

Функціональні можливості серцево-судинної системи та стресостійкість осіб із різною теплочутливістю

С.Н. Вадзюк, В.О. Гук, П.С. Табас

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України;
e-mail: huk_vo@tdmi.edu.ua.

Глобальне потепління впливає на життєдіяльність людей, знижує витривалість та працездатність. Мета нашої роботи – дослідити функціональні можливості системи кровообігу, адаптаційний потенціал та стресостійкість осіб із різною теплочутливістю. Для оцінки діяльності серцево-судинної системи, її резервних можливостей та економності роботи використовували ехокардіографічний метод обмеження, індекс Робінсона та Руф'є. Стійкість до гіпоксії та ступінь засвоєння O_2 визначали за результатами проб Штанге, Генчі і максимального споживання кисню. Адаптаційний потенціал встановлювали відповідно до методики Баєвського, а стресостійкість – показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес. Слід відмітити, що в осіб із нижчою теплочутливістю більші оптимальніша і економна діяльність серцево-судинної системи і більші її резервні можливості порівняно з вищою, у яких збільшена інтенсивність роботи в неекономному режимі та обмежений резервний потенціал. Менший час затримки дихання на вдиху та видиху в осіб із вищою чутливістю до тепла свідчить про гірше кисневе забезпечення організму. Також у них погана здатність до засвоєння кисню і нижча кардіореспіраторна працездатність (максимальне споживання кисню у чоловіків і жінок із вищою теплочутливістю сягало $38,05 \pm 3,17$ і $34,22 \pm 2,23$ мл.кг⁻¹.хв⁻¹ відповідно). Виявлено і переважання напруження механізмів адаптації (у осіб із вищою чутливістю до тепла адаптаційний потенціал становив $2,69 \pm 0,19$ ум.од., а із нижчою – $1,93 \pm 0,23$ ум.од.) та нижчу стресостійкість (показник реакції серцево-судинної системи у групі з вищою теплочутливістю – $1,42 \pm 0,14$ ум.од, а з нижчою – $1,09 \pm 0,12$ ум.од). Таким чином, отримані нами результати показують, що особи із вищою чутливістю до тепла є особливо вразливими до негативних наслідків глобального потепління, що варто враховувати для профілактики у них серцево-судинних та теплових захворювань.

Ключові слова: глобальне потепління; рівні теплочутливості; серцево-судинна система; кардіореспіраторна працездатність; засвоєння кисню; адаптаційний потенціал; стресостійкість.

ВСТУП

Глобальне потепління – це зміни клімату, що становить серйозну загрозу для людства. Згідно з прогнозами провідних міжнародних наукових центрів з дослідження клімату, якщо темпи глобальних кліматичних змін не сповільняться, то протягом наступного століття середньорічна температура підвищиться вдвічі, а то й втричі [1]. Високі температури впливають на функціонування усіх органів та систем, знижується витривалість та працездатність здорових осіб. Інтенсивніші та більш часті випадки екстре-

мальної спеки разом зі зниженням якості повітря збільшують ризик захворюваності та смертності населення від теплового стресу [2]. Надзвичайно важливу роль у процесі адаптації організму людини до негативного впливу довкілля відіграє серцево-судинна система [3]. Рівень функціонування системи кровообігу можна розглядати як провідний показник, що відображає рівновагу між організмом і навколишнім середовищем. Встановлено, що більший функціональний резерв серця, то більша стійкість до теплового стресу [4]. Водночас люди відрізняються за своєю чутливістю до впливу факторів

навколишнього середовища [5]. Тому здоров'я і виживання людини залежить від здатності організму адаптуватися до них [6].

Високий ступінь стресостійкості та задовільна терморегуляція забезпечують належну теплову адаптацію, зменшують фізіологічне напруження, знижують ризик серйозних теплових захворювань і покращують аеробну продуктивність в умовах глобального потепління. Це відбувається внаслідок оптимізації потовиділення, зниження температури тіла, покращення шкірного кровотоку, зменшення навантаження на серцево-судинну систему і змін метаболізму [7, 8].

Метою нашої роботи було дослідити функціональні можливості серцево-судинної системи, адаптаційного потенціалу та стресостійкості у осіб з різною теплочутливістю.

