

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Колесник Юлія Іванівна

УДК 612.017+612.821]:617.753.2(043.5) К60

ДИСЕРТАЦІЯ

**СТАН СИСТЕМНОГО ІМУНІТЕТУ ТА
ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ В УМОВАХ
НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ РІЗНОГО СТУПЕНЯ**

Спеціальність 091 – Біологія

Галузь знань 09 – Біологія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Колесник Юлія Іванівна

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор **Шейко Віталій Ілліч**

Суми – 2021

АНОТАЦІЯ

Колесник Ю. І. Стан системного імунітету та психофізіологічних функцій в умовах набутої короткозорості різного ступеня. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія. – Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка МОН України, Суми, 2021.

Дисертація присвячена комплексному дослідженню системного імунітету та функціонального стану вищих відділів центральної нервової системи на тлі короткозорості набутої форми різного ступеня. В роботі проаналізовано і узагальнено стан неспецифічного антиінфекційного захисту, клітинної та гуморальної ланок системного імунітету, психофізіологічні функції в осіб із набутою короткозорістю слабкого, середнього та високого ступеня. Виявлено особливості функціонального стану імунної та нервової систем в умовах короткозорості певного ступеня та представлено кореляційні взаємозв'язки даних регулюючих систем в умовах набутої короткозорості.

Проблема зниженого зору на сьогодні є одним із актуальних напрямів досліджень сучасної біологічної науки. Зважаючи на загальний незадовільний стан здоров'я населення України, зростає роль досліджень, які розкривають особливості функціонування організму людини за наявності в неї різних дисрегуляторних чи преморбідних станів. Короткозорість набутої форми є однією із провідних причин низького зору, що здатна значно погіршити якість життя людини. Її поширеність набуває загрозливих «епідеміологічних» масштабів у світі, особливо серед осіб молодого працездатного віку. Вважається, що набута короткозорість розвивається як адаптаційна реакція зорової сенсорної системи до довготривалої роботи на близькій від ока відстані під впливом інформаційно-емоційного стресу, роль якого постійно посилюється у зв'язку із інтенсивною інформатизацією «цифрового» суспільства. Найбільший відсоток населення із короткозорою

рефракцією виявлено в країнах Східної Азії (80-96 %), в США, Європі – до 50 %. В Україні показник поширеності короткозорості варіюється від 10 до 30 % населення, а результати дитячих медоглядів свідчать про його щорічне зростання. Як правило, набута короткозорість, сформувавшись у шкільному віці стабілізується до 20-30 років без складних патологічних ускладнень, проте її високі значення становлять ризик розвитку ускладнень, що можуть у подальшому призвести до втрати зорової функції. В той же час, набута короткозорість – це не лише вада зору, а й певний функціональний стан організму, розвиток якого пояснюється ретино-епіфізарно-гіпоталамічними і ретино-гіпофізарними взаємозв'язками нейроструктур ока з неокортексом та підпорядковується механізмам нейроімуноендокринної взаємодії в організмі.

Метою даної роботи стало дослідження особливостей системного імунітету та функціонального стану вищих відділів центральної нервової системи в осіб із набутою короткозорістю слабкого, середнього та високого ступеня.

Для реалізації поставленої мети були застосовані такі **методи**: вкопіювання даних з форм первинної медичної документації; загальноприйняті імунологічні та клінічні методи дослідження системи крові; методи оцінки властивостей основних нервових процесів (латентних періодів простих і складних сенсомоторних реакцій, функціональної рухливості нервових процесів) та психофізіологічних функцій (уваги, короткочасної пам'яті); методи параметричної і непараметричної статистичної обробки одержаних результатів.

Дослідження охоплювало 150 учасників-волонтерів віком від 18 до 35 років та здійснювалося на базі кафедри біології людини та тварин Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка впродовж 2016-2019 років. Контрольна група була сформована практично-здоровими людьми без хронічних чи гострих захворювань з нормальною гостротою зору. Дослідну групу складала 30 осіб із слабким ступенем (до -3 дптр), 30

осіб із середнім ступенем (від -3 до -6 дптр), 30 осіб із високим ступенем (від -6 дптр) набутої короткозорості.

У роботі *вперше* виявлено загальний характер змін показників клітинних факторів неспецифічної резистентності, клітинної та гуморальної ланок системного імунітету при короткозорості набутої форми слабкого, середнього та високого ступеня: показано зниження вмісту головних імунокомпетентних клітин (лейкоцитів, лімфоцитів, нейтрофілів), натуральних кілерів (I-II ступені імунних порушень (ІІ)), Т-лімфоцитів (II ступінь ІІ); зростання числа моноцитів (II-III ступені ІІ), Т-супресорів/цитотоксичних (I-II ступені ІІ), В-лімфоцитів (II ступінь ІІ) та концентрації імуноглобулінів класів М (III ступінь ІІ) та А (II ступінь ІІ), у порівнянні із учасниками з нормальним зором контрольної групи. Вказані зміни мали найбільший прояв при високому ступені короткозорості, що свідчить про тенденцію до посилення дисрегуляційних імунних порушень в динаміці набутої короткозорості.

Набуло подальшого розвитку уявлення про імунологічний статус короткозорих осіб, *поглиблено та деталізовано* опис дисфункцій системного імунітету за умов різних значень короткозорості. Показано, що в системі неспецифічного антиінфекційного захисту відбувається зростання кількості нейтрофілів (за рахунок підвищення числа сегментоядерних форм), моноцитів та відносного вмісту натуральних кілерів (при одночасному зниженні їх абсолютного числа) від низьких до високих значень короткозорості. Таким чином, при слабкому ступені короткозорості дані показники мали найменші значення, при високому ступені – найвищі. Із зростанням ступеня короткозорості відбувається підвищення показників фагоцитозу (ФЧ і ФІ), хоча вони і залишились на рівні нижчому, ніж в контрольній групі. Дослідження клітинної ланки системного імунітету встановило, що разом із зростанням ступеня короткозорості на тлі дефіциту загальних Т-лімфоцитів відбувається зниження вмісту Т-хелперів/індукторів і Т-супресорів/цитотоксичних; у порівнянні із контрольними даними вміст

T-хелперів/індукторів загалом був менший, а T-супресорів/цитотоксичних, навпаки, більший. Функціональне навантаження гуморальної ланки системного імунітету зростало в наслідок підвищення кількості В-лімфоцитів та їх імуноглобулін-продукуюча здатності від слабкого до високого ступеня, що супроводжувалося збільшенням випадків дисімуноглобулінемій, що є підставою вважати про формування глибоких імунних порушень.

Проведене психофізіологічне дослідження дозволило нам *вперше* охарактеризувати специфічні риси у функціонуванні вищих відділів ЦНС за умов короткозорості різного ступеня. Показано збільшення часу латентного періоду простої сенсомоторної реакції в усіх групах осіб із набутою короткозорістю, зменшення часу латентного періоду реакції вибору двох із трьох подразників та підвищення рівня ФРНП при слабкому та середньому ступені короткозорості, у порівнянні із контрольною групою, що свідчить про погіршення показників із зростанням ступеня короткозорості. Серед спільних для усіх короткозорих осіб характеристик процесу уваги, що відрізняються від даних практично здорових людей, слід відзначити кращу якість роботи та концентрацію уваги, вищий рівень розумової продуктивності. В той же час, кількісні та швидкісні показники уваги при слабкому та високому ступені короткозорості були більшими, а при середньому ступені – меншими; здатність до переключення уваги – більш високою при слабкому та середньому ступені короткозорості. Проте слід відзначити зниження обсягів зорової інформації, якості роботи та швидкості обробки матеріалу при вищих ступенях короткозорості. Показники короткочасної пам'яті в умовах короткозорості змінювались стохастично: в усіх групах короткозорих осіб найвищі числові результати були отримані за видами «зорова» та «слухова» короткочасна пам'ять на слова, що свідчить про полегшення сприймання та запам'ятовування сигналів, адресованих до П-ї сигнальної системи. Одночасно із цим, числовий матеріал відтворювався гірше учасниками зі слабкою та середньою короткозорістю, а при високій короткозорості, навпаки, нами виявлено тенденцію до покращення

відтворення даного типу стимульного матеріалу. За рівнем смислової пам'яті дані короткозорих осіб дещо перевищували контрольні, проте вірогідні відмінності між ними були відсутні.

Узагальнення та систематизація досліджуваних показників дозволили *вперше* ідентифікувати специфічні риси функціонального стану імунної та нервової систем на тлі короткозорості певного ступеня.

Так, у осіб із набутою короткозорістю слабкого ступеня у периферійній крові на фоні загального зниження кількості ІКК спостерігається найнижчий вміст нейтрофілів (за рахунок зменшення кількості сегментоядерних нейтрофілів) і, відповідно, найнижчі показники фагоцитарної активності; найбільше зменшення Т-лімфоцитів при найбільшій кількості клітин Т-супресорів/цитотоксичних; зниження кількості В-лімфоцитів та найнижча концентрація IgG. Нейродинамічні характеристики були високими, а рівень ФРНП – середнім. В даній групі осіб виявлено найкращі кількісні, якісні та швидкісні показники уваги та середні рівні короткочасної пам'яті, зниження обсягу слухової пам'яті на слова (у порівнянні із середньою та високою короткозорістю).

У осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня показники неспецифічного та Т-клітинного імунітету були максимальними; в гуморальній ланці системного імунітету найбільш високою була концентрація IgA. В даній групі осіб було виявлено максимально високий рівень ФРНП при середніх рівнях сенсомоторних реакцій. Увага осіб із середньою короткозорістю характеризувалась найнижчими кількісними та швидкісними показниками на фоні середньої точності роботи. Найвищі обсяги короткочасної пам'яті встановлені при дослідженні зорової пам'яті на слова, найменші – зорової пам'яті на числа (у порівнянні із слабкою та високою короткозорістю).

В групі осіб із набутою короткозорістю високого ступеня виявлено максимальні зміни вмісту провідних ІКК у бік зменшення, що поєднувалось із максимальним числом моноцитів; зменшення числа всіх субпопуляцій Т-

лімфоцитів; максимально високий вміст В-лімфоцитів та концентрацій Ig досліджуваних класів. Нейродинамічними особливостями високих значень короткозорості слід вважати найдовший час простих та складних СМР, найнижчий рівень ФРНП. В даній дослідній групі виявлено найменшу точність, концентрацію та переключення уваги, а також найменший обсяг пам'яті на слова та найбільший – пам'яті на числа (у порівнянні із слабкою та середньою короткозорістю).

У роботі *вперше* наведено аналіз кореляційних відносин імунних та психофізіологічних показників на тлі набутої короткозорості слабого, середнього та високого ступеня. Показано наявність тісних взаємозв'язків між компонентами цих систем, що розширює уявлення про механізми нейроімунної регуляції функцій організму.

Таким чином, результати дисертаційного дослідження вказують на спільні функціональні зміни системного імунітету та діяльності вищих відділів ЦНС, що формуються в умовах короткозорості набутої форми і, в той же час, вказують на специфічні відмінності даних систем за умов короткозорості різного (слабого, середнього та високого) ступеня, що становить наукове значення і є базою для практичного використання.

Ключові слова: набута короткозорість, адаптація, імунний статус, вторинний імунодефіцит, дисімуноглобулінемія, сенсомоторні реакції, функціональна рухливість нервових процесів, увага, короткочасна пам'ять.

ABSTRACT

Kolesnyk Y. I. State of systemic immunity and psychophysiological functions in the conditions of acquired myopia of various degrees. – Qualifying scientific work on the right of manuscript.

Dissertation on competition of the degree of Doctor of Philosophy in speciality 091 – Biology. – Sumy state pedagogical university named after A. S. Makarenko, Sumy, 2021.

The dissertation is devoted to a comprehensive study of system immunity and functional state of the higher departments of the central nervous system on a background of acquired myopia of varying degrees. The thesis analyzes and summarized the state of non-specific anti-infectious protection, cellular and humoral systemic immunity, psychophysiological functions in persons with acquired myopia of low, moderate and high degree. The peculiarities of the functional state of immune and nervous system in the conditions of myopia's degree are revealed; the correlation between this regulatory systems in the conditions of acquired myopia are presented.

The problem of reduced vision today is one of the important areas of research of modern biological science. Despite the overall poor health of the population of Ukraine, the role of research, revealing the peculiarities of functioning of the human body in the presence of various dysregulatory or premorbid conditions. Myopia acquired forms is one of the leading causes of poor vision that can significantly reduce quality of life. Its prevalence becomes threatening "epidemiological" scale in the world, especially among young individuals of working age. It is believed that acquired myopia develops as an adaptive response of the visual sensory systems to prolonged work at close to the eyes distance under the influence of information and emotional stress, whose role is constantly increasing due to intensive informatization of the «digital» society. The highest percentage of the population with a myopic refraction are revealed in the East Asian countries (80-96 %) in the USA, Europe – up to 50 %. In Ukraine, the prevalence of myopia varies from 10 to 30 % of the population, and the results of children's examinations testify to its annual growth. As a rule, acquired myopia, formed at school age stabiliziruemo up to 20-30 years without advanced pathological complications, but its high values account for the risk of developing complications, which could lead to loss of visual function. At the same time, acquired myopia is not only a visual impairment, but also a certain functional state of all organism, the development of which is due to retino-athcarne-hypothalamic

and retino-pituitaric relations neural structures of the eyes with the neocortex and subject to the mechanisms of neuroimmune interaction in the body.

The purpose of this work was the study the peculiarities of immune system and the functional state of higher parts of central nervous system in persons with acquired myopia low, medium, high degree.

To implement the goal, the following methods of reaserche have been applied: catching data from the forms of primary medical records, universally accepted immunological and clinical methods of investigation of the blood system, investigation of the properties of main nervous processes (the latent period of simple and complex sensorimotor reactions, functional mobility of nervous processes) and psychophysiological functions (attention, short-term memory); parametric and nonparametric methods of statistical processing of the obtained results.

The study included 150 participants volunteers aged 18 to 35 years and was carried out at the Department of animal and human biology in the Sumy state pedagogical university named after A. S. Makarenko for 2016-2019 years. The control group was formed of healthy people without chronic or acute diseases with normal visual acuity. The experimental group consisted of 30 people with low (up to -3 diopters), 30 people moderate (-3 to -6 diopters), 30 people with a high degree (-6 diopters) acquired myopia.

According to the results of the study of immune status, the overall trend of changes in indicators of cellular factors of nonspecific resistance, cellular and humoral systemic immunity under the conditions of acquired myopia of low, medium and high degree *was first discovered*. The decrease content of the main immunocompetent cells (leukocytes, lymphocytes, neutrophils), natural killer (I-II immune disorders degrees), T-lymphocytes (II immune disorders degree); the increase in the number of monocytes (II-III immune disorders degrees), T-suppressor/cytotoxic (I-II immune disorders degrees), B-lymphocytes (II immune disorders degree) and concentration of immunoglobulin classes M (III immune disorders degree) and A (II immune disorders degree), compared to people with

normal vision (control group) were revealed. These changes had the highest expression with a high degree of myopia, which indicates the tendency to deepening disregulating immune disorders in the development of acquired myopia.

The immunological status of persons with myopia *have been further developed*, and the dysfunction of systemic immunity under different myopia's conditions *have been described in greater detail*. The evaluation of parameters of nonspecific anti-infectious protection in groups with acquired myopia showed the growth of number of neutrophils (due to the increase in the number of segmented forms), monocytes and the relative content of natural killers (while reducing their absolute numbers) from low to high values of myopia. Thus, with a low degree of myopia these data were the lowest values, with a high degree – the highest. With increasing degree of myopia is an increase in phagocytosis (FC and FI), although they remained at the level lower than in the control group. A study of the cellular link of systemic immunity found that, together with the increase in myopia's degree on the general T-lymphocyte deficiency, the content of T-helpers/inducers and cytotoxic T-suppressor are decreasing; at the same time, compared with the control data, the content of T-helpers/inductor was less than, and cytotoxic T-suppressors, on the contrary, more. The functional load of a humoral link of systemic immunity increased as a result of increased number of B-lymphocytes and immunoglobulin-productive ability from a low to a high degree, which was accompanied by an increase in disimmunoglobulinemia that is grounds to put on the formation of deep immune disorders.

The conducted psychophysiological study has allowed us to *first characterize* specific features in the functioning of higher CNS departments under the conditions of myopia. The study of neurodynamic indices showed a rise time of latent period of simple sensorimotor reaction in all groups of persons with acquired myopia, reducing the time of latent period of reaction of a choice 2-3 signals and increase the level of FRNP in low and moderate myopia, compared with the control group, indicating worsening with increasing degree of myopia. General for all myopes characteristics of the attention process, which is different from those of

practically healthy people, it should be noted the quality work and focus, high level mental performance. The quantity and speed of attention in low and high degrees of myopia was large, and the moderate degree – less; the ability to switch attention is higher in low and moderate myopia. However, in general, it should be noted a decrease in visual information, quality of work and speed of work with an increase in the values of myopia. Indicators of short-term memory in terms of myopia has varied stochasticity: in all groups myopic individuals the highest numeric results were obtained on types of "visual" and "auditory" short-term memory for words and "memory for words", which indicates ease of reading and memorizing of the signals addressed to the second signaling system. The numerical material was reproduced worse than participants with low and moderate myopia, and high myopia, on the contrary, we identified a trend towards improvement in the playback of this type of test-signals. The level of semantic memory the data of myopic persons was higher than the control, but significant differences between them were absent.

