

**Министерство здравоохранения Российской Федерации  
(Минздрав России)  
Федеральное медико-биологическое агентство  
(ФМБА России)**

**ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЙ ЦИРКАДИАНЫХ  
РИТМОВ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ  
СПОРТСМЕНОВ НА ЭТАПАХ СПОРТИВНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Рекомендации  
«Р» ФМБА \_\_\_\_\_ - 2020

Москва  
2020

## Предисловие

### 1. Разработано:

1.1. В Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России):

Генеральный директор – д-р. мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН  
А.С. Самойлов.

первый заместитель генерального директора – д-р мед. наук, профессор  
А.Ю. Бушманов.

### 2. Исполнители:

Заведующий лабораторией больших данных и прецизионной спортивной медицины – к.б.н М.С. Ключников, зав. отделением клинической нейрофизиологии - к.м.н. А.Б. Кожокару, зав. отделением спортивной психологии С.Е. Назарян, м.н.с. Н.Ф. Максютов

3. В настоящих рекомендациях реализованы требования Федеральных законов Российской Федерации:

- от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;

- от 04 декабря 2007 г. № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации».

4. Утверждены и введены в действие Федеральным медико-биологическим агентством « » \_\_\_\_\_ 2020 г.

5. Введены впервые.

## Содержание

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	<b>2</b>
<b>1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ</b> .....	<b>6</b>
<b>4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>8</b>
<b>3. ДИАГНОСТИКА ЦИРКАДИАДНЫХ РИТМОВ И ИХ НАРУШЕНИЙ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ НА ЭТАПАХ УЧЕБНО- ТРЕНИРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	<b>14</b>
СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЛИСОМНОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ТРЕКЕРАМИ СНА .....	14
<i>Описание выборки спортсменов и устройств, используемых в исследовании</i> .....	14
<i>Описание эксперимента</i> .....	15
<b>4. ПРОТОКОЛ МОНИТОРИНГА ЦИРКАДИАДНЫХ РИТМОВ И ИХ НАРУШЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ.</b> .....	<b>17</b>
<b>5. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ</b> .....	<b>19</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b> .....	<b>20</b>

## УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федерального  
медико-биологического агентства

\_\_\_\_\_ В.И. Скворцова

«    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано

Заместители руководителя Федерального медико-биологического агентства

Ю.В. Мирошникова

В.В. Романов

Борисевич И.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### РАЗРАБОТКА, ИЗЛОЖЕНИЕ, ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НА СОГЛАСОВАНИЕ И УТВЕРЖДЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ ФМБА РОССИИ

Рекомендации

«Р» ФМБА России \_\_\_\_\_ – 2020

---

## 1. Область применения

Настоящие методические рекомендации разработаны для врачей спортивных сборных команд России и их ближайшего резерва, для врачей по спортивной медицине травматологических отделений многопрофильных клиник и реабилитационных центров, занимающихся восстановительным и реабилитационным лечением спортсменов различных спортивных квалификаций.

Настоящие методические рекомендации рассматривают проблему диагностики нарушений циркадианных ритмов у высококвалифицированных спортсменов на этапах спортивной деятельности, включая исследования влияния качества сна и циркадных ритмов на спортивную результативность

высококвалифицированных спортсменов на этапах учебно-соревновательной деятельности.

Данные методические рекомендации могут быть использованы как в системе медико-биологического обеспечения спортивных сборных команд Федерального медико-биологического агентства, так и в учреждениях региональной и муниципальной принадлежности.

## **2. Нормативные ссылки**

Федеральный закон № 323-ФЗ от 21.11.2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

Федеральный закон № 329-ФЗ от 04.12.2007 г. «О физической культуре и спорте в Российской Федерации».

Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 01.03.2016 г. № 134н «О Порядке организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом (в том числе при подготовке и проведении физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий), включая порядок медицинского осмотра лиц, желающих пройти спортивную подготовку, заниматься физической культурой и спортом в организациях и (или) выполнить нормативы испытаний (тестов) Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса "Готов к труду и обороне"».

Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15.11.2012 г. № 926н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению при заболеваниях нервной системы» (Зарегистрировано в Минюсте России 23.01.2013 N 26692).

ГОСТ 1.5-2001 (ред. 2005г.) Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению.

«Р» ФМБА России 15.68 – 2017 Рекомендации «Разработка, изложение, представление на согласование и утверждение нормативных и методических документов ФМБА России».

