

Т. В. Серебровська, С. А. Гусєва, П. В. Белошицький,
А. Н. Красюк, Л. М. Клименко

Реактивність дихання і показники неспецифічної ланки імунної системи у робітників ЧАЕС при адаптації до гірського клімату

В условиях месячного пребывания в горах Кавказа (проживание в течение 28 сут на высоте 2200 м с периодическим подъемом на высоту вплоть до 4200 м) у вахтовых работников ЧАЭС исследовали количественный состав периферической крови, ферментативную активность нейтрофилов и показатели дыхательной системы. В исходном состоянии у испытуемых обнаружены нейтропения, лимфоцитоз, увеличение содержания пролимфоцитов и широкоплазменных форм лимфоцитов, уменьшение числа малых лимфоцитов, снижение активности ферментов, ответственных за кислородзависимые и кислороднезависимые механизмы бактерицидности. Показатели чувствительности к гипоксическому стимулу дыхания существенно не отличались от нормы. Пребывание в горах сопровождалось нормализацией содержания сегментоядерных нейтрофилов, лимфоцитов, особенно их малой популяции, увеличением числа эозинофилов периферической крови. Наблюдалось изменение активности миелопероксидазы, НАДФ-оксидазы и катионных белков в нейтрофилах. Регистрировалось значительное повышение вентилаторной чувствительности к гипоксическому стимулу дыхания. Выраженность ферментативных превращений оказалась тесно связанной с вентилаторным ответом на гипоксию: у людей с исходно сниженной реактивностью дыхания наблюдались слабая активность НАДФ-оксидазы и снижение активности миелопероксидазы, у людей с повышенной реактивностью — значительное увеличение активности этих ферментов и содержания катионных белков. Индивидуальные особенности реагирования на пребывание в горных условиях необходимо учитывать при разработке конкретных способов коррекции иммунодефицитных состояний.

Вступ

Широке використання джерел іонізуючого випромінювання для промислових цілей обумовлює необхідність досліджень, спрямованих на вивчення відповідних реакцій організму на тривалу дію малих доз радіації. Встановлено, що кровотворна система відноситься до найбільш радіочутливих, і ураження її іонізуючим випромінюванням є однією з найважливіших ланок, що визначає розвиток променевого і постпроменевого захворювань [3, 14]. Однак, незважаючи на численні публікації, серед яких переважають публікації з результатів експериментальних дослідів, отримані дані і їх тлумачення часто неоднозначні. Практично нема свідчень про стан метаболізму клітин крові під впливом малих доз радіації. Між тим, саме цим клітинам належить головна роль в реалізації неспецифічної імунної резистентності організму [7]. В зв'язку з викладеним, особливо важливим є детальне вивчення метаболізму лейкоцитів крові у робітників, що протягом кількох років мешкали і працювали в зоні підвищеного радіаційного контролю.

Одним із ефективних засобів підвищення захисних сил організму є адаптація до високогірної гіпоксії. Гіпоксія — один із універсальних подразників, звернених одночасно до багатьох фізіологічних систем організму [12]. Показано позитивний вплив ступеневої адаптації до висоти на стан кровотворних органів у хворих хронічними лейкозами [5,

© Т. В. СЕРЕБРОВСЬКА, С. А. ГУСЄВА, П. В. БЕЛОШИЦЬКИЙ,
А. Н. КРАСЮК, Л. М. КЛИМЕНКО, 1993

13]. Разом з тим, адаптація до гіпоксії має риси значної індивідуальності, що проявляється в особливостях системних реакцій, відповідальних за транспорт кисню, та біохімічних перетворень, і ці особливості значною мірою генетично детерміновані [11].

Метою нашої роботи стало вивчення неспецифічної ланки імунної системи працівників ЧАЕС під час адаптації до гірського клімату і виявлення зв'язку між змінами цієї системи і реактивністю системи дихання — однієї з провідних характеристик загальної неспецифічної реактивності організму.

