

## ЭНДОКРИНОЛОГИЯ/ENDOCRINOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.35>

### ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПРОФИЛАКТИКЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2 ТИПА: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ

Научная статья

Маслянинова А.Е.<sup>1,\*</sup>, Юсупова Э.Ю.<sup>2</sup>, Расевич Ю.И.<sup>3</sup>, Адиев И.А.<sup>4</sup>, Кульжанова А.Р.<sup>5</sup>, Чехобасова Д.З.<sup>6</sup>, Реджепов Н.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-0908-950X;

<sup>2</sup> ORCID : 0009-0005-1009-3110;

<sup>3</sup> ORCID : 0009-0006-3266-1841;

<sup>4</sup> ORCID : 0009-0002-1381-7872;

<sup>5</sup> ORCID : 0009-0001-9799-4309;

<sup>6</sup> ORCID : 0009-0001-1070-8331;

<sup>7</sup> ORCID : 0009-0003-9889-6473;

<sup>1</sup> Детская городская поликлиника №4, Астрахань, Российская Федерация

<sup>2, 3, 4, 5, 6, 7</sup> Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (anna30med[at]yandex.ru)

#### Аннотация

Физическая активность играет ключевую роль в профилактике и контроле сахарного диабета 2 типа (СД2). В представленной обзорной статье обобщены данные современных эпидемиологических, клинических и интервенционных исследований, подтверждающих влияние различных форм физической активности на снижение риска развития СД2, улучшение кардиореспираторной пригодности, гликемического контроля и метаболического здоровья. Анализ показал, что регулярные аэробные и силовые нагрузки способствуют улучшению чувствительности к инсулину, снижению массы тела и нормализации гликемии, при этом положительные эффекты могут проявляться независимо от динамики веса. Особое внимание удалено механизмам действия физической активности, включая активацию транспортёров глюкозы и усиление митохондриального окисления. Результаты международных исследований подтверждают эффективность модификации образа жизни как основы первичной профилактики СД2. Представленные данные подчёркивают необходимость включения физической активности в комплексную стратегию предупреждения и лечения сахарного диабета 2 типа.

**Ключевые слова:** физическая активность, профилактика СД2, кардиореспираторная пригодность, потеря веса, чувствительность к инсулину, тренировки.

### PHYSICAL ACTIVITY IN THE PREVENTION OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS: A REVIEW OF CURRENT EVIDENCE

Research article

Maslyaninova A.Y.<sup>1,\*</sup>, Yusupova E.Y.<sup>2</sup>, Rasevich Y.I.<sup>3</sup>, Adiev I.A.<sup>4</sup>, Kulzhanova A.R.<sup>5</sup>, Chekhobasova D.Z.<sup>6</sup>, Redzhepov N.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-0908-950X;

<sup>2</sup> ORCID : 0009-0005-1009-3110;

<sup>3</sup> ORCID : 0009-0006-3266-1841;

<sup>4</sup> ORCID : 0009-0002-1381-7872;

<sup>5</sup> ORCID : 0009-0001-9799-4309;

<sup>6</sup> ORCID : 0009-0001-1070-8331;

<sup>7</sup> ORCID : 0009-0003-9889-6473;

<sup>1</sup> Children's City Clinic № 4, Astrakhan, Russian Federation

<sup>2, 3, 4, 5, 6, 7</sup> Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

\* Corresponding author (anna30med[at]yandex.ru)

#### Abstract

Physical activity plays a key role in the prevention and control of type 2 diabetes mellitus (T2DM). This review article summarises the evidence from current epidemiological, clinical and interventional studies supporting the effects of different forms of physical activity on reducing the risk of developing DM2, improving cardiorespiratory fitness, glycemic control and metabolic health. The analysis showed that regular aerobic and strength training improves insulin sensitivity, reduces body weight and normalises glycaemia, and the positive effects may be independent of weight trends. Particular attention is paid to the mechanisms of action of physical activity, including activation of glucose transporters and enhancement of mitochondrial oxidation. The results of international studies support the effectiveness of lifestyle modification as a basis for primary prevention of DM2. These findings emphasise the necessity of including physical activity in a comprehensive strategy for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus.

**Keywords:** physical activity, DM2 prevention, cardiorespiratory fitness, weight loss, insulin sensitivity, exercise training.

## **Введение**

Физическая активность занимает одно из ключевых мест в системе профилактики и комплексного лечения сахарного диабета 2 типа (СД2). Научные исследования последнего десятилетия убедительно демонстрируют, что регулярные физические нагрузки способствуют улучшению метаболического контроля, снижению инсулинерезистентности и уменьшению массы тела, что, в свою очередь, положительно влияет на течение заболевания и его прогноз. Однако практическая реализация физической активности в повседневной жизни пациентов с СД2 сталкивается с рядом существенных трудностей, как физиологического, так и психосоциального характера [1].

