

# Оцінювання психофізіологічного стану операторів екстремальних видів діяльності

Є.В. Моїсеєнко

Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України; e-mail: moiseyenkoev@gmail.com

*Діяльність людини в умовах екстремального впливу факторів середовища супроводжується тривалим стресовим станом, котрий модифікує перебіг адаптації з наступним розвитком дизадаптації. Дизадаптаційні порушення не мають специфічних проявів, що ускладнює діагностику. Для визначення особливостей перебудов психофізіологічних функцій під впливом екстремальних факторів виконано медико-психофізіологічні дослідження за участю антарктичних зимівників та осіб з постравматичними стресовими розладами. Залучено низку нових та модифікованих методів дослідження психофізіологічного стану. Встановлено діагностико-прогностичну ефективність визначених характерних змін показників електричної активності головного мозку, утримання вертикальної стійкості тіла (оцінювання механізму центральної регуляції), психоемоційної кольорової преференції (оцінювання психофізичного тону) та генетичних особливостей (поліморфізм гена *huroxia-inducible factor 1α*). Практичне застосування показників оцінювання психофізіологічного стану у системі медико-психологічного супроводу антарктичних експедицій показало їх діагностичну та прогностичну ефективність.*

*Ключові слова: екстремальні фактори; адаптація; психофізіологічний стан; кольорова преференція; поліморфізм; антарктичні зимівники.*

## ВСТУП

Експедиційна діяльність в Антарктиці пов'язана з впливом на людину численних екстремальних факторів (особливості регіональної фотоперіодики, зсув часових поясів, сенсорна депривація, надзвичайна активність метеорологічних та геліофізичних явищ тощо), що створює додаткове навантаження на функціональні системи організму. Комплексний вплив факторів середовища здатен викликати у антарктичних зимівників своєрідний стан тривалого стресу і може супроводжуватися розладами на всіх рівнях функціональної організації організму [1].

Проблема встановлення адекватних критеріїв оцінювання психофізіологічного стану людини для ранньої діагностики, прогнозування і корекції порушень внаслідок тривалого впливу стресових факторів вирішується визначенням ступеня змін пси-

хофізіологічних функцій під впливом екстремальних умов та дослідженням динаміки індивідуальних варіацій адаптаційних і дизадаптаційних перебудов. Зміни психологічних та психофізіологічних функцій під впливом стресових чинників можуть становити основу провідних патогенетичних механізмів розвитку дизадаптаційних порушень [2].

Відсутність специфічних проявів негативного впливу на людину екстремальних факторів середовища ускладнює діагностику та визначення ступеня ураження і потребує застосування нових методів дослідження з урахуванням необхідності оцінювання механізмів центральної регуляції, визначення динаміки психофізіологічного стану та генетичної схильності до порушення адаптації.

Мета нашої роботи полягала у визначенні найбільш чутливих до негативного впливу

екстремальних факторів ланок психофізіологічних функцій організму та встановленні нових біоінформаційних показників для оцінювання і прогнозування змін психофізіологічного стану фахівців екстремальних видів діяльності, що дасть можливість патогенетично обґрунтувати діагностику та прогнозування.

## МЕТОДИКА

У дослідженні брали участь 44 чоловіки (вік  $35 \pm 4,6$  років) – учасники антарктичних експедицій. До контрольної групи ввійшли 12 осіб, які були кандидатами для участі в антарктичній експедиції. Комплексне медико-психофізіологічне обстеження виконували у клінічних умовах на базі Інституту медицини праці АМН України та Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України до і після тривалої антарктичної експедиції, а також упродовж зимівлі на антарктичній станції «Академік Вернадський» (Україна).

Електроенцефалограму реєстрували у фронтальних (F3, F4, F7, F8), центральних (C3, C4), тім'яних (P3, P4), скроневих (T3, T4, T5, T6) і потиличних (O1, O2) проєкціях кори головного мозку відповідно до системи «10–20» за допомогою електроенцефалографа «Expert TM» фірми «Tredex» (Харків, Україна).

