

УДК 796.33

DOI: 10.53068/25792997-2022.2.6-194

ВЛИЯНИЕ ПРАКТИКИ ГОЛОДАНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНА

*К.м.н., в.н.с. И. В. Кобелькова,
к.м.н., с.н.с М.М. Коростелева,
врач М.С.Кобелькова*

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва;
Российская Федерация, Академия постдипломного образования,
ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, г. Москва, Российская Федерация,
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва,
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва
Поликлиника № 4 Управления делами Президента
Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
E-mail: korostel@bk.ru, Irinavit66@mail.ru

Ключевые слова: голодание, метаболизм жиров, спортсмены, выносливость.

Актуальность исследования: Ограничение энергии является общим фактором для всех форм голодания. Различные практики голодания влияют на компонентный состав и массу тела, физиологические и биохимические показатели, изменяют белковый, липидный и углеводный обмен, а так же связанные с ними гормональные реакции. Показано, что тренировка в состоянии голодания увеличивает скорость окисления жиров в работающих мышцах в большей степени, чем сопоставимые по интенсивности и продолжительности упражнения на фоне своевременного поступления экзогенных углеводов.

Цель и проблемы исследования: изучить на основании данных научных публикаций эффект от применения различных программ голодания в спортивной практике.

Методы и организация исследования. Поиск статей в базах данных PubMed и Cochrane по ключевым словам «голодание», «спортсмены», «окисление жиров», «выносливость» в названии, аннотации и ключевых словах для определения наиболее применяемых диет в период с 2015 по 2021 год у спортсменов, тренирующих выносливость.

Анализ результатов исследования. Наиболее часто в спортивной практике прибегают к следующим формам голодания: прерывистое ограничение

энергетической ценности рациона (Intermittent Energy Restriction, ICR), альтернативное суточное голодание (Alternate day fasting, ADF) и ограниченный по времени прием пищи (Time-Restricted Feeding, TRF) [1, 2, 3].

Прерывистое ограничение энергетической ценности (ЭЦ) рациона (ICR) является самой простой формой голодания и включает в себя отсутствие потребления пищи в течение более 24 часов два или три раза в неделю. При этом в другие дни спортсмен потребляет привычное количество продуктов в традиционном для него режиме. Существует два варианта прерывистого голодания: 2:5 (ограничение ЭЦ два дня в неделю и обычное питание в течение 5 дней) или 3:4 (ограничение ЭЦ в течение 3-х дней в неделю и при регулярном рационе в течение 4 дней). Однако ряд протоколов допускает в разгрузочные дни потребление пищи с энергетической ценностью до 25% (400–600 ккал/сутки) от суточных энергозатрат организма [3, 4].

Программа альтернативного суточного голодания (ADF) включает в себя чередование дней с питанием *ad libitum* (по желанию, лат.) и разгрузочных, потребление пищи в которые составляет 25% от привычных энергозатрат (~ 500 ккал).

Ограниченный по времени прием пищи (TRF) предполагает определенное

количество часов ежедневного голодания. Например: 16/8 (16-ти часовое голодание и 8-ми часовое окно для приема пищи), 18/6 и 20/4.

Существует взаимосвязь между циркадными ритмами организма, режимом питания и тренировок, скоростью метаболических процессов. Поиск методических подходов, направленных на разработку стратегии оптимизации этих факторов в соответствии с индивидуальным хронотипом, позволит в полной мере реализовать адаптационный потенциал, общую и специальную работоспособность спортсмена. Режим питания, набор продуктов и его химическая структура, при которой 65–70% калорийности приходится суммарно на завтрак и обед, улучшает показатели состава тела спортсменов и может повысить эффективность тренировочного процесса.