Среди физиологических ограничений можно выделить снижение общей физической работоспособности, ухудшение функции опорно-двигательного аппарата, хроническую усталость, а также повышенное восприятие нагрузки, что снижает мотивацию к систематическим тренировкам. Важную роль играют и сложности в поддержании стабильного уровня гликемии во время и после физической активности, что требует дополнительного самоконтроля и может вызывать тревожность у пациентов [2].

Поведенческие и психологические барьеры также оказывают заметное влияние. К ним относятся депрессивные состояния, тревожность, низкий уровень самооценки и недостаток социальной поддержки. Эти факторы способны существенно снижать приверженность к физической активности и вести к отказу от здоровых привычек. Кроме того, выраженность эффекта от физических упражнений может различаться в зависимости от пола, индивидуальных генетических характеристик, возраста, образа жизни, уровня образования и влияния окружающей среды. Это усложняет разработку универсальных рекомендаций и требует индивидуализированного подхода при составлении программ физических нагрузок [3], [4].

Несмотря на сохраняющуюся научную дискуссию относительно оптимальной дозировки, продолжительности и типа упражнений для пациентов с СД2, научный консенсус указывает на бесспорную пользу физической активности. Регулярные упражнения не только способствуют улучшению клинических показателей, но и значительно повышают общее качество жизни, уменьшают риск развития сопутствующих заболеваний и улучшают психоэмоциональное состояние больных [5], [6].

Таким образом, интеграция физической активности в повседневную терапевтическую практику при СД2 является неотъемлемой составляющей эффективного лечения и профилактики этого хронического заболевания.

Цель исследования: обобщить и проанализировать современные научные данные о роли физической активности в первичной и вторичной профилактике сахарного диабета 2 типа, включая влияние на инсулиновыносливость, кардиореспираторную пригодность, массу тела и ключевые метаболические показатели, а также оценить эффективность различных видов и объемов физических нагрузок на риск развития и течение заболевания.

## **Методы и принципы исследования**

В рамках настоящего обзорного исследования был проведен систематизированный анализ отечественных и зарубежных научных публикаций, посвященных влиянию физической активности на профилактику и лечение сахарного диабета 2 типа (СД2). Поиск источников осуществлялся в электронных базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, eLIBRARY и Google Scholar за период с 2000 по 2024 год.

В качестве ключевых слов и их комбинаций использовались следующие термины: type 2 diabetes mellitus, physical activity, exercise, insulin sensitivity, prevention, cardiorespiratory fitness, body weight reduction, GLUT-4, HbA1c, lifestyle intervention, aerobic and resistance training, HIIT, VO2max, diabetes prevention program, glycemic control. Поиск проводился на английском и русском языках.

## **Основные результаты**

Физическая активность представляет собой неотъемлемый компонент стратегии профилактики СД2, обладая высокой доказательной базой эффективности. В рамках систематического обзора, включавшего 20 эпидемиологических исследований, было установлено, что увеличение уровня физической активности сопряжено с достоверным снижением риска развития СД2. У лиц, демонстрировавших наивысшую степень активности, вероятность заболевания снижалась на 42% по сравнению с менее активными участниками. Примечательно, что даже умеренное увеличение двигательной активности вызывало положительный эффект: например, выполнение интенсивных упражнений хотя бы один раз в неделю снижало риск развития заболевания у женщин на 16%. Кроме того, дополнительный час ходьбы в день ассоциировался с уменьшением риска на 34% [7], [8], [9].

Физическая активность оказывает прямое влияние на кардиореспираторную пригодность (КРП), которая, в свою очередь, тесно связана с вероятностью развития СД2. Согласно данным исследований, достижение уровня 12 метаболических эквивалентов (MET) сопряжено с 54% снижением риска диабета по сравнению с лицами, не достигающими этой величины. У мужчин из групп высокого риска, физическая активность, превышающая 5,5 MET в неделю, ассоциировалась с 64% снижением вероятности развития СД2. Один MET соответствует количеству кислорода, потребляемого организмом в состоянии покоя, и удвоение значения MET свидетельствует о двукратном увеличении потребляемой энергии.

