

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-11-75-149>

УДК 612.017.1:612.8.05

Бабенко А.С., Соколенко Ю.В.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ТА ПОКАЗНИКІВ ЛЕЙКОЦИТАРНОЇ ФОРМУЛИ

Анотація. Проаналізовано показники лейкоцитарної формули та оцінено функціональний стан центральної нервової системи (рухливість, силу та урівноваженість нервових процесів) у 23-х студентів Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Дослідження проводились у весняний період, за умов відсутності посиленого емоційного навантаження. Статистичний аналіз показав, що певну роль у формуванні показників лейкоцитарної формули відіграла рухливість нервових процесів. У осіб з низькою рухливістю окремі показники лейкограми вийшли за межі гомеостатичної норми, відносна і абсолютна кількість лімфоцитів та базофілів значимо нижча, а відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів – значимо вища, ніж в осіб з високою рухливістю нервових процесів. У обстежених зі слабким типом нервових процесів кількість лімфоцитів значимо нижча, ніж в осіб з сильним типом. Між підгрупами з різною урівноваженістю нервових процесів відсутня статистично значима різниця за всіма аналізованими показниками лейкоцитарної формули.

Ключові слова: лейкоцитарна формула, нервова система, рухливість нервової системи, сила нервової системи, урівноваженість нервової системи.

Babenko Anna, Sokolenko Yuliana

Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University

INTERCONNECTION BETWEEN A FUNCTIONAL CONDITION OF A NERVOUS SYSTEM AND INDICATORS OF A LEUKOCYTE FORMULA

Summary. We analyzed indicators of leukocyte formula and evaluated a functional condition of the central nervous system of 23 students who were studying at Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. It was established that persons with low mobility of nervous processes had a higher number of indicators of leukogram that output beyond the limits of homeostatic norm than in those with high mobility of nerve processes. The strength and balance of the nerve processes played a smaller role in the variation of the output beyond the norm of the indicators of leukogram than the mobility of the nervous processes. The relative and absolute numbers of lymphocytes in people with low motility of nerve processes were significantly lower; the relative number of segmental neutrophils was significantly higher, the relative and absolute number of basophils was significantly lower than in people with high mobility of nerve processes. The number of lymphocytes examined in the weak type of nerve processes was significantly lower than in those with a strong type of nerve processes. In the students with different balance of nerve processes there were no statistically significant difference in all analyzed parameters of the leukocyte formula. Over all, the statistical analysis showed the presence of the greatest number of differences in the indicators of leukogram in people with different mobility of nerve processes. Mobility of the nervous processes shows the ability to change behaviour depending on the environment, quickly moves from one action to another, from the passive condition to the active and vice versa. The strength of the nervous processes reflected less on the variability of the indicators of the leukogram. This indicator determines efficiency and it appears primarily by functional endurance. That is the ability to withstand long or short-term, but strong excitement. In our case, such stimuli were absent. Perhaps this factor would have a greater influence on the immune system for conditions of intense emotional stress or physical activity.

Keywords: leukocyte formula, nervous system, mobility of nervous processes, strength of the nervous processes, balance of nerve processes.

Постановка проблеми. Останнім часом дедалі актуальнішим стає питання здоров'я молодих людей в Україні, обговорюється можливість покращення їхнього психофізіологічного стану [1]. Як особливу групу ризику вказують когорту студентів, особливо, під час адаптації до процесів навчання, коли посилюється вплив стресових факторів [2]. Стан здоров'я, у той же час, визначається станом імунної системи. Окрім емоційного стресу, на показники різних ланок імунної системи студентів можуть впливати фізичні навантаження [3], несприятливі екологічні умови проживання, зокрема, радіаційне забруднення території [4; 5; 6]. Вказується, що

у чутливості до екстремальних факторів важлива роль належить типологічним властивостям нервової системи [7]. Відповідно, важливими є дослідження взаємозв'язків між параметрами нервової та імунної систем, як маркерів ефективності адаптаційних процесів у студентів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Діяльність нервової та імунної систем тісно пов'язані між собою і взаємно контролюють-ся численними медіаторами як у здорового, так і у хворого організму. Причому, такий зв'язок може бути опосередкованим, зокрема, через мікробіоту організму [8; 9]. Одним з важливих показників нервової системи є вища нервова ді-

ьяльність (ВНД). Основним у вченні про вищу нервову діяльність вважають розуміння єдності організму та середовища, на основі яких формується певна поведінка організму [10]. Феномен типологічних особливостей ВНД продовжує досліджуватися і у наш час, проте, переважно у країнах пострадянського простору. Сучасними завданнями фізіології вищої нервової діяльності вказують вивчення процесів, що відбуваються у головному мозку, фізіологічних основ мислення, пам'яті, сну, емоцій, мотивацій і другої сигнальної системи [11]. Враховуючи участь типології ВНД у чутливості до стресових чинників, а також значну залежність показників імунної системи від стресів різної природи [9; 12], логічно передбачити імовірність зв'язку між певними факторами вищої нервової діяльності та імунної відповіді. Проте, у літературі наявні дані щодо таких залежностей лише у сільськогосподарських тварин [13].