Визначали потужність біоритмів у мікрровольтах на 1 Гц у діапазонах:  $\theta$ - (4–8 Гц),  $\alpha$ - (8–13 Гц),  $\beta_1$ - (16–20 Гц) та  $\beta_2$ - (21–30 Гц) ритмів. Коефіцієнт десинхронізації ритмів розраховували за формулою  $(A/B) \cdot 100\%$ , де А – потужність ритмів під час візуальної стимуляції (міжнародна система афективних стимулів IAPS), В – потужність фонових значень [3]. Достовірність розраховували за допомогою однофакторного критерію дисперсійного аналізу (analysis of variance).

Оцінювали стан центральної регуляції вертикальної стійкості за кефалографією. Сутність методики – обстежуваний перебував на спеціальній платформі без взуття, верти-

кально, у спокійному стані. На маківці голови встановлювали маркер і за допомогою відео-технології реєстрували його коливання. Реєстрацію здійснювали по 3 хв при відкритих та закритих очах. Кефалографію оцінювали за трьома варіантами реєстрації: а) траєкторія коливання маркера навколо центра у площині, що формує двовимірний рисунок індивідуальних коливань, б) графік коливальних рухів у часі при відкритих очах (за віссю ординат відносні величини відхилення від нульового положення, за віссю абсцис – тривалість вертикального положення), в) графік коливальних рухів у часі при закритих очах.

Психофізіологічний стан за умов тривалої дії комплексу екстремальних факторів оцінювали за індивідуальною кольоровою перевагою при візуальному сприйнятті еталонних кольорових тест-карток, варіації переважності ранжування яких дали змогу визначити поточний стан психоемоційної активності життєвого тону. Використовували еталонний набір 12 кольорів спектра видимого світла, переважності сприйняття яких віддзеркалює рівень інтелектуального (фіолетово-блакитний спектр), емоційного (жовто-зелений спектр) та фізичного (помаранчово-червоний спектр) життєвого тону. Обстежуваний протягом 30 с розкладав картки у послідовності – колір подобається найбільше, трохи менше, ще менше і т.д. Реєстрували номери кольорів за їхнім вибором з подальшим аналізом результатів [4].

Електронно-мікроскопічні дослідження виконували за допомогою комп'ютерної програми Image Tool Version 3 (США) на 130–150 полях відповідно до підходів Вейбеля [5].

Генетичні дослідження на наявність поліморфізму гена фактора, індукованого гіпоксією (HIF-1 $\alpha$ ) виконували з використанням методів полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР), рестрикції та візуалізації в агарозному гелі [6]. За допомогою цього

метода багаторазово збільшували кількість фрагмента потрібного гена. Для ампліфікації використовували по парі специфічних праймерів до кожного гена: прямий (sense) та зворотний (antisense), синтезовані фірмою „Fermentas” (Литва). Для визначення поліморфізму людського HIF-1 $\alpha$  ампліфікацію виконували з використанням специфічних праймерів [7]. Кількість циклів ампліфікації 38, параметри реакції – початкова денатурація – 94°C (5 хв), денатурація – 94°C (1 хв), відпал праймерів – 58°C (1 хв) та елонгація – 72°C (1 хв), останній цикл елонгації – 7 хв. Гомозиготи за HIF-1 $\alpha$  (C/C – генотип) давали 4 рестрикційних фрагменти (213, 156, 139, 92), гетерозиготи (C/T- генотип) – 5 фрагментів (295, 213, 156, 139, 92), а гомозиготи за поліморфним алелем (T/T – генотип) – 3 фрагменти (295, 213, 92).

Статистичну обробку здійснювали за програмою «Microsoft Excel» з використанням критерію  $\phi$  Фішера і критерію t Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При тривалому перебуванні в антарктичних умовах у зимівників зростала потужність ритмів електричної активності головного мозку у діапазоні  $\theta$ ,  $\beta_1$  і  $\beta_2$  переважно в центральних і лобових проекціях кори головного мозку. Звичайна стимуляція зорового аналізатора призводила до достовірного зростання потужності ритмів у середньо- і високочастотному діапазонах. Особливості змін електричної активності головного мозку людини після тривалого перебування в екстремальних умовах Антарктики полягають у посиленні низькочастотного спектра біоритмів з проявами генералізованої десинхронізації.

