

contributes to lowering their blood pressure and increasing physical capability. As for distant-measuring heart rate monitoring using the «Polar» system analyzer, it eliminates human factor in calculating the heart rate, does not require interference with the training sessions, which promotes accuracy in the distribution of loads and rest intervals during exercise. Due to the observation of the functional readiness dynamics and receiving immediate information, reasonable and timely making adjustments to the pedagogical component of physical exercise for boys and girls with primary arterial hypertension is possible. Thus, the received results demonstrate the effectiveness of the proposed method of physical rehabilitation and control over the functional state of students with primary arterial hypertension.

Keywords: hypertension, students, exercise bicycle, pulse monitors, the correction of physical exercise.

Подано до редакції 14.08.14

УДК: 612.2

Е. В. Моусеенко

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ АНТАРКТИКИ

Статья посвящена изучению особенностей адаптации человека к условиям длительной работы на антарктической станции. В исследованиях принимали участие украинские антарктические зимовщики (94 мужчин в возрасте 25-50 лет). Основное внимание уделено изучению адаптационных изменений психических и психофизиологических функций. В результате исследований выяснены особенности фазового течения процессов адаптации во время годичной экспедиции. Показаны характерные адаптационные перестройки психофизиологических функций, биоритмической деятельности головного мозга и личностных психологических качеств антарктических зимовщиков.

Ключевые слова: адаптация, психофизиологические функции, биоритм, электрическая активность мозга, Антарктика.

Постановка проблемы. Особенности адаптации человека к условиям Антарктики определяются длительной сенсорной, социальной и сексуальной депривацией малого мужского коллектива, формированием микросоциума, а также влиянием на организм комплекса необычных экологических факторов (изменная фотопериодика, повышенный инфразвуковой фон, сезонное открытие «озоновой дыры», активные атмосферные процессы и т.д.).

Анализ результатов медико-биологических обследований человека, длительно находящегося в приполярных широтах свидетельствуют о том, что процессы адаптации различных функциональных систем организма к таким условиям протекают в удлинённом режиме и могут не достигать оптимального физиологического уровня. В результате возникает состояние незавершённой адаптации, которое негативно отражается на физическом здоровье, психофизиологических функциях и работоспособности антарктических зимовщиков [2, 3, 4]. При этом, пристальное внимание уделяется изучению проблем психической и психофизиологической адаптации, что напрямую связано решением с вопросов надёжности психологического климата в среде малого коллектива, работающего в экстремальных условиях Антарктики. Однако, механизмы адаптации человека к экстремальным экологическим условиям, особенно при работе в Антарктике, изучены далеко не в полном объёме, что существенно препятствует разработке эффективных профилактических

мероприятий и надёжных методов коррекции нарушений физического здоровья. Такое состояние решения проблемы определило **цель** медико-биологических исследований в Антарктике, которая заключалась в мониторинговых биомедицинских обследованиях антарктических зимовщиков для изучения закономерностей адаптационных перестроек психофизиологических функций и выяснения механизмов развития дизадаптационных расстройств под влиянием экстремальных факторов среды обитания.

Условия и методы исследования. Украинская станция «Академик Вернадский» расположена в Антарктике на маленьком острове (65°15' юж. ш., 64°15' зап. д.). Геологическая структура прилегающей территории не имеет ровных площадок для воздушного транспорта и удобных бухт для подхода морских судов. Природные условия позволяют выполнять замену экипажа станции только один раз в год (антарктическим летом) и проводить кратковременные сезонные работы. Для выполнения национальной Программы и международных обязательств исследования проводятся в горах и на ледниках, в прибрежных и шельфовых регионах, в воде и подводных глубинах. Основная часть научных работ выполняется зимовщиками в течение года. Участники экспедиции длительное время изолированы от привычной социальной среды, живут в условиях формирования микросоциума и постоянного влияния экстремальных факторов. Системы жизнеобеспечения станции позволяют поддерживать нормальный уровень профессиональной деятельности зимов-