The generalization and systematization of the studied indicators allowed for *the first time* to identify the specific features of the functional state of immune and nervous systems on the background of the myopia of a certain degree.

In general, people with acquired myopia low degree in the peripheral blood against the background of a general decline in the number of ICC observed lowest levels of neutrophils (by reducing the number of segmented neutrophils) and accordingly, the lowest phagocytic activity; the greatest reduction of T-lymphocytes with the greatest number of cells, T-suppressor/cytotoxic; reduction in the number of B-lymphocytes and a low concentration of IgG. Neurodynamics characteristics was high and the level of FRNP – average. In this group of persons, the best quantitative, high-quality and high-speed indicators of attention and average levels of short-term memory, a decrease in the volume of auditory memory for words were identified (in comparison with moderate and high myopia).

In individuals with acquired myopia moderate degree indices of nonspecific and T-cell immunity was at its maximum; in the humoral link of system of

immunity the highest concentration of IgA. In this group the highest possible level of FRNP with medium levels of sensorimotor reactions were identified. The attention was characterized by the low quantitative and high-speed performance on the background of average precision. The high volume of short-term memory established in the study of visual memory for words, and a minimum of visual memory for numbers (compared to the low and high myopia).

In the group of persons with acquired myopia of a high degree revealed maximum changes in the content of ICC leading to decrease that combined with a maximum number of monocytes; decrease in the number of all T-lymphocytes subpopulations; the highest content of B-lymphocytes and the concentration of the investigated Ig classes. Neurodynamic features of high myopia should be considered with a long time of simple and complex sensorimotor reactions, the lowest level of FRNP. In this group revealed the lowest precision, concentration and switching of attention and the least amount of memory for words and the largest memory on the numbers (compared with low and moderate myopia).

The work *first shows* an analysis of the correlation relationship of the immune and psychophysiological indices on the background of acquired myopia low, moderate and high degree. The existence of close interrelations between these systems, which expands the understanding of the mechanisms neuroimmune regulation of body functions, was showed.

Thus, the results of the thesis research indicate that the overall functional changes in systemic immunity and activity of the higher divisions of the CNS, formed under the conditions of myopia acquired forms and, at the same time, indicate the specific differences of these systems in terms of myopia different (weak, medium, and high), which is a *scientific novelty* and is a base for practical use.

Key words: acquired myopia, adaptation, immune status, secondary immunodeficiency, dysimmunoglobulinemia, sensorimotor reactions, functional mobility of nervous processes, attention, short-term memory.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Колесник ЮІ. Неспецифічна резистентність організму в умовах набутої короткозорості слабкого та високого ступенів. Український журнал медицини, біології і спорту. 2018;3(6):293-298. DOI: 10.26693/jmbs03.06.293. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки) та індексується в міжнародних наукових базах даних Index Copernicus та Ulrichs Web.

2. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Зміни показників гуморального імунітету в умовах короткозорості набутої форми різного ступеню. Вісник проблем біології та медицини. 2018;4(2):383-386. DOI: 10.29254/2077-4214-2018-4-2-147-383-386. Фахове наукове видання України (медичні і біологічні науки), що індексується в міжнародних наукових базах даних Index Copernicus, DOAJ та Ulrichs Web. *Особистим внеском здобувачки є проведення розрахунків та статистична обробка даних, узагальнення отриманих результатів, написання статті.*

3. Колесник ЮІ. Особливості функціонального стану центральної нервової системи у осіб із середнім ступенем набутої короткозорості. Вісник львівського університету. Серія біологічна. 2019;80:183-190. DOI: 10.30970/vlubs.2019.80.20. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки), що включено до Thomson Scientific Master Journal List (список ISI).

4. Колесник ЮІ, Шейко ВІ, Львов ОС. Аналіз показників вищої нервової діяльності в залежності від ступеня короткозорості. Український журнал медицини, біології та спорту. 2019;4(4):268-273. DOI: 10.26693/jmbs04.04.268. Фахове наукове видання ВАК України (біологічні науки), що індексується в міжнародних наукових базах даних Index Copernicus та Ulrichs Web. *Особистим внеском здобувачки є проведення психофізіологічного дослідження, статистична обробка матеріалу, узагальнення та аналіз показників ВНД відповідно до ступеня набутої короткозорості, формулювання висновків, написання статті.*

5. Колесник ЮІ. Оцінка стану клітинного імунітету у осіб із середнім та високим ступенем короткозорості. Вісник проблем біології і медицини. 2019;1(1(148)):383-386. DOI: 10.29254/2077-4214-2019-1-1-148-383-386. Фахове наукове видання України (біологічні науки), що індексується в міжнародних наукових базах даних Index Copernicus, DOAJ та Ulrichs Web.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації в зарубіжних спеціалізованих виданнях

6. Колесник ЮІ. Характеристика показників нейродинамічних функцій, уваги та пам'яті в умовах набутої короткозорості слабкого та високого ступеня [Kolesnyk YI. Characteristics of indicators of neurodynamic function, attention and memory in conditions of acquired myopia of mild and high degree]. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. 2020; 27(224):17-21. DOI: 10.31174/SEND-NT2020-224VIII27-04. The journal is indexed in Index Copernicus, Ulrichs Web, Google Scholar.

7. Kolesnyk Y, Sheiko V, Dereka T. Comparison of indicators of cellular and humoral immunity in acquired myopia mild and high degree. Zdravotnicke listy. Laboratory Medicine; Public health. 2020;8(4);36-42. The journal is indexed in SCOPUS, EBSCO, DOAJ, ROAD, Bibliographia Medica Slovaca (BMS) and CiBaMed. Slovakia. *Особистим внеском здобувачки є організація і проведення імунологічного дослідження, статистична обробка матеріалу, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків, змістовне наповнення статті.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Колесник ЮІ. Деякі показники центральної нервової системи в умовах короткозорості набутої форми (огляд проблеми). В: Гетманцев СВ, редактор. Зб. наук. пр. XVI Міжнар. наук.-практ. конф. Медико-біологічні проблеми фізичної культури, спорту та здоров'я людини; 2016 груд. 23-24; Вип. 16; Миколаїв. Миколаїв: МНУ імені ВО Сухомлинського; 2016, С.18-23.

9. Білокур ДО, Колесник ЮІ. Показники пам'яті та працездатності центральної нервової системи у студентів суспільно-гуманітарного, природничо-математичного і спортивного профілів навчання. В: Голденблат МА, редактор. Зб. наук. праць «Логос» з матеріалами міжнар. наук.-практ. конф. Наукова думка інформаційного століття; 2017 черв. 19; Дніпро. Одеса: Друкарня «Друкарник»; 2017, Т.5, С. 64-70. *Особистим внеском здобувачки є проведення дослідження серед студентів природничо-математичного профілю навчання, статистична обробка матеріалу, участь у написанні статті та формулюванні загальних висновків.*

10. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Зміни показників уваги як прояв адаптаційних реакцій у осіб з різним ступенем короткозорості. В: Гетманцев СВ, редактор. Зб. наук. пр. XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. Медико-біологічні проблеми фізичної культури, спорту та здоров'я людини; 2018; Вип. 18; Миколаїв. Миколаїв: МНУ ім. ВО Сухомлинського; 2018, С.15-19. *Особистим внеском здобувачки є постановка та проведення дослідження, проведення розрахунків, написання статті та формулювання висновків.*

11. Колесник ЮІ. Особливості функціонального стану організму людини в умовах набутої короткозорості. В: Матер. I Всеукр. конф. студ. та мол. учених Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії; 2017 квіт. 25; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2017, С.27-31.

12. Колесник ЮІ. Порівняльна характеристика показників працездатності центральної нервової системи у студентів природничо-математичного і спортивного профілів навчання. В: Зб. наук. пр. XV Всеукр. наук. конф. з очно-заочною участю Актуальні питання біології та медицини; 2017 трав. 25-26; Старобільськ. Старобільськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»; 2017, С.91-93.

13. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Клінічні показники крові у короткозорих людей (від -3 діоптрій). В: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Теорія і практика актуальних наукових досліджень; 2017 жовт. 27-28; Львів. Херсон:

Вид. дім «Гельветика»; 2017, Ч.1., С.47-49. *Особистим внеском здобувачки є аналіз гематологічних показників, проведення розрахунків, написання тез.*

14. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Показники гуморальної ланки імунітету у осіб з короткозорістю різного ступеня. В: Матер. Всеукр. наук. конф. Актуальні питання біології та медицини; 2017 лист. 16-17; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2017, С.102-104. *Особистим внеском здобувачки є участь у проведенні імунологічного дослідження, статистична обробка даних, написання тез.*

15. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Стан клітинної ланки імунітету у осіб з набутою короткозорістю різного ступеня. В: Proceedings of International research and practice conference Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences; 2017 dec. 27-28; Lublin; Poland. Riga: Izdevnieciba «Baltija Publishing»; 2017, P.244-246. *Особистим внеском здобувачки є аналіз та узагальнення результатів імунологічного дослідження, статистична обробка даних, написання тез.*

16. Колесник ЮІ. Особливості показників уваги у людей з короткозорістю набутої форми. В: Зб. матер. VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Сучасна гуманітаристика; 2018 січ. 26; Переяслав-Хмельницький (Київ. обл.). Переяслав-Хмельницький: ДВНЗ Переяслав-Хмельницький держ. педаг. унів. імені Григорія Сковороди»; 2018, Вип.6, С.148-150.

17. Колесник ЮІ. Показники уваги короткозорих осіб на фоні процесів гальмування. В: Зб. наук. пр. IX Всеукр. наук.-практ. конф. Біологічні дослідження-2018; 2018 бер. 14-16; Житомир. Житомир: ПП «Рута»; 2018, С.245-246.

18. Колесник ЮІ. Зміни показників клітинної ланки імунітету у осіб з короткозорістю до -3 дптр та понад -6 дптр. В: Програма та тези доповідей XIV Міжнар. наук. конф. студ. і аспір., присвяченої 185 річниці від дня народження Б. Дибовського Молодь і поступ біології; 2018 квіт. 10-12; Львів. Львів: ПП «Коло»; 2018, С.284-285.

19. Колесник ЮІ. Особливості уваги у осіб з короткозорістю слабкого та високого ступенів під впливом процесів гальмування. В: Proceedings of XV

International scientific conference Millennium science; 2018; Morrisville. Morrisville: Lulu Press.; 2018, P.14-16.

20. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Стан деяких показників сенсомоторних функцій при короткозорості різного ступеню. В: Зб. тез XVI Міжнар. наук. конф. студентів та молодих вчених Шевченківська весна: досягнення біологічної науки / BioScience Advances; 2018 квіт. 24-27; Київ. Київ: Паливода АВ; 2018, С.258-260. *Особистим внеском здобувачки є проведення дослідження нейродинамічних функцій, аналіз результатів, формулювання висновків, участь у написанні тез.*

21. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Особливості імунного статусу осіб на фоні набутої короткозорості середнього ступеня. В: Матер. за XIV междун. научн. практ. конф. Найновите постиження на европейската наука – 2018. Биологични науки. Ветеринарен. Екология. Медицина. Селскостопанство. Химия и химични технологии; 2018 юни 15-22; София. София: Бял ГРАД-БГ; 2018, С.24-27. *Особистим внеском здобувачки є аналіз та узагальнення результатів, написання тез.*

22. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Показники пам'яті у осіб з набутою короткозорістю. В: Матер. Міжнар. наук. конфер. Сьогодні біологічної науки; 2018 черв. 14-15; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2018, С.39-41. *Особистим внеском здобувачки є проведення дослідження, здійснення математичних розрахунків, написання тез.*

23. Колесник ЮІ. Показники імунної системи осіб з набутою короткозорістю. В: Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej NaukowoPraktycznej Science, research, development #9; 2018; Poznan. Warszawa: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»; 2018, С.40-42.

24. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Особливості нейродинамічних функцій осіб з різним ступенем набутої короткозорості. В: Матер. III Міжнар. наук.-практ. конф. Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації (до 85-річчя природничо-географічного факультету); 2018 жовт. 18-19;

Ніжин. Ніжин: Наука-сервіс; 2018, С.73-74. *Особистим внеском здобувачки є проведення дослідження, узагальнення результатів, написання тез.*

25. Колесник ЮІ. Вплив набутої короткозорості на функціональну рухливість нервових процесів та швидкість центральної обробки інформації. В: Матер. V Міжнар. наук. конф. Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології; 2018 лист. 7-8; Вінниця. Вінниця: ТВОРИ; 2018, С.173-175.

26. Колесник ЮІ., Шейко В.І. Функції уваги та пам'яті при короткозорості середнього ступеня. В: Матер. II Міжнар. наук. конф. Сьогодення біологічної науки; 2018 лист. 09-11; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2018, С.204-206. *Особистим внеском здобувачки є проведення дослідження, узагальнення результатів, написання тез.*

27. Kolesnyk Yu. Comparison of some clinical parameters of blood of persons with varying degrees of acquired myopia. In: Conference Proceedings of International Scientific Conference Scientific Development of New Eastern Europe; Part II; 2019 Apr. 6; Riga. Riga: Baltija Publishing; 2019, P.24-26.

28. Kolesnyk YI. The state of some indicators of non-specific immunity in conditions of myopia different degrees. В: Зб. наук. пр. за матер. VIII Міжнар. наук. конф., присвяченої 10-річчю створення Гетьманського національного природного парку Актуальні проблеми дослідження довкілля; 2019 трав. 24-26; Суми. Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка; 2019, С.252-254.

29. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Стан системного імунітету в залежності від ступеня набутої короткозорості. В: Зб. наук. пр. за матер. Всеукр. наук. конфер. з міжнар. участю Актуальні питання біології та медицини; 2019 трав. 30-31; Черкаси. Черкаси: Вид. ФОП Белінська ОБ; 2019, С.22-24. *Особистим внеском здобувачки є участь у проведенні імунологічного дослідження, статистична обробка даних, написання тез.*

30. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Деякі питання етіології короткозорості. В: Матер. III Міжнар. наук. конф. Сьогодення біологічної науки; 2019 лист. 15-

16; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2019, С.32-34. *Особистим внеском здобувачки є пошук та аналіз літературних джерел, написання тез.*

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

31. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Показники уваги осіб з набутою короткозорістю слабкого та високого ступеню на фоні процесів гальмування. Молодий вчений. 2018;2(54):1-5. Журнал включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus та Google Scholar. *Особистим внеском здобувачки є проведення дослідження показників уваги, виконання розрахунків та проведення статистичного аналізу, формулювання висновків, формування макету статті.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	23
ВСТУП.....	24
Список використаних джерел до вступу.....	32
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ АДАПТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА НЕЙРОІМУННІ ВЗАЄМОЗВ’ЯЗКИ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ (АНАЛІТИЧНИХ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	34
1.1 Нейроімунна взаємодія як системний регуляторний фактор.....	34
1.2 Короткозорість набутої форми як функціональний стан організму людини.....	43
Висновки до розділу 1.....	48
Список використаних джерел до розділу 1.....	49
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	60
2.1 Організація дослідження.....	60
2.2. Методики вивчення імунного статусу осіб.....	62
2.3. Методики вивчення психофізіологічних функцій.....	67
2.3.1 Методики вивчення нейродинамічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи.....	68
2.3.2 Методики вивчення психофізіологічних функцій (уваги та короткочасної пам’яті).....	71
2.4. Математична обробка результатів.....	76
Список використаних джерел до розділу 2.....	77
РОЗДІЛ 3. СТАН СИСТЕМНОГО ІМУНІТЕТУ В УМОВАХ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ РІЗНОГО СТУПЕНЯ.....	84
3.1. Стан імунної системи в осіб із слабким ступенем набутої короткозорості.....	85
3.1.1. Показники неспецифічного імунітету в осіб з набутою короткозорістю слабого ступеня.....	85
3.1.2. Показники клітинного імунітету в осіб з набутою	

короткозорістю слабкого ступеня.....	89
3.1.3. Показники гуморального імунітету в осіб з набутою короткозорістю слабкого ступеня.....	92
3.2. Стан імунної системи в осіб із середнім ступенем набутої короткозорості.....	95
3.2.1. Показники неспецифічного імунітету в осіб з набутою короткозорістю середнього ступеня.....	95
3.2.2. Показники клітинного імунітету в осіб з набутою короткозорістю середнього ступеня.....	99
3.2.3. Показники гуморального імунітету в осіб з набутою короткозорістю середнього ступеня.....	101
3.3. Стан імунної системи в осіб з високим ступенем набутої короткозорості.....	105
3.3.1. Показники неспецифічного імунітету в осіб з набутою короткозорістю високого ступеня.....	105
3.3.2. Показники клітинного імунітету в осіб з набутою короткозорістю високого ступеня.....	109
3.3.3. Показники гуморального імунітету в осіб з набутою короткозорістю високого ступеня.....	111
Висновки до розділу 3.....	115
Список використаних джерел до розділу 3.....	118
РОЗДІЛ 4. СТАН ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ В УМОВАХ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРИСТЮ РІЗНОГО СТУПЕНЯ.....	120
4.1. Стан психофізіологічних функцій в осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості.....	121
4.1.1. Стан нейродинамічних показників в осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості.....	121
4.1.2. Стан показників уваги в осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості.....	122

