

УДК 612.2+628.8+629.12

БІОРИТМОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ДИЗАДАПТАЦІЙНИХ ПОРУШЕНЬ У ЛЮДИНИ В АНТАРКТИЦІ

Є.В. Моїсеєнко, канд. мед. наук

Національний Антарктичний Науковий Центр, МОН України, м.Київ

Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, м. Київ, e-mail: moiseenko@biph.kiev.ua

У роботі представлено результати медико-біологічних досліджень біоритмологічних механізмів розвитку дизадаптаційних розладів функціональних систем організму учасників тривалої антарктичної експедиції на станції Академік Вернадський. Показано, що тривале перебування людини в Антарктиці супроводжується сезонними порушеннями співвідношень ритмів ЕЕГ, перебудовами добової організації функції кровообігу і температури тіла, що може супроводжуватись підвищенням напруженості їх функціонування та розвитком дизадаптаційних зрушень, у провідній патогенетичній ланці яких, вірогідно, задіяні нейрогуморальні механізми.

Ключові слова: дизадаптація, біоритм, адаптація, психофізіологічні функції, кровообіг, Антарктика

Биоритмологические механизмы дизадаптационных нарушений у человека в Антарктике. Е.В. Моисеенко

В работе представлены результаты медико-биологических исследований биоритмологических механизмов развития дизадаптационных нарушений функциональных систем организма участников длительной антарктической экспедиции на станции Академик Вернадский. Показано, что длительное пребывание человека в Антарктике вызывает сезонные нарушения соотношений ритмов ЭЭГ, перестройку суточной организации функции кровообращения и температуры тела, что сопровождается повышением функционального напряжения и развитием дизадаптационных нарушений, ведущими патогенетическими звеньями которых могут быть нейрогуморальные механизмы.

Ключевые слова: дизадаптация, биоритм, адаптация, психофизиологические функции, кровообращение, Антарктика

Biorhythmologic mechanisms of desadaptative disorders in a man in Antarctic region. E.V. Moiseyenko

Summary. In work the results of medical-biological researches of biorhythmologic mechanisms of disorders desadaptation development of the human organism's functional systems among participants of the long-term Antarctic expedition at the station «Academician Vernadskiy» are presented. It is shown that the long-term stay of a man in Antarctic Region is accompanied seasonal disorders of correlations of rhythms of EEG, rebuildings of day's organization of blood circulation function and temperature of body, what can be accompanied by increasing of functional tension and development of desadaptative disorders what can be driven by pathogenic links of neurohumoural mechanisms.

Key words: desadaptation, biorhythm, adaptation, psychophysiological functions, circulation of blood, Antarctic region

Вступ

Успіхи сучасної біоритмологічної науки, в тому числі й дослідження у приполярних регіонах, широко висвітлюються науковою літературою [1, 3, 5]. Дослідженнями біоритмологічних змін численних показників стану функціональних систем людини у приполярних регіонах (особливо північних) встановлено факт наявності зрушень біоритмічної організації функцій, що пов'язується в першу чергу з характером регіональної світлоперіодики [2]. На сьогодні

ґрунтовно вивчаються механізми регуляції циркадіанної ритміки, яка багато в чому залежить від регуляційної дії гормону шишкоподібного тільця мелатоніну, поглиблюються експериментальні дослідження в напрямку вивчення ролі генетичних механізмів регуляції та роботи нещодавно знайдених структур, які виконують функцію біологічного годинника. Прив'язка біоритмів до фотоперіодики та застосування мелатоніну дало можливість корегувати певні десинхронозні розлади в організмі людини. Однак тонкі механізми біоритмологічних зрушень в організмі вивчені ще не в повному обсязі, й це не дозволяє стовідсотково корегувати дизадаптаційні та десинхронозні розлади, наприклад сезонний «афективний синдром», «полярний синдром» і т.ін. Окрім того, вивчення впливу на людину такого унікального поєднання біоритмологічно значимих факторів, які мають місце на антарктичній станції Академік Вернадський, не проводилось. Тим більше що серія біоритмологічних досліджень на станції Академік Вернадський призначалась для встановлення динаміки ступеню напруженості функціональних систем з метою визначення механізмів дизадаптаційних порушень, які можуть впливати на стан систем регуляції кисневого забезпечення організму.

На всіх сучасних антарктичних станціях, незалежно від їх географічного положення, існують проблеми дизадаптаційних розладів, які призводять до виникнення полісимптоматичних дисфункцій організму [7]. Така симптоматика включає певні зрушення у ЦНС, психоемоційному стані, респіраторній функції, серцево-судинній системі тощо. В літературі описано прояви у зимівників ознак депресивності, астенизації, «полярної задишки», розвитку своєрідних гіпоксичних станів [2,5,7]. Медико-біологічні спостереження у полярних умовах дали привід визначити такі стани як «синдром полярного напруження» [3]. Психоемоційні та нейровегетативні синдромальні прояви у людини в Антарктиці дістали назву «полярного ментального синдрому», «антарктичного синдрому» і т.ін. [6, 7]. Такі зміни пов'язують зі станом стресу, розвитком психологічної втоми, руйнуванням нормальних біологічних ритмів, порушеннями функції щитоподібної залози, виникненням гіпоксичного стану тощо [4]. Тривала робота людини в умовах впливу комплексу біоритмологічно значимих факторів може викликати суттєві перебудови циркадіанної архітекτονіки функціональних систем організму, підвищуючи напруженість їх функціонування, що може призводити до поглиблення стресового стану та розвитку дизадаптації.

Тому метою даної серії досліджень було визначення особливостей циркадіанних біоритмів та їх ролі у дизадаптаційних порушеннях функціональних систем організму людини в Антарктиці залежно від зміни антарктичних сезонів року.