щиков. Объем работы включал комплексное биомедицинское обследование зимовщиков антарктической станции (94 человека в возрасте 25-50 лет) на этапах медицинского отбора, в ходе антарктической экспедиции и после зимовки. Исследования с участием антарктических зимовщиков выполнялись в лабораторных (Институт физиологии им. Богомольца НАН Украины), клинических (Институт медицины труда АМН Украины) и полевых (тренировочная база г. Макаров) условиях, а также в Антарктике на станции «Академик Вернадский». Методы обследования включали: регистрация электроэнцефалограммы (ЭЭГ), электрокардиограммы (ЭКГ), спирография, лабораторные анализы и психологическое тестирование для определения личностных психологических характеристик. Регистрация электроэнцефалограммы выполнялась с помощью автоматизированного комплекса: электроэнцефалограф, лабораторной интерфейс и компьютер. Рабочей программой была «EEG Mapping 3». ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно во фронтальных (F3, F4, F7, F8), центральных (C3, C4), теменных (P3, P4), височных (T3, T4, T5, T6) и затылочных (O1, O2) проекциях головного мозга в соответствии с системой «10-20». Частоты срезов фильтров высоких и низких частот составляли соответственно 1.5 и 35.0 Гц, частота оцифровки сигнала – 250 с⁻¹. ЭЭГ-сигналы обрабатывали с помощью быстрого распределения Фурье с использованием нивелирования метода Блэкмена. Эпохи анализа по Фурье составляли 2,56 с. Исследования включали регистрацию ЭЭГ при закрытых и открытых глазах, а также при визуально-эмоциональной стимуляции различной модальности в соответствии с международной системой IAPS. Определяли усредненные значения СМ в следующих диапазонах: θ -ритм (4-8 Гц), α -ритм (8-13 Гц), β_1 -ритм (16-20 Гц) и β_2 -ритм (21-30 Гц). Анализировали средние значения мощности (мкВ²/Гц) ритмических компонентов ЭЭГ при фоновой регистрации, а также при регистрации ЭЭГ при открытых глазах. Результаты обрабатывались с помощью стандартных методов вариационной статистики. Для анализа брались средние показатели мощности ЭЭГ (мкВ²/Гц), а также стандартное отклонение средних значений. Уровень статистической достоверности межгрупповых различий рассчитывали с помощью критерия однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Расчет данных проводили с помощью программы STATISTICA 6.0

Результаты исследований. Многолетние медицинские наблюдения на антарктической станции «Академик Вернадский» позволили выявить закономерности и структуру традиционной заболеваемости зимовщиков, определить

эффективные пути применения лечебных и профилактических мероприятий, организовать оптимальную для имеющихся условий систему медицинского обеспечения [2]. Однако, случаи развития нарушений адаптации и проявления симптомокомплекса «антарктического синдрома» продолжают иметь место и составляют центральное звено среди нерешенных вопросов адаптации [4]. За последние годы медико-биологические исследования на станции «Академик Вернадский» существенно пополнили информационную базу, что позволило сделать новые шаги в решении вопросов науки о жизни и наметить перспективные пути дальнейших научных разработок. По результатам исследований медико-физиологического направления определены отчетливые сезонные периоды возникновения у зимовщиков психофизиологических нарушений с пролонгированным изменением психологических характеристик личности. Такие нарушения могут приводить к состоянию хронического стресса и провоцировать возникновение и развитие конфликтных ситуаций. Результаты анализа ЭЭГ зимовщиков показали наличие признаков нарушений в структуре биоритмической организации, особенно, тех участков мозга, которые имеют отношение к психоэмоциональной сфере [3].

Особенности перестроек церебральной биоритмики зимовщиков после длительного пребывания в экстремальных условиях Антарктики и при зрительной сенсорной депривации заключались в усилении мощности θ -, β_1 -и β_2 -ритмов фоновой ЭЭГ, преимущественно, в отведениях от проекций центральных и лобных областей коры головного мозга (по сравнению с исходными данными на 25,6%, 24,6%, 33,6% соответственно). Показатели мощности ритмов в средне – и высокочастотном диапазоне (α - и β - ритмы) ЭЭГ, регистрируемой при сохранении зрительной сенсорики, статистически достоверно увеличивались, в основном, в отведениях от проекций центральных областей коры головного мозга. При этом известно, что усиление активности θ - и β - ритмов имеет отношение к уровню тревожности, стрессового состояния, развития различных вегетативных изменений в организме человека [1]. Кроме того, показатели усиления β_2 - ритма могут быть связанными с уровнем эмоционального фона [5].

В течение зимовки психофизиологические сдвиги участников экспедиции могут провоцироваться факторами биоритмической природы. Действительно, на антарктической станции привычный биоритм психофизиологических функций зимовщиков перестраивался (табл. 1).

Таблица 1

Динамика количества зимовщиков с адекватно структурированной архитектоникой циркадного ритма психофизиологических показателей (%)

Показатель	Осень	Зима	Весна	Лето
Самочувствие	18,7	21,2	27,8	16,7
Активность	12,5	42,2	16,7	16,7
Настроение	12,5	26,3	33,3	11,1
Скорость переработки информации	28,6	26,1	45,2	38,1

Известно, что устойчивая биоритмическая структура психофизиологических функций человека является одним из показателей эффективности адаптации организма. При этом, скорость и структура указанных перестроек имеют определенные индивидуальные особенности, которые могут сказываться на качестве адаптации [4].

