СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ У СПОРТСМЕНОВ

Л. И. Дергачева[1], А. А. Деревоедов[1], И. Т. Выходец[2], А. А. Павлова[1] ✉, С. А. Парастаев[1,3]

[1] Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

[2] Управление спортивной медицины и цифровизации Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

[3] Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Контроль гликемии — самая сложная проблема для получающих инсулин спортсменов с сахарным диабетом (СД). При хорошем управлении гликемией обмен гликогена может быть нормальным, а работоспособность повышена коррекцией доз инсулина в соответствии с физической нагрузкой и питанием. Интенсивность физической нагрузки, упражнения с сопротивлением, интервальные тренировки при СД 1-го и 2-го типов обеспечивают оптимальную физиологическую адаптацию в период тренировок и демонстрируют хорошие гликемические преимущества при однократных нагрузочных сетах. Но для получающих инсулинотерапию спортсменов с СД важно не только поддержание оптимального уровня глюкозы во время тренировок и соревнований. Нужно учитывать и потенциальные нарушения терморегуляции, увеличивающие риск теплового стресса во время тренировок/соревнований, знать возможное влияние применяемых спортсменами лекарств на гликемию, электролитный баланс и дегидратацию, знать порядок оформления направляемых в антидопинговую организацию документов для запроса на терапевтическое использование инсулина. Целью обзора было попытаться привлечь внимание спортивных врачей и тренеров к вышеописанным проблемам и к необходимости более широкого использования новых технологий по контролю СД; помочь применяющим инсулин спортсменам с СД сохранять высокую работоспособность и спортивное долголетие.

Ключевые слова: спортсмены, сахарный диабет, разрешение на терапевтическое использование, инсулин, физиологическая адаптация, физические нагрузки/упражнения, спортивная результативность

Финансирование: исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного задания Федерального медико-биологического агентства России № 67.003.20.800.

Вклад авторов: Л. И. Дергачева — существенный вклад в концепцию работы, сбор данных, анализ содержания, написание текста; А. А. Деревоедов, С. А. Парастаев — критический пересмотр содержания, утверждение окончательного варианта статьи; И. Т. Выходец — утверждение окончательного варианта статьи; А. А. Павлова — написание текста, оформление рукописи.

✉ **Для корреспонденции:** Анна Александровна Павлова
ул. Большая Дорогомиловская, д. 5, г. Москва, 121059; dr_pavlova@hotmail.com

Статья получена: 20.07.2021 **Статья принята к печати:** 27.08.2021 **Опубликована онлайн:** 28.09.2021

DOI: 10.47183/mes.2021.034

DIABETES MELLITUS MANAGEMENT STRATEGIES IN ATHLETES

Dergacheva LI[1], Derevoyedov AA[1], Vykhodets IT[2], Pavlova AA[1] ✉, Parastayev SA[1,3]

[1] Federal Research and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

[2] Office of the Sports Medicine Organization and digitalization of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia

[3] Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Glycemic control is the biggest challenge for athletes with diabetes mellitus (DM) on insulin therapy. Done well, it can keep glycogen metabolism normal and allow performance improvement through adjustment of the insulin doses to the specifics of nutrition and exercising. In DM Type 1 and Type 2 patients, intense physical activity and resistance exercising, as well as interval training, enable optimal physiological adaptation during the training period and prove to be beneficial when the athlete does one-time exercise sets. But for athletes with DM on insulin therapy, keeping blood glucose at the optimal level is not the only important issue. It is also necessary to factor in the potential body temperature regulation disturbances that increase the risk of heat stress during training/competition, learn the effects the drugs used by athletes may have on the glycemic status, control electrolyte balance and dehydration, know how to execute the application for permission to use insulin for therapeutic purposes submitted to the anti-doping organization. The purpose of this review was to draw attention of sports medicine physicians and coaches to the above problems and to the need for wider use of the new DM control technology; help athletes with DM on insulin therapy continuously perform well and ensure their athletic longevity.

Keywords: athletes; diabetes mellitus; therapeutic use exemption; insulin; physiological adaptation, sports performance, physical loads/exercises

Funding: the study relied on the financial support released under the State Assignment No. 67.003.20.800 issued by the Federal Medical Biological Agency of Russia.

Author contribution: Dergacheva LI — significant contribution to the study conceptualization, data collection, content analysis, text authoring; Derevoyedov AA, Parastayev SA — critical review of the content, approval of the final version of the article; Vykhodets IT — approval of the final version of the article; Pavlova AA — text authoring, manuscript formalization.

✉ **Correspondence should be addressed:** Anna A. Pavlova
Bolshaya Dorogomilovskaya, 5, Moscow, 121059; dr_pavlova@hotmail.com

Received: 20.07.2021 **Accepted:** 27.08.2021 **Published online:** 28.09.2021

DOI: 10.47183/mes.2021.034

Одна из проблем, с которой сталкиваются страдающие сахарным диабетом 1-го или 2-го типа (СД1, СД2) спортсмены, — сложность достижения максимальной производительности при минимальных отклонениях от оптимального уровня глюкозы в крови. Для использующих инсулин тренировки часто более сложны из-за способности сокращающейся мышцы инсулиннезависимо стимулировать поглощение глюкозы из крови, что приводит к гипогликемии. Тем не менее и лицам с СД2, которым не требуется ежедневное введение инсулина, необходим баланс многих факторов, чтобы обеспечить приемлемую переносимость физических нагрузок. Для поддержания

гликемического баланса и оптимальных показателей для занятий спортом нужно учитывать и контролировать целый ряд условий (рис. 1).

Так, модифицируемые факторы нагрузок могут вызывать значительные колебания уровня глюкозы в крови. Кроме того, дозы инсулина и пищевой рацион должны быть скорректированы для предотвращения гипо- или гипергликемии как во время тренировки, так и после нее. Водно-электролитный баланс, на который могут влиять гипергликемия и обычно назначаемые лицам с диабетом лекарства, также может менять спортивную эффективность.

Контроль уровня глюкозы в крови

Поддержание безопасных показателей гликемии необходимо для достижения высоких спортивных результатов. Важно понимать, какие факторы могут влиять на уровень глюкозы в крови, и как отклонение от целевого диапазона значений может изменить текущую работоспособность спортсмена.

Гипогликемия

Снижение уровня глюкозы в крови в процессе тренировки ниже 4,0 ммоль/л может создавать риск для здоровья спортсмена, а ниже 3,6 ммоль/л — снижать эффективность тренировки примерно на 20% [2]. Гипогликемия обычно связана с использованием экзогенного инсулина, и часто приводит к тому, что человек выполняет физическую нагрузку в состоянии периферической гиперинсулинемии. Помимо стойкой гипогликемии, возникающей обычно в течение 15 ч после тренировки [3], возможно длительное снижение уровня калия, способное сохраняться несколько часов и после возвращения глюкозы к норме [4]. Со степенью тяжести гипокалиемии связаны такие осложнения, как нарушения сердечного ритма и сократимости скелетных мышц, что отрицательно сказывается на спортивных результатах. Большой проблемой являются и спровоцированные тренировками ночные гипогликемии.