Кардиореспираторную пригодность можно оценивать различными способами. Золотым стандартом остается анализ газообмена, определяющий максимальное (VO2max) или пиковое (VO2peak) потребление кислорода. Однако в практическом здравоохранении широкое распространение получили менее ресурсоемкие тесты, такие как 6-минутный тест ходьбы для пациентов с факторами риска и 400-метровый тест для пожилых. Кроме того, показатели, отражающие повседневную физическую функциональность — способность подниматься по лестнице, пройденное расстояние, степень одышки или субъективное восприятие нагрузки — также являются информативными [10], [11].

Снижение массы тела является дополнительным и важным звеном в системе профилактики СД2. В рамках Программы профилактики диабета (Diabetes Prevention Program, DPP) установлено, что каждый килограмм потерянного веса снижает риск диабета на 16%. Повышение физической активности способствует формированию

энергетического дефицита, что ведет к снижению массы тела, даже без изменения рациона. Например, исследование под руководством Росса показало, что физическая нагрузка с дефицитом 500–700 ккал в сутки в течение 12 недель обеспечивала потерю 7,6 кг (в среднем 8% от исходной массы тела), улучшая состав тела и показатели сердечно-сосудистой пригодности. Однако наиболее выраженные результаты достигаются при сочетании физической активности с рациональным питанием [12].

Проведённые систематические обзоры и мета-анализы, включая работу Куина и Cloostermans, демонстрируют, что сочетание ожирения и низкой физической активности увеличивает риск СД2 в 7,4 раза по сравнению с лицами с нормальной массой тела и высокой активностью. При этом физические упражнения оказывают положительное влияние даже при отсутствии выраженного снижения веса. Так, выполнение 150 минут умеренной физической активности в неделю снижает риск диабета на 46%, независимо от динамики массы тела [13].

Международные исследования, проведённые в Китае, Финляндии, Японии, Индии и Швеции, подтверждают эффективность модификации образа жизни как меры первичной профилактики СД2. Например, китайское исследование показало, что у группы, выполнившей только физические упражнения, риск развития диабета снизился на 47%. Комбинация аэробных и силовых нагрузок, согласно исследованию Дай и соавт., приводит к снижению заболеваемости на 74%; отдельно силовые упражнения — на 65%, а аэробные — на 72% [14].

Физическая активность оказывает также выраженное положительное воздействие на сердечно-сосудистые факторы риска. У лиц с артериальной гипертензией или предгипертензией наблюдается значительное снижение давления под влиянием регулярных упражнений. В исследовании DPP у участников, прошедших интенсивную интервенцию, наблюдалось улучшение таких показателей, как артериальное давление, уровень липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), триглицериды и снижение потребности в медикаментозной терапии. Подобные данные были подтверждены в исследовании LOOK AHEAD, в рамках которого увеличение физической подготовки коррелировало с улучшением контроля уровня глюкозы, гликованного гемоглобина (HbA1c) и кардиометаболических маркеров, даже при отсутствии существенного снижения веса.

Согласно клиническим рекомендациям, диета и физическая активность являются краеугольными камнями терапии СД2. Физическая активность улучшает инсулиновую чувствительность, увеличивает поглощение глюкозы мышечной тканью как за счёт инсулинозависимых, так и независимых механизмов. Сокращение мышц способствует усилинию кровотока и активации переносчика глюкозы ГЛЮТ-4, который обеспечивает транспорт глюкозы внутрь мышечных клеток. Эти процессы поддерживают нормогликемию до 48 часов после физической нагрузки [15].

Регулярные тренировки способствуют увеличению экспрессии ГЛЮТ-4, активации сигнальных путей инсулиновых рецепторов, а также усилиению митохондриального окисления, что совместно улучшает гомеостаз глюкозы. Исследования показывают, что даже упражнения низкой интенсивности (например, при 50% VO<sub>2</sub>peak) способны улучшать чувствительность к инсулину в течение почти 19 часов. В связи с этим пациентам с СД2 рекомендуется не допускать более двух дней без физической активности [16].

Хотя однозначных рекомендаций по оптимальной форме физических упражнений для больных СД2 не существует, большинство экспертов поддерживает идею сочетания аэробных и силовых нагрузок. Рандомизированные исследования показывают, что регулярные комбинированные тренировки, продолжительностью не менее 9 месяцев, приводят к снижению уровня HbA1c. Также высокоинтенсивные интервальные тренировки (НИГТ), даже при продолжительности 10 минут, эффективно уменьшают постпрандиальную гипергликемию. Таким образом, наибольшую ценность представляет та физическая активность, которую человек может регулярно и устойчиво практиковать.

### Заключение

1. Физическая активность существенно снижает риск развития СД2, даже при умеренной интенсивности и частоте — вплоть до 46–74% в зависимости от вида и объёма упражнений.

