

УДК: 613.1:[612.766:612.84]

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСМЕРИДИОНАЛЬНЫХ ПЕРЕЛЕТОВ

© 2015 г. П. Ф. Кикю, М. Ю. Хотимченко, *Л. Н. Нагирная

Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины,
*Тихоокеанский государственный медицинский университет, г. Владивосток

Представлен краткий обзор научной литературы, посвященный медико-биологическим исследованиям по проблеме трансмеридиональных перелетов, а также поиску путей быстрого преодоления десинхронизации, возникающих при смене часовых поясов. Установлено, что десинхронизация циркадианных колебаний физиологических функций после трансмеридионального перелета неизбежна, степень ее отрицательного воздействия на организм человека зависит от индивидуальных особенностей биоритмов и может корректироваться правильным подбором режима жизнедеятельности в прежней и новой временной зоне. Показана необходимость дальнейшего проведения научно-исследовательской работы в области разработки и оценки биологической активности средств, способствующих быстрой адаптации человека к смене часовых поясов. Одним из направлений исследований является разработка средств коррекции на основе препаратов (и их компонентов) природного происхождения для оптимизации функционального состояния организма человека, перенесшего трансмеридиональный перелет и готового к выполнению своих профессиональных задач в кратчайшие сроки.

Ключевые слова: трансмеридиональные перелеты, адаптация, десинхронизация

PROBLEMS OF TRANSMERIDIAN FLIGHTS

P. F. Kiku, M. Yu. Khotimchenko, *L. N. Nagirnaya

Far East Federal University, School of Biomedicine, Vladivostok
*Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

The presented review of scientific literature is devoted to biomedical research on the problem of transmeridian flights, as well as to search of ways of rapid overcome of desynchronization occurring across time zones. It has been established that desynchronization of circadian oscillations of physiological functions after transmeridian flights was inevitable, the degree of its negative impact on the human body depended on individual biorhythms and can be corrected by proper choices of vital activity regime in the former and new time zones. The need in further research in the sphere of development and assessment of biological activity of the tools contributing to human rapid adaptation to changing time zones has been shown. One of the areas of research is development of means of correction based on preparations (and their components) of natural origin for optimization of functional state of bodies of humans after transmeridian flights who are ready to carry out their professional tasks in the shortest possible time.

Keywords: transmeridian flights, adaptation, desynchronization

Множество людей в силу жизненной и профессиональной необходимости вынуждены быстро перемещаться в новые временные пояса или в непривычные для организма климатические условия, отличающиеся не только температурными характеристиками (жара или холод), но и величиной атмосферного давления (низкое или высокое), а также продолжительностью светового дня и ночи [1, 2]. Времени на полную адаптацию к новой окружающей среде может не оказаться. Более того, в подавляющем большинстве от командированных специалистов порой требуется высококвалифицированная работа с максимальным напряжением физических сил на фоне значительного нервно-эмоционального напряжения. Особую значимость данная проблема приобретает для летчиков, спортсменов, дипломатов, бизнесменов, артистов, сотрудников МЧС и особенно лиц, работающих по вахтовому методу, которым ввиду своей деятельности приходится часто и быстро перемещаться на далекие расстояния [4, 8, 10]. Наиболее сложно приходится специалистам, участвующим в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Нарушения функций организма после перелёта могут негативно сказываться на их профессиональной деятельности [7, 9].

Путешествие через часовые пояса является распространенной причиной многих болезней. После трансмеридионального полета внутренние часы десинхронизируются под влиянием внешнего воздействия окружающей среды, и может потребоваться несколько дней для приспособления к новым внешним временным условиям. Десинхронизация между циркадианной системой человека и новым окружающим временем описана как jet lag. Состояние jet lag проявляется в основном бессонницей и ее последствиями: дневной сонливостью, ранним пробуждением, подавленным настроением [13, 21, 25].

Самым заметным проявлением данного синдрома является сниженная эффективность работы в результате быстрого наступления утомления, сопровождающегося плохой реакцией и нарушенной психомоторной деятельностью (сниженная концентрация внимания, раздражительность и истощение с умеренной депрессией) [19, 24].

