

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЕТЫРЕХМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ПОЛЯРНОГО ДЕСИНХРОНОЗА

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Отражены результаты пилотного исследования эффективности метода четырехмерной изоляции – хроноструктуризации среды обитания человека. Приводятся данные по клинической эффективности метода в лечении и профилактике десинхроноза у 42 военнослужащих в Арктической зоне Российской Федерации в период полярной ночи и после диагонального трансмеридианного перелета. Высказано мнение о целесообразности дальнейшего изучения эффективности применения метода четырехмерной изоляции с целью профилактики и лечения десинхроноза у полярников и летного состава авиации Арктической зоны, особенно у лиц, совершающих трансмеридианные и диагональные перелеты.

Ключевые слова: военнослужащие, Арктика, адаптация, десинхроноз, искусственный световой день, четырехмерная структуризация, среда обитания.

Введение

Здоровье человека в условиях Крайнего Севера подвержено влиянию сложного комплекса факторов социального и геофизического характера. Изучение нарушений ритмичности различных функций организма открывает перспективу использования биоритмологической информации в качестве критерия оценки выраженности десинхроноза и диагностики состояния адаптационного напряжения. Значительный интерес представляет исследование адаптации человека к климато-географическим условиям как при постоянном проживании в Арктической зоне, так и при экспедиционно-вахтовой организации труда [1, 22].

В настоящее время существенно возрастают контингенты лиц, для которых в силу их профессиональной деятельности постоянная смена климато-географических условий является неотъемлемой частью жизни. В их числе летчики, стюардессы, вахтовые рабочие, спортсмены, политики, артисты, космонавты. Резкая смена этих условий ввиду широкого использования самолетов в качестве быстрого и удобного вида транспорта становится для людей одним из важнейших факторов экстремального воздействия на организм. Лица, совершающие продолжительные авиаперелеты и пересекающие порой по 10–12 часовых по-

ясов, по прилету подвержены синдрому смены часовых поясов.

Выделяют три фазы ресинхронизации циркадных ритмов после дальних перелетов:

- 1-я (первичные реакции адаптации) – продолжается около 1 сут и характеризуется наличием стресс-синдрома со значительным отклонением конечных приспособительных эффектов от константного уровня;

- 2-я (основная) – длится 5–7 сут. При этом происходит первоначальная перестройка функций организма и его регуляторных систем с включением компенсаторно-приспособительных реакций;

- 3-я (завершение фазы адаптации) – длится 10–15 сут. В течение этого времени постепенно восстанавливается стабильный уровень функционирования основных систем организма и завершается реформирование гомеостаза.

Тяжесть протекания синдрома смены часовых поясов зависит от физической подготовки и возраста, эмоционального состояния, направления перелета, количества пересеченных часовых поясов [14, 15]. При пересечении 2–3 часовых поясов изменения функционального состояния организма носят умеренный характер, и временная адаптация протекает достаточно быстро. При пересечении же 5–8 часовых поясов суточный ритм

Уховский Дмитрий Михайлович – канд. мед. наук, нач. науч.-исслед. лаб. (воен. терапии), Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: dmitry2068@yandex.ru;

Богословский М. М. – д-р биол. наук проф., вед. науч. сотр., Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6); e-mail: m2bog1@yandex.ru;

Мурзина Елена Викторовна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6);

Крылова Татьяна Георгиевна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Воен.-мед. акад. им. С. М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6).

функций организма существенно нарушается, а процесс адаптации становится более продолжительным. При этом отмечается выраженное рассогласование циркадных ритмов в отношении двигательных возможностей, физиологических и психических реакций. В период развернутого («острого») десинхроноза усиливаются проявления инсомнии и вегетативных расстройств. Максимальное их выражение достигается на 2–4-е сутки после перелета. У 70–80% мигрантов наблюдаются нарушения режима сна – бодрствования, функций пищеварительной и выделительной систем, субъективного состояния; у 50% – имеют место гипертермические реакции [33]. В исследованиях, проведенных С. Н. Ежовым, показано, что при трансмеридианных перелетах индексная оценка общефизической готовности снижается на 12–14%, пульсовая стоимость тест-нагрузок увеличивается на 15–40%, психомоторная продуктивность (по точности двигательных реакций рук) ухудшается на 4–8% [15, 16].