Методика

Обстежено 13 робітників ЧАЕС (5 жінок і 8 чоловіків) у віці від 23 до 56 років, які на станції працюють вахтовим методом і мешкають в зоні суворого радіаційного контролю. Основні дослідження проведені на Ельбруській медико-біологічній станції Академії Наук України (с. Терскол, Кавказ, висота 2200 м над рівнем моря). Обстеження проводили двічі: на другий день після прибуття і на 24-й день після активної ступеневої акліматизації. Під час перебування в горах обстежувани проводили тренувальні гірські прогулянки, поступово збільшуючи висоту підйому від 2200 м до 4200 м.

Чутливість до гіпоксичного стимулу дихання визначали за методом зворотного дихання в спірографі з поглинанням вуглекислого газу і поступовим зниженням концентрації кисню. Початковий об'єм повітря в спірографі дозували відповідно до індивідуальної реактивності системи дихання пацієнта [1]. Досліджувани дихали в спірограф протягом 5—7 хв до відмови від продовження процедури. Кінцева концентрація кисню в повітрі, що вдихалося, коливалася в межах 5—9 %. Контроль за концентрацією кисню і вуглекислого газу в альвеолярному повітрі проводили постійно за допомогою маспектрометра МХ62-02. Вентиляторну відповідь оцінювали за методом кусково-лінійної апроксимації. Визначали такі показники: початковий хвилинний об'єм дихання ($\dot{V}_E$), початкову частоту дихальних рухів (f), дихальний об'єм ($\dot{V}_T$), парціальний тиск кисню і вуглекислого газу в альвеолярному повітрі (p_{AO_2} і p_{ACO_2} відповідно), чутливість до гіпоксії в фазу повільного зростання вентиляції (S_1), в фазу швидкого зростання вентиляції (S_2), параметри точки перегину графіку, максимальну вентиляцію ($\max \dot{V}_E$) і рівень толерантності до гіпоксії ($\min p_{AO_2}$).

Для оцінки внутрішньоклітинного метаболізму нейтрофілів визначали активність оксидази нікотинамідаденідинуклеотидфосфату (НАДФ-оксидази) [19], мієлопероксидази (МПО) [20], а також вміст в цитоплазмі клітин катіонних білків (КБ) [15]. Активність ферментів виражали в умовних одиницях (ум. од.) після підрахунку середнього гістохімічного коефіцієнту (СГК). Крім того, підраховували число позитивно реагуючих на цей фермент нейтрофілів (ПРН).

В мазках, забарвлених за Романовским — Паппенгеймом, вивчали лейко- і лімфоцитограну з виділенням популяцій лімфоцитів: великих гранулоцитів (ВГЛ), пролімфоцитів, широкоплазматичних, середніх і малих лімфоцитів.

Результати дослідження обробляли методами варіаційної статистики.

Результати

Дослідження периферичної крові працівників ЧАЕС показали, що за середніми значеннями показників до початку адаптації вміст лейкоцитів у крові людей, не адаптованих до висоти і гірського клімату, практично не відрізнявся від такого у здорових осіб (табл. 1). Відносний (%) вміст і абсолютне число сегментоядерних нейтрофілів виявилися значно нижчими, а лімфоцитів — вищими за нормальні значення. Необхідно відзначити, що у чотирьох чоловіків відносний вміст лімфоци-

тів колива
знижений
трьох чол
Вміст про
нормальні
клітин зна
мових лім
7 %), то
ника. Чис
як число
імунної в
нижчим з
осіб вияв
трофілів і
лися до 5
тизовані
ні лімфоц
ментацію
ядра кліт

При
жуванях
дази, а т
онних біл
трофілів,

Досл
показало,
виходили
нинної мі

Одно
значні зм
стерігало
чить про
крові в л
стовірно
і у фазу
 p_{AO_2} змі

Таблиця
робітників

Абсолютн
тів крові
лейкоци
сегмент
лімфоци
Відносне
тів крові
палічк
сегмент
еозиноф
базофіл
моноци
лімфоци
великі і
пролімфо
широко
середні
малі лі