Методи досліджень

Дослідження проведено за участі чотирьох екіпажів (58 чоловіків віком 30–40 років) станції Академік Вернадський. Обстеження учасників експедицій включало дослідження психофізіологічних функцій (за тестуванням САН – самопочуття, активність, настрої та ШПІ – швидкість переробки інформації у зоровому аналізаторі), біоелектричної активності головного мозку (ЕЕГ-електроенцефалограма), функції системи кровообігу (ЕКГ-електрокардіограма, виміри артеріального тиску) та температури тіла (електротермометрія). Обстеження кожного учасника експедиції проводилось у біоритмологічному аспекті перед нею, упродовж тривалого перебування на станції та після повернення з Антарктики. Тестування виконувалось цілодобово у фіксований час (через кожні чотири години, починаючи з 8-ї ранку). Аналогічний режим досліджень підтримувався під час щомісячних обстежень в Антарктиці. В якості контролю було використано відомі дані сезонних змін циркадіанних ритмів людини у помірних європейських широтах. При аналізі та спеціальній обробці результатів застосовувався біоритмологічний підхід, який базувався на положенні про те, що десинхронозні зміни є одним із компонентів стрес-синдрому, а стан циркадіанного ритму – критерієм оцінки функціонального стану організму [4]. При обробці результатів дослідження використовувались стандартні статистичні методи.

Результати досліджень та їх обговорення

Серед дизадаптаційно значимих для людини факторів регіону антарктичної станції Академік Вернадський в першу чергу беруться до уваги біоритмологічні, оскільки їх вплив на організм є перманентним, починається з моменту відправки експедиції і триває до повернення у середні європейські широти. В данному випадку людина потрапляє в умови, де на організм впливає ціла низка десинхронізуючих факторів. По-перше, антарктична станція, порівняно із Україною, знаходиться в іншому часовому поясі. Тому станційний час здвинутий на шість годин у західному напрямку, що свідчить про відстроченість сходу сонця порівняно з Україною. По-друге, переміщення людини із середніх широт північної півкулі у високі широти південної півкулі пов'язане з діаметрально протилежними змінами сезонів року. При цьому антарктична осінь відповідає європейській весні, зима – літу, весна – осені, літо – зимі. По-третє, у високих широтах регіону антарктичної станції посезонний режим змін дня й ночі (тривалість дня й ночі) докорінно відрізняється від європейського (табл. 1). По-четверте, для географічної широти станції характерні тривалі подовжені ночі взимку (антарктична ніч) та тривалі подовжені дні влітку (антарктичний день). По-п'яте, інсоляційний режим у регіоні станції через постійно похмуру погоду характеризується малою кількістю сонячних днів. Тривалість сонячного світіння на антарктичній станції становить 480 годин на рік, а в Україні – 1932 години, тобто в чотири рази більше. Окрім того, на станції узаконено почергову добову вахту, в якій беруть участь усі зимівники. Таким чином, під час експедиційної діяльності в Антарктиці організм людини знаходиться під перманентним впливом комплексу надзвичайних біоритмологічних факторів, що безумовно може негативно відбиватись на перебігу адаптаційних процесів та певним чином впливати на стан функціональних систем організму, включаючи механізми регуляції кисневого забезпечення.

Таблиця 1. Особливості фотоперіодики у регіоні станції Академік Вернадський

Фактори	Україна	Антарктична станція
Сонячне світіння, години:		
за рік	1932	480
взимку	118	176
навесні	605	102
влітку	860	29
восени	349	173
Астрономічна тривалість дня, години:		
взимку	9	18
навесні	13	8
влітку	16	7
восени	11	15
Хмарність, днів		
кількість хмарних днів	154	297
кількість безхмарних днів	27	7
взимку	61/3	84/2
навесні	31/7	76/1
влітку	25/7	70/2
восени	39/10	67/2

Проведені в умовах клініки напередодні від'їзду до Антарктики дослідження показали, що у всіх зимівників показники психофізіологічних функцій мали правильний добовий ритм, який характеризувався високими рівнями значень у денні години та низькими – в нічні.

За показниками самооцінки свого стану (САН), зимівники зафіксували найменшу кількість правильних добових ритмів під час антарктичної осені, тобто в першій після прибуття на станцію сезон (С – 10%, А – 6,7%, Н – 13,3%), і найбільшу кількість змінених добових ритмів. Взимку та навесні проявлялась тенденція до збільшення правильної добової динаміки показників, що вивчаються (С – 28,9%, 27,6% відповідно, А – 27,6%, 24,4% відповідно, Н – 15,6%, 22,2% відповідно). Наприкінці зимівлі (антарктичне літо) відзначалося зменшення кількості випадків правильних добових ритмів показників активності та настрою (А – 13,3%, Н – 10%). Змінена добова архітектура біоритмів психофізіологічних функцій спостерігалась у всіх сезонах року з переважанням двогорбих, інвертованих циркаданих ритмів, а також часових здвигов акрофаз максимуму й мінімуму. Показник оцінки самопочуття восени та взимку мав найбільшу кількість двогорбих форм добових кривих (23,3% і 17,8% відповідно), навесні відзначалось переважання здвигов акрофаз мінімуму на більш пізні години (20%), а влітку реєструвались інвертовані форми ритмів (23,3%). Добовий ритм оціночного показника активності характеризувався інверсією восени, навесні та влітку (26,7%, 24,4% і 30% відповідно), а взимку переважали двогорбий добовий ритм цього показника та здвиги акрофаз максимуму й мінімуму на нічні та вранішні години. З боку показника оцінки настрою восени виявлялось переважання ритмів зі здвигом акрофаз максимуму й мінімуму на вранішні години (23,3%), взимку – викривленого добового ритму (17,8%), навесні – двогорбих та інвертованих добових ритмів (13,3% і 13,3%), а влітку, перед закінченням зимівлі, – інвертованого ритму (26,7%) (табл. 2).