Действительно, смена часовых поясов, как правило, сопровождается неприятными симптомами. По данным ряда исследований [25, 29], после смены часовых поясов в 78 % случаев у респондентов отмечается бессонница, в 27 % случаев — интеллек-

туальная нетрудоспособность, головные боли, также могут наблюдаться сонливость, снижение внимания, лёгкие психосоматические расстройства. На вторую — третью неделю пребывания в изменённом часовом поясе учащаются случаи респираторных вирусных заболеваний, дерматозов, обострений очагов хронической инфекции [11, 15]. Часто трансмеридиональные перелёты связаны с риском развития медицинских патологий, проявляющихся помимо нарушения сна психическими дисфункциями, язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, раковыми заболеваниями [5, 13, 34].

Синхронизация воздействия этих двух составляющих нарушается в результате перемещения через несколько часовых поясов, что приводит к сбою в работе внутренних часов, проявляющемуся в расстройстве графика сна и вызывающему ухудшение физической работоспособности и других физиологических параметров. Состояние организма в период рассогласования циркадианных ритмов, их взаимной десинхронизации получило название десинхроноза. В его основе лежит дискоординация существующих в норме периодов и фаз ритмов организма и внешней среды (внешний десинхроноз) и фазовых взаимоотношений ритмов внутри организма (внутренний десинхроноз). Десинхронозы подразделяются на острые и хронические (явные и скрытые) [2, 6, 7, 11].

После сдвига времени сна к непривычным часам (сдвига фазы ритма сна — бодрствования) десинхроноз вначале выступает в явной форме. Нарушение взаимной слаженности физиологических и биохимических процессов, ответственных за обеспечение глубокого и полноценного сна, приводит к резкому его ухудшению. Десинхронизация циркадианных ритмов в сфере пищеварения расстраивает эту функцию, что внешне выражается в частичной или полной потере аппетита. Недостаток сна способствует появлению раздражительности, поддерживает сонливость и вялость в дневные часы. Непосредственной причиной этих состояний является рассогласование жизненных функций, призванных обеспечивать высокий уровень бдительности [12, 17, 18].

Негативные физиологические эффекты трансмеридиональных перелётов обусловлены быстрым смещением фазы времени датчиков относительно фазы циркадианных ритмов организма, когда наблюдается острый десинхроноз. Он проявляется выраженными нарушениями ритма пульса и артериального давления, снижением работоспособности, вялостью, усталостью, нарушениями сна и деятельности желудочно-кишечного тракта. Кроме того, часто наблюдаются головные боли, шум в ушах и другие явления, т. е. изменяются вегетативные показатели. Интенсивность развития десинхроноза зависит от чувствительности отдельных функций организма к фазовым сдвигам. Например, изменения в функциональных характеристиках сердечно-сосудистой системы возникают при пересечении трех часовых поясов, а достоверные изменения картины

сна (регистрируются на электроэнцефалограмме) возникают лишь при пересечении девяти часовых поясов. Изменения ритма терморегуляции наступают даже после 0,5-часового сдвига. Восстановление любых физиологических и биохимических показателей происходит постепенно, однако темпы этого восстановления различны и могут принимать затяжной характер, при этом сохраняется десинхронизация циркадианных ритмов организма. Процесс излечения более сложных психофизиологических функций может занять довольно длительное время. Долше восстанавливается деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и выделительной систем, а наиболее «инертными» считаются показатели терморегуляции, внутриклеточные процессы, основной, гормональный и солевой обмена [11, 14, 20, 30].

По мнению Б. С. Алякринского [2], острый десинхроноз вызывает снижение общебиологической надежности организма, и в частности иммунологической реактивности. При смене часового пояса у спортсменов увеличивается обращаемость за медицинской помощью. Учащаются случаи острых респираторных заболеваний, сопровождающихся нагноительным процессом, обостряются хронические воспалительные и травматические заболевания и др. В первые дни такие обращения носят эпизодический характер, максимум их приходился на 10—14-й день. Более половины случаев обращений составляют обострения хронических воспалительных заболеваний или рецидивов некупированных очагов инфекции. Встречаются также острые травмы и обострение хронических травматических заболеваний, связанных со спортивной деятельностью [6].

