

УДК 612.122

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-1-2-113-123

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@gmai.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

**ВІДТЕРМІНОВАНИЙ ВПЛИВ ГЕОХРОНОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ
НА ПОКАЗНИКИ ГУМОРАЛЬНОЇ ЛАНКИ СИСТЕМНОГО ІМУНІТЕТУ
ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ**

Питання, що стосуються механізмів і закономірностей адаптації організму людини до різних умов середовища, є одними з найактуальніших у сучасній фізіології та медицині. Адаптація як загальна універсальна властивість живого організму, яка забезпечує його життєздатність і стійкість у мінливих умовах середовища, являє собою складний, багаторівневий процес адекватного пристосування функціональних і структурних елементів до чинників середовища, зокрема до клімату, географічної широти та довготи. Адаптаційні реакції формуються на тлі фізичного та психоемоційного перевантаження, які є характерною ознакою сучасного суспільства. Запуск адаптаційних механізмів та адаптаційних реакцій відбувається під одночасним впливом ендогенних та екзогенних факторів середовища, при цьому прояви адаптаційних реакцій накладаються одна на одну, що значно збільшує ризик розвитку патофізіологічних процесів та формування імунозалежних захворювань. Імунологічні дослідження з'ясували, що імунна система не лише забезпечує сталість генетичних показників організму, але й має вплив на показники гомеостазу через імунологічний нагляд за всіма морфо-функціональними складовими, що формують гомеостаз. Сучасне суспільство має велику кількість факторів, які впливають на діяльність імунної системи, серед цих факторів слід відмітити геохронокліматичні, їх поява зумовлена появою швидкісного транспорту, за допомогою якого людина долає великі відстані, перетинає декілька часових, географічних та кліматичних поясів.

Метою нашого дослідження стало вивчення відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів на показники гуморальної ланки системного імунітету у людей, що подолали понад 6500 км. та перетнули 6 часових поясів.

В дослідженні прийняло участь 50 волонтерів, які було розподілено на дві групи: перша контрольна – 25 осіб, друга що отримали вплив геохронокліматичних факторів – 25 осіб.

Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів (через 7 днів після перельоту Київ-Пекін) на гуморальну ланку системного імунітету характеризується поверненням абсолютної кількості В-лімфоцитів до контрольних та вихідних значень, сумарна концентрація IgM, IgG, IgA та концентрація окремих класів імуноглобулінів не змінюється в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, підвищенням імунопродукуючої активності В-лімфоцитів щодо синтезу IgG, IgA в порівнянні з вихідними та контрольними даними.

Ключові слова: геохронокліматичні фактори, гуморальна ланка системного імунітету, лейкоцити, лімфоцити, Т- та В-лімфоцити, імуноглобуліни, імунопродукуюча активність.

Вступ. Сучасне суспільство вважається інформаційно-кібернетичним, характерною ознакою такого суспільства є висока щільність інформаційних потоків, високий темп життя, здатність людини швидко долати великі відстані при цьому перетинаючи декілька годинних, кліматичних та географічних поясів, цю здатність забезпечують швидкісні транспортні засоби (літаки, гелікоптери, швидкісні потяги, автомобілі які рухаються по швидкісним автобанах). Всі згадані ознаки інформаційно-кібернетичного суспільства мають значний вплив на організм людини, а саме на реалізацію регуляторно-адаптаційних механізмів, які забезпечують життєдіяльність організму під впливом факторів інформаційно-кібернетичного суспільства.

Питання, що стосуються механізмів і закономірностей адаптації організму людини до різних умов середовища, є одними з найактуальніших у сучасній фізіології та медицині [4; 8; 12; 13].

Адаптація як загальна універсальна властивість живого організму, яка забезпечує його життєздатність і стійкість у мінливих умовах середовища, являє собою складний, багаторівневий процес адекватного пристосування функціональних і структурних елементів до чинників середовища, зокрема до клімату, географічної широти та довготи [8; 12].