Таблиця 2. Динаміка структури добових ритмів психофізіологічних функцій зимівників

Показник	Характер добового ритму	Осінь	Зима	Весна	Літо
С	% правильного ритму	10,0	28,9	26,7	26,7
	переважаючі зміни, %	двогорбий 23,3	двогорбий 17,8	здвиг акрофаз праворуч 20	інвертований 23,3
А	% правильного ритму	6,7	26,7	24,4	13,3
	переважаючі зміни, %	інвертований 26,7	двогорбий 13,3	інвертований 24,4	інвертований 30
Н	% правильного ритму	13,3	15,6	22,2	10,0
	переважаючі зміни, %	здвиг акрофаз ліворуч 23,3	викривлення ритму 17,8	двогорбий 13,3; інвертований 13,3	інвертований 26,7
ШПІ	% правильного ритму	14,3	28,6	16,7	21,4
	переважаючі зміни, %	інвертований 21,4	здвиг акрофаз праворуч 19	здвиг акрофаз праворуч 31	здвиг акрофаз праворуч і ліворуч 42,9

Аналіз показників швидкості переробки інформації у зоровому аналізаторі (ШПІ) також виявив особливості добової динаміки на зимівлі. Кількість правильних добових ритмів була мінімальною в осінній період (14,3%). Взимку відзначалась найбільша кількість правильного добового ритму (28,6%), навесні вона знижувалась (16,7%), влітку

підвищувалась (21,4%). Серед змін добового ритму в осінній період переважали інвертовані ритми й ритми зі здвигом акрофази максимуму ліворуч на більш вранішні години (21,4%). Взимку переважали здвиги акрофаз максимуму праворуч на вечірні години (19%), весною – здвиг акрофаз максимуму і мінімуму праворуч на більш пізніші години (31%), влітку - переважали здвиги акрофаз максимуму і мінімуму як ліворуч на більш вранішні години, так і праворуч на більш пізніші години.

Таким чином, у перший після прибуття на антарктичну станцію сезон (антарктична осінь) в більшості показників психофізіологічних функцій, які вивчаються, відзначається найменший відсоток правильних кривих добових ритмів. При цьому в осінній період реєструвалась максимальна кількість інвертованих, двогорбих добових ритмів і часових здвигів акрофаз. Велика кількість змін форми хвиль добових ритмів психофізіологічних функцій спостерігалась також на заключному етапі зими – під час антарктичного літа.

Серія досліджень стану електричної активності мозку людини в умовах Антарктики показала, що співвідношення основних ритмів ЕЕГ зимівників також мали посезонні відмінності, динаміка яких могла бути наслідком впливу біоритмологічних факторів (рис. 1).

Сезонні зміни показників ЕЕГ характеризувались хвилеподібними змінами альфа-ритму, потужність якого взимку знижувалась, поступаючись спектром низькочастотних ритмів (тета-ритм), навесні відновлювалась до вихідного рівня початку експедиції та знову зменшувалась влітку із паралельною тенденцією до зростання спектру високочастотних ритмів. Ознаки депресії альфа-ритму ЕЕГ на фоні почергового зростання частки потужностей низькочастотних та високочастотних ритмів свідчать про певне зростання напруженості функції ЦНС та розвиток дизадаптації, що може негативно позначатись як на проявах психофізіологічних функцій, так і на діяльності різнорівневих систем регуляції кисневих режимів організму. Таким чином, біоритмічні перебудови біоелектричної активності головного мозку характеризуються посезонними змінами співвідношень потужностей основних ритмів ЕЕГ, що може негативно впливати на центральні механізми регуляції, сприяючи розвиткові дизадаптаційних зрушень.

Численними дослідженнями біоритмічних порушень у людини при перебуванні у приполярних регіонах було доведено, що зміни добової організації біоритму стосуються практично всіх функціональних систем організму [5, 6].

Особлива чутливість до впливу факторів біоритмологічної природи притаманна серцево-судинній системі, оскільки відомо, що кровообіг відіграє першочергову роль у регуляції кисневого режиму організму, бо включає свої компенсаторні механізми при виникненні гіпоксичного стану [1, 3]. Тому за тривалого перебування в Антарктиці, коли комплекс екстремальних факторів негативно впливає на людину, через що в організмі виникають дизадаптаційні розлади, так важливо відстежувати зміни серцево-судинної системи, оскільки функціональний стан кровообігу може залежати від якості його біоритмологічної організації.

На початковому етапі антарктичної експедиції у зимівників циркадіанна структура ритму серця (HR) характеризувалась високими рівнями HR вдень та низькими вночі і вранці (перепади до 20 уд/хв) (рис. 2). При цьому різке падіння HR фіксувалось уже о восьмій годині вечора, а вранці, після короткочасного пікового зростання, починаючи з 10-ї години ранку, простежувалось поступове підвищення. Взимку добові зміни HR виглядали інакше: нічне зниження HR тривало до 10-ї години ранку, а потім наступало підвищення до певного рівня, який стабільно утримувався до пізнього вечора. Весною циркадіанна структура HR зимівників дещо наближалась до класичної динаміки, але вечірнє зниження HR починалося набагато раніше (о 16-й годині), тоді як амплітуда добового коливання показників HR була нижчою. У кінці зими (антарктичне літо) циркадіанна ритміка HR мінімізувалась й характеризувалась загальним зниженням без чітких змін протягом доби.