Гипергликемия

Использующим инсулин спортсменам с диабетом (а иногда и спортивным врачам) для предотвращения гипогликемии часто кажется целесообразным поддерживать более высокий уровень глюкозы в крови. Однако такая тактика может снизить качество спортивной подготовки. В диапазоне значений концентрации глюкозы в крови от 8,9 до 10 ммоль/л у почек пропадает способность полностью реабсорбировать ее из первичной мочи. Достижение вышеуказанного «почечного порога» (величина которого является индивидуальным показателем) приводит к накоплению глюкозы в моче и в результате к значительной потере жидкости вследствие осмотического диуреза. Кроме того, гипергликемия может вызывать снижение в плазме концентрации натрия, хлоридов и кальция и повышение концентрации калия [4], что ведет к ослаблению мышечной функции. Помимо вышеперечисленного, имеющим необъяснимые гипергликемии (≥13,0 ммоль/л) спортсменам с СД1 необходима обязательная проверка кетонов крови. Если их уровень повышен (≥1,5 ммоль/л), то тренировки следует прервать, потому что уровень и глюкозы, и кетонов может продолжать расти даже при умеренной физической активности [5].

Тип выполняемых упражнений и время проведения тренировок

В последнее время большое внимание уделяется исследованиям силовых нагрузок и высокоинтенсивных интервальных тренировок (ВИТ) как альтернативе продолжительным аэробным упражнениям. Интенсивные нагрузки, даже выполняемые в коротких подходах, по сравнению с длительными сессиями аэробных упражнений умеренной интенсивности могут быть более полезными в отношении повышения тренированности и снижения факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, уровня липопротеинов сыворотки крови и эндотелиальной дисфункции [6]. Даже у ведущих малоподвижный образ жизни лиц и у пожилых людей с

Рис. 1. Факторы, способные влиять на изменения уровня глюкозы в крови при физической нагрузке у лиц с СД1 [1]

СД2 ВИТ улучшают чувствительность клеток печени и мышц к инсулину и их оксидативную способность в большей степени, чем длительные упражнения умеренной интенсивности [6]. А исследование физически активных взрослых людей с СД2 показало, что после одной высокоинтенсивной интервальной тренировки улучшается ночной и утренний уровень гликемии натощак в течение 24 ч после ее проведения [7]. У людей с СД1 добавление в аэробные тренировки коротких серий нагрузок высокой интенсивности помогает снизить риск гипогликемий во время упражнений. Однако вопрос, приводит ли такой тип проводимых во второй половине дня тренировок к большему риску ночной гипогликемии (по сравнению с только аэробными упражнениями), все еще остается предметом для обсуждения [8].

Следует отметить, что из-за влияния на высвобождение катехоламинов (адреналин/норадреналин) высокоинтенсивные тренировки и соревнования могут существенно увеличить выход глюкозы из печени, что способно привести к гипергликемии во время физической активности. Гипергликемия может возникать даже до момента этих нагрузок, потому как ожидание события само по себе способно вызвать повышение уровня катехоламинов, следовательно, и глюкозы крови [9].

Много преимуществ дают и силовые упражнения, которые целесообразно включать в тренировочный режим спортсмена с диабетом. В дополнение к повышению производительности мышц за счет увеличения силы и скорости их сокращения, тренировка с сопротивлением связана с иными позитивными эффектами, включая более высокий расход энергии в покое (повышение основного обмена), увеличение минеральной плотности костей и улучшение композиционного состава тела [10]. Упражнения у взрослых с СД1 связаны с меньшим снижением уровня глюкозы крови, чем аэробная активность (рис. 2) [11], и могут обеспечить защитный эффект от его падения, если выполняются перед аэробными упражнениями [12].

В недавно проведенном исследовании тренировка натощак у людей с СД2 приводила к более значимому улучшению постпрандиальных гликемических профилей в течение последующих 24 ч, чем упражнения, выполняемые после завтрака [7].

В одной из работ у 35 использовавших инсулиновые помпы лиц с СД1 в дни, когда они выполняли упражнения перед завтраком, было отмечено меньшее число эпизодов гипогликемии и показания непрерывного мониторинга глюкозы (НМГ/CGM) чаще сохранялись в близком к эугликемическому диапазоне, по сравнении с днями, когда упражнения выполняли в дневное время [3]. В других исследованиях у людей с СД1 упражнения с сопротивлением, выполненные перед завтраком, были связаны с повышением уровня глюкозы в крови [8], а при выполнении тренировок днем, напротив, было обнаружено снижение уровня гликемии [11]. При использовании соответствующей повышению уровня глюкозы дозы инсулина быстрого действия через 2 ч после тренировки для купирования гипергликемии после утренних упражнений с отягощениями гипогликемия не возникает [13]. Хотя применимость результатов этих небольших исследований может быть ограничена, для спортсменов с СД1, имеющих частые проблемы с гипогликемией, возможно, стоит предпочесть утренние тренировки, а тем, кто борется с гипергликемией, — периодически выбирать тренировку днем. В рекомендациях необходимо учитывать тип и время соревнований, в которых примут участие спортсмены: краткосрочные спортивные результаты при анаэробных упражнениях днем лучше, чем утром, а сниженную производительность можно улучшить с помощью регулярных тренировок с утра [14].

Потребление углеводов и корректировка дозы инсулина как основа оптимизации спортивной подготовки

Конкуренция в спортивных соревнованиях требует предотвращения как гипо-, так и гипергликемий. В частности, невозможность предотвратить гипогликемию во время тренировок и соревнований наверняка снизит физическую работоспособность [15], но баланс гликемии может быть достигнут с помощью стратегии правильного

