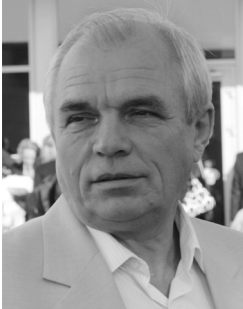


УДК 612.017.2



Є.В. Моїсеєнко

Провідний науковий співробітник Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, доктор медичних наук, заслужений діяч науки і техніки України, м. Київ

ШЛЯХИ РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ДО ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВ

Наведено результати медико-біологічних досліджень на антарктичній станції “Академік Вернадський”. В умовах Антарктики вивчено біологічні реакції людського організму на вплив екологічних факторів. Показано шляхи розроблення нових технологій профілактики захворюваності при порушеннях адаптації з перспективою широкого використання в практичній медицині.

***Ключові слова:** медико-біологічні дослідження, дослідження Антарктики, станція “Академік Вернадський”, профілактика захворювань, екологічні фактори, що впливають на здоров’я, практична медицина*

Актуальність розв’язання проблем негативного впливу мінливості екологічних умов на стан фізичного здоров’я та працездатність людини постійно зростає [1—5]. Відомо, що цілий спектр факторів навколишнього середовища (природного й техногенного походження) може викликати біологічну відповідь з порушеннями адаптації, виникненням патологічних станів та поширенням захворюваності [6, 7]. Однак механізми розладів функцій систем організму під впливом екологічних факторів надзвичайної сили повністю не розкрито, внаслідок чого ефективність профілактичних заходів залишається низькою. Водночас рівень біологічної відповіді може слугувати певним маркером шкідливості чинників середовища.

Тому у вільних від техногенних впливів антарктичних умовах було виконано дослідження реакцій функціональних систем людини на вплив природних факторів середовища. Отримані результати дають змогу

окреслити шляхи розроблення технологій збереження здоров'я людини в умовах тривалого негативного впливу факторів навколишнього середовища надзвичайної сили (див. рисунок).

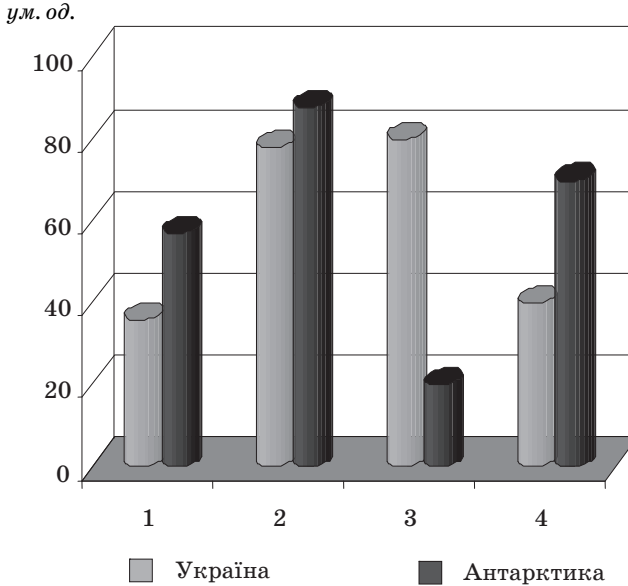


Рис. Відмінність екологічних факторів в Україні та Антарктиці:

1 — добові перепади барометричного тиску; 2 — середньорічна вологість; 3 — річна тривалість сонячного світіння; 4 — середньорічний рівень інфра-звукового фону

Дослідження було проведено на антарктичній станції “Академік Вернадський” та в Україні. У ньому взяли участь 86 чоловіків віком 25—45 років. Обстеження функціональних систем організму виконувались на організаційному, системному, органному, клітинному та молекулярному рівнях із залученням широкого спектра сучасних медико-біологічних технологій. До комплексних медико-біологічних досліджень було залучено фахівців Національного антарктичного наукового центру Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України, Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Інституту медицини праці й Інституту неврології, психіатрії та наркології Національної академії медичних наук України. Синхронну реєстрацію показників зовнішнього середовища здійснювали фізики та метеорологи станції “Академік Вернадський”.