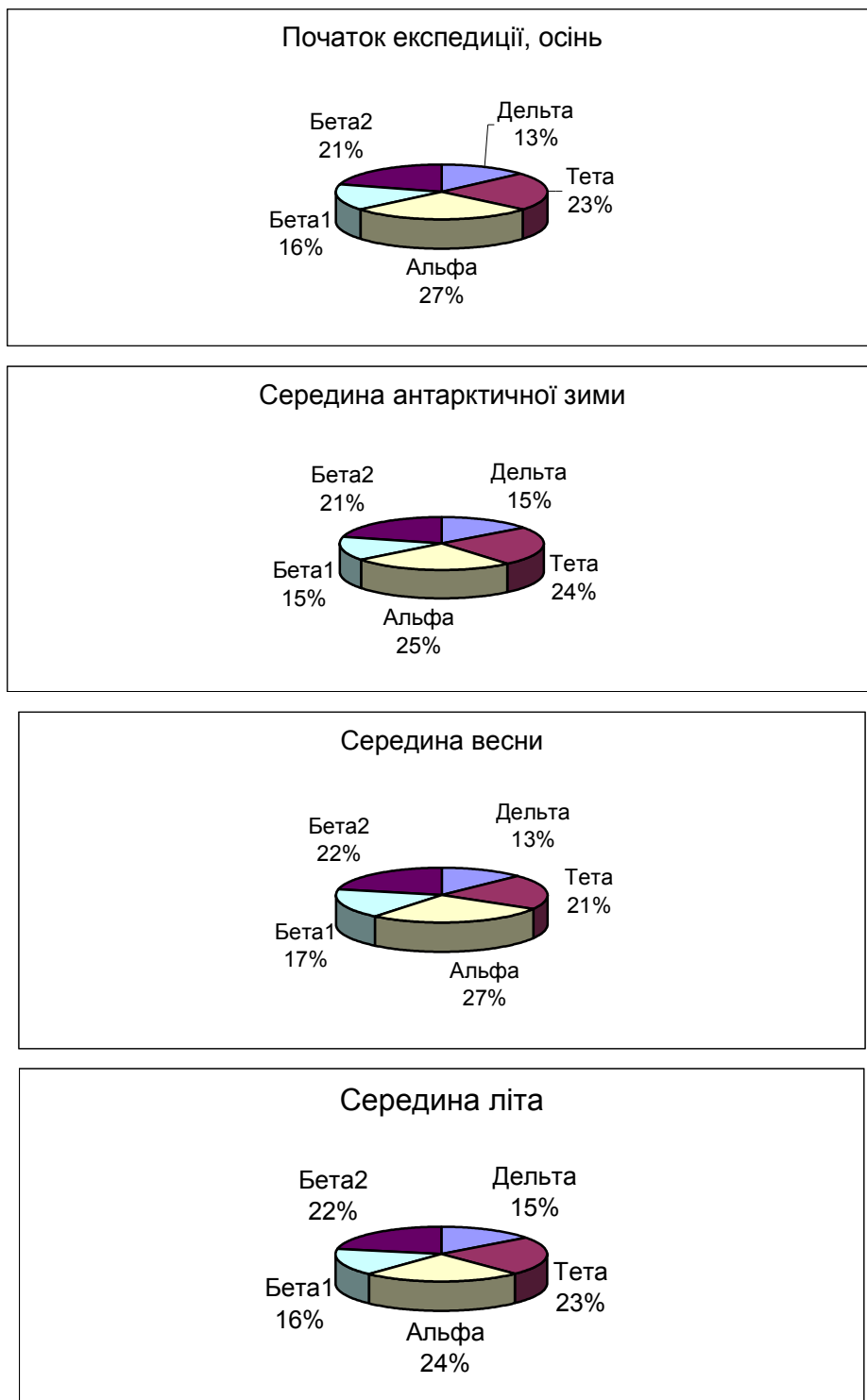


Рис. 1. Динаміка співвідношень показників потужностей основних ритмів ЕЕГ у зимівників

