

УДК 796.034.6

**А.С. САМОЙЛОВ¹, Н.В. РЫЛОВА¹, А.Б. КОЖОКАРУ¹, А.В. ЖОЛИНСКИЙ², В.И. ПУСТОВОЙТ¹,
М.С. КЛЮЧНИКОВ¹, С.Е. НАЗАРЯН¹**¹Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва²Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, г. Москва

Нарушение циркадных ритмов у спортсменов и возможности коррекции

Контактная информация:

Рылова Наталья Викторовна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией спортивной нутрициологии Центра спортивной медицины и реабилитации**Адрес:** 123098, г. Москва, ул. Живописная, д. 46, **тел.:** +7-917-397-33-93, **e-mail:** rilovanv@mail.ru

Трансмеридиональное перемещение и соответствующее изменение времени часового пояса сопровождается синдромом комплексом десинхронизации. Острый десинхронизм у спортсменов проявляется выраженными нарушениями ритма «сон-бодрствование» и вегетососудистыми сдвигами. Это может приводить к существенному снижению функциональной готовности спортсменов и временной невозможности полноценной работы в новых условиях. Аналогично перемещение в область с непривычным климатом также приводит к развитию адаптивных реакций, снижающих функциональные возможности. Существует несколько лечебных стратегий, уменьшающих последствия смены часовых поясов на нормальный циркадный цикл. Но для разработки конкретных рекомендаций по коррекции десинхронизации у спортсменов необходимо провести дополнительные исследования.

Ключевые слова: спортсмены, джетлаг, десинхронизация, мелатонин, циркадный ритм.

(Для цитирования: Самойлов А.С., Рылова Н.В., Кожокару А.Б., Жолинский А.В., Пустовойт В.И., Ключников М.С., Назарян С.Е. Нарушение циркадных ритмов у спортсменов и возможности коррекции. Практическая медицина. 2021. Т. 19, № 1, С. 62–65)

DOI: 10.32000/2072-1757-2021-1-62-65

**A.S. SAMOYLOV¹, N.V. RYLOVA¹, A.B. KOZHOKARU¹, A.V. ZHOLINSKIY², V.I. PUSTOVOIT¹,
M.S. KLYUCHNIKOV¹, S.E. NAZARYAN¹**¹Federal Medical Biophysical Center named after A. I. Burnazyan of FMBA of Russia, Moscow²Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the FMBA of Russia, Moscow

Circadian rhythms disorders in athletes and possibilities for their correction

Contact details:

Rylova N.V. — MD, Professor, Head of the Laboratory of Sports Threpsology**Address:** 46 Zhivopisnaya St., Moscow, Russian Federation, 123098, **tel.:** +7-917-397-33-93, **e-mail:** rilovanv@mail.ru

Transmeridional movement and the corresponding change in the time zone are accompanied by a syndrome complex, which is called acute desynchronization. Acute desynchronization is manifested in athletes by pronounced disturbances of the sleep-wake rhythm and vegetative-vascular shifts. This can lead to a significant decrease in functional readiness of athletes and their temporary inability to fully work in the new environment. Similarly, moving to an area with an unusual climate also leads to the development of adaptive responses that reduce functionality. There are several therapeutic strategies to counteract the detrimental effects of jet lag on the normal circadian cycle. More research is needed to develop specific treatment recommendations for athletes.

Key words: athletes, jetlag, desynchronization, melatonin, circadian rhythm.