Оптимальну життєдіяльність людського організму в умовах адаптації формують узгоджені реакції всіх функціональних систем організму. В процесі формування адаптаційних реакцій функціональні системи мають різну значимість, що обумовлено функціональними резервами кожної функціональної системи. Адаптаційні реакції формуються на тлі фізичних та психоемоційних перевантажень, які є характерною ознакою сучасного суспільства. Запуск адаптаційних механізмів та адаптаційних реакцій відбувається під одночасним впливом ендогенних та екзогенних факторів середовища, при цьому прояви адаптаційних реакцій накладаються один на одного, що значно збільшує ризик розвитку патофізіологічних процесів та формування імунозалежних захворювань [4; 8; 12; 13].

Імунна система одна із найскладніших систем людського організму. Імунна система – чутливо реагує на будь-які зміни в зовнішньому та внутрішньому середовищі. Імунологічні дослідження з'ясували, що імунна система не лише забезпечує сталість генетичних показників організму, але й має вплив на показники гомеостазу через імунологічний нагляд за всіма морфо-функціональними складовими, що формують гомеостаз. При порушеннях в діяльності будь-якої ланки імунної системи можуть формуватися різноманітні патологічні стани та патофізіологічні процеси, які формують ознаки захворювання [12; 13; 20].

Сучасне суспільство має велику кількість фактори, які впливають на діяльність імунної системи, серед цих факторів слід відмітити геохронокліматичні, їх поява зумовлена появою швидкісного транспорту, за допомогою якого людина долає великі відстані, перетинає декілька часових, географічних та кліматичних поясів.

В доступних для нас літературних джерелах міститься невелика кількість даних про вплив геохронокліматичних факторів на організм людини, а саме дані про стан системного імунітету та зміни в показниках нейродинамічних функцій людини. Так, науковий доробок Шейка В. І., Соболя Є. В., Весельського С. П. характеризує процеси термінової адаптації системного імунітету та нейродинамічних функцій: різнонаправлені зміни в показниках абсолютної кількості клітин лейкоцитарного ряду, що вказує на розбалансованість та функціональні порушення системного імунітету зниження захисних функцій неспецифічної та клітинної ланки імунітету, погіршення показників нейродинамічних функцій за рахунок збільшення латентних періодів сенсомоторних реакцій, погіршення функціональної рухливості нервових процесів, що сповільнює швидкість центральної обробки інформації [9; 10; 11; 14; 16; 17; 19].

Наукові дослідження Шейка В. І., Мхітарян Л. С. та Гавій В.М. характеризують відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на стан неспецифічної та клітинної ланки системного імунітету та зміни в нейродинамічних показниках: зменшення захисних реакцій неспецифічної ланки системного імунітету; максимальний вплив зазнають клітини CD4+, які є ключовими клітинами формування клітинної відповіді системного імунітету, а також зменшення вмісту CD3+ відбувається за рахунок CD4+; відновленням показників простої сенсомоторної реакції, функціональної рухливості нервових процесів, що вказує на відновлення швидкості центральної обробки інформації [2; 7; 15]

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

Матеріали та організація дослідження. В дослідженні прийняло участь 50 волонтерів, які було розподілено на дві групи: перша контрольна – 25 осіб, друга – учасники, на яких впливали геохронокліматичні фактори – 25 осіб. Всі волонтери були практично здорові люди, які не мали хронічних захворювань, віком від 25 років до 45 років. Волонтери були чоловічої та жіночої статі, співвідношення складало 48 % чоловіків та 52 % жінок. Дослідження осіб жіночої статі проводилось з урахуванням овуляційного циклу. 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 прилетіли 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. Пекін розташований в мусонному субтропічному кліматі, 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].

Імунний статус гуморальної ланки системного імунітету оцінювали стандартними методиками: проведення клінічного аналізу крові із встановленням лейкоцитарної формули; імунофенотипування лімфоцитів методами проточної цитофлюориметрії у реакціях із зв'язуванням моноклональних антитіл до антигенних детермінант CD3+ (загальні Т-лімфоцити), CD22+ (В-лімфоцити) [6]. 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 імуноферментним аналізом відповідно до методики. ELISA-аналіз проводили згідно методики [6]. 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 [6].

Дослідження показників периферійної крові в обох групах були проведені перед початком перельоту, а в другій групі відразу після перельоту та через 7 днів 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, лаб (Німеччина), розташованого в аеропорту «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; 5]. Всі волонтери дали письмову згоду на участь у дослідженні.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати нашого дослідження представлені в таблиці 1. Так, абсолютна та відносна кількість лейкоцитів, лімфоцитів, Т-лімфоцитів та В-лімфоцитів, концентрація імуноглобулінів всіх класів, продукуюча активність В-лімфоцитів в другій групі, яку визначали перед перельотом, не відрізнялися від таких показників контрольної групи.