Адаптация к новым условиям после пересечения 6–7 часовых поясов требует значительного времени. При этом скорость развития приспособительных реакций в отношении различных показателей варьирует в значительной мере, определяется индивидуальными особенностями человека и может продолжаться до 18 сут. Время засыпания и пробуждения, психомоторная и умственная деятельность обычно нормализуются в течение 7 сут, внутренняя температура тела – через 4–6 сут, частота сердечных сокращений – на 6–8-е сутки, работоспособность восстанавливается в течение 5 сут, другие показатели нормализуются позднее – через 7–10 сут и более [32]. Показатели максимального потребления кислорода резко снижаются на протяжении 2–3 сут после перелета, затем постепенно восстанавливаются, достигая исходных или более высоких величин на 7–13-е сутки, с полной нормализацией лишь на 18–20-е сутки. Продолжительность «острого» десинхроноза при пересечении более 7 часовых поясов составляет, в среднем, 1–1,5 нед, а полная перестройка временного гомеостаза требует не менее 1–1,5 мес [17, 20].

Следует отметить, что у пилотов, длительно работающих на дальних перелетах, дефицит когнитивной функции и снижение скорости сенсомоторных реакций, также как и качества профессиональных навыков, отмечаются постоянно, особенно у лиц с повышенным уровнем тревожности [21, 31]. В то

же время, около 25% лиц после перелетов через 5–8 часовых поясов почти не испытывают трудностей в связи с резким изменением времени, 20–25% лиц реагируют на смену уже 2–3 часовых поясов клиническими проявлениями десинхроноза.

У полярников, особенно из числа некоторого населения, специфический фото-периодизм Заполярья, обусловленный особенностями полярной ночи и полярного дня, способствует нарушению суточной периодики, что при нарушении динамического равновесия в регуляторных системах приводит к развитию разнообразных симптомокомплексов, достигающих своего пика в период полярной ночи. Для части акклиматизировавшихся в период адаптации полярная ночь оказывается сверхсильным раздражителем и приводит к десинхронизации их биологических и геофизических ритмов [13, 26]. Рядом исследователей показано, что именно световые датчики времени, к которым относят моменты восхода, захода Солнца и астрономического полдня, продолжительность дня и ночи, интенсивность света и его спектр, являются наиболее важными сигналами времени для живых организмов [28, 30]. Привязка к световым датчикам времени обеспечивается восприятием зрительной информации и вызывает широкий спектр физиологических реакций.

По мнению других исследователей [9, 26], суточную ритмику сна – бодрствования в полярных районах, как правило, определяет не световой фактор, а социальная жизнь, режим работы, бытовые и культурные факторы. Социальным времязадателем свойственна высокая стабильность положения на оси времени, практически независимая от географических факторов. Фактически система социальных времязадателей представляет собой жесткий временной каркас, в рамках которого формируется активность как отдельного человека, так и коллективов самого разного состава, объема и целевого назначения.

Особого внимания заслуживает промежуточная позиция, в соответствии с которой важен весь комплекс воздействий, включающий как физические, так и социальные времязадатели биоритмов [8, 24]. Прекрасным подтверждением этой точки зрения являются результаты почти 50-летних исследований показателей здоровья и работоспособности космонавтов в период полета на орбитальной станции в условиях невесомости и утраты привычных геофизических и социальных датчиков времени [2, 3, 19].

Строгое соблюдение распорядка дня, соответствующего 24-часовому земному дню и синхронизированного с московским временем, а также регулировка интенсивности и спектрального состава освещения в течение суток являются эффективными мерами профилактики десинхроноза и длительного поддержания работоспособности космонавтов на высоком уровне [7, 18, 23]. Согласно многочисленным научным исследованиям, доказана эффективность замены естественных времязадателей искусственными в профилактике десинхроноза в условиях орбитального полета [4, 7, 11]. Однако анализ научной литературы показал, что до настоящего времени этот метод не исследовали и не применяли в аналогичных целях ни в условиях Крайнего Севера, ни в других климато-географических областях.

Обобщая вышесказанное, разработка эффективных средств контроля и профилактики развития дизритмий, вызванных резкой сменой климато-географических условий, а также длительным пребыванием в экстремальных условиях Арктической зоны Российской Федерации, является актуальной научно-исследовательской проблемой, решение которой направлено на сохранение здоровья и увеличение трудового долголетия людей, профессионально связанных с риском развития десинхроноза.

Цель исследования – оценка эффективности метода искусственного светового дня в профилактике и немедикаментозном лечении десинхроноза в Арктической зоне Российской Федерации в период полярной ночи с декабря по февраль месяц включительно.