(For citation: Samoylov A.S., Rylova N.V., Kozhokaru A.B., Zholinskiy A.V., Pustovoyt V.I., Klyuchnikov M.S., Nazaryan S.E. Circadian rhythms disorders in athletes and possibilities for their correction. Practical medicine. 2021. Vol. 19, № 1, P. 62–65)



Спортсменам всего мира необходимо совершать дальние трансмеридиональные перелеты для участия в соревнованиях. Циркадным ритмам человека требуется значительное время, чтобы приспособиться к новым условиям. Симптомы смены часовых поясов могут включать: нарушение сна, дневную усталость, желудочно-кишечные расстройства, снижение работоспособности и др. Научные данные о влиянии смены часовых поясов фокусируются в значительной степени на результатах исследований, полученных при моделировании путешествий [1–5]. Данная ситуация обусловлена отсутствием хорошо спланированных исследований в реальных поездках. Последние являются дорогостоящими, трудно контролируемыми и сложными в контексте наблюдения за спортсменами. Из-за ряда ограничений большая часть литературы отражает исследования, не связанные со спортсменами [6–8]. Несмотря на то, что моделируемое путешествие и фактическое путешествие нельзя напрямую сравнивать, лабораторные исследования предоставляют ценную информацию, которую можно использовать для разработки последующей тактики.

Нормальный циркадный ритм человека

Смена часовых поясов, которую часто считают банальным неудобством, на самом деле является серьезной проблемой расстройства сна и других функций организма [9]. Несмотря на свою ограниченную продолжительность, джетлаг (десинхроноз, вызванный сменой часовых поясов при авиаперелете) может иметь пагубные последствия для здоровья. Это происходит за счет нарушения циркадного ритма вследствие быстрого перехода между часовыми поясами, что приводит к асинхронности между местным временем и циркадными часами человека. Внутренние сигналы бодрствования и сна нарушаются из-за несоответствия с локальным циклом света и темноты.

Циркадный ритм человека зависит от секреции мелатонина и связан с изменениями внутренней температуры тела. Во время нормальной циркадной фазы тусклый свет вызывает повышение уровня мелатонина, примерно за 2 ч до наступления обычного сна. На рассвете уровень мелатонина снижается, и это способствует пробуждению. Естественный яркий свет — самый мощный модификатор циркадного цикла. После длительного перелета изменения цикла свет-темнота не происходят мгновенно. В результате внутренние циркадные часы по-прежнему устанавливаются на исходное время начала путешествия. Адаптация к новому часовому поясу может занять несколько дней.

Обращает на себя внимание, что выраженность десинхроноза зависит от количества пройденных часовых поясов. В отсутствие специального лечения естественный циркадный ритм подстраивается к местному времени примерно на 1 часовой пояс в день для путешествий на восток и на 1,5 часовых пояса в день — для путешествий на запад [10–12]. Влияние направления движения объясняется внутренним циклом биологических часов, который превышает 24 ч. Поэтому для организма человека гораздо удобнее удлинить день, чем сократить его. Таким образом, легче двигаться на запад, чем на восток.

Толерантность к смещению циркадных фаз варьируется у разных людей и снижается с возрастом. Кроме того, ряд факторов, такие как время года, погода и уровень активности путешественника, также

влияют на скорость синхронизации. Для коррекции циркадных часов очень важно местное освещение. Преднамеренное воздействие яркого света в дневное время может ускорить процесс. Рекомендуется использовать яркое освещение вечером после путешествия на запад и утром — после путешествия на восток. Это может быть полезно, когда человек пересекает до восьми часовых поясов в пути. Избегать яркого света может быть полезно в обстоятельствах, когда были пересечены восемь или более часовых поясов. Еще одним фактором, повышающим утомляемость, является потерянное время сна во время путешествия. Ночная поездка вызывает наибольшую потерю сна, хотя ее можно несколько уменьшить, если пассажир сидит в первом классе (с возможностью полностью откинуться назад). Тем не менее симптомы смены часовых поясов не исчезнут, пока циркадные часы не будут повторно синхронизированы в пункте назначения [13]. Таким образом, трансмеридиональное перемещение и соответствующее изменение поясного времени сопровождается синдромом комплексом десинхроноза. Острый десинхроноз проявляется выраженными нарушениями ритма «сон-бодрствование» и вегетососудистыми сдвигами. Это может приводить к существенному снижению функциональной готовности и временной невозможности полноценной работы спортсмена в новых условиях. Аналогично перемещение в область с непривычным климатом также приводит к развитию адаптивных реакций, снижающих функциональные возможности. Происходит сдвиг суточных ритмов активности и покоя, бодрствования и сна, которые десинхронизированы по времени с суточными ритмами физиологических процессов.