МЕТОДИКА

Під час проведення дослідження дотримувалися біоетичних стандартів (протокол засідання Комісії з біоетики Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського № 73 від 3 квітня 2023 р.).

На основі опитувальника «Рівні теплочутливості» (авторське свідоцтво № 115529 від 01.11.2022 р.), теплової проби та математичного аналізу серцевого ритму [9] із 150 студентів віком від 17 до 20 років – 56 віднесено до групи із вищою теплочутливістю, 94 – із нижчою чутливістю до тепла.

Перед початком досліджень у всіх обстежуваних вимірювали зріст і масу та на їх основі визначали площу поверхні тіла за формулою Маттара. Також попередньо встановлювали частоту серцевих скорочень (ЧСС, хв⁻¹) пальпаторним методом і систолічний (САТ, мм рт. ст.) та діастолічний (ДАТ, мм рт. ст.) артеріальний тиск аускультативним методом. Використовуючи ці результати за загальноприйнятими формулами розраховували пульсовий (ПТ, мм рт. ст.) та середньодинамічний артеріальний тиск (СДТ, мм рт. ст.), які враховували в процесі визначення

периферичного опору.

Діяльність серця вивчали ехокардіографічним методом за допомогою приладу EnVisor M2540A («Philips», США) у М- та В-режимі. Вимірювали кінцево-систолічний (КСР, см) і кінцево-діастолічний (КДР, см) розміри лівого шлуночка від ендокардіальної поверхні міжшлуночкової перегородки до ендокардіальної поверхні задньої стінки. Використовуючи отримані результати за загальноприйнятими формулами розраховували кінцево-систолічний індекс (КСІ, мл/м²), кінцево-діастолічний індекс (КДІ, мл/м²), ударний об'єм (УО, мл), хвилинний об'єм крові (ХОК, л·хв⁻¹), ударний індекс (УІ, мл/м²), серцевий індекс (СІ, л·хв⁻¹·м⁻²), фракцію викиду лівого шлуночка (ФВ, %), загальний периферичний опір (ЗПО, дин·с·см⁻⁵).

Для оцінки резервних можливостей серця та економності його діяльності визначали індекс Робінсона за формулою: ІР (ум. од.) = (САТ·ЧСС)/100. Рівень додаткового функціонального потенціалу серцево-судинної системи здорових осіб із різною теплочутливістю в умовах підвищення середньорічної температури навколишнього середовища також досліджували за допомогою проби Руф'є. Індекс Руф'є (ум. од.) розраховувався за формулою:

$$\frac{4 \times (\text{ЧСС}_1 + \text{ЧСС}_2 + \text{ЧСС}_3) - 200}{10},$$

де ЧСС₁ – пульс спокою за 15 с до присідання; ЧСС₂ і ЧСС₃ – пульс перших і останніх 15 с першої хвилини відновлення після присідання відповідно. Одержаний індекс Руф'є оцінювали як: 0,1–5 – добрий; 5,1–10 – середній; 10,1–15 – задовільний; 15,1–20 – поганий.

Оскільки одним із негативних наслідків глобального потепління є зниженням вмісту кисню в повітрі [10], то проводили проби Штанге та Генчі для дослідження стану кардіореспіраторної системи і відповідно стійкості осіб із різною теплочутливістю до гіпоксії. Час затримки дихання зафіксували секундоміром.

Важливим показником адаптивних можливостей людини є її аеробна продуктивність. Що вища здатність організму засвоювати кисень, то кращі функціональні можливості серцево-судинної системи і фізична працездатність осіб у разі впливу несприятливих факторів навколишнього середовища. Для оцінки засвоєння O_2 використовували визначення максимального споживання кисню (МСК) за методом Астранда [11]. Оцінку отриманих результатів проводили згідно з критеріями Апанасенка [12].