Основные различия между этими протоколами заключаются в степени ограничения потребления энергии с пищей, длительности голодания в день и частоты разгрузочных дней в неделю. Для альтернативного дневного голодания человек чередует дни с питанием *ad libitum* и разгрузочные дни, которые обычно включают один прием пищи в обеденное время, содержащий до 25% от энергозатрат человека. В большинстве протоколов TRF человек голодает в течение нескольких часов (16–20 ч), а прием пищи происходит

в течение оставшихся часов (4-8 ч) в день. Протоколы голодания на целый день включают полное голодание или серьезное ограничение ЭЦ рациона в течение одного или двух не следующих друг за другом дней в неделю [5]

Физическая нагрузка, выполняемая натошак, может изменять метаболические пути окисления энергетических субстратов в организме, действуя как потенциальный физиологический стимул для усиления кетогенеза, регулируя метаболические, гормональные и воспалительные реакции, стимулируя митохондриальный биогенез и подавляя активность mTOR, а также влияя на компонентный состав тела. Ограничение потребления энергии с пищей /голодание в течение более 12-16 ч/ приводит к метаболическому переключению с углеводов на жиры в качестве основных источников энергии, что вызывает формирование метаболического кетоза, и является индуцирующим фактором окисления жирных кислот. Временное переключение клеточного метаболизма с глюкозы на кетоновые тела стимулирует митохондриальный биогенез и способствует сохранению мышечной массы [6].

При обследовании бегунов на средние дистанции изучали влияние голодания на гормональные, метаболические и воспалительные реакции. Было обнаружено значительное повышение концентраций IL-6, адреналина и норадреналина;

однако все параметры возвращались к исходным уровням через 7 дней после прекращения прерывистого голодания.

Еще одним аспектом прерывистого голодания является его влияние на состав тела спортсменов. Установлено, что ограничение приема пищи (TRF) в режиме «16:8» приводило к достоверному снижению массы тела и относительному содержанию жировой ткани в организме спортсменов, тренирующих выносливость. После 4-недельного применения такого подхода произошло значительное увеличение соотношения пиковой мощности к массе тела, но максимальное потребление кислорода и показатели выносливости не изменились. Однако, в другом исследовании сообщалось о снижении производительности на 25% после прерывистого голодания у бегунов на средние дистанции. Таким образом, программы голодания могут обеспечить некоторые преимущества за счет снижения массы и оптимизации компонентного состава тела, однако эффективность такого вмешательства в отношении показателей выносливости и физической работоспособности требуют дальнейшего изучения.

Потенциальными рисками применения программ голодания у спортсменов, преимущественно тренирующих выносливость, может являться ее снижение, быстрая утомляемость, изменение структуры и качества сна, обезвоживание [7, 8].

Важным фактором риска, вызываемым ограниченным по времени приемом пищи (TRF), является изменение режима сна у спортсменов, которые практикуют тренировки на выносливость. Во время TRF, в отличие от других методик ограничения питания, периоды сна изменяются из-за временной разницы периодов в цикле голодания/приема пищи, тем самым нарушая циркадный ритм сна и бодрствования. Эти изменения могут вызвать общую усталость, снижение настроения, умственной и физической работоспособности у спортсменов, тренирующих выносливость. Исследование 8 спортсменов, выступающих на средних дистанциях, которые продолжали тренироваться во время Рамадана, показало, что TRF влияет на физическую работоспособность, нарушая привычный сон, и на фоне дефицита потребления энергии с пищей усиливает усталость. Другое исследование на велосипедистах показало значительное сокращение продолжительности глубокого и быстрого сна через две недели после начала TRF, хотя общее время сна не изменилось. С другой стороны, исследование на велосипедистах-подростках не сообщило об изменении общего времени сна после TRF. Поскольку сон является одним из основных компонентов для поддержания метаболического здоровья и работоспособности следует тщательно контролировать цикл сна

спортсменов, тренирующих выносливость, и разрабатывать эффективные стратегии сна на этот период [3, 7, 8].

Другим эффектом голодания является ухудшение состояния водного баланса до, во время и после тренировки, что отрицательно воздействует на выносливость спортсменов. Выход к началу соревнований в эугидратированном состоянии является одним из ключевых факторов повышения производительности спортсменов. Кроме того, обеспечение приема адекватного количества жидкости во время физических упражнений, особенно длительных напряженных тренировок, оказывает серьезное влияние на гомеостаз организма. Хотя окисление гликогена может обеспечивать несколько сот миллилитров воды, их все равно недостаточно для удовлетворения потребности организма в жидкости во время марафона, особенно в жарких погодных условиях [9]. Таким образом, недостаточное потребление воды/жидкости из-за голодания может оказать неблагоприятное влияние на здоровье, помимо ущерба для спортивной производительности. Хотя диеты TRF допускают потребление воды и несладкого кофе и чая, они содержат правила, которые запрещают потребление чего-либо во время голодания. Поэтому потребление воды и напитков для поддержания водного баланса у спортсменов, тренирующих

выносливость и применяющих стратегии диеты TRF, должно быть особенно тщательно спланировано.