Передусім було виконано оригінальні дослідження з вивчення біологічної відповіді організму людини на вплив глобальних електромагнітних випромінювань. Особливу увагу зосередили на наднизькочастотному спектрі глобальної променистої енергії, оскільки частотні характеристики так званих шумановських резонансів збігаються з частотами основних біоритмів електричної активності головного мозку людини, що може спричиняти синхронізувальний ефект з наступними дизрегуляторними та дизадаптивними розладами [8]. За межами Антарктики подібний спектр променистої енергії можуть генерувати джерела техногенного походження, однак вивчення біологічної відповіді на таку стимуляцію пе-

ребує на початковому етапі. Було показано, що навіть короточасний вплив електромагнітного імпульсу природної потужності призводить до генералізованих змін церебральних біоритмів людини. При цьому структура пароксизмальної активності (альфа- та тета-діапазонів) залишається мономорфною, але до складу пароксизмів включаються загострені хвилі, що є свідченням розвитку короточасної генералізованої реакції активації. Окрім того, встановлено, що попередня імпульсна стимуляція центральної нервової системи низькочастотним електромагнітним випромінюванням через певний проміжок часу призводить до послаблення реакції біоритміки головного мозку людини. Тому з метою підвищення стійкості організму зимівників до зазначеного негативного впливу було запропоновано методіку специфічного тренування, в основу якої покладено профілактику негативної дії низькочастотного електромагнітного поля на психофізіологічний стан людини шляхом проведення сеансів дистанційної дозованої стимуляції штучним спектром магнітного поля, що сприяє активації неспецифічних механізмів адаптації людини до надзвичайних умов [9]. Подальше вивчення синхронізованих реакцій біоритмічної активності головного мозку під впливом штучної електромагнітної стимуляції у клінічній практиці дало змогу встановити позитивний ефект такої стимуляції при лікуванні хворих на неврологічну патологію. В результаті створено нову технологію лікування, втілену у клінічну практику [10].

Дослідження впливу на організм людини метеорологічних факторів виявили, що показники діяльності серця залежали від змін атмосферного тиску та вологості повітря навколишнього середовища. Швидке падіння атмосферного тиску (на тлі високих показників вологості) завжди супроводжується зниженням парціального тиску кисню, що вказує на гіпоксичну природу механізмів збільшення роботи серця при різких перепадах барометричного тиску (характерних для умов Антарктики). Водночас пряма кореляційна залежність показників загального судинного опору та змін атмосферного тиску свідчить про можливу стимуляцію вазоконстрикторних механізмів при падінні барометричного тиску, що також є ознакою гіпоксичного впливу. З урахуванням імовірності впливу гіпоксії вивчалися молекулярно-генетичні механізми адаптаційних реакцій антарктичних зимівників [11]. Встановлено, що в організмах осіб із гетерозиготним генотипом HIF-1 α (С/Т-генотип) виникають сприятливіші умови для розвитку дизадаптаційних порушень, особливо з боку механізмів регуляції кисневих режимів організму. При цьому в умовах експедиційної діяльності в Антарктиці у гетерозиготних зимівників функціональне напруження в системі кровообігу було вираженішим і сприяло швидшому виснаженню функціональних резервів. При гіпоксії, котра виникає внаслідок виснажливої фізичної роботи, в осіб з гетерозиготним генотипом HIF-1 α ефективність гемодинамічної ланки регуляції кисневого режиму організму була зниженою, що може свідчити про індивідуальність реакцій, які регулюються механізмами молекулярно-генетичного рівня. Знання молекулярно-генетичних аспектів походження адаптаційних і дизадаптаційних перебудов відкриває можливість розробки генетичних та фармакологічних методів, призначених для того, щоб підсилити, блокувати, модифікувати адаптаційні відповіді організму. З метою підвищення адаптаційної здатності організму

учасників антарктичної експедиції застосовано спеціальні режими інтервального гіпоксичного тренування. Показано, що гіпоксична стимуляція супроводжується закономірним падінням насичення гемоглобіну артеріальної крові киснем, знижений рівень якого сприяє включенню компенсаторних механізмів системи кровообігу, про що сигналізує неухильне зростання серцевого ритму, а виявлене після тренування послаблення таких зрушень є свідченням підвищення ефективності дії компенсаторних механізмів, оскільки за менших реакцій серцевого ритму підтримується збільшений рівень насичення гемоглобіну артеріальної крові киснем.