### **3. Обозначения и сокращения**

АДп - Пульсовое давление

А Дер. - Среднее артериальное давление

АП — Адаптационный потенциал

БАТ — Биологически активные точки

ВИ - Вегетативный индекс

ВНС — Вегетативная нервная система

ВР - Время реакции

ВСР - Вариабельность сердечного ритма

ГРВ - Газоразрядная визуализация

ДАД - Диастолическое артериальное давление

ДМГГК - Должное максимальное потребление кислорода

ДМО — Должный минутный объем

ДП — Двойное произведение

ЗГ - Закрытые глаза

ИД - Индивидуальный дециметр

ИДХ - Индивидуальный дециметр хронотопа

ИИР - Индекс инотропного резерва

ИХР - Индекс хронотропного резерва

ИТ - Индифферентный хронотип

ИМ - Индивидуальная минута

ИМХ - Индивидуальная минута хронотопа

КВ - Коэффициент выносливости

КМС - Кандидат в мастера спорта

КРРМ — Коэффициент расходования резервов миокарда  
ЛТ — Личностная тревожность  
МИЛ - Магнито-инфракрасный лазер  
МО — Минутный объем крови  
МПК — Максимальное потребление кислорода  
МС - Мастер спорта  
ОГ - Открытые глаза  
ОПСС — Общее периферическое сопротивление сосудов  
ПД — Патологический десинхроноз  
ПРЛЖ — Производительность работы левого желудочка  
САД - Систолическое артериальное давление  
САН - Самочувствие, Активность, Настроение  
СВВТ - Слабо выраженный вечерний хронотип  
СВУТ - Слабо выраженный утренний хронотип  
СИ - Систолический индекс  
СО - Систолический объем  
ССС - Сердечно-сосудистая система  
СТ — Ситуативная тревожность  
УА - Успешная адаптация  
УИ - Ударный индекс  
УО - Ударный объем  
УПС — Удельное периферическое сопротивление  
ФД — Физиологический десинхроноз  
ЦНС — Центральная нервная система  
ЧВВТ — Четко выраженный вечерний хронотип  
ЧВУТ — Четко выраженный утренний хронотип  
ЧСС — Частота сердечных сокращений  
ЭКГ - Электрокардиография

#### 4. Общие положения

На протяжении многих лет человечество сталкивалось с десинхронизацией и нарушением циркадных ритмов. Влияние нарушения сна на организм человека – достаточно сложная и глубокая тема, затрагивающая огромное количество граней и направлений.

Алякринский Б.С. в 1972 году написал, что десинхроноз – это нарушение естественного хода биологических ритмов, их взаимной согласованности и обязательный компонент общего адаптационного синдрома. У Костенко Е. В. (2013) можно найти такое определение: десинхроноз – патологическое состояние организма, возникающее под действием экстремального фактора и характеризующееся десинхронизацией (нарушением) циркадных ритмов человека.

Механизмы «циркадных ритмов» непосредственно связаны с активностью «биологических часов». Так, для полной и правильной настройки циркадных ритмов требуется около одного дня в другом часовом поясе, но у некоторых людей это может занимать до 72 часов. Варианты биоритмов различают по 3 основным типам: физиологические ритмы (непрерывная циклическая деятельность всех органов, систем, отдельных клеток организма, обеспечивающая выполнение их функций и протекающая независимо от социальных и геофизических факторов); геофизические биоритмы (циклические колебания физиологических биоритмов, обусловленные изменениями факторов среды обитания); геосоциальные биоритмы (формируются под влиянием социальных и геофизических факторов, и заключается в приспособлении организма к режиму труда и отдыха). И также их делят по длине периода: циркадианные ритмы (с периодом около 24 часов); ультрадианные ритмы (околочасовые, биоритмы человека с периодами короче циркадианных); инфрадианные ритмы (с периодом более 24 часов), среди которых выделяют цирканнуальные (окологодичные) ритмы. Чаще в практике



спортивных врачей встречаются нарушения циркадных ритмов, именно при них отмечается состояние называемое десинхронозом.

Большое количество исследований было проведено по изучению влияния сна и циркадных ритмов на результаты и здоровье спортсменов. Циркадные ритмы, наблюдающиеся во время сна и бодрствования, генерируются супрахиазматическими ядрами гипоталамуса. В самих же ядрах есть клеточные хронометры, там же кстати и находятся рецепторы к мелатонину (гормону сна), куда попадает световой (из сетчатки) и не световой (из отделов мозга) сигналы через ретиногипоталамический тракт и ганглионарные нейроны. Благодаря мультисинаптическому пути выделяется мелатонин из эпифиза, однако он выделяется только в ночное время, так как при воздействии света он разрушается. Дневной свет, а также искусственный свет является доминирующим экзогенным фактором, за счет него происходит работа внутренних часов. Так же известно, что мелатонин оказывает влияние на терморегуляцию организма, тем самым скорее всего связан с механизмом засыпания (сонливости). Температура тела изменяется под влиянием сна и физических упражнений, сердечно-сосудистой и дыхательной систем

В то время как ритм изменения внутренней температуры тела считается одним из самых эффективных маркеров циркадной активности, другие физиологические функции также подчиняются данным 24-часовым циклам. Помимо внутренних часов организма на результаты многих измерений влияет также продолжительность предшествующего сну периода бодрствования. Это явление получило название «гомеостаз сна» и характеризует взаимодействия этих двух процессов, играющих важную роль в поведении человека. Измерения работоспособности обычно точно отражают ритм изменения внутренней температуры тела.

