства	2
Всего	**35**

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Эпидемиологическая ситуация и патофизиологические основы физической реабилитации

Оценки в различных изданиях Атласа IDF показывают, что число взрослых, живущих с СД, в мире увеличилось со 151 млн в 2000 г. до 589 млн в 2024 г., т. е. почти в 3,9 раза (рис. 1) [1, 10]. 81 % больных проживает в странах с низким и средним уровнем дохода; ежегодная смертность от СД составляет 3,4 млн, а расходы здравоохранения — 1,015 трлн долларов США [1].



Рис. 1. Динамика числа взрослых (20–79 лет), живущих с СД, в мире, млн (по данным изданий IDF Diabetes Atlas [1, 10]; 2050 г. — прогноз)

Патофизиологической основой физической реабилитации является непосредственное влияние мышечного сокращения на обмен глюкозы. Однократная тренировка повышает инсулинонезависимое поглощение глюкозы мышцами, а регулярные тренировки улучшают биогенез митохондрий, плотность капилляров и внутриклеточную передачу инсулинового сигнала [5]. Прерывание сидячего времени каждые 30 минут 3-минутной лёгкой ходьбой или простыми силовыми упражнениями значимо снижало **постпрандиальную** гликемию [11], а между уровнем физической активности и риском развития СД2 выявлена зависимость «доза–ответ» [12]. С другой стороны, осложнения СД — периферическая и автономная нейропатия, ретинопатия, нефропатия и диабетическая стопа — создают существенные ограничения при выборе и дозировании физических факторов [4].

3.2. Классификация физических факторов и уровень доказательности

Факторы, применяемые в физиотерапии, по происхождению делятся на природные (климат, минеральные воды) и преформированные, т. е. получаемые с помощью специальных аппаратов (электрический ток, магнитное поле, свет, механические колебания) [6, 7]. Основные цели применения этих факторов при СД и уровень доказательности обобщены в таблице 2.

Таблица 2. Классификация физических факторов, цели применения при сахарном диабете и уровень доказательности

Группа факторов	Основные методы	Основная цель при СД	Уровень
Кинезотерапия (лечение движением)	Аэробные, силовые упражнения, упражнения на гибкость и равновесие, HIIT, йога, тай-чи	Гликемический контроль, чувствительность к инсулину, масса тела, снижение риска ССЗ, профилактика СД2	**Зелёный**
Механические факторы	Вибрация всего тела, массаж	Мышечная функция, гликемический контроль (вспомогательно)	**Жёлтый**
Электрические факторы (нейростимуляция)	Чрескожная электронейростимуляция (PENS)	Уменьшение боли при болевой нейропатии	**Зелёный**
Электрические факторы (нейростимуляция)	Транскутанная электронейростимуляция (ТЭНС)	Кратковременный эффект при болевой нейропатии	**Жёлтый**
Электрические факторы (традиционные)	Лекарственный электрофорез, амплипульстерапия, электросон	Нейропатия, микроциркуляция, психоэмоциональное состояние	**Серый**
Магнитные факторы	Низкочастотная магнитотерапия, импульсное электромагнитное поле	Нейропатия, микроциркуляция	**Красный**

Группа факторов	Основные методы	Основная цель при СД	Уровень
Световые факторы	Низкоинтенсивный лазер (фотобиомодуляция)	Нейропатия, заживление язв	**Красный**
Барометрические и кислородные факторы	Гипербарическая оксигенация, местная оксигенотерапия	Ишемические и нейроишемические язвы стопы	**Жёлтый**
Механическая терапия ран	Ультразвук, ударно-волновая терапия	Заживление язвы стопы	**Красный**
Природные факторы	Питьевые минеральные воды; углекислые, сероводородные и радоновые ванны; климатотерапия	Общая реабилитация на санаторно-курортном этапе	**Серый**

Примечание: зелёный — эффективность подтверждена; жёлтый — доказательства ограниченны или противоречивы; красный — неэффективно или не рекомендуется в международных рекомендациях; серый — качественных клинических исследований недостаточно. ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания. Составлено на основе данных [6], [8], [9], [13] и [14].

Как видно из таблицы 2, единственным физическим фактором с доказательствами высокого уровня при СД являются физические упражнения; из преформированных факторов доказательствами среднего уровня обладает только чрескожная электронейростимуляция. Для большинства остальных преформированных факторов доказательства ограниченны или отрицательны, а по природным факторам качественные РКИ практически отсутствуют. Это указывает на необходимость пересмотра широко распространённых в практике СНГ курсов физиотерапии и перенаправления ресурсов на методы с доказанной эффективностью.