Аналіз відмінностей динаміки коефіцієнта десинхронізації потужності біоритмів головного мозку серед обстежуваних (антарктичні зимівники та кандидати) при зоровій стимуляції негативної модальності показав найбільші зміни у діапазонах  $\delta$ - та  $\theta$ -ритмів.

На відміну від результатів дослідження контрольної групи у зимівників після тривалого перебування в екстремальних умовах виявлено зростання коефіцієнтів десинхронізації (рисунок).

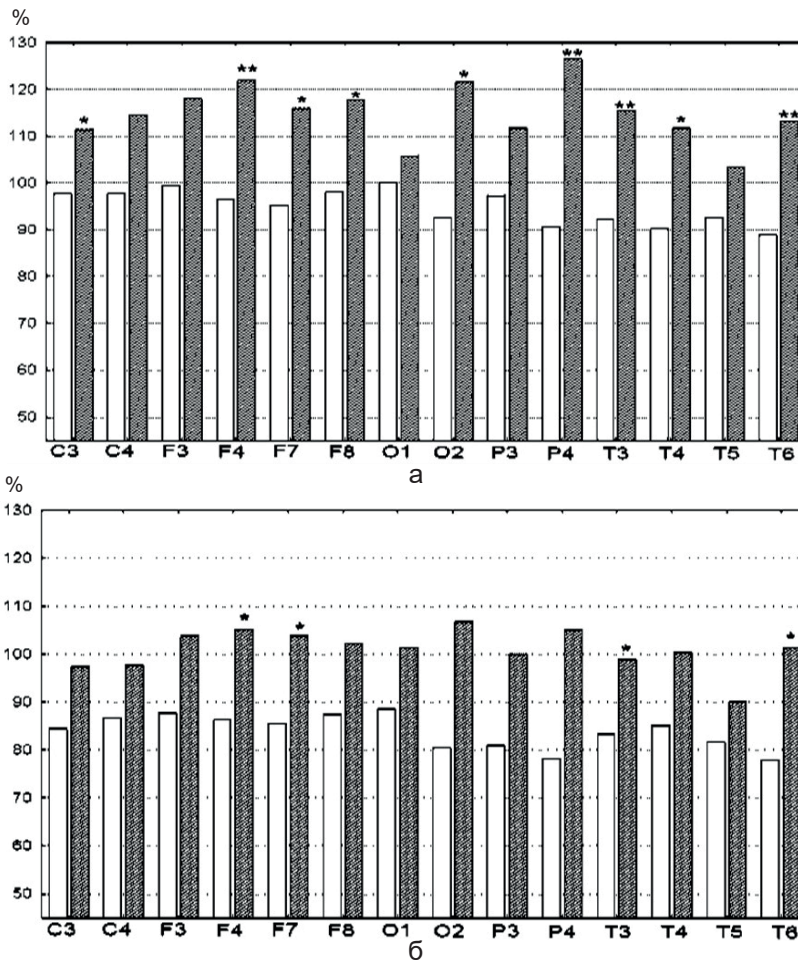
У діапазоні  $\delta$ -ритму коефіцієнти десинхронізації були вищими у центральній (відведення С3) та медіальній лобовій (відведення F4) проекціях кори головного мозку правої півкулі, латеральних лобових проекціях обох півкуль (відведення F7, F8), у потиличній (відведення O2) та тім'яній (відведення P4) проекціях кори правої півкулі, а також у передньоскроневих проекціях обох півкуль (відведення T3, T4) та у задньоскроневій проекції правої півкулі (відведення T6). У інших проекціях кори головного мозку відмінності значень коефіцієнта десинхронізації  $\delta$ -ритму між групами були не суттєвими. Окрім того, визначено зміни показників коефіцієнта десинхронізації у діапазоні  $\theta$ -ритму і вони були вищими саме у зимівників. Так, достовірні відмінності коефіцієнта десинхронізації між групами спостерігалися у медіальній зоні лобової проекції кори правої півкулі (відведення F4), латеральній зоні лобової проекції лівої півкулі (відведення F7), а також у передньоскроневій проекції кори лівої півкулі (відведення T3), скроневій проекції правої півкулі (відведення T6)