4.1.3. Стан показників короткочасної пам'яті в осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості.....	128
4.2. Стан психофізіологічних функцій в осіб із середнім ступенем набутої короткозорості.....	130
4.2.1. Стан нейродинамічних показників в осіб зі середнім ступенем набутої короткозорості.....	130
4.2.2. Стан показників уваги в осіб зі середнім ступенем набутої короткозорості.....	132
4.2.3. Стан показників короткочасної пам'яті в осіб зі середнім ступенем набутої короткозорості.....	137
4.3. Стан психофізіологічних функцій в осіб із високим ступенем набутої короткозорості.....	139
4.3.1. Стан нейродинамічних показників в осіб зі високим ступенем набутої короткозорості.....	139
4.3.2. Стан показників уваги в осіб зі високим ступенем набутої короткозорості.....	141
4.3.3. Стан показників короткочасної пам'яті в осіб зі високим ступенем набутої короткозорості.....	145
Висновки до розділу 4.....	147
Список використаних джерел до розділу 4.....	152
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	153
Список використаних джерел до розділу 5.....	191
ВИСНОВКИ.....	204
ДОДАТКИ.....	207

Перелік умовних позначень

Абс. – абсолютне число клітин
 Ез (ЕО) – еозинофіли
 Ер – еритроцити
 ЗАК – загальний клінічний аналіз крові
 Іад – індекс адаптації (індекс Гаркаві)
 Іал – індекс алергії
 ІЗЛ – індекс зрушень лейкоцитів крові
 ІЛГ – лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс
 ІЛІ – інтегральний лейкоцитарний (гематологічний) індекс
 ІР - індекс імунної реактивності
 ІСЛМ - індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів
 ІСНЛ – індекс співвідношення нейтрофілів і лімфоцитів
 ІСНМ – індекс співвідношення нейтрофілів і моноцитів
 КУ – рівень концентрації уваги
 ЛІ – лейкоцитарний індекс
 Ле-Т-інд – лейко-Т-клітинний індекс
 ЛК – лейкоцити
 ЛМ – лімфоцити
 ЛП ПЗМР – латентний період простої зорово-моторної реакції
 Мн (МО) – моноцити
 Нф – нейтрофіли
 НК (НК) – натуральні кілери
 СІП – ступінь імунних порушень
 СН – сегментоядерні нейтрофіли
 У.о. – умовні одиниці вимірювання
 ФІ – фагоцитарний індекс
 ФРНП – функціональна рухливість нервових процесів
 ФЧ – фагоцитарне число
 ШЦОІ – швидкість обробки інформації
 А – коефіцієнт точності
 CD3⁺ – Т-лімфоцити
 CD4⁺ – Т-хелпери/індуктори
 CD8⁺ – Т-супресори/ цитотоксичні
 Іg – імуноглобулін
 ІРІ – імунорегуляторний індекс
 Нg – гемоглобін
 Р – загальна продуктивність
 Т – швидкість уваги
 V – швидкість переробки інформації
 Q – об'єм зорової інформації
 % - відносний вміст клітин

ВСТУП

Актуальність дослідження. Зважаючи на незадовільний стан здоров'я населення України [1, 2] перспективними для сучасної науки слід вважати дослідження, спрямовані на вивчення особливостей функціонування організму людини за наявності в неї дисрегуляторних та преморбідних станів. Порушення зору привертають значну увагу дослідників, а набута короткозорість вважається однією з найбільш поширених аномалій зору у всьому світі [3, 4], що значно впливає на якість життя людини [5].

Короткозорість набутої форми формується, як правило, у період шкільного навчання та стабілізується протягом другого десятиліття людини [6]. За даними Центру медичної статистики МОЗ України короткозорість протягом останнього десятиліття входить в трійку найпоширеніших офтальмологічних захворювань населення [2, 7]. Встановлено щорічне збільшення частки дітей із короткозорістю [8, 9]. Виявлена чітка динаміка до збільшення кількості короткозорих дітей від початку до закінчення шкільного навчання [10, 11]. Випадки короткозорості фіксуються у 2,3-31% школярів; за іншими даними – від 5-10% у дошкільнят до 40% у підлітків або від 4-8% у перших класах до 46-52% у випускних [12-14]. Серед студентів цей відсоток ще вищий і становить 25-42% [15].

Значущість нашого дослідження пояснюється і тим фактом, що на сьогодні достеменно не розкриті точні механізми розвитку короткозорості, яка наразі вважається офтальмопатологією зі складним поліетіологічним генезом. Згідно літературних джерел, набута короткозорість розвивається протягом життя як адаптаційна реакція зорової сенсорної системи у відповідь на довготривалу роботу на близькій відстані і, як правило, не призводить до складних патологічних ускладнень. Проте високі значення короткозорості, як свідчать дослідження, значно підвищують ризик макулопатій, глаукоми та інших пов'язаних ускладнень, що можуть у подальшому призвести до втрати

зорової функції та, навіть, сліпоти. Саме тому медичні та соціально-економічні наслідки короткозорості є суттєвими для суспільства.

Слід зазначити, що стан короткозорості позначається не лише на якості зорових функцій. Досліджено, що за умов короткозорості спостерігаються відмінності у діяльності вісцеральних систем організму (зокрема, імунної), а також функціонуванні ЦНС. Дані зміни можуть бути пояснені через наявність ретино-епіфізарно-гіпоталамічних і прямих ретино-гіпофізарних взаємозв'язків, зв'язки неокортексу з нейроструктурами зорової сенсорної системи, а також спряжене функціонування спеціалізованих елементів нервової та імунної систем на всіх рівнях регуляції функціонування організму. Втім, ці роботи присвячені або розрізним віковим періодам, або певним значенням короткозорості, тому не дають змогу повноцінно охарактеризувати стан організму людини на фоні короткозорості з позицій системного підходу.

Виходячи із сучасних уявлень нейрофізіології та нейроімунології, між нервовою та імунною системами існує багатогранний зв'язок, їх діяльність регулюється нейроімуноендокринними взаємодіями. Доведено, що як імунна система здатна здійснювати вплив на нервові процеси через імунокомпетентні клітини, так і від функціонального стану ЦНС може залежати протікання імунної відповіді. Разом із цим, в ході реалізації імунних реакцій між цими системами має встановлюватися динамічна рівновага, кінцевим етапом чого є формування певного функціонального стану всіх біологічних систем організму.

Отже, актуальність обраної теми дослідження зумовлена, насамперед, необхідністю детального дослідження імунного статусу та особливостей вищої нервової діяльності осіб із набутою формою короткозорості слабкого, середнього та високого ступеня, що є важливим для розуміння як нейроімуних взаємозв'язків в організмі людини, так і в сенсі отримання нових даних про імунологічні аспекти набутої короткозорості.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконане у рамках науково-дослідної теми кафедри біології людини та тварин Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка «Адаптаційні реакції організму до ендогенних та екзогенних факторів середовища» (державний реєстраційний номер 0116U008030).

Об'єкт дослідження – функціональний стан імунної системи та вищих відділів ЦНС у осіб із набутою формою короткозорості слабкого, середнього та високого ступеня.

Предмет дослідження – показники системного імунітету та вищої нервової діяльності (нейродинамічних функцій, уваги та короткочасної пам'яті) у здорових людей та осіб із набутою короткозорістю слабкого, середнього та високого ступеня.

Мета дослідження – визначити особливості системного імунітету та психофізіологічних функцій у осіб із набутою короткозорістю слабкого, середнього, високого ступеня.

У відповідності до поставленої мети, **завданнями дослідження** було:

1. Дослідити стан системного імунітету та виявити особливості імунного статусу осіб 18-35 років із набутою короткозорістю.
2. Дослідити показники вищих відділів ЦНС та виявити психофізіологічні особливості осіб 18-35 років із набутою короткозорістю.
3. Виявити особливості імунного статусу та функціонального стану ЦНС в осіб із слабким ступенем набутої короткозорості.
4. Виявити особливості імунного статусу та функціонального стану ЦНС в осіб із середнім ступенем набутої короткозорості.
5. Виявити особливості імунного статусу та функціонального стану ЦНС в осіб з високим ступенем набутої короткозорості.
6. Встановити взаємозв'язки між імунною системою та психофізіологічними показниками на тлі набутої короткозорості різного ступеня.

Для досягнення мети та розв'язання завдань дослідження використано такі **методи дослідження**: викопіювання даних з форм первинної медичної документації; оцінки імунологічного статусу людини; оцінки стану вищих відділів ЦНС за нейродинамічними та психофізіологічними показниками; порівняльного аналізу; розрахункові методи; математичні та статистичні методи обробки даних.

Імунний статус оцінювали стандартними методиками: проведення клінічного аналізу крові із встановленням лейкоцитарної формули; оцінку фагоцитозу; 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); встановлення концентрації у сироватці крові імуноглобулінів Ig A, Ig M, Ig G методом радіальної імунодифузії за Mancini та ELISA.

Програма психофізіологічного дослідження включала вивчення нейродинамічних властивостей ВНД згідно методики М.В. Макаренка за допомогою програмного забезпечення «Діагност-1» (визначення часу латентного періоду простої зорово-моторної реакції, реакції вибору одного з двох та двох з трьох подразників, встановлення рівня функціональної рухливості нервових процесів) та показників психофізіологічних функцій (уваги та короткочасної пам'яті) стандартними діагностичними методиками: «Коректурна проба, «Таблиці Шульте», «Запам'ятовування 10 слів/цифр», «Пам'ять на числа/слова», «Смислова пам'ять». Психофізіологічне обстеження проводилося в періоди оптимального рівня фізіологічних функцій – вівторок, середа, четвер, з 09.00 до 12.00 години.

Отримані дані підлягали математичній та статистичній обробці за допомогою програми STATISTICA 8.0. Для первинної підготовки таблиць і проміжних розрахунків використано пакет аналізу Microsoft Office Excel 2010. Статистична обробка одержаних результатів проводилася методами

варіаційної статистики з урахуванням розбіжностей за t-критерієм Стьюдента, що оцінювався за допомогою показника довірчої ймовірності (p), меншого за 0,05, 0,01 та 0,001. Аналіз кореляційних залежностей проводився за допомогою розрахунку і оцінки значущості коефіцієнтів кореляції: параметричного – Пірсона, непараметричного – Спірмена.

Дослідження охоплювало 150 учасників-волонтерів віком від 18 до 35 років та здійснювалося на базі Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка. Взяття та обробка біологічного матеріалу (зразки крові) була проведена із залученням кваліфікованих працівників Лабораторії медичного центру «МедСоюз» (м. Суми). У відповідності до етичних принципів медичних досліджень за участю людини Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації, Універсальної декларації з біоетики та прав людини, законодавства України та рішення Експертної комісії Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка всіма учасниками експерименту підписана Інформована згода на участь. Дослідження проводилося впродовж 2016–2019 років.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що *вперше* на тлі набутої короткозорості різного ступеня (слабкий, середній, високий ступені) було проведено комплексне дослідження стану імунного статусу та функціонального стану ЦНС (за психофізіологічними та нейродинамічними показниками), а також було встановлено залежність між ступенем короткозорості і показниками ЦНС та імунної системи.

Вперше встановлено загальний характер змін показників системного імунітету при короткозорості набутої форми від слабких до високих її значень: зниження вмісту головних імунокомпетентних клітин – лейкоцитів та лімфоцитів, а також абсолютного числа NK-клітин ($CD16^+$); зростання рівня $CD3^+$ -лімфоцитів та моноцитів, $CD22^+$ -лімфоцитів та імуноглобулінів головних класів А, М, G. Вказані зміни мали найбільший прояв при високому ступені короткозорості, що свідчить про тенденцію до поглиблення дисрегуляційних імунних порушень в динаміці розвитку набутої

короткозорості. У порівнянні із людьми з нормальним зором (контрольна група) рівень лейкоцитів, лімфоцитів, CD3⁺-лімфоцитів, NK-клітин був меншим, рівень моноцитів, CD22⁺-лімфоцитів та імуноглобулінів (особливо IgM, IgA) – більшим. Виявлено зміни популяційного складу головних функціональних клітин системи неспецифічного антиінфекційного захисту, що полягають у зростанні кількості нейтрофільних клітин (за рахунок зниження юних форм нейтрофілів та одночасного зростання їх сегментоядерних форм), моноцитів та відносного вмісту натуральних кілерів (при одночасному зниженні їх абсолютного числа) від низьких до високих значень короткозорості. Таким чином, при слабкому ступені короткозорості дані показники мали найменші значення, при високому ступені – найвищі. Із зростанням ступеня короткозорості відбувається підвищення показників фагоцитозу (ФЧ і ФІ), хоча вони і залишились на рівні нижчому, ніж в контрольній групі. Дослідження клітинної ланки системного імунітету встановило, що разом із зростанням ступеня короткозорості на тлі дефіциту загальних Т-лімфоцитів відбувається зниження вмісту як клітин Т-хелперів/індукторів, так і цитотоксичних Т-супресорів, хоча у порівнянні із контрольними даними вміст Т-хелперів/індукторів загалом був менший, а Т-супресорів/цитотоксичних, навпаки, більший у порівнянні із контролем. Функціональне навантаження гуморальної ланки системного імунітету зростало в наслідок підвищення кількості В-лімфоцитів та їх імуноглобулін-продукуюча здатності від слабкого до високого ступеня, що супроводжувалося збільшенням випадків дисімуноглобулінемій, що є підставою вважати про формування глибоких імунних порушень.

Також у роботі *вперше* подано дані про кореляційні взаємозв'язки на фоні набутої короткозорості слабкого, середнього та високого ступеня між компонентами імунної системи та психофізіологічними показниками.

Розширено знання про особливості стану вищих відділів ЦНС за умов набутої короткозорості залежно від її ступеня. Зростання ступеня короткозорості супроводжувалося подовженням часу СМР та зниженням

рівня ФРНП (окрім осіб із середнім ступенем, у яких рівень ФРНП був найкращим); покращення СМР на складні сигнали (РВ 1-3 та РВ 2-3) при слабкому та середньому ступені короткозорості у порівнянні із контрольною групою.

У осіб із набутою короткозорістю різного ступеня спостерігалось покращення показників уваги відносно контрольних даних, але при цьому виявлена загальна тенденція до їх погіршення із зростанням ступеня короткозорості. Короткочасна зорова та слухова пам'ять на слова в групах короткозорих була більш виражена, ніж в контролі.

Практичне значення отриманих результатів полягає у їх впровадженні у навчальний процес при викладанні дисциплін циклу фахової підготовки здобувачів освітніх ступенів Бакалавр та Магістр спеціальностей 014 Середня освіта (Біологія), 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія ДВНЗ Донбаського державного педагогічного університету, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», Харківського національного педагогічного університету імені Григорія Сковороди, Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького, що підтверджується відповідними Довідками про впровадження.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною завершеною науковою працею. Здобувачкою було самостійно здійснено інформаційний пошук, аналіз та інтерпретацію даних джерел наукової літератури із проблематики дослідження. Разом із науковим керівником було сформульовано мету, ключові завдання та узгоджені методи і методики проведення дослідження. Здобувачкою самостійно здійснено статистичне опрацювання та аналіз одержаних даних, написано усі розділи дисертаційної роботи. Разом із науковим керівником проведено узагальнення основних результатів, обговорено висновки.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та висновки дослідження були оприлюднені в доповідях на 18 міжнародних і 5

всеукраїнських конференціях, з них: XVI Міжнародна науково-практична конференція «Медико-біологічні проблеми фізичної культури, спорту та здоров'я людини» (Миколаїв, 2016), I Всеукраїнська конференція студентів та молодих учених «Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії» (Суми, 2017), XV Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання біології та медицини» (Старобільськ, 2017), Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання біології та медицини» (Суми, 2017), International research and practice conference «Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences» (Люблін, 2017), IX Всеукраїнська науково-практична конференція «Біологічні дослідження - 2018» (Житомир, 2018), XIV Міжнародна наукова конференція «Молодь і поступ біології» (Львів, 2018), XVI Міжнародна наукова конференція «Шевченківська весна: досягнення біологічної науки» (Київ, 2018), XIV Міжнародна науково-практична конференція «Найновите постиження на європейската наука - 2018» (Софія, 2018), Міжнародна наукова конференція «Сьогодення біологічної науки» (Суми, 2018, 2019), Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej «Science, research, development» (Познань, 2018), III Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації» (Ніжин, 2018), V Міжнародна наукова конференція «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології» (Вінниця, 2018), XVIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Медико-біологічні проблеми фізичної культури, спорту та здоров'я людини (присвячена 100-річчю з дня народження В.О.Сухомлинського» (Миколаїв, 2018), International Scientific Conference «Scientific Development of New Eastern Europe» (Рига, 2019), VIII Міжнародна наукова конференція «Актуальні проблеми дослідження довкілля» (Суми, 2019), XI Міжнародна науково-методична конференція та 138 Міжнародна наукова конференція Європейської Асоціації наук з безпеки (EAS) «Безпека людини у сучасних умовах» (Харків, 2019) International Scientific Conference «Actual Problems of

Science and Education – APSE – 2020» (Будапешт, 2020) та інших наукових заходах.