3.3. Лечебная физическая культура — основной фактор физической реабилитации

В первом метаанализе контролируемых клинических исследований структурированные тренировки снижали HbA1c на 0,66 % по сравнению с контрольной группой (7,65 % против 8,31 %), и этот эффект не зависел от изменения массы тела [15]; метаанализ, сравнивавший виды упражнений, показал аналогичные результаты [16]. В более позднем метаанализе, обобщившем результаты 47 РКИ (8538 больных), структурированные тренировки снижали HbA1c на 0,67 % (95 % ДИ 0,49–0,84): аэробные упражнения — на 0,73 %, силовые — на 0,57 %, комбинированные — на 0,51 %; при тренировках более 150 минут в неделю снижение составляло 0,89 %, а при 150 минутах и менее — 0,36 % (рис. 2). Рекомендации по физической активности были связаны со снижением HbA1c на 0,58 % только при сочетании с диетой [14].

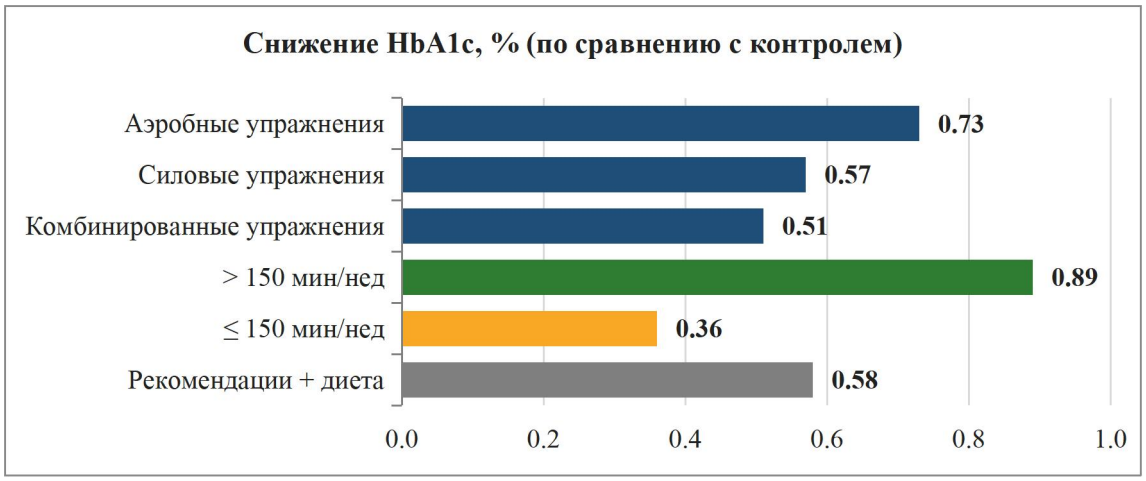


Рис. 2. Снижение HbA1c в зависимости от вида и объёма физических тренировок, % (по данным метаанализа Umpierre и соавт., 2011 [14])

Сочетание аэробных и силовых упражнений даёт дополнительную пользу по сравнению с отдельными видами упражнений: в исследовании DARE комбинированные тренировки улучшали гликемический контроль в большей степени, чем только аэробные или только силовые упражнения [17], а в исследовании HART-D лишь комбинированная программа достоверно снижала HbA1c по сравнению с контролем (−0,34 %) [18]. Улучшение показателей обмена глюкозы и инсулинорезистентности при высокоинтенсивных интервальных тренировках (HIIT) подтверждено в метаанализе [19]. Результаты 10 РКИ (428 участников) по вибрации всего тела показали положительное влияние на HbA1c, однако из-за малого числа исследований и неоднородности протоколов этот метод считается вспомогательным [13].

У больных СД1 тренировки планируют прежде всего с учётом риска гипогликемии: выполнение силовых упражнений перед аэробными уменьшает снижение уровня глюкозы во время занятия [20]. Пациентам пожилого возраста в составе упражнений на равновесие и гибкость рекомендуются йога и тай-чи [3].

Велико и профилактическое значение физической активности. В Программе профилактики диабета (DPP) программа изменения образа жизни, включавшая снижение массы тела не менее чем на 7 % и физическую активность не менее 150 минут в неделю, снизила заболеваемость СД2 с 11,0 до 4,8 случая на 100 человеко-лет, т. е. на 58 %, тогда как метформин снизил этот показатель на 31 % (рис. 3) [21]. Интенсивная программа снижения массы тела позволила достичь ремиссии в течение 12 месяцев у 46 % больных СД2 [22]. Вместе с тем в исследовании Look AHEAD интенсивное вмешательство в образ жизни не уменьшило частоту сердечно-сосудистых событий; это свидетельствует о необходимости проводить физическую реабилитацию совместно с фармакотерапией, снижающей кардиоваскулярный риск [23].