Адаптация к новым условиям проходит по трем стадиям. Первая стадия — начальная (2–4 суток), когда нарушаются суточные ритмы основных процессов жизнедеятельности процессов (ЧСС, температура тела, скорость проведения возбуждения по нервным волокнам, физическая работоспособность, артериальное давление, концентрация гемоглобина и т. д.). Вторая стадия (до 7–10 дней) — активная перестройка психофизиологических функций, когда у большинства спортсменов могут постепенно исчезать ранее развившиеся нарушения сна, аппетита, настроения, самочувствия. Показатели функционирования состояния нервно-мышечной системы (в особенности вегетативных функций) и физическая работоспособность повышаются, но возможно обострение хронических заболеваний. Третья стадия (более 10 дней) характеризуется стабилизацией психофизиологических функций. На этой стадии чаще уже наступает психологический комфорт, относительная стабилизация нового суточного ритма большинства физиологических процессов, хотя по ряду показателей (потребление кислорода, температура тела), особенно после мышечной работы, еще возможно проявление ритма постоянного места жительства.

Возможности коррекции десинхронозов

Немедикаментозные методы

Данные некоторых исследований свидетельствуют о том, что физические упражнения могут оказывать воздействие, сравнимое по эффекту с ярким светом. В четырех исследованиях, посвященных спортсменам [14–17], было доказано, что физическая активность позитивно влияет на состояние атлетов после трансмеридионального полета. Но



время тренировки имеет определяющее значение. Только два исследования были проведены на основе реальных авиаперелетов. Монтарули А. с соавт. [14] сообщают, что использование упражнений средней интенсивности перед 9-часовым полетом на запад через шесть часовых поясов от Милана для участия в Нью-Йоркском марафоне оказало значительное влияние на сон и адаптацию циркадной системы после путешествия. В частности, вечерняя тренировка (с 19:00 до 21:00) за 5 дней до полета привела к улучшению качества сна в первую и вторую ночь после полета по сравнению с утренней тренировкой (с 07:00 до 09:00) или ее отсутствием. Существенных различий в субъективных симптомах смены часовых поясов между группами не выявлено.

Кардинали Д. с соавт. [15] подвергли группу профессиональных футболистов-мужчин, путешествующих на запад от Буэнос-Айреса до Токио, комбинированному влиянию 3 мг мелатонина, воздействию солнечного света и физическим упражнениям для облегчения циркадной адаптации. У испытуемых футболистов период ресинхронизации был значительно короче ($2,13 \pm 0,88$ дня), чем ожидаемые 6 дней после 12-часовой смены часового пояса. Однако, учитывая то, что воздействие было комбинированным, трудно определить вклад упражнений в циркадную адаптацию.

Сохранение сна — важная стратегия управления сменой часовых поясов. Использование дневного сна изучалось в рандомизированных клинических исследованиях [18, 19]. Полученные данные свидетельствуют о том, что использование дневного сна для уменьшения симптомов смены часовых поясов оказывает положительное действие. В исследовании, проведенном специально со спортсменами, Е. Петит с соавт. доказали, что 20-минутный сон между 08:00 и 09:00 после смоделированного 5-часового сдвига может уменьшить десинхроноз и привести к повышению когнитивных возможностей. Однако в этом же эксперименте не было представлено никаких изменений физических характеристик или облегчения десинхроноза после 20-минутного сна после обеда [18]. Новые стратегии часто используют дневной сон во время путешествий или для устранения смены часовых поясов, оценивается влияние комбинированных методов. В одном исследовании [19] изучалось влияние комбинированного вмешательства (диафрагмальное дыхание и методики релаксации) на улучшение сна, настроения и работоспособности после быстрого сдвига часового пояса на 10 ч на восток (из Швеции в Австралию). Данные исследования свидетельствуют об отсутствии изменений сна, настроения или работоспособности. В целом, необходимо отметить, что изучения десинхронозов у спортсменов во время трансмеридионального путешествия и после него ограничены и требуют дальнейшего изучения.