Мета статті. Метою статті є з'ясування особливостей показників лейкоцитарної формули в осіб з різним функціональним станом нервової системи.

Виклад основного матеріалу. У дослідженні брали участь 23 особи, які проживали на території міста Черкаси або ж приїхали на навчання з відносно екологічно чистих регіонів Черкаської області. Учасникам на момент експерименту було від 19-ти років до 21-го року, всі були студентами 3-4 курсу ННІ природничих та аграрних наук Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Згідно медичних карт обстежених, вони не мали гострих чи (та) хронічних захворювань.

Для досягнення мети використовували метод оцінки лейкоцитарної формули шляхом фарбування кров'яного мазка барвником Романовського за методикою Паппенгейма. Визначили загальне число лейкоцитів, відносне та абсолютне число лімфоцитів, моноцитів, паличкоядерних і сегментоядерних нейтрофілів, еозинофілів, базофілів. Оцінку функціонального стану нервових процесів проводили за допомогою коректурного методу (оцінка рухливості), «тепінг-тесту» (оцінка сили) та методики відновлення амплітуди рухів без участі зору за Є.П. Ільїним (оцінка урівноваженості). Статистичну обробку результатів дослідження (оцінку відмінностей в підгрупах за t-критерієм Стьюдента) проводили з використанням програми Microsoft Excel.

Обстеження проходило в період відсутності додаткового психоемоційного навантаження (екзаменів, заліків, контрольних), у стані відносного спокою – для уникнення зайвого фактору впливу на дані експерименту. Перед проведенням дослідження учасникам робили детальний інструктаж.

Загалом, результати оцінки лейкограми показали, що більшість її показників у обстежених знаходяться у межах норми.

Отримані результати порівнювалися між собою у трьох повторах: група обстежених поділялася за показниками властивостей нервової системи – рухливістю нервових процесів (висока, низька), силою нервових процесів (сильний, слабкий) та урівноваженістю нервових процесів (врівноважений, нерівноважений).

Оцінка показників в осіб з різною рухливістю нервових процесів показала, що в осіб з низькою рухливістю відносна кількість лімфоцитів перебувала на верхній межі норми; відносна і абсолютна кількість паличкоядерних нейтрофілів та базофілів вийшла за верхню межу норми, а відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів була нижчою від норми. У осіб з низькою рухливістю нервових процесів абсолютна кількість лімфоцитів перебувала на нижній межі норми; відносна і абсолютна кількість паличкоядерних нейтрофілів вийшла за верхню межу норми, а відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів вийшла за нижню межу норми. Відносна кількість базофілів вийшла за верхню межу норми (табл. 1).

Як видно з результатів, більша кількість показників лейкоцитарної формули виходить за межі гомеостатичних значень саме у групи учасників з низькою рухливістю нервових процесів. Можна припустити, що вихід за межі норми в обох групах обумовлювався проведенням дослідження навесні, коли у середовищі потенційно наявна велика кількість алергенів. Але такі результати можуть також залежати від рухливості нервових процесів, що було перевірено надалі шляхом статистичного аналізу.

Проаналізували групи обстежених, розділених за ознакою сили нервових процесів. Дослідження лейкоцитарної формули показало, що відносна і абсолютна кількість паличкоядерних нейтрофілів та базофілів вийшла за верхню межу норми, а відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів вийшла за нижню межу норми і в групі людей з сильним типом нервових процесів, і зі слабким (табл. 1). Отже, рухливість нервових процесів відіграла більшу роль у варіативності виходу за межі норми, ніж сила нервових процесів.

Останньою аналізували групу осіб з різною врівноваженістю нервових процесів. Встановлено, що у обстежених з різною урівноваженістю нервової системи відносна і абсолютна кількість паличкоядерних нейтрофілів та базофілів вийшла за верхню межу норми, а відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів вийшла за нижню межу норми (табл. 1). Отже, врівноваженість нервових процесів, як і сила, відіграє меншу роль у варіативності виходу за межі норми лейкоцитарної формули, ніж рухливість нервових процесів.