Наблюдаемые у спортсменов ухудшение заживления ран, нагноение потертостей, простудные заболевания являются признаком снижения иммунитета. Повышенный травматизм можно связать с нарушением координации движений и функций зрительного анализатора. Снижение работоспособности составляет от 8 до 20 %. Во время тренировок мышцы рук и ног спортсменам кажутся «ватными», тяжелыми, нарушается координация и точность движений, отмечается более выраженная, чем обычно, пульсовая реакция на привычные тренировочные упражнения, замедляется восстановление частоты пульса в промежутке отдыха между упражнениями. Сила мышц падает. Неадекватной становится реакция физиологических и биохимических показателей на физическую нагрузку. Согласно данным вариационной интервалокардиографии, ухудшаются показатели, оценивающие функциональное состояние сердца. Электрокардиографические исследования свидетельствовали о том, что после перелета возможно появление изменений на электрокардиограмме (ЭКГ). У спортсменов увеличивается число случаев нарушения процесса реполяризации миокарда. Если данная патология имела у спортсмена до переезда, то возникает ее отчетливое усугубление. Как правило, снижается выраженность синусовой аритмии, вплоть

до возникновения ригидного ритма, не свойственного, как известно, спортсменам высокой квалификации. Из других более редких изменений ЭКГ отмечается миграция водителя ритма, экстрасистолия. По мере акклиматизации наблюдается положительная динамика ЭКГ. Нормализуется инверсия зубца Т в стандартных отведениях при изменении ортостатического положения, уменьшается выраженность синусовой аритмии вплоть до возникновения ригидного ритма. Отмечаются изменения со стороны реографических показателей: снижение ударного выброса крови, ухудшение кровенаполнения периферических кровеносных сосудов, повышение их тонуса. Содержание гемоглобина в крови несколько снижается, развивается лимфоцитарный лейкоцитоз, тогда как содержание нейтрофилов в крови уменьшается. Активность гормональных систем, в частности показатели симпатoadренальной системы, повышается при перелете на запад и снижается при перелете на восток. Адекватная реакция гормональных систем на нагрузки обычно сохраняется [6, 16, 33].

По мере того, как фазы циркадианных ритмов приходят в соответствие с новым ритмом активности и покоя, как в циркадианной системе организма прекращается хаос и восстанавливается порядок, описанные симптомы сглаживаются и в конце концов исчезают, что, однако, еще не означает полной ликвидации десинхроноза. Десинхроноз переходит из явной формы в скрытую [28].

В состоянии скрытого десинхроноза большинство ритмов уже завершило свою перестройку, однако ряд наиболее инертных, «глубоко упрятанных» процессов еще продолжает перестраиваться. В этой стадии, несмотря на внешнее благополучие — нормализацию сна, восстановление аппетита, возвращение хорошего самочувствия и исходной профессиональной продуктивности, эффективная работа организма обеспечивается ценой избыточного напряжения, необходимого для мобилизации функциональных резервов, в обычных условиях остающихся нетронутыми [26, 31, 32].

К числу инертных процессов, фаза которых изменяет свое положение гораздо медленнее, относится, например, суточный ритм температуры тела. В то время как подвижные ритмы уже пришли в соответствие с новым режимом жизни, инертные ритмы только начинают свою перестройку, сохраняя в основном еще старое положение фаз. В результате естественная взаимосвязь циркадианных ритмов организма, их взаимная синхронизация утрачивается. Жизненные процессы оказываются десинхронизированными (внутренний десинхроноз). И до тех пор, пока инертные ритмы не завершат своей перестройки, эта десинхронизация не исчезнет [23].