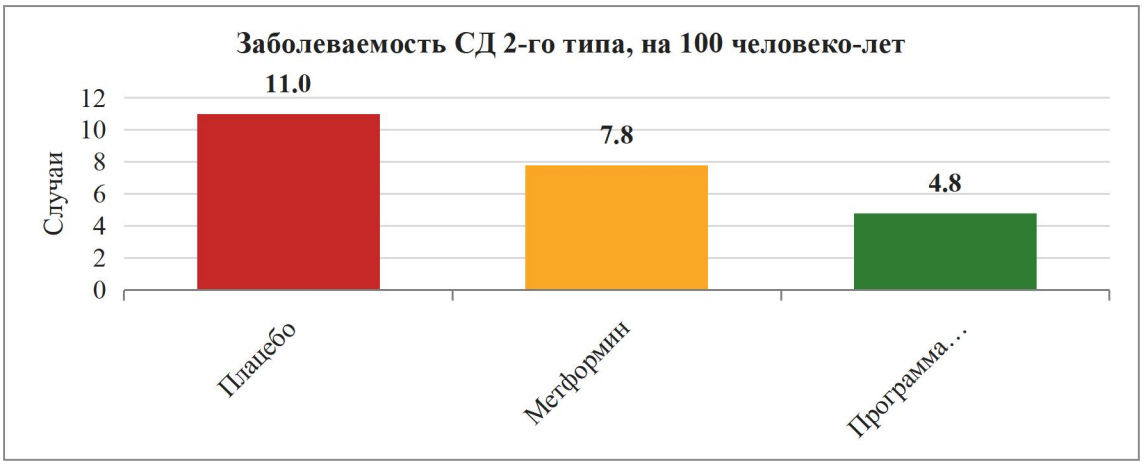


Рис. 3. Заболеваемость сахарным диабетом 2-го типа в Программе профилактики диабета (DPP), на 100 человеко-лет (по данным Knowler и соавт., 2002 [21])

Рецепт физических упражнений для больных СД по принципу FITT (частота, интенсивность, продолжительность, вид), составленный на основе международных рекомендаций, представлен в таблице 3 [3, 24, 25].

Таблица 3. Рецепт физических упражнений для больных СД (принцип FITT)

Вид упражнений	Частота	Интенсивность	Продолжительность / объём	Примеры
Аэробные	≥ 3 дней в неделю; перерыв не более 2 дней подряд	Умеренная (40–59 % резерва ЧСС) или высокая (60–89 %)	≥ 150 мин/нед (при высокой интенсивности ≥ 75 мин)	Быстрая ходьба, велотренажёр, плавание, танцы
Силовые (с отягощением)	2–3 раза в неделю, в непоследовательные дни	Умеренная (50–69 % от 1 ПМ) или высокая (70–85 %)	8–10 упражнений, 1–3 подхода, начиная с 10–15 повторений	Тренажёры, резиновая лента, свободные веса
На гибкость и равновесие	2–3 раза в неделю (особенно у пожилых)	До ощущения лёгкого натяжения	Каждое растяжение 10–30 с, 2–4 повторения	Йога, тай-чи, стояние на одной ноге
Ограничение сидячего времени	Ежедневно	Лёгкая	Каждые 30 минут — 3 минуты активности	Ходьба, вставание со стула, подъём на носки
Дети и подростки	Ежедневно; упражнения для укрепления мышц и костей ≥ 3 дней/нед	Умеренная и высокая	≥ 60 мин/день	Подвижные игры, спорт

Примечание: ЧСС — частота сердечных сокращений; ПМ — повторный максимум. Составлено на основе данных ADA (2025) [3], ACSM (2022) [24], ВОЗ (2020) [25] и [11].

3.4. Критерии безопасности и противопоказания

Для безопасности физической реабилитации необходимы оценка гликемии перед занятием, скрининг осложнений и определение индивидуальных ограничений. У больных, получающих инсулин или препараты сульфонилмочевины, измерение уровня глюкозы до и после тренировки обязательно [4, 26]. Основные критерии и меры предосторожности приведены в таблице 4.

Таблица 4. Критерии безопасности при физических тренировках и физиотерапевтических процедурах

Состояние	Рекомендуемые действия
Глюкоза перед тренировкой < 5,0 ммоль/л	Принять 10–20 г быстроусвояемых углеводов; начинать после достижения глюкозы ≥ 5,0 ммоль/л [26]
Глюкоза 5,0–6,9 ммоль/л	Перед аэробной нагрузкой ~10 г углеводов; силовые упражнения и HIIT можно начинать
Глюкоза 7,0–10,0 ммоль/л	Оптимальный диапазон для начала тренировки
Глюкоза 10,1–15,0 ммоль/л	Аэробную нагрузку начинать можно; высокоинтенсивные упражнения могут повышать глюкозу
Глюкоза > 15,0 ммоль/л, кетоны крови 0,6–1,4 ммоль/л	Выяснить причину; только лёгкая нагрузка, менее 30 минут
Кетоны крови ≥ 1,5 ммоль/л	Тренировка противопоказана; коррекция инсулинотерапии
Тяжёлая гипогликемия в последние 24 часа	Отказ от тренировки
Пролиферативная ретинопатия	Избегать высокоинтенсивных упражнений и упражнений с натуживанием (Вальсальва) [4]
Потеря защитной чувствительности	Подходящая обувь, ежедневный осмотр стоп [27]
Активная язва стопы	Упражнения без нагрузки на стопу (ручной эргометр, упражнения сидя)
Автономная нейропатия	Кардиологическое обследование перед тренировками; дозирование интенсивности по шкале Борга; риск ортостатической гипотензии
Симптомы ССЗ	Нагрузочная ЭКГ-проба и консультация кардиолога [3]

Примечание: пороговые значения глюкозы приведены преимущественно для больных СД1 и получающих инсулин.