Приміт

тів коливався від 55 до 66 %, в той час як вміст нейтрофілів у них був знижений до 22—27 %. Число ВГЛ не відрізнялося від норми, хоча в трьох чоловіків значення цього показника коливалося від 0 до 3 %. Вміст пролімфоцитів у трьох пацієнтів практично не відрізнявся від нормальних значень (2—4 %), проте в більшості випадків вміст цих клітин значно перевищував такий у здорових осіб. Вміст широкоплазмових лімфоцитів у чотирьох чоловіків коливався в межах норми (4—7 %), тоді як у інших осіб виявлено значне підвищення цього показника. Число середніх лімфоцитів не відрізнялося від норми, в той час як число малих лімфоцитів, які є головними ефекторами в реалізації імунної відповіді, у більшості обстежуваних осіб виявилось значно нижчим за нормальне значення. Крім кількісних змін, в обстежуваних осіб виявлені якісні зміни, зокрема дегенеративні зміни популяції нейтрофілів і лімфоцитів. Так, у шести чоловіків у мазках крові зустрічались до 50 % токсогенно змінених нейтрофілів, у чотирьох — плазматизовані лімфоцити з багромчатою цитоплазмою, у одного — двоядерні лімфоцити (2 %). При морфологічному дослідженні виявлено фрагментацію ядер нейтрофілів і лімфоцитів, а також пікнотично змінені ядра клітин.

При дослідженні ферментативної активності нейтрофілів у обстежуваних осіб виявлено достовірне зниження активності НАДФ-оксидази, а також деяке зниження активності МПО (табл. 2). Вміст катіонних білків, що характеризує кисневонезалежну бактерицидність нейтрофілів, також виявився дійсно нижче такого у здорових осіб.

Дослідження вентиляторної чутливості до гіпоксичного стимулу показало, що всі досліджувані показники за середніми значеннями не виходили за межі значень показників, характерних для мешканців рівнинної місцевості (табл. 3).

Одномісячна активна акліматизація до гірських умов викликала значні зміни в системі крові і в системі дихання. У стані спокою спостерігалось достовірне підвищення p_{AO_2} і зниження p_{ACO_2} , що свідчить про посилення альвеолярної вентиляції і покращення оксигенації крові в легенях (див. табл. 3). Чутливість до гіпоксичного стимулу достовірно збільшилася як у фазу повільного зростання вентиляції, так і у фазу швидкого. Точка згину графіків залежності вентиляції від p_{AO_2} змістилася у бік більших значень p_{AO_2} і менших значень венти-

Таблиця 1. Показники лейко- та лімфоцитограми периферичної крові робітників ЧАЕС при адаптації до гірського клімату (висота 2 200 м, 28 діб)

Показник	Обстеження на другий день після прибуття на Ельбурську медико-біологічну станцію	Обстеження на 24-й день після активної ступінчастої адаптації
Абсолютне число формених елементів крові в 1 л крові, $1 \cdot 10^9$		
лейкоцитів	$6,34 \pm 0,52$	$6,10 \pm 0,21$
сегментоядерних нейтрофілів	$2,3 \pm 0,02$	$3,12 \pm 0,06^{**}$
лімфоцитів	$4,9 \pm 0,001$	$2,01 \pm 0,16^{**}$
Відносне число формених елементів крові в 1 л крові, %		
паличкоядерні нейтрофіли	$4,57 \pm 1,13$	$5,28 \pm 0,82$
сегментоядерні нейтрофіли	$36,1 \pm 2,62$	$46,4 \pm 2,30^*$
еозинофіли	$1,42 \pm 0,43$	$4,58 \pm 0,92^{**}$
базофіли	$0,71 \pm 0,28$	$0,38 \pm 0,18$
моноцити	$7,09 \pm 0,82$	$5,84 \pm 0,54$
лімфоцити	$49,1 \pm 3,1$	$36,7 \pm 2,5^{**}$
великі гранулоцитарні лімфоцити	$4,71 \pm 0,83$	$4,14 \pm 0,73$
пролімфоцити	$8,46 \pm 1,19$	$6,38 \pm 1,24$
широкоплазмові лімфоцити	$17,6 \pm 2,85$	$10,8 \pm 1,93^{**}$
середні лімфоцити	$23,6 \pm 2,3$	$17,6 \pm 1,9$
малі лімфоцити	$43,2 \pm 3,8$	$60,3 \pm 2,43^{**}$

Примітка. Тут і далі в табл. 2 і 3 * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

ляції. Рівень толерантності до гіпоксії за середніми значеннями показників не змінився, хоча варто зазначити, що у трьох осіб спостерігалось зниження mipr_AO_2 в 1,5—2 рази.