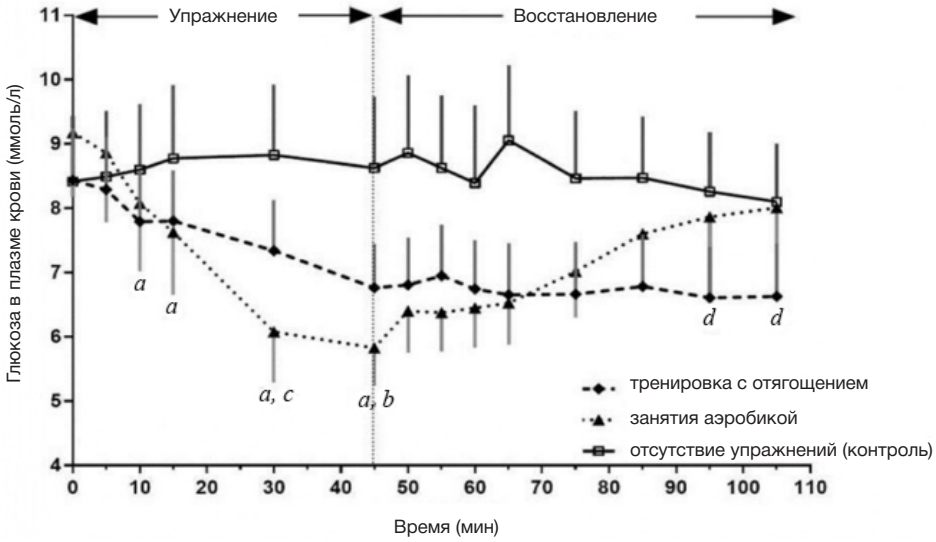

Рис. 2. Влияние типа упражнений на стабильность глюкозы в крови у лиц с СД1 (HbA1c 7,1 ± 1,0%) [9]. Среднее (± SE) содержание глюкозы в плазме во время упражнений и в течение 60 мин восстановления (*n* = 12). ◆ — отсутствие упражнений (контроль); ◆ — тренировка с отягощением (три подхода из семи упражнений с максимумом восьми повторений за 45 мин); ▲ — занятия аэробикой (бег при 60% максимальной расчетной ЧСС в течение 45 мин); *a* — статистически значимое изменение от базового уровня в аэробных упражнениях; *b* — статистически значимое изменение от базовой линии в упражнениях с отягощением; *c* — статистически значимая разница между контролем и аэробным сеансом; *d* — статистически значимые изменения во время восстановления после аэробных упражнений; различия считали статистически значимыми, только если они оставались значимыми после поправок Bonferroni для множественных сравнений

Таблица. Рекомендации по снижению болюсного введения инсулина перед едой при начале тренировки в течение 90 мин после введения болюса*

Вид активности	Продолжительность активности около 30 мин	Продолжительность активности около 60 мин
Легкие аэробные упражнения (30–39% РЧП**)	–25%	–50%
Аэробные упражнения умеренной интенсивности (40–59% РЧП)	–50%	–75%
Интенсивная аэробика (60–89% РЧП	–75%	Не оценивали

Примечание: * — составлено по источникам [29, 30, 31, 32]; ** РЧП — резерв частоты пульса.

приема углеводов, коррекции доз инсулина и времени их введения. Для предотвращения гипогликемии в течение аэробной тренировки длительностью около 30 мин дополнительные углеводы или снижение доз вводимого инсулина обычно не требуются. Для аэробных нагрузок длительностью 30–60 мин при низком/нормальном уровне инсулина гипогликемию может предотвратить прием 10–15 г углеводов [16]; для действий, выполняемых с относительной гиперинсулинемией (после введения болюсного инсулина, т. е. введения инсулина короткого (ультракороткого) действия для поддержания целевой гликемии после еды и для коррекции гипергликемии), может потребоваться 30–60 г углеводов на час упражнений [17]. В течение длительных тренировок или соревнований (например, марафон) такой дополнительный прием углеводов полезен независимо от типа диабета [18].

После физической активности мышечный гликоген восстанавливается достаточно медленно, со скоростью 5–7% в час. Скорость восстановления увеличивается, когда «депо» гликогена истощено, и замедляется по мере его наполнения. Параллельно, по мере восстановления запасов гликогена в мышцах, начинает ослабевать действие инсулина [19]. Положительный момент — чем раньше обновляется гликоген, тем меньше у спортсмена с СД1 вероятность развития гипогликемии с поздним началом, возникающей на день или два позже тренировки. Недостаточное потребление углеводов после упражнений или употребление углеводов при низком уровне инсулина в крови также может снизить или задержать восстановление гликогена в организме. Поэтому тренирующимся рекомендовано принимать достаточное количество углеводов до, во время и после продолжительных физических нагрузок (умеренных или высокоинтенсивных) в соответствии с адекватными дозами инсулина, особенно в период «окна возможностей» (в пределах от 30 мин до 2 ч после нагрузки) для поддержания и восстановления гликогена в мышцах и печени и уровня глюкозы в крови.

Корректировка доз инсулина для предотвращения гипогликемии

В качестве замены приема углеводов или в дополнение к нему для снижения риска гипогликемии, вызванной физической нагрузкой, можно уменьшить и базальную, и/или болюсную дозу инсулина. Для использующих несколько ежедневных инъекций инсулина (интенсифицированная базис-болюсная инсулинотерапия) лиц можно снизить базальный инсулин на 20% для доз как до, так и после тренировки. Чтобы оптимизировать уровень глюкозы в крови во время тренировки, спортсмены также могут корректировать время введения и размер болюса [20] инсулина быстрого действия, принимаемого во время еды и перекусов перед тренировкой. Эти корректировки без значительного увеличения кетонов в крови можно делать при непрерывных упражнениях до 45 мин [21]. При использовании непрерывной подкожной инфузии инсулина с помощью индивидуального носимого дозатора (инсулиновой помпы) спортсмены могут снизить или приостановить базальную инфузию инсулина в начале тренировки или даже за 30–60 мин перед ней, чтобы смягчить снижение уровня глюкозы в крови [22]. Если упражнения выполняются в течение 2–3 ч после болюсного введения инсулина (с помощью шприц-ручки или помпы), то снижение инсулина на 25–75% (перед едой) может ограничить вероятность гипогликемии [23] (табл.). Независимо от того, были ли внесены изменения в дозировку инсулина, для обеспечения безопасности во время тренировки могут потребоваться частые проверки уровня глюкозы в крови и, возможно, дополнительное употребление углеводов.

Для тех, кто получает инсулин в инъекциях (шприц-ручки), риск ночной гипогликемии можно свести к минимуму за счет снижения суточной дозы базального инсулина приблизительно на 20% и снижения прандиального болюсного введения инсулина и углеводного питания с низким гликемическим индексом после вечерней тренировки [24]. Для тех, кто использует инсулиновую помпу, избежать ночных гипогликемий поможет снижение базальной скорости введения на 20% во время сна и в течение 6 ч после дневных упражнений [25]. Включение дополнительного перекуса перед сном на 2 хлебные единицы (20–24 г углеводов), проверка уровня глюкозы на ночь и/или использование НМГ с сигнализацией также оправдано при СД1 и СД2 на инсулинотерапии [26].

Важно также отметить, что скорость всасывания инсулина и начало его действия могут быть усилены как при нагревании места инъекции (использование грелки), так и при массаже в месте введения или рядом с ним [27].