Таким чином, серед особливостей реагування ритмічної електричної активності головного мозку обстежуваних на емоційні стимули слід виділити відмінності динаміки коефіцієнта десинхронізації саме низькочастотних біоритмів. У антарктичних зимівників такі показники були вищими порівняно з контрольними значеннями. Характерною особливістю є те, що стимуляція зорового аналізатора зимівників демонструє депресію відповіді церебральної біоритміки на тлі генералізованої десинхронізації біоритмів з превалюванням дисрегуляційних проявів у проекціях кори головного мозку, що мають відношення до

регуляції психоемоційної сфери людини. Додатковим підтвердженням є той факт, що при дії візуальної стимуляції позитивної або негативної модальності в антарктичних зимівників найбільші зміни коефіцієнтів десинхронізації низькочастотних ритмів ( $\delta$  і  $\theta$ ) відзначались у кіркових ділянках саме правої півкулі. Такі зміни у структурі церебральних біоритмів ( $\delta$  і  $\theta$ ) притаманні негативному емоційному реагуванню та свідчать про наявність психоемоційного напруження і втоми, що може враховуватися при оцінюванні психофізіологічного стану людини [8]. Виявлені зміни церебрального електрогенезу у людини при тривалому

перебуванні в екстремальних умовах є об'єктивними проявами дизадаптаційних перебудов психофізіологічних функцій і можуть супроводжуватися певними розладами механізмів регуляції.

Підтвердженням тому були результати кефалографічного обстеження, котрі показали наявність вираженого зростання всіх амплітудних характеристик кефалограм антарктичних зимівників після експедиції порівняно з результатами обстеження до експедиції. Аналіз кількісних характеристик показав суттєве зростання загальної довжини кефалографічної кривої у більшості антарктичних зимівників, що може свідчити про



Порівняння змін коефіцієнта десинхронізації потужності біоритмів (а –  $\delta$ -ритм, б –  $\theta$ -ритм) у проєкціях кори головного мозку при візуальній стимуляції і без такої, у кандидатів в експедицію (світлі стовпчики) та антарктичних зимівників (темні стовпчики). За віссю абсцис – рівень змін коефіцієнта десинхронізації у відсотках від контрольних значень, за віссю ординат – відведення ЕЕГ. \*P < 0,05, \*\*P < 0,01 щодо контролю



наявність певних проблем у рефлекторній підтримці вертикального положення тіла. Також виявлялися характерні відхилення кефалографічної кривої ліворуч, котрі можуть бути ознакою превалювання зрушень у окремій регуляторній ланці нервової системи. Отримані показники оцінювання центральної регуляції вертикальної стійкості слугують додатковим свідченням наявності перебудов психофізіологічного стану людини внаслідок тривалого впливу екстремальних факторів середовища.

Отже, результати об'єктивних методів дослідження впливу на людину екстремальних умов середовища виявили наявні ознаки перебудов функції ЦНС з переважною акцентуацією у структурах емоціогенної відповідальності. Дослідження змін психоемоційної складової психофізіологічного стану зимівників методом визначення індивідуальної кольорової преференції показало її характерну динаміку саме у період перебування в антарктичних умовах. У період початкової адаптації (перший місяць) переважна більшість зимівників демонструвала преференцію до кольорів червоно-помаранчового діапазону (фізична складова психоемоційного стану) та блакитно-фіолетового діапазону (інтелектуальна складова психоемоційного стану). Треті позиції займали зимівники з преференцією до жовто-зеленого спектра (емоційна складова психоемоційного стану) і виявлялись окремі випадки кольорової преференції змішаного типу. Уже через місяць зимівлі преференція до кольорів червоно-помаранчового діапазону зникла у половини зимівників при зростанні випадків з преференцією до жовто-зеленого спектра. Починаючи з другого місяця і до кінця зимівлі майже у всіх зимівників реєструвалася кольорова преференція за змішаним типом, як свідчення певних змін психоемоційного стану. Після закінчення зимівлі когорта антарктичних зимівників віддавала перевагу жовто-зеленому спектру,

тобто проявлялась експресія емоційної складової психоемоційного стану, а випадки кольорової преференції за змішаним типом зникали.