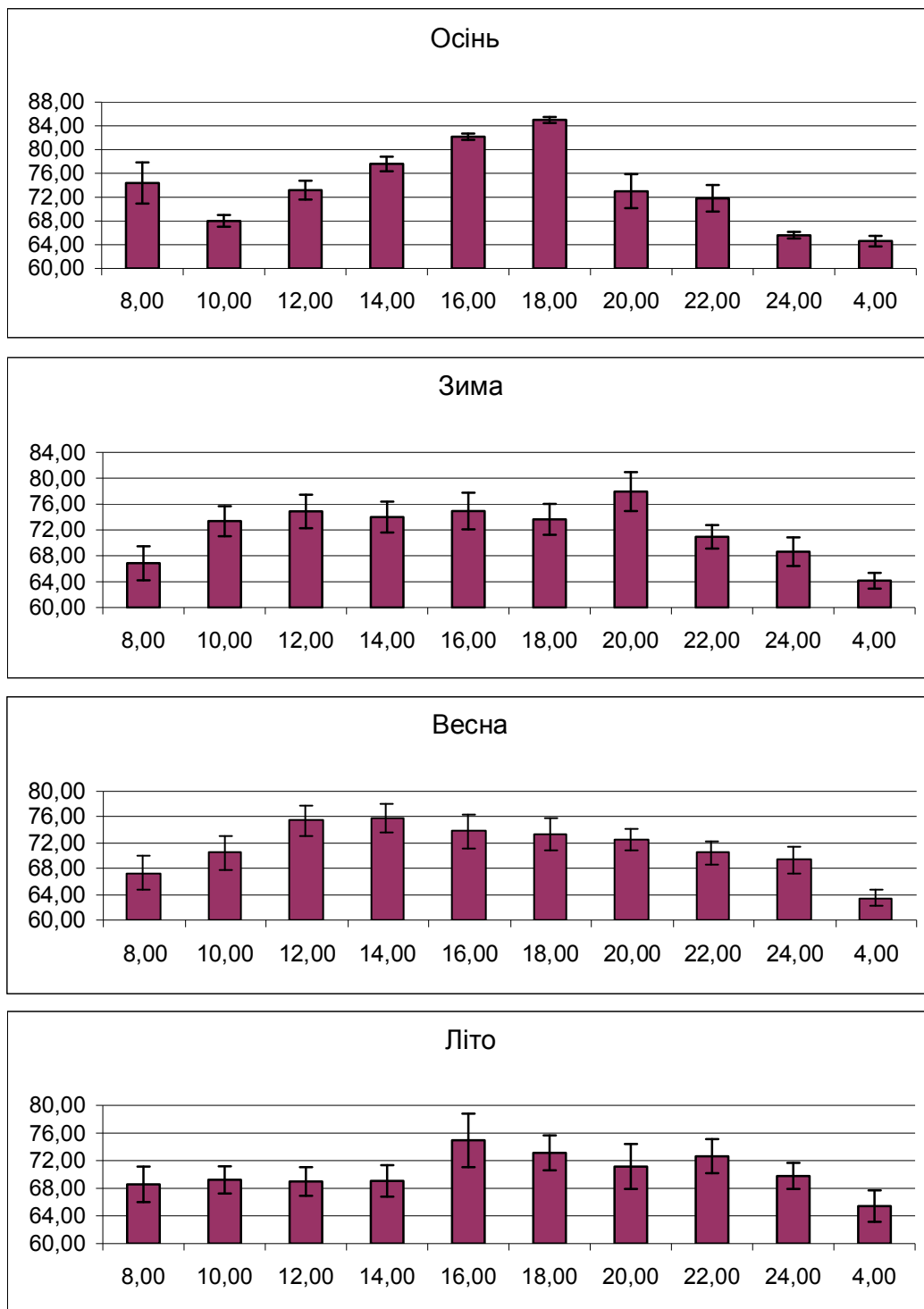


Рис. 2. Сезонна динаміка циркадіанної структури серцевого ритму (HR, уд/хв) зимівників на станції Академік Вернадський

Упродовж першого етапу (антарктична осінь) перебування зимівників на станції Академік Вернадський циркадіанні особливості змін показників систолічного артеріального тиску (PS) характеризувались тривалим зниженням PS у нічні години (із 22-ї до 8-ї ранку). Акрофаза максимуму відзначалася саме зранку і на стабільно підвищеному рівні PS трималася протягом дня. При цьому акрофаза мінімуму спостерігалась опівночі (рис. 3). Взимку циркадіанна структура PS докорінно змінювалась у результаті викривлення її форми та настання трьох акрофаз максимуму, які з'являються на 24-ту, 12-ту та 16-ту години. Термін зниження показників PS у нічні години скорочувався, періоди зменшення PS припадали навіть на середину дня. Антарктичною весною циркадіанна структура PS дещо вирівнювалась, але нічний період зниження PS подовжувався до 10-ї години ранку. Протягом дня показники PS майже не змінювались, але рівень денного підвищення був меншим порівняно з аналогічними даними у попередні періоди зимівлі. З приходом літа циркадіанна архітектоніка PS характеризувалась коротким періодом незначного зниження вночі та появою кількох недостовірно виражених акрофаз максимуму протягом дня.

На початковому етапі зимівлі показники діастолічного артеріального тиску (PD) зимівників мали значні викривлення у структурі їх добової організації (рис. 4). Найнижчі добові рівні PD були зсунуті у вечірні години. Другий період знижених показників PD припадав на першу половину дня. При цьому спостерігалось нехарактерне підвищення PD у вранішні години (4-та і 8-ма години ранку). Взимку акрофаза мінімуму показників PD зсувалася на 16 годину дня, що спричиняло діаметрально протилежне викривлення добової архітектоніки. У весняний період було зафіксовано певне відновлення циркадіанної архітектоніки PD, але протягом більшого добового періоду динамічні зміни PD не спостерігалися, а загальний рівень PD був дещо підвищеним у порівнянні з даними попередніх періодів зимівлі. У літній період циркадіанна структура показників PD нагадувала попередній період і характеризувалась стабільно підвищеними рівнями діастолічного тиску протягом доби, за винятком 8-годинного нічного періоду, коли PD знижувався.

Отож упродовж зимівлі на станції Академік Вернадський учасники експедиції демонструють суттєві зміни у структурі добової організації кардіогемодинамічних показників, які характеризуються певними сезонними особливостями. Зміни циркадіанної архітектоніки показників гемодинаміки свідчать про наявність постійного викривлення нормальної добової ритміки із зростанням їх функції у періоди відпочинку або зниженням у період робочого дня. Найбільш суттєві порушення у структурі циркадіанного ритму показників кровообігу спостерігались під час початкової адаптації зимівників до умов Антарктики, антарктичною зимою (упродовж тривалої антарктичної ночі) та на заключному етапі зимівлі (у період подовженого антарктичного дня), що свідчило про підвищене напруження функції кровообігу, яке може провокувати розвиток дизадаптаційних порушень. Такі зміни у структурі циркадіанного ритму системи кровообігу, а також інших функціональних систем організму можуть бути пов'язані із певними зрушеннями у нормальній ритміці продукування шишкоподібним тілом «гормону сну» – мелатоніну, які спричинені впливом біоритмологічних факторів.