Степень неблагоприятного воздействия периодов отказа от пищи также варьирует в зависимости от погодных условий во время голодания, тяжести тренировок, длительности тренировочной нагрузки и уровня подготовки спортсменов. Эти факторы и способность спортсменов, тренирующих выносливость, справляться с возникающими метаболическими изменениями, определяют, какими будут их спортивные результаты. Данные свидетельствуют о том, что успех спортсменов, соблюдающих диету ICR, зависит от энергетической ценности рациона и потребления макро- и микроэлементов, а также тренировочной нагрузки, продолжительности и качества сна [9, 10].

Отмечаются выраженные метаболические изменения, происходящие во время голодания. Уровень глюкозы повышается во время приема пищи и остается на высоком уровне в течении 6 часов после еды. Скорость утилизации глюкозы тканями составляет 2 мг/кг/мин в постабсорбционном состоянии. Умеренное снижение уровня глюкозы происходит из-за снижения концентрации инсулина, а также повышения уровня глюкагона на фоне усиления симпатической активности, и как следствия - замедления синтеза печеночного гликогена и гликолиза в

условиях дефицита поступления экзогенных углеводов.

При голодании повышается уровень свободных жирных кислот (СЖК) и кетонов; активация глюконеогенеза из аминокислот, глицерина и кетоновых тел. Голодание снижает уровень циркулирующего инсулина и инсулиноподобного фактора роста-1. В таких условиях СЖК и кетоны являются основными источниками энергии для клеток. Этот переход называется прерывистым метаболическим переключением или переключением Глюкоза-Кетоны (G-to-K). Обратная ситуация, т.е. переключение Кетон-Глюкоза (K-to-G) происходит после приема пищи [3-5].

Жиры являются основными энергетическими субстратами, используемыми во время физических упражнений в условиях голодания, когда уровни глицерина и СЖК в плазме повышаются из-за активации липолиза в адипоцитах. Процесс ускорения окисления жиров активируется глюкагоном и катехоламинами, связывающимися с бета-адренергическими рецепторами, а ингибируется инсулином. В связи с этим, уровни глицерина и СЖК в крови могут служить биомаркерами интенсивности липолиза. Уровень глицерина в плазме крови немного увеличивается при низких уровнях интенсивности физических упражнений, но значительно повышается во время голодания. В период отказа от пищи уровень глицерина может

достигать 8,5 ммоль/кг/мин, а после приема пищи перед тренировкой низкой интенсивности остается на уровне 5,5 ммоль/кг/мин. Аналогичным образом, при низкоинтенсивных упражнениях натощак концентрации СЖК в плазме находится на уровне 0,45 ммоль/л, а после приема пищи снижается до 0,20 ммоль/л. Это объясняется более высокой постпрандиальной концентрацией инсулина непосредственно после приема пищи, что приводит к снижению скорости окисления жиров.

Доказано, что физические упражнения во время голодания увеличивают скорость липолиза в жировой ткани за счет более высоких концентраций адреналина и кортизола в плазме. Эти гормоны стресса взаимодействуют с жировой тканью, вызывая фосфорилирование триглицеридлипазы и гормонально-чувствительных ферментов липазы, что стимулирует липолиз. Тренировки в отсутствие приема пищи приводят к повышению уровня регуляции генов, участвующих в транспорте жирных кислот (транслоказа жирных кислот; карнитин пальмитоилтрансфераза-1) и β окислению (разъединяющий белок 3, АМФ-активированная протеинкиназа) в мышечных волокнах, что усиливает окисление жира в скелетных мышцах. Повышенная скорость окисления жиров при голодании

сохраняется и в состоянии покоя в посттренировочный период (по сравнению с тем же упражнением, выполняемым после приема пищи), что приводит к снижению содержания жировой ткани в организме. Напротив, прием пищи перед тренировкой повышает уровень инсулина (на период до 3-х ч) и может снижать скорость метаболических реакций (транспорт жирных кислот и окисление жиров) во время интенсивной нагрузки [5, 8].