Таким образом, адаптация человека в антарктических условиях происходит на фоне перестройки суточной организации биоритмов и, как свидетельствуют табличные данные, требует значительного

функционального напряжения организма в результате сезонной инвертированности нормальной циркадной архитектуры психофизиологических функций.

Кроме того, процесс адаптации развивается поэтапно с минимальной эффективностью в начале, некоторым повышением эффективности посреди зимовки и ее уменьшением в конце зимовки. Повышенная напряженность функциональных систем организма отражается на психоэмоциональном состоянии, о чем свидетельствует динамика структуры уровня тревожности внутри коллектива зимовщиков (табл. 2).

Таблица 2

Динамика показателей уровня тревожности среди зимовщиков (%)

Уровень тревожности	Антарктические сезоны			
	Осень	Зима	Весна	Лето
Нормальный	14	7	4	14
Выше среднего	36	32	50	14
Ниже среднего	36	36	42	58
Высокий	14	25	4	7
Низкий	-	-	-	7

Таким образом, полиморфные перестройки психофизиологических функций человека под влиянием комплекса чрезвычайных факторов в Антарктике осложняют течение адаптации, приводят к повышению напряженности, десинхронозных расстройств и удлиненного состояния стресса, может модифицировать многочисленные компенсаторно-приспособительные механизмы в ходе адаптации к условиям зимовки. Рост уровня напряженности и наличие признаков стресса подтвердилось повышенной секрецией катехоламинов у зимовщиков. При этом на фоне выявленных общефизиологических закономерностей, период адаптации для каждого зимовника может иметь индивидуальные черты.

После длительной антарктической экспедиции отдельные зимовщики проявляли тенденции к снижению открытости характера и были обнаружены признаки тотального состояния эйфории. Такое положение характеризовалось эмоциональной выразительностью и глубокими субъективными переживаниями навязанными длительным пребыванием в экстремальных условиях антарктической экспедиции.

Динамика показателей ритмокардиографии зимовщиков свидетельствовала о модификации баланса вегетативной регуляции. После экспедиции у зимовщиков выявлены существенные сдвиги в системе многоуровневой регуляторной функции поддержки статокINETической устойчивости. Показано, что индивидуальные характеристики кефалографических данных могут зависеть от вариаций психоэмоционального происхождения. После зимовки выявлены характерные морфо-функциональные изменения митохондриального аппарата в системе крови. Признаки дисфункции и перенапряжения митохондрий отчетливо проявлялась после гипоксической стимуляции

зимовщиков. При этом, уровни экспрессии мРНК гена HIF-1 α лейкоцитов периферической крови зимовщиков возрастали и тесно коррелировали с показателями реализации функциональных резервов систем дыхания и кровообращения. Таким образом, результаты исследований подтверждают наличие у зимовщиков признаков перенапряжения функциональных систем организма. Динамика таких изменений может иметь индивидуальные вариации в течение зимовки. Это может быть связано как с личностными характеристиками зимовщиков так и с индивидуальной чувствительностью к воздействию комплекса экстремальных факторов Антарктики.

Есть основания полагать, что процесс адаптации к условиям зимовки носит фазный характер. Условно в этом процессе можно выделить фазу острой адаптации, функционального напряжения, относительной стабилизации и депрессивности. Фаза острой адаптации (антарктическая осень) характеризуется активными процессами биоритмической природы, подтверждается расстройствами нормальной циркадной архитектуры психофизиологических функций, а также температуры тела, суточная динамика которой является опосредованным свидетельством нарушения ритма секреции мелатонина. Изменения в работе биологических часов могут сопровождаться усилением напряжения центральных механизмов регуляции функциональных систем, что проявляется в активации церебрального электрогенеза, а также индивидуальных изменениях самооценки и психофизиологических качеств. Фаза функционального напряжения (антарктическая зима) является результатом комплексного воздействия биоритмологических факторов, депривации, гиподинамии и характеризуется окончанием формирования межличностных отношений в коллек-

тиве, индивидуальной полиморфностью проявлений «антарктического синдрома», характерными изменениями соотношения мощности ритмов электрической

активности мозга. К примеру, у бодрствующих зимовщиков могут регистрироваться биоритмы мозга присущие спящему человеку (рисунок 1).