3.5. Физиотерапия при диабетической нейропатии

Диабетическая периферическая нейропатия развивается почти у половины больных СД и является основной причиной боли, нарушений равновесия, падений и язв стопы [28]. Согласно рекомендации Американской академии неврологии, при болевой диабетической нейропатии чрескожная электронейростимуляция, вероятно, эффективна (уровень B) и может применяться в лечении, тогда как лечение электромагнитным полем, низкоинтенсивная лазеротерапия и терапия Рейки признаны, вероятно, неэффективными [8]. В метаанализе трёх РКИ (78 больных) по транскутанной электронейростимуляции (ТЭНС) боль через 6 недель уменьшилась по сравнению с плацебо (стандартизованная средняя разность −1,01; 95 % ДИ от −2,01 до −0,01), однако через 12 недель эта разница не была достоверной [29].

Физические упражнения оказывают положительное влияние и на саму нейропатию: 10-недельная программа аэробных и силовых упражнений уменьшала нейропатическую боль и

симптомы, увеличивая ветвление внутрикожных нервных волокон [30], а регулярная быстрая ходьба в течение четырёх лет замедляла развитие периферической нейропатии [31]. Упражнения на равновесие и ходьбу являются основным средством профилактики падений. Таким образом, при нейропатии приоритет следует отдавать не пассивным методам, таким как магнитотерапия и лазеротерапия, а активным тренировкам и электронейростимуляции.

3.6. Физические факторы при синдроме диабетической стопы

Язва диабетической стопы развивается в течение жизни у 19–34 % больных СД, почти 40 % зажывших язв рецидивируют в течение года [32]; её глобальная распространённость составляет 6,3 % [33]. Международные рекомендации IWGDF определяют разгрузку стопы (тотальная контактная гипсовая повязка или несъёмный ортез до колена) как основной физический метод обеспечения заживления нейропатических язв [27].

В Кокрейновском обзоре по гипербарической оксигенации (ГБО) (10 исследований, 531 больной) через 6 недель заживление язв чаще наблюдалось в группе ГБО (ОР 2,35; 95 % ДИ 1,19–4,62), однако при годичном наблюдении эта разница не сохранялась, а по частоте больших ампутаций достоверных различий выявлено не было [34]. Рекомендация IWGDF 2023 условно рекомендует ГБО как вспомогательный метод только при нейроишемических или ишемических язвах при неэффективности стандартного лечения и наличии ресурсов (низкая достоверность доказательств) [9]. В той же рекомендации не рекомендуется применять с целью ускорения заживления язв такие физиотерапевтические вмешательства, как электростимуляция, электромагнитное поле, ударная волна, ультразвук и лазер; терапия ран отрицательным давлением может рассматриваться только при послеоперационных ранах [9].

В профилактике язв стопы физическая реабилитация играет важную роль. Рекомендация IWGDF 2023 рекомендует больным с низким или умеренным риском развития язвы (категория IWGDF 1–2) 8–12-недельную программу упражнений для стопы и голеностопного сустава; при ношении подходящей обуви и регулярном контроле кожи безопасным считается увеличение ежедневной ходьбы на дополнительные 1000 шагов [35]. Уровень доказательности физиотерапевтических методов при осложнениях СД обобщён в таблице 5.

Таблица 5. Эффективность методов физической реабилитации при осложнениях СД

Клиническая ситуация	Метод	Уровень	Основной результат / примечание
Болевая нейропатия	Чрескожная электронейростимуляция (PENS)	**Зелёный**	Вероятно, эффективна, уровень B [8]
Болевая нейропатия	ТЭНС	**Жёлтый**	Боль уменьшилась через 6 недель, через 12 недель разница недостоверна [29]
Периферическая нейропатия	Аэробные, силовые упражнения и упражнения на равновесие	**Жёлтый**	Боль уменьшилась, ветвление нервных волокон увеличилось [30, 31]
Болевая нейропатия	Электромагнитное поле, низкоинтенсивный лазер	**Красный**	Вероятно, неэффективны [8]

Клиническая ситуация	Метод	Уровень	Основной результат / примечание
Риск язвы (IWGDF 1–2)	8–12-недельные упражнения для стопы и голеностопа; +1000 шагов в день	**Жёлтый**	Условная рекомендация [35]
Нейропатическая язва стопы	Разгрузка (тотальная контактная гипсовая повязка)	**Зелёный**	Стандарт лечения [27]
Ишемическая и нейроишемическая язва	Гипербарическая оксигенация	**Жёлтый**	Условная рекомендация; через 6 недель ОР 2,35 [9, 34]
Язва стопы	Электростимуляция, электромагнитное поле, ультразвук, ударная волна, лазер	**Красный**	Не рекомендуются для заживления язв [9]
Послеоперационная рана	Терапия ран отрицательным давлением	**Жёлтый**	Только при послеоперационных ранах [9]
СД2, гликемический контроль	Вибрация всего тела	**Жёлтый**	10 РКИ, 428 участников; положительное влияние на HbA1c [13]
Общая реабилитация	Минеральные воды, бальнео- и климатотерапия	**Серый**	Доказательств из РКИ недостаточно [6]

Примечание: значение цветов — как в таблице 2.