Таблиця 1

Показники гуморальної ланки системного імунітету

Показники	Контрольна група (n=25) M±m	Друга група (n=25) M±m		
		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**^
Лімфоцити, ·10 ⁹ /л	2,3±0,15	2,27±0,15	2,54±0,11	1,95±0,12**^
Лімфоцити, %	28,4±0,16	28,7±0,16	32,6±0,21**	26,4±0,18**^
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

Продовження таблиці 1

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 $p < 0,05$.

В другій групі, відразу після перельоту, спостерігалась тенденція до зменшення загальної кількості лейкоцитів в порівнянні з вихідними та контрольними величинами на 1,3 % та 4 % відповідно. Абсолютна кількість лімфоцитів відразу після перельоту не мала достовірної різниці в порівнянні з вихідними та контрольними величинами, але при цьому спостерігалась тенденція до їх збільшення на 11,9 % та 10 % відповідно. Відносна кількість лімфоцитів в периферійній крові у волонтерів другої групи мала достовірну різницю, а саме збільшення в порівнянні з вихідними та контрольними показниками на 13,6 % та 14,8 % відповідно. Відносна та абсолютна кількість Т-лімфоцитів в периферійній крові волонтерів другої групи відразу після перельоту не мала достовірних змін. При цьому слід звернути увагу на тенденцію до збільшення абсолютної кількості Т-лімфоцитів у другій групі, відразу після перельоту, в порівнянні з вихідним та контрольними величинами на 12 % відповідно.

Абсолютна кількість В-лімфоцитів в другій групі відразу після перельоту мала достовірну різницю, а саме збільшення в порівнянні з контрольною та вихідною кількістю на 22 % та 25,8 % відповідно. Отримані результати вказують на функціональну готовність гуморальної ланки системного імунітету до імунної відповіді. Відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) відразу після перельоту у другій групі не мала достовірних відмінностей в порівнянні з контролем, але мала достовірне збільшення в порівнянні з вихідними показниками. Так, відразу після перельоту відносна кількість В-лімфоцитів (CD22+) була більшою в порівнянні з контрольними та вихідними даними на 8 % та 12 % відповідно. Виявлені зміни вказують на наявність процесу активації гуморальної ланки системного імунітету, саме В-лімфоцити (CD22+) трансформуються в антитіло-синтезуючі клітини, які синтезують імуноглобуліни. Слід звернути увагу, що відносна кількість CD22+ не мала достовірних змін в другій групі відразу після перельоту, що вказує на відсутність активації лімфопоезу даної субпопуляції лімфоцитів в червоному кістковому мозку. Тобто активація гуморальної ланки системного імунітету спирається на резерви CD22+, що містяться в периферійній крові.

Концентрація імуноглобуліні всіх класів (IgM, IgG, IgA) в крові волонтерів другої групи відразу після перельоту та через 7 днів після перельоту не мав достовірної

різниці в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, така ж закономірність спостерігалась в показниках сумарного вмісту концентрації імуноглобулінів всіх класів.

Імунопродукуюча активність В-лімфоцитів, як загальна, так і по окремим імуноглобулінам, відразу після перельоту у волонтерів другої групи мала достовірне зменшення, що вказує на функціональне пригнічення гуморальної ланки системного імунітету. Так, загальна імунопродукуюча активність В-лімфоцитів була меншою в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 17,7 % та 19,5 % відповідно. Імунопродукуюча активність В-лімфоцитів відносно IgM, IgG, IgA була меншою в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 21,25 % та 19,23 % (IgM), 17,3 % та 19,6 % (IgG), 18,32 % та 19,2 % (IgA) відповідно.

Таким чином, відразу після перельоту у волонтерів другої групи спостерігається достовірне збільшення В-лімфоцитів, яке супроводжується зменшенням імунопродукуючої активності відповідно всіх класів імуноглобулінів. Отримані результати вказують на початок формування імунної відповіді гуморальною ланкою системного імунітету.