Кроме изменений в дозировке инсулина и потреблении углеводов, от начала гипогликемии могут защитить, по крайней мере, в краткосрочной перспективе дополнительные упражнения, например, выполнение короткого спринта максимальной интенсивности до или после сеанса упражнений умеренной интенсивности [28].

Разрешение на терапевтическое использование инсулина

Спортсмен, принимающий инсулин, и назначающий препарат врач должны соблюдать требования Общероссийских антидопинговых правил и международных антидопинговых организаций, поскольку инсулин входит в класс S4 «Гормоны и модуляторы метаболизма» Запрещенного списка. Спортсмены, нуждающиеся в применении инсулина, должны обратиться с запросом в антидопинговую организацию и получить разрешение на его использование. Медицинские документы, которые спортсмен прилагает к запросу, должен оформить назначивший инсулин врач. В этих документах, в соответствии с требованиями Международного стандарта ВАДА по терапевтическому использованию [33], необходимо указать следующее.

1. Запрещенная субстанция или запрещенный метод необходимы для лечения диагностированного заболевания, что подтверждается соответствующими клиническими данными.

2. Терапевтическое использование запрещенной субстанции или запрещенного метода не приведет к дополнительному улучшению спортивного результата, кроме ожидаемого вследствие лечения возвращения спортсмена к его обычному здоровому состоянию.

3. Запрещенная субстанция или запрещенный метод показаны при лечении данного заболевания и не имеют разумной разрешенной терапевтической альтернативы.

Требования к оформлению медицинских документов для запроса на терапевтическое использование инсулина изложены в документе «Руководство для врачей по терапевтическому использованию: сахарный диабет», размещенном в разделе «Терапевтическое использование» на сайте Всемирного антидопингового агентства, а также на русском языке на сайте Российского антидопингового агентства «РУСАДА» [34].

Пероральные гипогликемические средства не запрещены, и их применение возможно без подачи запроса на терапевтическое использование (ТИ).

Использование новых технологий

Прорыв в контроле СД произошел в 1998 г., когда в рутинную практику вошли системы непрерывного мониторинга гликемии (НМГ), которые измеряют глюкозу в интерстициальной жидкости непрерывно с интервалом 5–15 мин с помощью устанавливаемых подкожно датчиков (сенсоров) и могут передавать данные на смартфон/компьютер спортсмена, тренера, спортивного врача. Однако между отображаемым значением интерстициальной глюкозы и ее реальным уровнем в капиллярной крови есть разница (в среднем датчики запаздывают на 8–10 мин, максимально до 20 мин). Таким образом, если уровень глюкозы в крови стабилен, то полученные данные будут близки к уровню капиллярной глюкозы, но во время быстрого повышения или понижения гликемии отображаемое значение будет соответственно ниже или выше.

Вопрос применения НМГ в спорте пока остается дискуссионным. Результаты одного исследования показали, что НМГ был полезен для выявления бессимптомных гипогликемий и гипергликемий после тренировок (в ходе других исследований было выявлено, что точность измерений в современных системах ограничена и зависит от продолжительности использования датчика, раздражения кожи и проблем контакта датчика с кожей) [35]. Несмотря на то что несколько исследований подтвердили, что точность НМГ во время тренировок приемлема [36], другие сообщили о недостаточной точности и таких проблемах, как обрыв сенсорных нитей, невозможность калибровки и временные интервалы между изменениями глюкозы в капиллярной крови и ее отображением с помощью сенсора [37]. Хотя непрерывный мониторинг — весьма полезный инструмент для отслеживания тенденций уровня глюкозы в крови во время тренировочных нагрузок и профилактики гипогликемии после них, НМГ пока не может полностью заменять тестирование капиллярной крови с помощью индивидуальных глюкометров.

Инсулиновые помпы — устройства для постоянной подкожной инфузии инсулина, с непрерывным мониторингом глюкозы (НМГ) в режиме реального времени. Одно из их преимуществ перед ежедневными инъекциями, используемыми для создания базис-болюсного режима — помпы позволяют изменять базальный инсулин, поступающий подкожно во время тренировки, что дает более физиологичную реакцию на нагрузку. Лица, пользующиеся шприц-ручкой один или два раза в день для введения базального инсулина, хуже способны быстро реагировать на изменения потребности в нем во время и после тренировки [38]. Однако спортсмены должны уметь управлять помпой, если она не отключена во время физических нагрузок, а это может быть затруднено в контактных видах спорта, во время командных игр и др. Кроме того, факторы окружающей среды (например, тепло) могут отрицательно повлиять на качество инсулина в помпе.

Автоматизированные системы доставки инсулина (тип «замкнутого контура»), называемые «искусственная поджелудочная железа», являются высочайшим технологическим решением в лечении инсулинозависимого сахарного диабета. Они включают в себя: НМГ, инсулиновую помпу и систему алгоритмов управления (некоторые из которых могут базироваться на смартфоне). Это система с обратной связью, которая, в отличие от одного датчика НМГ, не требует ввода пользователем своих данных в ответ на показания монитора; система монитора и инсулиновой помпы автоматически подает правильное количество инсулина, рассчитанное на основе переданных показаний. Корректировка инфузии инсулина таким образом может быть настолько точной, насколько точны измерительные устройства, на которые она полагается [39]. Исследования лиц с СД1 показывают, что добавление в замкнутую систему «тревожного» сигнала, включающегося при падении уровня глюкозы ниже заданного критического (4–4,5 ммоль/л), еще больше снижает риск гипогликемии во время и сразу после тренировки [40].

Другие факторы, влияющие на работоспособность спортсмена с сахарным диабетом

Исследования показали, что у лиц с СД1 и СД2 часто встречаются нарушения терморегуляции [41]. В частности, при СД1 нарушается выделение пота, особенно при достижении повышенного уровня физических нагрузок. Там, где обезвоживание может привести к дальнейшему ухудшению потоотделения, очень важно внимательно следить за уровнем глюкозы в крови во время соревнований в жаркую погоду, чтобы избежать дальнейшего обострения существующих нарушений в механизмах охлаждения тела [42].

Исследования лиц с риском развития СД2 показали, что увеличение продолжительности сидения связано с плохим гликемическим контролем и метаболическими рисками и не зависит от периодического участия в интенсивной деятельности умеренного или высокого уровня [43]. В другом исследовании было выявлено, что всего 3 мин легкой ходьбы в сочетании с простой тренировкой с отягощением через каждые 30 мин длительного сидения были полезны для адекватного управления гликемией в течение суток [44].