Публікації. Основні результати дисертації висвітлено в 31 публікації: 5 статей у фахових наукових виданнях України, 2 статті у зарубіжних наукових виданнях (з них – 1 стаття у журналі, індексованому у базі Scopus), 4 статті в інших наукових виданнях та 20 тез доповідей у збірниках матеріалів наукових Всеукраїнських та Міжнародних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списків використаних джерел (295 позицій, з них 70 – іноземними мовами). Загальний обсяг дисертації 206 сторінок без додатків. Основний зміст викладено на 176 сторінках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО ВСТУПУ:

1. Ціборовський ОМ. Здоров'я населення і фактори ризику, що впливають на його стан, як об'єкт управління (огляд літератури). Україна. Здоров'я нації. 2015;2:13-19.
2. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2017 рік. Київ: ДУ «УІСД МОЗ України»; 2018. 458 с.
3. Global data on visual impairments 2010. World Health Organization. [Internet]. Geneva; 2012 [cited 2018 Nov 5]. 14 p. Available from: <https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>
4. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo K, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmol.* 2016;123(5):1036-1042. DOI:10.1016/j.opthta.2016.01.006
5. Апрельев АЕ, Пашина РВ, Караулова ЕС. Оценка распространенности миопии и качества жизни больных с миопией. *Медицинский вестник Башкортостана.* 2015;10(2):169-171.
6. Аветисов ЕС. Близорукость. М.: Медицина; 1999. 288 с.

7. Моїсеєнко РО, Голубчиков МВ, Михальчук ВМ, та ін. Офтальмологічна допомога в Україні за 2014-2017 роки (аналітично-статистичний довідник). Київ. 2018. 314 с.
8. Орлова НМ, Костецька АО. Стан офтальмологічного здоров'я школярів та організаційна технологія його медико-соціального моніторингу. Україна. Здоров'я нації. 2014;1(29):7-11.
9. Статистичні дані системи МОЗ. Центр медичної статистики МОЗ України. [Інтернет]. Доступно на: <http://medstat.gov.ua/ukr/statdan.html>.
10. Алесина ИЛ, Чечельницкая СМ, Демьянова ТГ, и др. Заболевания глаз и успеваемость детей в школе. Детская больница. 2010;1:45-48.
11. Костецька АО, Орлова НМ. Поширеність порушень зору у школярів та проблема їх своєчасного виявлення. В: Зб. наук. праць співробітників НМАПО імені П.Л. Шупика; 2012; Київ. Київ: НМАПО ім. П.Л. Шупика; 2012, с. 711-716.
12. Тяжка ОВ, Казакова ЛМ, Васюкова ММ, та ін. Стан здоров'я учнів середнього шкільного віку однієї з гімназій м. Києва. Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина. 2015;1(5):19-23. DOI:10.24061/2413-4260.V.1.15.2015.3.
13. Ермолаев ВГ, Тегза ВЮ, Алексеев ВН, и др. Особенности возникновения и прогрессирования школьной близорукости. Фундаментальные исследования. 2008;2: С. 32-33.
14. Кетова НА, Петрова ВИ. К вопросу о профилактике снижения остроты зрения у обучающихся общеобразовательных школ. Коллекция гуманитарных исследований. 2017;3(6):88-91.
15. Богатырева ЕС, Ковалевская МА. Клинико-функциональные параллели в цветовосприятии у пациентов с миопией. Вестник ТГУ. 2014;19(4):1089-1091.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ АДАПТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА НЕЙРОІМУННІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ (АНАЛІТИЧНИХ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Даний розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу та узагальненню теоретичної та експериментальної літератури з питань нейроімунної взаємодії біологічних систем та особливостей функціонування організму людини за умов набутих функціональних станів, зокрема короткочасності набутої форми, що розкривають специфічний характер індивідуальних відмінностей між людьми з позицій системного підходу.

1.1 Нейроімунна взаємодія як системний регуляторний фактор

Загальновідомо, що найвищим рівнем регуляції всіх життєвих функцій в організмі є діяльність нейроімуноендокринної регуляторної системи, що являє собою не просту сукупність контролюючих механізмів, побудованих за рефлекторним принципом, а динамічну складну (морфофункціональну) взаємо- та загальнорегулюючу систему [1-4]. Сучасні нейрохімічні, нейроімунологічні та нейроендокринні дослідження дозволили встановити широкі нейроімуноендокринні структурно-функціональні зв'язки та сформулювати принцип взаємообумовленості фізіологічних та патологічних процесів у регулюванні змін функціонування організму, що пов'язано із відкриттям клітин-ефекторів, що продукують регуляторні речовини, та клітин-мішеней в імунній та нейроендокринній системах [5].

Принцип системної регуляції біологічних систем запропонований Анохіним П.К. та реалізований у вигляді концепції «Функціональні системи організму», під якими автор розумів тимчасове об'єднання різних систем організму (клітин, органів, систем органів) задля досягнення кінцевої мети – збереження внутрішнього гомеостазу та досягнення позитивного для

організму результату [6]. Всі функціональні системи (ФС) цілісного організму діють на основі взаємної співдії і не існує по справжньому ізольованих підсистем. Провідна функціональна система, змінюється іншою, відповідно наступній по черзі потребі, а частина компонентів однієї системи, може вибірково залучатися до іншої. Одночасно з цим окремо взята для дослідження ФС неодмінно пов'язана з молекулярним рівнем організації організму і з більш високим, таким як, цілісний поведінковий акт, що визначається принципом ієрархічності ФС. Таким чином, при системному підході життєдіяльність розглядається як цілісний, організований процес, спрямований на адаптацію до середовища і активне перетворення останнього. Специфічність біологічних систем полягає в тому, що потреба в корисному результаті і ціль отримання цього результату формуються всередині системи (на метаболічному і гормональному рівнях), і лише після цього по нервовим шляхам ця потреба реалізується в поведінкових актах. Саморегуляція ФС досягається через механізм зворотної аферентації та діяльністю акцептора результату дії, коли система сама регулює відповідність досягнутого результату потребі організму [7].

Іншим, не менш важливим механізмом системної регуляції функцій є «загальний адаптаційний синдром», або стрес, описаний Гансом Сел'є. Реакції стресу реалізуються через нервові механізми ЦНС у вигляді гормональних та імунологічних зрушень (підвищення у крові ГК, катехоламінів, гранулоцитів), що обумовлюють ті чи інші перебудови у діяльності різних органів чи їх систем, у тому числі і самої імунної системи. Таким чином забезпечується регуляція метаболізму та фізіологічних функцій з метою підвищення стійкості цілісного організму до факторів впливу [2, 8-10].

В залежності від сили стресового фактору та типу реакцій, які відбуваються в організмі при його дії, Гаркаві Л.Х. та Квакіна О.Б. виділяли наступні типи адаптаційних реакцій: стрес (найменш прогностично сприятлива стадія), реакція «орієнтування», спокійна та підвищена активація

(оптимально сприятлива стадія), реакція переактивації. Згідно авторів пошкоджуючу дію викликають надмірно сильні подразники, а при їх середній та помірній силі відбувається формування «реакції активації» – специфічного функціонального стану організму, коли його резистентність оптимальна, а висока активність регуляторних систем забезпечує адекватну адаптацію. У такому стані всі підсистеми гармонійно взаємодіють, збалансовуються процеси збудження та гальмування в ЦНС та на периферії, швидко відновлююся витрачені ресурси, стабілізується ендокринний фон та підвищується активність імунної системи. У стані стресу відбувається зниження неспецифічної резистентності та рівня адаптивності організму, виникають дисфункції та неузгодженість всіх підсистем: від молекулярного та клітинного рівнів до вищої нервової діяльності [11].

Керівна роль в забезпеченні реактивності та адаптації організму відводиться нервовій системі, а нейросекреторні центри гіпоталамуса прийнято вважати міжрівневими регуляторами внутрішнього гомеостазу. Початковим етапом формування системної відповіді на подразник є рефлекторні та неспецифічні гуморальні (викид адреналіну, гістаміну) реакції, що активують ретикулярну формацію мозку та гіпоталамо-гіпофіз-надниркову систему [12]. Тобто інформація про функціональний стан внутрішніх органів чи клітинні процеси кодується у сигнали, що надходять по аферентних шляхах до гіпоталамуса. Надалі відбувається розгортання системної відповіді, характер якої регулюється через взаємодію вищих регуляторних систем. Результати експериментальних досліджень Корневої О.А. з ушкоджень гіпоталамічних структур продемонстрували різнобічну роль гіпоталамусу у регуляції імунної системи: від пригнічення антитілопродукції, інтенсивності проліферації ІКК, фагоцитарної діяльності мононуклеарних клітин до зміни характеру алергічних чи аутоімунних реакцій [13, 14]. Також встановлена спеціалізація гіпоталамічних зон, наприклад, виявлено, що цитотоксичність натуральних кілерів селезінки супресується медіальною частиною ГТ (сірий бугор гіпоталамуса) через

симпатичну іннервацію, а подразнення електричним струмом латеральних ділянок ГТ призведе до суттєвої активації цих імунних клітин [5]. Також на інтенсивність імунних реакцій діє середній мозок: показано стимулюючий вплив дофамін- та норадреналінергічних систем та депресуючий характер серотонінергічної системи мозку [15]. До структур мозку, здатних модулювати характер імунної відповіді, відносять, окрім гіпоталамусу та ретикулярної формації середнього мозку, гіпокамп, ядра шву, мигдалевидний комплекс [16].

На сьогодні загально визнано, що функціональний стан ЦНС суттєво впливає на формування і перебіг імунних процесів та достатньо вивчені зони мозку з імуномодулюючою дією. Виявлено, що динамічні перебудови в діяльності нервових структур супроводжують активні процеси в периферійних органах імунної системи та відповідають функціональним змінам ІКК і, навпаки, розвиток імунної реакції призводить до змін ряду електрофізіологічних та нейрохімічних показників ЦНС [17]. Дані, підтверджуючі вплив мозку на функції імунної системи, були отримані в роботах Савченко І.Г., Мечникова І.І. Метальникова С.І., Bulloch H., Tollefson L. [5]. Нейроімунна взаємодія зумовлена з однієї сторони здатністю нейронів до синтезу біологічно активний речовин нейромодуляторної дії, з другої – підкріплюється участю вегетативної нервової системи в іннервації імунних органів (тимус, селезінка, лімфовузли та лімфоїдна тканина, асоційована з кишківником, кістковий мозок) [2, 12, 13, 18-19].

Об'єднання нервової та імунної систем в цілісну систему забезпечується подібними принципами їх організації. Так, і нервова, і імунна системи забезпечують сприймання, передачу, аналіз та зберігання інформації: у першому випадку – сенсорних стимулів, у другому – генетично чужорідного матеріалу. Інтеграція та передача регулюючих сигналів в нервовій тканині відбувається через розгорнуту сітку нейронів та рецепторів; в імунній – завдяки системі імуноцитокінів, гормонів, регуляторних пептидів та гуморальним механізмам, що забезпечують мобільність клітинних

елементів. Носії функції неврологічної пам'яті це, перш за все, нейрони аналізаторної та лімбічної систем мозку, а імунологічної – відповідні субпопуляції Т-лімфоцитів та В-лімфоцити (клітини-пам'яті) [5, 20]. Частина аналізуючих молекул, що виділяються нервовою системою, є ефекторами, інші – мають молекулярні адаптори для включення/виключення клітинних та гуморальних ефекторів шляхом ферментативної чи сигнально/рецепторної дії [21]. Дані речовини здатні стимулювати нейроендокринну систему та прямо чи опосередковано впливати на структури ЦНС. Ефект медіаторів – стимуляція чи гальмування клітин-мішеней, залежить від природи гормону (медіатора) або його дози, тобто інтенсивності нейроендокринного впливу, спричиненого ефекторними імунокомпетентними клітинами [20]. Зміни хімічного складу нейромедіаторів сприймаються рецепторами на мембранних покривах лімфоцитів і, відповідно, ці клітини починають реагувати на зміни у відповідності до кількісного вмісту у навколишньому середовищі гормонів та нейромедіаторів. При зустрічі із чужорідним білком в клітині відбувається комплекс реакцій із включенням у нього допоміжних кооперуючих клітин та біологічно активно речовин, які вони секретують. Одночасно відбуваються зворотні процеси – зі сторони імунної системи надходять сигнали, які пришвидшують чи пригнічують аксональний транспорт в залежності від природи впливаючого фактору [5].

В механізмах нейроімунної регуляції важливу роль відіграють і регуляторні нейропептиди, що активно продукуються гіпофізом, наднирниками, щитовидною залозою в стресовому стані, надходять у кров та/або у лімфоїдну тканину. Нейропептиди регулюють практично всю діяльність ЦНС (больове сприйняття, стан сон-бадьорість, статеву поведінку), а також вегетативні реакції організму (температуру тіла, дихання, артеріальний тиск тощо). Дослідженнями з'ясовано, що на поверхні ІКК є специфічні рецептори до багатьох нейропептидів, що підтверджує участь імунних клітин у організації еферентного зв'язку між нервовою та імунною системами [5, 12]. Вплив вегетативної нервової системи відбувається через

нейромедіатори, що сприймаються рецепторним апаратом лімфоїдних клітин, та циклічні нуклеотиди, які здатні змінювати функціональну активність клітин лімфоцитів, еозинофілів, природних кілерів та, відповідно, на цитокіновий профіль [3, 22]. Показано, що передача сигналу при реалізації механізму дії нейромедіаторів на метаболізм та функціональну активність ІКК відбувається через систему циклічних нуклеотидів (цГМФ, цАМФ), кальцієві потоки, мембранні АТФ-ази, через сфінгомієліновий шлях [15]. З'ясовано, що підвищенню реактивності імунної системи сприяє активація ГАМК-ергічної та допамінергічної систем мозку, в той час як стимуляція серотонінергічної системи викликає зворотну імуномодулюючу реакцію [5].

Катехоламіни симпатичного відділу вегетативної нервової системи здатні стримувати проліферацію Т-лімфоцитів та їх Т-хелперної субпопуляції та стимулювати диференціювання Т-супресорів, що може вплинути на дозрівання плазмоцитів та продукування ними антитіл [9]. Ацетилхолін, що продукується парасимпатичним відділом вегетативної нервової системи, характеризується подвійним ефектом на лімфоцити: або стимулює їх проліферацію, або пригнічує. Іншою мішенню його дії є продукція ІЛ-1 та інтерферону у бік посилення [12].

Найбільш дослідженим медіатором імунної системи є інтерлейкін-1 (ІЛ-1), який одним із перших синтезується макрофагами та моноцитами в місці пошкодження (в зоні зриву адаптації) та впливає на гліальні клітини головного мозку опосередковано через синтез медіаторів в ділянках периферичних нервових закінчень. Пул ІЛ-1, синтезований у мозку у відповідь на дані сигнали, у подальшому впливає на центр терморегуляції. Підвищення температури активує синтез інтерферону та гуморальних факторів імунітету, чим створюється комплекс центральних ефектів та можливість зміни поведінки [12]. ІЛ-1, впливаючи на гіпоталамус, може виявляти себе як ендорфін та регулювати рівень АКТГ, глюкози чи кортикостерона [23]. Також ІЛ-1 є фактором, що стимулює Т-клітини до

продукції ІЛ-2, який у свою чергу потрібен для нормального процесу клітинної проліферації.

Цитокін ІЛ-2, за літературними даними, активуючи макрофаги та лімфоцити посилює цитотоксичні реакції та одночасно сприяє секреції ФНО- α ; посилює NK-опосередкований цитоліз активуючи натуральні кілери та продукцію ними ІNF- γ ; впливає на нейрони гіпоталамусу через стимуляцію дозрівання олігодендроцитів, внаслідок чого зростає рівень АКТГ та кортизолу у крові, а через гіпофіз на рівень кортизона [23, 24].

Відомо, що у процесі імунної реакції Т-хелпери з фенотипом Th1 продукують ряд інтерлейкінів (зокрема ІЛ-1 та ІЛ-12), чим стимулюються реакції клітинного імунітету, а Т-хелпери з фенотипом Th2 – ІЛ-4, ІЛ-6, ІЛ-10, які позитивно впливають на інтенсивність гуморальної відповіді; у переключенні синтезу Т-лімфоцитів з Th1 на Th2 значну роль відіграють гормони глюкокортикоїдного ряду. Саме тому при значних стресових реакціях в першу чергу пошкоджується Т-клітинна ланка системного імунітету [5].