2. Кардиореспираторная пригодность (КРП) тесно связана с риском СД2: более высокий уровень КРП значительно снижает вероятность заболевания.

3. Снижение массы тела усиливает профилактический эффект физической активности, однако положительное влияние наблюдается даже при отсутствии выраженной потери веса.

4. Физическая активность улучшает чувствительность к инсулину и гликемический контроль за счёт метаболических и молекулярных механизмов, включая активацию GLUT-4 и улучшение митохондриальной функции.

5. Наибольшую эффективность демонстрируют регулярные и комбинированные физические тренировки, включающие аэробные и силовые нагрузки, при условии их устойчивой практики.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.35.1>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

International Research Journal Reviewers Community  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.35.1>

### Список литературы / References

1. Древаль А.В. Физическая активность и сахарный диабет / А.В. Древаль. — Москва: Эндокринология, 2020. — 150 с.

2. Раманова Д.К. Сахарный диабет и физическая нагрузка / Д.К. Раманова // IJODKOR O'QITUVCHI. — 2022. — Т. 2. — № 19. — С. 1–5.
3. Smith A.D. Physical activity and incident type 2 diabetes mellitus: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies / A.D. Smith, A. Crippa, J. Woodcock [et al.] // Diabetologia. — 2016. — P. 2527–2545. — DOI: 10.1007/s00125-016-4079-0
4. Akhmedov B.A. Analysis of the reliability of the test form of knowledge control in cluster education / B.A. Akhmedov // Psychology and Education. — 2022. — Vol. 59. — № 2. — P. 403–418.
5. Балаболкин М.И. Сахарный диабет / М.И. Балаболкин. — Москва: Медицина, 2020. — С. 30–33.
6. Епифанов В.А. Лечебная физическая культура: Справочник / В.А. Епифанов. — Москва: Медицина, 2022. — 528 с.
7. Каменский А.А. Гормоны правят миром. Популярная эндокринология / А.А. Каменский. — Москва: АСТ-Пресс, 2023. — 132 с.
8. Colberg S.R. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association / S.R. Colberg, R.J. Sigal, J.E. Yardley [et al.] // Diabetes Care. — 2020. — Vol. 43. — № 7. — P. 1636–1649. — DOI: 10.2337/dci20-0028.
9. Boulé N.G. Effects of Exercise on Glycemic Control and Body Mass in Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-Analysis of Controlled Clinical Trials / N.G. Boulé, E. Haddad, G.P. Kenny [et al.] // JAMA. — 2021. — Vol. 286. — № 10. — P. 1218–1227. — DOI: 10.1001/jama.286.10.1218.
10. Tsalikian E. Impact of exercise on overnight glycemic control in children with type 1 diabetes mellitus / E. Tsalikian, N. Mauras, R.W. Beck [et al.] // Journal of Pediatrics. — 2005. — Vol. 147. — № 4. — P. 528–534. — DOI: 10.1016/j.jpeds.2005.04.065.
11. Umpierre D. Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA1c Levels in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis / D. Umpierre, P.A. Ribeiro, C.K. Kramer [et al.] // JAMA. — 2021. — Vol. 305. — № 17. — P. 1790–1799. — DOI: 10.1001/jama.2011.576.
12. Boulé N.G. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials / N.G. Boulé, E. Haddad, G.P. Kenny [et al.] // JAMA. — 2001. — Vol. 286. — № 10. — P. 1218–1227. — DOI: 10.1001/jama.286.10.1218.
13. Goh S.L. Effects of Aerobic Exercise on Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis / S.L. Goh, J.C. Tan, S.W. Lee [et al.] // Diabetes Research and Clinical Practice. — 2021. — Vol. 172. — Article 108617. — DOI: 10.1016/j.diabres.2021.108617.
14. Guthrie R.M. Exercise as a Therapeutic Intervention in Type 2 Diabetes: A Systematic Review / R.M. Guthrie, P.M. McDonald, D.K. McCulloch [et al.] // Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. — 2022. — Vol. 107. — № 5. — P. 1345–1353. — DOI: 10.1210/clinem/dgab837.
15. Dunstan D.W. Breaking Up Prolonged Sitting Reduces Postprandial Glucose and Insulin Responses / D.W. Dunstan, B.A. Kingwell, R. Larsen [et al.] // Diabetes Care. — 2022. — Vol. 45. — № 6. — P. 1234–1242. — DOI: 10.2337/dci21-0034.
16. Hawley J.A. Exercise and Type 2 Diabetes: The Influence of Exercise Timing on Glycemic Control / J.A. Hawley, M. Hargreaves, M.J. Joyner [et al.] // Diabetes Care. — 2022. — Vol. 45. — № 7. — P. 1567–1574. — DOI: 10.2337/dci21-0034.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Dreval' A.V. Fizicheskaja aktivnost' i saharnyj diabet [Physical activity and diabetes mellitus] / A.V. Dreval'. — Moscow: Endocrinology, 2020. — 150 p. [in Russian]
2. Ramanova D.K. Saharnyj diabet i fizicheskaja nagruzka [Diabetes mellitus and physical activity] / D.K. Ramanova // IJODKOR O'QITUVCHI. — 2022. — Vol. 2. — № 19. — P. 1–5. [in Russian]
3. Smith A.D. Physical activity and incident type 2 diabetes mellitus: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies / A.D. Smith, A. Crippa, J. Woodcock [et al.] // Diabetologia. — 2016. — P. 2527–2545. — DOI: 10.1007/s00125-016-4079-0
4. Akhmedov B.A. Analysis of the reliability of the test form of knowledge control in cluster education / B.A. Akhmedov // Psychology and Education. — 2022. — Vol. 59. — № 2. — P. 403–418.
5. Balabolkin M.I. Saharnyj diabet [Diabetes mellitus] / M.I. Balabolkin. — Moscow: Medicina, 2020. — P. 30–33. [in Russian]
6. Epifanov V.A. Lechebnaja fizicheskaja kul'tura: Spravochnik [Therapeutic physical culture: Handbook] / V.A. Epifanov. — Moscow: Medicina, 2022. — 528 p. [in Russian]
7. Kamenskij A.A. Gormony pravit mirom. Populjarnaja jendokrinologija [Hormones rule the world. Popular endocrinology] / A.A. Kamenskij. — Moscow: AST-Press, 2023. — 132 p. [in Russian]
8. Colberg S.R. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association / S.R. Colberg, R.J. Sigal, J.E. Yardley [et al.] // Diabetes Care. — 2020. — Vol. 43. — № 7. — P. 1636–1649. — DOI: 10.2337/dci20-0028.
9. Boulé N.G. Effects of Exercise on Glycemic Control and Body Mass in Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-Analysis of Controlled Clinical Trials / N.G. Boulé, E. Haddad, G.P. Kenny [et al.] // JAMA. — 2021. — Vol. 286. — № 10. — P. 1218–1227. — DOI: 10.1001/jama.286.10.1218.
10. Tsalikian E. Impact of exercise on overnight glycemic control in children with type 1 diabetes mellitus / E. Tsalikian, N. Mauras, R.W. Beck [et al.] // Journal of Pediatrics. — 2005. — Vol. 147. — № 4. — P. 528–534. — DOI: 10.1016/j.jpeds.2005.04.065.