Материал и методы

С целью изучения особенностей изменения хроноструктуры функционирования органов и систем организма в ответ на экстремальные климатические факторы внешней среды обследовано 42 военнослужащих в период полярной ночи в первые 3–4 мес после прибытия в приморскую зону Кольского полуострова. Средний возраст обследуемых составил $(25,8 \pm 2,9)$ года. 1-ю группу составили 23 (55 %) военнослужащих [средний возраст – $(26,3 \pm 3,7)$ года], у которых наблюдались клинические проявления десинхроноза, 2-ю – 19 (45 %) военнослужащих [средний возраст – $(24,3 \pm 3,2)$ года] были практически здоровыми с незначительно выраженными аспектами десинхроноза. В 3-ю группу были включены 20 здоровых молодых мужчин

[средний возраст – $(23,8 \pm 0,8)$ года], сопоставимых по росту-весовым показателям со 2-й группой военнослужащих, совершивших трансмеридианальный диагональный перелет из г. Благовещенска в г. Мурманск со сменной 6 часовых поясов и перемещением на 180° северной широты (более 2600 км по широте).

Все военнослужащие по роду служебной деятельности более 95 % служебного и свободного времени проводили внутри негерметичных обитаемых объектов в условиях стабильной влажности и температуры окружающей среды ($22\text{--}24^\circ\text{C}$), изоляции от воздействия низких температур воздуха, резких движений воздушных масс, атмосферных осадков, т. е. находились в условиях «трехмерной изоляции» в течение всего периода наблюдения. Под «трехмерной изоляцией» понимается помещение испытуемого в трехмерное пространство, изолированное от внешней среды по максимально достижимому в ходе эксперимента количеству свобод, описываемое тремя единичными ортогональными векторами и координатами и имеющее 3 однородных измерения – высоту, ширину и длину [10].

Для воспроизведения «четырёхмерной изоляции» испытуемым 1-й и 2-й группы в дополнение к имеющейся трехмерной изоляции в помещении методом искусственного светового дня [6] были созданы условия, препятствующие воздействию на них хрономаркеров внешней среды, с четко регламентированным режимом труда, приема пищи и отдыха. Отметим, что под «четырёхмерной изоляцией» принято рассматривать нахождение объекта в течение определенного времени в трехмерном изолированном пространстве с устойчивой внутренней хроноструктурой, не зависящей от внешней среды. 3 координаты четырехмерного пространства, в котором находится испытуемый, представляют собой декартовы координаты трехмерного евклидова пространства, а четвертая – временную координату [10, 12].

Хроноструктура среды обитания 1-й и 3-й групп была синхронизирована с местным временем, а во 2-й – со временем в пункте откомандирования («точке вылета»).

Метод искусственного светового дня заключался в комбинировании метода искусственного рассвета [34] и метода иллюзии светового дня [6], выполненного с учетом рекомендованных параметров освещения на космических станциях [11]. Длительность проведения исследования в 1-й и 3-й группе со-

ставила 90 сут, во 2-й – 14 сут. Обследование проводили еженедельно путем подробного фиксирования жалоб на ухудшение самочувствия и снижение работоспособности, последующего анкетирования, мониторингирования интегральных показателей сердечно-сосудистой системы (систолического, диастолического, пульсового артериального давления, пульса), исследования электрокардиографических и вегетативных показателей по методу Ю.Н. Шишмарева [29]. Предварительно изучали анамнез. Каждому испытуемому выполняли эхокардиографию. Исследовали показатели углеводного и липидного обмена, уровни электролитов в крови (калий, натрий), гормонального статуса (кортизол, адреналин, норадреналин). Состояние вегетативной нервной системы оценивали методом вариационной пульсометрии, умственную работоспособ-

ность (скорость и качество ассоциативного мышления, состояние активного внимания и скорость операторской деятельности) – с помощью тестов «Порядок» и «Сумма» [5]. Медикаментозные средства не использовали.

Результаты и их анализ

1-я группа военнослужащих по сравнению с 3-й характеризовалась выраженными гипертоническими проявлениями, развитием астенического синдрома, повышением среднесуточных значений основных показателей гемодинамики, склонностью к артериальной гипертензии, значимыми изменениями биохимических показателей, уровней гормонов в плазме крови, гипертонусом симпатической нервной системы и снижением уровня оценки самочувствия, показателей умственной работоспособности (таблица).