Воздействия света является важным сигналом для перестройки циркадного ритма. Чтобы компенсировать любое отклонение от 24-часового цикла, при воздействии утреннего света часы переводятся на более раннее время, а при вечернем освещении — на более позднее. Ночью разделение фазовых задержек (вечерняя реакция и фазы утренней реакции) уменьшается. Поскольку люди обычно спят в темноте с закрытыми глазами, время сна само по себе не синхронизирует ритм. Сон временно прекращает воздействие света, тем самым помогая в модуляции циркадных часов. Когда

самолет приземляется в пункте назначения, время и интенсивность света имеют решающее значение для настройки внутренних часов. На сегодняшний день только в двух исследованиях, посвященных спортсменам [19, 20], изучали влияние света на восстановление после смены часовых поясов. Полученные результаты свидетельствуют о более быстрой ресинхронизации на фоне светотерапии. Но эти данные также были частью многофакторного воздействия, что затрудняет выводы о конкретном влиянии.

Предполагается, что питание (время приема пищи / состав) обладает многообещающим влиянием на адаптацию циркадной системы. К сожалению, исследования с участием спортсменов не проводились. В ряде исследований [21–23] была предоставлена возможность использовать Аргоннскую диету за 4 дня до трансмеридионального перелета и по возвращении домой. Участники эксперимента, придерживающиеся Аргоннской диеты, сообщали о меньшем количестве симптомов смены часовых поясов. Аргоннская диета состоит из 4 дней, чередующихся между полноценными приемами пищи (днями без ограничения калорий: богатый белками завтрак и обед, богатый углеводами ужин) и низкокалорийными днями (< 800 ккал/день). Следующим важным условием Аргоннской диеты является время приема пищи. Начиная с первого дня диетотерапии, следует принимать пищу не тогда, когда привыкли, а тогда, когда это делают в пункте назначения. Данная диетическая стратегия хорошо согласуется с текущими проверенными рекомендациями по спортивному питанию и может быть полезной для спортсменов.

Фармакологические возможности

В настоящее время существует мало доказательств, подтверждающих положительные эффекты экзогенного мелатонина для ускорения ресинхронизации у спортсменов [19, 24]. В одном исследовании [19] приводятся данные, что введение мелатонина сокращает время ресинхронизации циркадной системы после дальних путешествий. Другое исследование [24] содержит противоречивые результаты. Ни в одной из указанных работ не было контрольной группы, и размеры выборки были небольшими. Необходимы более крупные исследования с контрольными группами.

Седативные препараты: только в одном исследовании [25] принимали участие спортсмены. Изучали бензодиазепины (темазепам) в качестве возможного воздействия после путешествия. Экспериментальная группа была неоднородной, и включала как спортсменов, так и вспомогательный персонал. Специализированного изучения снотворных средств короткого действия (например, золпидема, зопиклона) для спортсменов нет.

Стимуляторы: исследований по спортсменам нет. В литературных источниках приводятся результаты четырех хорошо спланированных работ [26–29]. В одном большом исследовании армодафинала [26] были получены многообещающие результаты. В трех небольших исследованиях [27–29] сообщается об улучшении физической работоспособности, ресинхронизации гормонального ритма и улучшении сна после своевременного приема кофеина.

Аналоги мелатонина: в литературных источниках приводятся три хорошо спланированных рандомизированных клинических исследования [30–32] по изучению тазимелтеона. Сообщается об уменьше-



нии симптомов смены часовых поясов при использовании всех аналогов, но была выявлена зависимость от дозы и времени применения. Правильное введение аналогов мелатонина может быть ценным методом лечения для смены часовых поясов, но для подтверждения необходимы исследования со спортсменами.