Мелатонин имеет влияние на терморегуляцию организма, что возможно как-то связано с засыпанием. Благодаря выработке мелатонина в ночное время суток и расходованию его в течение дня, с наступлением сумерек организм начинает выделять этот гормон в кровь, вызывая периферическую

вазодилатацию стоп и кистей тем самым подготавливая организм ко сну. То есть стопы и кисти, что-то на подобие «шлюзов», благодаря которым запускается механизм способный подготовить человека ко сну или заставить его проснуться. Прямое же воздействие света, приводит к разрушению мелатонина, следовательно, периферические сосуды сужаются и человек не может быстро уснуть, к тому же воздействие света раздражает симпатическую нервную систему, благодаря чему мы просыпаемся. Мелатонин, а также некоторые препараты бензодиазепинового ряда могут действовать как хронобиотики. Сосудорасширяющее действие Мелатонина вызывает стимулирование сна, что помогает адаптации организма при смене часовых поясов (при перелетах, как в восточном, так и в западном направлениях).

При смене часовых поясов происходит перенастройка внутренних биоритмов организма, которая напрямую зависит от времени приема хронобиотического препарата. По данным российской, так и зарубежной литературы в условиях нового часового пояса препарат принимаю в вечернее время суток (для стимулирования сна), после перелетов в целях регулирования биологических часов.

В настоящее время существует ряд сложностей при назначении спортсменам с целью коррекции сна при потере сна в результате десинхроноза таких препаратов как Модафинил, Метилфенидат и Пемолин , которые используются как эффективные антидоты усталости у гражданского населения и военнослужащих, по причине внесения их в запрещенный список препаратов WADA.

Десинхроноз у спортсменов в большей степени связан со сменой графика тренировок, соревнований и сборов, с частыми перелетами со сменой часовых поясов.

Нарушение циркадных ритмов напрямую зависит от направления перемещения и количества пересекаемых часовых поясов. Перелеты с запада на восток в среднем могут занимать от 7 до 10 часов за раз, максимальное время примерно 18 часов, это не учитывая количество и длительность пересадок и

задержек рейсов. Принято считать, что в среднем для адаптации после смены часовых поясов в среднем необходимо 24 часа, в редких случаях эта цифра доходит до 48-72 часов. Одна из частых жалоб при таких перелетах – это нарушение сна (невозможность уснуть во время, ощущение недостаточности сна, частые пробуждения во время сна). Особенно остро проявляются симптомы при перемещении в восточном направлении. Из-за длительных перелетов, особенно с запада на восток, пробуждение происходит на 1,5 -2 часа позже привычного времени, благодаря этому утром крайне сложно проснуться. Появляется разбитость, слабость, раздражительность, возможно появление головной боли. Ближе к полудню возникает острое желание лечь и поспать, однако, в вечернее время повышается психоэмоциональная и двигательная активность.

Все по-разному переносят смену часовых поясов, это сугубо индивидуальное различие каждого человека. Кто-то переносит крайне сложно, кто-то практически не замечает перестройку. Организм спортсменов, благодаря своей тренированности, как физической так и психоэмоциональной, более подготовлен к таким испытаниям. Так же не мало важен возраст человека. Молодые легче переносят такие стрессовые ситуации, однако в более старшем возрасте люди стараются облегчить смену часовых поясов опытом предыдущих поездок. Есть наблюдение о том, что люди утреннего хронотипа обладают лучшей адаптацией при перелетах на восток, соответственно «совы», при перемещении на запад. К сожалению, как было отмечено выше, большинство людей относятся к промежуточному типу, что усложняет их адаптацию.

Работоспособность в различных видах спорта при перемещении через часовые пояса

Виды спорта	Работоспособность, сутки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Циклические	N	N	↓	↓	↓↑	↓↑	↓↑	↑↓	↑↓	↑↓	N
Скоростно-силовые	N	N	↓	↓	↓↑	↑↓	↑↓	N	N	N	N
Едиборства	N	N	↓↑	↓↑	↑↓	N	N	N	N	N	N
Сложно-координационные	N	N	↓	↓	↓	↓↑	↑↓	N	N	N	N
Спортивные игры	N	N	↓↑	↓↑	↑↓	N	N	N	N	N	N

Примечание. N – нормальная работоспособность, ↓ – снижение работоспособности, ↓↑ – неустойчивая.

По изучению десинхроноза и циркадных ритмов проведено довольно много исследований и всех их можно разделить на 2 большие группы: первая группа, где лишали сна испытуемых и вторая группа, где наоборот увеличивали продолжительность сна за ночь или добавляли дневной сон. Проанализировав зарубежные и отечественные источники датируемые от 2000 года по настоящее время.

