

УДК 612.122

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-34-44

Шейко В. І.

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
interliycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

Кучменко О. Б.

доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
kuchmeb@yahoo.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

Мхітарян Л. С.

доктор медичних наук, професор,
професор кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
laurasmkhitaryan@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2347-0107

Гавій В. М.

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
gaviyv@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

**ВІДТЕРМІНОВАНИЙ ВПЛИВ ГЕОХРОНОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ
НА ПОКАЗНИКИ СИСТЕМНОГО ІМУНІТЕТУ ЛЮДИНИ**

Функціональний стан організму регулюється спираючись на діяльності нервової, ендокринної та імунної систем. Дослідження останніх років з'ясували, що імунна система є не тільки ефекторною, вона здатна брати активну участь в міжклітинній взаємодії завдяки наявності широкого спектру рецепторів та різноманітних лігандів, які забезпечують її вплив та взаємодію з нервовою і ендокринною системами. Виражений вплив на функціональну активність імунної системи мають різноманітні фактори навколишнього середовища. Наявність тристоронньої системи регуляції функцій організму розширює загальні уявлення про формування адаптаційних реакцій. Фізичні та психоемоційні фактори є джерелом формування адаптаційних реакцій, які є характерною ознакою сучасного суспільства. Серед факторів, які викликають адаптаційні реакції, слід відмітити геохронокліматичні, поява цих факторів зумовлена технологічним розвитком та появою швидкісного транспорту. Саме швидкісний транспорт дає можливість сучасній людині долати великі відстані за короткий час та переміщуватися з одного кліматичного, часового та географічного поясу в інший. Метою нашого дослідження стало вивчення відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів на показники системного імунітету у людей, що подолали понад 6500 км. та перетнули 6 часових поясів. В дослідженні брало участь 50 волонтерів, які було розподілені на дві групи: перша контрольна група – 25 осіб, друга група, на осіб якої впливали геохронокліматичні фактори – 25 осіб.

Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів (через 7 днів після перельоту Київ-Пекін) викликає максимальне функціональне навантаження на клітинну ланку системного імунітету, що супроводжується зменшенням Т-лімфоцитів за рахунок Т-хелперів/індукторів; неспецифічна ланка системного імунітету також має функціональне навантаження, що призводить до зменшення неспецифічної резистентності; гуморальна ланка системного імунітету зазнає мінімального відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів і формує компенсаторну реакцію на функціональні порушення в неспецифічній та клітинній ланці системного імунітету.

Ключові слова: геохронокліматичні фактори, імунорезистентність, системний імунітет, нейтрофіли, лейкоцити, лімфоцити, Т- та В-лімфоцити, імуноглобуліни.

Вступ. Людське суспільство на сучасному етапі свого розвитку можна віднести до інформаційно-кібернетичного. Для цього типу суспільства характерний високий темп життя, наявність інтенсивних інформаційних потоків, фізична здатність людини швидко переміщуватись, долаючи значні відстані та перетинати кліматичні, часові та географічні пояси планети, дану можливість забезпечує наявність швидкісного транспорту: літаки, швидкісні потяги, автомобілі, які рухаються по швидкісним автотрасах. На людський організм мають значний вплив як щільні інформаційні потоки, так і здатність швидкого переміщення через декілька поясів географічних, кліматичних та часових, тим самим викликаючи функціональне напруження регуляторно-адаптаційних механізмів, які створюють фундамент для нормальних процесів життєдіяльності.

Проблема адаптаційних закономірностей та можливостей і резервів людського організму до дії факторів середовища є однією із актуальніших проблем сучасної біологічної в тому числі фізіологічної та медичної науки [6, 8, 12].

Реалізація адаптаційних реакцій формується під впливом поліфакторів ендогенного та екзогенного середовища, що супроводжується нашаруванням одних адаптаційних реакцій та механізмів на інші. Таке поєднання значно збільшує вірогідність розвитку генералізованих патофізіологічних процесів і проявів різних хвороб та імунологічних порушень [6, 8, 12].

Однією із чутливих систем організму людини є імунна, яка реагує на мінімальні зміни внутрішнього та зовнішнього середовища. Слід відмітити, що імунна система здійснює контроль не лише за генетичною сталістю організму, а й бере участь в контролі за станом гомеостазу. Будь-які функціональні порушення імунної системи формують патофізіологічні стани та процеси, які є ознакою патології або захворювання [6, 12, 20].

Серед сучасних факторів, які впливають на діяльність імунної системи, є геохронокліматичні фактори, поява яких зумовлена фізичною здатністю людини долати великі відстані за короткий час, при цьому перетинати декілька поясів часових, географічних та кліматичних.