Отже, нейроімунна взаємодія забезпечується нейромедіаторами, нейропептидами та речовинами гормональної природи. Медіатори нервової системи та нейропептиди транспортуються до імунних органів через аксони вегетативної НС; гормони виділяються залозами внутрішньої секреції безпосередньо у кров. Таким чином, нервові, нейропептидні та гуморальні шляхи є основними механізмами передачі сигналів від ЦНС до імунної системи. Сприйняття сигналів від цих модулюючих речовин відбувається за посередництвом рецепторів на поверхні ІКК. Було відкрито, що клітини нервової та імунної системи мають однакові рецепторні апарати та реагують на подібні ліганди. Механізми передачі інформації від імунної до нервової системи пов'язані з різноманітними носіями аферентних сигналів, які закодовані у носіях хімічної природи. Ці пептидно-білкові фактори синтезуються імунними клітинами під впливом антигенних стимулів (віруси, бактерії, токсини, мітогени) [12].

До регуляторних речовин імунної системи відносять зокрема гормони пептидної природи (АКТГ, ТТГ, СТГ, аргінін-вазопресин, пролактин), що можуть продукуватися лімфоцитами, моноцитами, макрофагами селезінки; метенкефалін (кістковий мозок, тимус), енкефалін (Т-лімфоцити), β -ендорфін (слизова кишечника). Медіатори імунної системи α - та β -IFN можуть стимулювати в тканинах наднирників синтез кортикостероїдів, у чому проявляють властивості, подібні ендокринній системі [24]. Тимусні гормони виявляють здатність впливати не тільки на клітинні елементи самої імунної системи, а й на гіпофізарно-адреналову та гіпофізарно-гонадну системи, надниркові залози [25]. Досліджена роль антитіл в стимуляції АКТГ-синтезуючих клітин, макрофагів та лімфоцитів як основних продуцентів пептидно-білкових імунорегуляторів (лімфокінів, монокінів, ІЛ, IFN) [2].

Спільність імунної та нервової систем доводить і той факт, що активовані Т- і В-лімфоцити здатні продукувати нейролейкін, який попередньо вважався виключно ростовим фактором нейронів, а також фактор, що підтримує ріст гліальної тканини мозку; лімфоцити селезінки синтезують речовини, що впливають на активність нейронів симпатичної вегетативної нервової системи. Таки чином, на сьогодні виявлено широкий спектр біологічно активних речовин, що можуть синтезуватися клітинами імунної системи: тимоцити продукують серотонін, мелатонін, ацетилхолін, катехоламіни, АКТГ, СТГ, ТТГ та ін.; клітини кісткового мозку – мелатонін, серотонін, СТГ, пролактин, оскитоцин; лімфоцити периферійної крові – АКТГ, СТГ, мелатонін, пролактин; природні кілери – серотонін, мелатонін, ендорфіни; еозинофіли – мелатонін, серотонін; макрофаги – судинний натрійуретичний пептид; тучні клітини – серотонін, мелатонін, гістамін [5, 26].

Не менш важливим аспектом діяльності нейроімунної системи вважається наявність взаємозв'язків з ендокринною системою, що регулюється активацією гіпофізарно-гіпофізарно-надниркової осі [27]. Дефіцит тих чи інших ІКК, або їх надмірна кількість чи функція можуть бути

наслідком відповідних процесів в діяльності залоз внутрішньої секреції, що пов'язано із «зворотною» дією гормонів на нейромедіатори (при стрес-реакціях, больовому синдромі), з прямою іннервацією від симпатичної та парасимпатичної нервової систем у лімфоїдній тканині та наявністю на поверхні ІКК чи допоміжних клітин спеціальних рецепторів [27]. Тобто різні медіатори можуть селективно модулювати стан імунної системи, здійснюючи вплив на проліферацію ІКК та продукцію ними цитокінів. Нейропептиди гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи (АКТГ, кортикотропін, меланоцитстимулюючий гормон, β -ендорфін) спричинюють вплив на лімфоцити за посередництвом глюкокортикоїдів, а також індукують нервові імпульси, спрямовані на лімфоїдні тканини [5].

Виявлено, що ІЛ-1 у комплексі з лімфокінами та тимусовим гормоном позитивно впливає на синтез ГК. У свою чергу ГК здатен супресувати імунну відповідь за принципом зворотного зв'язку та впливати на низку імунних процесів, на продукцію ІЛ-1 та ІЛ-2, зокрема. В той же час має значення і взаємодія клітинних рецепторів ІКК до гормонів, антитіл до гормонів [27]. Відомо, що гормони щитовидної залози (трийодтиронін та тироксин) стимулююче діють на функції ІКК; зниження їх рівнів (наприклад після видалення залози) інгібує продукцію імуноглобулінів. Надлишок паратгормону провокує активність тимоцитів, а дефіцит – навпаки, пригнічує імунологічні процеси та викликає зниження фагоцитарної активності мононуклеарних клітин [13]. Відомі випадки пригнічення Т-клітинної ланки імунітету внаслідок порушень проліферації лімфоїдних клітин при зниженому рівні інсуліну [28]. Гормони гіпофізу спричинюють різноспрямовану дію: ТТГ активує гуморальні реакції, але діє в присутності Т-лімфоцитів; СТГ стимулює клітинну та гуморальну відповідь, а в умовах Т-клітинного дефіциту здатен позитивно впливати на кількість супресорних Т-клітин; АКТГ впливає на роботу Т- і В-клітин, макрофагів [12].

В свою чергу, ендокринний статус організму імунна система здатна змінювати за умов прямого впливу ІКК на функціональний стан ендокринних

залоз, шляхом впливу імунопептидів на гіпофіз чи через модуляцію нейросекреторної активності гіпоталамуса [29].

Слід відзначити, що оскільки в регуляції імуногенезу беруть участь кора головного мозку, перетинка, базальні ядра, лімбічна система мозку, що виступають складовими частинами системи нейроімунної регуляції, то наявність таких взаємовідносин обумовлює можливість зв'язку між психофізіологічними (когнітивними) функціями вищих відділів ЦНС та імунною системою [5].

1.2 Короткозорість набутої форми як функціональний стан організму людини

Аналіз наукової літератури доводить, що найбільшу питому вагу серед причин зниження гостроти зору займає короткозорість. Не викликає сумніву важливість вивчення даного питання, оскільки саме через зоровий аналізатор людина сприймає до 90% інформації з навколишнього світу, що дозволяє їй не тільки аналізувати навколишній світ, а й активно з ним взаємодіяти, скеровувати свою пізнавальну і цілеспрямовану діяльність, адаптуючись до мінливих умов [30].

Наразі поширеність короткозорості має «епідеміологічний» характер. За даними ВООЗ станом на 2010 рік в усьому світі близько 246 млн. людей мали понижений зір через нескореговані аномалії рефракції, короткозорість в тому числі (43%), непроперовану катаракту (33%); серед дітей віком до 15 років у 12 млн. порушення зору пов'язані саме з аномаліями рефракції [31, 32]. За оцінкою поширеності короткозорості, проведеною Holden V.A. et al. [33] та ВООЗ [32], за відсутності стримуючих стратегій збереження зору кількість короткозорих людей у 2050 році може досягти 4758 млн. чоловік, тобто 49,8 % населення світу. Найбільший відсоток населення із короткозорою рефракцією виявлено в Китаї, Кореї, Японії (80-96 %) [34-38], в інших регіонах, наприклад, в США, Європі, Близькому Сході, Австралії

поширеність менша (30-50%), хоча і має тенденцію до зростання показників серед молоді [39-42]. Епідеміологічне дослідження, проведене К.М. Williams, показало, що станом на 2010 рік в Європі налічувалося 30,6 % короткозорих людей, серед яких найбільшу частку (47,2 %) склали молоді люди віком 25-29 років [43]. За даними F. Khoshhal et al. в країнах Близького Сходу представленість короткозорості складає 8 % серед осіб молодше 15 років та 30 % у старших [44].

Для України проблема короткозорості є також актуальною. Моніторинг здоров'я населення, проведений на початку XXI ст., засвідчив, що відсоток захворюваності на короткозорість щорічно збільшувався протягом 2006-2011 років [45]. За даними М. Махова та Є. Стрикаленко, відсоток поширеності короткозорості в різних регіонах нашої країни варіюється від 6 % в південних районах до 30 % в центральних [47]. У 2009 році даний тип рефракційного порушення вже займав 3 місце у структурі офтальмологічних захворювань [46]. Дослідниця О.М. Черемухіна описує, що середньорічний темп зростання короткозорості в структурі очних хвороб станом на 2011 рік складав 10 % [48, 49]. Результати дитячих медоглядів 2012-2017 рр. свідчать про щорічне зростання загальної захворюваності на хвороби ока та його додаткового апарату, в тому числі і на короткозорість [50-52]. Згідно досліджень О.Ю. Бойцової, кількість дітей-міопів зросла у 3 рази [53], а за результатами аналізу Н.Н. Бушуєвої поширеність короткозорості серед дітей середнього шкільного віку становить 35,57 на 1000 чоловік, а серед старшого шкільного віку – 84,86 на 1000 чоловік [54]. Світова тенденція до маніфестації захворюваності та поширеності короткозорості обумовлює її значні медико-соціальні та економічні наслідки внаслідок зростаючого ризику розвитку ускладнень при високих значеннях короткозорості та втрату працездатності основною категорією населення [55-57].

Згідно Уніфікованого клінічного протоколу «Порушення рефракції та акомодатії: міопія, гіперметропія, астигматизм, анізометропія, пресбіопія, порушення акомодатії, амбліопія, кератоконус, контактна корекція зору»,

затвердженого Міністерством охорони здоров'я України у 2015 році, короткозорість (міопія) «є частим оптичним відхиленням, при якому око має занадто багато оптичної потужності і паралельні промені світла з віддалених зображень орієнтовані на точку попереду сітківки, в результаті чого на сітківці формується розмите зображення» [58]. Причинами підвищеної рефракції може бути надмірне заломлення рогівки чи кришталіка або, частіше, збільшення довжини очного яблука у передньо-задньому напрямку, що поєднується із нормальною оптичною силою очних структур [59].

За класифікацією Е.С. Аветісова короткозорість за значеннями клінічної рефракції прийнято поділяти на: короткозорість слабкого (до -3 дптр), середнього (від -3 до -6 дптр) та високого ступеня (понад -6 дптр); за походженням: на набуту та вроджену короткозорість; за часом маніфестації: на ранню, «шкільну» та надбану у дорослому віці [59]. Вроджена короткозорість виявляється при народженні дитини або в ранньому віці, завжди потребує корекції та становить загрозу інвалідизації [60, 61]. На думку ряду авторів (Аветісов Е.С., Бушніна Л.В.) в структурі короткозорості найбільшу частку складає набута її форма (до 80%), більшість випадків якої діагностується у віці 7-14 років [59, 62]. Як правило, набута короткозорість не досягає надвисокого ступеня розвитку, не схильна до прогресування та стабілізується без патологічних ускладнень у віці 20-25 років [63].

За сучасними уявленнями короткозорість набутої форми формується як адаптаційна реакція органу зору до довготривалої зорової роботи на близькій від ока відстані та проявляється у подовженні очного яблука і відсутності або слабкій вираженості акомодативної [59, 64-66]. На думку Волкова В.В., короткозорість низьких значень є варіантом біологічної норми в умовах такої діяльності [67]. В літературі (Трон Е.Ж., Ферфільфайн І.Л., Аветісов Е.С.) описані дані, що значення передньо-задньої осі (ПЗО) у еметропічному оці складає 22-24,5 мм, а при короткозорості ПЗВ може досягати від 22 мм до 38,2 мм [59, 68, 69]. За даними сучасних дослідників Жукова О.В., Корнюшиної Т.А., Паштаєва Н.П. при слабкій короткозорості середні

значення ПЗВ становлять $23,52 \pm 1,2$ мм, при середній – $24,48 \pm 0,8$ мм, при високій – $26,73 \pm 1,3$ мм; усереднені значення ПЗВ короткозорого ока дорослого – 24,5-33 мм [70-42].

На сьогодні накопичено достатньо матеріалу, що змінює погляд на набуту короткозорість як окрему аномалію рефракції чи порушення функції зору на її розглядання як певний функціональний стан організму людини із властивими йому особливостями фізіологічних процесів, що розвивається у комплексі етіологічних факторів [59, 65, 73]. Треба відзначити, що провідний механізм патогенезу короткозорості досі не визначений, але головними внутрішніми чинниками вважаються біомеханічне ослаблення склери, окислювальний стрес, метаболічні та гідродинамічні порушення в оці, надмірне акомодційне навантаження [59, 74-82]. На розвиток короткозорості також можуть впливати: спосіб життя (зокрема, час перебування на свіжому повітрі [83, 84]), фактори навколишнього середовища (зокрема, урбанізація [85-87]), академічне навантаження [88, 89].

Результати досліджень, отримані в останні роки, свідчать про вплив імунної системи на формування та розвиток короткозорості. Зокрема авторами Абрамовою Т.Я., Бушуєвою Н.М., Петровим С.А., Сахаровою С.В., Шейком В.І, Шмалей С.В. з'ясовано, що на тлі короткозорості відбувається зменшення вмісту головних ІКК вродженого імунітету – лейкоцитів, лімфоцитів, нейтрофілів, моноцитів, що призводить до зниження рівня фагоцитарної активності та, як наслідок, погіршення неспецифічного антиінфекційного захисту, розвивається дефіцит Т-лімфоцитів за рахунок зменшення кількості Т-хелперів/індукторів, що, в свою чергу, впливає на вміст В-лімфоцитів та продукування ними основних захисних імуноглобулінів (класи А, М, G). На системному рівні формується набутий імунодефіцитний стан за Т-клітинним типом, що супроводжується частими випадками гіпо-, гіпер- чи дисімуноглобулінемій, коли у сироватці крові спостерігається дисбаланс імуноглобулінів в сторону збільшення чи

зменшення концентрації окремого класу Ig [73, 90-94]. Проте дані дослідження присвячені або окремим віковим групам (дошкільного та шкільного віку), або патологічній (прогресуючій) формі короткозорості, або окремому ступеню набутої короткозорості.

За даними Єременко О.І. 70-90% дітей з короткозорістю мають супутні соматичні захворювання інших систем: захворювання опорно-рухового апарату, ЛОР-органів, ШКТ, вегето-судинну дистонію, що обтяжують її перебіг [95]. Так, патології шийного відділу, які супроводжуються стискуванням хребетних артерій та волокон симпатичної нервової системи, при короткозорості призводять до значних порушень гемоциркуляції (ішемічні нейрооптикопатії), іннерваційних дисфункцій (від зниження швидкості зіничних реакцій до їх парезу), порушень метаболізму в тканинах ока (накопичення метаболітів, розвиток гіпоксичних наслідків) [96]. Така довготривала вертебробазиллярна недостатність впливає на зорові функції: виникають фотопсії, скотоми, спостерігаються випадання полів зору, з'являються періоди втрати зору [97]. Відомо, що будь-які зміни органу зору пов'язані з дисфункціями нейросенсорного апарату та, іншими словами, відображаються на діяльності ЦНС та зорових функціях [98]. Наприклад, дослідження Богатирьової О.С. свідчать про зниження рівня розпізнавання кольорів, збільшення кольорового дефіциту та прогресування функціональних порушень зорового аналізатора в динаміці короткозорості [99]. В роботах Новікової О.І. та Пікущого Д.В. показаний вплив стану короткозорості на пропускну здатність зорового аналізатора, що проявлявся в зниженні об'єму та швидкості переробки зорової інформації у короткозорих підлітків віком 12-13 років [100, 101].

Також в літературі описані дані про особливості ВНД короткозорих осіб. Так, згідно даних Мужиченка М.В., при короткозорості відбувається зниження показників зорової пам'яті у 10-11-річних школярів з короткозорістю в порівнянні зі здоровими однолітками; в той же час слухова пам'ять була більш розвинута при слабкому ступені короткозорості, що, за

припущенням автора, було проявом компенсації зорової пам'яті, та суттєво зниженою при високих значеннях. Ця ж тенденція зберігалась і при оцінці уваги: при вираженій короткозорості об'єм уваги був достовірно нижчим за кількісні дані осіб з нормальним зором, що пов'язувалось із швидкою зоровою втомою у даних осіб. Також Мужиченко М.В. виявив, що такі показники вербально-логічного мислення як асоціація та класифікація зображень, здатність до узагальнення та виділення суттєвих ознак знижувалися вже при короткозорості від -3 дптр [102]. Можливо це пов'язано з фрагментарністю та неповнотою сприйняття параметрів об'єкту при порушеннях зору і, як наслідок, недоліком фіксації та збереження в пам'яті цього образу. Адже відомо, що інформація отримана під час неповноцінного зорового аналізу і синтезу є нестійкою, слабо закріплюється в корі головного мозку, швидко зтирається або замінюється іншою. Брак інформації призводить до обмеження наочно-дієвого досвіду, що загалом знижує швидкість аналітико-синтетичної діяльності мозку [103, 104]. За даними Новікової О.І., підлітки з короткозорістю середнього ступеня за параметрами уваги (об'єм, швидкість переключення) достовірно не відрізнялись від дітей з нормальним зором, окрім стійкості уваги, що була достовірно вища при короткозорості. Одночасно із цим, аналіз короткочасної зорової пам'яті засвідчив зниження їх характеристик в групі короткозорих дітей, а саме: об'єм зорової пам'яті на числа був менший на 5%, на слова – на 3%, а на фігури – на 1,5% в порівнянні із дітьми з нормальною гостротою зору [105].