В группе где испытуемых лишали сна от нескольких часов до 36 часов участвовали такие виды спорта как легкая и тяжелая атлетика, игровые виды спорта, боевые искусства и большой теннис. Все атлеты показали снижение по физическим и психоэмоциональным показателям. Снизилась концентрация внимания и общая работоспособность, так же понизились координационные способности. Спортсмены жаловались на усталость, стали раздражительными, а некоторые из них – агрессивными.

К примеру у спортсменов велоспорта, после 36 часов без сна, падают показатели анаэробной мощности, в то время как у бегунов и волейболистов через такой же промежуток снизилась минутная вентиляция легких и ускорилось закисление организма. У теннисистов после сокращения ночного сна на 5 часов, снизилась точность подачи, при стимуляции кофеином видимых улучшений не произошло. Авторы ] Mejrî MA, Yousfi N, Mhenni T, Tayech A [32] в своем исследовании по депривации сна в конце на 4 часа у спортсменов тхэквондо, пришли к заключению, что лишение сна в конце ночи влияет на

уровень лактата в крови, но при этом пик ЧСС и восприятие нагрузки никак не изменяются.

### **Профилактика нарушений циркадианных ритмов у спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой и спортом**

Если путешествие предполагает пресечение 12ти часовых поясов, то рекомендуют выполнить перелет за 2 дня с перерывом на ночь, это возможно ослабит симптомы нарушения циркадных ритмов. Во время путешествия важно правильно спланировать распорядок дня и перелета, для уменьшения негативного воздействия на циркадный ритм. Поскольку перемещение спортивных команд тесно связано с жестким графиком соревнований, тренировок и сборов, нужно правильно составлять график отправления и прибытия спортсменов для их своевременного восстановления после перелета и учитывая смену часовых поясов. Правильнее рассчитывать прилет вечером, так спортсмены после прибытия в пункт назначения смогут выспаться и отдохнуть за ночь. Так же на циркадные ритмы влияют климатические условия той страны, куда прибыли атлеты. Повышенная температура воздуха может вызвать обезвоживание организма, а высокогорье – привести к гипоксии. Рекомендуется сразу после прилета в новый часовой пояс переводить свои часы на своих устройствах, в соответствии с местным временем и постараться подстроить свой режим дня без серьезного ущерба здоровью.

В самолете рекомендуется потреблять воду и фруктовые соки, в большем количестве, чем обычно, для устранения явления обезвоживания, а также отказаться от алкогольных напитков и кофе. Для снижения застойных явлений и гиподинамии во время перелета, советуют периодически вставать с места и прогуливаться по салону, это же поможет в профилактике тромбоза глубоких вен. Если перелет происходит в ночное время, следует не отклоняться от режима и постараться поспать, если же перелет в дневное время – спать не рекомендуется.

### **3. Диагностика циркадиадных ритмов и их нарушений у высококвалифицированных спортсменов на этапах учебно-тренировочной деятельности**

Наиболее рациональным методом мониторинга циркадиадных ритмов у спортсменов на этапах учебно-соревновательной деятельности является применение трекеров сна и фитнес-трекеров, оснащенных функцией контроля качественно-количественных характеристик сна.

Однако, подавляющее большинство трекеров не имеют достаточной точности и/или доказательной базы для применения их в качестве объективного инструмента врачебного контроля.

ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России было проведено сравнительное исследование, по валидации трекеров сна в сравнении со стационарной полисомнографией на базе кабинета клинической нейрофизиологии ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, целью которого была не только валидация фитнес-трекеров как инструмента для мониторинга циркадиадных ритмов у спортсменов сборных команд России, но также для определения наиболее точных трекеров сна, применимых в условиях проведения учебно-тренировочных сборов с участием спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации.

#### ***Сравнение точности полисомнографического исследования с индивидуальными трекерами сна***

##### **Описание выборки спортсменов и устройств, используемых в исследовании**

В исследовании приняло участие 32 спортсменов различных видов спорта, возраст  $21,8 \pm 1,65$  лет, 12 женщины и 20 мужчин, с отсутствием жалоб на качество сна. Полисомнографическое исследование включало в себя

регистрацию ЭЭГ (F3/A2, F4/A1, C3/A2, C4/A1, O1/A2, O2/A1), ЭМГ, ЭОГ, ЭКГ, термистор для регистрации ороназального потока, датчики дыхательного усилия, пульсоксиметр, датчики движения ног. В исследовании использовались фитнес-трекеры со возможностью измерения стадий и параметров сна: Xiaomi Mi Band 5 (Xiaomi Inc), HUAWEI Band 4 pro (Huawei Technologies Co., Ltd. ), Garmin vivosmart 4 (Garmin Ltd.), Polar Ignite (Polar Electro Oy), Fitbit Charge 4 (Fitbit, Inc). Все используемые устройства обладали трехосными акселерометром и гироскопом, а также фотоплетизмографом.