Нельзя забывать и о влиянии лекарственных средств. Помимо инсулина, все спортсмены с диабетом могут принимать разнообразные рецептурные или безрецептурные препараты для лечения различных заболеваний (состояний). Их потенциальное влияние

на спортивные результаты по большей части будет опосредовано изменением в крови уровня глюкозы и водно-электролитного баланса, что может ухудшить гидратационный статус и мышечную сократимость. К таковым относятся некоторые антигипертензивные, мочегонные, стероидные и нестероидные противовоспалительные препараты, симптоматические лекарства от простуды и некоторые другие вещества.

Кортикостероиды, которые могут быть назначены при некоторых распространенных заболеваниях (например, астме, артрите и аллергическом рините), могут привести к гипергликемии у лиц с диабетом [45]; назначение данных препаратов также требует оформления ТИ. Антипсихотические препараты могут снизить уровень чувствительности к инсулину и таким образом увеличивать риск гипергликемии и обезвоживания у спортсменов с СД [46]. Лекарства, содержащие фенилэфрин или псевдоэфедрин в качестве активных ингредиентов (например, лекарства от простуды/гриппа и аллергии) имеют тенденцию увеличивать гликогенолиз в печени, аналогично катехоламинам, что часто приводит к гипергликемии у людей с диабетом [47]. Конечно, вряд ли спортсмены во время соревнований будут использовать подобные средства: стимуляторы псевдоэфедрин, адреналин входят в Запрещенный список ВАДА, а фенилэфрин — в Программу мониторинга, но возможно, что более молодые и/или менее опытные спортсмены могут применить их во внесоревновательный период, не зная о влиянии этих веществ на спортивную результативность и на уровень глюкозы в крови.

Спортсмены с СД2 могут получать комбинированную терапию, сочетающую введение инсулина (базальный инсулин/смешанный инсулин/базис-болюсный режим) и прием пероральных сахароснижающих препаратов. При этом следует обращать особое внимание на возможные побочные реакции последних, способные нарушить баланс электролитов и потенциально повлиять на спортивные результаты.

Метформин, один из самых известных пероральных антидиабетических препаратов из группы бигуанидов, может вызвать диспепсию и диарею. Аналогичный эффект существует и у другого гипогликемического средства, акарбозы (ингибитора альфа-глюкозидазы), тормозящей переваривание и всасывание углеводов в тонкой кишке. Следствием диареи может стать снижение уровня калия в крови, поэтому у спортсменов, принимающих вышеуказанные лекарства, следует чаще контролировать уровень электролитов, особенно в период соревнований.

Такие современные сахароснижающие препараты, как агонисты рецепторов глюкагоноподобного пептида-1 (GLP-1 receptor agonists, или инкретиномиметики), ингибиторы дипептидилпептидазы 4 (DPP-4 inhibitors, или глиптины), активируют инкретиновый ответ, снижают уровень постпрандиальной гликемии путем стимуляции глюкозозависимой секреции инсулина и ингибирования высвобождения глюкагона. Среди побочных реакций часто встречаются диарея и рвота, нечасто — дегидратация, что требует повышенного внимания к уровню электролитов крови у спортсменов. Применение агонистов рецепторов GLP-1 ассоциировалось с риском развития острого панкреатита, в комбинации с инсулином — с повышенным риском развития гипогликемии. Ингибиторы натрийзависимого котранспортера глюкозы 2-го типа (SGLT2 inhibitors, или гдифлозины), а также 2-го и 1-го типов (SGLT1 и SGLT2) уменьшают реабсорбцию глюкозы в почках и таким образом снижают уровень глюкозы в крови и гликированный гемоглобин (HbA1c). Их дополнительные положительные эффекты — снижение массы тела, систолического артериального давления и содержания в крови мочевой кислоты. Так как при приеме этих препаратов объем выделяемой мочи увеличивается (особенно при исходной гипергликемии), может возникнуть дегидратация, и связанные с уменьшением объема межклеточной жидкости побочные реакции: гипотензия, постуральное головокружение, ортостатическая гипотензия. При приеме некоторых препаратов данного класса (канаглифлозин) отмечено небольшое, но достоверное снижение общей минеральной плотности костной ткани (МПК) тазобедренного сустава, повышение биомаркеров костеобразования и резорбции и повышенный риск перелома костей, возникающий уже через 12 недель после начала лечения [48]. Представитель данного класса сотаглифлозин (SGLT1 и SGLT2 inhibitor) в настоящее время уже одобрен и для лечения СД1.

Поскольку гипертония является частым осложнением диабета, не исключено, что спортсменам с сахарным диабетом, в зависимости от их возраста и анамнеза, могут назначаться ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента (АПФ), антагонисты рецептора ангиотензина II (АРА) или какие-либо мочегонные препараты. АПФ и АРА способны вызвать гиперкалиемию [49], а высокий уровень калия в крови может ухудшить спортивные результаты из-за мышечной слабости или вызвать сердечную аритмию, которая может оказаться смертельной для спортсмена. Диуретики, назначенные для контроля артериального давления, приводят к полиурии и увеличивают риск обезвоживания и электролитного дисбаланса. В частности, тиазидные диуретики связаны с большим риском гипонатриемии, который увеличивается с возрастом, выше среди женщин и, как правило, влияет на людей с меньшим весом больше, чем с на людей с высоким. Тиазиды также могут увеличивать потерю калия с мочой, иногда повышая возможность развития гипокалиемии [50]. Кроме того, применение диуретиков регламентировано стандартами ВАДА.

Заключение

Хотя управление гликемией у спортсменов с диабетом может быть весьма затруднено из-за интенсивности физических нагрузок и напряженного графика тренировок и соревнований, такие спортсмены потенциально могут быть такими же успешными, как и спортсмены без диабета. Интенсивность, тип и время нагрузок, а также дозы и время приема инсулина и пищи так или иначе будут влиять на уровень глюкозы в крови и на работоспособность атлета, но их можно эффективно контролировать с помощью соответствующих изменений режима. Спортсмены, спортивные врачи и тренеры должны знать о влиянии уровня глюкозы в крови и лекарств на гидратацию и баланс электролитов, чтобы вносить необходимые коррективы для достижения оптимальных результатов. Последние технологии мониторинга и контроля диабета, хотя в настоящее время и несколько ограничены в точности и использовании, могут помочь спортсменам лучше контролировать гликемию и достигать максимальной спортивной эффективности.