Застосування методу визначення показників індивідуальної кольорової преференції дає змогу розширити спектр діагностико-оцінювальних критеріїв для патогенетично обгрунтованого вибору тактики медичного забезпечення осіб, які тривалий час знаходилися під впливом екстремальних факторів [9]. Тому з огляду на проблеми визначення прихованих проявів посттравматичного стресового синдрому (ПТСС) у людей, які перебували під впливом стресових ситуацій, була застосована методика оцінювання порушень психофізіологічного стану за показником кольорової преференції. Обстеження 20 чоловіків військовослужбовців, які були учасниками АТО, (віком від 26 до 55 років) проводили в умовах військового госпіталю. Під час реабілітації у клінічних умовах в учасників АТО з вираженими ознаками депресії виявлено перманентне превалювання преференції кольорової невизначеності (змішаний тип преференції). У них зберігалися ознаки ПТСС у вигляді постійного головного болю, поганого самопочуття, нестійкості вегетативної регуляції. У військовослужбовців без виражених ознак депресії динаміка кольорової преференції була позитивною і характеризувалася зростанням кольорових преференцій емоційного, фізичного та інтелектуального зон кольорового спектра видимого світла. Таким чином, результати кольорового преференційного обстеження показали доцільність застосування більш ефективних методів реабілітації учасників АТО, включаючи біорегуляцію преференційними кольоровими гармоніями.

Отже, застосування методу кольорового преференційного вибору для оцінювання психофізіологічного стану дає додаткову важливу інформацію. Результати такого тестування можуть бути використані для контролю ефективності реабілітації, успіш-

ності адаптації антарктичних зимівників до екстремальних умов, а моніторингові дані оціночних критеріїв кольорової преференції зимівників можуть виявляти ранні прояви психофізіологічних дисфункцій і мати властивість прогнозувати розвиток негативних порушень з урахуванням конкретних психофізіологічних характеристик.

Порушення психофізіологічного стану людини внаслідок дії екстремальних факторів віддзеркалюється у діяльності всіх функціональних рівнів організму, включаючи клітинний, субклітинний, молекулярний. При цьому специфічних ознак і оціночних критеріїв для остаточної діагностики ще не виявлено. Тому дослідження прихованих ознак адаптаційних перебудов в організмі виконували з урахуванням можливої залежності біологічної відповіді від генетичного рівня регуляції. Відомо, що формування адаптивних реакцій зумовлюється набором молекулярно-генетичних механізмів, що запускають експресію відповідних генів. У гомо- або гетерозиготних за геном осіб можуть формуватися різні відповіді з боку систем, органів, тканин і клітин організму. Зокрема, при адаптації зимівників до антарктичних умов і її ефективності важлива роль належить гену HIF-1 $\alpha$ , експресія якого може впливати на функціонально-структурні перебудови в організмі і на психофізіологічний стан. Зокрема, на відмінність від основного експедиційного складу, у крові гетерозиготних зимівників наприкінці зимівлі була виявлена збільшена кількість еритроцитів ( $4,87 \pm 0,20$  щодо  $4,13 \pm 0,12 \cdot 10^{12}/л$ ,  $P < 0,05$ ) та гемоглобіну ( $139,1 \pm 3,3$  щодо  $149,5 \pm 5,4$  г/л,  $P < 0,1$ ). Напруження кисню в артеріальній крові гетерозиготних (за поліморфізмом HIF-1 $\alpha$ ) зимівників у стані спокою не перевищувало середньогрупові значення, а після гіпоксичної стимуляції, за рахунок субмаксимального навантаження (велоергометрія), напруження O<sub>2</sub> у крові було нижчим від показників контролю. За розрахунками кисневих режимів

організму було визначено, що у зимівників з гетерозиготним складом HIF-1 $\alpha$  механізми регуляції кисневих режимів організму характеризувалися підвищенням активації гемодинамічної та зниженням респіраторної ланок [10].