Провели статистичну обробку результатів. Аналіз показав, що у осіб з низькою рухливістю нервових процесів відносна і абсолютна кількість лімфоцитів значимо нижча, ніж в осіб з високою рухливістю нервових процесів ($p < 0,01$). Відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів у осіб з низькою рухливістю нервових процесів значимо вища, ніж в осіб з високою рухливістю нервових процесів ($p < 0,05$). У осіб з низькою рухливістю нервових процесів відносна і абсолютна кількість базофілів значимо нижча, ніж в осіб з високою рухливістю нервових процесів ($p < 0,05$) (табл. 1).

Порівняння показників лейкограми у осіб з різною силою нервових процесів показало, що в обстежених зі слабким типом нервових процесів кількість лімфоцитів значимо нижча, ніж в осіб із сильним типом нервових процесів ($p < 0,05$) (табл. 1).

**Показники лейкоцитарної формули у студентів
з різними особливостями вищої нервової діяльності**

Показники	Рухливість нервових процесів		Сила нервових процесів		Урівноваженість нервових процесів	
	Висока n=10	Низька n=13	Сильний n=9	Слабкий n=14	Врівноважений n=7	Неврівноважений n=16
Лейкоцити, $\times 10^9/\text{л}$	6,59±0,370	6,11±0,270	6,10±0,282	6,46±0,320#	6,14±0,377	6,40±0,27
Лімфоцити, %	39,70±1,938	28,38±1,342**	38,11±2,458	30,21±1,764	35,29±2,542	32,44±2,074
Лімфоцити, $\times 10^9/\text{л}$	2,61±0,167	1,72±0,083**	2,34±0,195	1,95±0,158	2,19±0,245	2,07±0,151
Моноцити, %	6,10±1,516	7,92±1,708	6,78±1,570	7,36±1,659	9,43±2,379	6,13±1,274
Моноцити, $\times 10^9/\text{л}$	0,41±0,109	0,48±0,104	0,43±0,113	0,46±0,101	0,59±0,161	0,39±0,080
Нейтрофіли сегм., %	40,20±2,666	50,31±2,777*	42,22±2,197	48,29±3,206	42,29±3,122	47,50±2,797
Нейтрофіли сегм., $\times 10^9/\text{л}$	2,61±0,195	3,09±0,255	2,55±0,133	3,09±0,257	2,55±0,154	3,02±0,231
Нейтрофіли пал., %	9,10±1,716	9,23±1,915	9,44±1,226	9,00±2,000	9,71±1,769	8,94±1,711
Нейтрофіли пал., $\times 10^9/\text{л}$	0,63±0,144	0,56±0,122	0,58±0,093	0,60±0,140	0,61±0,131	0,58±0,121
Еозинофіли, %	2,40±0,833	2,85±0,629	1,56±0,294	3,36±0,746	1,57±0,297	3,13±0,676
Еозинофіли, $\times 10^9/\text{л}$	0,17±0,069	0,18±0,045	0,09±0,017	0,23±0,059	0,10±0,020	0,21±0,053
Базофіли, %	2,50±0,453	1,31±0,263*	1,89±0,351	1,79±0,395	1,71±0,474	1,88±0,340
Базофіли, $\times 10^9/\text{л}$	1,31±0,263	0,08±0,016*	0,11±0,020	0,12±0,030	0,10±0,027	0,12±0,026

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ для рухливості нервових процесів

– $p < 0,01$ для сили нервових процесів

При обробці даних у групі обстежених з різною урівноваженістю нервових процесів виявилося, що статистично значима різниця відсутня за всіма аналізованими показниками (табл. 1).

Статистичний аналіз довів, що рухливість нервових процесів має найбільший вплив на показники лейкограми. Рухливість нервових процесів характеризується здатністю модифікувати поведінку при зміні умов середовища, швидко швидко змінювати діяльність, переходити від пасивного стану до активного чи навпаки [14]. Можливо, достовірно вища відносна та абсолютна кількість базофілів у обстежених з високою рухливістю нервових процесів зумовлена швидким реагуванням даних факторів на зростання концентрації алергенів у весняний період. Підвищений вміст лімфоцитів у осіб із високою рухливістю нервових процесів може зумовлюватись підвищеною концентрацією на цих клітинах імунної системи «лімфоїдних синапсів» – рецепторів, відповідальних за сприйняття нейромедіаторів. Нейромедіатори й нейропептиди досягають органів імунної системи за допомогою аксоплазматичного транспорту, тобто через симпатичну і парасимпатичну іннервацію [15]. Відомо, що існує тісний двобічний зв'язок між центральною нервовою та імунною системами, адже сигнали від обох систем можуть мати збудливий або гальмуючий характер, про що свідчать анатомічні, фізіологічні, а також фармакологічні свідчення [16].