Литература

1. Solberg SR, Land R, Desay E, Ker D. Physical activity and type 1 diabetes: time for a rewire? J Diabetes Sci Technol. 2015; 9: 609–18.
2. Kelly D, Hamilton JK, Riddell MC. Blood glucose levels and performance in a sports cAMP for adolescents with type 1 diabetes mellitus: a field study. Int J Pediatr. 2010.
3. Gomez AM, Gomez C, Aschner P, et al. Effects of performing morning versus afternoon exercise on glycemic control and hypoglycemia frequency in type 1 diabetes patients on sensor-augmented insulin pump therapy. J Diabetes Sci Technol. 2015; 9: 619–24.
4. Caduff A, Lutz HU, Heinemann L, et al. Dynamics of blood electrolytes in repeated hyper- and/or hypoglycaemic events in patients with type 1 diabetes. Diabetologia. 2011; 54: 2678–89.
5. Colberg SR, Yardley JE, Riddell MC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care. 2016; 39 (11): 2065–79.
6. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. J Physiol. 2012; 590: 1077–84.
7. Terada T, Wilson BJ, Myette-Co´te´E, et al. Targeting specific interstitial glycemic parameters with high-intensity interval exercise and fasted-state exercise in type 2 diabetes. Metabolism. 2016; 65: 599–608.
8. Iscoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. Diabet Med. 2011; 28: 824–32.
9. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, et al. Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes Care. 2013; 36 (3): 537–42.
10. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. Curr Sports Med Rep. 2012; 11: 209–16.
11. Turner D, Luzio S, Gray BJ, et al. Impact of single and multiple sets of resistance exercise in type 1 diabetes. Scand. J Med Sci Sports. 2015; 25: 99–109.
12. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, et al. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes Care. 2012; 35: 669–75.
13. Turner D, Luzio S, Gray BJ, et al. Algorithm that delivers an individualized rapid-acting insulin dose after morning resistance exercise counters postexercise hyperglycemia in people with Type 1 diabetes. Diabet. Med. 2016; 33: 506–10.
14. Chtourou H, Souissi N. The effect of training at a specific time of day: a review. J Strength Cond Res. 2012; 26: 1984–2005.
15. Murillo S, Brugnara L, Novials A. One year follow-up in a group of halfmarathon runners with type-1 diabetes treated with insulin analogues. J Sports Med Phys Fitness. 2010; 50: 506–10.
16. Riddell MC, Milliken J. Preventing exercise-induced hypoglycemia in type 1 diabetes using real-time continuous glucosemonitoring and a new carbohydrate intake algorithm: an observational field study. Diabetes Technol Ther. 2011; 13: 819–25.
17. Francescato MP, Stel G, Stenner E, Geat M. Prolonged exercise in type 1 diabetes: performance of a customizable algorithm to estimate the carbohydrate supplements to minimize glycemic imbalances. PLoS One. 2015; 10: e0125220.
18. Adolfsson P, Mattsson S, Jendle J. Evaluation of glucose control when a new strategy of increased carbohydrate supply is implemented during prolonged physical exercise in type 1 diabetes. Eur J Appl Physiol. 2015; 115: 2599–607.
19. Jensen TE, Richter EA. Regulation of glucose and glycogen metabolism during and after exercise. J Physiol. 2012; 590: 1069–76.
20. West DJ, Stephens JW, Bain SC, et al. A combined insulin reduction and carbohydrate feeding strategy 30 min before running best preserves blood glucose concentration after exercise through improved fuel oxidation in type 1 diabetes mellitus. J Sports Sci. 2011; 29: 279–89.
21. Bracken RM, West DJ, Stephens JW, et al. Impact of pre-exercise rapidacting insulin reductions on ketogenesis following running in type 1 diabetes. Diabet Med. 2011; 28: 218–22.
22. Franc S, Daoudi A, Pochat A, et al. Insulin-based strategies to prevent hypoglycaemia during and after exercise in adult patients with type 1 diabetes on pump therapy: the DIABRASPORT randomized study. Diabetes Obes. Metab. 2015; 17: 1150–57.
23. West DJ, Morton RD, Bain SC, et al. Blood glucose responses to reductions in pre-exercise rapid-acting insulin for 24 h after running in individuals with type 1 diabetes. J Sports Sci. 2010; 28: 781–88.
24. Campbell MD, Walker M, Bracken RM, et al. Insulin therapy and dietary adjustments to normalize glycemia and prevent nocturnal hypoglycemia after evening exercise in type 1 diabetes: a randomized controlled trial. BMJ Open Diabetes Res Care. 2015; 3: e000085.
25. Taplin CE, Cobry E, Messer L, et al. Preventing post-exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes. J Pediatr. 2010; 157: 784–88. e781.
26. Garg SK, Brazg RL, Bailey TS, et al. Hypoglycemia begets hypoglycemia: the order effect in the ASPIRE in-clinic study. Diabetes Technol Ther. 2014; 16: 125–30.
27. Freckmann G, Pleus S, Haug C, et al. Increasing local blood flow by warming the application site: beneficial effects on postprandial glycemic excursions. J Diabetes Sci Technol. 2012; 6: 780–5.
28. Yardley J, Mollard R, Macintosh A, et al. Vigorous intensity exercise for glycemic control in patients with type 1 diabetes. Can J Diab. 2013; 37: 427–32.
29. Campbell MD, Walker M, Trenell MI, et al. Metabolic implications when employing heavy pre- and post-exercise rapid-acting insulin reductions to prevent hypoglycaemia in type 1 diabetes patients: a randomised clinical trial. PLoS One. 2014; 9 (5); e97143.
30. Moser O, et al. Effects of high-intensity interval exercise versus moderate continuous exercise on glucose homeostasis and hormone response in patients with type 1 diabetes mellitus using novel ultra-long-acting insulin. PloS One. 2015; 10 (8): e0136489.
31. Shetty VB, Fournier PA, Davey RJ, et al. Effect of exercise intensity on glucose requirements to maintain euglycaemia during exercise in type 1 diabetes. J Clin Endocrinol Metab. 2016; 101 (3): 972–80.
32. Дедов И. И., Шестакова М. В., Майоров А. Ю. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом: клинические рекомендации. 2019; 22 (1S1): 1–144.
33. World Anti-Doping Agency. International standard for therapeutic use exemptions (ISTUE) [cited 2021 Jul 14]. Available from: https://www.wada-ama.org/en/resources/therapeutic-use-exemption-tue/international-standard-for-therapeutic-use-exemptions-istue.
34. Медицинская информация для поддержки решений Комитетов по ТИ. Сахарный диабет [cited 2021 Jul 14]. Доступно по ссылке: //rusada.ru/upload/iblock/688/Диабет%20версия%204.2%20февраль%202020.pdf.
35. Пьянкова Е. Ю., Аншакова Л. А., Пьянков И.А. и др. Современные технологии в управлении сахарным диабетом — непрерывное мониторирование глюкозы и помповая инсулинотерапия. Здравоохранение Дальнего Востока. 2021; 1: 50–55.
36. Hásková A, Radovnická L, Petruželková L, Parkin CG, Grunberger G, Horová E, et al. Is superior to flash glucose monitoring for glucose control in type 1 diabetes: the CORRIDA randomized controlled trial. Diabetes Care. 2020 Nov; 43 (11): 2744–50.
37. Древаль А. В., Шестакова Т. П., Манукян А. А., Брежнева О. Г. Индивидуализированный статистический анализ массива данных непрерывного мониторирования глюкозы. Альманах клинической медицины. 2021; 48 (7): 459–68.
38. Nimri R, Nir J, Phillip M. Insulin pump therapy. American journal of therapeutics. 2020; 27 (1): e30–e41.
39. The Food and Drug Administration. What is the pancreas? What is an artificial pancreas device system? fda.gov [cited 2021 Jul 14]. Available from: https://www.fda.gov/medical-devices/artificial-pancreas-device-system/what-pancreas-what-artificial-pancreas-device-system.
40. Сорокин Д. Ю., Лаптев Д. Н. Некоммерческие системы