Показатели здоровья военнослужащих

Показатель	Группа		p <
	1-я	3-я	
Систолическое АД, мм рт. ст.	126,1 ± 1,5	131,8 ± 0,9	0,001
Диастолическое АД, мм рт. ст.	64,9 ± 1,2	82,0 ± 0,9	0,05
Частота сердечных сокращений, уд./мин	65,1 ± 1,6	71,4 ± 1,0	0,001
Ударный объем, мл	92,3 ± 2,7	105,8 ± 1,4	0,001
Минутный объем кровообращения, мл	6016,0 ± 99,9	7526,0 ± 25,6	0,001
Общее периферическое сопротивление, дин/(см·с ⁻⁵)	1153,0 ± 47,5	1267,0 ± 16,6	0,001
Общее линейное сопротивление, дин/(см·с ⁻⁵)	251,8 ± 14,2	307,8 ± 12,8	0,001
Удельное периферическое сопротивление, усл. ед.	27,1 ± 0,9	29,5 ± 1,4	0,05
Конечный диастолический объем, мл	136,3 ± 2,0	143,3 ± 2,8	0,01
Конечный систолический объем, мл	41,5 ± 1,4	38,7 ± 2,1	0,05
Фракция укорочения, %	44,5 ± 1,9	46,2 ± 1,6	0,05
Фракция выброса, %	70,0 ± 1,3	74,5 ± 2,0	0,01
Индекс Кердо, усл. ед.	-22,2 ± 1,0	5,12 ± 2,6	0,001
Концентрация в плазме крови:			
холестерин, ммоль/л	4,60 ± 0,13	4,82 ± 0,12	0,05
триглицериды, ммоль/л	1,59 ± 0,08	2,03 ± 0,10	0,001
глюкоза, ммоль/л	4,72 ± 0,11	4,76 ± 0,09	0,05
инсулин, мкЕД/мл	18,7 ± 0,46	18,8 ± 0,63	0,05
активность ренина плазмы, нг/(мл·ч)	1,51 ± 0,0	2,60 ± 0,06	0,001
альдостерон, нг/дл	10,9 ± 0,25	10,5 ± 0,34	0,05
адреналин, нмоль/л	3,28 ± 0,11	5,64 ± 0,2	0,001
норадреналин, нмоль/л	1,47 ± 0,04	2,42 ± 0,05	0,001
тироксин (общий), нмоль/л	130,8 ± 4,75	133,8 ± 8,22	0,05
трийодтиронин, нмоль/л	2,16 ± 0,04	2,26 ± 0,08	0,05
кортизол, нмоль/л	512,1 ± 30,0	557,4 ± 39,3	0,01
Психофизиологические показатели:			
оценка самочувствия, балл	7,4 ± 0,3	6,2 ± 0,2	0,01
тест «Сумма»:			
средняя скорость, знак/мин	126,2 ± 1,2	115,8 ± 2,0	0,01
пропуски, %	6,0 ± 0,3	9,0 ± 0,2	0,01
ошибки, %	1,7 ± 0,1	2,5 ± 0,2	0,01
тест «Порядок»:			
средняя скорость, знак/мин	62,3 ± 1,4	59,2 ± 1,4	0,01
ошибки, %	10,5 ± 0,4	12,1 ± 0,3	0,01

Выраженность изменений показателей у 1-й группы военнослужащих свидетельствовала о развитии у них десинхроноза II степени по Н. М. Фатеевой [25] и значительном снижении адаптационного потенциала.

После применения метода искусственного светового дня у 6 из 23 (26%) военнослужащих 1-й группы симптомы десинхроноза купировались в течение 14 сут, что отражалось в нормализации лабораторных показателей, интеллектуальной работоспособности и восстановлении 24-часовой периодики основных параметров изучаемых систем. У 9 (39%) – симптомы десинхроноза купировались в течение 30 сут, у 8 (35%) – клинические проявления десинхроноза в виде ухудшения общего самочувствия, нарушения сна (трудности засыпания), снижения интеллектуальной работоспособности исчезли через 60 сут, однако на протяжении всего периода наблюдения сохранялись сниженное количество статистически значимых 24-часовых ритмов и признаки адаптационного напряжения изучаемых органов и систем, которые расценивали как состояние скрытого десинхроноза.

У 7 из 20 (35%) военнослужащих 2-й группы после авиаперелета явлений десинхроноза не было, у остальных отмечался десинхроноз I степени с разнонаправленными и неодновременными изменениями параметров изучаемых систем организма. Из их числа у 8 (40%) военнослужащих были жалобы на недомогание, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности, которые отмечались в течение 3 сут. Эти болезненные проявления у части военнослужащих связывали с развитием общего адаптационного синдрома при контакте с окружающей средой до момента изоляции, а также с продолжающимся воздействием ряда экстремальных климатических факторов Севера: сниженного содержания кислорода в воздухе, резких колебаний барометрического давления и магнитного поля, аномально высоких уровней космической радиации. Полная нормализация показателей у большинства военнослужащих 2-й группы наступила на 4-е сутки наблюдения, у 5 (25%) – на 8-е сутки.

Заключение

Таким образом, четырехмерная изоляция человека с депризацией внешних (в первую очередь световых) хроностимуляторов и заменой их искусственными времязадателями, а также с искусственной модификацией микроклиматических факторов в зоне изоляции

является эффективным методом лечения и профилактики десинхроноза в Арктической зоне России в период полярной ночи и после трансмеридианных авиаперелетов с кратковременным нахождением в пункте откомандирования.