Також визначали кардіореспіраторну працездатність ($VO_2 \max$, $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$) за допомогою отриманих результатів тесту Руф'є, враховуючи стать, вік, масу та зріст [13,14]. Отримані результати оцінювали згідно зі вказаними нормативами: для жінок: $<36 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – поганий показник, $36\text{--}39 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – задовільний, $40\text{--}43 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – добрий, $44\text{--}49 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – відмінний, $>49 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – найкращий результат; для чоловіків: $<42 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – поганий показник, $42\text{--}45 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – задовільний, $46\text{--}50 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – добрий, $51\text{--}55 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – відмінний, $>55 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ – найкращий результат.

Адаптаційний потенціал (АП) осіб із різною чутливістю до тепла визначали відповідно до методики Баєвського за формулою:

$$АП \text{ (ум.од.)} = 0,011ЧСС + 0,014САТ + 0,008ДАТ + 0,0014W + 0,0009P - 0,0009L - 0,273,$$

де: ЧСС – частота серцевих скорочень у спокої ($хв^{-1}$); САТ – систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.); ДАТ – діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.); W – вік (роки); P – маса тіла (кг); L – довжина тіла (см). Одержані результати оцінювали, використовуючи шкалу: $\leq 2,1$ ум.од. – задовільна адаптація; $2,11\text{--}3,2$ ум.од. – напруження механізмів адаптації; $3,21\text{--}4,3$ ум.од. – незадовільна адаптація; $\geq 4,31$ ум.од. – зрив механізмів адаптації.

Стресостійкість оцінювали за показником реакції серцево-судинної системи (ПРС) на

психоемоційний стрес, який розраховували за формулою: ПРС (ум.од.) = ЧСС1/ЧСС2, де ЧСС1 ($хв^{-1}/10 \text{ с}$) – частота серцевих скорочень в умовах відносного спокою; ЧСС2 ($хв^{-1}/10 \text{ с}$) – частота серцевих скорочень після штучно створеного психоемоційного стресу, коли обстежуваному пропонували вголос максимально швидко і правильно віднімати по цілому непарному числу з цілого непарного числа упродовж 30 с. ПРС $>1,3$ ум.од. свідчить про низький ступінь стресостійкості серцево-судинної системи до зовнішніх впливів різного характеру [15].

Отримані результати статистично обробляли за допомогою програм «Microsoft Excel» та «Statistica 12», а їх перевірку на відповідність закону нормального розподілу проводили згідно з критерієм Шапіро-Уїлка. Достовірну різницю між результатами визначали, використовуючи непараметричну статистику (ранговий критерій Манна-Уїтні). Вірогідними вважали відмінності при $P < 0,01$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати проведеного нами ехокардіографічного обстеження представлено в таблиці. Встановлено, що в осіб із вищою теплочутливістю порівняно із нижчою достовірно вищі значення ЧСС, УО, ХОК і нижчі ЗПО.

ЧСС – це один із показників діяльності серцево-судинної системи, а також індикатор продуктивності серця. Відповідно, що нижча ЧСС, то більша серцева працездатність [16]. Тому можна стверджувати, що в осіб із нижчою чутливістю до теплового фактора краща продуктивність серцево-судинної системи порівняно з вищою. УО і ХОК взаємопов'язані і свідчать про інтенсивність роботи серця. Зі зростанням УО і ХОК більше крові викидається серцем під час систоли, а також перекачується системою кровообігу за 1 хв, і, відповідно, потужнішу і менш економну роботу виконує серцево-судинна

Ехокардіографічні показники серця в осіб з різною теплочутливістю (М ± m)

Показник	Вища теплочутливість (n = 56)	Нижча теплочутливість (n = 94)
Систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.	114,2±2,16	112,7±1,09
Діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.	75,3±1,39	73,2±1,18
Частота серцевих скорочень, хв ⁻¹	84,6±2,21	73,2±1,25*
Кінцево-систолічний індекс, мл/м ²	25,9±1,34	22,3±1,99
Кінцево-діастолічний індекс, мл/м ²	65,6±2,33	56,1±3,38
Ударний об'єм, мл	75,5±2,76	67,5±3,53*
Хвилинний об'єм крові, л·хв ⁻¹	5,58±0,33	4,1±1,23*
Ударний індекс, мл/м ²	46,7±1,79	41,1±1,63
Серцевий індекс, л·хв ⁻¹ ·м ⁻²	3,3±0,69	2,9±0,48
Фракція викиду, %	57,2±1,38	54,6±2,17
Загальний периферичний опір, дин·с·см ⁻⁵	1325,9±82,4	1919,9±96,1*

*P < 0,01 порівняно зі значеннями у осіб з вищою теплочутливістю.