Хотя белковый обмен вносит относительно незначительный вклад в энергообеспечение деятельности при регулярном питании, его доля заметно возрастает при строгом ограничении энергетической ценности рациона. При голодании отмечается повышение концентрации ацилкарнитина и окисленного аминокислотного димера цистина, снижение содержания триптофана в плазме, холинфосфата, гиппуровой кислоты и глицерофосфохолина.

Глюконеогенез является основной причиной потери мышечной ткани у спортсменов.

Результаты исследований различных программ голодания на массу и компонентный состав тела противоречивы вплоть до отсутствия существенных изменений, что обусловлено влиянием неучтенных факторов (разной длительности интервалов голодания, полом, возрастом, уровнем подготовки и вида спорта).

Существует лишь ограниченное число исследований о влиянии голодания на показатели выносливости спортсменов, результаты которых также отличаются неоднозначностью.

Аэробные упражнения и голодание являются двумя эффективными стратегиями увеличения липолиза в жировой и мышечной ткани, приводящими к уменьшению количества жировой массы тела. Это представляется особенно актуальным для спортсменов, вынужденных контролировать массу и оптимизировать компонентный состав тела для достижения профессиональных преимуществ и спортивной результативности.

Жиры и углеводы являются важнейшими энергетическими субстратами для синтеза АТФ в скелетных мышцах при аэробном метаболизме. Продолжительность упражнений лимитируется скоростью метаболизма в скелетных мышцах, зависящей от доступности кислорода и относительно ограниченных запасов гликогена. Усталость возникает тогда, когда скорость метаболизма жиров недостаточна для удовлетворения потребностей в энергии. Для отдаления момента наступления усталости, спортсмены могут использовать оптимизированный режим метаболической тренировки к соревновательным мероприятиям длительностью

более 2 часов, направленный на увеличение накопления гликогена и усиление окисления жиров [5, 6, 8].

Тренировка на выносливость во время голодания представляет собой особый подход, направленный на повышение адаптации путем увеличения окисления жиров во время упражнений и улучшение физических показателей в долгосрочной перспективе.

Голодание снижает уровень циркулирующего инсулина и увеличивает распад печеночного гликогена, предполагая, что тренировка выносливости в это время приводит к большему использованию жира по сравнению с тем, когда спортсмен принял пищу.

Выводы. Эти результаты подтверждают концепцию о том, что выполнение тренировок на выносливость во время голодания увеличивает окисление жиров и способствует долгосрочной адаптации, которая полезна для общего состояния здоровья и благополучия. Следует отметить, что запасы гликогена в печени в основном истощаются после периодов голодания, в случае если спортсмены не потребляют экзогенные углеводы. Дисрегуляция метаболизма глюкозы и гипогликемия также могут возникать при длительных физических нагрузках. Однако регулярные физические упражнения в моменты голодания могут вызывать специфические физиологические реакции

адаптации для улучшения гомеостаза глюкозы несмотря на ограниченную доступность печеночного гликогена. Таким образом, достаточно большая часть спортсменов, тренируют выносливость в

состоянии голодания (натошак) после ночного сна, надеясь увеличить производительность, изменив вид преимущественного энергетического субстрата.

📖 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобелькова И.В., Коростелева М.М., Кобелькова М.С., Роль времени приема пищи в организации питания спортсменов. III Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы и поиск инновационных подходов в спортивной медицине и реабилитации», Узбекистан, Ташкент, 10-11 ноября ISSN 2181-988 X2021#3 с. 165-166

2. Кобелькова И.В., Коростелева М.М., Кобелькова М.С., Никитюк Д.Б., Хронопитание как инструмент оптимизации адаптационного потенциала спортсменов //Современные вопросы биомедицины - 2022, Т. 6 (1) — DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_6

3. Zouhal H, Saeidi A, Salhi A, et al. Exercise Training and Fasting: Current Insights. Open Access J Sports Med. 2020;11:1-28. Published 2020 Jan 21. doi:10.2147/OAJSM.S224919

4. Longo VD, Panda S. Fasting, circadian rhythms, and time-restricted feeding in healthy lifespan. Cell Metab. 2016;23(6):1048–1059. doi:10.1016/j.cmet.2016.06.001