Представляется целесообразным дальнейшее изучение эффективности применения четырехмерной структуризации изолированной среды обитания человека не только в период полярной ночи, но и во время полярного дня, на Крайнем Севере, а также в других климатических зонах, с целью профилактики и лечения десинхроноза у представителей профессий, связанных с продолжительными авиаперелетами или с длительным нахождением в условиях сниженного освещения (шахтеры, моряки-подводники, космонавты и т. д.).

Литература

1. Агаджанян Н. А., Фатеева Н. М., Колпаков В. В. Биоритмы системы гемостаза при производственных миграциях. М. : Изд-во РУДН, 1999. 58 с.
2. Алпатов А. М. Циркадианные ритмы в условиях измененной силы тяжести : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2000. 36 с.
3. Алякринский Б. С. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе. М. : Наука, 1983. 248 с. (Пробл. космич. биологии, т. 46)
4. Алякринский Б. С., Степанова С. И. По закону ритма / отв. ред. О. Г. Газенко. М. : Наука, 1985. 176 с.
5. Андреев О. А. Техника быстрого чтения. М. : АСТ, 2006. 316 с.
6. Беликова Т. М., Уховский Д. М., Белокопытова Е. В. Хроноструктурированная изоляция, как средство профилактики и лечения десинхроноза в условиях Арктической зоны России / Междунар. науч. ин-т «Educatio» : мед. науки. 2015. Т. IV, № 11. С. 86–88.
7. Беляев Р. И., Леонов А. В. Об освещении помещений орбитальных космических станций // Светотехника. 2007. № 4. С. 41–44.
8. Биологические ритмы : в 2 т. [Пер. с англ.] / под ред. Ю. Ашоффа. М. : Мир, 1984. Т. 1. 414 с.
9. Василевский Н. Н., Сороко С. И., Богословский М. М. Психофизиологические аспекты адаптации человека в Антарктиде. Л. : Медицина, 1978. 207 с.
10. Владимиров Ю. С. Пространство – время: явные и скрытые размерности. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Либроком, 2010. 208 с.
11. ГОСТ Р 50804–95. Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования. М. : Госстандарт России, 1995. 71 с.
12. Грицунов А. В. Пространство – время как распределенная колебательная система : монография. Харьков : ХНУРЭ, 2015. 252 с.

13. Даниленко К. В. Роль световых воздействий в регуляции суточной, месячной и годовой цикличности у человека : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 2009. 34 с.
14. Дегтерева Е. В. Влияние трансмеридианных перелетов на здоровье человека // Молодой ученый. 2014. № 1. С. 164–166.
15. Ежов С. Н. Десинхронизирующие эффекты трансмеридианных перелетов (на модели спортивной деятельности) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 2004. 44 с.
16. Ежов С. Н. Основные концепции биоритмологии // Вестник ТГЭУ. 2008. № 2. С. 104–121.
17. Корягина Ю. В., Фролов К. В., Блинов В. А., Сиренко Ю. И. Экологические аспекты адаптации населения России к поясному времени // Современ. пробл. науки и образования. 2014. № 3. URL: www.science-education.ru/117-13786.
18. Леонов А. В., Беляев Р. И. Оптимизация параметров внутреннего освещения орбитальных космических станций [Электронный ресурс]. М. : ВНИСИ, 2007. URL: http://ledor.ucoz.ru/doc/optimizacija_parametrov_vnutrennego_osveshhenija_o.doc.
19. Мясников В. И. Влияние измененных режимов суточной деятельности на организм человека в условиях изоляции // Очерки психофизиологии труда космонавтов. М. : Медицина, 1967. С. 107–126.
20. Осиков М. В., Огнева О. И., Гизингер О. А., Федосов А. А. Этологический статус и когнитивная функция при экспериментальном десинхронозе в условиях светодиодного освещения // Фундамент. исслед. 2015. № 1 (часть 7). С. 1392–1396.
21. Пишак В. П., Заморский И. И. Функциональная организация фотопериодической системы головного мозга // Успехи физиологических наук. 2003. № 4. С. 37–53.
22. Пуликов А. С., Москаленко О. Л., Зайцева О. И. Психоэмоциональная характеристика молодого поколения с различным адаптационным потенциалом // Современ. исслед. соц. пробл. (электрон. науч. журн.). 2013. № 6 (26). URL: <http://journals.org/index.php/sisp/article/view/6201321>.
23. Сальницкий В. П., Дудукин А. В., Савченко Э. Г. [и др.]. Результаты операторской деятельности в космическом полете (эксперимент «пилот») при различных режимах труда и отдыха космонавтов // Авиакосмич. и экологич. медицина. 2012. Т. 46, № 5. С. 19–25.
24. Тимченко А. Н. Основы биоритмологии : учеб.-метод. пособие. Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2012. 148 с.
25. Фатеева Н. М., Альберт Л. Н. Изучение биоритмов человека в условиях Крайнего севера при экспедиционно-вахтовой форме труда // Медицина: вызовы сегодняшнего дня : материалы междунар. науч. конф. Челябинск : Два комсомольца, 2012. С. 21–23.
26. Хаснулин В. И., Петров О. И., Хаснулина А. В. Изменение суточных ритмов при объединении часовых поясов как причина стресса и десинхронозов // Бюллетень СО РАМН. 2010. Т. 30, № 6. С. 140–143.
27. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Индивидуальные психофизиологические и популяционные последствия десинхроноза у жителей Сибири при переходе на летнее время // Бюллетень СО РАМН. 2011. Т. 31, № 3. С. 40–44.
28. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.
29. Шишмарев Ю. Н. Состояние сердечно-сосудистой и эндокринной систем у человека при длительной работе в специальном фортификационном сооружении : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1985. 38 с.
30. Cajochen C. Alerting effects of light // Sleep Med. Rev. 2007. Vol. 11, N6. P. 453–464.
31. Cho K., Ennaceur A., Cole J. C., Suh C. K. Chronic jet lag produces cognitive deficits // J. Neurosci. 2000. Vol. 20, N6. P. 66.
32. Duffy J. F. Entrainment of the human circadian system by light // J. Biol. Rhythms. 2005. Vol. 20, N4. P. 326–338.
33. Leatherwood W. E., Dragoo J. L. Effect of airline travel on performance : a review of the literature // Br. J. Sports Med. 2013. Vol. 47, N9. P. 561–567.
34. Wright I. C., Sham P., Murray R. M. [et al.]. Genetic contributions to regional variability in human brain structure : methods and preliminary results // Neuroimage. 2002. Vol. 17, N1. P. 256–271.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила 30.07.2015