Висновки до розділу 1

Беручи до уваги вище викладене, можна стверджувати, що в літературі розкриті основні механізми взаємодії нервової та імунної систем як факторів регулювання загального стану життєдіяльності людини. Проте наявні дані не дозволяють охарактеризувати особливості нейроімунної взаємодії в умовах набутих фізіологічних та функціональних станів, які все частіше формуються

в умовах сучасного кібернетичного суспільства, що створює інформаційний тиск та викликає порушення в регулюючих системах. Наслідками таких процесів є формування під впливом інформаційно-емоційного стресу стану короткозорості набутої форми, яка розвивається як системні зміни не тільки зорово-сенсорної системи, а й організму в цілому.

Аналіз літератури, проведений за темою дисертаційного дослідження, показав недовільну розробленість даної тематики. Наведені у літературі дані у своїй більшості носять фрагментарний та суперечливий характер. Залишаються нез'ясованими питання щодо стану показників різних ланок системного імунітету та особливостей діяльності вищих відділів ЦНС, а також взаємодії цих систем в умовах короткозорості набутої форми різного ступеня, що не дозволяє повноцінно охарактеризувати статус цих осіб. Зважаючи на інформаційний тиск сьогодення та тенденцію до зростання ролі цифрових пристроїв, що вимагають посиленої зорової роботи на близькій відстані, яка є предиктом формування стану набутої короткозорості та причиною стрімкого її поширення серед осіб працездатного віку, нами і була обрана дана тематика дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1:

1. Акмаев ИГ. Взаимодействия основных регулирующих систем (нервной, эндокринной и иммунной) и клиническая манифестация их нарушений. *Клин. мед.* 1997;11:8-13.
2. Абрамов ВВ. Взаимодействие иммунной и нервной систем. Новосибирск: Наука; 1988. 163 с.
3. Ann NY. Neural-immune interactins in health and disease. *Acad Sci.* 2002;966:20-27.
4. Полетаев АБ, Морозов СГ, Ковалев ИЕ. Регуляторная метасистема (нейроиммуноэндокринная регуляция гомеостаза). М.: Мед-на; 2002. 156 с.
5. Самотруева МА, Ясенявская АЛ, Цибизова АА, Башкина ОА, Галимзянов ХМ, Тюренокв ИН. *Нейроиммуноэндокринология: современные*

- представления о молекулярных механизмах. Иммунология. 2017;38(1):49-59. DOI: 10.18821/0206-4952-2017-38-1-49-59.
6. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина; 1975. 447 с.
 7. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. М.: Наука; 1973. с. 5-61.
 8. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: Медгиз; 1960. 255 с.
 9. Godfrey DI, Purton JF, Boyd RL, Cole TL. Stress-free T-cell development: Glucocorticoids are not obligatory. Immunol. 2000;21:606-611.
 10. Хныченко ЛК, Сапронов НС. Стресс и его роль в развитии патологических процессов. Обзоры по клин. фармакол. и лек. терапии. 2003;2(3):2-15.
 11. Гаркави ЛХ, Квакина ЕБ, Уколова МА. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та; 2006. 256 с.
 12. Крыжановский ГН, Магаева СВ, Макаров СВ, Сепиашвили РИ. Нейроиммунопатология. М.: Изд-во ин-та общей патологии и патофизиологии РАМН; 2003. 437 с.
 13. Корнева ЕА, Шхинек ЭК. Гормоны и иммунная система. Ленинград: Наука; 1988. 251 с.
 14. Korneva EA, Lesnikov VA. Spleen colony formation of mice at different times after le-sioning of hypothalamic structure. Neuroimmunomodulation. Bethesda; 1999. P. 34-36.
 15. Девойно ЛВ, Ильюченко РЮ. Моноаминергические системы в регуляции иммунных реакций. Новосибирск, 2003; 233 с.
 16. Магаева СВ, Морозов СГ. Нейроиммунофизиология. М.: Изд-во НИИ биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича РАМН; 2005. 160 с.
 17. Besedovsky HO, Del Rey A, Sorkin E. The immune response evokes changes in brain noradrenergic neurons. Science. 2003;241(4610):564-566.
 18. Долин АО, Крылов ВН. Экспериментальное изучение роли коры головного мозга в иммунных реакциях организма. Журнал ВНД. 2002;2(6):547-560.

19. Ашмарин ИП, Каменская МА. Нейропептиды в синаптической передаче. Физиология человека и животных. 2000;46:180-213.
20. Белоглазов ВА, Кошукова ГН, Алексеева АА. Взаимодействие основных регуляторных систем организма. Крымский терапевтический журнал. 2007;2(2):24-30.
21. Васильев АГ, Чурилов ЛП, Трашков АП, Утехин ВИ. Эволюция иммунной системы и регуляторные эффекты антител. Цитология. 2018;60(2):71-80.
22. Kohm AP, Sanders VM. Norepinephrine: a messenger from the brain to the immune system. Immunol. 2000;21:539-42.
23. Ковальчук ЛВ. Клиническая иммунология и аллергология с основами общей иммунологии : учебник М.: ГЭОТАР-Медиа; 2012. 640 с.
24. Кузнецова ЛВ, редактор. Імунологія: підручник. Вінниця: ТОВ «Меркьюрі Поділля»; 2013. 565 с.
25. Hall NR, Gillis P, Spangelo BL, Goldstein AL. Evidence that thymosins and other biologic response modifiers can function as neuroactive immunotransmitters. Journal of Immunology. 2001;135:806-811.
26. Кветной И.М., Ингель И.Э. Гормональная функция неэндокринных клеток: роль нового биологического феномена в регуляции гомеостаза. Бюлл. экспер. биологии и медицины. 2000;11:483-487.
27. Ланин ДВ, Зайцева НВ, Долгих ОВ. Нейроэндокринные механизмы регуляции функций иммунной системы. Успехи современной биологии. 2011;131(26):122-134.
28. Halasz B. Complexity of the neuroendocrine system. Acad. Royal Med. Belg. 1999;154(10-12):349-355.
29. Galoyan A. Neurochemistry of brain neuroendocrine immune systems. Neurochemistry. 2001;18(2):83-95.
30. Смирнов ВМ, Будылина СМ. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность. М.: Академия; 2003. 304 с.
31. Варивончик ДВ. Світові епідеміологічні характеристики поширеності порушень зору. Офтальмологія. 2016;1(03):12-22.

32. World Health Organization. Universal eye health: a global action plan 2014-2019 [Internet]. Geneva; 2013 [cited 2018 Nov 5]. 28 p. Available from: https://www.who.int/blindness/AP2014_19_English.pdf?ua=1.
33. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo K, Sankaridurg P, Wong T et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016;123(5):1036-1042. DOI:10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
34. Morgan I, Rose K. How genetic is school myopia? *Prog Retin Eye Res*. 2005;24:1-38. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2004.06.004.
35. Lam CS, Goldschmidt E, Edwards MH. Prevalence of myopia in local and international schools in Hong Kong. *Optom Vis Sci*. 2004;81(5):317-322. DOI:10.1097/01.opx.0000134905.98403.18.
36. Pan CW, Dirani M, Cheng CY, Wong TY, Saw SM. The age-specific prevalence of myopia in Asia: a meta-analysis. *Optom Vis Sci*. 2015;92(3):258-266. DOI:10.1097/OPX.0000000000000516.
37. Yotsukura E, Torii H, Inokuchi M, et al. Current Prevalence of Myopia and Association of Myopia With Environmental Factors Among Schoolchildren in Japan. *JAMA Ophthalmol*. 2019;137(11):1233-1239. DOI:10.1001/jamaophthalmol.2019.3103.
38. Rim TH, Kim SH, Lim KH, et al. Refractive Errors in Koreans: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2012. *Korean J Ophthalmol*. 2016;30(3):214-224. DOI:10.3341/kjo.2016.30.3.214.
39. Vitale S, Ellwein L, Cotch MF, Ferris FL 3rd, Sperduto R. Prevalence of refractive error in the United States, 1999-2004. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(8):1111-1119. DOI:10.1001/archopht.126.8.1111.
40. Bar D, Levin A, Morad Y, Grotto I, Ben-David R, et al. The changing prevalence of myopia in young adults: a 13-year series of population-based prevalence surveys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(8):2760-5. DOI: 10.1167/iovs.04-0260.

41. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012;32:3-16. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x.
42. Kempen JH, Mitchell P, Lee KE, Tielsch JM, Broman AT, et al. The Prevalence of Refractive Errors Among Adults in the United States, Western Europe, and Australia. *Arch Ophthalmol.* 2004;122:495-505. DOI:10.1001/archophth.122.4.495.
43. Williams KM, Verhoeven VJ, Cumberland P, Bertelsen G, Wolfram C, Buitendijk GH et al. Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E(3)) Consortium. *Eur J Epidemiol.* 2015;30(4):305-315. DOI:10.1007/s10654-015-0010-0.
44. Khoshhal F, Hashemi H, Hooshmand E, et al. The prevalence of refractive errors in the Middle East: a systematic review and meta-analysis. *Int Ophthalmol.* 2020;40(6):1571-1586. DOI:10.1007/s10792-020-01316-5.
45. Моїсеєнко РО, Голубчиков МВ, Слабкий ГО, Риков СО, редактори. Офтальмологічна допомога в Україні за 2006-2011 роки. (аналітично-статистичний довідник). Київ, 2012. 184 с.
46. Пасєчнікова НВ, Риков СО, Степанюк ПІ. Офтальмологічна допомога населенню України в 2009 році. *Офтальмологіческий журнал.* 2010;5:83-88.
47. Махов М, Стрикаленко Є. Застосування засобів фізичної культури для профілактики захворювань органів зору. В: Матер. 8 Всеукр. наук.-практ. конф. Актуальні проблеми юнацького спорту; 2010 верес. 23-24; Херсон. Херсон; 2010, С. 202-203.
48. Черемухіна ОМ. Медико-соціальне обґрунтування оптимізованої системи профілактики хвороб ока та його придатків у сільських мешканців [автореферат]. Харків: Український інститут стратегічних досліджень МОЗ України; 2015. 31 с.

- 49.Ковтун НВ, Черемухіна ОМ. Статистическая оценка распространенности офтальмологических заболеваний среди взрослого сельского населения Украины: региональный аспект. Вопросы статистики. 2011;4:30-37.
- 50.Медведовська НВ. Регіональні особливості захворюваності населення України на офтальмологічну патологію, її динаміка. Семейная медицина. 2013;3(47):107-108.
- 51.Риков СО, Васюта ВА. Захворюваність на хвороби ока та його придаткового апарату, їх поширеність серед населення України. Україна: Здоров'я нації. 2011;4(20):7-11.
52. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2017 рік. Київ: ДУ «УІСД МОЗ України»; 2018. 458 с.
- 53.Бойцова ОЮ, Кухарська ТГ, Качуріна СМ. Актуальні питання патології органа зору у дітей. Медицина транспорту України. 2010;2:38-41.
- 54.Бушуева НН. Диагностика и хирургическое лечение прогрессирующей миопии у детей и подростков. В: Риков СО, редактор. Зб. пр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю Рефракційний пленер'18; 2018 жовт. 18-19; Київ. Київ: НМАПО ім. П.Л. Шупика; 2018, с. 130-138.
- 55.Congdon N, Burnett A, Frick K. The impact of uncorrected myopia on individuals and society. *Comm Eye Health J.* 2019;32(105):7-8.
- 56.Naidoo KS, Fricke TR, Frick KD, Jong M, Naduvilath TJ, et al. Potential lost productivity resulting from the global burden of myopia: systematic review, meta-analysis and modelling. *Ophthalmol.* 2019;126:338-346. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.10.029.
- 57.Smith TS, Frick KD, Holden BA, Fricke TR, Naidoo KS. Potential lost productivity resulting from the global burden of uncorrected refractive error. *Bull World Health Organ.* 2009;87(6):431–437. DOI: 10.2471/BLT.08.055673.
- 58.Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої), третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги «Порушення рефракції та акомодатції: міопія, гіперметропія, астигматизм, анізометропія,

- пресбіопія, порушення акомодациї, амбліопія, кератоконус, контактна корекція зору», затверджений наказом МОЗ України №827 від 08.12.2015 року [Інтернет]. Київ: Мед. департ. МОЗ України; 2015. [цитовано 2018 Січ 20]. 162 с. Доступно на: <https://dec.gov.ua/>.
59. Аветисов ЕС. Близорукость. М.: Медицина; 1999. 288 с.
60. Рустамова НМ. Сравнительная оценка возраста лиц, впервые признанных инвалидами по различным заболеваниям глаз. Офтальмология. 2012;9(1):80-82.
61. Сорокин ЕЛ, Егоров ВВ, Коленко ОВ, Жиров АЛ, Бушнина ЛВ. Исследование частоты и структуры дегенеративной миопии среди пациентов с миопической рефракцией. Офтальмология. 2013;1:14-17.
62. Бушнина ЛВ, Сорокин ЕЛ, Кашура ОИ, Пшеничнов МВ. Исследование возрастного периода начала формирования центральных осложнений приобретенной миопии. Современ. технол. в фотальмологии. 2014;2:97-99.
63. Myopia. American Academy Of Ophthalmology [Internet]. 2010 May; Available from: https://eyewiki.aao.org/Myopia#cite_note-aaob-7.
64. Толстанов ОК, Павловський ВА. Охорона здоров'я дітей та підлітків: навч.-метод. пос. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка; 2009. Частина II, Попередження дитячих захворювань; 208 с.
65. Дорошева ЕА. Эволюционный подход к вопросам формирования близорукости: перестройка зрительного анализатора как адаптация к социокультурным условиям. Эксперим. психология. 2014;7(3):83-97.
66. Кузнецова ГЕ, Лялин АН, Жаров ВВ. Теория адаптации и приобретенная миопия. Точка зрения: Восток-Запад. 2014;2:67.
67. Барина КО, Корнилова ЕЛ, Батманов ЮЕ. Современные аспекты этиопатогенетического лечения близорукости. Глаз. 2008;2:17-21.
68. Ферфильфайн ИЛ. Некоторые анатомо-оптические параметры глаз с близорукостью высокой степени. Офтальмол. журн. 1981;9:403-404.
69. Егоров ЕА, Эскина ЭН, Гветадзе АА, Белогурова АВ, Степанова МА, Рабаданова МГ. Морфометрические особенности глазного яблока у

- пациентов с близорукостью и их влияние на зрительные функции. РМЖ «Клиническая Офтальмология». 2015;4:186-190.
70. Паштаев НП, Поздеева НА, Бодрова СГ, Зарайская ММ. Возрастные изменения рефракции и аккомодации у школьников младших классов. Офтальмохирургия. 2016;4:69-72.
71. Жукова ОВ, Смирницкая ЕЮ. Корреляция биометрических и кераторефракционных параметров глазного яблока при прогрессирующей миопии у детей. В: Сб. науч. работ X юбил. офтальмол. конф. Рефракция-2014. Актуальные вопросы аномалий рефракции у детей; 2014 нояб. 28-30; Самара. Самара: АНО Издательство СНЦ; 2015, с. 198-203.
72. Корнюшина ТА, Куприянова МВ. и др. Особенности развития рефракции школьников по мере увеличения учебного стажа. Офтальмохирургия. 2010;6:40-43.
73. Шейко ВІ, Макаренко МВ, Іванюра ІО. Стан нейродинаміки та імунної системи у людей з міопією. Фізіол. журнал. 2005; Том 51(4):55-60.
74. Francisco B-M, Salvador M, Amparo N. Oxidative Stress in Myopia. *Oxid. Med. Cell Longev.* 2015; Article ID 750637:12 DOI:10.1155/2015/750637.
75. Gupta P, Saw SM, Cheung CY et al. Choroidal thickness and high myopia: a case-control study of young Chinese men in Singapore. *Acta Ophthalmol.* 2015;93(7):585-592. DOI:10.1111/aos.12631.
76. McBrien NA. Regulation of scleral metabolism in myopia and the role of transforming growth factor-beta. *Exp. Eye Res.* 2013;114:128-140. DOI:10.1016/j.exer.2013.01.014.
77. Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog. Retin. Eye Res.* 2012;31(6):622-660. DOI:10.1016/j.preteyeres.2012.06.004.
78. Cassagne M, Malecaze F, Soler V. Pathophysiology of myopia: nature versus nurture. *Ophthalmol.* 2014;37(5):407-441. DOI:10.1016/j.jfo.2014.02.002.