Перебування в горах вплинуло на вміст і функціональну активність лейкоцитів крові. Виявлено достовірне збільшення (на 29 %) вмісту сегментоядерних нейтрофілів, потрібне збільшення числа еозинофілів, тенденція до зниження числа базофілів і достовірне (на 25 %) зниження вмісту лімфоїдних елементів (див. табл. 1). При морфологічному дослідженні популяцій лімфоцитів крові виявлено зниження числа ВГЛ і пролімфоцитів на 12 і 25 % відповідно, яке було достовірним порівняно з початковими значеннями показників, та зменшення числа малих лімфоцитів. Необхідно зауважити, що внаслідок адаптації до гіпоксії відбулася нормалізація кількісного складу популяції малих лімфоцитів.

Дослідження змін ферментативної активності нейтрофілів під впливом адаптації до гіпоксії виявило достовірне збільшення інтенсивності

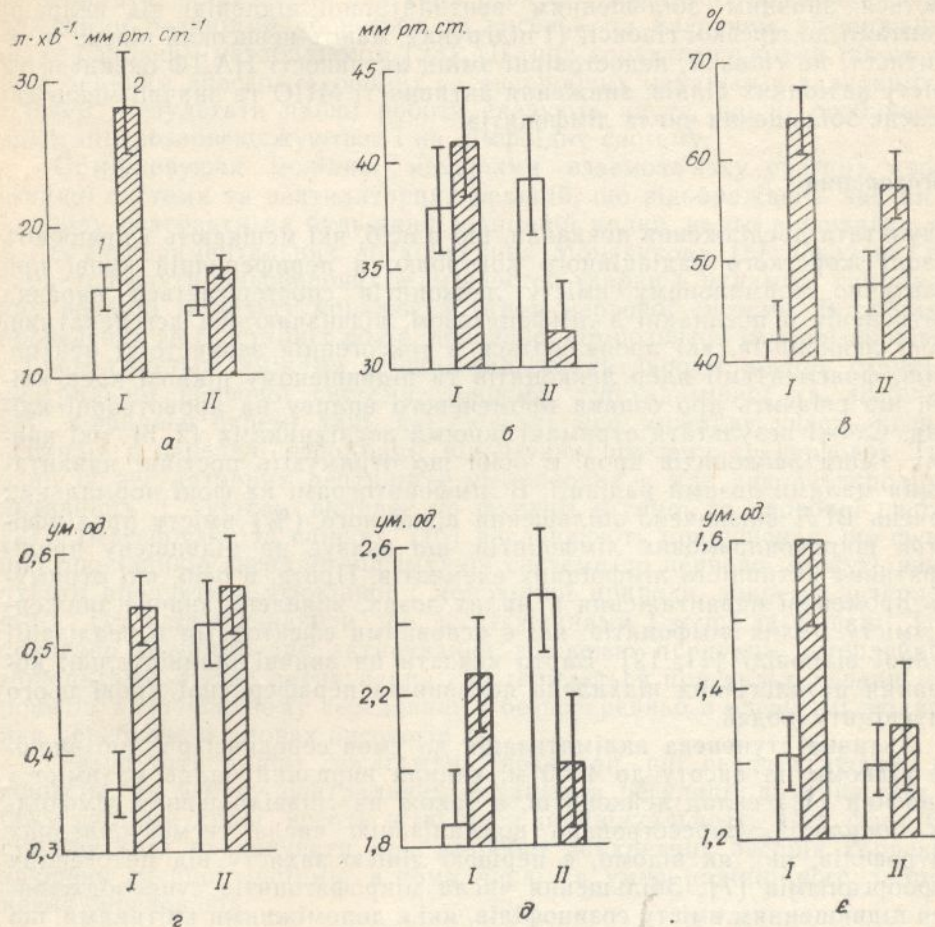
Таблиця 2. Деякі показники ферментативної активності лейкоцитів крові робітників ЧАЕС при адаптації до гірського клімату (висота 2200 м, 28 діб)