Для цитирования. Уховский Д. М., Богословский М. М., Мурзина Е. В., Крылова Т. Г. Исследование эффективности четырехмерной изоляции в профилактике и лечении полярного десинхроноза // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 2. С. 58–65. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-58-65

Investigation of effectiveness of four-dimensional isolation in preventing and treating the polar desynchronization

Ukhovskii D.M., Bogoslovskii M.M., Murzina E.V., Krylova T.G.

Kirov Military Medical Academy (Academica Lebedeva Str., 6, St. Petersburg, 194044, Russia)

Dmitrii Mikhailovich Ukhovskii – PhD Med. Sci., Head of the Research Lab (military therapy); e-mail: dmitry2068@yandex.ru;
Mikhail Mikhailovich Bogoslovskii – Dr. Biol. Sci., Prof., leading researcher; e-mail: m2bog1@yandex.ru;
Elena Viktorovna Murzina – PhD Biol. Sci., senior researcher;
Tatiana Georgievna Krylova – PhD Biol. Sci., senior researcher.

Abstract. The article describes the results of pilot study of the effectiveness of four-dimensional isolation method – chronostructuring human environment. The method was tested for treatment and prevention of desynchronization in 42 military men serving in the Russian Arctic during the polar night and after a diagonal transmeridian flight. Four-dimensional isolation may be promising for treatment and prevention of desynchronization in polar explorers and airmen serving in the Far North of the Russian Federation, especially after diagonal and transmeridian flights.

Keywords: military personnel, Arctic, adaptation, desynchronization, artificial daylight, four-structuring, human environment.