введения инсулина в замкнутом контуре. Consilium Medicum. 2020; 22 (4): 27–30.
41. Kenny GP, Stapleton JM, Yardley JE, et al. Older adults with type 2 diabetes store more heat during exercise. Med Sci Sports Exerc. 2013; 45: 1906–14.
42. Carter MR, McGinn R, Barrera-Ramirez J, et al. Impairments in local heat loss in type 1 diabetes during exercise in the heat. Med Sci Sports Exerc. 2014; 46: 2224–33.
43. Fritschi C, Park H, Richardson A, et al. Association between daily time spent in sedentary behavior and duration of hyperglycemia in type 2 diabetes. Biol Res Nurs. 2015.
44. Dempsey PC, Larsen RN, Sethi P, 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: 964–72.
45. Абдирамашева К. С. Глюкокортикоиды и развитие сахарного диабета. Theoretical Applied Science. 2019; 4: 15–19.
46. Бухтин О. В., Рябцев А. С. Оценка влияния психотропных препаратов на развитие эндокринной патологии. Возможности ее профилактики. В сборнике: Современные вопросы морфологии эндокринной системы. Материалы IV межрегиональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под редакцией О.Ю. Патюченко, А.А. Созыкина, М.А. Затолокиной, Г.Н. Суворовой, М.Н. Дмитриева. Казань: Бук, 2020; с. 23–29.
47. Маклакова А. С., Маслова М. В., Граф А. В., Соколова Н. А. Вегетативная нервная система в норме и при патологии. Медиаторы и котрансмиттер. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020; 147 с.
48. FDA revises label of diabetes drug canagliflozin (Invokana, Invokamet) to include updates on bone fracture risk and new information on decreased bone mineral density. 2015 [3/1/16]. Data summary. Available from: http://www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/ucm461449.htm.
49. Столов С. В. Инактивация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. Какой класс препаратов предпочесть? Евразийский кардиологический журнал. 2020; 4: 64–78.
50. Недогода С. В. Диуретики при артериальной гипертензии в свете новых клинических рекомендаций и метаанализов. Российский кардиологический журнал. 2021; 3: 91–94.

References

1. Solberg SR, Land R, Desay E, Ker D. Physical activity and type 1 diabetes: time for a rewire? J Diabetes Sci Technol. 2015; 9: 609–18.
2. Kelly D, Hamilton JK, Riddell MC. Blood glucose levels and performance in a sports cAMP for adolescents with type 1 diabetes mellitus: a field study. Int J Pediatr. 2010.
3. Gomez AM, Gomez C, Aschner P, et al. Effects of performing morning versus afternoon exercise on glycemic control and hypoglycemia frequency in type 1 diabetes patients on sensor-augmented insulin pump therapy. J Diabetes Sci Technol. 2015; 9: 619–24.
4. Caduff A, Lutz HU, Heinemann L, et al. Dynamics of blood electrolytes in repeated hyper- and/or hypoglycaemic events in patients with type 1 diabetes. Diabetologia. 2011; 54: 2678–89.
5. Colberg SR, Yardley JE, Riddell MC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care. 2016; 39 (11): 2065–79.
6. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. J Physiol. 2012; 590: 1077–84.
7. Terada T, Wilson BJ, Myette-Co´te´E, et al. Targeting specific interstitial glycemic parameters with high-intensity interval exercise and fasted-state exercise in type 2 diabetes. Metabolism. 2016; 65: 599–608.
8. Iscoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. Diabet Med. 2011; 28: 824–32.
9. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, et al. Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes Care. 2013; 36 (3): 537–42.
10. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. Curr Sports Med Rep. 2012; 11: 209–16.
11. Turner D, Luzio S, Gray BJ, et al. Impact of single and multiple sets of resistance exercise in type 1 diabetes. Scand. J Med Sci Sports. 2015; 25: 99–109.
12. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, et al. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes Care. 2012; 35: 669–75.
13. Turner D, Luzio S, Gray BJ, et al. Algorithm that delivers an individualized rapid-acting insulin dose after morning resistance exercise counters postexercise hyperglycemia in people with Type 1 diabetes. Diabet. Med. 2016; 33: 506–10.
14. Chtourou H, Souissi N. The effect of training at a specific time of day: a review. J Strength Cond Res. 2012; 26: 1984–2005.
15. Murillo S, Brugnara L, Novials A. One year follow-up in a group of halfmarathon runners with type-1 diabetes treated with insulin analogues. J Sports Med Phys Fitness. 2010; 50: 506–10.
16. Riddell MC, Milliken J. Preventing exercise-induced hypoglycemia in type 1 diabetes using real-time continuous glucosemonitoring and a new carbohydrate intake algorithm: an observational field study. Diabetes Technol Ther. 2011; 13: 819–25.
17. Francescato MP, Stel G, Stenner E, Geat M. Prolonged exercise in type 1 diabetes: performance of a customizable algorithm to estimate the carbohydrate supplements to minimize glycemic imbalances. PLoS One. 2015; 10: e0125220.
18. Adolfsson P, Mattsson S, Jendle J. Evaluation of glucose control when a new strategy of increased carbohydrate supply is implemented during prolonged physical exercise in type 1 diabetes. Eur J Appl Physiol. 2015; 115: 2599–607.
19. Jensen TE, Richter EA. Regulation of glucose and glycogen metabolism during and after exercise. J Physiol. 2012; 590: 1069–76.
20. West DJ, Stephens JW, Bain SC, et al. A combined insulin reduction and carbohydrate feeding strategy 30 min before running best preserves blood glucose concentration after exercise through improved fuel oxidation in type 1 diabetes mellitus. J Sports Sci. 2011; 29: 279–89.
21. Bracken RM, West DJ, Stephens JW, et al. Impact of pre-exercise rapidacting insulin reductions on ketogenesis following running in type 1 diabetes. Diabet Med. 2011; 28: 218–22.
22. Franc S, Daoudi A, Pochat A, et al. Insulin-based strategies to prevent hypoglycaemia during and after exercise in adult patients with type 1 diabetes on pump therapy: the DIABRASPORT randomized study. Diabetes Obes. Metab. 2015; 17: 1150–57.
23. West DJ, Morton RD, Bain SC, et al. Blood glucose responses to reductions in pre-exercise rapid-acting insulin for 24 h after running in individuals with type 1 diabetes. J Sports Sci. 2010; 28: 781–88.
24. Campbell MD, Walker M, Bracken RM, et al. Insulin therapy and dietary adjustments to normalize glycemia and prevent nocturnal hypoglycemia after evening exercise in type 1 diabetes: a randomized controlled trial. BMJ Open Diabetes Res Care. 2015; 3: e000085.
25. Taplin CE, Cobry E, Messer L, et al. Preventing post-exercise nocturnal hypoglycemia in children with type 1 diabetes. J Pediatr. 2010; 157: 784–88. e781.
26. Garg SK, Brazg RL, Bailey TS, et al. Hypoglycemia begets hypoglycemia: the order effect in the ASPIRE in-clinic study. Diabetes Technol Ther. 2014; 16: 125–30.
27. Freckmann G, Pleus S, Haug C, et al. Increasing local blood flow by warming the application site: beneficial effects on postprandial glycemic excursions. J Diabetes Sci Technol. 2012; 6: 780–5.
28. Yardley J, Mollard R, Macintosh A, et al. Vigorous intensity exercise for glycemic control in patients with type 1 diabetes. Can J Diab. 2013; 37: 427–32.
29. Campbell MD, Walker M, Trenell MI, et al. Metabolic implications when employing heavy pre- and post-exercise rapid-acting insulin