Длительность периодов явного и скрытого десинхроноза определяется величиной фазового сдвига. При максимально возможном сдвиге фазы ритма «активность — покой», равном 12 ч (инверсии), явный десинхроноз продолжается в среднем, без учета индивидуальных вариаций, около 10–15 дней

[9]. Феномен скрытого десинхроноза продолжает изучаться. Данные, которыми располагает биоритмология, разноречивы. Так, например, в работах по изучению психофизиологических эффектов переезда из западных районов средней полосы Советского Союза в районы Севера и Крайнего Севера, а также в Антарктиду элементы десинхроноза констатировались в течение длительных сроков — от полутора месяцев до полутора лет. Надо иметь в виду, что в таких случаях десинхроноз может быть спровоцирован не только перемещением в новый часовой пояс, но и резкими изменениями климатических условий. Российский исследователь С. Н. Ежов зарегистрировал элементы десинхроноза после перелета с востока на запад нашей страны через семь часовых поясов на 40-е сутки. Было показано ухудшение психомоторной продуктивности испытуемых спортсменов в течение 40 суток эксперимента, т. е. наблюдалось сохранение десинхронизирующих эффектов. В послеполетном периоде выделены два этапа изменений межполушарных отношений: в острую фазу десинхроноза (2–3 суток) и при переходе из острой фазы в латентную (8–9 суток) [5].

Есть данные, согласно которым перелеты из Соединенных Штатов Америки (США) на Корейский полуостров и из Великобритании в США (Чикаго) сопровождаются нарушениями циркадианных ритмов организма, которые на новом месте исчезают через 25–60 дней [22, 27].

При определении сроков десинхроноза нужно иметь в виду также направление сдвига. Скорость адаптации организма при острых десинхронозах зависит от многих причин, особое значение придается направлению перелёта. Известно, что ресинхронизация циркадианных ритмов после перелета на запад идет со средней скоростью 92 минуты в сутки, а после перелета на восток — 57 минут в сутки. Заложенный суточный ритм плохо поддается перестройке. По мнению большинства исследователей, после перелета в восточном направлении период явного десинхроноза длится примерно на 2 суток больше, чем после перелета на запад (разумеется, это не относится к инверсии, поскольку инверсия, в каком бы направлении она ни совершалась, это всегда 12-часовой сдвиг, в результате которого человек, летящий на запад или на восток, попадает в один и тот же часовой пояс). «Жаворонки», или те, для кого характерно раннее пробуждение, плохо адаптируются к перелетам на запад, в то время как «совы» — к перелетам на восток [6].

Сроки окончательной перестройки всей системы суточных ритмов сильно варьируют в зависимости от многих обстоятельств. Эксперименты по перемещению людей в разные часовые пояса подтвердили, что приспособление к новому часовому ритму длится от 1,5 до 4 недель [34]. Выраженные явления десинхроноза наступают при пересечении трех часовых поясов и более. Острый десинхроноз возникает при экстренном рассогласовании датчиков времени и

ритмов организма, как раз такое нарушение имеет место при перелёте. Если воздействие фактора, вызвавшего острый десинхроноз, не прекращается, то развивается хронический десинхроноз.

Есть мнение, что продолжительность десинхроноза после трансмеридионального перелета во многом определяется уровнем самодисциплины: чем пунктуальнее следовать новому распорядку жизни, тем быстрее удастся приспособиться к нему, тем короче период десинхроноза [32].

Однако в любом случае десинхроноз неизбежен, и именно поэтому в ряде стран людям, отправляющимся в деловые поездки, не рекомендуется принимать ответственные решения в первые три дня после прибытия в новый часовой пояс. Спортсменам, желающим показать высокий результат, необходимо прибывать к месту соревнований заранее, чтобы успеть адаптироваться к сдвигу фазы ритма сна — бодрствования [5, 6].