Дослідженням ролі мелатоніну у регуляції циркадіанної ритміки систем організму присвячена велика кількість наукових робіт [2, 5]. З певною часткою вірогідності про стан секреції мелатоніну можна судити по коливаннях температури тіла людини, оскільки кореляційні залежності між динамічними змінами цих показників виявляються надзвичайно тісними. Тому, аби відстежити характерні особливості регуляційних впливів на зміни циркадіанної архітектоніки показників функціональних систем організму людини в Антарктиці, паралельно було проведено дослідження циркадіанної організації показників температури тіла (вона вимірювалась у трьох точках: ротова порожнина, під пахвою та на шкіряному покриві голови). Отримані результати засвідчили: вже на початковому етапі зимівлі температура тіла не мала правильної форми циркадіанного ритму, який, як відомо, характеризується низькими значеннями вночі, поступовим підвищенням зранку та піковими

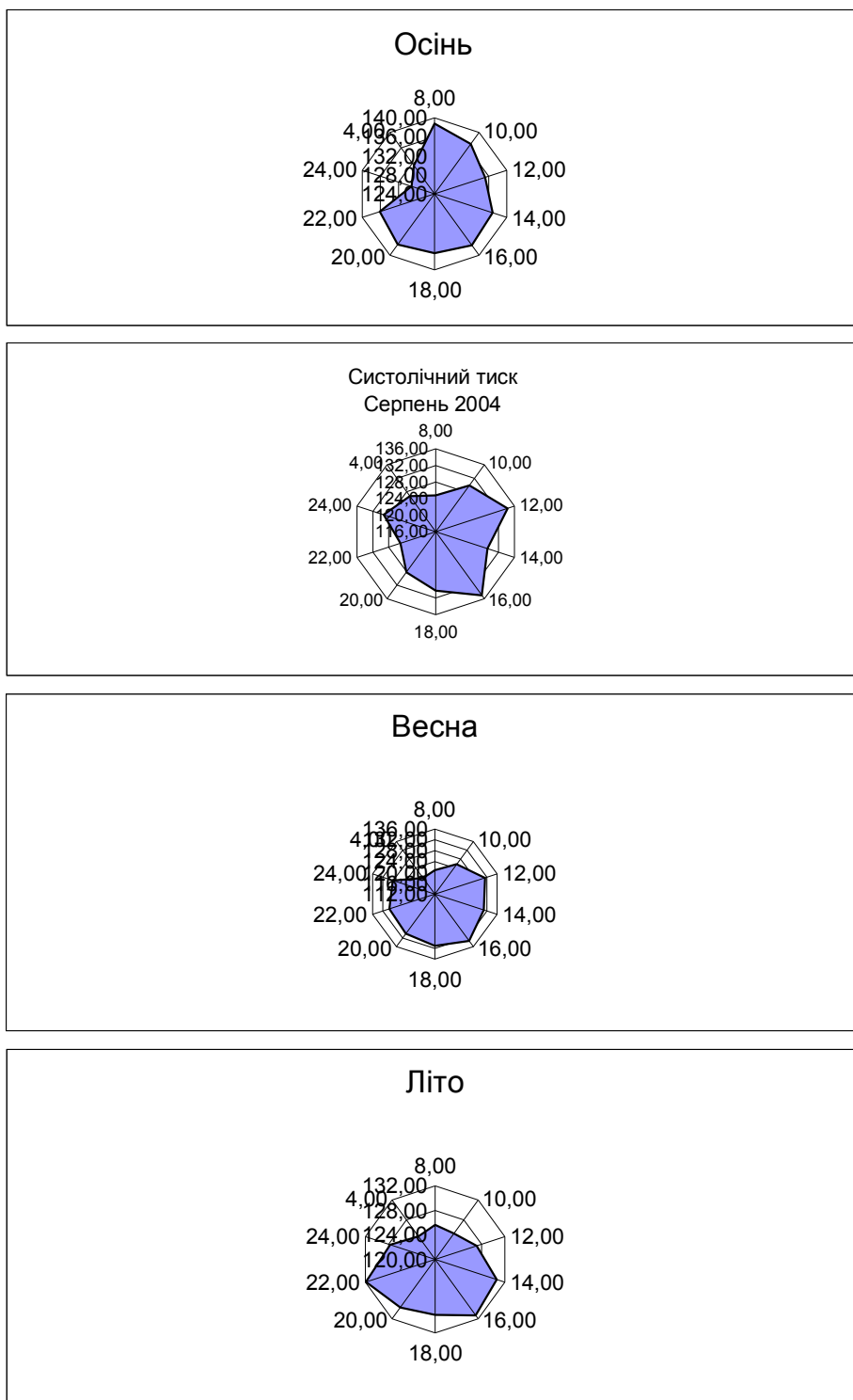


Рис. 3. Нестабільність циркадіанної архітекτονіки показників систолічного тиску (PS, мм рт.ст.) зимівників у різні сезони на станції Академік Вернадський