Результати наших досліджень перевершують з результатами досліджень Шейка В. І. та Соболя Є. В. [6; 7; 8; 9; 10].

Через 7 діб після перельоту в другій групі абсолютна кількість лейкоцитів мала достовірне зменшення в порівнянні з вихідними та контрольними величинами, була меншою на 6 % та 8,9 % відповідно. Слід звернути увагу, що через 7 діб після перельоту абсолютне число лейкоцитів було достовірно меншим в порівнянні з кількістю лейкоцитів відразу після перельоту на 5 % відповідно.

Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів на кількість лейкоцитів має негативний характер, тобто спостерігається зменшення кількості лейкоцитів.

Абсолютна та відносна кількість лімфоцитів у другій групі через 7 діб після перельоту мала достовірне зменшення в порівнянні з вихідними та контрольними значеннями на 14 % та 15,2 %, 8 % та 7 % відповідно.

Зазначені зміни в кількісних характеристиках клітин лімфоїдного ряду вказують на зменшення циркулюючого пулу лімфоцитів, що, можливо, обумовлене збільшенням маргінального пулу або міграцію клітин даного ряду із кров'яного русла в тканини.

Такі зміни в кількісних характеристиках клітин лімфоїдного ряду вказує на зменшення циркулюючого пулу лімфоцитів, що можливо зумовлено збільшенням маргінального пулу лімфоцитів та лейкоцитів.

Загальна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) через 7 діб після перельоту в другій групі мала достовірне зменшення абсолютної кількості в порівнянні з вихідними та контрольними значеннями на 12 % відповідно. Абсолютна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) через 7 діб після перельоту була достовірно меншою в порівнянні з показниками відразу після перельоту на 23 %. Відносна кількість Т-лімфоцитів (CD3+) не мала достовірних змін в порівнянні з вихідними, контрольними та відразу після перельоту.

Через 7 днів після перельоту абсолютна кількість В-лімфоцитів у волонтерів другої групи не відрізнялась від контрольних та вихідних значень. Порівнюючи абсолютну кількість В-лімфоцитів відразу після перельоту з абсолютною кількістю В-лімфоцитів через 7 діб спостерігаємо достовірне зменшення В-лімфоцитів до показників контролю та вихідних значень.

Відносна кількість CD22+ через 7 діб після перельоту була достовірно більшою в порівнянні з вихідними та контрольними показниками на 14,2 % та 10 % відповідно. Порівнюючи зміни відносних характеристик В-лімфоцитів відразу після перельоту та через 7 діб, нами не було виявлено достовірних змін.

Таким чином, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів через 7 днів після перельоту на абсолютні та відносні показники В-лімфоцитів (CD22+) характеризується формуванням компенсаторних механізмів гуморальної ланки системного імунітету.

Через 7 днів після перельоту імунопродукуюча активність В-лімфоцитів, як загальна, так і по IgG, IgA, мала достовірне збільшення в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, що вказує на активацію гуморальної ланки системного імунітету. Так, загальна імунопродукуюча активність В-лімфоцитів була більшою в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 7,5 % та 5,2 % відповідно. Імунопродукуюча активність В-лімфоцитів відносно IgG, IgA була більшою через 7 днів після перельоту в порівнянні з контрольними та вихідними показниками на 6,8 % та 4,3 % (IgG), 19,9 % та 18,6 % (IgA) відповідно. А імунопродукуюча активність В-лімфоцитів через 7 днів після перельоту по відношенню до IgM не мала достовірної різниці по відношенню до контрольними та вихідними показниками.

Отже, відтермінований вплив геохронокліматичних факторів, через 7 днів після перельоту, викликає підвищення імунопродукуючої активності В-лімфоцитів по відношенню до IgG, IgA, що вказує на підвищення функціональної готовності гуморальної ланки системного імунітету до формування імунних реакцій.

Висновки. Відтермінований вплив геохронокліматичних факторів (через 7 днів після перельоту Київ-Пекін) на гуморальну ланку системного імунітету характеризується поверненням абсолютної кількості В-лімфоцитів до контрольних та вихідних значень, сумарна концентрація IgM, IgG, IgA та концентрація окремих класів імуноглобулінів не змінюється в порівнянні з контрольними та вихідними показниками, підвищенням імунопродукуючої активності В-лімфоцитів щодо синтезу IgG, IgA в порівнянні з вихідними та контрольними даними.