Хронический десинхроноз характерен для работы в гражданской авиации на трансмеридиональных линиях. При частом изменении распорядка сна — бодрствования циркадианные ритмы жизненных функций просто не успевают синхронизироваться друг с другом (а если и успевают, то ненадолго). В результате возникают длительные и стойкие нарушения сна, желудочно-кишечные расстройства (вплоть до язвенной болезни желудка и особенно 12-пёрстной кишки), нервные заболевания (неврозы). Хронический десинхроноз представляет одну из важных проблем авиационной медицины. По данным французских специалистов [24, 25], 78 % летного состава, обслуживающего трансмеридиональные авиалинии, страдает от частой смены часовых поясов. Это особенно относится к молодым людям. Молодежь, попадая в новый часовой пояс, стремится сразу же перейти к новому распорядку жизни, тем самым стимулируя перестройку своих циркадианных ритмов (мы уже говорили о том, что педантичное следование измененному режиму позволяет быстрее усвоить его). Однако через 2–3 дня, вернувшись домой, приходится возвращаться к исходному ритму сна — бодрствования, что сопровождается повторными передвижками фаз жизненных ритмов и т. д. У этих людей фазы циркадианных ритмов постоянно находятся в движении, между ними нет устойчивой слаженности, согласованности. Отсюда и десинхроноз со всеми его отрицательными последствиями. Пилоты же старших возрастов научились избегать десинхроноза. После трансмеридионального перелета они соблюдают привычный график сна — бодрствования, характерный для места их постоянного жительства, чтобы не допустить передвижки фаз жизненных ритмов и сохранить их естественную взаимную синхронизацию. Кроме того, они стремятся как можно скорее покинуть промежуточный аэропорт и вернуться домой. Такая линия поведения рекомендуется всем летчикам, что поможет им обеспечить свое профессиональное долголетие [2, 13]. Изучение

характера, вида и степени десинхроноза используется для диагностики и прогнозирования эффективности адаптивных перестроек в восстановлении гармонии биоритмов организма. Оптимальное соотношение их периодов и фаз обеспечивает устойчивость, нормальный гомеостаз и, следовательно, здоровье организма [2, 6, 11].

Таким образом, десинхронизация циркадианных колебаний физиологических функций после трансмеридионального перелета неизбежна, степень ее отрицательного воздействия на организм человека зависит от индивидуальных особенностей биоритмов и может корректироваться правильным подбором режима жизнедеятельности в прежней и новой временной зоне.

Представленный аналитический обзор научной литературы, посвященный медико-биологическим исследованиям проблемы трансмеридиональных перелетов, а также поиску путей быстрого преодоления десинхронозов, возникающих при смене часовых поясов, показал необходимость дальнейшего проведения научно-исследовательской работы в области разработки и оценки биологической активности средств [3], способствующих быстрой адаптации человека к смене часовых поясов. Одним из направлений исследований является разработка средств коррекции на основе препаратов (и их компонентов) природного происхождения для оптимизации функционального состояния организма человека, перенесшего трансмеридиональный перелет и готового к выполнению своих профессиональных задач в кратчайшие сроки.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Петров В. И., Радыш И. В., Краюшкин С. И. Хронофизиология, хронофармакология и хронотерапия : монография. Волгоград : Изд-во ВолГМУ, 2005. 336 с.
2. Алякринский Б. С., Степанова С. И. По закону ритма. М. : Наука, 1985. 176 с.
3. Горчакова Н. А. Адаптогены в спортивной медицине // Наука в спорте. 2006. С. 22–36.
4. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р., Дёгтева Г. Н. Некоторые особенности физиологических реакций организма рабочих при экспедиционно-вахтовом методе организации труда в Заполярье // Физиология человека. 1996. № 3. С. 137–142.
5. Ежов С. Н., Кривошецов С. Г. Особенности психомоторных реакций и межполушарных отношений мозга на этапах временной адаптации // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 2. С. 53–57.
6. Иорданская Ф. А. Особенности временной адаптации при перелетах на восток и запад, средства коррекции и профилактики десинхроноза // Теория и практика физической культуры. 2000. № 3. С. 16–20.
7. Куприянович Л. И. Биологические ритмы и сон. М. : Наука, 1976. 120 с.
8. Сарычев А. С., Гудков А. Б., Попова О. Н. Характеристика компенсаторно-приспособительных реакций внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционного режима труда в Заполярье // Экология человека. 2011. № 3. С. 7–13.

9. Степанова С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. М. : Наука, 1986. 244 с.