Наукові літературні джерела містять незначний за об'ємом пласт досліджень, присвячених впливу геохронокліматичних факторів на людський організм. Цій проблемі присвячені роботи Шейка В. І., Соболя Є. В., Весельського С. П., які надають характеристику показниками системного імунітету та стану нейродинамічних функцій [9-11, 14-16, 19]. Науковий доробок науковців [2, 7, 13, 17] характеризують відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на окремі ланки системного імунітету та стан нейродинамічних функцій людського організму.

Таким чином, метою нашого дослідження стало вивчення відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів на показники системного імунітету людей, що подолали понад 6500 км. та перетнули 6 часових поясів.

Методи та організація дослідження. В дослідженні взяло участь 50 волонтерів, які було розподілено на дві групи: перша контрольна – 25 осіб, друга група, на

осіб якої впливали геохронокліматичні фактори – 25 осіб. Всі волонтери були практично здорові люди, які не мали хронічних захворювань, віком від 25 до 45 років. Волонтери були чоловічої та жіночої статі, співвідношення складало 48 % чоловіків та 52 % жінок. Дослідження проводилося в період листопад-грудень з 2017 по 2022 рік.

Координатором дослідження була кафедра біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Учасники дослідної групи подолали 6500 км за 8 годин та 40 хвилин, вилетівши літаком з міжнародного аеропорту «Бориспіль» (Україна) і прилетівши до міжнародного аеропорту «Шоуду» (м. Пекін, Китайська народна республіка); тривалість польоту становила 14-15 годин. Пекін розташований в мусонно-субтропічному поясі та в 8-му часовому поясі. Клімат мусонний субтропічний, для якого характерне спекотне вологе літо завдяки впливу східних мусонів і холодна вітряна суха зима, що формується під впливом сибірських антициклонів. Середня температура в січні становить $-7...-4$ °C, у липні – $25...26$ °C. За рік випадає понад 600 міліметрів опадів, 75 % яких випадає влітку, тому в Пекіні часто взимку може бути нижче -10 °C, і при цьому відсутній сніг. Київ розташований в помірно-континентальному кліматичному поясі та в 2-му часовому поясі. Клімат помірно континентальний, із м'якою зимою і теплим літом. Середньомісячні температури січня $-3,2$ °C, липня $+21,3$ °C. Абсолютний мінімум – $-32,2$ °C (7, 9 лютого 1929 року), абсолютний максимум – $+39,9$ °C (серпень 1898 року) (за іншими даними: $+39,4$ °C, 30 липня 1936 року). Середньорічна кількість опадів – 616 мм, максимум опадів припадає на червень (72 мм), мінімум – на січень (37 мм). Взимку в Києві утворюється сніговий покрив, середня висота покриву в лютому 20 см, максимальна – 440 см. Середньорічна загальна хмарність – 6,4 бала, максимум припадає на грудень (8,1), мінімум – на серпень (4,9). Середня вологість повітря – від 64 % (травень) до 85 % (листопад). Різниця в часі між Києвом та Пекіном становить +6 годин [1].

Статус системного імунітету оцінювали стандартними методиками: проведення клінічного аналізу крові із встановленням лейкоцитарної формули; визначенням кількості нейтрофільних лейкоцитів, моноцитів, лімфоцитів, імунофенотипування лімфоцитів методами проточної цитофлюориметрії у реакціях із зв'язуванням моноклональних антитіл до антигенних детермінант CD3+ (загальні Т-лімфоцити), CD3+/CD4+ (Т-хелпери/індуктори), CD3+/CD8+ (Т-супресори/цитотоксичні), CD16+ (натуральні Т-лімфоцити-кілери), CD22+ (В-лімфоцити) [5, 20]. Імунофенотипування лімфоцитів проводили методом проточної цитофлюориметрії у реакціях із зв'язуванням моноклональних антитіл (МкАТ) до антигенних детермінант у зразках цільної венозної крові за допомогою наборів МкАТ AQUIOS Tetra Tests на проточному цитометрі AQUIOS CL (Beckman Coulter, США) згідно інструкцій виробника [18].

Рівень імуноглобулінів Ig A, Ig M, Ig G у сироватці крові визначали за допомогою ELISA. ELISA-аналіз проводили згідно методики [5]. Результати імуноферментного аналізу реєстрували спектрофотометрично на аналізаторі PR2100 (Sanofi Diagnostics Pasteur Inc., Франція) при 450 нм. Також вивчали сумарну кількість імуноглобулінів всіх класів, імунопродукуючу активність В-лімфоцитів (CD22+), як сумарну, так і по окремим класам імуноглобулінів [5].