### Описание эксперимента

Каждый участник эксперимента проходил стандартное полисомнографическое исследование. После подготовки всего оборудования для полисомнографии на исследуемого надевались фитнес-трекеры на запястья обеих рук. Для каждого спортсмена трекеры надевались на различные запястья и различные положения на запястье для получения более объективных результатов.

Исследовались такие параметры как время, проведенное в кровати, общее время сна, время до первого пробуждения после засыпания. Латенция сна была исключена из анализа, так как фитнес-трекеры не давали информацию о ней.

**Таблица 1.** Средние значения и стандартные отклонения для трекеров сна и полисомнографии. Сравнивались такие параметры как общее время, время в кровати, эффективность сна и время до первого пробуждения.

	Общее время сна (мин)	Время в кровати (мин)	Эффективность сна (%)	Время до первого пробуждения после засыпания (мин)
Полисомнография	421,1±89,7	497,9±89,2	88,5±8,7	20,5±32.8

Xiaomi Mi Band 5	380,2±88,8	410,1±119,9	92,3±6,2	78.1±49,1
HUAWEI Band 4 pro	343,7±72,2	398,7±82,2	0,86±15,2	36,7±15,9
Garmin vivosmart 4	331,4±113,8	392,8±130,7	84,4±5,9	42,9±18,2
Polar Ignite	469,8±102,9	509,1±140,8	92,9±10,3	17,9±35,2
Fitbit Charge 4	468,8±91,4	496,0±110,7	94,8±8,9	39,4±29,9

Для сравнения точности регистрации параметров сна трекеров сна со стандартом (полисомнография) использовался коэффициент корреляции Пирсона, который принимает значения от -1 (обратная корреляция) до 1 (прямая корреляция). Чем выше значение корреляции, тем более точно фитнес-трекер регистрировал фазы и параметры сна.

Используя результаты полисомнографического исследования и записи с трекеров сна,

была построена корреляционная матрица (таблица 2). Все фитнес-браслеты показали

примерно одинаковую точность с полисомнографическим исследованием, однако

наиболее высокими коэффициентами корреляций показал Garmin vivosmart 4. Таким образом, для в "полевых" условиях наиболее точную информацию о сне будет предоставлять Garmin vivosmart 4.

**Таблица 2.** Матрица корреляций для сравнения полисомнографического исследования и данных, полученных с трекеров сна. Самыми высокими коэффициентами корреляций Пирсона с PSG обладает фитнес-трекер Garmin vivosmart 4. "\*\*\*" соответствует  $p < 0,001$ , "\*" –  $p < 0.05$ .



		Xiaomi Mi Band 5	HUAWEI Band 4 pro	Garmin vivosmart 4	Polar Ignite	Fitbit Charge 4
Полисомнография	Общее время сна	0,57**	0,28**	0,81**	0,61**	0,45**
	Время в кровати	0,49**	0,41**	0,88**	0,38**	0,25**
	Эффективность сна	-0,05	-0,11	0,71*	-0,06	0,10
	Ошибка определения времени пробуждения после засыпания	0,08	0,05	0,002	-0,03	0,02

#### **4. Протокол мониторинга циркадиальных ритмов и их нарушений у спортсменов спортивных сборных команд России.**

Ниже представлен протокол диагностики циркадиальных ритмов и их нарушений у спортсменов сборных команд Российской Федерации на примере классического 3-х недельного сбора, с ведущей целью – общая физическая подготовка.



## 5. Выводы и рекомендации

1. Циркадианные ритмы оказывают значительное влияние на функциональное состояние и функциональную готовность высококвалифицированных спортсменов на этапах учебно-тренировочной и соревновательной деятельности.
2. Более чем 32% высококвалифицированных спортсменов – членов спортивных сборных команд Российской Федерации страдают от нарушений циркадианных ритмов даже при отсутствии смещения часовых поясов.
3. Мониторинг циркадианных ритмов и их нарушений у высококвалифицированных спортсменов – членов спортивных сборных команд Российской Федерации позволит определить персонафицированную тактику медико-биологической коррекции и повысить функциональную готовность спортсменов сборных команд на учебно-тренировочных и соревновательных сборах
4. Для диагностики и мониторинга циркадианных ритмов и их нарушений у высококвалифицированных спортсменов рекомендуется использовать фитнес трекеры, прошедшие валидационные исследования (Garmin Vivosmart 4/ Polar Ignite/ Polar H10/ Garmin HR Monitor).
5. Врачам сборных команд России для объективного мониторинга циркадианных ритмов у высококвалифицированных спортсменов на этапах учебно-тренировочной и соревновательной деятельности рекомендуется использовать протокол комплексного мониторинга, включающий как контроль качественно-количественных характеристик сна спортсменов, так и определение регуляторных функций в первую очередь в 1, 11 и 21 день UTC.