5. Devrim-Lanpir A, Hill L, Knechtle B. Efficacy of Popular Diets Applied by Endurance Athletes on Sports Performance: Beneficial or Detrimental? A Narrative Review. Nutrients. 2021;13(2):491. Published 2021 Feb 2. doi:10.3390/nu13020491

6. Tinsley GM, La Bounty PM. Effects of intermittent fasting on body composition and clinical health markers in humans. Nutr Rev. 2015;73(10):661–674. doi:10.1093/nutrit/nuv041

7. Stockman M-C, Thomas D, Burke J, Apovian CM. Intermittent fasting: is the wait worth the weight? Curr Obes Rep. 2018;7(2):172–185. doi:10.1007/s13679-018-0308-9

8. Trepanowski JF, Kroeger CM, Barnosky A, et al. Effect of alternate-day fasting on weight loss, weight maintenance, and cardioprotection among metabolically healthy obese adults: a randomized clinical trial. JAMA Intern Med. 2017;177(7):930–938. doi:10.1001/jamainternmed.2017.0936

9. Cherif A, Roelands B, Meeusen R, Chamari K. Effects of intermittent fasting, caloric restriction, and Ramadan intermittent fasting on cognitive performance at rest and during exercise in adults. Sports Med. 2016;46(1):35–47. doi:10.1007/s40279-015-0408-6

10. Trepanowski JF, Kroeger CM, Barnosky A, et al. Effects of alternate-day fasting or daily calorie restriction on body composition, fat distribution, and circulating adipokines: secondary analysis of a randomized controlled trial. Clin Nutr. 2018;37(6):1871–1878. doi:10.1016/j.clnu.2017.11.018

ԾՈՍԱՊԱՀՈՒԹՅԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԱՐԶԻԿՆԵՐԻ ԱՌՈՂՋՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՇԽԱՏՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

**Բ.գ.թ., առաջատար գիտաշխատող Ի.Վ Կոբելկովա,
բ.գ.թ., ավագ գիտաշխատող Մ.Մ. Կորոսպեյլովա,
բժիշկ Մ.Ս. Կոբելկովա**

ԳԴՊԲՀ (Գիտության դաշնային պետական բյուջետային հաստատություն),
«Սնուցում և կենսատեխնոլոգիա» ԴՀԿ (Դաշնային հետազոտական կենտրոն),
Մոսկվա, Ռուսաստանի Դաշնություն,
Հետդիպլոմային կրթության ակադեմիա,
ԴՀԿԿ (Դաշնային հետազոտական և կլինիկական կենտրոն),
ԳԴՊԲՀ, ԴԲԿԳ (Դաշնային բժշկական և կենսաբանական գործակալություն),
Մոսկվա, Ռուսաստանի Դաշնություն,
ԳԴՊԲՀ «Սնուցում և կենսատեխնոլոգիա» ԴՀԿ,
ԴԴԻՈՒՀ (Դաշնային պետական ինքնավար ուսումնական հաստատություն),
Ռուսաստանի ժողովուրդների բարեկամության համալսարան,
Մոսկվա, Ռուսաստանի Դաշնություն,
Նախագահի աշխատակազմի թիվ 4 պոլիկլինիկա,
Մոսկվա, Ռուսաստանի Դաշնություն

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Առանցքային բառեր: Ծոմապահություն, ճարպային նյութափոխանակություն, մարզիկներ, դիմացկունություն:

Հետազոտության նպատակը և խնդիրները: Գիտական հրատարակումների տվյալների հիման վրա ուսումնասիրել սպորտային պրակտիկայում ծոմապահության տարբեր ծրագրերի կիրառման ազդեցությունը:

Ուսումնասիրության մեթոդները և կազմակերպումը: Հետազոտության մեթոդներն են՝ գիտամեթոդական գրականության ուսումնասիրումը և վերլուծությունը: PubMed-ի և Cochrane-ի տվյալների բազաներում որոշել 2015-ից մինչև 2021 թվականն առավել օգտագործվող դիետաները՝ դիմացկունություն պահանջող մարզաձևերում:

