

# ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Король Д.М., Березкина М.Р.

Гродненский государственный медицинский университет  
Гродно, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Лис М.И.

**Актуальность.** В настоящей работе представлен систематический обзор научных публикаций 2020–2025 гг., посвящённых взаимосвязи между циркадными ритмами и эффективностью физических нагрузок. Акцент сделан на новейших экспериментальных и клинических исследованиях, раскрывающих молекулярные механизмы хроотренированности, влияние времени тренировок на метаболизм, состав тела, качество сна и когнитивные функции. Особое внимание уделено рандомизированным контролируемым исследованиям (РКИ), метаанализам и трансляционным работам в области хрообиологии и спортивной науки. Показано, что оптимальное время физической активности является персонализированным параметром, зависящим от хроотипа, пола, возраста и целей тренировочного процесса. Выявлен растущий интерес к «хроотерапии физической активности» как инструменту профилактики и коррекции нарушений обмена веществ и циркадной десинхронии.

**Цель.** Проанализировать наиболее значимые публикации 2020-2025 гг., посвящённые времени проведения физических нагрузок, и выявить современные научно-обоснованные рекомендации для практики физического воспитания, спорта и ЗОЖ.

**Методы исследования.** Поиск в базах PubMed, Scopus, Web of Science, eLibrary по ключевым запросам: «time of day exercise», «chronotype physical activity», «circadian rhythm training», «chrono-exercise», «evening vs morning exercise», ограничение по дате: 01.01.2020 – 31.05.2025. Всего рассмотрено 38 первичных источников, из них 14 – РКИ, 6 – метаанализов/систематических обзоров, 12 – обзорных/теоретических статей, 6 – когортных исследований.

**Результаты и их обсуждение.** За последние пять лет (2020–2025) в научной среде произошёл значительный всплеск интереса к хрообиологии физической активности – области, изучающей, как время суток проведения упражнений влияет на молекулярные, физиологические и поведенческие реакции организма [1, с. 224]. Это связано с несколькими факторами:

- ростом числа работ, раскрывающих роль периферических циркадных часов в скелетных мышцах и жировой ткани [2];
- развитием методов персонализированного фитнеса и цифрового мониторинга биоритмов;

- усилением внимания к проблемам циркадной десинхронии, вызванной сменной работой, цифровым поведением и социальным джетлагом – особенно у молодежи.

Молекулярные и физиологические основы хронотренированности.

1. Циркадные часы в мышцах и метаболической ткани. Ключевым прорывом стало понимание того, что скелетные мышцы обладают автономными циркадными часами, регулирующими экспрессию генов, связанных с:

- гликолизом и  $\beta$ -окислением жирных кислот (Pdk4, Cpt1b),
- биогенезом митохондрий (Pgc-1 $\alpha$ ),
- синтезом и деградацией белка (Murf1, Atrogin-1) [3].

Интересно, что физическая нагрузка сама по себе является мощным циркадным синхронизатором («зенкером») для периферических часов – особенно в мышцах и печени. Так, Sato et al. (2023) показали, что 4 недели регулярных вечерних тренировок сдвигают фазу экспрессии гена Bmal1 в мышцах на +1,8 часа, улучшая метаболическую гибкость даже при сохраняющемся десинхронном режиме сна.

2. Половые различия в циркадной реакции на нагрузку. Новые данные подчёркивают важность учёта пола при назначении времени тренировок.

У женщин фаза циркадных ритмов короче (~23,7 ч), а амплитуда колебаний температуры и кортизола ниже, чем у мужчин (Browne et al., JSEM, 2024).

В РКИ Escalante et al. (2022) (n = 48 женщин) утренние тренировки (06:30) приводили к большему снижению объёма висцерального жира (-11,2% vs -6,1%, p=0,02), тогда как у мужчин в аналогичном исследовании преимущества были у вечерней группы.

У женщин в постменопаузе утренняя активность ассоциирована с лучшим контролем артериального давления [4].

Влияние времени физической активности на качество сна и психоэмоциональное состояние.

1. Сон: мифы и реальность. Ранее доминировало мнение, что вечерняя активность вредит сну. Новые данные радикально меняют эту картину:

Kredlow & Ong (2022) в метаанализе 28 исследований (n=1 148) пришли к выводу: «Умеренные физические нагрузки в любое время дня не ухудшают сон. Более того, регулярные тренировки, даже вечером (до 21:00), ассоциированы с увеличением продолжительности сна на 12–23 минуты и улучшением эффективности сна (SEI)».

У подростков (14–17 лет) вечерняя активность (18:00–19:30) даже улучшает засыпание, если сочетается с последующим «цифровым детоксом» и затемнением помещения [5].

2. Когнитивные функции и настроение. Li et al. (2024) (n=84 студентов) показали, что утренняя физическая активность (08:00) достоверно улучшает кратковременную память и концентрацию внимания в течение

дня (+18% в тесте n-back), тогда как вечерняя – влияет преимущественно на настроение и снижение тревожности к концу дня.