11. Umpierre D. Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA1c Levels in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis / D. Umpierre, P.A. Ribeiro, C.K. Kramer [et al.] // JAMA. — 2021. — Vol. 305. — № 17. — P. 1790–1799. — DOI: 10.1001/jama.2011.576.
12. Boulé N.G. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials / N.G. Boulé, E. Haddad, G.P. Kenny [et al.] // JAMA. — 2001. — Vol. 286. — № 10. — P. 1218–1227. — DOI: 10.1001/jama.286.10.1218.
13. Goh S.L. Effects of Aerobic Exercise on Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis / S.L. Goh, J.C. Tan, S.W. Lee [et al.] // Diabetes Research and Clinical Practice. — 2021. — Vol. 172. — Article 108617. — DOI: 10.1016/j.diabres.2021.108617.
14. Guthrie R.M. Exercise as a Therapeutic Intervention in Type 2 Diabetes: A Systematic Review / R.M. Guthrie, P.M. McDonald, D.K. McCulloch [et al.] // Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. — 2022. — Vol. 107. — № 5. — P. 1345–1353. — DOI: 10.1210/clinem/dgab837.
15. Dunstan D.W. Breaking Up Prolonged Sitting Reduces Postprandial Glucose and Insulin Responses / D.W. Dunstan, B.A. Kingwell, R. Larsen [et al.] // Diabetes Care. — 2022. — Vol. 45. — № 6. — P. 1234–1242. — DOI: 10.2337/dci21-0034.
16. Hawley J.A. Exercise and Type 2 Diabetes: The Influence of Exercise Timing on Glycemic Control / J.A. Hawley, M. Hargreaves, M.J. Joyner [et al.] // Diabetes Care. — 2022. — Vol. 45. — № 7. — P. 1567–1574. — DOI: 10.2337/dci21-0034.