10. Фатеева Н. М., Колпаков В. В. Адаптация человека к условиям Крайнего Севера: влияние экспедиционно-вахтового труда на биоритмы гемостаза, перекисное окисление липидов и антиоксидантную систему : монография. Тюмень : Изд-во «Шадринский Дом Печати», 2011. 258 с.

11. Чибисов С. М., Благоднаров М. Л., Фролов В. А. Телеметрическое мониторирование в патофизиологии сердца и хронокардиологии. М. : РУДН, 2008. 156 с.

12. Cardinali D. P., Furio A. M., Reyes M. P. et al. The use of chronobiotics in the resynchronization of the sleep / wake cycle // *Cancer Causes Control*. 2006. Vol. 17. P. 601–609.

13. Cho K., Ennaceur A., Cole J. K., Suh C. H. Chronic jet lag produce cognitive deficits // *Chronic jet lag produces cognitive deficits // Journal of Neuroscience*. 2000. Vol. 20. P. 1–5.

14. Drust B., Rasmussen P., Mohr M. et al. Elevations in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance // *Acta Physiologica Scandinavica*. 2005. Vol. 183. P. 181–190.

15. Eastman C. I., Burgess H. J. How to travel the world without jet lag // *Sleep Med Clin*. 2009. Vol. 4. P. 241–255.

16. Foster R. G., Hankins M. W. Circadian vision // *Curr. Biol*. 2007. Vol. 17 (17). P. 746–51.

17. Foster R. G. Neurobiology: bright blue times // *Nature*. 2005. Vol. 17, N 433 (7027). P. 698–699.

18. Francis G., Bishop L., Luke C., Middleton B., Williams P., Arendt J. Sleep during the Antarctic winter: preliminary observations on changing the spectral composition of artificial light // *J. Sleep Res*. 2008. Vol. 17. P. 354–360.

19. Haimov I., Arendt J. The prevention and treatment of jet lag // *Sleep Med. Rev*. 1999. Vol. 3, N 3. P. 229–240.

20. Hirschfeld U., Moreno-reyes R., Akseki E. et al. Progressive elevation of plasma thyrotropin during adaptation to simulated jet lag: effects of treatment with bright light or zolpidem // *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 1996. Vol. 81. P. 3270–3277.

21. Katz G., Durst R., Zislin Y., Barel Y., Knobler H. Y. Psychiatric aspects of jet lag. Review and hypothesis // *Med. Hypotheses*. 2001. Vol. 56, N 1. P. 20–23.

22. Kolla B. P., Auger R. R. Jet lag and shift work sleep disorders: How to help reset the internal clock // *Cleveland Clinic Journal of Medicine*. 2011. Vol. 78. P. 675–684.

23. Kräuchi K., Cajochen C. & Wirz-Justice A. Thermophysiological aspects of the three-process-model of sleepiness regulation // *Clinics in Sports Medicine*. 2005. Vol. 24. P. 287–300.

24. Lagarde D., Doireau P. Le decalage horaire // *Med. trop. (Fr.)*. 1997. Vol. 57, N 4, bis. P. 489–492

25. Leger D., Badel D. and De La Giclais B. The prevalence of jet-lag among 507 travelling businessman // *Sleep Res*. 1993. Vol. 22. P. 409.

26. Lewy A. J., Bauer V. K., Ahmed S. et al. The human phase response curve (PRC) to melatonin is about 12 hours out of phase with the PRC to light // *Chronobiol. Int*. 1998. Vol. 15. P. 71–83.

27. Münch M., Bromundt V. Light and chronobiology: implications for health and disease // *Dialogues in Clinical Neuroscience*. 2012. Vol. 14. P. 450–453.

28. Nickelsen T., Lang A., Bergau L. The effect of 6-, 9- and 11-hour time shifts on circadian rhythms: adaptation of sleep parameters and hormonal patterns following the intake of melatonin or placebo // Arendt J., Pevet P. eds. *Advances in pineal research*. 2011. Vol. 5. P. 303–306.