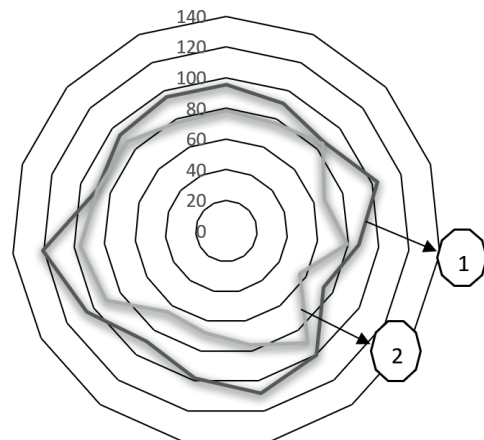
система. Така особливість виявлена в діяльності серця осіб із вищою теплочутливістю. ЗПО – це опір, який судинна система чинить системному кровотоку. У обстежуваних із вищою теплочутливістю він компенсаторно знижується на фоні більшої роботи серця [17].

Отримані ехокардіографічно результати в осіб із нижчою теплочутливістю свідчать про більш оптимальну і економну діяльність серцево-судинної системи, а у групі із вищою – про збільшену інтенсивність її роботи в неекономічному режимі.

У групі обстежуваних із нижчою чутливістю до теплового фактора середнє значення ІР становить 78,4 ± 5,11 ум.од. і є достовірно меншим, ніж у осіб із вищою – 95,6 ± 4,92 ум.од. (рис. 1). Менше значення в групі з нижчою теплочутливістю показує більші резервні можливості серцево-судинної системи і економнішу діяльність, а також вищий її аеробний потенціал. У осіб в групі з вищою чутливістю до тепла результати свідчать про напружену і неекономічну роботу системи кровообігу, а також про домінування впливу на організм симпатичної нервової системи та низькі аеробні можливості.

Індекс Руф'є в осіб із вищою чутливістю до тепла показує задовільний рівень функ-

ціонального резерву серця (14,57 ± 0,41 ум.од. у чоловіків і 14,95 ± 0,65 у жінок), що відрізняється від отриманого результату в групі з нижчою теплочутливістю, де встановлено середній рівень функціонального резерву серця (9,72 ± 0,52 ум.од. у чоловіків і 10,04 ± 0,31 ум.од. у жінок; P < 0,01). Таким чином, у осіб із вищою теплочутливістю менші резервні можливості серцево-судинної системи порівняно з нижчою. А як відомо, що вищий функціональний резерв, то кращий адаптаційний потенціал організму в умовах впливу різних факторів навколишнього



Значення індексів Робінсона в обстежуваних із вищою (1) та нижчою (2) теплочутливістю

середовища і фізичного навантаження [18].

Для оцінки функціонального стану кардіореспіраторної системи, рівня кисневого забезпечення організму та стійкості організму до гіпоксії використовували проби Штанге та Генчі [19]. Встановлено, що в обстежуваних обох статей із вищою чутливістю до тепла достовірно нижчий час затримки дихання на вдиху ($48,43 \pm 3,31$ с у чоловіків, $36,24 \pm 2,45$ с у жінок) та видиху ($23,43 \pm 2,22$ с у чоловіків, $16,72 \pm 1,67$ с у жінок) порівняно з особами з нижчою теплочутливістю: $52,71 \pm 3,75$ с у чоловіків, $41,58 \pm 1,84$ с у жінок та $29,43 \pm 1,30$ с у чоловіків, $21,52 \pm 2,91$ с у жінок відповідно. Менший час затримки дихання на вдиху та видиху в осіб із вищою теплочутливістю свідчить про меншу резистентність до нестачі кисню. Тому в умовах глобального потепління, коли виникає зменшення вмісту O_2 в атмосферному повітрі [10], в осіб із вищою теплочутливістю очевидно менш ефективно функціонування системи тканинного дихання й енергетичного забезпечення клітин, що негативно впливатиме на життєдіяльність організму [20].