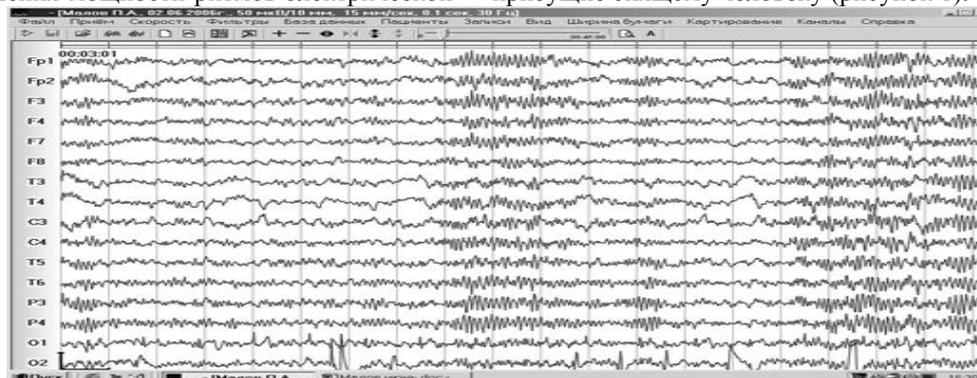


Рис. 1. Возникновение характерных для состояния сна участков ЭЭГ у бодрствующего зимовщика (М) в середине антарктической зимы регистрации (июль).

В фазу относительной стабилизации (антарктическая весна) в коллективе сформированы межличностные отношения, уменьшается количество десинхронозных проявлений, оптимизируется ритмика электроэнцефалограммы. Заключительная фаза депрессивности (антарктическое лето) характеризуется повышенными уровнями тревожности, раздражительности, эмоциональной неустойчивости, увеличением удельного веса низкочастотных ритмов электроэнцефалограммы, десинхронозными расстройствами.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в системе профилактики патологии зимовщиков важное значение имеют: медицинский отбор, адекватное применение лечебно-профилактических средств, специальное обучение и тренинг операторов станции. Это связано с особенностями адаптации к экстремальным условиям антарктической среды и спецификой профессиональной деятельности человека в экспедиции на станции «Академик Вернадский». Аналогичные проблемы свойственны экипажам всех научных станций в Антарктике, в Арктике и в других условиях, где работы выполняются в изоляции от привычного социума при влиянии на организм комплекса экстремальных факторов окружающей среды. Поэтому результаты анализа исследований на украинской антарктической станции позволяют давать практические предложения для совершенствования международной системы безопасного пребывания человека в Антарктике [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Жирмунская Е.А. Функциональное значение некоторых феноменов электроэнцефалограммы человека. / Е.А. Жирмунская, А.И. Рыбников, С.М. Ложникова. – Физиология человека. 1982. – Т. 8. – № 5. – С. 746-756
2. Моисеенко С.В. Психофізіологічний супровід антарктичних експедицій: [методичні рекомендації] / В.І. Сухоруков, С.-А. Й. Мадяр та ін. – К., 2006. – 35 с.
3. Моисеенко Е.В. Медико-биологические исследования на украинской антарктической станции «Академик Вернадский»: матер. I-й Международной научно-практической конференции «Мониторинг состояния при-

Выводы 1. После длительной адаптации в Антарктике особенности биоритмической организации церебрального электрогенеза зимовщиков заключаются в увеличении мощности α -, β - и θ -ритмов в центральных и лобных проекциях коры головного мозга, что может свидетельствовать об избыточной напряженности психофизиологических функций;

2. Адаптация зимовщиков к антарктическим условиям профессиональной деятельности характеризуется фазным течением перестроек психофизиологических функций в зависимости от сезонов года и продолжительности пребывания в Антарктике;

3. Во время адаптации к антарктическим условиям нарушается биоритмическая организация психофизиологических функций зимовщиков и повышается нагрузка на центральные механизмы регуляции, что может приводить к ускорению истощения адаптационных резервов, психоэмоциональным расстройствам и возникновению конфликтных ситуаций;

4. Длительная экспедиционная деятельность может сопровождаться изменениями личностных психологических качеств зимовщиков, а также избыточной экспрессией отдельных характеристик психики, что подтверждается результатами психологического обследования и изменениями показателей электроэнцефалографии.

родной среды Антарктики и обеспечение деятельности национальных экспедиций». / Е.В. Моисеенко, Л.С. Глоба, А.Е. Березкина, Т.А. Калужная – (К. п. Нарочь, 26-29 мая 2014 г.). – Минск, «Экоперспектива», 2014. – С. 169-172.