Показник	Обстеження на другий день після прибуття на Ельбурську медико-біологічну станцію	Обстеження на 24-й день після активної ступінчастої адаптації
Активність мієлопероксидази, ум. од.:		
середній гістохімічний коефіцієнт відносно число позитивно реагуючих нейтрофілів, % загального числа	$2,18 \pm 0,16$	$2,15 \pm 0,15$
Активність НАДФ-оксидази, ум. од.:		
середній гістохімічний коефіцієнт відносно число позитивно реагуючих нейтрофілів, % загального числа	$98,5 \pm 0,63$	$99,1 \pm 0,53$
Вміст в цитоплазмі клітин катіонних білків:		
середній гістохімічний коефіцієнт відносно число позитивно реагуючих нейтрофілів, % загального числа	$0,45 \pm 0,03$	$0,55 \pm 0,05^*$
	$30,6 \pm 3,2$	$39,8 \pm 2,8^{**}$
	$1,32 \pm 0,04$	$1,5 \pm 0,08^{**}$
	$97,2 \pm 2,16$	$97,3 \pm 1,24$

Таблиця 3. Показники вентиляційної відповіді на гіпоксичний стимул робітників ЧАЕС при адаптації до гірського клімату (висота 2200 м, 28 діб)

Показник	Обстеження на другий день після прибуття на Ельбурську медико-біологічну станцію	Обстеження на 24-й день після активної ступінчастої адаптації
Початковий хвилинний об'єм дихання ($\dot{V}_E$), л/хв	$12,7 \pm 0,62$	$13,6 \pm 1,43$
Початкова частота дихальних рухів (f), хв ⁻¹	$15,0 \pm 0,73$	$14,0 \pm 0,97$
Початковий дихальний об'єм (V_T), мл	873 ± 72	989 ± 68
Початковий парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі ($p_A\text{O}_2$), мм рт. ст.	$73,9 \pm 1,96$	$81,8 \pm 1,53^*$
Початковий парціальний тиск вуглекислого газу в альвеолярному повітрі ($p_A\text{CO}_2$), мм рт. ст.	$36,3 \pm 1,84$	$32,8 \pm 1,07^*$
Чутливість до гіпоксії у фазу повільного зростання вентиляції (S_1), л·хв ⁻¹ ·мм рт. ст. ⁻¹	$0,40 \pm 0,07$	$0,72 \pm 0,07^{**}$
Чутливість до гіпоксії у фазу швидкого зростання вентиляції (S_2), л·хв ⁻¹ ·мм рт. ст. ⁻¹	$1,63 \pm 0,2$	$2,11 \pm 0,15^*$
Точка перегину за віссю $p_A\text{O}_2$, мм рт. ст.	$43,1 \pm 2,56$	$50,1 \pm 1,77^*$
Точка перегину за віссю $\dot{V}_E$, л/хв	$24,6 \pm 2,52$	$29,6 \pm 1,88$
Максимальна вентиляція ($\text{max } \dot{V}_E$), л/хв	$35,6 \pm 3,84$	$68,5 \pm 5,60^{**}$
Рівень толерантності до гіпоксії ($\text{min } p_A\text{O}_2$), мм рт. ст.	$38,5 \pm 2,49$	$37,3 \pm 2,95$

(СГК) і числа ПРН на НАДФ-оксидазу. Збільшення активності НАДФ-оксидази спостерігалось у всіх пацієнтів, проте міра цього підвищення була не однакова — від 7 до 24 % (див. табл. 2). Активність МПО, за середніми значеннями показників, не мала істотних змін, проте аналіз



Зміни показників вентиляторної чутливості до гіпоксії та активності деяких ферментів лейкоцитів крові під впливом місячного перебування в горах двох підгруп (I, II) робітників ЧАЕС: а — чутливість до гіпоксії у фазу швидкого зростання вентиляції (S_2), б — мінімальний парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі ($\text{мін } p_{\text{A}}\text{O}_2$), в — відносне число малих лімфоцитів (МЛ), г — активність нікотинамідаденіндинуклеотидфосфату (НАДФ), д — активність мієлопероксидази (МПО), е — вміст в цитоплазмі клітин катіонних білків (КБ).

індивідуальних показників свідчить, що всіх досліджуваних можна розподілити на дві групи згідно напрямку змін активності цього ферменту: підвищення (в середньому на 24,8 % — 6 чоловіків) та зниження (в середньому на 21,7 % — 7 чоловіків). Вміст катіонних білків в нейтрофілах внаслідок адаптації до гірських умов достовірно збільшився на 15 % (див. табл. 2).

Результати кореляційного аналізу показали тісний зв'язок між зрушенням метаболічної активності нейтрофілів і чутливістю індивідуума до гіпоксичного стимулу дихання: в осіб з відносно зниженою реактивністю дихання в горах (яку оцінювали згідно S_2 вентиляторної відповіді) спостерігаються слабка активація НАДФ-оксидази та зниження активності МПО; в осіб з підвищеною реактивністю — значне збільшення активності НАДФ-оксидази та МПО (коефіцієнт кореляції складає +0,94 та +0,90 відповідно; $P < 0,01$). Для аналізу цих взаємозв'язків ми поділили всіх обстежуваних на дві підгрупи в залежності від вираженості вентиляторної відповіді на гіпоксичний стимул при

повторному обстеженні: I підгрупа — S_2 вище середньостатистичного показника в цілому по групі (7 чоловік), II підгрупа — S_2 дорівнює або нижче середньостатистичного значення показника (6 чоловік). Показники пацієнтів цих двох підгруп подані на малюнку. Особи, що характеризуються значним збільшенням вентиляторної відповіді під впливом адаптації до гірської гіпоксії (I підгрупа), мають невисокий рівень толерантності до гіпоксії, недостовірні зміни активності НАДФ-оксидази та вмісту катіонних білків, зниження активності МПО та значно менш виражене збільшення числа лімфоцитів.

Обговорення

Результати дослідження показали, що в осіб, які мешкають і працюють у зоні жорсткого радіаційного контролю, в периферичній крові при практично нормальному вмісту лейкоцитів спостерігається виразна нейтропенія в поєднанні з лімфоцитозом, відзначаються дегенеративні зміни лейкоцитів, які проявляються в токсогенній зернистості нейтрофілів, фрагментації ядер лейкоцитів та підвищеному пікнозі ядер клітин, що свідчить про ознаки променевого впливу на кровотворні клітини. Схожі результати отримані іншими дослідниками [2, 3], які вивчали зміни лейкоцитів крові в осіб, що отримують постійні навантаження малими дозами радіації. В лімфоцитограмі на фоні нормальних значень ВГЛ відзначено збільшення відносного (%) вмісту пролімфоцитів, широкоплазмових лімфоцитів, що вказує на підвищену проліферативну активність лімфоїдних елементів. Проте, в осіб, які отримують променеві навантаження в малих дозах, виявлено значне зниження вмісту малих лімфоцитів, які є основними ефекторами в реалізації імунної відповіді [11, 12]. Варто вказати на значні індивідуальні коливання патологічних відхилень показників периферичної крові цього контингенту людей.

Активна ступенева акліматизація до умов середньогір'я, що включає підйоми на висоту до 4200 м, чинила виразний вплив на вміст і відносний (%) склад лейкоцитів, а також на співвідношення лімфоїдних популяцій. Зареєстровано нормалізацію числа сегментоядерних нейтрофілів, які, як відомо, є першою лінією захисту від патогенних мікроорганізмів [7]. Збільшення числа мікрофагоцитів супроводжувалося підвищенням вмісту еозинофілів, які є допоміжними клітинами, що беруть участь у розвитку імунних реакцій [9]. Зниження загального числа лімфоцитів супроводжувалося нормалізацією кількісного складу популяцій лімфоцитів.

На фоні нормалізації лейкоцитограми ми спостерігали значні зміни ферментативної активності сегментоядерних нейтрофілів, до речі, ці зміни також характеризувалися значними індивідуальними відмінностями. Перш за все це стосується ферментів кисневозалежного механізму активації нейтрофілів. Останнім часом показано, що при фагоцитозі відбувається різка активація метаболічних процесів нейтрофіла, яка отримала назву «респіраторного вибуху» (РВ). РВ є наслідком активації при фагоцитозі мембранозв'язаних НАДН- та НАДФН-оксидаз, що здійснюють відновлення кисню з утворенням супероксидного аніону, який потім відновлюється до H_2O_2 [17, 22]. Ці та інші агенти (здатні руйнувати мембрану бактеріальної клітини) накопичуються також і при реакціях, що каталізуються МПО. Проте, крім цього МПО здатна активізувати також і ферменти кисневозалежного механізму активації нейтрофіла [6].

Отримані нами результати показали достовірне збільшення під впливом гірської гіпоксії інтенсивності і числа позитивно реагуючих на НАДФ нейтрофілів, проте це збільшення характеризувалося значними індивідуальними відмінностями. За змінами МПО та напрямком цих реакцій всіх обстежуваних можна розподілити на тих, у яких знижується активність цього ферменту, і тих, у яких підвищується. Крім того вираженість ензимних перетворень виявилася тісно пов'язаною з

такою ознакою загальної неспецифічної реактивності організму в цілому, як вентиляторна відповідь на гіпоксичний стимул. Попередніми дослідженнями нами було показано, що адаптація до гіпоксії має чіткі риси індивідуальності, і по відношенню до гіпоксичного впливу можна виділити якнайменше два типи стратегії адаптації: активний, з вираженими реакціями «боротьби за кисень», та пасивний, зі зниженим окислювальним метаболізмом [23]. Ці типи характеризуються також нерівнозначним внеском аеробних та анаеробних механізмів адаптації до гіпоксії. Результати нашої роботи вказують на те, що ці особливості адаптації розповсюджуються і на лімфоїдну систему.

Обмірковуючи можливі механізми взаємозв'язку системи крові, імунної системи та вентиляторних реакцій, що відображають здатність індивіду реагувати на будь-який зовнішній вплив, варто відзначити таке. В експериментальних дослідженнях Монаєнкова [8] показано, що характер внутрішньовидових відмінностей тварин в динаміці гуморальних реакцій імунітету корелює з типом нервової системи. В роботах, проведених за 5 останніх років, показано, що розвиток імунної відповіді супроводжується змінами функціональної активності певних структур центральної нервової системи, зокрема, гіпоталамічної та лімбічної [4]. З'явилися окремі дані, які свідчать про можливу участь певних пептидів в передачі інформації від імунної системи до нервової. Так, один із регуляторних пептидів — мієлопептид — має ендорфіноподібну активність і суттєво впливає на функції імунної та нервової систем [21]. Besedovsky та співавт. [16] висловлюють припущення, що функцію провідників сигналів від імунної системи до нервової можуть виконувати продукти лімфокінної і монокінної природи, зокрема, інтерлейкін-1. Тут слід відзначити, що дослідженнями Larrick із співавт. [18] показано безпосереднє активування гіпоксією продукції інтерлейкіну моноцитами, і таке активування спостерігається при культивуванні моноцитів в гіпоксичному середовищі і безпосередньо в організмі людини, яка перебуває в умовах високогір'я.

Результати наших досліджень, показали, що реакція людини на гіпоксію, як з боку центральних механізмів регуляції дихання, так із боку системи крові, носить чіткі риси індивідуальності. Цей факт без сумніву слід враховувати при розробці конкретних засобів корекції зрушень імунної системи, в тому числі за умов радіаційного забруднення середовища.

Висновки

1. При постійному впливі малих доз радіації у робітників, які працюють вахтовим методом на ЧАЕС і мешкають в зонах жорсткого радіаційного контролю, розвиваються характерні зміни крові, які проявляються у розвитку нейтропенії, лімфоцитозу, збільшенні вмісту пролімфоцитів і широкоплазмових форм лімфоцитів, зменшенні вмісту малих лімфоцитів, дегенеративних явищах в лейкоцитах. Поряд з цим спостерігаються порушення ферментативної активності нейтрофілів крові: зниження активності ферментів, відповідальних за кисневозалежні і незалежні від кисню механізми бактеріцидності. Показники чутливості до гіпоксичного стимулу істотно не відрізняються від таких в нормі.

2. Одномісячне перебування в гірських умовах на висоті 2200 м з періодичними підйомами на висоту до 4200 м призводить до значного підвищення вентиляційної чутливості до гіпоксичного стимулу, збільшення вмісту в крові сегментоядерних нейтрофілів, еозинофілів, зниження вмісту лімфоцитів за рахунок зменшення числа широкоплазмових і середніх їх форм при підвищенні числа малих лімфоцитів, збільшення активності НАДФ-оксидази нейтрофілів, різнонаправлених реакцій з боку активності мієлопероксидази і підвищення вмісту в нейтрофілах катіонних білків.

3. Виявлено тісний зв'язок між реактивністю системи дихання і адаптивними реакціями системи крові за умов високогірної гіпоксії.

У осіб з активною реакцією «боротьби за кисень» спостерігалось більш значне підвищення вентиляційної чутливості до гіпоксії, при недостатніх зрушеннях рівня толерантності до неї, більш виразне підвищення числа нейтрофілів і малих лімфоцитів, різке збільшення активності НАДФ-оксидази і мієлопероксидази нейтрофілів, ніж у осіб із незначними зрушеннями вентиляційної чутливості. У останніх спостерігалось значне збільшення толерантності до крайнього ступеня гіпоксії, незначне збільшення активності НАДФ-оксидази і вмісту катіонних білків, зниження активності мієлопероксидази і менш за все — збільшення числа лімфоцитів.

*T. V. Serebrovskaya, S. A. Guseva, P. V. Beloshitsky,
A. N. Krasnyuk, L. N. Klimenko*

REACTIVITY OF RESPIRATION AND NONSPECIFIC IMMUNITY OF THE CHERNOBYL NPP OPERATORS DURING ADAPTATION TO ALTITUDE

The quantitative composition of the peripheral blood, enzymatic activity of neutrophils and hypoxic ventilatory drive were determined in people working at the Chernobyl NPP during sojourn for 28 days in the Caucasus mountains at 2200 m altitude with a periodical climbing up to 4200 m. At the initial state we found neutropenia, lymphocytosis, an increase in the number of prolymphocytes and big hairy lymphocytes, a decrease in the number of small lymphocytes, fall in activity of enzymes responsible for oxygen-dependent and oxygen-independent mechanisms of bactericidity. The indices of sensitivity to the hypoxic respiration stimulus did not essentially differ from the norm. Staying at altitude promoted normalization of the number of segmentonuclear neutrophils, lymphocytes (their small population, in particular), an increase in the number of eosinophiles of the peripheral blood. Changes in the activity of myeloperoxidase, NADP-oxidase and cationic proteins in the neutrophils were observed. A considerable increase of the ventilatory drive to the hypoxic respiration stimulus was determined. Accentuation of fermentative transformations proved to be closely related to the ventilatory response to hypoxia: weak activation of NADP-oxidase and a decrease of myeloperoxidase activity were observed in people with initially low respiration reactivity, while a considerable increase in activity of these enzymes and in content of cationic proteins was observed in people with high respiration reactivity. Individual peculiarities of the reaction to staying at altitude should be taken into account when developing particular methods of immune correction.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Березовский В. А., Серебровская Т. В. Индивидуальная реактивность системы дыхания человека и ее оценка // Физиол. журн. — 1988. — 34, № 6. — С. 3—7.
2. Дзяк Г. В., Песоцкая Л. А., Евстигнеев И. В., Каплан П. Е. Изменения в периферической крови у лиц, участвовавших в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС с различной дозой внешнего облучения // Тез докл. Укр. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС». — Киев, 1992. — С. 71.
3. Жербин Е. А., Чухловин А. Б. Радиационная гематология. — М.: Медицина. — 1989. — 176 с.
4. Корнева Е. А., Григорьев В. А., Клименко В. М., Столяров И. Д. Электрофизиологические феномены головного мозга при иммунных реакциях. — Л.: Наука, 1989. — 148 с.
5. Красюк А. Н. Ступенчатая акклиматизация к горному климату как фактор стимулирования кроветворения при некоторых функциональных сдвигах // Тр. Всесоюз. конф. «Высокогорье и больной организм». — Чолпон-Ата: Илим, 1969. — С. 86—96.
6. Лызлова С. Н. Лизосомальные белки нейтрофилов — факторы антимикробной защиты клетки // Вопр. мед. химии. — 1987. — № 5. — С. 43—48.
7. Маянский А. Н., Маянский Д. Н. Очерки о нейтрофиле и макрофаге // 2-е изд-е перераб. и дополн. — Новосибирск: Наука. СО, 1989. — 344 с.
8. Монаенков А. М. Иммунологическая реактивность и тип нервной системы // М.: Медицина. — 1970. — 271 с.