- 79.Золотарев АВ, Павлова ОВ, Карлова ЕВ, Стебнева ИГ. Увеосклеральный отток и аккомодация: морфологическая функциональная взаимосвязь. Клиническая офтальмология. 2009;1:15-16.
- 80.Светлова ОВ. Функціональні особливості взаємодії склери, аккомодационной і дренажної систем очі при глаукомной і міопічній патології [автореферат]. Москва: ЗАО «Компания Ассисетнт»; 2010. 40 с.
- 81.Иомдина ЕН. Биомеханика склеральной оболочки глаза при миопии: диагностика нарушений и их экспериментальная коррекция [автореферат]. М.: МНИИГБ им. Гельмгольца; 2000. 48 с.
- 82.Стоцька ЛМ. Порушення антиоксидантної та імунної систем у дітей з набутою неускладненою міопією і їх корекція за допомогою фітотерапії [автореферат]. Одесса: Дніпропетровська державна медична академія МОЗ України; 2006. 16 с.
- 83.Deng L, Pang Y. Effect of outdoor activities in myopia control: meta-analysis of clinical studies. *Optom. Vis. Sci.* 2019;96(4):276-282. DOI: 10.1097/OPX.0000000000001357.
- 84.Czepita DA, Zejmo M. Environmental factors and myopia. *Ann Acad Med Stetin.* 2011;57(3):88-92.
- 85.Rose KA, French AN, Morgan IG. Environmental factors and myopia: paradoxes and prospects for prevention. *Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila).* 2016;5(6):403-410. DOI: 10.1097/APO.0000000000000233.
- 86.Zhang M, Li L, Chen L, et al. Population density and refractive error among Chinese children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51(10):4969-4976. DOI:10.1167/iovs.10-5424.
- 87.Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK, et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. *Br J Ophthalmol.* 2016;100(7):882-890. DOI:10.1136/bjophthalmol-2015-307724.

88. Morgan IG, Rose KA. Myopia and international educational performance. *Ophthalmic. Physiol. Opt.* 2013;33(3):329-338. DOI: 10.1111/opo.12040.
89. Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P, et al. Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *Ophthalmology.* 2015;122(7):1489-1497. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.03.018.
90. Абрамова ТЯ, Смирнова ИЮ, Абрамов ВВ. Иммунологические особенности у детей с прогрессирующей миопией. В: Матер. 3-го съезда иммунологов и алергологов СНГ; Сочи. Сочи; 2000;1(2): 164 с.
91. Бушуева НН. Риков СО. Диагностика и хирургическое лечение прогрессирующей миопии у детей и подростков. В: Риков СО, редактор. Зб. пр. наук.-практ. конф. з міжн. участю Рефракційний пленер`18; 2018 жов 18-19; Київ; 2018. с. 130-138.
92. Петров СА, Суховой ЮГ. Иммунологические аспекты в патогенезе миопии. В: Сб. Тр. междун. симпоз. Близорукость, нарушение рефракции, аккомодации и глазодвигательного аппарата; 2001 дек. 18-20; Москва; 2001;С. 65-66.
93. Сахарова СВ. Клинико-иммунологическая характеристика прогрессирующей близорукости средней и высокой степени при различных состояниях иммунной системы [диссертация]. Тюмень: Тюменская государственная медицинская академия; 2006. 115 с.
94. Шмалей СВ, Редька ІВ. Імунологічні особливості дітей молодшого шкільного віку з міопією. *Світ медицини та біології.* 2012;3:122-125.
95. Еременко АИ, Четыз РР, Четыз ФЗ. Роль экстраокулярной патологии в патогенезе близорукости у детей и ее комплексное лечение. *Рос. офтальмологический журнал.* 2009;3:13-16.
96. Завгородняя НГ, Денисова ОО. Оптическая нейропатия при близорукости высокой степени как результат изменения гемодинамических, биомеханических и морфологических характеристик глаза. *Сучасні медичні технології.* 2012;42:70-72.

- 97.Чередниченко ЛП, Борисова ЛИ. Исследование патогенетически обусловленных клинико-функциональных нарушений органа зрения при остеохондрозе шейного отдела позвоночника. Рос. офтальмологический журнал. 2013;1:49-53.
- 98.Liou SW. Myopia and contrast sensitivity function. Current Eye Research. 2001;22(2)81-84.
- 99.Богатырева ЕС, Ковалевская МА. Клинико-функциональные параллели в цветовосприятии у пациентов с миопией. Вестник ТГУ. 2014;19(4):1089-1091.
100. Новикова ЕИ, Пикущий ДВ. Влияние миопии на пропускную способность зрительного анализатора подростков. В: Рудакова ИА, редактор. Сб. науч. тр. матер. XXIII Междун. науч.-практ. конф. Актуальные вопросы современной науки; 2014 апр. 29; 2014; Москва. М.: Издательство Спутник, 2014. С.177-180.
101. Пикущий ДВ. Функциональное состояние зрительной сенсорной системы у школьников пубертатного возраста с аномалией рефракции. Стриж [Интернет]. 2015 [цитировано 2017 март.];2(02);14-17. Доступно на: <http://www.strizh-vspu.ru/files/publics/1434459298.pdf>.
102. Мужиченко МВ. Некоторые показатели высшей нервной деятельности у школьников с нарушениями зрения. Грани познания [Интернет]. 2015 [цитировано 2017 март];6(40):64-66. Доступно на: www.grani.vspu.ru.
103. Литвак АГ. Психология слепых и слабовидящих: Учебн. пос. СПб: Изд-во РГПУ; 2006. 336 с.
104. Зислина НН. Нейрофизиологические механизмы нарушения зрительного восприятия у детей и подростков. М.: Педагогика; 1987. 168с.
105. Новикова ЕИ, Надежкина ЕЮ, Мужиченко МВ. Влияние миопии на когнитивные функции учащихся пубертатного возраста. Вестник ВолгГМУ. 2015;4(56):127-129.

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Даний розділ дисертаційної роботи присвячений висвітленню етапів постановки, організації та проведення експериментального дослідження, опису використаних методів та методик з вивчення імунного статусу осіб, нейродинамічних та психофізіологічних показників вищих відділів ЦНС, методів статистичної обробки отриманих даних.

2.1 Організація дослідження

Для досягнення мети роботи проведено обстеження волонтерів віком 18-35 років, які навчаються або працюють у Сумському державному педагогічному університеті імені А.С. Макаренка. Загальна кількість обстежених становила 150 осіб обох статей, в тому числі 67 чоловіків (44,67 %) та 83 жінки (55,33 %), середній вік складав $23,4 \pm 2,6$ роки. Експериментальне дослідження проведене у період з березня 2017 року по листопад 2018 року.

З метою проведення порівняльного аналізу учасники експерименту були розподілені на 2 групи: контрольну – 60 осіб (практично здорові люди з нормальною гостротою зору) та експериментальну (дослідну) – 90 осіб (люди з набутою формою короткозорості). У свою чергу короткозорих учасників було поділено на 3 підгрупи по 30 осіб у кожній у відповідності до ступеня розвитку короткозорості (класифікація за Е.С. Аветісовим [1]): перша – волонтери зі слабким ступенем короткозорості (до -3 дптр), друга – волонтери із середнім ступенем короткозорості (від -3 до -6 дптр), третя – волонтери із високим ступенем короткозорості (від -6 дптр). Загалом в дослідній групі було 34 особи чоловічої статі (37,8%) та 56 осіб жіночої (62,2%). Даний статевий розподіл узгоджується із описаною в літературі

тенденцією щодо більшої поширеності короткозорості серед жінок, порівнянно із чоловіками [2-5].

Діагноз «набута короткозорість» та ступінь її клінічного прояву встановлені під час щорічного профілактичного медичного обстеження із залученням стандартних офтальмологічних діагностичних протоколів лікарем-фахівцем [6]. В усі групи учасників було включено осіб без гострих чи хронічних захворювань, таких, що у період експериментального дослідження, не проходили лікування та не приймали речовини, які б могли вплинути на результати. При формуванні дослідних груп дотримано необхідних умов відбору для забезпечення мінімальних вікових та статевих відмінностей.

Робота виконана відповідно до «Етичних принципів медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження» Гельсінської декларації [7], «Загальної декларації з біоетики та прав людини» [8], законодавства України. Всі волонтери підписали інформовану згоду на участь у дослідженні (Додаток А).

Дослідження психофізіологічного статусу осіб кожної дослідної групи здійснювали у вівторок, середу та четвер, зранку з 9 до 11 години, коли досягається оптимальний рівень активності функціональних систем та максимальна розумова працездатність [9-11]. Обстеження кожного учасника проводилося за однією схемою дослідження: індивідуальна бесіда-інструктаж з відповідних методик, блок вивчення психофізіологічних функцій, блок вивчення нейродинамічних характеристик. Згідно особливостей функціональної діяльності мозкових структур та загальноприйнятих рекомендацій з проведення психофізіологічних досліджень, тривалість кожного блоку тестування не перевищувала 30-40 хвилин, а за необхідності проводились перерви [12-14]. Учасники дослідної групи проходили тестування в стані корекції зору. Весь комплекс тестувань проведений здобувачем особисто на базі кафедри біології людини та тварин Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка.

Для імунологічного обстеження забір крові проводився з 7 до 9 години ранку до прийняття їжі кваліфікованим фахівцем на базі приватного медичного центру «МедСоюз» (місто Суми) із дотриманням необхідних правил маніпуляцій із біологічними рідинами [15].

2.2 Методики вивчення імунного статусу осіб

Імунний статус обстежуваних оцінювали стандартними методиками за тестами I та II рівнів [15-16]. Імунологічне дослідження охоплювало систему неспецифічного антиінфекційного захисту, T- і B-клітинну ланку системного імунітету. Вивчали наступні показники: загальну кількість лейкоцитів у периферійній крові, лейкоцитарну формулу з підрахуванням абсолютного числа та відносного вмісту нейтрофілів всіх форм, моноцитів, нейтрофілів, еозинофілів та базофілів, вміст еритроцитів та гемоглобіну, фагоцитарні показники (фагоцитарне число та фагоцитарний індекс), рівень T- і B-лімфоцитів, концентрацію імуноглобулінів основних класів G, M, A у сироватці крові.

Для комплексної оцінки порушень системи імунітету для кожного імунологічного показника розраховували імунологічний індекс «Ступінь імуних порушень (СІП)». При цьому СІП визначали за формулою:

$$\left(\frac{\text{показник піддослідного}}{\text{показник, взятий за норму}} - 1 \right) \times 100 \% \quad (2.1)$$

Значення результату, що знаходилося в межах 1-33%, відповідає I-му ступеню порушень, 34-66% – II-му ступеню порушень, більше 66% – III-му СІП. Даний спосіб інформаційної оцінки імунологічного стану базується на законах функціонування біологічних систем: самоорганізації функціональних систем, координованості її компонентів та збереженні гомеостазу. Зміна системних зв'язків між компонентами функціональної системи відповідає станам адаптаційно-стресових реакцій: компенсаторного напруження, декомпенсації та дефіциту (стресу) [17].

Забір крові для загального клінічного та імунологічного аналізу проводився натщесерце обстежуваного зранку до 9 години згідно правил та рекомендацій проведення преаналітичного етапу лабораторних досліджень [15, 18] із ліктьової вени у положенні сидячи за допомогою вакуумних систем BD Vacutainer (Великобританія) у стерильні вакутайнери з EDTA в об'ємі 4 мл та у вакутайнери без антикоагулянту об'ємом 6 мл.

Після отримання біологічного матеріалу вміст пробірки обережно перемішували протягом 1 хвилини для розведення антикоагулянту та рівномірного розподілу формених елементів. Через 1 годину після взяття крові, але не пізніше ніж 4 години, проводили підрахунок загальної кількості лейкоцитів та встановлення лейкоцитарної формули у зразках за допомогою автоматичного гемоаналізатора BC-5500 (Mindray, Китай), робота якого базується на методах проточної цитометрії (диференціювання лейкоцитів), лазерних технологіях (встановлення розміру клітин та наявності гранул), хімічному фарбуванні (диференціювання еозинофілів та базофілів), безціановому методі виявлення гемоглобіну та кондуктометричному методі (еритроцитарні та тромбоцитарні показники). Одночасно лейкоцитарна формула частини проб встановлювалась ручним способом за уніфікованою методикою підрахунку у камері Горяєва клітин крові в зразках, пофарбованих методом Романовського-Гімзи [15, 16].

Оцінку фагоцитозу проводили стандартним методом визначення фагоцитарної активності макрофагів у периферичній крові в зразках з бактеріями *Staphylococcus aureus* [19, 20]. Зразки *S. aureus* (Granum, Україна) культивували в триптичному соєвому бульйоні (DM 247) при 35°C. Денну культуру *S. aureus* з живильного середовища промивали фізіологічним розчином хлориду натрію. Мікробну суспензію доводили до необхідної концентрації (1×10^9 /мл), використовуючи стандарт оптичної помутніння («Стандарти помутніння Макфарланда в наборі» BioVitrum, Росія). З проб венозної крові, стабілізованої розчином гепарину (1:10), виготовляли лейкоцитарну суміш згідно методики [15]. Для дослідження фагоцитозу 0,3

мл мікробної суспензії додавали в центрифужну пробірку з 0,2 мл суміші лейкоцитів у середовищі 199, пробірку струшували та інкубували протягом 30 хв при 37°C. Потім в пробірку додавали 5 мл ізотонічного розчину хлориду натрію, струшували і центрифугували протягом 10 хв. при 1500 об/хв. Наприкінці супернатант видаляли і готували мазки із осаду. Висушені на повітрі мазки фіксували абсолютним метанолом протягом 15 хв. і фарбували методом Романовського-Гімзи. Мазки досліджували під іммерсійною системою світлового мікроскопа (модель XSG-109L, BioMed, Україна) із збільшенням 10×90. Підраховували щонайменше 100 клітин. Стан макрофагальної системи та активність фагоцитозу визначали за показниками: фагоцитарний індекс (ФІ) – відсоток фагоцитуючих нейтрофілів/моноцитів, фагоцитарне число (ФЧ) – середня кількість поглинених бактеріальних клітин на 1 нейтрофіл/моноцит.

З метою поглибленого вивчення можливих зрушень в системі крові за умов короткозорості набутої форми проводили розрахунок гематологічних індексів, що вважаються важливим діагностичним критерієм оцінки стану здоров'я людини оскільки відображають порушення гомеостазу вже в донозологічний період та на перших етапах розвитку хвороби [21, 22]. Гематологічним показником, або інтегральним лейкоцитарним індексом (ЛІІ) є математичний розрахунок певних параметрів лейкоцитарної формули та інших показників загального (клінічного) аналізу крові (ШОЕ). Інформаційне значення ЛІІ ґрунтується на аналізі функціональних зрушень компонентів системи крові (як відхилень від норми, так і ступінь порушення їх взаємодії), які відповідають за формування неспецифічних адаптаційних реакцій у відповідь на дію внутрішніх або зовнішніх факторів [23]. ЛІІ активно використовуються у діагностиці імунологічних порушень, особливо для оцінки імунологічної реактивності (неспецифічної резистентності) організму, аналізі діяльності ефекторних механізмів імунної відповіді при різних захворюваннях [24, 25], патологічних процесах [26] та функціональних станах [27, 28].

За загальноприйнятими формулами проводили розрахунок таких гематологічних індексів [21, 23, 24, 28]:

– індекс зрушень лейкоцитів (ІЗЛ) – відношення суми еозинофілів, базофілів, нейтрофілів до суми моноцитів та лімфоцитів, маркер реактивності при запальному процесі, під час якого збільшується кількість еозинофілів та нейтрофілів (референтні значення $1,96 \pm 0,56$);

– лейкоцитарний індекс (ЛІ) – співвідношення лімфоцитів/нейтрофілів – маркер порушення між гуморальною та клітинною ланкою імунітету (референтні значення $0,41 \pm 0,03$);

– індекс співвідношення нейтрофілів/лейкоцитів (ІСНЛ) – маркер порушення в системі компонентів неспецифічного та специфічного захисту (референтні значення $2,47 \pm 0,65$);

– індекс співвідношення нейтрофілів/моноцитів (ІСНМ) – маркер дисбалансу компонентів фагоцитарної (мікро- та макрофагальної) системи (референтні значення $11,83 \pm 1,31$);

– індекс співвідношення лейкоцитів/моноцитів (ІСЛМ) – свідчить про взаємовідношення афекторного та ефекторного компонентів імунологічного процесу (референтні значення $5,34 \pm 0,59$);

– лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ) – критерій для диференціації аутоінтоксикації від інфекційної інтоксикації організму (референтні значення $4,56 \pm 0,37$); формула:

$$\frac{\text{лімф} \cdot 10}{(\text{мц} + \text{ю} + \text{п} + \text{с} + \text{е} + \text{б})} \quad (2.2)$$

*де лімф – лімфоцити, мц – мієлоцити, ю – ювенільні нейтрофіли, п – паличкоядерні нейтрофіли, с – сегментоядерні нейтрофіли, е – еозинофіли, б – базофіли.

– індекс алергізації (референтні значення $0,88 \pm 0,09$); формула:

$$\frac{\text{лім} + 10 \cdot (\text{е} + 1)}{\text{б} + \text{п} + \text{с} + \text{м}} \quad (2.3)$$

*де лімф – лімфоцити, мц – мієлоцити, ю – ювенільні нейтрофіли, п – паличкоядерні нейтрофіли, с – сегментоядерні нейтрофіли, е – еозинофіли, б – базофіли.