Таким чином, гуморальна ланка системного імунітету зазнає незначного відтермінованого впливу геохронокліматичних факторів, що підтверджується стабільністю концентрації імуноглобулінів всіх класів та стабільною абсолютною кількістю В-лімфоцитів, але при цьому виявлена зростання імунопродукуючої активності В-лімфоцитів.

Література

1. Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу wikipedia.org/wiki/Київ; wikipedia.org/wiki/Пекін. (дата звернення: 08.05.2024).
2. Гавій В. М. Ввідтермінований 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». [Інтернет]. Документ 990_005, редакція від 01.10.2008. Доступно на: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення 08.05.2024).
4. Гуніна Л. М., Шейко В. І., Головащенко Р. В., Сладкевич В. К., Серветник А. В. Деякі аспекти механізмів виникнення та корекції функціональної анемії спортсменів. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. 2015. 129 (1), С. 68-73.*
5. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук [Інтернет]. 2005 жов 19; 12 с. Доступно на: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. (дата звернення: 08.05.2024).
6. Клінічна лабораторна діагностика. Лаповець Л. Є., Лебедь Г. Б., Ястремська О. О. та ін.; за ред. Лоповець Л. Є. 2-е вид. стер. «Медицина», 2021. 472с.
7. Мхиторян 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. Соболев Є. В., Шейко В. І. Геохронокліматичні фактори та їх можливі наслідки у сучасному суспільстві // Актуальні питання біології та медицини: матеріали Всеукраїнської наукової конференції. СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2017. С. 107.
10. Соболев 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. Соболев Є. В., Шейко В. І. Стан показників неспецифічної та клітинної ланок системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів // Міжнародна наукова конференція "Сьогоднішня біологічна наука". СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2018. С. 43.
12. Філімонов В. І., Маракушин Д. І., Тарасова К. В. Клінічна фізіологія: підручник. Київ : «Медицина», 2022. 776 с.
13. 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, СГД Резніков В. С., 2013. 112с.
14. Шейко В. І. Вплив геохронокліматичних факторів на показники нейродинамічних функцій // *Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*. London, Great Britain, 2024. p. 51-53.
15. 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.*
16. 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.
17. Шейко В. І., Соболев Є. В. Показники гуморальної ланки системного імунітету під впливом геохронокліматичних факторів. // III Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні інновації" Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя. Ніжин, 2018. С. 113-114.
18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. Available from: <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". Полтава, 2018, випуск 4 том 2 (147) p. 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. Wikipedij [Wikipedia] [Elektroni resurs] – Regim dostupu [Access mode] [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 vpliv geochronoklimatichnih 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 USA].*
3. Gelsinska dtklaracij Vsesvitnoi medichnoi asociacii (2008). «Etichni principii medichnih doslidgen za uchastj lydini u ykosti obekta doslidgen» ["Ethical principles of medical research

involving a person as a research object"] document 990_005. dostup https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005 [in Ukrainian].

4. Gunina L. M., Sheiko V. I., Golovashenko R. V., Sladktvich V. K., Servetnik A. V. (2015) Dejki fsppekti mehanizmv viniknennj ta korekcij funkcionalnoii anemii sporsmeniv [Some aspects of the mechanisms of occurrence and correction of functional anemia in athletes]. Visnik Chernigovskogo nacionalnogo pedagogichnogo universitetu. Serij: Pedagogichni nauki. fizichne vihovannj ta sport – Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University. Series: Pedagogical sciences. Physical education and sports. 129 (1), S. 68-73. [in Ukrainian].

5. Zagalna deklaracij pro bioetiku ta prava lydini (2005). [General Declaration on Bioethics and Human Rights]. Organizacij Obednanih Nacii z pitan osviti, nauki i kulturi: viddil etiki nauki i tehnologii: stktor socialnih i gumanitarnih nauk. Dostup: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf> [in Ukrainian].

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

7. Mhitorjn L. S. (2024) Vidterminovaniy vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki ntsptcifichnogo lanki sistemnogo imunitetu lydini [Delayed influence of geochronoclimatic factors on indicators of non-specific link of human systemic immunity]. 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. 198-205. [in USA].