References

1. Agadzhanian N. A., Fateeva N. M., Kolpakov V. V. Bioritmy sistemy gemostaza pri proizvodstvennykh migratsiyakh [The biorhythms of homeostasis system during production migrations]. Moskva. 1999. 58 p. (In Russ.)
2. Alpatov A. M. Tsirkadiannye ritmy v usloviyakh izmenennoi sily tyazhesti [Circadian Rhythms under Modified Gravity]: Abstract dissertation Dr. Biol. Sci. Moskva. 2000. 36 p. (In Russ.)
3. Alyakrinskii B. S. Biologicheskie ritmy i organizatsiya zhizni cheloveka v kosmose [Biological Rhythms and Organization of Human Life in Space]. Moskva. 1983. 248 p. (*Problemy kosmicheskoi biologii* [Problems of space biology]. Vol. 46). (In Russ.)
4. Alyakrinskii B. S., Stepanova S. I. Po zakonu ritma [The Law of Rhythm]. Ed. O. G. Gazenko. Moskva. 1985. 176 p. (In Russ.)
5. Andreev O. A. Tekhnika bystrogo chteniya [The technique of speed reading]. Moskva. 2006. 316 p. (In Russ.)
6. Belikova T. M., Ukhovskii D. M., Belokopytova E. V. Khronostrukturirovannaya izolyatsiya, kak sredstvo profilaktiki i lecheniya desinkhronoza v usloviyakh Arkticheskoi zony Rossii [Chronostructural isolation in prevention and treatment of desynchronization in the Russian Arctic]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi institut «Educatio»: meditsinskie nauki* [International Scientific Institute «Educatio»: health sciences]. 2015. Vol. IV, N 11. Pp. 86–88. (In Russ.)
7. Belyaev R. I., Leonov A. V. Ob osveshchenii pomeshchenii orbital'nykh kosmicheskikh stantsii [About the Lighting of Orbital Space Stations]. *Svetotekhnika* [Lighting]. 2007. N 4. Pp. 41–44. (In Russ.)
8. Biologicheskie ritmy [Biological Rhythms]: in 2 Vol. Ed. Yu. Ashoff. Moskva. 1984. Vol. 1. 414 p. (In Russ.)
9. Vasilevskii N. N., Soroko S. I., Bogoslovskii M. M. Psikhofiziologicheskie aspekty adaptatsii cheloveka v Antarktide [Psychophysiological aspects of human adaptation in Antarctica]. Leningrad. 1978. 207 p. (In Russ.)
10. Vladimirov Yu. S. Prostranstvo – vremya: yavnye i skrytye razmernosti [Space – time: explicit and hidden dimensions]. Moskva. 2010. 208 p. (In Russ.)
11. GOST R 50804–95. Sreda obitaniya kosmonavta v pilotiruемом kosmicheskom apparate. Obshchie mediko-tekhnicheskie trebovaniya [Cosmonauts habitable environments on board of manned spacecraft. General medicotechnical requirements]. Moskva. 1995. 71 p. (In Russ.)
12. Gritsunov A. V. Prostranstvo – vremya kak raspredelennaya kolebatel'naya sistema [Space – time as a distributed oscillating system]. Khar'kov. 2015. 252 p. (In Russ.)
13. Danilenko K. V. Rol' svetovykh vozdeystviy v regulatsii sutochnoi, mesyachnoi i godovoi tsiklichnosti u cheloveka [The role of light effects in the regulation of the daily, monthly and yearly cycles in humans]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Novosibirsk, 2009. 34 p. (In Russ.)
14. Degtereva E. V. Vliyaniye transmeridiannykh pereletov na zdorov'e cheloveka [The Impact of Transmeridian Flights on Human Health]. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2014. N 1. Pp. 164–166. (In Russ.)
15. Ezhov S. N. Desinkhroniziruyushchie efekty transmeridiannykh pereletov (na modeli sportivnoi deyatel'nosti) [Desynchronizing Effect of Transmeridian Flights (as modeled by sports activities)]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Novosibirsk. 2004. 44 p. (In Russ.)
16. Ezhov S. N. Osnovnye kontseptsii bioritmologii [Basic Concepts of Bio Rhythmology]. *Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Pacific State University of Economics]. 2008. N 2. Pp. 104–121. (In Russ.)
17. Koryagina Yu. V., Frolov K. V., Blinov V. A., Sirenko Yu. I. Ekologicheskie aspekty adaptatsii naseleniya Rossii k poyasnomu vremeni [Environmental aspects of the Russian population adaptation to timezones]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014. N 3. URL: www.science-education.ru/117-13786. (In Russ.)
18. Leonov A. V., Belyaev R. I. Optimizatsiya parametrov vnutrennego osveshcheniya orbital'nykh kosmicheskikh stantsii [Optimization of internal illumination parameters of orbital space stations]. Moskva. 2007. URL: http://ledor.ucoz.ru/doc/optimizatsiya_parametrov_vnutrennego_osveshheniya_o.doc. (In Russ.)
19. Myasnikov V. I. Vliyaniye izmenennykh rezhimov sutochnoi deyatel'nosti na organizm cheloveka v usloviyakh izolyatsii [Effect of changes in daily activity regimens on the human body under isolation conditions]. *Ocherki psikhofiziologii truda kosmonavtov* [Essays on the Psychophysiology of the Work of Astronauts]. Moskva. 1967. Pp. 107–126. (In Russ.)
20. Osikov M. V., Ogneva O. I., Gizinger A. A., Fedosov A. A. Etologicheskii status i kognitivnaya funktsiya pri eksperimental'nom desinkhronoze v usloviyakh svetodiodnogo osveshcheniya [Ethological status and cognitive function in experimental desynchronization induced by light-emitting diode lighting]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2015. N 1, Pt. 7. Pp. 1392–1396. (In Russ.)