Таким образом, джетлаг — распространенная и недооцененная медицинская проблема, которая может по-разному влиять на двигательную и когнитивную деятельность человека. Поскольку международные путешествия становятся все более распространенными среди профессионалов, нарушение биоритмов требует серьезного медицинского подхода. Существует несколько лечебных стратегий, чтобы уменьшить последствия смены часовых поясов. Чтобы выработать конкретные рекомендации по лечению, необходимо провести дополнительные исследования.

Рылова Н.В.

<https://orcid.org/0000-0002-9248-6292>

ЛИТЕРАТУРА:

1. Janse van Rensburg D.C., Jansen van Rensburg A., Schwellnus M.P. Coping with jet lag and protecting athlete health when travelling // *Aspetar Sports Med J.* — 2019. — Vol. 8. — P. 214–222.
2. Samuels C.H. Jet lag and travel fatigue: a comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams // *Clin J Sport Med.* — 2012. — Vol. 22. — P. 268–273.
3. Arendt J. Managing jet lag: some of the problems and possible new solutions // *Sleep Med Rev.* — 2009. — Vol. 13. — P. 249–256.
4. Reilly T., Waterhouse J., Edwards B. Some chronobiological and physiological problems associated with long-distance journeys // *Travel Med Infect Dis.* — 2009. — Vol. 7. — P. 88–101.
5. Waterhouse J., Reilly T., Atkinson G. et al. Jet lag: trends and coping strategies // *The Lancet.* — 2007. — Vol. 369. — P. 1117–1129.
6. Bin Y.S., Postnova S., Cistulli P.A. What works for jetlag? A systematic review of non pharmacological interventions // *Sleep Med Rev.* — 2019. — Vol. 43. — P. 47–59.
7. Herxheimer A., Petrie K.J. Cochrane Common Mental Disorders Group. Melatonin for the prevention and treatment of jet lag // *Cochrane Database Syst Rev.* — 2002. — Vol. 30.
8. Youngstedt S.D., Kline C.E., Elliott J.A. et al. Circadian phase-shifting effects of bright light, exercise, and bright light+ exercise // *J Circadian Rhythms.* — 2016. — Vol. 14.
9. Khalsa S.B., Jewett M.E., Cajochen C., Czeisler C.A. A phaseresponse curve to single bright light pulses in human subjects // *J Physiol.* — 2003. — Vol. 549. — P. 945–952.
10. Waterhouse J., Reilly T., Atkinson G., Edwards B. Jet lag: Trends and coping strategies // *The Lancet.* — 2007. — Vol. 369. — P. 1117–1129.
11. American Academy of Sleep Medicine. International Classification of Sleep Disorders. 3rd ed. — Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine, 2014.
12. Takahashi T., Sasaki M., Itoh H., Sano H., Yamadera W., Ozone M. et al. Re-entrainment of circadian rhythm of plasma melatonin on an 8-h eastward flight // *Psychiatry Clin Neurosci.* — 1999. — Vol. 53. — P. 257–260.
13. Thornton H.R., Miller J., Taylor L., Sargent C., Lastella M., Fowler P.M. et al. Impact of short-compared to long-haul international travel on the sleep and wellbeing of national wheelchair basketball athletes // *J Sports Sci.* — 2017. — Vol. 3. — P. 1–9.
14. Montaruli A., Roveda E., Calogiuri G. et al. The sportsman readjustment after transcontinental flight: a study on marathon runners // *J Sports Med Phys Fitness.* — 2009. — Vol. 49. — P. 372.
15. Cardinali D.P., Bortman G.P., Liotta G. et al. A multifactorial approach employing melatonin to accelerate resynchronization of sleep-wake cycle after a 12 time-zone westerly transmeridian flight in elite soccer athletes // *J Pineal Res.* — 2002. — Vol. 32. — P. 41–46.
16. Barger L.K., Wright K.P., Hughes R.J. et al. Daily exercise facilitates phase delays of circadian melatonin rhythm in very dim light // *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* — 2004. — Vol. 286. — P. R1077–1184.