Дослідження показників периферійної крові в обох групах були проведені перед початком перельоту, а в другій групі відразу після перельоту та через 7 діб після перельоту. Саме 7 днів розглядалось як відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники гуморальної ланки системного імунітету.

Всі гематологічні дослідження були проведені на базі медичного сервісу фірми «Eurasia Erlebnisreisen» GmbH (Німеччина), розташованого в аеропортах «Бориспіль» (Україна) та «Шоуду» (м. Пекін, Китайська народна республіка).

Статистичну обробку результатів проводили на ЕОМ за пакетом програм Microsoft Excel – 97.

Робота виконувалась у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України [3; 4]. Всі волонтери дали письмову згоду на участь у дослідженні.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати представлені в таблицях 1, 2, 3. Абсолютна кількість лейкоцитів в периферійній крові волонтерів другої групи не мала достовірної відмінності від контрольної групи, як перед перельотом, так і відразу після перельоту. Через 7 днів після перельоту було виявлено достовірне зменшення абсолютної кількості лейкоцитів в периферійній крові волонтерів другої групи в порівнянні з контрольними величинами та величинами отриманими відразу після перельоту. Кількість лейкоцитів в другій групі через 7 днів після перельоту була меншою в порівнянні з контрольними величинами на 9 % та на 5 % в порівнянні з величиною відразу після перельоту.

Таблиця 1
Показники неспецифічної ланки системного імунітету

Показники	Контроль (практично здорові люди) (n=25)	Друга група (n=25)		
		до перельоту	відразу після перельоту	через 7 днів після перельоту
Лейкоцити, 10 ⁹ /л	8,12±0,12	7,9±0,1	7,8±0,19	7,4±0,12 ^{*^}
Нейтрофіли, 10 ⁹ /л	5,21±0,28	4,71±0,26	4,05±0,21 [*]	4,82±0,18 ^{*^}
Нейтрофіли, %	64,16±0,24	60,1±0,45	52,3±0,55	65,13±0,35 [^]
Моноцити, 10 ⁹ /л	0,78±0,03	0,73±0,02	0,62±0,01 [#]	0,65±0,02 [#]
Моноцити, %	9,8±0,02	9,2±0,04	8,0±0,19	8,8±0,13
Лімфоцити, 10 ⁹ /л	2,3±0,15	2,27±0,11	2,54±0,14	1,95±0,12 ^{*^}
Лімфоцити, %	28,4±0,16	28,7±0,16	32,6±0,21 [*]	26,4±0,18 [^]

*- достовірні зміни по відношенню до контрольної групи, p < 0,05

#- достовірні зміни по відношенню до вихідних даних дослідної групи, p < 0,05

[^] – достовірні зміни по відношенню до даних другої групи відразу після перельоту, p < 0,05.

Абсолютна кількість нейтрофільних лейкоцитів в другій групі відразу після перельоту мала достовірну відмінність в порівнянні з контрольними величинами, а через 7 днів після перельоту абсолютна кількість нейтрофільних лейкоцитів не мала достовірних відмінностей в порівнянні з вихідними та контрольними величинами. Так, відразу після перельоту кількість нейтрофільних лейкоцитів в другій групі була меншою на 22,3 % в порівнянні з контрольними величинами та на 14 % меншою в порівнянні з вихідними величинами. Відносна кількість нейтрофільних лейкоцитів в другій групі відразу після перельоту та через 7 днів після перельоту не мали достовірних змін в порівнянні з контролем.

Кількість моноцитів в другій групі відразу після перельоту мала достовірну відмінність, а саме зменшення, в порівнянні з контролем та вихідними величинами на 20,5 % та 15 % відповідно. Через 7 днів після перельоту в другій групі абсолютна кількість моноцитів мала достовірну відмінність (зменшення кількості) в порівнянні з контролем та вихідними даними на 16,7 % та 11 % відповідно. При порівнянні кількості моноцитів в другій групі відразу після перельоту з кількістю даних клітин через 7 днів після перельоту виявлено достовірне збільшення кількості моноцитів на 5 %. Відносна кількість моноцитів в другій групі не мала достовірної різниці в порівнянні з контрольними величинами, як відразу після перельоту, так і через 7 днів після перельоту. Але слід відзначити тенденцію до зменшення відносного вмісту моноцитів в другій групі як

відразу після перельоту, так і через 7 днів після перельоту в порівнянні з контролем та вихідними показниками.