4. Moiseyenko E. V. Dysadaptation mechanisms of the human's in Antarctic. UAZH. – 2009–2010., N8. – p. 290 – 303.

5. Andreas K. Effects of emotional arousal in the cerebral hemispheres: a study of oscillatory brain activity and event-related potentials // Clinical Neurophysiology. / M. Müller, T. Gruber et al. – 2001. –V. 112. – № 11. – P. 2057-2068

REFERENCES

1. Zhirmunskaya, Ye.A., Rybnikov, A.I. & Lozhnikova, S.M. (1982). Funktsionalnoye znachenіye nekotorykh fenomenov elektroentsefalogrammy cheloveka [The functional significance of certain phenomena of human electroencephalogram]. *Fiziologiya cheloveka – Human Physiology*, 5, 746-756 (Vols. 8) [in Russian].
2. Moiseienko, Ye.V., Sukhorukov, V.I. et al. (2006). *Psykhofiziologichnyi suprovid antarktychnykh ekspeditsiy [Psycho-physiological support of Antarctic expeditions]*. Kyiv [in Ukrainian].
3. Moiseyenko, Ye.V., Globa, L.S., Berezkyina, A.E. & Kalyuzhnaya, T.A. (2014). Mediko-biologicheskiye issledovaniya na ukrainskoy antarkticheskoy stantsii «Akademik Vernadskiy» [Biomedical research on the Ukrainian Antarctic station "Akademik Vernadskiy"]. *«Monitoring sostoyaniya prirodnoy sredy Antarktiki i obespecheniye deyatelnosti natsionalnykh ekspeditsiy» - "Monitoring the Antarctic environment state and maintenance of national expeditions"*: Proceedings of I-th International Scientific and Practical Conference. (pp. 169 – 172). Minsk, «Ekoperspektiva» [in Russian].
4. Moiseyenko, E.V. (2009). Disadaptation mechanisms of the human's in Antarctic, 8, 290 – 303
5. Andreas, K., Müller, M., Gruber, T. et al. (2001). Effects of emotional arousal in the cerebral hemispheres: a study of oscillatory brain activity and event-related potentials. *Clinical Neurophysiology*. (Vols. 112), 11, 2057 – 2068.

Є.В. Моїсеєнко

ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ЛЮДИНИ ДО УМОВ АНТАРКТИКИ

Стаття присвячена вивченню особливостей адаптації людини до умов тривалої роботи на антарктичній станції. У дослідженнях брали участь українські антарктичні зимівники (94 чоловіки у віці 25-50 років). Основна увага приділяється вивченню адаптаційних змін психічних і психофізіологічних функцій. В результаті досліджень з'ясовано особливості фазового перебігу процесів адаптації під час річної експедиції. Показані характерні адаптаційні перебудови психофізіологічних функцій, біоритмічної діяльності головного мозку і особистісних психологічних якостей антарктичних зимівників.

Ключові слова: Адаптація, психофізіологічні функції, біоритм, електрична активність мозку, Антарктика.

Ye.V. Moiseyenko

PECULIARITIES OF HUMAN ADAPTATION TO ANTARCTIC CONDITIONS

The article examines the characteristics of human adaptation to long-term work at the Antarctic station. The study involved Ukrainian Antarctic winterers (94 men at the age of 25-50 years). Special attention was paid to the study of adaptive changes of mental and psycho-physiological functions. Analysis of the results of medical and biological examinations of people staying in the subpolar latitudes for a long time indicate that the processes of adaptation of various functional systems of the body to such conditions proceed in an extended mode and can not achieve the optimal physiological level. The result of it is the state of incomplete adaptation, which has a negative impact on physical health, psycho-physiological functions and working capacity of winterers. Such preventive measures as medical selection, appropriate use of medicated products, special instruction and training Antarctic stations operators are of great importance. The research revealed that after long-term adaptation in the Antarctic the peculiarities of biorhythmic organization of winterers' cerebral electrogenesis lie in increasing α -, β - and θ -rhythms capacity in the central and frontal projection areas of the cerebral cortex, which can indicate excessive tensivity of psycho-physiological functions. Winterer's adaption to work in the Antarctic conditions is characterized by phase course of psycho-physiological functions transformations depending on the seasons and duration of their staying in Antarctica. Biorhythmic organization of winterers' psycho-physiological functions suffers during adaptation to Antarctic conditions. The load on the central regulation mechanisms increases, which can lead to faster depletion of adaptive reserves, psycho-emotional disorders and the emergence of conflict situations. Long-term expeditionary activity can be accompanied by changes in winterers' psychological qualities, which is confirmed by the results of psychological examination.

Keywords: adaptation, physiological functions, biorhythm, electrical brain activity, Antarctic.

Подано до редакції 05.08.14