Результати пілотних досліджень впливу традиційного рівня інфразвукового оточення на гемодинамічну ланку регуляції кисневого режиму організму не виявили тісних кореляційних залежностей, але випадки пікових підвищень середніх показників інфразвуку до граничних величин шкідливого впливу не виключають ролі інфразвукового оточення у дизадаптаційних розладах організму. Тому у прогнозовані періоди підвищення інфразвукового навантаження доцільно посилено контролювати реакції серцево-судинної системи та психофізіологічні функції зимівників, а необхідність подальших прицільних досліджень на антарктичній станції не викликає сумніву.

Наступним екологічним фактором є монохромність середовища Антарктики та зміна фотоперіодики у бік зменшення світлового часу, що викликає певні порушення психоемоційного статусу людини (афективні розлади у зимовий період спостерігаються і за межами Антарктики). З метою профілактики патології розроблено технологію неінвазивної корекції порушень психофізіологічного стану на базі авторського винаходу (патент № 7043 від 30 січня 2003 р). У класичному варіанті технологія поєднує діагностичний програмно-апаратний комплекс та добірку кольорових адаптаційних спектрів для стимуляції рецепторів кольорового зору людини. Подальші дослідження дали змогу розробити біорегуляційну технологію на основі принципу зворотного біологічного зв'язку [12]. Методику можна використовувати як засіб релаксації, психофізіологічної адаптації в умовах фахової діяльності, пов'язаної з монотонією, в ситуаціях постійного впливу на людину стресових факторів, а також як складову лікувальних, профілактичних і реабілітаційних програм.

Під впливом змінених біоритмологічних факторів (інверсія сезонів, фотоперіодика, монохромність, часовий пояс) у співробітників антарктичної станції виявлено суттєві зрушення структури циркадної архітектоники показників температури тіла (опосередкований показник зрушень у гуморальній ланці регуляції біоритму). Викривлення циркадних ритмів було характерним і для інших функціональних систем організму. При цьому виявлено, що найбільші перебудови у структурі циркадної архітектоники функцій організму відбуваються у періоди незвичайної фотоперіодики (взимку та влітку), а також на початковому етапі адатації до умов Антарктики. Такі зрушення є свідченням наявності десинхронозних розладів і потребують розроблення ефективних засобів корекції.

Після зимівлі в Антарктиці організм учасників експедиції повністю вивільнюється від радіонуклідів цезію, наявних до експедиції, і такий стан утримується деякий час після повернення в Україну. Цікаво, що особливості функціонування організму за умов тривалого забруднення малими дозами радіонуклідів ще не достатньо вивчено, а як впливає по-

вне вивільнення від радіонуклідів на стан функціональних систем, взагалі не відомо. Після повернення з Антарктики організм зимівників реадаптується і за звичних умов швидко отримує порцію радіонуклідного навантаження, що підтверджують дослідження у віддалені строки (через два місяці та через рік). Такі процеси у післяекспедиційному періоді, можливо, також відіграють певну негативну роль у змінах регуляційних систем та загальної резистентності організму, що вимагає розроблення прицільних реабілітаційних технологій.

Отже, результати вивчення фундаментальних фізіологічних механізмів негативного впливу на організм екологічних факторів за відсутності чинників техногенного походження дають можливість визначати нові шляхи для розроблення оригінальних технологій профілактики захворюваності та збереження працездатності людини як в екстремальних умовах, так і в умовах негативної дії мінливості екологічного оточення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Белишева Н.К.* Исследование роли гелиогеофизических и метеорологических факторов в изменчивости variability сердечного ритма у различных категорий населения на Севере / Н.К. Белишева, С.А. Черноус // Проблемы и решения : сб. ст. — Апатиты : Изд-во Север. КНЦ РАН, 2004. — С. 43—51.

2. Экологическая физиология человека: Адаптация человека к различным климато-географическим условиям / Н.Р. Деряпа, З.И. Барбашова, Н.П. Неверова. — Л. : Наука, 1980. — 549 с. — (Руководство по физиологии).

3. *Яковлев В.А.* Биоритмы и адаптация человека в Антарктиде / В.А. Яковлев // Хронобиология и хрономедицина / В.А. Яковлев, Л.Л. Бобров, В.М. Ващенко ; под ред. Ф.И. Комарова, С.И. Рапопорта. — М. : Триада-Х, 2000. — С. 429—459.