У антарктичних зимівників з C/C- і C/T-генотипом у відповідь на гіпоксичну стимуляцію визначалася характерна різниця морфофункціонального стану мітохондріального апарату лейкоцитів, перебудови у якому можуть свідчити про рівень виснаження адаптаційних резервів і слугувати показниками оцінювання наслідків стресового стану. Під впливом гіпоксії у лейкоцитах зимівників з C/C-генотипом кількість мітохондрій статистично достовірно збільшувалась (на 24%). Водночас активувався не тільки морфогенез мітохондрій, а й динамічні процеси, зокрема об'єднання органел з вираженою поздовжньою асоціацією, що є показником стану обміну інформацією у мітохондріальному апараті клітини. Про такі перебудови свідчить і розташування самих мітохондрій у навколоядерній зоні. Виявлене збільшення значень середнього діаметра мітохондрій на 27,5% і їхньої площі на 21% вказувало на зростання активації синтезу макроергів. У лейкоцитах осіб з C/C-генотипом визначено незначну кількість структурно пошкоджених мітохондрій ( $10,8 \pm 0,7\%$  від загальної кількості органел).

У лейкоцитах зимівників з C/T-генотипом зміни мітохондріального апарату відрізнялися структурними перебудовами. Загальна кількість мітохондрій також зростала але їх просторове розташування було сконцентровано на периферії клітини. Крім того, діаметр і площа мітохондрій мали лише тенденцію до збільшення, і для підтримки адекватного енергозабезпечення клітин були задіяні інші механізми, а саме, поява мітохондрій з везикулярними кристами. Водночас виявлялися явні ознаки гіпоксичного пошкодження мітохондрій –

конденсація (ущільнення) їх матриксу, розширення міжмембранних просторів на фоні незмінної загальної кількості мітохондрій. Спостерігалися також частково або повністю вакуолізовані мітохондрії.

Отримані результати вказують на те, що алельний поліморфізм за геном HIF-1 $\alpha$  по-різному впливає на гіпоксично індуковані зміни ультраструктури клітин крові і такі характеристики змін можуть слугувати маркером формування адаптаційних реакцій у відповідь на гіпоксичний стимул [11].

Отже, визначені особливості субклітинних та молекулярних перебудов у антарктичних зимівників дають змогу поглиблено оцінювати стан адаптаційних процесів і можуть бути додатковим критерієм при медичному відборі кандидатів до антарктичної експедиції, прогнозування негативних наслідків тривалого впливу екстремальних факторів та діагностики прихованих порушень [12].

## ВИСНОВКИ

1. Дослідження тривалої стресової дії комплексу екстремальних факторів на людину показали наявність характерних змін психофізіологічних функцій та дали можливість визначити низку показників оцінювання психофізіологічного стану на різних рівнях функціональної організації організму.

2. Встановлено, що при тривалому перебуванні людини в екстремальних умовах у структурі церебральної біоритміки зростає потужність  $\delta$ - і  $\theta$ -ритмів переважно у проєкціях з відношенням до регуляції психоемоційної сфери.

3. Виявлено, що внаслідок тривалої дії на людину екстремальних умов змінюється психоемоційне сприйняття кольорових спектрів з характерними проявами кольорової невизначеності, а показники індивідуальної кольорової преференції можуть бути маркерами оцінювання психофізіологічного стану.

4. Визначено, що адаптаційні перебудови

при дії на людину екстремальних факторів можуть залежати від наявності алельного поліморфізму за геном HIF-1 $\alpha$  та супроводжуватися характерними змінами на клітинно-субклітинному рівні і слугувати показником оцінювання для прогнозуванні негативних наслідків тривалого впливу екстремальних факторів та діагностиці прихованих порушень.