Абсолютна кількість лімфоцитів в другій групі відразу після перельоту не мала достовірної відмінності в порівнянні з контролем та вихідними величинами. Але слід відзначити тенденцію до збільшення кількості лімфоцитів в другій групі відразу після перельоту в порівнянні з контролем та вихідними даними на 10 %, 11,8 % відповідно. Через 7 днів після перельоту абсолютна кількість лімфоцитів в другій групі мала достовірну відмінність, а саме зменшення, в порівнянні з контролем та вихідними показниками, а також в порівнянні з кількістю лімфоцитів відразу після перельоту на 15,3 %, 14,0 % та 23 % відповідно. Відносна кількість лімфоцитів була достовірно більшою в другій групі відразу після перельоту в порівнянні з контролем та вихідними значеннями.

Таким чином, отримані дані вказують на те, що відтермінований вплив (7 днів після перельоту) геохронокліматичних факторів на неспецифічну ланку системного імунітету мав менш виражений вплив в порівнянні з терміновим впливом (відразу після закінченню перельоту). Абсолютна кількість лейкоцитів та моноцитів через 7 днів після перельоту була меншою в порівнянні з контролем та вихідними величинами. Неспецифічна ланка системного імунітету мала функціональне навантаження, яке формувалось під впливом геохронокліматичних факторів, що призводить до зменшення захисних реакцій неспецифічної ланки системного імунітету.

Таблиця 2

Показники клітинної ланки системного імунітету

Показники	Контрольна група (перша) (n=25)	Друга група (n=25)		
		до перельоту	відразу після перельоту	через 7 днів після перельоту
Т-лімфоцити (CD3+), 10 ⁹ /л	1,68±0,1	1,68±0,12	1,88±0,15	1,45±0,07** [^]
Т-лімфоцити (CD3+), %	73,2±0,21	74,0±0,28	74,02±0,25	74,4±0,18
Т-хелпери/індуктори (CD4+), 10 ⁹ /л	1,08±0,08	1,09±0,09	1,18±0,05	0,9±0,08** [^]
Т-хелпери/індуктори (CD4+), %	64,29±0,46	64,88±0,54	62,77±0,76	62,6±0,35
Т-супресори/цитотоксичні (CD8+), 10 ⁹ /л	0,53±0,07	0,51±0,09	0,68±0,04*	0,52±0,02 [^]
Т-супресори/цитотоксичні (CD8+), %	31,55±0,47	30,36±0,89	36,17±0,65*	35,55±0,75**
В-лімфоцити (CD22+), 10 ⁹ /л	0,32±0,02	0,31±0,03	0,39±0,04*	0,3±0,05
В-лімфоцити (CD22+), %	14,2±0,54	13,66±0,43	15,35±0,55	15,6±0,34**

*- достовірні зміни по відношенню до контрольної групи, $p < 0,05$

– достовірні зміни по відношенню до вихідних даних другої групи, $p < 0,05$

[^] – достовірні зміни по відношенню до даних другої групи відразу після перельоту, $p < 0,05$.

В другій групі відразу після перельоту абсолютна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) та Т-хелперів/індукторів (CD4+) не мали достовірної різниці по відношенню до вихідних та контрольних величин. Субпопуляція Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) та В-лімфоцитів (CD22+) мали достовірне збільшення в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 28 %, 33,33 % та 21,9 % 25,8 % відповідно. Серед відносних величин лише Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) мали достовірне зростання в порівнянні з контрольними та вихідними даними на 14,6 % та 19 % відповідно.

Через 7 днів після перельоту в другій групі спостерігалось достовірне зменшення абсолютного числа Т-лімфоцитів (CD3+) (на 13,7 % в порівнянні з контролем та вихідними показниками) за рахунок зменшення Т-хелперів/індукторів (CD4+) в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 16,7 % та 17,4 % відповідно. Спостерігалась достовірне зменшення кількості Т-лімфоцитів (CD3+) та Т-хелперів/індукторів (CD4+) через 7 днів після перельоту в порівнянні з кількістю даних ІКК відразу після перельоту. Кількісні характеристики субпопуляції Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) через 7 днів після перельоту повертались до вихідних та контрольних величин, але слід звернути увагу на достовірне зменшення кількості даних клітин в порівнянні з величинами відразу після перельоту на 23,5 %. Відносний вміст Т-супресорів/цитотоксичних (CD8+) через 7 днів після перельоту був достовірно більший в порівнянні з контрольними та вихідними даними (на 17,7 % та 17,1 % відповідно).