4. *Aidaraliev A.A.* Adaptation capabilities of polar explorers in Antarctic mountains / A.A. Aidaraliev, A.L. Maksimov, T.B. Chernook // Kosm. Biol. Aviakosm. Med. — 1987. — № 6. — P. 62.

5. *Chernouss S.* Heart rate variability parameters variations at geomagnetic disturbances in Arctic and Antarctic regions / S. Chernouss, V. Ilyin, G. Milinevsky, Y. Moiseenko // Physics of Auroral Phenomena : Proc. of XXV Annual Seminar. — Apatity, 2002. — P. 157—160.

6. *Palinkas, Lawrence A.* Cross-Cultural Differences in Psychosocial Adaptation to Isolated and Confined Environments / A. Lawrence Palinkas, Jeffrey C. Johnson, James S. Boster, Stanislav Rakusa-Suszczewski, Valeri P. Klopov, Fu Xue Quan, and Usha Sachdeva // Aviation Space and Environmental Medicine. — 2004. — Vol. 75. — № 11. — P. 545—552/

7. *Моїсеєнко Є.В.* Механізми дизадаптації та комплексна патогенетична корекція порушень функціональних систем людини в Антарктиці : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Є.В. Моїсеєнко. — К., 2008. — 55 с.

8. *Сухоруков В.І.* Вплив факторів сонячного затемнення на церебральний електрогенез при підвищеній судорожній готовності / В.І. Сухоруков, Л.П. Бакуменко, І.М. Нікішкова, Ю.В. Бовт, Т.С. Бавкіна, Л.П. Забродіна // Експериментальна і клінічна медицина. — 2003. — № 3—4. — С. 137—140.

9. *Волошин П.В., Сухоруков В.І., Барченко О.Г., Моїсеєнко Є.В., Корсунов О.М., Бовт Ю.В., Забродіна Л.П., Лавінська Л.І.* Спосіб профілактики негативної дії наднизькочастотних електромагнітних полів на організм людини : патент на корисну модель № 14416 від 15.05.2006 р.

10. *Волошин П.В., Сухоруков В.І., Сербієнко І.А., Назарук І.А., Бовт Ю.В., Корсунов О.М., Забродіна Л.П., Шуклін К.О., Моїсеєнко Є.В., Чуканова Г.А.* Спо-

сіб лікування хворих на енцефалопатію різного генезу з неврозоподібною симптоматикою : патент на корисну модель № 50028 від 25.05.2010 р.

11. *Semenza G.L.* HIF-1: mediator of physiological and pathophysiological responses to hypoxia / G.L. Semenza // *Journal of Applied Physiology*. — 2000. — Vol. 88. — P. 1474—1480.

12. *Мадяр А.Й., Ковалевська О.Е., Арбатов В.В., Бержанський В.Н., Луцюк М.В., Моїсеєнко Є.В., Павленко В.Б., Чорний С.В.* Спосіб корекції психофізіологічного стану людини : патент на корисну модель № 28058 від 26.11.2007 р.

Надійшла до редакції 10.01.2012

Моїсеєнко Є.В. *Пути разработки технологий повышения устойчивости организма человека к экстремальным условиям.*

Представлены результаты медико-биологических исследований на антарктической станции “Академик Вернадский”. В условиях Антарктики изучены биологические реакции человеческого организма на воздействие экологических факторов. Показаны пути разработки новых технологий профилактики заболеваемости при нарушениях адаптации с перспективой широкого использования в практической медицине.

Ключевые слова: медико-биологические исследования, исследования Антарктики, станция “Академик Вернадский”, профилактика заболеваний, экологические факторы, влияющие на здоровье, практическая медицина

Moiseyenko Y.V. *Ways of development of technologies of increase of stability of organism of human to extreme terms.*

In the conditions of Antarctic the biological answers of organism of human are explored for influencing of ecological factors. The new ways of development of technologies of prophylaxis of morbidity are shown with the prospect of the wide use in practical medicine.

Keywords: medical and biological researches, Antartical researches, Academician Vernadskiy Station, prophylaxis of morbidity, ecological factors that influence health, practical medicine.