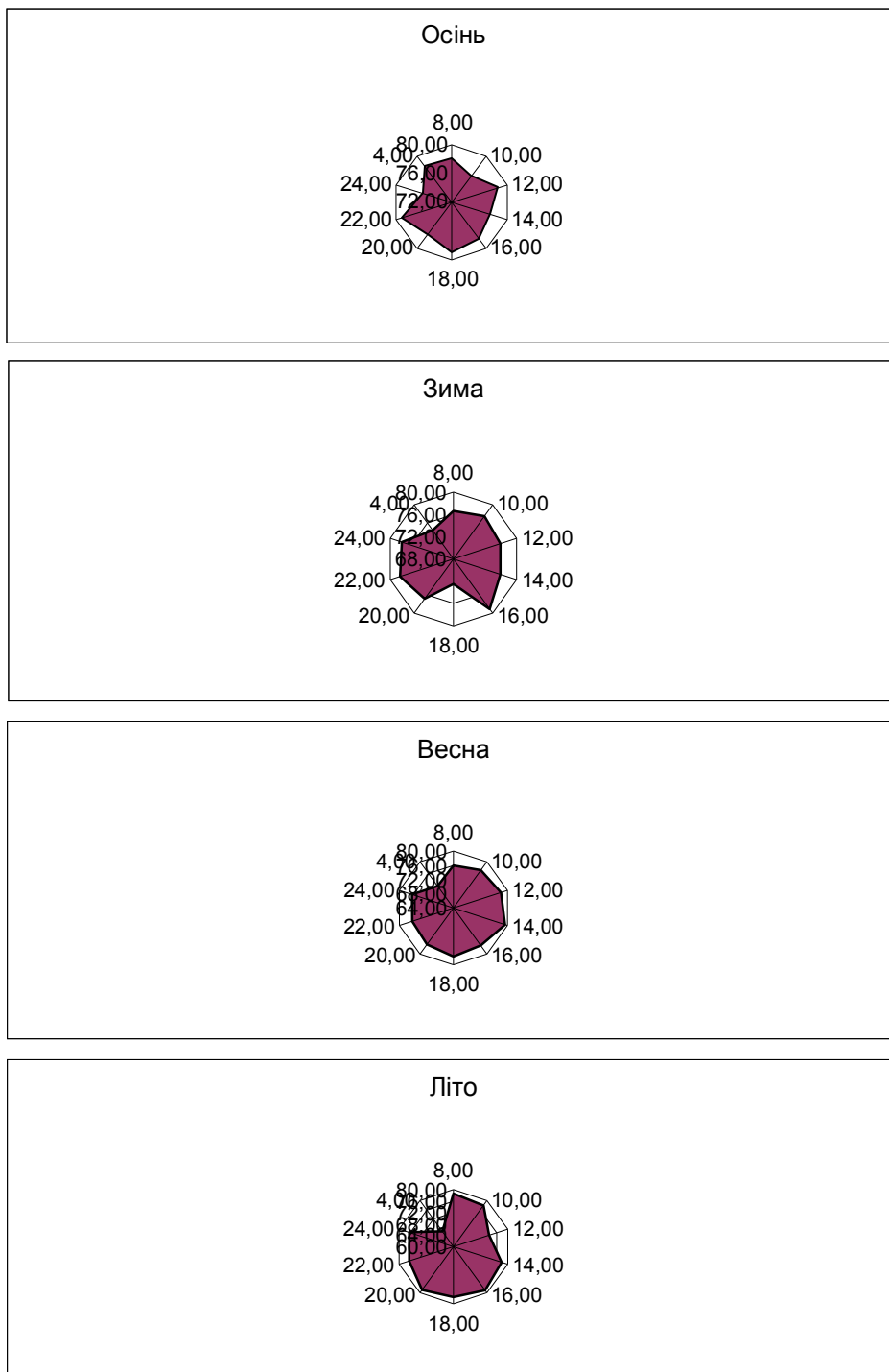


Рис. 4. Сезонна динаміка циркадіанної архітектури діастолічного тиску (PD, мм рт.ст.) зимівників на станції Академік Вернадський