Оцінка рівня кардіореспіраторної працездатності згідно з отриманими нами результатами тесту Руф'є в обстежуваних обох груп показала таку закономірність: у чоловіків з вищою теплочутливістю середнє значення VO_{2max} сягало $39,1 \pm 2,19$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$, а з нижчою чутливістю – $46,7 \pm 3,84$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$ ($P < 0,01$). У жінок із групи з вищою теплочутливістю цей показник становив $33,2 \pm 1,95$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$, що достовірно відрізняється від отриманого результату в цієї статі, але з нижчою чутливістю до тепла – $40,8 \pm 3,15$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$.

Аналізуючи отримані результати в осіб обох груп згідно з наведеними нормативними значеннями, встановлено, що в чоловіків та жінок із вищою теплочутливістю кардіореспіраторна працездатність є поганою на відміну від групи з нижчою чутливістю до тепла, де в обстежуваних обох статей

цей показник є добрим. Вищесказане – несприятлива прогностична ознака для осіб із вищою чутливістю до тепла в умовах глобального потепління [14, 21], оскільки рівень функціонування серцево-судинної системи відображає стійкість до теплового стресу [4].

Середнє значення МСК у групі обстежуваних із вищою чутливістю до тепла становило $38,05 \pm 3,17$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$ у чоловіків та $34,22 \pm 2,23$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$ у жінок, і це є достовірно меншим порівняно з нижчою теплочутливістю, де цей показник сягав $47,07 \pm 5,12$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$ у чоловіків та $41,38 \pm 1,42$ $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$ у жінок. Згідно з критеріями здоров'я за Апанасенком [12], у обстежених із нижчою теплочутливістю середнє значення МСК перевищує «безпечний рівень здоров'я», а із вищою чутливістю – знаходиться нижче від «безпечного рівня здоров'я». «Безпечний рівень здоров'я» – це такий поріг аеробного енергопотенціалу, нижче від якого виникають порушення функціонування організму людини [22]. Як бачимо, в осіб із вищою чутливістю до тепла достовірно менше значення МСК, тобто нижча здатність їхнього організму до засвоєння кисню. А як відомо, адаптивні можливості людини зумовлені її аеробним енергопотенціалом, який є показником високого рівня фізичного здоров'я [23]. Апанасенко [12] розглядає аеробну продуктивність як інтегральний показник адаптаційних можливостей людини, оскільки вона відображає функціональний стан багатьох систем організму людини, а також координаційність дії між цими системами.

У осіб із нижчою теплочутливістю встановлено менше середнє значення АП ($1,93 \pm 0,23$ ум.од.) порівняно з обстежуваними із вищою чутливістю до тепла ($2,69 \pm 0,19$ ум.од.; $P < 0,01$). Отримані значення цього показника показують, що в осіб із вищою теплочутливістю спостерігається напруження механізмів адаптації, тобто пристосувальна діяльність їх організму здійснюється на

межі можливостей. Адаптація, як загальна універсальна властивість живого, забезпечує життєздатність організму в сучасних умовах, що змінюються, і являє собою адекватне пристосування його функціональних і структурних елементів до навколишнього середовища [7]. Вищевказане свідчить про те, що особи із вищою теплочутливістю мають потенційні ризики зриву адаптаційних процесів та розвитку патологічних станів.

Встановлено, що ПРС у групі осіб із нижчою теплочутливістю має менше середнє значення ($1,09 \pm 0,12$ ум.од.), порівняно з особами з вищою теплочутливістю ($1,42 \pm 0,14$ ум.од.; $P < 0,01$). Отримані результати свідчать, що стресостійкість обстежуваних із вищою чутливістю до тепла є нижчою. Стресостійкість – це комплексна властивість, що характеризується певним рівнем адаптації до екстремальних умов та зумовлена активацією наявних ресурсів організму [24, 25]. Тому в умовах глобального потепління, коли організм людини щоденно піддається впливу несприятливих факторів довкілля, особи з вищою теплочутливістю є надзвичайно вразливими і підвищення їх стресостійкості – необхідна умова в подоланні негативних наслідків дії кліматичних умов сьогодення.

ВИСНОВКИ

1. У осіб із нижчою теплочутливістю більш оптимальна і економна діяльність серцево-судинної системи, а в групі з вищою – збільшена інтенсивність її роботи в неекономічному режимі, а також домінує вплив на організм симпатичної нервової системи.

2. Система кровообігу осіб із вищою теплочутливістю характеризується меншими резервними можливостями.

3. Менший час затримки дихання на вдиху та видиху в осіб із вищою чутливістю до тепла свідчить про гірше кисневе забезпечення організму та меншу резистентність до нестачі O_2 в повітрі.

4. Обстежувані з вищою чутливістю до тепла мають меншу здатність до засвоєння O_2 , а також у них нижча кардіореспіраторна працездатність.

5. В осіб із вищою теплочутливістю спостерігається переважання напруження механізмів адаптації, тобто пристосувальна діяльність їх організму здійснюється на межі можливостей.

6. У осіб із вищою теплочутливістю є стресостійкість знижена.

7. Обстежувані з вищою чутливістю до тепла є особливо вразливими до негативних наслідків глобального потепління, що слід враховувати при профілактиці у них серцево-судинних та теплових захворювань.

The authors 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.

S.N. Vadzyuk, V.O Huk, P.S. Tabas

FUNCTIONAL CAPABILITIES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AND STRESS RESISTANCE OF INDIVIDUALS WITH DIFFERENT HEAT SENSITIVITY

*I.Ya. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ukrainian Ministry of Public Health
e-mail: huk_vo@tdmu.edu.ua*

Global warming affects people's daily life, reduces endurance and work capacity. The purpose of our study is to investigate the functional capabilities of the circulatory system, adaptation potential and stress resistance of individuals with different heat sensitivity. To evaluate the activity of the cardiovascular system, an echocardiographic examination was performed. The reserve capabilities of the heart and the economy of its work were determined using the Robinson index and the Roufier test. Resistance to hypoxia was determined using the Stange and Genchi tests. The degree of oxygen assimilation was evaluated according to the values of maximum oxygen consumption. Cardiorespiratory fitness was determined based on the results of the Ruffier test. Adaptation potential was established according to Baevsky's method. Stress resistance was assessed by determining the response index of the cardiovascular system to

psycho-emotional stress. It was established that in people with lower heat sensitivity, the activity of the cardiovascular system is more optimal and more economical and its reserve capacity is greater, compared to higher sensitivity individuals, in which the intensity of its work in an uneconomical mode is increased and the reserve potential is limited. Shorter breath retention time on inhalation and exhalation, respectively, in persons with higher sensitivity to heat indicates a worse oxygen supply to the body. Also, they have a poor ability to absorb oxygen and lower cardiorespiratory efficiency. The predominance of stress adaptation mechanisms and lower stress resistance were also revealed. Thus, our results show that individuals with a higher sensitivity to heat are particularly vulnerable to the negative effects of global warming, which should be taken into account for the prevention of cardiovascular and heat diseases in them in the future.

Keywords: global warming; levels of heat sensitivity; cardiovascular system; cardiorespiratory efficiency; oxygen absorption; adaptation potential; stress resistance.

REFERENCES

- Rossati A. Global Warming and Its Health Impact. *Int J Occup Environ Med.* 2017 Jan;8(1):7-20.
- Wilson L, New S, Daron J, Golding N. Climate Change Impacts for Ukraine. *Met Office.* 2021:34.
- Hlazkov EO. Adaptive possibilities of the cardiovascular system of the students in the process of studying at a higher educational institution. *Bukovin Med Herald.* 2013;17(2):25-9.
- Jacobsen AP, Khiew YC, Duffy E, O'Connell J, Brown E, Auwaerter PG, Blumenthal RS, Schwartz BS, McEvoy JW. Climate change and the prevention of cardiovascular disease. *Am J Cardiol.* 2022;12:100391.
- Pluess M. Individual differences in environmental sensitivity. *Child Dev Perspect.* 2015;9(3):138-43.
- Rudenko OV, Bohuta YuH, Myalyuk OP, Marushchak MI. Assessing the impact of the climate on human health. *Nursing.* 2016;(3):4-6.
- Periard JD, Racinais S, Sawka MN. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: applications for competitive athletes and sports. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;25(1):20-38.
- Periard JD, Cramer MN, Chapman PG, Caillaud C, Thompson MW. Cardiovascular strain impairs prolonged self-paced exercise in the heat. *Exp Physiol.* 2011 Feb;96(2):134-44.
- Vadzyuk SN, Kharkovska TV, Huk VO, Dzhyvak VH, Papinko IYa, Nikitina IM. Prognostic criteria for the selection of individuals with different heat sensitivity. *Wiad Lek.* 2022;75(5):1370-5.
- Wei Y, Wu J, Huang J, Liu X, Han D, An L, Yu H. Declining oxygen level as an emerging concern to global cities. *Environ Sci Technol.* 2021;55(12): 7808-17.
- Voznyy SS, Malyarenko IV. Methods of determining the physical capacity of athletes: Methodical recommendations. *Kherson: KhSU.* 2020.
- Apanasenko HL, Popova LA, Mahlovanyi AV. *Sanology (medical aspects of valeology): a textbook for doctors-students of institutions (faculties) of postgraduate education.* Lviv: PP «Kvart». 2011.
- Guo Y, Bian J, Li Q, Leavitt T, Rosenberg EI, Buford TW, Smith MD, Vincent HK, Modave F. A 3-minute test of cardiorespiratory fitness for use in primary care clinics. *PLoS One.* 2018 Jul 30;13(7):e0201598.
- Alahmari KA, Rengaramanujam K, Reddy RS, Samuel PS, Kakaraparthi VN, Ahmad I, Tedla JS. Cardiorespiratory fitness as a correlate of cardiovascular, anthropometric, and physical risk factors: using the ruffier test as a template. *Can Respir J.* 2020 Sep 8;2020:3407345.
- Malikov MV, Bogdanovska NV, Boichenko CYu. Changes in the structural and functional organization of the heart under the influence of systematic physical loads. *Fiziol Zh.* 2020;66(5):23-9.
- Kovalyova AV, Shkopinskiy EO, Kovalyova OV. The heart rate dynamics at unexercised persons of young age (17-24 years old) during graduated exercise under the influence of low-frequent electric current. *Top Issues Biol, Ecol, Chem.* 2009;2:56-63.
- Sokol AP, Usova OV, Grynevich OP. Functional features central circulation in athletes engaged in various sports. *Top Issues Biol, Ecol, Chem.* 2014;8(2):111-22.
- Grygus IM, Starikov VS, Yevtukh MI. Assessment of functional reserve capabilities of the body and improvement of students' physical capacity. *Physical culture, sport and health of the nation: coll. of science works.* 2016;(1):51-6.
- Nechytailo DYu, Miheeva TM, Kovtyuk NI. Peculiarities of functional test of the cardiovascular system in children with increased level of arterial pressure. *Bukovin Med Herald.* 2019;23(4):92.
- Sosnowskiy VV, Pastukhova VA. Adaptation of human organism to hypoxia. *Herald of Cherkasy Univ. Ser Biol Sci.* 2017;1:97-106.
- Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA.* 2009;301:2024-35.
- Apanasenko GL, Popova LA. *Medical valueology.* Kyiv: Health. 1998.
- Sulyma A, Bohuslavska V, Furman Y, Galaman Y, Doroshenko E, Pityn M. Effectiveness of the application of the endogenous-hypoxic breathing technique in the physical training of the qualified field hockey players. *JPES.* 2017;17(4):2553-60.
- Pasichnichenko AV. Stress resistance as a subject of scientific analysis. *Humanitarian space of science: experience and prospects: Proceedings of the XXII International scientific and practical internet conference; 2021 Febr 15; Pereyaslav-Khmelnitskyi, Ukraine.* 2021. p. 163-4.
- Vadzyuk SN, Sas BB, Ratynska OM, Tkachuk SS. Features of psycho-emotional state in people with different stress resistance. *Fiziol Zh.* 2022;68(2):92-7.

Матеріал надійшов до редакції 24.04.2023