3.7. Природные физические факторы и санаторно-курортный этап

В странах СНГ природные физические факторы являются традиционным компонентом реабилитации больных СД на санаторно-курортном этапе: считается, что гидрокарбонатные питьевые минеральные воды, углекислые, сероводородные и радоновые ванны и климатотерапия оказывают положительное влияние на углеводный и липидный обмен, микроциркуляцию [6, 7]. Однако РКИ, отвечающие современным требованиям, по этим методам практически отсутствуют, поэтому они не включены в международные клинические рекомендации.

В Узбекистане функционируют санатории, располагающие минеральными водами и бальнеологическими ресурсами (например, «Чорток», «Чимган», «Ташкентские минеральные воды»). В этих учреждениях при реабилитации больных СД природные факторы целесообразно рассматривать не как основное средство лечения, а как вспомогательный метод, применяемый в сочетании со структурированными физическими тренировками, обучением питанию и навыкам самоконтроля.

3.8. Клинический алгоритм физической реабилитации

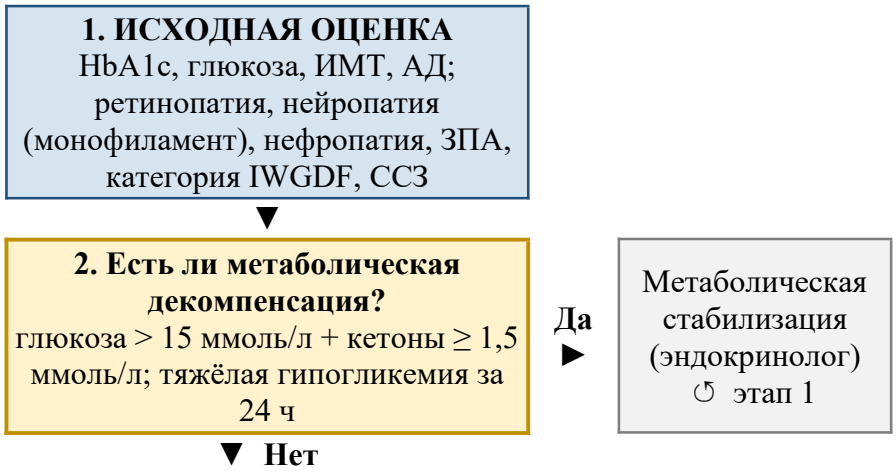
На основе результатов анализа разработан пошаговый клинический алгоритм физической реабилитации больных СД (рис. 4). Алгоритм начинается с исходной оценки и проверки метаболической стабильности и образует непрерывный цикл, включающий стратификацию