Абсолютна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі відразу після перельоту була достовірно більшою в порівнянні з контрольними та вихідними величинами на 21,8 % та 25,8 % відповідно. Через 7 днів після перельоту абсолютна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі поверталась майже до вихідних та контрольних величин. Відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі відразу після перельоту не мала достовірної різниці в порівнянні з контрольними та вихідними показниками. Через 7 днів після перельоту відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) в другій групі мала достовірне збільшення в порівнянні з контрольними та вихідними величинами на 10 % та 14 % відповідно.

Таким чином, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на клітинну ланку системного імунітету характеризується достовірним зменшення Т-лімфоцитів за рахунок Т-хелперів/індукторів, що може вказувати на дисфункцію в клітинній ланці системного імунітету.

Таблица 3

Показники гуморальної ланки системного імунітету

Показники	Контрольна (перша) група (n=25)	Друга група (n=25)		
		до перельоту	відразу після перельоту	через 7 днів після перельоту
В-лімфоцити (CD22+), 10 ⁹ /л	0,32±0,02	0,31±0,05	0,39±0,04*	0,3±0,05 [^]
В-лімфоцити (CD22+), %	14,2±0,54	13,66±0,43	15,35±0,55 [#]	15,6±0,34 ^{##}
Ig M + Ig G + Ig A, г/л	18,23±0,15	18,06±0,24	18,3±0,31	18,4±0,21
Ig M, г/л	1,28±0,19	1,21±0,17	1,23±0,16	1,24 ±0,14
Ig G, г/л	15,08±0,83	15,02±0,9	15,2±0,9	15,1±0,7
Ig A, г/л	1,87±0,25	1,83±0,26	1,86±0,24	2,1±0,18
Ig-продукуюча активність В-лімфоцитів, у.о.	57,0±0,25	58,26±0,28	46,92±0,12 ^{##}	61,3±0,12 ^{##^}
Ig M/В-лімфоцити, у.о.	4,0±0,05	3,9±0,07	3,15±0,09 ^{##}	4,1±0,11 [^]
Ig G/В-лімфоцити, у.о.	47,13±0,39	48,45±0,58	38,97±0,11 ^{##}	50,33±0,27 ^{##^}
Ig A/В-лімфоцити, у.о.	5,84±0,09	5,90±0,1	4,77±0,1 ^{##}	7,0±0,12 ^{##^}

*- достовірні зміни по відношенню до контрольної групи, p < 0,05

– достовірні зміни по відношенню до вихідних даних другої групи, p < 0,05

[^] – достовірні зміни по відношенню до даних другої групи відразу після перельоту, p < 0,05.

Концентрація імуноглобулінів всіх класів в другій групі відразу після перельоту не мала достовірних відмінностей від контрольних та вихідних значень; така ж закономірність спостерігалась через 7 днів після перельоту. Отримані результати вказують, що гуморальна ланка системного імунітету не зазнає впливу геохронокліматичних факторів.

В гуморальній ланці системного імунітету у волонтерів другої групи відразу після перельоту виявлено достовірне зменшення Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів за рахунок зменшення Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів всіх імуноглобулінів в порівнянні з контрольними та вихідними показниками (загальна Ig-продуктивність на 17,7 %; 19,5 %; Ig-продуктивність IgM, IgG, IgA на 21 % та 19,2 %; 17,3 % та 19,6 %; 18,3 % та 19 % відповідно).

Абсолютні та відносні величини лейкоцитів, нейтрофілів, моноцитів, лімфоцитів всіх субпопуляцій та концентрація імуноглобулінів всіх класів в сироватці крові в дослідній групі відразу після перельоту перегукуються з даними літературних джерел, в яких відображено вплив геохронокліматичних факторів на системний імунітет [9-11, 16, 19].

Через 7 днів після перельоту виявлено достовірне зростання Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів за рахунок зростання Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів імуноглобулінів IgG, IgA в порівнянні з контрольними та вихідними показниками (загальна Ig-продуктивність на 7,5 %; 5,2 %; Ig-продуктивність IgG, IgA на 6,8 % та 4,0 %; 19,9 % та 18,6 % відповідно). Ig-продукуюча активність В-лімфоцитів IgM в другій групі через 7 днів після перельоту не відрізнялась від контрольних та вихідних величин.

Враховуючи отримані результати щодо Ig-продукуючої активності В-лімфоцитів на фоні відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів, можна стверджувати, що гуморальна ланка системного імунітету зазнає мінімального впливу згаданих факторів. Саме зміни в Ig-продукуючій активності В-лімфоцитів можна розглядати як компенсаторні по відношенню до неспецифічної та клітинної ланки системного імунітету.