Հետազոտության արդյունքների վերլուծություն: Դիետայի էներգիայի արժեքի ապահովումը, որը համարժեք է էներգիայի փաստացի սպառմանը և մարզիկների անհատական կարիքներին, կարևորագույն սկզբունք է մարզիկի օպտիմալ հարմարողական ներուժի, բարձր աշխատունակության պահպանման համար: Պետք է հիշել, որ սննդի հետ էներգիայի ընդունման շտկումը՝ մարմնակազմության վրա ազդելու նպատակով, կարող է հանգեցնել հնարավոր բացասական հետևանքների: Էներգիայի սահմանափակումը սովորական գործոն է ծոմապահության ձևերում: Տարբեր ծոմապահության պրակտիկաներ ազդում են մարմնի կառուցվածքի և մարմնի քաշի, ֆիզիոլոգիական և կենսաքիմիական պարամետրերի վրա, փոխում են սպիտակուցների, լիպիդների և գլյուկոզայի նյութափոխանակությունը և հարակից հորմոնալ ռեակցիաները: Ապացուցված է, որ սովի վիճակում մարզվելն ավելի է մեծացնում ճարպի օքսիդացման արագությունն աշխատող մկաններում, քան ինտենսիվությամբ և տևողությամբ վարժությունները, որոնք համեմատելի են էկզոգեն ածխաջրերի բավարար մատակարարման ֆոնի վրա:

Համառոտ եզրակացություն: Այնուամենայնիվ, ծոմապահության սննդակարգը կարող է առաջացնել հատուկ ֆիզիոլոգիական հարմարողականություններ՝ գլյուկոզայի հոմեոստազը հեշտացնելու համար՝ չնայած լյարդի գլիկոգենի սահմանափակ հասանելիությանը: Այսպիսով՝ շատ մարզիկներ իրենց մարզումները կատարում են գիշերային ծոմապահությունից հետո՝ հուսալով բարձրացնել կատարողականությունը՝ փոխելով օքսիդատիվ սուբստրատի տեսակը:

. IMPACT OF FASTING ON THE HEALTH AND PERFORMANCE OF THE ATHLETE

PhD of Medicine, Leading Researcher I.V.Kobelkova,

PhD of Medicine, Senior Researcher M.M. Korosteleva,

Doctor M.S.Kobelkova

Federal State Budget Institution of Science (FSBIS)

Moscow, Russian Federation,

FRCC (Federal Research and Clinical Center), FSBIS,

FMBA (Federal Medical and Biological Agency)

Moscow, Russian Federation,

FSBIS "Nutrition and Biotechnology" FRC,

FSAEI (Federal State Autonomous Educational Institution),

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation,

Polyclinic No. 4 of the Presidential Executive Office,

Moscow, Russian Federation

SUMMARY

Keywords: fasting, fat metabolism, athletes, endurance.

The aim of the research is to reveal the effect of various fasting programs in sports practice based on scientific publications.

The research methods and organization involve search of articles in the PubMed and Cochrane databases for the keywords "fasting", "athletes", "fat oxidation", "endurance" in the title, abstract and keywords to determine the most used diets over the period from 2015 to 2021 year for athletes engaged in endurance training.

The analysis of research results highlights the fact of ensuring the energy value of the diet, adequate to the actual energy consumption and individual needs of athletes, as an important principle for maintaining the optimal adaptive potential and high professional performance of an athlete. It's worth mentioning that the correction of energy intake with food in order to influence the mass and component composition of the body can lead to possible negative consequences. Energy restriction is a common factor in various forms of fasting. Various fasting practices affect the component composition and body weight, physiological and biochemical parameters, change protein, lipid and glucose metabolism and related hormonal reactions. Recent evidences suggest that training in a state of hunger increases the rate of fat oxidation in working muscles to a greater extent than exercises

comparable in intensity and duration against the background of a sufficient supply of exogenous carbohydrates.

Conclusions. Regular fasting exercise may induce specific physiological adaptations to facilitate glucose homeostasis despite limited hepatic glycogen availability. Thus, many endurance athletes perform their training after an overnight fast, hoping to increase performance by changing the type of oxidative substrate.

Հոդվածն ընդունվել է 01.02.2022-ին:

Ուղարկվել է գրախոսման՝ 02.02.2022-ին: