

# КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ CLINICAL ASPECTS OF DISASTER MEDICINE

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2022-1-49-52>  
УДК 796.034.6:616.03

Обзорная статья  
© ФМБЦ им.А.И.Бурназяна

## СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ ЦИРКАДНЫХ РИТМОВ

А.С.Самойлов<sup>1</sup>, Н.В.Рылова<sup>1</sup>, И.В.Большаков<sup>1</sup>, Е.В.Галкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»  
ФМБА России, Москва, Россия

**Резюме.** Цель исследования – систематизация данных о современных возможностях коррекции нарушений циркадных ритмов.

**Материалы и методы исследования.** Проанализированы данные отечественной и зарубежной литературы о профилактике и лечении десинхронозов. Поиск проводился с использованием электронных баз данных MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY за 2012–2021 гг. Для поиска использовались ключевые слова «десинхроноз», «лечение», «профилактика» и их сочетания.

**Результаты исследования и их анализ.** Результаты исследования показали, что в настоящее время существуют следующие методы коррекции нарушений циркадных ритмов: диета, прием мелатонина, изменение режима сна, изменение графика физической активности. Отмечено, что при формировании оптимального тренировочного графика важно учитывать хронотип спортсмена. Для нормализации сна допустимо применять экзогенный мелатонин, но более оптимальным вариантом считается выключение искусственного освещения за 1,5–2 ч до сна и отказ от приема пищи в ночное время. Данный подход позволит спортсмену максимально эффективно использовать свой потенциал, добиться более высоких спортивных результатов и предотвратит развитие у него десинхроноза.

**Ключевые слова:** десинхроноз, коррекция, спортсмены, хронотип, циркадные ритмы

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

**Для цитирования:** Самойлов А.С., Рылова Н.В., Большаков И.В., Галкина Е.В. Современные возможности коррекции нарушений циркадных ритмов // Медицина катастроф. 2022. №1. С. 49–52.  
<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2022-1-49-52>

<https://doi.org/10.33266/2070-1004-2022-1-50-53>  
UDC 796.034.6:616.03

Review report  
© Burnasyan FMBC FMBA

## MODERN POSSIBILITIES OF CORRECTION OF CIRCADIAN RHYTHM DISORDERS

A.S.Samoylov<sup>1</sup>, N.V.Rylova<sup>1</sup>, I.V.Bolshakov<sup>1</sup>, E.V.Galkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The aim of the study is to systematize data on modern opportunities for correction of circadian rhythm disorders.

**Materials and research methods.** The domestic and foreign literature on the prevention and treatment of desynchronosis was analyzed. The search was performed using electronic databases MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, and eLIBRARY for 2012–2021. The keywords "desynchronosis", "treatment", "prevention" and their combinations were used for the search.

**Research results and their analysis.** The results of the research showed that the following methods of correction of circadian rhythm disturbances are currently available: diet, taking melatonin, changing sleep regime, changing physical activity schedule. It was noted that when forming an optimal training schedule, it is important to take into account the chronotype of the athlete. Exogenous melatonin can be used to normalize sleep, but turning off artificial light 1.5–2 hours before sleep and not eating at night is considered a better option. This approach will allow the athlete to maximize his/her potential, to achieve better athletic performance and to prevent desynchronosis.

**Key words:** athletes, chronotype, circadian rhythms, correction, desynchronosis

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest

**For citation:** Samoylov A.S., Rylova N.V., Bolshakov I.V., Galkina E.V. Modern Opportunities for Correction of Circadian Rhythm Disorders. *Meditsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2022;1:49–52 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2022-1-49-52>

**Контактная информация:**

**Рылова Наталья Викторовна** — доктор мед. наук, проф., зав. курсом спортивной медицины кафедры восстановительной медицины Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

**Адрес:** Россия, 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46, стр. 8

**Тел.:** +7 (917) 397-33-93

**E-mail:** nrilova@fmbcfmba.ru

**Contact information:**

**Natalia V. Rylova** – Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of Course of Sports Medicine of the Department of Restorative Medicine of Biomedical University of Innovation and Continuing Education of Burnasyan FMBC of FMBA of Russia

**Address:** 46, bldg. 8, Zhivopisnaya str., Moscow, 123098, Russia

**Phone:** +7 (917) 397-33-93

**E-mail:** nrilova@fmbcfmba.ru

Циркадные ритмы (от латинских слов *circa* – «около, кругом» и *dies* – «день») представляют собой систематически повторяющиеся изменения различных биологических процессов, происходящих в организме человека и связанных со сменой времени суток. Выявлено множество циркадных ритмов, в том числе ритмов внутренней температуры тела, ритмов секреции кортизола и мелатонина, циклов сна и бодрствования [1]. У всех млекопитающих часть нервной системы, отвечающая за организацию циркадного поведения, находится в парной структуре в гипоталамусе, известной как супрахиазматические ядра (СХЯ). Супрахиазматические ядра считаются главным регулятором, координирующим работу суточных ритмов. Информация о светлом времени суток передается от подкоркового центра через ретиногипоталамический путь непосредственно в СХЯ [2]. Полученная информация интегрируется мозгом, который изменяет активность своих нейронов и формирует нейронные и гуморальные сигналы для всего организма. Таким образом, СХЯ воздействуют на другие системы организма подобно часовому механизму [3].

В настоящее время, особенно в городской среде, человек подвержен хаотичному жизненному ритму, что приводит к ухудшению качества сна и дневной активности. У людей, работающих ночью или часто путешествующих в разных часовых поясах, нарушение ритма сна и бодрствования приводит к возникновению конфликта между циркадной системой и сигналами, получаемыми из окружающей среды [4, 5]. При этом сбалансированная циркадная организация необходима для подготовки организма к повседневной дневной активности и требует хорошо скоординированной синхронизации с циклом день-ночь. Эпидемиологические и экспериментальные исследования показывают, что постоянное воздействие факторов, вызывающих нарушение циркадного ритма, увеличивает риск развития метаболических, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [5].

Таким образом, влияние десинхроноза на организм человека носит исключительно негативный характер. При этом можно утверждать, что в будущем пагубные последствия нарушений циркадного ритма, вызванных частой сменой часовых поясов и несбалансированным образом жизни, станут более распространенными. Поэтому в настоящее время очень актуально рассмотрение вопроса о необходимости фармакологической и нефармакологической коррекции нарушений циркадных ритмов. Данный вопрос особенно актуален для спортсменов, так как состояние десинхроноза способно снизить эффективность тренировок и в конечном счете повлиять на спортивные результаты.

**Хронотипы**

Поскольку у многих людей существует некоторая схожесть и закономерность в работе биоритмов, были выделены несколько т.н. хронотипов. Несоответствие тренировочного графика хронотипу спортсмена может

вызвать у последнего хроническое состояние десинхроноза. При этом могут наблюдаться снижение работоспособности, плохое самочувствие, головная боль и плохое настроение. В связи с этим представляется важным рассмотреть вопрос о циркадной типологии.

Хронотип – это выражение циркадной активности у человека. Определены три категории хронотипов: утренний тип (М-тип), вечерний тип (Е-тип) и промежуточный тип (N-тип), не относящийся к первым двум. Если М-тип показывает пик активности психофизиологических параметров человека преимущественно в утренние часы, для Е-типа характерен пик активности в вечернее время, то N-тип представляет из себя нечто среднее между М- и Е-типами [6]. Таким образом, хронотип – это характерная предрасположенность человека к утренней или вечерней активности, обычно оцениваемая с помощью анкет-опросников. Наиболее часто используется анкета Morningness-Eveningness Questionnaire – MEQ [7].

Исследования показали, что на колебания суточной работоспособности одновременно влияют экзогенные, эндогенные и психобиологические (образ жизни) факторы. Температура тела считается эндогенным индикатором циркадного ритма человека. Наблюдается связь температуры тела со спортивными результатами: повышение температуры тела способствует более интенсивному использованию углеводов и облегчению механизма сокращения мышечного волокна во время физической нагрузки, что в свою очередь повышает результативность спортсмена [8]. Важным эндогенным индикатором циркадного ритма является также кортизол, пик концентрации которого наблюдается в ранние утренние часы. Данное вещество считается маркером психофизиологического стресса и ассоциируется со снижением спортивных результатов [9].

У разных хронотипов время достижения максимальных значений пероральной температуры и уровня кортизола – отличается. Установлено, что у Е-типов максимальная концентрация кортизола в сыворотке отмечается в среднем на 55 мин позднее, а максимальные значения температуры тела – на 2 ч позднее, чем у М-типов. Кроме того, М-типы демонстрируют повышение концентрации мелатонина в сыворотке примерно на 3 ч раньше, чем Е-типы. Следовательно, М-типы обычно просыпаются и ложатся спать раньше, чем другие хронотипы. Здесь важно отметить, что возраст и пол существенно влияют на хронотип: по сравнению с молодыми женщины и пожилые люди демонстрируют большую предрасположенность к утреннему типу активности [10]. Также получены данные, что спортсмены М-типа лучше себя чувствуют, когда выполняют субмаксимальные физические упражнения утром, в то время как спортсмены Е-типа затрачивают большие усилия для достижения тех же результатов в утренние часы [11, 12].

Исходя из вышесказанного следует подчеркнуть, что определение хронотипа спортсмена может иметь

решающее значение для составления эффективных тренировочных программ и профилактики десинхроноза. При этом следует учитывать особенности активности каждого типа: М-типы наиболее активны утром; Е-типы – в вечернее время; N-типы – в середине дня.

#### *Питание и десинхронозы*

Помимо подготовки организма к дневной активности циркадная система регулирует пищевое поведение. Скорость перистальтики и моторики желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) человека достигает пика в утренние часы. Экспериментальные исследования показали, что во время бодрствования определенный тип секреции желчных кислот и белков-транспортёров оптимизирует функции пищеварения [5]. Также установлено, что суточные ритмы кишечной микробиоты людей улучшают энергетический обмен во время активной фазы бодрствования и способствуют детоксикации во время фазы сна [5, 13]. Таким образом, наиболее оптимальным является прием пищи в светлое время суток. Однако с распространением искусственного освещения люди отклонились от первоначального режима питания только в светлое время. Было показано, что потребление пищи, не совпадающее с естественными циркадными ритмами, отрицательно влияет на здоровье человека. В частности, нарушение нормального цикла сна и бодрствования и прием пищи в ночное время связаны с повышением риска развития ожирения и метаболического синдрома [5].

На основе данных об изменчивости функционального состояния ЖКТ в течение суток и влиянии времени приема пищи на циркадные ритмы были предложены диеты, потенциально эффективные для лечения десинхронозов. В частности, проводилось исследование Аргоннской диеты, которая может применяться при перелетах в другой часовой пояс и в основе которой лежит питание по принципу: ПИР – ПОСТ – ПИР – ПОСТ [14]. За четыре дня до дня прибытия в пункт назначения начинается питание по следующей схеме: Первый день – ПИР: в этот день завтрак и обед должны быть обильными, с высоким содержанием белка, а ужин – с высоким содержанием углеводов. Второй день – ПОСТ, легкая еда, низкоуглеводные продукты. Третий день – снова ПИР. Четвертый день – ПОСТ, который продолжается до завтрака уже в пункте назначения. Все 4 дня прием алкоголя запрещен. Высокопротеиновые завтраки и обеды стимулируют активный физический цикл бодрствования, обеспечивая прилив сил и энергии, а ужины с высоким содержанием углеводов – побуждают ко сну [15]. Легкие разгрузочные дни «постов» помогают восстановить биологические часы пищеварения, адаптируя их к условиям новой среды ещё до прибытия в новый часовой пояс.

Ещё один способ перестройки циркадных ритмов питания – использование методики *time-restricted feeding* (TRF) – «ограничение времени питания» [16]. Суть методики заключается в интервалах голодания – т.н. «пищевых окнах» между приемами пищи. Длительность пищевого окна 4–10 ч. Общая теория TRF заключается в том, что диета имитирует естественные модели питания, основанные на циркадных ритмах. Применение TRF у людей приводит к тому, что пища потребляется во время светлого времени суток, когда организм находится в активном состоянии бодрствования, и пищу не принимают в то время, когда организм готовится ко сну. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование данной диеты снижает риск набора веса, повышает уровня липопротеидов крови, обеспечивает оптимальный гомеостаз глюкозы и способствует более быстрой

адаптации к новому часовому поясу [13]. Напротив, нарушение диеты и прием пищи в ночное время суток оказывают разрушительное влияние на циркадную синхронность и изменяет метаболизм [17]. Хотя взаимосвязь циркадных ритмов с метаболизмом и питанием ещё требует дальнейшего изучения, не будет ошибочным утверждать, что существует тесная взаимосвязь биоритмов и режима питания.

Таким образом, для более быстрой адаптации и перестройки циркадных ритмов на новый режим можно использовать смену привычной диеты. Делать это можно или заблаговременно до планируемого путешествия, или непосредственно после перелета. Использование диет ускоряет адаптацию к новому часовому поясу, предотвращает циркадную десинхронизацию и оказывает благоприятное воздействие на метаболизм.

#### *Сон как критерий оптимизации биоритмов*

Сон – важная функция организма, обеспечивающая покой и восстановление всего организма. Спортсмены часто имеют строгие графики тренировок и командировок со сменой часовых поясов, что на фоне психического стресса может оказывать негативное влияние на качество и продолжительность сна [18]. Также большое внимание заслуживает частое использование электронных приборов, многие из которых способны увеличивать уровень ночного освещения. Некоторые из этих устройств излучают монохроматический синий свет ( $\lambda$  макс., 460–480 нм), к которому особенно чувствительны светочувствительные ганглиозные клетки сетчатки глаза. Воздействие такого света подавляет выработку мелатонина в ночное время [19]. В результате даже низкий уровень освещенности в ночное время задерживает наступление сна, что ведет к ухудшению самочувствия с утра в виде вялости и сонливости.

Большинству взрослых людей требуются 6–8 ч сна в сутки, в то время как спортсменам может потребоваться его большая продолжительность. Недостаточная длительность сна у населения в целом связана со множеством негативных последствий для здоровья, включая нейрочувствительные, метаболические, иммунологические и сердечно-сосудистые дисфункции [19]. Нарушение сна также отрицательно влияет на секрецию гормона роста и кортизола. Было установлено, что при нарушении циркадного ритма и снижении общей продолжительности сна повышается уровень кортизола, что ведет к преобладанию в организме катаболических процессов над анаболическими [20]. Следовательно, атлеты, которые соблюдают достаточный режим сна перед началом соревнований, вероятно, будут иметь преимущество с точки зрения максимальной результативности. Увеличение продолжительности сна у спортсменов улучшает время спринта, точность подачи при игре в теннис, увеличивает время тренировок с нагрузкой. Также улучшаются результаты когнитивных тестов, время реакции и уровень внимательности [21].

Заслуживает внимания вопрос о дневном сне. Если спортсмен не может выспаться ночью, то включение в его режим на следующие сутки дневного сна будет иметь положительный эффект. Этот метод стоит применять в тех случаях, когда тренер или сам спортсмен знают о предстоящем нарушении полного сна из-за позднего возвращения к месту отдыха, переезда или перелета [22].

#### *Мелатонин и сон*

Режим сна в основном регулируется воздействием света и секрецией мелатонина. Мелатонин – производный серотонина и секретируется шишковидной железой,

которая синтезирует и секретирует мелатонин постоянно, но наиболее интенсивно – ночью. Указанный процесс достигает пика между 2:00 и 4:00 ч утра, за которым следует постепенное уменьшение секреции. Мелатонин обладает седативным эффектом и способствует засыпанию, что обусловлено его воздействием на супрахиазмальные ядра гипоталамуса. Кроме того, мелатонин вызывает гипотермический эффект, снижая температуру внутренней среды организма, оказывает антиоксидантное и иммуномодулирующее действие [23].

Установлено, что использование экзогенного мелатонина эффективно для профилактики и лечения нарушений циркадных ритмов после пересечения нескольких часовых поясов. Данный препарат действует как хронобиотик и может сократить время, необходимое для восстановления собственных циркадных ритмов после путешествия. Мелатонин рекомендован при пересечении 5 и более часовых поясов. У особо предрасположенных лиц его можно применять при пересечении двух–четырех часовых поясов. Рекомендуемые дозы – от 0,5 до 5 мг. Более высокие дозы не показали свою эффективность при адаптации к новому часовому поясу, однако были более эффективны в качестве снотворного [24].

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Serin Y., Acar Tek N. Effect of Circadian Rhythm on Metabolic Processes and the Regulation of Energy Balance. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2019;74;4:322-330.
2. Zisapel N. New Perspectives on the Role of Melatonin in Human Sleep, Circadian Rhythms and their Regulation. *British Journal of Pharmacology*. 2018;175;16:3190-3199.
3. Annamneedi V.P., Park J.W., Lee G.S., Kang T.J. Cell Autonomous Circadian Systems and Their Relation to Inflammation. *Biomol. Ther. (Seoul)*. 2021;29;1:31-40.
4. Escobar C., Espitia-Bautista E., Guzmán-Ruiz M.A., Guerrero-Vargas N.N., Hernández-Navarrete M.A., Angeles-Castellanos M., Morales-Pérez B., Buijs R.M. Chocolate for Breakfast Prevents Circadian Desynchrony in Experimental Models of Jet-Lag and Shift-Work. *Sci. Rep.* 2020;10;1:6243.
5. Potter G.D.M., Cade J.E., Grant P.J., Hardie L.J. Nutrition and the Circadian System. *British Journal of Nutrition*. 2016;116;3:434-442.
6. Vitale J.A., Weydahl A. Chronotype, Physical Activity, and Sport Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017;47;9:1859-1868.
7. Kanagarajan K., Gou K., Antinora C., Buyukkurt A., Crescenzi O., Beaulieu S., Storch K.F., Mantere O. Morningness-Eveningness Questionnaire in Bipolar Disorder. *Psychiatry Research*. 2018;262:102-107.
8. Racineis S., Cocking S., Périard J.D. Sports and Environmental Temperature: From Warming-up to Heating-up. *Temperature (Austin)*. 2017;4;3:227-257.
9. Мегерян С.Д. Связь параметров гормонального статуса спортсменов с результатами кардиореспираторного нагрузочного тестирования // Клиническая практика. 2018. Т. 9, № 3. С. 16–21 [Megeryan S.D. Association of the Hormonal Status Parameters with the Results of the Cardiorespiratory Exertion Test in Athletes. *Klinicheskaya praktika = Journal of Clinical Practice*. 2018;9;3:16-21 (In Russ.)].
10. Adan A., Archer S.N., Hidalgo M.P., Di Milia L., Natale V., Randler C. Circadian Typology: a Comprehensive Review. *Chronobiology International*. 2012;29;9:1153-1175.
11. Kunorozva L., Roden L.C., Rae D.E. Perception of Effort in Morning-Type Cyclists is Lower when Exercising in the Morning. *Journal of Sports Sciences*. 2014;32;10:917-925.
12. Wehrens S.M.T., Christou S., Isherwood C., Middleton B., Gibbs M.A., Archer S.N., Skene D.J., Johnston J.D. Meal Timing Regulates the Human Circadian System. *Curr. Biol.* 2017;27;12:1768-1775.e3. doi: 10.1016/j.cub.2017.04.059.
13. Kaczmarek J.L., Thompson S.V., Holscher H.D. Complex Interactions of Circadian Rhythms, Eating Behaviors, and the Gastrointestinal Microbiota and Their Potential Impact on Health. *Nutr. Rev.* 2017;75;9:673-682.
14. Halson S.L., Burke L.M., Pearce J. Nutrition for Travel: From Jet lag To Catering. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2019;29;2:228-235.
15. Ruddick-Collins L.C., Johnston J.D., Morgan P.J., Johnstone A.M. The Big Breakfast Study: Chrono-Nutrition Influence on Energy Expenditure and Bodyweight. *Nutr. Bull.* 2018;43;2:174-183.
16. Jamshed H., Beyl R.A., Della Manna D.L., Yang E.S., Ravussin E., Peterson C.M. Early Time-Restricted Feeding Improves 24-Hour Glucose Levels and Affects Markers of the Circadian Clock, Aging, and Autophagy in Humans. *Nutrients*. 2019;11;6:1234.
17. Zéron-Rugiero M.F., Hernández A., Porras-Loaiza A.P., Cambras T., Izquierdo-Pulido M. Eating Jet Lag: A Marker of the Variability in Meal Timing and Its Association with Body Mass Index. *Nutrients*. 2019;11;12:2980.
18. Fowler P.M., Knez W., Crowcroft S., Mendham A.E., Miller J., Sargent C., Halson S., Duffield R. Greater Effect of East Versus West Travel on Jet Lag, Sleep, and Team Sport Performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2017;49;12:2548-2561.
19. James S.M., Honn K.A., Gaddameedhi S., Van Dongen H.P.A. Shift Work: Disrupted Circadian Rhythms and Sleep-Implications for Health and Well-Being. *Curr. Sleep Med. Rep.* 2017;3;2:104-112.
20. Morgan E., Schumm L.P., McClintock M., Waite L., Lauderdale D.S. Sleep Characteristics and Daytime Cortisol Levels in Older Adults. *Sleep*. 2017;40;5:zsx043. doi: 10.1093/sleep/zsx043.
21. Chandrasekaran B., Fernandes S., Davis F. Science of Sleep and Sports Performance – a Scoping Review. *Sci. Sports*. 2020;35;1:3-11.
22. O'Donnell S., Beaven C.M., Driller M.W. From Pillow to Podium: a Review on Understanding Sleep for Elite Athletes. *Nature and Science of Sleep*. 2018;10:243-253.
23. Овчаренко А.М., Сидоров А.В. Современные тенденции исследований мелатонина как средства лечения и профилактики отдельных заболеваний // Терапия. 2019. № 2. С. 104–109 [Ovcharenko A.M., Sidorov A.V. Modern Trends in Melatonin Investigations as a Medicine for Treatment and Prevention Certain Diseases. *Terapiya = Therapy*. 2019;2:104-109 (In Russ.)].
24. Arendt J. Approaches to the Pharmacological Management of Jet Lag. *Drugs*. 2018;78;14:1419-1431.
25. Votaw V.R., Geyer R., Rieselbach M.M., McHugh, R.K. The Epidemiology of Benzodiazepine Misuse: a Systematic Review. *Drug and Alcohol Dependence*. 2019;200:95-114.

Помимо мелатонина можно применять препараты бензодиазепинового ряда, однако при их применении имеется большой риск развития таких побочных эффектов, как дневная вялость, сонливость, развитие лекарственной зависимости [25]. Поскольку данные побочные эффекты могут снизить эффективность тренировочного процесса и повлиять на спортивные результаты, применение указанных препаратов у спортсменов – ограничено.

Таким образом, десинхроноз – довольно актуальная проблема в современном мире. Особенно серьезной эта проблема является у спортсменов. В связи с этим составление оптимального графика тренировок с учетом хронотипа является основным методом профилактики хронического десинхроноза. Также важны соблюдение режима питания и достаточная длительность сна. Атлетам допустимо применять экзогенный мелатонин для нормализации сна, но более оптимальным вариантом считается выключение искусственного освещения за 1,5–2 ч до сна и отказ от приема пищи в ночное время. Вышеописанные меры позволяют улучшить спортивные результаты, повысить эффективность тренировок и предотвратить развитие десинхроноза.