Висновок. Таким чином, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів викликає максимальне функціональне навантаження на клітинну ланку системного імунітету, що супроводжується зменшенням Т-лімфоцитів за рахунок Т-хелперів/індукторів; неспецифічна ланка системного імунітету також має функціональне навантаження, що призводить до зменшення неспецифічної резистентності; гуморальна ланка системного імунітету зазнає мінімального відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів і формує компенсаторну реакцію на функціональні порушення в неспецифічній та клітинній ланці системного імунітету.

Література

1. Вікіпедія. URL: [wikipedia.org/wiki/Київ](https://uk.wikipedia.org/wiki/Київ) [wikipedia.org/wiki/Пекін](https://uk.wikipedia.org/wiki/Пекін). (дата звернення: 08.05.2024).
2. Гавій В. М. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники нейродинамічних функцій організму людини. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph* / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. – etc. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2024. С. 190–197.
3. Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 08.05.2024).
4. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технологій: сектор соціальних і гуманітарних наук. 2005 жов 19; 12 с. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180g.pdf>. (дата звернення: 08.05.2024).
5. Клінічна лабораторна діагностика. / Л. Є. Лаповець та ін.; за ред. Л. Є. Лаповець 2-е вид. стер. Київ: «Медицина», 2021. 472с.

6. Метаболічні, імунні та гематологічні зміни у спортсменів різних спеціалізацій (рукопашний бій, боротьба дзюдо, бодібілдинг) та їх корекція: колективна монографія / Флегонтова В. В. та ін. Луганськ, СПД Резніков В. С., 2013. 112 с.
7. Мхітарян Л. С. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники неспецифічної ланки системного імунітету людини. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. etc.* International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2024. С. 198-205.
8. Поручинська Т. Ф., Пасичнюк І. Ф., Поручинський А. І. Екологічна фізіологія людини: навч. посіб. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2021. 272 с.
9. Соболь Є. В., Шейко В. І. Геохронокліматичні фактори та їх можливі наслідки у сучасному суспільстві. *Актуальні питання біології та медицини: матеріали Всеукраїн. наук. конф., м. Суми, 16-17 листопада 2017 р.* Суми, 2017. С. 107.
10. Соболь Є. В., Шейко В. І. Стан клітинної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів. *Materialy XIV Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2018», V. 8 Przemysł: Nauka i studia.* 2018. P. 97-100.
11. Соболь Є. В., Шейко В. І. Стан показників неспецифічної та клітинної ланок системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів: матеріали Міжнар. наук. конф., м. Суми, 18-19 листопада 2018 р. Суми, 2018. С. 43.
12. Філімонов В. І., Маракушин Д. І., Тарасова К. В. Клінічна фізіологія: підручник. Київ: «Медицина», 2022. 776 с.
13. Шейко В. І. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники клітинної ланки системного імунітету організму людини. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. etc.* International Science Group. Boston: Prim International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2024. С. 206-214.
14. Шейко В. І. Вплив геохронокліматичних факторів на показники нейродинамічних функцій: матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конф., city London, Great Britain, 30 квіт. – 03 трав. 2024. р. London, 2024. С. 51-53.
15. Шейко В. І., Весельський С. П. Вплив геохронокліматичних факторів на стан нейродинамічних показників. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*, 2023. № 3-4. С. 34-40.
16. Шейко В. І., Соболь Є. В. Показники гуморальної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. м. Ніжин, 18-19 жовт. 2018 р. Ніжин, 2018. С. 113-114.
17. Шейко В. І., Кучменко О. Б., Мхітарян Л. С., Гавій В. М. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на показники гуморальної ланки системного імунітету організму людини. *Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*, 2024. № 1-2. С. 113-123.
18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. URL: <https://www.beckmancoulter.com/wsrportal/techdocs?docname=B26364AB.pdf>.
19. Sobol E. V., Sheiko V. H. The state of cellular link of systemic immunity under influence of geochronoclimatic factors. *Вісник проблем біології і медицини*, м. Полтава, 2018. Вип. 4 т. 2 (147). С. 387–389.
20. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V., Sheiko V. I., Kovalenko O. V. Interconnection of the immune system and the intensity of the oxidative processes under conditions of prolonged exposure to small doses of radiation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2018. Т. 9 вип. 2, С. 167-176.