29. Paul M. A., Miller J. C., Gray G., Buick F., Blazeski S., Arendt J. Circadian phase delay induced by phototherapeutic devices // *Aviat. Space Environ. Med*. 2007. Vol. 78 (7). P. 645–652.

30. Pierard 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.

31. Revell V. L., Burgess H. J., Gazda C. J. et al. Advancing human circadian rhythms with afternoon melatonin and morning intermittent bright light // *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2006. Vol. 91. P. 54–59.

32. Sack R. L., Auckley D., Auger R. R. et al. Circadian rhythm sleep disorders: part I, basic principles, shift work and jet lag disorders // *Sleep*. 2007. Vol. 30. P. 1460–1483.

33. Viola A., James L., Schlengen L., Dijk D. J. Blue enriched light improves self reported alertness and performance in the workplace // Cairns, Australia: World Federation of Sleep Research Societies; 2008 September 1–6. P. PO034, Abstract.

34. Waterhouse J., Reilly T., Atkinson G. Jet-lag // *Lancet*. 2007. Vol. 350. P. 1611–1615.

References

1. Agadzhanyan N. A., Petrov V. I., Radysh I. V., Krayushkin S. I. *Khronofiziologiya, khronofarmakologiya i khronoterapiya* [Chronophysiology, chronopharmacology and chronotherapy]. Volgograd, 2005, 336 p.

2. Alyakrinskii B. S., Stepanova S. I. *Po zakonu ritma* [According to the law of rhythm]. Moscow, Nauka Publ., 1985, 176 p.

3. Gorchakova N. A. Adaptogeny v sportivnoi meditsine [Adaptogens in sports medicine]. In: *Nauka v sporte* [Science in Sport]. 2006, pp. 22-36.

4. Gudkov A. B., Tedder Yu. R., Degteva G. N. Some features of the physiological reactions of the body working at expeditionary rotational basis organization of labor in the North. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1996, 3, pp. 137-142. [in Russian]

5. Ezhov S. N., Krivoshechekov S. G. Features of psychomotor reactions and interhemispheric relations in steps brain time to adapt. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2004, 30 (2), pp. 53-57. [in Russian]

6. Iordanskaya F. A. Features of temporary adaptation to flights to the east and the west, means of correction and prevention of DS. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical training]. 2000, 3, pp. 16-20. [in Russian]

7. Kupriyanovich L. I. *Biologicheskie ritmy i son* [Biological rhythms and sleep]. Moscow, Nauka Publ., 1976, 120 p.

8. Sarychev A. S., Gudkov A. B., Popova O. N. Compensatory-adaptive Reactions of External Respiration in Oil Industry Workers in Dynamics of Field Work Regime in Polar Region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, 3, pp. 7-13. [in Russian]

9. Stepanova S. I. *Bioritmologicheskie aspekty problemy adaptatsii* [Biorhythmological aspects of adaptation problem]. Moscow, Nauka Publ., 1986, 244 p.

10. Fateeva N. M., Kolpakov V. V. *Adaptatsiya cheloveka k usloviyam Krainego Severa: vliyaniye ekspeditsionno-vakhtovogo truda na bioritmy gemostaza, perekisnoye okislenie lipidov i antioksidantnuyu sistemu* [Human adaptation to the Far North conditions: impact of expeditionary shift work on biorhythms hemostasis, lipid peroxidation and antioxidant system]. Tyumen, 2011, 258 p.