## Библиография

1. Peppard PE, Young T, Barnet JH, Palta M, Hagen EW, Hla KM. Increased prevalence of sleep-disordered breathing in adults. *Am J Epidemiol* 2013; 177: 1006–1014 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
2. Shaq Attacks Sleep Apnea. Harvard Medical School. <https://www.youtube.com/watch?v=4JkiWvWn2aU> Accessed March 9, 2018 [Google Scholar]
3. Simpson NS, Gibbs EL, Matheson GO. Optimizing sleep to maximize performance: Implications and recommendations for elite athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2017; 27: 266–274 [PubMed] [Google Scholar]
4. Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med* 2015; 45: 161–186 [PubMed] [Google Scholar]
5. O'Donnell S, Beaven CM, Driller MW. From pillow to podium: a review on understanding sleep for elite athletes. *Nat Sci Sleep* 2018; 10: 243. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
6. Fullagar HH, Duffield R, Skorski S, Coutts AJ, Julian R, Meyer T. Sleep and recovery in team sport: Current sleep-related issues facing professional team-sport athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 2015; 10:950–957 [PubMed] [Google Scholar]
7. Samuels CH. Jet lag and travel fatigue: A comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams. *Clin J Sport Med* 2012; 22: 268–273 [PubMed] [Google Scholar]
8. Harriss DJ, Macsween A, Atkinson G. Standards for ethics in sport and exercise science research: 2018 update. *Int J Sports Med* 2017; 38: 1126–1131 [PubMed] [Google Scholar]
9. Lastella M, Roach GD, Halson SL, Sargent C. Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports. *Eur J Sport Sci* 2015; 15: 94–100 [PubMed] [Google Scholar]
10. Leeder J, Glaister M, Pizzoferro K, Dawson J, Pedlar C. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *J Sports Sci* 2012; 30: 541–545 [PubMed] [Google Scholar]
11. Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci USA* 2015; 112: 1232–1237 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
12. Halson S Stealing sleep: Is sport or society to blame? *Br J Sports Med* 2016; 50: 381. [PubMed] [Google Scholar]

13. Mukherjee S, Patel SR, Kales SN, Ayas NT, Strohl KP, Gozal D, Malhotra A. American thoracic society ad hoc committee on healthy sleep. An official american thoracic society statement: the importance of healthy sleep. Recommendations and future priorities. *Am J Respir Crit Care Med* 2015; 191: 1450–1458 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
14. Irwin MR. Why sleep is important for health: A psychoneuroimmunology perspective. *Annu Rev Psychol* 2015; 66: 143–172 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
15. Killgore WD. Effects of sleep deprivation on cognition. *Prog Brain Res* 2010; 185: 105–129 [PubMed] [Google Scholar]
16. Patel SR, Malhotra A, White DP, Gottlieb DJ, Hu FB. Association between reduced sleep and weight gain in women. *Am J Epidemiol* 2006; 164: 947–954 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
17. Morselli L, Leproult R, Balbo M, Spiegel K. Role of sleep duration in the regulation of glucose metabolism and appetite. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2010; 24: 687–702 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
18. Mougín F, Bourdin H, Simon-Rigaud ML, Nguyen Nhu U, Kantelip JP, Davenne D. Hormonal responses to exercise after partial sleep deprivation and after hypnotic drug-induced sleep. *J Sports Sci* 2001; 19: 89–97 [PubMed] [Google Scholar]
19. Haack M, Lee E, Cohen DA, Mullington JM. Activation of the prosta-glandin system in response to sleep loss in healthy humans: Potential mediator of increased spontaneous pain. *Pain* 2009; 145: 136–141 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
20. Haack M, Mullington JM. Sustained sleep restriction reduces emotional and physical well-being. *Pain* 2005; 119: 56–64 [PubMed] [Google Scholar]
21. Haack M, Sanchez E, Mullington JM. Elevated inflammatory markers in response to prolonged sleep restriction are associated with increased pain experience in healthy volunteers. *Sleep* 2007; 30: 1145–1152 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
22. Azboy O, Kaygisiz Z. Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiol Hung* 2009; 96: 29–36 [PubMed] [Google Scholar]
23. Blumert P, Crum A, Ernsting M, Volek J, Hollander D, Haff E, Haff G. The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national-caliber male collegiate weightlifters. *J Strength Cond Res* 2007;21: 1146–1154 [PubMed] [Google Scholar]