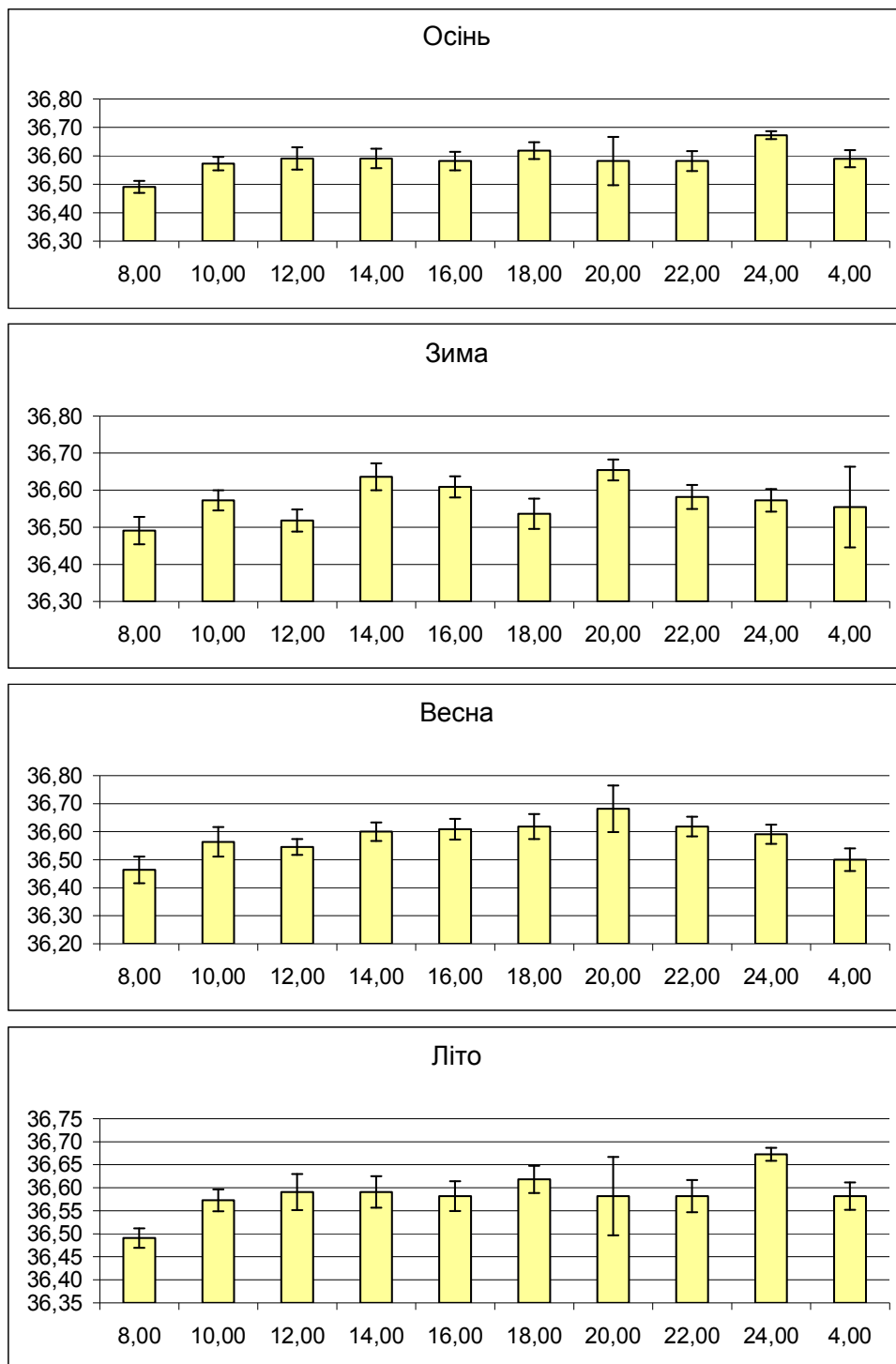


Рис. 5. Сезонна циркадіанна динаміка температури тіла зимівників упродовж тривалої антарктичної експедиції

рівнями у післяобідній період. Під час антарктичної осені нічного зниження температури тіла не відбувалось, акрофаза мінімуму здвигалась на 8-му годину ранку з наступним її підвищенням, але вже на 16-ту годину проявлялась тенденція до зменшення (рис. 5). Взимку протягом доби спостерігалась хвилеподібна динаміка періодів зниження та зростання температури тіла зимівників (приблизно кожні чотири години), що могло свідчити про суттєві зрушення у структурі гуморальної регуляції. Навесні циркадіанна архітектоніка температури тіла дещо вирівнювалась, але тривалість пониженого рівня залишалась зсунутою на вранішні години. Влітку стан циркадіанної ритміки температури тіла погіршувався, що призводило до відсутності достовірних змін температури тіла навіть уночі, коли зимівникам потрібен повноцінний відпочинок. При цьому температура тіла ненадовго знижувалася вранці, а протягом більшої частини доби трималась на однаковому рівні. Отже, відстежена динаміка змін у циркадіанній архітектоніці температури тіла зимівників може бути опосередкованим свідченням суттєвих порушень у гуморальній регуляційній ланці, що здатне сприяти розвиткові дизадаптації, особливо на зимових та літніх стадіях тривалого перебування людини в Антарктиці.

Таким чином, у членів екіпажу антарктичної станції виявлено суттєві порушення не лише в структурі циркадіанної архітектоніки психофізіологічних функцій, а й у добовій організації показників кровообігу та температури тіла. Ці порушення викликані впливом біоритмологічних факторів (інверсія сезонів, зміна фотоперіодики та часового поясу, чергування і монохроматичність середовища), що свідчить про наявність певного напруження функції кровообігу та розвитку дизадаптаційних розладів, у патогенетичній ланці яких, вірогідно, задіяні нейрогуморальні механізми. При цьому виявлено, що найбільші перебудови у структурі циркадіанної архітектоніки функціональних систем організму відбуваються в періоди незвичайної фотоперіодики (взимку та влітку), а також на початку зимівлі.

Висновки

1. Показано, що при тривалій професійній діяльності людини в Антарктиці сезонні зміни структури добових ритмів її психофізіологічних функцій характеризуються найбільш вираженими відхиленнями від правильного біоритму на початковому (антарктична осінь) та заключному (антарктичне літо) етапах зимівлі. Припускається, що під час антарктичної осені процеси деструкції циркадіанного ритму психофізіологічних функцій у зимівників підсилені, а у деякого з них можуть зберігатися протягом зимівлі, що здатне спричинити розвиток дизадаптаційних порушень.

2. Встановлено, що тривале перебування людини в Антарктиці супроводжується сезонними порушеннями співвідношень ритмів ЕЕГ, перебудовами добової організації функції кровообігу і температури тіла, що може супроводжуватись підвищенням напруженості їх функціонування та розвитком дизадаптаційних зрушень, у патогенетичній ланці останніх задіяні, вірогідно, нейрогуморальні механізми.

3. Виявлено, що у членів екіпажу антарктичної станції циркадіанна архітектоніка показників кровообігу та температури тіла піддається найбільшій руйнації у періоди незвичайної фотоперіодики (взимку та влітку), а також на початку зимівлі.

Список літератури

1. Агаджанян Н.А. Адаптация человека к условиям Арктического Заполярья. – М., Изд-во РУДН. – 1994. – 156 с.
2. Деряпа Н.Р., Мошкин М.П., Посный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. – М., Медицина. – 1985. – 208 с.
3. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск, Наука. – 1980. – 192 с.

Є.В. Моїсєнко: БІОРИТМОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ДИЗАДАПТАЦІЙНИХ ПОРУШЕНЬ У ЛЮДИНИ ...

4. **Щукин А.И.** Хронофизиологические аспекты сменного труда. // Хронобиология и хрономедицина. / Комаров Ф.И., Рапопорт С.И. – М., «Триада-Х», 2000. – С. 402–429.

5. **Яковлев В.А., Бобров Л.Л., Ващенко В.М.** Биоритмы и адаптация человека в Антарктиде // Хронобиология и хрономедицина / Комаров Ф.И., Рапопорт С.И. – М., «Триада-Х», 2000. – С. 429–459.

6. **Moiseenko E.V., Stezhka V.A., Lastovchenko V.V.** et al. Human psychophysiology in extremal environment // Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Lublin-Polonia. Vol. LVIII, SUPPL. XIII 162, section D «MEDICINA». – Lublin, 2003. – P. 316–321.

7. **Palinkas L. A., Reed H. L., Do N.** Association between the polar T3-syndrome and the winter – over syndrome in Antarctica. *Antarct. J. US.* – 1997. – **32**, N 5. – P. 112–114.