References

1. Vikipedij [Wikipedia]. URL: [wikipedia.org/wiki/Київ](https://uk.wikipedia.org/wiki/Київ); [wikipedia.org/wiki/Пекін](https://uk.wikipedia.org/wiki/Пекін). (дата звернення: 08.05.2024) [in Ukrainian].
2. Gaviy V. M. (2024) Vidterminovaniy vplyv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki nejrodynamicnih funrciy organizmu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of neurodynamic functions of the human body] *Psychology, medicine and biology: the*

development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph / Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. – etc. – International Science Group. Boston: Primedia eLaunch. S. 190-197 [in Ukrainian].

3. Gelsinska dtklaracij Vsesvitnoi medicnoi asociacii (2008). «Etichni principii medicnih doslidgen za uchastj lydini u ykosti obekta doslidgen» ["Ethical principles of medical research involving a person as a research object"] document 990_005. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005 [in Ukrainian].

4. Zagalna deklaracij pro bioetiku ta prava lydini (2005). [General Declaration on Bioethics and Human Rights]. Organizaciyi Obednanih Nacii z pitan osviti, nauki i kulturi: viddil etiki nauki i tehnologii: stktor socialnih i gumanitarnih nauk – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Science and Technology Ethics Division: Social Sciences and Humanities Sector. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf> [in Ukrainian].

5. Lapovec L. E., Lebed G. B. & Jstremaska O. O. (2021) Klinichna laboratorna dignostica [Clinical laboratory diagnostics]. Kyiv: Medicina [in Ukrainian].

6. Flegontova V. V., Sheiko V. I., Jsko G. V., Linnichenko O. P., Morfuncov V. V., Licoeva N. (2013) Metabolichni, imunni ta gematologichni zmini u sportsmeniv riznih specializacii (rukopashnii biy, borotba dzjdo, bodibilding) ta ih korekcij [Metabolic, immune and hematological changes in athletes of various specializations (hand-to-hand combat, judo wrestling, bodybuilding) and their correction]. Luhansk, SPD Reznikov V.S. [in Ukrainian].

7. Mhitaryan L. S. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki ntsptcificnogoi lanki sistemnogo imunitetu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of non-specific link of human systemic immunity]. Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. – etc. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph* S. 198-205. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch [in Ukrainian].

8. Poruchinska T. F., Pasichnjik I. F., Poruchinskii A. I. (2021) Ekologichna fiziologiy [Environmental physiology] Luck. Volinskii nacijnalnii univtrsitet smeni Lesi Ukrainki – Volyn National University named after Lesya Ukrainka [in Ukrainian].

9. Sobol E. V., Sheiko V. I. (2017) Geohronoklimatichni faktori ta ih moglivi naslidki u suggasnomu suspilstvi [Geochronoclimatic factors and their possible consequences in modern society] Aktualni pitannj biologii ta medicine. materialy naukovoi konferencii – Current issues of biology and medicine: materials of scientific conference Sumy. S.107 [in Ukrainian].

10. Sobol E. V., Sheiko V. I. (2018) Stan klitinnoi lanki sistemnogo imuniteta pid vplivom geohronoklimatichnih faktoriv [The state of the cellular link of systemic immunity under the influence of geochronoclimatic factors] *Materialy XIV Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, «Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2018»*, V. 8 Przemysl: Nauka i studia. P. 97-100 [in Ukrainian].

11. Sobol E. V., Sheiko V. I. (2018) Stan pokaznikov nespecefichnoi lanki sistemnogo imuniteta pid vplivom geohronoklimatichnih faktoriv [The state of indicators of nonspecific and cellular links of systemic immunity under the influence of geochronoclimatic factors] *naukova konferencij "Sogodennj biologichnoi nauki" – Scientific Conference "Today's Biological Science"* Sumy S.43 [in Ukrainian].

12. Filimonov V. I., Marakushin D. I., Tarasova K. V. (2022) Klinichna fiziologiy [Clinical physiology]. Kyiv Medicine [in Ukrainian].

13. Sheiko V. I. (2024) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki nejrodynamicnih funrcij [The influence of geochronoclimatic factors on indicators of neurodynamic function]. *Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*. London, Great Britain. P. 51-53 [in Ukrainian].

14. Sheiko V. I. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki klitinnoi lanki sistemnogo imunitetu organizmu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of the cellular link of systemic immunity of the human body]. Tashchuk V., Amelina T., Ivanchuk P., Al Salama M.V.O., Hinhuliak O. *Psychology, medicine and biology: the development of necessary technologies in the field of health care: collective monograph* / etc. International Science Group. Boston: Prim International Science Group. Boston: Primedia eLaunch. S. 206-214 [in Ukrainian].