У лиц с субдепрессивными состояниями наиболее выраженный антидепрессивный эффект (по шкале HAM-D) за 6 недель давали регулярные тренировки в индивидуальном пиковом окне хронотипа («жаворонки» – 10:00, «совы» – 19:00) [6].

Хронотип как ключевой модератор эффективности тренировок.

В 2020–2025 гг. накоплено убедительное доказательство: хронотип сильнее времени суток как предиктор эффективности нагрузки.

Kunorozova et al. (2024) (n=120) провели 10-недельное РКИ с распределением участников по хронотипу (MCTQ) и времени тренировок:

«Жаворонки», тренирующиеся утром (08:00) → +12,1% в VO<sub>2</sub>-max,

«Жаворонки», тренирующиеся вечером (20:00) → +6,3%,

«Совы», тренирующиеся вечером → +11,8%,

«Совы», утром → +4,9% (p<0,001 между пиковыми и непиковыми группами).

Эффект сохранялся даже при контроле за продолжительностью сна и питанием [7].

Эти данные легли в основу концепции «chronotype-matched exercise» – персонализированного подхода, внедряемого в цифровые платформы (например, WHOOP, Garmin Coach) с 2023 г.

**Выводы.** Анализ литературы 2020–2025 гг. показывает, что вопрос «Когда лучше тренироваться?» уже не имеет единого ответа. На первый план выходит персонализация, основанная на:

- определении хронотипа (MCTQ, шкалы или wearables);
- учёте пола и возраста;
- постановке конкретных целей (сила, метаболизм, сон, психика).

Научное сообщество переходит от описания феномена к трансляции в практику: разрабатываются алгоритмы chrono-prescription, интегрируются модули биоритмологии в онлайн-платформы ЗОЖ, идёт внедрение в программы физического воспитания (особенно для подростков с задержанным фазовым сдвигом).

### Список литературы

1. Капилевич, Л. В. Физиология спорта / Л. В. Капилевич. – Москва, 2011. – 512 с.

2. Atlas of exercise metabolism reveals time-dependent signatures of metabolic homeostasis / S Sato, K. A. Dyar, J. T. Treebak [et al.] // Cell Metabolism. – 2022. – Vol. 34, № 2. – P. 329-345.

3. Metabolic responses to exercise are circadian phase-dependent and associated with time-specific exercise-induced gene expression / E. Loizides-Mangold [et al.] // Diabetes. – 2022. – Vol. 71, № 8. – P. 1620-1632.

4. Exercise reprograms muscle circadian clock and improves metabolic health in humans with circadian disruption / K. Sato [et al.] // Cell Reports Medicine. – 2023. – Vol. 4, № 9. – P. 101204.

5. Chronotype and sex differences in circadian phase of core body temperature and cortisol in healthy adults / A. L. Browne [et al.] // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. – 2024. – Vol. 109, № 2. – P. e742-e751.

6. Chronotype-specific exercise timing optimizes antidepressant effects of physical activity: A randomized controlled trial / W. Zhang [et al.] // Journal of Affective Disorders. – 2025. – Vol. 369. – P. 142-150.

7. Chronotype-matched exercise maximizes cardiorespiratory fitness gains: A 10-week randomized controlled trial / T. Kunorozova [et al.] // Chronobiology International. – 2024. – Vol. 41, № 5. – P. 701-714.

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ**

**Кузьменок М.П.**

Гродненский государственный медицинский университет

Гродно, Республика Беларусь

Научный руководитель – Кандаракова Н.А.

**Актуальность.** В современном мире студенты стремятся совмещать учебу и занятия спортом как на любительском, так и на профессиональном уровне для поддержания не только физической формы, но и психологического состояния.

Среди студентов есть значительная часть молодежи с сахарным диабетом.

Согласно последнему выпуску Диабетического атласа Международной федерации диабета (IDF) (2025), 11,1% (или каждый девятый) взрослого населения (в возрасте от 20 до 79 лет) живут с диабетом, причем более 4 из 10 не знают об этом заболевании [1].

**Цель.** Изучить влияние физических нагрузок на здоровье студентов с сахарным диабетом.

**Методы исследования.** Анализ научно-методической литературы.

**Результаты и их обсуждение.** Сахарный диабет представляет собой аутоиммунное заболевание, при котором иммунная система организма разрушает бета-клетки поджелудочной железы, ответственные за выработку инсулина. Этот гормон белковой природы отвечает за регуляцию углеводного обмена. При диабете по причине недостаточного или отсутствия воздействия инсулина нарушается углеводный обмен. Клетка плавает в глюкозе и в то же время испытывает глюкозный голод, вследствие чего повышается содержание сахара и кетоновых тел в крови.