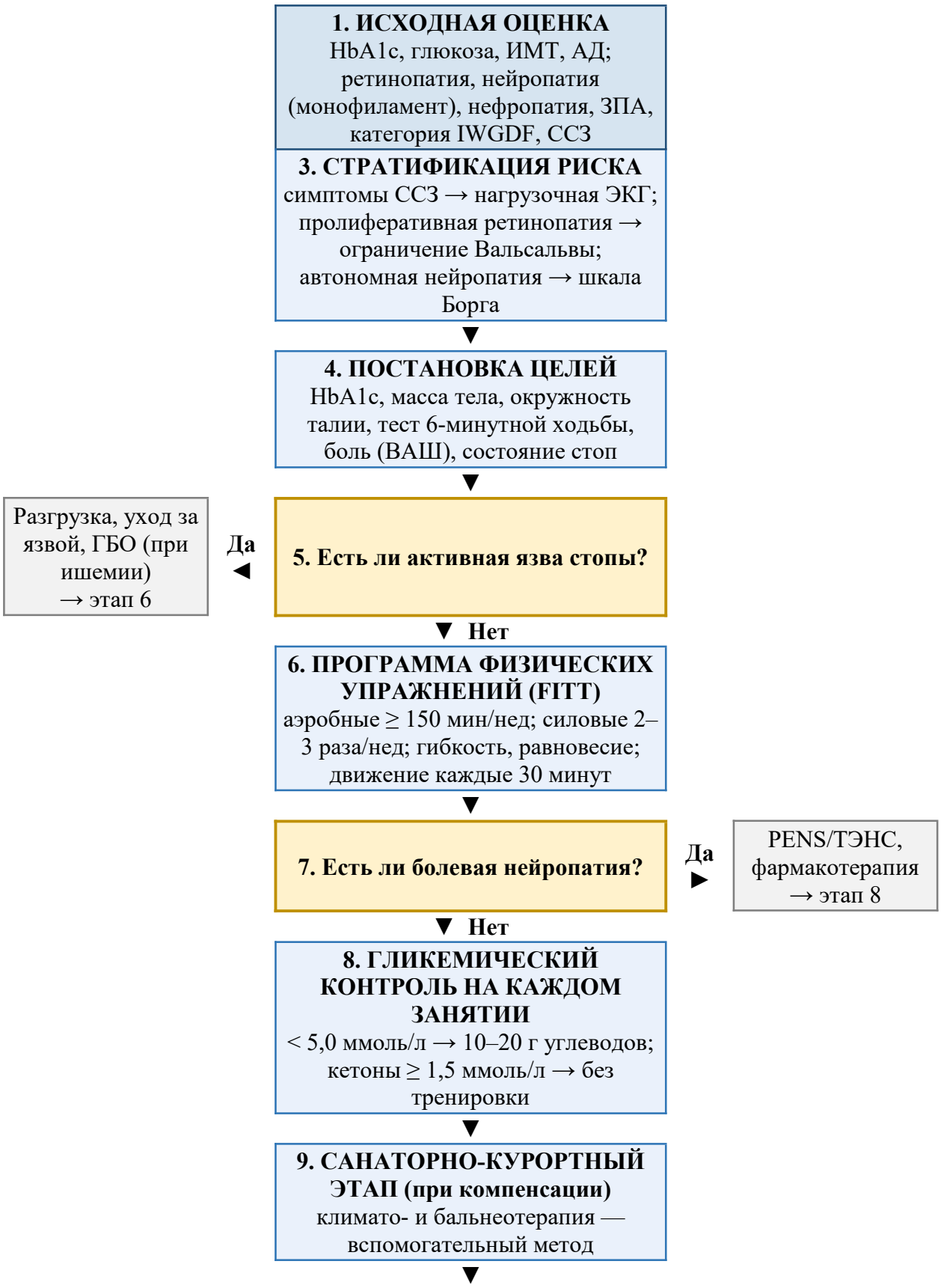
риска, постановку целей, выбор физических факторов в зависимости от осложнений, гликемический контроль на каждом занятии, санаторно-курортный этап и повторную оценку каждые 3 месяца.

3.9. Возможности практического внедрения в условиях Узбекистана и ограничения исследования

То, что у 74 % живущих с СД в Узбекистане заболевание не диагностировано [1], указывает на необходимость связать систему физической реабилитации с профилактикой на уровне первичной медико-санитарной помощи. В качестве приоритетных направлений предлагаются: 1) внедрение в семейных поликлиниках «рецепта физической активности» и составление для каждого больного индивидуальной программы на основе принципа FITT; 2) обучение самоконтролю глюкозы перед тренировкой в рамках школ диабета; 3) внедрение в кабинетах диабетической стопы стратификации риска по категориям IWGDF и программ упражнений для стопы и голеностопа; 4) сокращение в отделениях физиотерапии объёма методов с недоказанной эффективностью (магнитотерапия, лазеротерапия и др.) и перенаправление ресурсов на структурированные тренировки; 5) разработка в санаторно-курортных учреждениях программ, сочетающих природные факторы с физическими тренировками, и оценка их эффективности в местных РКИ.

В организации физической реабилитации важен мультидисциплинарный подход: эндокринолог координирует метаболический статус и фармакотерапию, реабилитолог и специалист по лечебной физической культуре составляют программу тренировок и контролируют её выполнение, физиотерапевт подбирает аппаратные и природные факторы по показаниям, подиатр и хирург обеспечивают профилактику и лечение диабетической стопы, а специалист по обучению при диабете обучает пациента самоконтролю [3, 27]. Реабилитацию целесообразно проводить непрерывно в три этапа: на стационарном этапе — метаболическая стабилизация и оценка риска, на амбулаторно-поликлиническом — индивидуальная программа физических упражнений и мониторинг осложнений, на санаторно-курортном — увеличение объёма тренировок в сочетании с природными факторами и подготовка пациента к самостоятельной активности.




1. ИСХОДНАЯ ОЦЕНКА
HbA1c, глюкоза, ИМТ, АД; ретинопатия, нейропатия (монофиламент), нефропатия, ЗПА, категория IWGDF, ССЗ
3. СТРАТИФИКАЦИЯ РИСКА
симптомы ССЗ → нагрузочная ЭКГ; пролиферативная ретинопатия → ограничение Вальсальвы; автономная нейропатия → шкала Борга
4. ПОСТАНОВКА ЦЕЛЕЙ
HbA1c, масса тела, окружность талии, тест 6-минутной ходьбы, боль (ВАШ), состояние стоп
5. Есть ли активная язва стопы?
Да
Разгрузка, уход за язвой, ГБО (при ишемии) → этап 6
Нет
6. ПРОГРАММА ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ (FITT)
аэробные ≥ 150 мин/нед; силовые 2–3 раза/нед; гибкость, равновесие; движение каждые 30 минут
7. Есть ли болевая нейропатия?
Да
PENS/ТЭНС, фармакотерапия → этап 8
Нет
8. ГЛИКЕМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА КАЖДОМ ЗАНЯТИИ
< 5,0 ммоль/л → 10–20 г углеводов; кетоны ≥ 1,5 ммоль/л → без тренировки
9. САНАТОРНО-КУРОРТНЫЙ ЭТАП (при компенсации)
климато- и бальнеотерапия — вспомогательный метод