15. Sheiko V. I., Veselsrii S. P. (2023) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na stan nejrodinamichnih pokaznikov [The influence of geochronoclimatic factors on the state of neurodynamic indicators] *Naukovi zapiski. Biologichni nauki. (Niginskiy dergavniy universitet imeni Mikoli Gogolj) – Proceedings. Biological Sciences (Mykola Gogol Nizhyn State University)*. № 3-4. С.34-40 [in Ukrainian].

16. Sheiko V. I., Sobol E. V. (2018) Pokazniki gumoralnoi lanki sistemnogo imuniteta pid vplivom geohronoklimatichni faktori [Indicators of the humoral link of systemic immunity under the influence of geochronoclimatic factors] materiali III Mignar. Nauk-prak. Konf. M. Nigen, 18-19 gov. 2018 r. Nigen 2018 – materials III International science and practice conf. Nizhyn, October 18-19. 2018. Nizhin, 2018. С. 113-114 [in Ukrainian].

17. Sheiko V. I., Kuchmenko O. B., Mhitarjn L. S., Gaviy V. M. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki gumoralnoi lanki sistemnogo imunitetu organizmu ljidini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of the humoral link of systemic immunity of the human] *Naukovi zapiski. Biologichni nauki (Niginskiy dergavniy universitet imeni Mikoli Gogolj) – Proceedings. Biological Sciences (Mykola Gogol Nizhyn State University)*. № 1-2. С. 113-123 [in Ukrainian].

18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. URL: <https://www.beckmancoulter.com/wsportal/techdocs?docname=B26364AB.pdf>.

19. Sobol E. V., Sheiko V. H. (2018) The state of cellular link of systemic immunity under influence of geochronoclimatic factors. *Naukoviy jurnal "Vianik problem biologii s medicini" – Scientific journal "Herald of Problems of Biology and Medicine"*. Poltava 2 (147) S. 387–389 [in Ukrainian].

20. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V., Sheiko V. I., Kovalenko O. V. (2018) Interconnection of the immune system and the intensity of the oxidative processes under conditions of prolonged exposure to small doses of radiation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9 (2). P. 167–176 [in English].

Sheiko V.

doctor of biological sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
interlycin@ukr.net
orcid.org/0000-0001-7932-4478

Kuchmenko O.

doctor of biological sciences, professor,
Head of the Department of Biology,
Nizhyn Mykola Gogol State University
kuchmeb@yahoo.com
orcid.org/0000-0002-3021-8583

Mkhitaryan L.

doctor of medical sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
laurasmkhitaryan@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2347-0107

Havii V.

candidate of biological sciences, associate professor,
Associate Professor of the Department of Biology
Nizhyn Mykola Gogol State University
gaviyv@gmail.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

DETERMINED INFLUENCE OF GEOCHRONOCLIMATIC FACTORS ON INDICATORS OF HUMAN SYSTEMIC IMMUNITY

The functional state of the body is regulated based on the activity of the nervous, endocrine and immune systems. Research in recent years has revealed that the immune system is not only an effector, it is able to take an active part in intercellular interaction due to the presence of a wide range of receptors and various ligands that ensure its influence and interaction with the nervous and endocrine systems. Various environmental factors have a pronounced effect on the functional activity of the immune system. The presence of a tripartite system of regulation of body functions expands general ideas about the formation of adaptive reactions. Physical and psycho-emotional factors are the source of the formation of adaptive reactions, which are a characteristic feature of modern society. Among the factors that cause adaptation reactions, geochronoclimatic factors should be noted, the appearance of these factors is due to technological development and the appearance of high-speed transport. It is high-speed transport that enables modern people to cover long distances in a short time and to move from one climatic, time and geographical zone to another.

The purpose of our study was to study the delayed impact of geochronoclimatic factors on indicators of systemic immunity in people who have traveled more than 6500 km. and crossed 6 time zones.

50 volunteers took part in the study and were divided into two groups: the first control group – 25 people, the second group exposed to geochronoclimatic factors – 25 people. The delayed impact of geochronoclimatic factors (7 days after the Kyiv- Peking flight) causes the maximum functional load on the cellular link of systemic immunity, which is accompanied by a decrease in T-lymphocytes due to T-helpers/inducers, the non-specific link of systemic immunity also has a functional load, which leads to reduction of non-specific resistance; the humoral link of systemic immunity is minimally affected by geochronoclimatic factors and forms a compensatory reaction to functional disorders in the non-specific and cellular link of systemic immunity.

Key words: geochronoclimatic factors, immunoresistance, systemic immunity, neutrophils, leukocytes, lymphocytes, T- and B-lymphocytes, immunoglobulins.

**Стаття до редакції надійшла 10.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 20.09.2024 року**