Варто також згадати, що центральна нервова система впливає на імунну відповідь за допомогою великої кількості гормонів, перебуваючи при цьому під контролем гіпоталамо-гіпофізар-

но-надниркової системи [8; 17]. Рівень гормонів зазвичай тісно корелює із рухливістю нервових процесів, що також пояснює значний ступінь впливу цього фактора на показники лейкограми.

Наступний фактор – сила нервових процесів – відобразився менше на варіативності показників лейкограми. Сила нервових процесів зумовлює певну працездатність і характеризується функціональною витривалістю. Відповідно, від сили нервових процесів залежить здатність витримувати різні за тривалістю, але значні за вираженістю збудження [14]. Даний фактор був відсутній на час дослідження, з чого можна зробити висновок, що сила нервових процесів могла б мати більший вплив на імунну систему, якби були сформовані умови фізичних чи психоемоційних навантажень.

Останній фактор – урівноваженість нервових процесів – характеризує баланс між процесами збудження та гальмування [14]. Ця ознака не спричинювала істотного впливу на варіативність показників лейкограми. Можливо, це зумовлено великою варіативністю реалізації даної властивості залежно від типу впливу, його тривалості та інтенсивності.

Висновок. Рухливість нервових процесів чинить найбільший вплив на показники лейкоцитарної формули, тоді як сила та урівноваженість нервових процесів відіграють меншу роль у варіативності значень лейкограми. Для оптимальної оцінки взаємозв'язків між показниками імунної системи та типологічними особливостями вищої нервової діяльності бажано провести повторні дослідження за умов стресових впливів із більшою кількістю обстежених.

Список літератури:

1. Вакулєнко О.В. Сучасні аспекти формування здорового способу життя в Україні та світі. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Соціальна робота. Соціальна педагогіка* : збірник наукових праць. 2016. № 11(21). С. 114–121.
2. Коровіна Л.Д., Запорожець Т.М. Кореляційні зв'язки показників стану вегетативної нервової системи та психоемоційних показників у студентів-медиків молодших курсів. *Вісник проблем біології і медицини*. 2016. № 1(1). С. 400–402.

3. Соколенко В.Л., Соколенко С.В., Швед Н.В. Аналіз показників клітинної ланки імунітету, як критерій оцінки адекватності отриманих навантажень на заняттях фізичним вихованням у ВНЗ. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2009. № 7. С. 172–175.
4. Sokolenko V.L., Sokolenko S.V. Leukogram indicators in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Cherkassy University*. 2010. № 180. P. 112–116.
5. Sokolenko V.L., Sokolenko S.V. Indicators of T-cell immunity in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Luhansk State University. Biomed Sci*. 2012. № 9. P. 128–133.
6. Соколенко В.Л., Соколенко С.В. Динаміка показників гуморального імунітету у населення радіаційно забруднених територій. *Молодий вчений*. 2015. № 9(24). С. 15–20.
7. Kozina Z.L., Iermakov S.S. Analysis of students' nervous system's typological properties, in aspect of response to extreme situation, with the help of multi-dimensional analysis. *Physical education of students*. 2015. № 19(3). P. 10–19.
8. Ader R., Felten D.L., Cohen N. *Psychoneuroimmunology*, third ed. Academic Press, San Diego, 2001.
9. Fung T.C., Olson C.A., Hsiao E.Y. Interactions between the microbiota, immune and nervous systems in health and disease. *Nature neuroscience*. 2017. № 20(2). P. 145.
10. Максименко С.Д. Теорія вищої нервової діяльності І.П. Павлова. *Проблеми сучасної психології*. 2017. № 38. С. 7–17.
11. Годун Н.І., Миздренко О.М. Становлення наукових знань у галузі фізіології вищої нервової діяльності. *Наукові записки з української історії*. 2019. № 45. С. 150–159.
12. 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. № 9(2). P. 167–176.
13. Oliphint R.A. Evaluation of the inter-relationships of temperament, stress responsiveness and immune function in beef calves (Doctoral dissertation, Texas A&M University). 2006.
14. Іонов І.А. та ін. *Фізіологія вищої нервової діяльності ВНД: навчальний посібник*. Харків: ФОП Петров В.В., 2017. 143 с.
15. Donnadieu E., Revy P., Trautmann, A. Imaging T-cell antigen recognition and comparing immunological and neuronal synapses. *Immunology*. 2001. V. 103(4). P. 417–425.
16. Masek K., Slansky J., Petrovicky P., Hadden J. Neuroendocrine immune interactions in health and disease. *International Immunopharmacology*. 2003. V. 3. P. 1235–1246.
17. Попович І.Л. Концепція нейроендокринно-імунного комплексу (обзор). *Медицина гідрологія та реабілітація*. 2009. № 3. С. 9–18.