8. Poruchinska T. F., Pasichnjak I. F., Poruchinskii A. I. (2021) Ekologichna fiziologiy [Environmental physiology] Luck. Volinskii nacijnalnii univrsitet smeni Lesi Ukrainki – Volyn National University named after Lesya Ukrainka. 272c. [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 konferencii, «Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2018», V. 8 Przemysl: Nauka i studia. P. 97-100. [in Poland].

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 konferencii "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. 776s. [in Ukrainian].

13. Flegontova V. V., Sheiko V. I., Jsko G. V., Linnichenko O. P., Morfuncov V. V., Licoeva N. (2013) Metabolichni, imunni ta gematologichni zmieni u sporsmeniv 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] Lugansk, SPD Reznikov – Luhansk, SPD Reznikov V.S., 112s. [in Ukrainian].

14. Sheiko V. I. (2024) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na pokazniki nejrodynamicnih funcij [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 UK].

15. 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]. 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. S. 206-214. [in USA].

16. Sheiko V. I., Veselsrii S. P. (2023) Vpliv geohronoklimatichnih faktoriv na stan nejrodynamicimichnih 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. C.34-40. [in Ukrainian].

17. 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] mignarodna naukovo-praktichna kjnferencij "Suchasni problem prirodnicnih nauk: teorij, praktika, osviti innovacii"- International scientific and practical conference "Modern problems of natural sciences: theory, practice, educational innovations" Nizhyn S. 113-114. [in Ukrainian].

18. AQUIOS Tetra Software System Guide. PN B26364AB. Beckman Coulter Ireland Inc [Internet]. 2015 Apr. Available from: <https://www.beckmancoulter.com/wsrportal/-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, V. 9 № 2. p. 167-176. [in Ukrainian].

Sheiko V.

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

Kuchmenko O.

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

Mkhitaryan L.

doctor of medical sciences, professor,
Professor of the Department of Biology
Mykola Gogol Nizhyn 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
Mykola Gogol Nizhyn State University
gaviyv@gmai.com
orcid.org/0000-0002-2804-0456

THE TERM INFLUENCE OF GEOCHRONOCLIMATIC FACTORS ON THE INDICATORS OF THE HUMORAL LINK OF THE SESEMIC IMMUNITY OF HUMAN ORGPNISM

Issues related to the mechanisms and patterns of adaptation of the human body to various environmental conditions are among the most relevant in modern physiology and medicine. Adaptation as a general universal property of a living organism, which ensures its viability and stability in changing environmental conditions, is a complex, multi-level process of adequate adaptation of functional and structural elements to environmental factors, in particular to climate, geographical latitude and longitude. Adaptation reactions are formed against the background of physical and psycho-emotional overloads, which are a characteristic feature of modern society. The launch of adaptation mechanisms and adaptation reactions occurs under the simultaneous influence of endogenous and exogenous environmental factors, while the manifestations of adaptation reactions are superimposed on each other, which significantly increases the risk of the development of pathophysiological processes and the formation of immune-dependent diseases. Immunological studies have revealed that the immune system not only ensures the stability of the body's genetic indicators, but also has an impact on homeostasis indicators through immunological supervision of all morpho-functional components that form homeostasis.

Modern society has a large number of factors that affect the activity of the immune system, among these factors, geochronoclimatic factors should be noted, their appearance is due to the appearance of high-speed transport, with the help of which a person covers long distances, crosses several time, geographical and climatic zones.

The purpose of our study was to study the delayed impact of geochronoclimatic factors on indicators of the humoral link of systemic immunity in people who 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-Beijing flight) on the humoral link of systemic immunity is characterized by the return of the absolute number of B-lymphocytes to the control and initial values, the total concentration of IgM, IgG, IgA and the concentration of individual immunoglobulin classes does not change compared to the control and initial indicators, an increase in the immuno-producing activity of B-lymphocytes in relation to the synthesis of IgG, IgA in comparison with the initial and control data.

Key words: geochronoclimatic factors, humoral link of systemic immunity, leukocytes, lymphocytes, T- and B-lymphocytes, immunoglobulins, immuno-producing activity.

**Стаття до редакції надійшла 03.06.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 21.06.2024 року**