17. Yamanaka Y., Hashimoto S., Tanahashi Y. et al. Physical exercise accelerates reentrainment of human sleep-wake cycle but not of plasma melatonin rhythm to 8-h phase-advanced sleep schedule // *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* — 2010. — Vol. 298. — P. R681–691.
18. Petit E., Mougin F., Bourdin H. et al. A 20-min nap in athletes changes subsequent sleep architecture but does not alter physical performances after normal sleep or 5-h phase-advance conditions // *Eur J Appl Physiol.* — 2014. — Vol. 114. — P. 305–315.
19. Petit E., Bourdin H., Tio G. et al. Effects of a 20-Min nap post normal and jet lag conditions on p300 components in athletes // *Int J Sports Med.* — 2018. — Vol. 39. — P. 508–516.
20. Cardinali D.P., Bortman G.P., Liotta G. et al. A multifactorial approach employing melatonin to accelerate resynchronization of sleep-wake cycle after a 12 time-zone westerly transmeridian flight in elite soccer athletes // *J Pineal Res.* — 2002. — Vol. 32. — P. 41–46.
21. Thompson A., Batterham A.M., Jones H. et al. The practicality and effectiveness of supplementary bright light for reducing jet-lag in elite female athletes // *Int J Sports Med.* — 2013. — Vol. 34. — P. 582–589.
22. Reynolds N.C., Montgomery R. Using the Argonne diet in jet lag prevention: deployment of troops across nine time zones // *Mil Med* 2002;167:451–3.
23. Ruscitto C., Ogden J. The impact of an implementation intention to improve mealtimes and reduce jet lag in long-haul cabin crew // *Psychol Health.* — 2017. — Vol. 32. — P. 61–77.
24. Manfredini R., Manfredini F., Conconi F. Standard melatonin intake and circadian rhythms of elite athletes after a transmeridian flight // *J Int Med Res.* — 2000. — Vol. 28. — P. 182–186.
25. Reilly T., Atkinson G., Budgett R. Effect of low-dose temazepam on physiological variables and performance tests following a westerly flight across five time zones // *Int J Sports Med.* — 2001. — Vol. 22. — P. 166–174.
26. Rosenberg R.P., Bogan R.K., Tiller J.M. et al. A phase 3, double-blind, randomized, placebo-controlled study of armodafinil for excessive sleepiness associated with jet lag disorder // *Mayo Clin Proc.* — Elsevier, 2010.
27. Lagarde D., Chappuis B., Billaud P.F. et al. Evaluation of pharmacological AIDs on physical performance after a transmeridian flight // *Med Sci Sports Exerc.* — 2001. — Vol. 33. — P. 628–634.
28. Piérard C., Beaumont M., Enslen M. et al. Resynchronization of hormonal rhythms after an eastbound flight in humans: effects of slow-release caffeine and melatonin // *Eur J Appl Physiol.* — 2001. — Vol. 85. — P. 144–150.
29. Beaumont M., Batéjat D., Piérard C. et al. Caffeine or melatonin effects on sleep and sleepiness after rapid eastward transmeridian travel // *J Appl Physiol.* — 2004. — Vol. 96. — P. 50–58.
30. Rajaratnam S.M.W., Polymeropoulos M.H., Fisher D.M. et al. Melatonin agonist tasimelteon (VEC-162) for transient insomnia after sleep-time shift: two randomised controlled multicentre trials // *The Lancet.* — 2009. — Vol. 373. — P. 482–491.
31. Richardson G.S., Zee P.C., Wang-Weigand S. et al. Circadian phase-shifting effects of repeated ramelteon administration in healthy adults // *J Clin Sleep Med.* — 2008. — Vol. 4. — P. 456–461.
32. Zee P.C., Wang-Weigand S., Wright K.P. et al. Effects of ramelteon on insomnia symptoms induced by rapid, eastward travel // *Sleep Med.* — 2010. — Vol. 11. — P. 525–533.