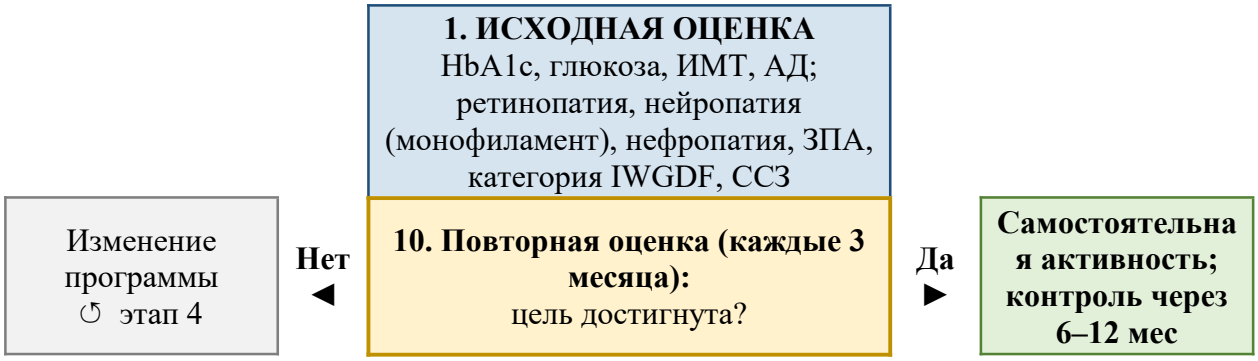


Рис. 4. Пошаговый клинический алгоритм физической реабилитации больных СД (разработка автора)

Условные обозначения: синий прямоугольник — этап действия; жёлтый прямоугольник (курсив) — этап принятия решения; серый — дополнительная ветвь; ↺ — возврат к указанному этапу.

4. ВЫВОДЫ

1. СД является быстро растущей проблемой в глобальном и национальном масштабе: в 2024 г. с СД жили 589 млн взрослых в мире и 1,5 млн в Узбекистане; это делает физическую реабилитацию обязательным компонентом профилактики и лечения.

2. Структурированные физические тренировки снижают HbA1c в среднем на 0,67 %, при объёме более 150 минут в неделю — на 0,89 %, а изменение образа жизни снижает риск развития СД2 на 58 %. Основу физической реабилитации при СД составляют не менее 150 минут аэробных упражнений в неделю и силовые упражнения 2–3 раза в неделю.

3. Безопасность тренировок обеспечивается предварительным контролем гликемии (приём углеводов при глюкозе < 5,0 ммоль/л, отмена тренировки при кетонах ≥ 1,5 ммоль/л), а также скринингом ретинопатии, нейропатии и ССЗ.

4. При болевой диабетической нейропатии чрескожная электронейростимуляция, вероятно, эффективна, ТЭНС обладает кратковременным эффектом; магнитотерапия и низкоинтенсивная лазеротерапия, вероятно, неэффективны.

5. При язве диабетической стопы ГБО условно рекомендуется только как вспомогательный метод при ишемических язвах; электрические, электромагнитные, ультразвуковые, ударно-волновые и лазерные методы для заживления язв не рекомендуются; в профилактике язв полезны упражнения для стопы и голеностопа.

6. Доказательства по природным физическим факторам (минеральные воды, бальнео- и климатотерапия) недостаточны; их следует применять на санаторно-курортном этапе только как дополнение к физическим тренировкам.