reductions to prevent hypoglycaemia in type 1 diabetes patients: a randomised clinical trial. PLoS One. 2014; 9 (5); e97143.
30. Moser O, et al. Effects of high-intensity interval exercise versus moderate continuous exercise on glucose homeostasis and hormone response in patients with type 1 diabetes mellitus using novel ultra-long-acting insulin. PloS One. 2015; 10 (8): e0136489.
31. Shetty VB, Fournier PA, Davey RJ, et al. Effect of exercise intensity on glucose requirements to maintain euglycaemia during exercise in type 1 diabetes. J Clin Endocrinol Metab. 2016; 101 (3): 972–80.
32. Dedov II, Shestakova MV, Majorov AYu. Algoritmy specializirovannoj medicinskoj pomoshhi bol'nym saharnym diabetom: klinicheskie rekomendacii. 2019; 22 (1S1): 1–144.
33. World Anti-Doping Agency. International standard for therapeutic use exemptions (ISTUE) [cited 2021 Jul 14]. Available from: https://www.wada-ama.org/en/resources/therapeutic-use-exemption-tue/international-standard-for-therapeutic-use-exemptions-istue.
34. Meditsinskaya informatsiya dlya podderzhki resheniy Komitetov po TI. Sakharnyy diabet [cited 2021 Jul 14] Available from: https://rusada.ru/upload/iblock/688/Диабет%20версия%204.2%20февраль%202020.pdf.
35. P'jankova EYu, Anshakova LA, Pjankov IA, i dr. Sovremennye tehnologii v upravlenii saharnym diabetom — nepreryvnoe monitorirovanie gljukozy i pompovaja insulinoterapija. Zdravoohranenie Dal'nego Vostoka. 2021; 1: 50–55.
36. Hásková A, Radovnická L, Petruželková L, Parkin CG, Grunberger G, Horová E, et al. Is superior to flash glucose monitoring for glucose control in type 1 diabetes: the CORRIDA randomized controlled trial. Diabetes Care. 2020 Nov; 43 (11): 2744–50.
37. Dreval AV, Shestakova TP, Manukjan AA, Brezhneva OG. Individualizirovannyj statisticheskij analiz massiva dannyh nepreryvnogo monitorirovanija gljukozy. Al'manah klinicheskoj mediciny. 2021; 48 (7): 459–68.
38. Nimri R, Nir J, Phillip M. Insulin pump therapy. American journal of therapeutics. 2020; 27 (1): e30–e41.
39. The Food and Drug Administration. What is the pancreas? What is an artificial pancreas device system? fda.gov [cited 2021 Jul 14]. Available from: https://www.fda.gov/medical-devices/artificial-pancreas-device-system/what-pancreas-what-artificial-pancreas-device-system.
40. Sorokin DYu, Laptev DN. Nekommercheskie sistemy vvedenija insulina v zamknutom konture. Consilium Medicum. 2020; 22 (4): 27–30.
41. Kenny GP, Stapleton JM, Yardley JE, et al. Older adults with type 2 diabetes store more heat during exercise. Med Sci Sports Exerc. 2013; 45: 1906–14.
42. Carter MR, McGinn R, Barrera-Ramirez J, et al. Impairments in local heat loss in type 1 diabetes during exercise in the heat. Med Sci Sports Exerc. 2014; 46: 2224–33.
43. Fritschi C, Park H, Richardson A, et al. Association between daily time spent in sedentary behavior and duration of hyperglycemia in type 2 diabetes. Biol Res Nurs. 2015.
44. Dempsey PC, Larsen RN, Sethi P, 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: 964–72.
45. Abdiramasheva KS. Gljukokortikoidy i razvitie saharnogo diabeta. Theoretical Applied Science. 2019; 4: 15–19.
46. Buhtin OV, Rjabcev AS. Ocenka vlijanija psihotropnyh preparatov na razvitie jendokrinnoj patologii. Vozmozhnosti ee profilaktiki. V sbornike: Sovremennye voprosy morfologii jendokrinnoj sistemy. Materialy IV mezhregional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Pod redakciej O.Ju. Patjuchenko, A.A. Sozykina, M.A. Zatolokinoj, G.N. Suvorovoj, M.N. Dmitrieva. Kazan': Buk, 2020; s. 23–29.
47. Maklakova AS, Maslova MV, Graf AV, Sokolova NA. Vegetativnaja nervnaja sistema v norme i pri patologii. Mediatory i kotransmitter. M.: Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 2020; 147 s.
48. FDA revises label of diabetes drug canagliflozin (Invokana, Invokamet) to include updates on bone fracture risk and new information on decreased bone mineral density. 2015 [3/1/16]. Data summary. Available from: http://www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/ucm461449.htm.
49. Stolov SV. Inaktivacija renin-angiotenzin-al'dosteronovoj sistemy. Kakoj klass preparatov predpochest'? Evrazijskij kardiologicheskij zhurnal. 2020; 4: 64–78.
50. Nedogoda SV. Diuretiki pri arterial'noj gipertenzii v svete novyh klinicheskih rekomendacij i metaanalizov. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. 2021; 3: 91–94.