References:

1. Vakulenko, O.V. (2016). Suchasni aspekty formuvannia zdorovoho sposobu zhyttia v Ukraini ta sviti [Modern aspects of healthy lifestyle formation in Ukraine and in the world] *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Sotsialna robota. Sotsialna pedahohika: zbirnyk naukovykh prats* [Scientific journal of the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanov. Social work. Social pedagogy: a collection of scientific works], 11(21), 114–121.
2. Korovina, L.D., & Zaporozhets, T.M. (2016). Koreliatsiini зв'язky pokaznykiv stanu vehetatyvnoi nervovoi systemy ta psykhoemotsiinykh pokaznykiv u studentiv-medykiv molodshykh kursiv [Correlative relationships between autonomic nervous system and psycho-emotional indicators in junior medical students]. *Herald of problems of biology and medicine*, 1(1), 400–402.
3. Sokolenko, V.L., Sokolenko, S.V., & Shved, N.V. (2009). Analiz pokaznykiv klitynnoi lanky imunitetu, yak kryterii otsinky adekvatnosti otrymanykh navantazhen na zaniattakh fizychnym vykhovanniam u VNZ [Analysis of indicators of the cellular level of immunity as a criterion for assessing the adequacy of the obtained loads in physical education classes at universities]. *Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sport*, 7, 172–175.
4. Sokolenko, V.L., & Sokolenko, S.V. (2010). Leukogram indicators in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Cherkassy University*, 180, 112–116.
5. Sokolenko, V.L., & Sokolenko, S.V. (2012). Indicators of T-cell immunity in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Luhansk State University. Biomed Sci*, 9, 128–133.
6. Sokolenko, V.L., & Sokolenko, S.V. (2015). Dynamika pokaznykiv humoralnoho imunitetu u naseleння radiatsiino zabrudnennykh terytorii [Dynamics of indicators of humoral immunity in the population of radiation contaminated territories]. *Young scientist*, 9(24), 15–20.
7. Kozina, Z.L., & Iermakov, S.S. (2015). Analysis of students' nervous system's typological properties, in aspect of response to extreme situation, with the help of multi-dimensional analysis. *Physical education of students*, 19(3), 10–19.
8. Ader, R., Felten, D.L., & Cohen, N. (2001). *Psychoneuroimmunology*, third ed. Academic Press, San Diego.
9. Fung, T.C., Olson, C.A., & Hsiao, E.Y. (2017). Interactions between the microbiota, immune and nervous systems in health and disease. *Nature neuroscience*, 20(2), 145.
10. Maksimenko, S.D. (2017). Teoriia vyshchoi nervovoi diialnosti I.P. Pavlova [The theory of higher nervous activity of I.P. Pavlov]. *Problems of modern psychology*, 38, 7–17.
11. Hodun, N.I., & Myzdrenko, O.M. (2019). Stanovlennia naukovykh znan u haluzi fiziologii vyshchoi nervovoi diialnosti [Formation of scientific knowledge in the field of physiology of higher nervous activity]. *Scientific notes on Ukrainian history*, 45, 150–159.
12. 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), 167–176.
13. Oliphint, R.A. (2006). Evaluation of the inter-relationships of temperament, stress responsiveness and immune function in beef calves (Doctoral dissertation, Texas A&M University).
14. Ionov I.A., et al. (2017). *Fiziologhiia vyshchoi nervovoi diialnosti (VND): navchalnyi posibnyk* [Physiology of Higher Nervous Activity (HNA): Textbook]. Kharkiv.
15. Donnadieu, E., Revy, P., & Trautmann, A. (2001). Imaging T-cell antigen recognition and comparing immunological and neuronal synapses. *Immunology*, 103(4), 417–425.
16. Mašek, K., Slánský, J., Petrovický, P., & Hadden, J.W. (2003). Neuroendocrine immune interactions in health and disease. *International immunopharmacology*, 3(8), 1235–1246.
17. Popovich, Y.L. (2009). Kontsepsiya neyroendokrinno-immunnoho kompleksa (obzor) [The concept of the neuro-endocrine-immune complex (overview)]. *Medychna hidrohohiia ta rehabilitsiia* [Medical hydrology and rehabilitation], 3, 9–18.