7. Предложенный 10-этапный алгоритм может служить основой для стандартизации физической реабилитации больных СД и её внедрения на различных уровнях системы здравоохранения Узбекистана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 11th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2025. Available at: https://diabetesatlas.org
2. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: a pooled analysis of 1108 population-representative studies with 141 million participants. Lancet. 2024;404(10467):2077–2093. doi:10.1016/S0140-6736(24)02317-1
3. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 5. Facilitating positive health behaviors and well-being to improve health outcomes: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care. 2025;48(Suppl 1):S86–S127. doi:10.2337/dc25-S005
4. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care. 2016;39(11):2065–2079. doi:10.2337/dc16-1728
5. Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. Physiol Rev. 2013;93(3):993–1017.
6. Физиотерапия: национальное руководство / под ред. Г.Н. Пономаренко. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. 864 с.
7. Улащик В.С., Лукомский И.В. Общая физиотерапия: учебник. 3-е изд. Минск: Книжный Дом; 2008. 512 с.
8. Bril V, England J, Franklin GM, Backonja M, Cohen J, Del Toro D, et al. Evidence-based guideline: treatment of painful diabetic neuropathy. Report of the American Academy of Neurology, the American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Neurology. 2011;76(20):1758–1765.
9. Chen P, Vilorio NC, Dhatariya K, Jeffcoate W, Lobmann R, McIntosh C, et al. Guidelines on interventions to enhance healing of foot ulcers in people with diabetes (IWGDF 2023 update). Diabetes Metab Res Rev. 2024;40(3):e3644. doi:10.1002/dmrr.3644
10. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. Diabetes Res Clin Pract. 2022;183:109119. doi:10.1016/j.diabres.2021.109119
11. Dempsey PC, Larsen RN, Sethi P, Sacre JW, Straznicky NE, Cohen ND, et al. Benefits for type 2 diabetes of interrupting prolonged sitting with brief bouts of light walking or simple resistance activities. Diabetes Care. 2016;39(6):964–972.
12. Aune D, Norat T, Leitzmann M, Tonstad S, Vatten LJ. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose–response meta-analysis. Eur J Epidemiol. 2015;30(7):529–542.
13. Binesh M, Ehsani F, Motaharinezhad F, Jayedi A, Emadi A. The effect of whole-body vibration on glucose and lipid profiles in type-2 diabetes: a systematic review and pairwise and network meta-analyses of randomized trials. Sci Rep. 2024;14:12494. doi:10.1038/s41598-024-63316-0
14. Umpierre D, Ribeiro PAB, Kramer CK, Leitão CB, Zucatti ATN, Azevedo MJ, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. JAMA. 2011;305(17):1790–1799. doi:10.1001/jama.2011.576

15. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. JAMA. 2001;286(10):1218–1227.
16. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. Diabetes Care. 2006;29(11):2518–2527.
17. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. Ann Intern Med. 2007;147(6):357–369.
18. Church TS, Blair SN, Cocreham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. JAMA. 2010;304(20):2253–2262.
19. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. Obes Rev. 2015;16(11):942–961.
20. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Malcolm J, Boulay P, et al. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes Care. 2012;35(4):669–675.
21. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med. 2002;346(6):393–403. doi:10.1056/NEJMoa012512
22. Lean MEJ, Leslie WS, Barnes AC, Brosnahan N, Thom G, McCombie L, et al. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an open-label, cluster-randomised trial. Lancet. 2018;391(10120):541–551.
23. Look AHEAD Research Group; Wing RR, Bolin P, Brancati FL, Bray GA, Clark JM, et al. Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. N Engl J Med. 2013;369(2):145–154. doi:10.1056/NEJMoa1212914
24. Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, Malin SK, Rodriguez NR, Crespo CJ, et al. Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: a consensus statement from the American College of Sports Medicine. Med Sci Sports Exerc. 2022;54(2):353–368.
25. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Br J Sports Med. 2020;54(24):1451–1462.
26. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, Taplin CE, Adolfsson P, Lumb AN, et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. Lancet Diabetes Endocrinol. 2017;5(5):377–390. doi:10.1016/S2213-8587(17)30014-1
27. Schaper NC, van Netten JJ, Apelqvist J, Bus SA, Fitridge R, Game F, et al. Practical guidelines on the prevention and management of diabetes-related foot disease (IWGDF 2023 update). Diabetes Metab Res Rev. 2024;40(3):e3657. doi:10.1002/dmrr.3657
28. Pop-Busui R, Boulton AJM, Feldman EL, Bril V, Freeman R, Malik RA, et al. Diabetic neuropathy: a position statement by the American Diabetes Association. Diabetes Care. 2017;40(1):136–154. doi:10.2337/dc16-2042

29. Jin DM, Xu Y, Geng DF, Yan TB. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on symptomatic diabetic peripheral neuropathy: a meta-analysis of randomized controlled trials. Diabetes Res Clin Pract. 2010;89(1):10–15. doi:10.1016/j.diabres.2010.03.021
30. Kluding PM, Pasnoor M, Singh R, Jernigan S, Farmer K, Rucker J, et al. The effect of exercise on neuropathic symptoms, nerve function, and cutaneous innervation in people with diabetic peripheral neuropathy. J Diabetes Complications. 2012;26(5):424–429.
31. Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, Di Biase N, Calandriello E, Leonetti F, et al. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. J Diabetes Complications. 2006;20(4):216–223.
32. Armstrong DG, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic foot ulcers and their recurrence. N Engl J Med. 2017;376(24):2367–2375. doi:10.1056/NEJMra1615439
33. Zhang P, Lu J, Jing Y, Tang S, Zhu D, Bi Y. Global epidemiology of diabetic foot ulceration: a systematic review and meta-analysis. Ann Med. 2017;49(2):106–116.
34. Kranke P, Bennett MH, Martyn-St James M, Schnabel A, Debus SE, Weibel S. Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. Cochrane Database Syst Rev. 2015;(6):CD004123. doi:10.1002/14651858.CD004123.pub4
35. Bus SA, Sacco ICN, Monteiro-Soares M, Raspovic A, Paton J, Rasmussen A, et al. Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2023 update). Diabetes Metab Res Rev. 2024;40(3):e3651. doi:10.1002/dmrr.3651