*The author of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.*

**Ye.V. Moiseyenko**

## EVALUATION OF THE PSYCHO-PHYSIOLOGICAL STATE OF OPERATORS OF EXTREME ACTIVITIES

*O.O. Bogomolez Institute of Physiology National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv; e-mail: moiseyenkoev@gmail.com*

Human activity in conditions of extreme influence of environmental factors is accompanied by a long-term stressful state, which modifies the course of adaptation and provokes maladaptation disorders with the subsequent development of pathology. At the same time, maladaptive disorders do not have specific manifestations, which complicates diagnosis. In order to determine the specifics of changes in psychophysiological functions under the influence of extreme factors, medical and psychophysiological studies were performed with the participation of Antarctic winterers and persons with post-traumatic stress disorders. A number of new and modified methods of research of the psychophysiological state, which were used in the monitoring mode during the year of wintering, were involved. The diagnostic and prognostic effectiveness of certain characteristic changes in indicators of electrical activity of the brain, maintenance of statokinetic stability (assessment of central regulation mechanisms), psycho-emotional color preference (assessment of psychophysical tone) and individual genetic features (polymorphism of the hypoxia-inducible factor 1 $\alpha$  gene) has been established. The practical application of psychophysiological state assessment indicators in the system of medical and psychological support of Antarctic expeditions has shown their diagnostic and prognostic effectiveness.

**Key words:** extreme factors; adaptation; psychophysiological state; color preference; polymorphism; Antarctic winterers.

## REFERENCES

1. Moiseyenko Y, Sukhorukov V, Pyshnov G, Mankovska I, Rozova K, Miroshnychenko O, et al. Antarctica challenges the new horizons in predictive, preventive, personalized medicine: preliminary results and attractive hypothesis for multi-disciplinary prospective studies in the Ukrainian "Akademik Vernadsky" Station. EPMA. 2016;7 (1):1-19
2. Tortello C, Barbarito M, Cuiuli J, Golombek D, Vigo D, Plano S. Psychological adaptation to extreme environments: Antarctica as a space analogue. Psychol Behav Sci Int J. 2018;9 (4):555768.
3. Vadzyuk S, Sas B, Ratynska O, Tkachuk S. Features of psycho-emotional state in people with different stress resistance. Fiziol Zh. 2022; 68 (2):92-7.
4. Magyar Á, Nemesics A. Szinpreferencia vizonyok. Budapest. MODUS COLORIS Társadalmi Akadémia. 2011.
5. Moiseyenko Y, Rozova K. Ultrastructural features of blood cells in HIF-1 $\alpha$  gene variations in specialists of extreme conditions. J Educat, Health Sport. 2020;10(5):218-26.
6. Serebrovska T, Korkushko O, Shatylo V. Individual features of human adaptation to periodic hypoxia: search for possible genetic mechanisms. Fiziol Zh. 2007;53(2):16-24.
7. Semenza, G. O<sub>2</sub>-regulated gene expression: transcriptional control of cardiorespiratory physiology by HIF-1. J Appl Physiol. 2004;96 (3):1173-7.
8. Kravchuk V, Pyshnov G, Pashkovsky S, Jena O. Comparative characteristics of psychophysiological functions of military and civilian pilots. Fiziol Zh. 2021;67(4):105-12.
9. Magyar Á, Moiseyenko Y, Kovalevska O. Color preference diagnostics and correction of psychophysiology human status. In: Proceedings of the International Scientific-practical Web-congress of Pedagogues and Psychologists, the 17-18th of February 2015, Geneva (Switzerland). 2015;2:105-11.
10. Radziejowska M, Moiseyenko Y, Radziejowski P. Oxygen supply system management in an overweight adult after 12 months in Antarctica. Environ Res Publ Health. 2021;18:4077.
11. Bubnov R, Moiseyenko Y, Spivak M. The influence of environmental factors and stress on human health and chronic diseases: PPPM lessons from Antarctica. EPMA. 2017;10:13-23.
12. Shylo O, Lutsenko D, Lutsenko O, Babiychuk O, Moiseyenko Y. Sleep in Antarctica: from the sleep disturbances towards all the challenges. Probl Cryobiol Cryomed. 2020;30 (1):3-23.

*Матеріал надійшов  
до редакції 21.11.2022*