24. Skein M, Duffield R, Edge J, Short MJ, Mündel T. Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43: 1301–1311 [PubMed] [Google Scholar]
25. Souissi N, Sesboue B, Gauthier A, Larue J, Davenne D. Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *Eur J Appl Physiol* 2003; 89: 359–366 [PubMed] [Google Scholar]
26. Oliver SJ, Costa RJ, Laing SJ, Silzon JL, Walsh NP. One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. *Eur J Appl Physiol* 2009; 107: 155–161 [PubMed] [Google Scholar]
27. Souissi N, Souissi M, Souissi H, Chamari K, Tabka Z, Dogui M, Davenne D. Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiol Int* 2008; 25: 1062–1076 [PubMed] [Google Scholar]
28. Reyner LA, Horne JA. Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiol Behav* 2013; 120: 93–96 [PubMed] [Google Scholar]
29. Souissi N, Chtourou H, Aloui A, Hammouda O, Dogui M, Chaouachi A, Chamari K. Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *J Strength Cond Res* 2013;27:2473–2480 [PubMed] [Google Scholar]
30. Mejri MA, Yousfi N, Mhenni T, Tayech A, Hammouda O, Driss T, Chaouachi A, Souissi N. Does one night of partial sleep deprivation affect the evening performance during intermittent exercise in Taekwondo players? *J Exerc Rehabil* 2016; 12: 47–53 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
31. Taheri M, Arabameri E. The effect of sleep deprivation on choice reaction time and anaerobic power of college student athletes. *Asian J Sports Med* 2012; 3: 15–20 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
32. Pallesen S, Gundersen HS, Kristoffersen M, Bjorvatn B, Thun E, Harris A. The effects of sleep deprivation on soccer skills. *Percept Mot Skills* 2017; 124: 812–829 [PubMed] [Google Scholar]
33. Wright KP Jr, Drake AL, Frey DJ, Fleshner M, Desouza CA, Gronfier C, Czeisler CA. Influence of sleep deprivation and circadian misalignment on cortisol, inflammatory markers, and cytokine balance. *Brain Behav Immun* 2015; 47: 24–34 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
34. Chennaoui M, Arnal PJ, Drogou C, Sauvet F, Gomez-Merino D. Sleep extension increases IGF-I concentrations before and during sleep deprivation in healthy young men. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016; 41: 963–970 [PubMed] [Google Scholar]
35. Lucassen EA, Piaggi P, Dsurney J, de Jonge L, Zhao XC, Mattingly MS, Ramer A, Gershengorn J, Csako G, Cizza G. Sleep Extension Study Group Sleep

extension improves neurocognitive functions in chronically sleep-deprived obese individuals. *PLoS One* 2014; 9: e84832 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

36. Mah CD, Mah KE, Kezirian E, Dement WC. The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep* 2011; 34: 943–950 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

37. Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *J Sports Sci* 2007; 25: 1557–1566 [PubMed] [Google Scholar]

38. Schwartz J, Simon RD Jr.. Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiol Behav* 2015; 151: 541–544 [PubMed] [Google Scholar]

39. Mah CD. Extended sleep and the effects on mood and athletic performance in collegiate swimmers. *Sleep* 2008; 31: (Suppl.) A128 [Google Scholar]

40. Arnal PJ, Lapole T, Erblang M, Guillard M, Bourrilhon C, Leger D, Chennaoui M, Millet GY. Sleep extension before sleep loss: Effects on performance and neuromuscular function. *Med Sci Sports Exerc* 2016; 48: 1595–1603 [PubMed] [Google Scholar]

41. Brooks A, Lack L. A brief afternoon nap following nocturnal sleep restriction: Which nap duration is most recuperative? *Sleep* 2006; 29: 831–840 [PubMed] [Google Scholar]

42. Hayashi M, Motoyoshi N, Hori T. Recuperative power of a short daytime nap with or without stage 2 sleep. *Sleep* 2005; 28: 829–836 [PubMed] [Google Scholar]

43. Kamdar BB, Kaplan KA, Kezirian EJ, Dement WC. The impact of extended sleep on daytime alertness, vigilance, and mood. *Sleep Med* 2004; 5: 441–448 [PubMed] [Google Scholar]

44. Van Ryswyk E, Weeks R, Bandick L, O’Keefe M, Vakulin A, Catcheside P, Barger L, Potter A, Poulos N, Wallace J, Antic NA. A novel sleep optimisation programme to improve athletes’ well-being and performance. *Eur J Sport Sci* 2017; 17: 144–151 [PubMed] [Google Scholar]

45. O’Donnell SH, Driller MW. Sleep-hygiene education improves sleep indices in elite female athletes. *Int J Exerc Sci* 2017; 10: 522. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

46. Smith RS, Efron B, Mah CD, Malhotra A. The impact of circadian misalignment on athletic performance in professional football players. *Sleep* 2013; 36: 1999–2001 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

47. Srinivasan V, Singh J, Pandi-Perumal SR, Brown GM, Spence DW, Cardinali DP. Jet lag, circadian rhythm sleep disturbances, and depression: the role of melatonin and its analogs. *Adv Ther* 2010; 27: 796–813 [PubMed] [Google Scholar]