21. Pishak V.P., Zamorskii I.I. Funktsional'naya organizatsiya fotoperiodicheskoi sistemy golovnogo mozga [Functional organization of the photoperiodic system in the brain]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [Success of Physiological Sciences]. 2003. N4. Pp. 37–53. (In Russ.)
22. Pulikov A. S., Moskalenko O. L., Zaitseva O. I. Psikhoeemotsional'naya kharakteristika molodogo pokoleniya s razlichnym adaptatsionnym potentsialom [Psycho-emotional characteristics of the young generation with different adaptive capacity]. *Sovremennye issledovaniya sotsial'nykh problem* [Modern research of social problems]. 2013. N6. URL: <http://journals.org/index.php/sisp/article/view/6201321>. (In Russ.)
23. Sal'nitskii V.P., Dudukin A.V., Savchenko E.G. [et al.]. Rezul'taty operatorskoi deyatel'nosti v kosmicheskom polete (eksperiment «pilot») pri razlichnykh rezhimakh truda i otdykha kosmonavtov [The results of operator performance during space flights under different regimens of work and rest of astronauts (experiment «pilot»)]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2012. Vol. 46, N5. Pp. 19–25. (In Russ.)
24. Timchenko A. N. Osnovy bioritmologii [Fundamentals of biorhythmology]. Khar'kov. 2012. 148 p. (In Russ.)
25. Fateeva N. M., Al'bert L. N. Izuchenie bioritmov cheloveka v usloviyakh krainego severa pri ekspeditsionno-vakhtovoi forme truda [The study of human biological rhythms in the Far North during expeditionary shift work]. *Meditsina: vyzovy segodnyashnego dnya* [Medicine: today's challenges]: Scientific. Conf. Proceedings. Chelyabinsk. 2012. Pp. 21–23. (In Russ.)
26. Khasnulin V.I., Petrov O. I., Khasnulina A. V. Izmenenie sutochnykh ritmov pri ob»edinenii chasovykh pojasov kak prichina stressa i desinkhronozov [Change of daily rhythms after unification of time zones as a cause of stress and desynchronization]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of Siberian branch of Russian academy of medical sciences]. 2010. Vol. 30, N6. Pp. 140–143. (In Russ.)
27. Khasnulin V.I., Khasnulina A.V. Individual'nye psikhofiziologicheskie i populyatsionnye posledstviya desinkhronoza u zhitelei Sibiri pri perekhode na letnee vremya [Individual physiological and population effects of desynchronization in inhabitants of Siberia after shifting to daylight saving time]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of Siberian branch of Russian academy of medical sciences]. 2011. Vol. 31, N3. Pp. 40–44. (In Russ.)
28. Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. Sovremennye predstavleniya o mekhanizмах formirovaniya severnogo stressa u cheloveka v vysokikh shirotakh [Current understanding of the mechanisms of formation of Northern stress in humans at high latitudes]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012. N1. Pp. 3–11. (In Russ.)
29. Shishmarev Yu.N. Sostoyanie serdechno-sosudistoi i endokrinnoi sistem u cheloveka pri dlitel'noi rabote v spetsial'nom fortifikatsionnom sooruzhenii [The cardiovascular and endocrine systems in humans after long-term work in special fortifications]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Leningrad. 1985. 38 p. (In Russ.)
30. Cajochen C. Alerting effects of light. *Sleep Med. Rev.* 2007. Vol. 11, N6. Pp. 453–464.
31. Cho K., Ennaceur A., Cole J. C., Suh C. K. Chronic jet lag produces cognitive deficits. *J. Neurosci.* 2000. Vol. 20, N6. Pp. 66.
32. Duffy J. F. Entrainment of the human circadian system by light. *J. Biol. Rhythms.* 2005. Vol. 20, N4. Pp. 326–338.
33. Leatherwood W. E., Dragoo J. L. Effect of airline travel on performance: a review of the literature. *Br. J. Sports Med.* 2013. Vol. 47, N9. Pp. 561–567.
34. Wright I. C., Sham P., Murray R. M. [et al.]. Genetic contributions to regional variability in human brain structure: methods and preliminary results. *Neuroimage.* 2002. Vol. 17, N1. Pp. 256–271.

Received 30.07.2015

For citing. Ukhovskii D.M., Bogoslovskii M.M., Murzina E.V., Krylova T.G. Issledovanie effektivnosti chetyrekhmernoi izolyatsii v profilaktike i lechenii polyarnogo desinkhronoza. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2016. N 2. Pp. 58–65. (In Russ.)

Ukhovskii D.M., Bogoslovskii M.M., Murzina E.V., Krylova T.G. Investigation of effectiveness of four-dimensional isolation in preventing and treating the polar desynchronization. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2016. N 2. Pp. 58–65. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-2-58-65