11. Chibisov S. M., Blagonravov M. L., Frolov V. A. *Telemetricheskoe monitorirovanie v patofiziologii serdtsa i khronokardiologii* [Telemetric monitoring in Heart Pathophysiology and Chronocardiology]. Moscow, 2008, 156 p.
12. Cardinali D. P., Furio A. M., Reyes M. P. et al. The use of chronobiotics in the resynchronization of the sleep / wake cycle. *Cancer Causes Control*. 2006, 17, pp. 601-609.
13. Cho K., Ennaceur A., Cole J. K., Suh C. H. Chronic jet lag produce cognitive deficits // Chronic jet lag produces cognitive deficits. *Journal of Neuroscience*. 2000, 20, pp. 1-5.
14. Drust B., Rasmussen P., Mohr M. et al. Elevations in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2005, 183, pp. 181-190.
15. Eastman C. I., Burgess H. J. How to travel in the world without jet lag. *Sleep Med. Clin*. 2009, 4, pp. 241-255.
16. Foster R. G., Hankins M. W. Circadian vision. *Curr. Biol*. 2007, 17 (17), pp. 746-51.
17. Foster R. G. Neurobiology: bright blue times. *Nature*. 2005, 17, 433 (7027), pp. 698-699.
18. Francis G., Bishop L., Luke C., Middleton B., Williams P., Arendt J. Sleep during the Antarctic winter: preliminary observations on changing the spectral composition of artificial light. *J. Sleep Res*. 2008, 17, pp. 354-360.
19. Haimov I., Arendt J. The prevention and treatment of jet lag. *Sleep Med. Rev*. 1999, 3 (3), pp. 229-240.
20. Hirschfeld U., Moreno-reyes R., Akseki E. et al. Progressive elevation of plasma thyrotropin during adaptation to simulated jet lag: effects of treatment with bright light or zolpidem. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 1996, 81, pp. 3270-3277.
21. Katz G., Durst R., Zislin Y., Barel Y., Knobler H. Y. Psychiatric aspects of jet lag. Review and hypothesis. *Med. Hypotheses*. 2001, 56 (1), pp. 20-23.
22. Kolla B. P., Auger R. R. Jet lag and shift work sleep disorders: How to help reset the internal clock. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*. 2011, 78, pp. 675-684.
23. Kräuchi K., Cajochen C. & Wirz-Justice A. Thermophysiological aspects of the three-process-model of sleepiness regulation. *Clinics in Sports Medicine*. 2005, 24, pp. 287-300.
24. Lagarde D., Doireau P. Le decalage horaire. *Med. trop.* (Fr.). 1997, 57 (4, bis), pp. 489-492
25. Leger D., Badel D. and De La Giclais B. The prevalence of jet-lag among 507 travelling businessman. *Sleep Res*. 1993, 22, p. 409.
26. Lewy A. J., Bauer V. K., Ahmed S. et al. The human phase response curve (PRC) to melatonin is about 12 hours out of phase with the PRC to light. *Chronobiol. Int*. 1998, 15, pp. 71-83.
27. Münch M., Bromundt V. Light and chronobiology: implications for health and disease. *Dialogues in Clinical Neuroscience*. 2012, 14, pp. 450-453.
28. Nickelsen T., Lang A., Bergau L. The effect of 6-, 9- and 11-hour time shifts on circadian rhythms: adaptation of sleep parameters and hormonal patterns following the intake of melatonin or placebo. In: Arendt J., Pevet P. eds. *Advances in pineal research*. 2011, 5, pp. 303-306.
29. Paul M. A., Miller J. C., Gray G., Buick F., Blazeski S., Arendt J. Circadian phase delay induced by phototherapeutic devices. *Aviat. Space Environ. Med*. 2007, 78 (7), pp. 645-652.
30. Pierard C., Beaumont M., Enslin 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, 85, pp. 144-150.
31. Revell V. L., Burgess H. J., Gazda C. J. et al. Advancing human circadian rhythms with afternoon melatonin and morning intermittent bright light. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2006, 91, pp. 54-59.
32. Sack R. L., Auckley D., Auger R. R. et al. Circadian rhythm sleep disorders: part I, basic principles, shift work and jet lag disorders. *Sleep*. 2007, 30, pp. 1460-1483.
33. Viola A., James L., Schlengen L., Dijk D. J. Blue enriched light improves self reported alertness and performance in the workplace. Cairns, Australia: World Federation of Sleep Research Societies; 2008 September 1-6. P. PO034, Abstract.
34. Waterhouse J., Reilly T., Atkinson G. Jet-lag. *Lancet*. 2007, 350, pp. 1611-1615.

Контактная информация:

Кику Павел Федорович — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общественного здоровья и профилактической медицины Школы биомедицины ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации
Адрес: 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 8
E-mail: lme@list.ru