48. Buxton OM, Lee CW, LHermitte-Balériaux M, Turek FW, Van Cauter E. Exercise elicits phase shifts and acute alterations of melatonin that vary with circadian phase. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2003; 284: R714–R724 [PubMed] [Google Scholar]
49. Youngstedt SD, Elliott JA, Kripke DF. Human circadian phase-response curves for exercise. *J Physiol* 2019; 597: 2253–2268 [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
50. Fowler PM, Knez W, Crowcroft S, Mendham AE, Miller J, Sargent C, Halson S, Duffield R. Greater effect of east vs. west travel on jet lag, sleep, and team sport performance. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49: 2548–2561 [PubMed] [Google Scholar]
51. Thornton HR, Miller J, Taylor L, Sargent C, Lastella M, Fowler PM. Impact of short-compared to long-haul international travel on the sleep and wellbeing of national wheelchair basketball athletes. *J Sports Sci* 2017; 5: 1–9 [PubMed] [Google Scholar]
52. Forbes-Robertson S, Dudley E, Vadgama P, Cook C, Drawer S, Kilduff L. Circadian disruption and remedial interventions: Effects and interventions for jet lag for athletic peak performance. *Sports Med* 2012; 42: 185–208 [PubMed] [Google Scholar]
53. Leatherwood WE, Drago JL. Effect of airline travel on performance: A review of the literature. *Br J Sports Med* 2013; 47: 561–567 [PubMed] [Google Scholar]
54. Rowland TW. *The Athletes Clock: How Biology and Time Affect Sport Performance*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2011 [Google Scholar]
55. National Sleep Foundation <https://sleepfoundation.org/> Accessed March 9, 2018
56. National Sleep Foundation <https://www.sleepfoundation.org/sleep-topics/jet-lag-and-sleep> Accessed March 9, 2018
57. Sax JK. Dietary supplements are not all safe and not all food: How the low cost of dietary supplements preys on the consumer. *Am J Law Med* 2015; 41: 374–394 [PubMed] [Google Scholar]
58. Brown GM, Pandi-Perumal SR, Trakht I, Cardinali DP. Melatonin and its relevance to jet lag. *Travel Med Infect Dis* 2009; 7: 69–81 [PubMed] [Google Scholar]
59. UCSD Center for Pulmonary and Sleep Medicine. *Sleep Hygiene Patient Information Handout [Brochure]*. San Diego, CA: University of California San Diego; 2017 [Google Scholar]



60. Halson S Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Med* 2014; 44: 13–23C. Czeisler, J. Duffy, T. Shanahan, E. Brown, J. Mitchell, D. Rimmer, et al.
- a. Adan, S. Archer, M. Hidalgo, L. Di Milia, V. Natale, C. Randler Circadian typology: a comprehensive review *Chronobiol Int*, 29 (2012) CrossRef
- b. Drust, J. Waterhouse, G. Atkinson, B. Edwards, T. Reilly Circadian rhythms in sports performance - an update *Chronobiol Int*, 22 (2005)
61. S.A. Vardar, L. Öztürk, C. Kurt, E. Bulut, N. Sut, E. Vardar Sleep deprivation induced anxiety and anaerobic performance *J Sports Sci Med*, 6 (2007)
62. N. Souissi, B. Sesboüè, A. Gauthier, J. Larue, D. Davenne Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day *Eur J Appl Physiol*, 89 (2003)
63. P.A. Blumert, A.J. Crum, M. Ernsting, J.S. Volek, D.B. Hollander, E.E. Haff, et al. The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national-caliber male collegiate weightlifters *J Strength Cond Res*, 21 (2007)
- M. Skein, R. Duffield, J. Edge, M.J. Short, T. Mündel Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation *Med Sci Sports Exerc*, 43 (2011)

Федеральное медико-биологическое агентство  
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»  
(ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)

СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРУППА 12. Требования к профилактике заболеваний, защите здоровья населения от повреждающих факторов, охране репродуктивного здоровья и оказанию медико-социальной помощи

**Диагностика нарушений циркадианных ритмов у высококвалифицированных спортсменов на этапах спортивной деятельности**

Методические рекомендации  
МР ФМБА России - 2020

Первый заместитель генерального  
директора  
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна  
ФМБА России,  
д-р.мед.наук, профессор

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Ю. Бушманов

---

Исполнители:

Научный руководитель - зав.  
лабораторией больших данных и  
прецизионной спортивной медицины  
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна  
ФМБА России, к.б.н.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

М.С. Ключников

Ответственный исполнитель -  
заведующий отделением спортивной  
психологии ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ  
им. А.И. Бурназяна ФМБА России

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Б. Кожокару

Заведующий отделением спортивной  
психологии ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ  
им. А.И. Бурназяна ФМБА России

\_\_\_\_\_

подпись, дата

С.Е. Назарян

Младший научный сотрудник  
лаборатории больших данных и  
прецизионной спортивной медицины  
ЦСМиР ФГБУ «Федеральный научно-  
клинический центр спортивной медицины  
и реабилитации ФМБА России»

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Н.Ф. Максбтов