– індекс імунної реактивності – відношення суми лімфоцитів та еозинофілів до моноцитів,

– індекс адаптації (ІА), або індекс стресової активності за Л.Х. Гаркаві – відношення лімфоцитів до сегментоядерних нейтрофілів – відображає рівень адаптаційних реакцій [29, 30]:

Тип адаптаційної реакції	індекс	Подразник
Стрес	<0,3	Сильний
Підвищеної активації	>0,7	вище середнього
Спокійної активації	>0,5-0,69	Середній
Тренування	>0,3-0,49	Слабкий

Імунофенотипування лімфоцитів проводили методами 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 [31] та протоколів [32-34]. Даною діагностичною системою встановлювали абсолютне число та відносний вміст популяції клітин CD3⁺ (Т-лімфоцити), CD3⁺CD4⁺ (Т-хелпери/індуктори), CD3⁺CD8⁺ (цитотоксичні Т-супресори), CD16⁺ (натуральні кілери), CD22⁺ (В-лімфоцити), значення імунорегуляторного індексу (співвідношення CD4:CD8). Даний апарат використовує до 4-х флуоресцентних каналів виявлення синього (488 нм) лазера одночасно. Експлуатація відбувалася автоматично після завантаження касети-кювета. Зразок цільної EDTA-стабілізованої крові (50 мкл) піддавався фарбуванню з відповідними МкАТ у відповідності до рекомендацій виробника. Після внесення АТ зразки обережно перемішували та піддавали інкубації при кімнатній температурі (15-20° С) у темному місці. В подальшому еритроцити руйнувалися за допомогою лізуючого розчину VersaLyse Lysing Solution (Beckman Coulter, США), що не містив ціаніду. Після цього ще на 10 хвилин проводилась інкубація при кімнатній температурі у темному місці. Реагенти МкАТ AQUIOS Tetra Tests (панелі

Tetra-1 та Tetra-2+) є комбінацією мишачих моноклональних антитіл, кон'югованих із певним флуорохромом та специфічним для іншого антигену клітинної поверхні (CD45-FITC/CD4-RD1/CD8-ECD/CD3-PC5 в панелі Tetra-1, CD45-FITC/(CD56+CD16)-RD1/(CD19+CD22)-ECD/CD3-PC5 в панелі Tetra-2+). Налаштування діагностичних каналів флуоресценції і колірної компенсації пристрою, аналіз результатів тестування проводились в автоматичному режимі за допомогою встановленого програмного додатку AQUIOS™ Software [31, 35].

Рівень імуноглобулінів Ig A, Ig M, Ig G у сироватці крові визначали класичним методом радіальної імунодифузії в агарі за Mancini (реакція преципітації) [15, 36] та ELISA. Імуноферментний аналіз (ІФА) проводився з використанням полістирольних 96-лункових планшетів Microlon® (Greiner Bio-One, Німеччина), набору реагентів «Immunoskrin-G, M, A-ELISA-Best» (Vector-Best, Росія) і пероксидазою хрому у якості ферментного детектора (Діапроф-Мед, Україна). ELISA-аналіз проводили згідно методики [37] та інструкцій виробників реагентів. Візуалізація результатів реакцій на ІФА-планшетах проводилась з розчинним хромогеном 3,3',5,5'-тетраметилбензидин (Діапроф-Мед, Україна) у 0,1 М цитратно-фосфатному буфері рН 4,5. Результати імуноферментного аналізу реєстрували спектрофотометрично на аналізаторі PR2100 (Sanofi Diagnostics Pasteur Inc., Франція) при 450 нм.

2.3 Методики вивчення психофізіологічних функцій

Психофізіологічні функції (ПФФ) складають основу індивідуально-типологічних властивостей ВНД та є характеристиками діяльності вищих відділів ЦНС людини. Разом із вегетативними та психічними показниками, ПФФ характеризують наявний функціональний психофізіологічний стан організму і обумовлюють специфічний характер будь-якої діяльності людини [38, 39].

2.3.1 Методики вивчення нейродинамічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи

З метою оцінки нейродинамічних властивостей та сенсомоторних особливостей організму нами була використана методика М.В. Макаренка для визначення індивідуальних особливостей вищих відділів ЦНС [40] та система «Діагност-1» [42] – програмне забезпечення, інстальоване на персональний комп'ютер. Даний методичний підхід базується на диференціюванні подразників позитивного і гальмівного сигнального значення, що подаються у різних швидкісних режимах, і дозволяє охарактеризувати функціональний стан вищих відділів ЦНС за рівнями типологічних властивостей нервової системи та характером сенсомоторної реактивності, тобто надає можливість встановити максимально можливий для піддослідного рівень швидкого безпомилкового диференціювання подразників, об'єм та швидкість прийому і переробки інформації, швидкість прийняття рішень в умовах дефіциту часу [12, 13, 40-42].

Нормативна шкала оцінок рівнів сенсомоторних функцій та ФРНП за М.В. Макаренком (табл. 2.1) [40].

Таблиця 2.1

Шкала оцінювання величини ЛП ЗМР різної складності та ФРНП

Рівень	Високий	Вищий за середній	Середній	Нижчий від середнього	Низький
ЛП ПЗМР, мс	≤182	183-226	227-292	293-330	≥331
ЛП РВ 1-3, мс	≤280	281-323	324-398	399-433	≥434
ЛП РВ 2-3, мс	≤335	336-390	391-463	464-501	≥502
Час тесту на ФРНП, с	≤57,0	57,1-63,5	63,6-73,7	73,8-79,9	≥80,0

Дослідження нейродинамічних функцій проводилось за схемою:

- ознайомлення піддослідного із інструкцією;

- комп'ютерне тестування, що включало запуск необхідної програми (подача на екран монітору у заданому швидкісному режимі обраних подразників (геометричні фігури: квадрат, коло, трикутник), що мали різне сигнальне значення, та її виконання піддослідним (реагування на подані сигнали натискуванням на кнопки комп'ютерної миші та/або клавіши клавіатури чи ігнорування подразника);
- фіксація у протоколі результатів проходження тесту, що виводилися на екран монітора.

Перед початком обстеження піддослідному роз'яснювалась методика, надавалась інструкція до кожного завдання, проводилось тренувальне тестування. Експериментальне дослідження проводилось за єдиним сценарієм (від вивчення простих до складних СМР, потім – тест на ФРНП) двічі із кожним учасником; тривалість серій завдань не перевищувала 30-35 хвилин.

У відповідності до задач експерименту нами досліджувалися такі нейродинамічні показники:

- 1) латентний період простої зорово-моторної реакції (ПЗМР, мс);
- 2) латентний період складної зорово-моторної реакції – реакції вибору одного із трьох подразників (ЛП РВ 1-3, мс);
- 3) латентний період складної зорово-моторної реакції – реакції вибору двох із трьох подразників (ЛП РВ 2-3, мс);
- 4) швидкість центральної обробки інформації (ШЦОІ, мс);
- 5) функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП, с).

Час ЛП ПЗМР встановлювався в режимі 1, підрежимі 1, з часом експозиції 500 мс та кількістю сигналів в серії 30 кадрів з такою інструкцією: «При появі на екрані сигналу у вигляді будь-якої геометричної фігури Вам потрібно якнайшвидше правою рукою натискувати та відпускати клавішу Enter».

Визначення ЛП РВ1-3 проводилось в режимі 1, підрежимі 2, з часом експозиції 500 мс та кількістю сигналів в серії 30 кадрів з такою інструкцією: «При появі на екрані фігури квадрат Вам необхідно якнайшвидше натискувати праву клавішу Shift. На інші сигнали (трикутник та коло) кнопку не натискати».

Визначення ЛП РВ2-3 проводилось в режимі 1, підрежимі 3, з часом експозиції 500 мс та кількістю сигналів в серії 30 кадрів з такою інструкцією: «В цьому режимі Вам необхідно працювати обома руками одночасно. При появі на екрані фігури квадрат правою рукою якнайшвидше натискуйте праву клавішу Shift, а при появі фігури коло – лівою рукою ліву клавішу Ctrl. На трикутник ні ліву, ні праву кнопку не натискати».

Швидкість центральної обробки інформації (ШЦОІ), що розраховується як різниця часу латентних періодів РВ 2-3 та ПЗМР, є кількісною мірою оцінки інтегративної діяльності вищих відділів ЦНС та відображенням структурно-функціональної організації мозкової діяльності в умовах виконання складної аналітико-синтетичної роботи [45]. М.В. Макаренком та В.С. Лизогубом встановлено міцні кореляційні зв'язки між ШЦОІ та рівнем ФРНП: у осіб з високим рівнем ФРНП значення ШЦОІ були достовірно меншими, що свідчило про більш високу швидкість обробки ними складної інформації [46].

Дослідження ФРНП проводилося з використанням режиму «зворотній зв'язок», особливістю якого є автоматична зміна часу експозиції сигналу на екрані монітору в залежності від відповіді піддослідного: після правильної відповіді час демонстрації наступного сигналу скорочується на 20 мс, після неправильної відповіді, навпаки, подовжується на 20 мс (діапазон можливих експозицій 20-900 мс). Тобто чим вірніше піддослідний відповідає, тим швидше змінюються подразники і, відповідно, тим краще він виконує завдання. Мірою оцінки рівня ФРНП є максимальна швидкість переробки інформації; в протокол заноситься час виконання тесту, мінімальний час експозиції та час, коли він досягається. Інструкція до виконання така ж, як і

при вивченні ЛП РВ 2-3, але при уточненні, щоб піддослідний не переривав роботу до того часу, коли не буде закінчено подачу подразників. Загальна кількість сигналів – 120. Інтервал між пробами тесту складав не більше 1 хвилини. Вважається, чим менший час тесту, тим кращий (вищий) рівень ФРНП у піддослідного [43, 44].

Методика визначення індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини М.В. Макаренка широко використовується в діагностиці функціональних та психофізіологічних станів у різних сферах досліджень та має високу надійність результатів [13, 47-50].

2.3.2 Методики вивчення психофізіологічних функцій (уваги та короткочасної пам'яті)

Методика «Коректурна проба Бурдона-Анфімова»

Одним із широко застосовуваних методичних підходів до вивчення властивостей уваги вважається виконання роботи в чітко дозованих часових діапазонах (не менше двох, але не більше десяти хвилин), тобто в умовах підвищеного зорового і розумового навантаження, із використанням спеціальних бланків – «коректурних таблиць». На сьогодні існує багато модифікацій тесту коректурної проби як щодо самого бланку, так і методики проведення тесту. За кількістю помилок, що були допущені при виконанні тесту, і темпом виконання роботи можна робити висновки про порушення балансу процесів збудження і гальмування в корі головного мозку, а отже і про певні динамічні особливості ВНД досліджуваного [51-53].

Для дослідження процесу та властивостей уваги нами було використано методику «Коректурна проба з таблицями В.Я. Анфімова», що рекомендована для осіб старшого шкільного віку та дорослих і широко використовується для індивідуальних та групових обстежень. Даний тестовий бланк адаптований під кириличний алфавіт, містить набір з 8 різних літер, розташованих безсистемно і без повторень, в 40 вертикальних та горизонтальних рядках, від чого зміст матеріалу не запам'ятовується, мало

піддається впрацюванню та може бути використаний для декількох повторень тесту [52]. Результати кожної проби, необхідні для якісної та кількісної оцінки властивостей уваги, фіксувались у протоколах.

В даній роботі з метою поглибленого вивчення особливостей уваги під впливом різних факторів нами було проведено три типи завдань:

- 1) Завдання 1 – виконання коректурної проби з викреслюванням двох літер в звичайних умовах;
- 2) Завдання 2 – зміна літер для викреслювання;
- 3) Завдання 3 – зміна літер для викреслювання та робота на тлі стороннього шуму (неритмічні звуки середньої гучності).

Результати завдання 2 розглядались нами для оцінки властивостей уваги на тлі дії процесів внутрішнього гальмування, що розвивається у вищих відділах ЦНС внаслідок зміни завдання; результати завдання 3 – як показники властивостей уваги за умови одночасної дії внутрішніх (зміна літер) та зовнішніх (шум) гальмівних чинників. Тривалість кожного завдання складала дві хвилини; хід проведення – без перерв між завданнями.

«Коректурна проба» проводилась із кожним учасником двічі в різні дні тестування. Загальна інструкція до виконання: «Перед Вами тестовий бланк у вигляді таблиці, що містить розташовані у вільному порядку літери. Після команди «Старт» Ви повинні в максимально швидкому темпі, послідовно проглядаючи зліва направо рядки бланка, наче читаючи книжку, підкреслювати буквосполучення «КН». Через 2 хвилини пролунає слово «Риска». Ваше завдання – поставити на бланку вертикальну риску після останньої літери, яку ви щойно продивились, і закреслити до кінця літери робочого рядка. Якомога швидше продовжуйте роботу з нового рядка. При цьому буквосполучення «КН» підкреслюйте, а «ВН» закреслюйте косою лінією. Після чергового слова «Риска» знову поставте вертикальну відмітку після останньої переглянутої літери і закресліть до кінця цей рядок. З нового рядка, незважаючи на сторонній подразник, відшукуйте ті ж буквосполучення: «КН» підкреслюйте, «ВН» закреслюйте косою лінією.

Намагайтесь працювати швидко, але уважно. Після фрази «Кінець роботи» поставте дві вертикальні риски на останній літері, яку проглянули». У верхній частині бланка є відповідні графи для внесення основних відомостей про кожного студента і дати проведення дослідження.

Перед проведенням основного тесту, проводили тренувальний тест-пробу з завданням протягом однієї хвилини закреслювати букву «К» та із використанням слів-сигналів «Риска» (кожні 30 секунд) та «Кінець роботи». Результати пробного тесту в подальшій статистичній обробці не враховувались.

За результатами виконання всіх тестів підраховувалися: загальна кількість переглянутих знаків (**S**), кількість вірно закреслених знаків (**M**), кількість необхідних для закреслення знаків (**N**), кількість помилок (пропущених та невірно закреслених знаків) (**n**). Також згідно рекомендацій розраховувались такі показники уваги [54-56]:

– обсяг зорової інформації (**Q**, у.о.); формула:

$$Q = 0.5936 * S \quad (2.4)$$

де 0.5936 – середній об'єм інформації, що приходить на 1 знак;

– коефіцієнт точності роботи, або зосередженості уваги (**A**, у.о.);

формула:

$$A = M/N; \quad (2.5)$$

– швидкість переробки інформації (**V**, біт/сек); формула:

$$V = (Q - 2.807 * n)/t \quad (2.6)$$

де 2.807 біта – втрата інформації, що відповідає одному знаку, який не був викреслений, t

– час виконання завдання в секундах;

– темп роботи, або показник швидкості вибору (**T**, знаків в секунду);

формула:

$$T = S/t \quad (2.7)$$

де t – час виконання завдання в секундах;

– ефективність роботи, або якість роботи (**E**) – відображає кількість вірно перероблених символів із кількості переглянутих; формула:

$$E = \left(1 - \left(\frac{n}{S}\right)\right) * 100 \quad (2.8)$$

– показник загальної (розумової) продуктивності (**P**); формула:

$$P = A * Q \quad (2.9)$$

– рівень концентрації уваги (**KY**, %); формула:

$$KY = ((M - n)/N) * 100 \quad (2.10)$$

Методика «Червоно-чорні таблиці Шульте»

Методика «Червоно-чорні таблиці Шульте» є модифікацією методики Е. Шульте «Відшукування чисел з переключенням» та спрямована на дослідження важливої властивості функції уваги – її здатності до розподілу та переключення, обсягу уваги, працездатності клітин кори головного мозку, а також рухливості нервових процесів [55]. Багатьма експериментальними дослідженнями було доведено, що переключення уваги є вагомим критерієм успішності діяльності, яка вимагає швидкого реагування на будь-які зміни [48, 57-59].

Стимульним матеріалом даної методики, який ми використовували, були таблиці Шульте в модифікації В. Марищука та І. Сисоєва, тобто червоно-чорні таблиці з символами-літерами [55]. На тестовому бланку зображена таблиця-квадрат з 5 вертикальних і горизонтальних рядків, в якій розміщено по 24 цифри чорного та червоного кольорів; поряд з кожною цифрою вказана літера. На бланку піддослідного зображена таблиця з двох стовпців – «Червоні» та «Чорні», та нумерацією. У першому стовпчику цифри вказані у зростаючому порядку (від 1 до 24), а в другому – у зворотному (від 24 до 1). Інструкція для піддослідного: «Після команди «Старт» Вам необхідно одночасно і по чергово знаходити червоні цифри в зростаючому порядку, чорні – у порядку їх зменшення. Тобто, спочатку знаходите червону цифру «1» і заносите літеру, що стоїть поряд з нею, в таблицю у стовпчик «Червоні», потім відшукуєте цифру «24» чорного кольору і вписуєте літеру, що стоїть поряд з нею, у стовпчик «Чорні». Далі червону цифру «2» та чорну «23», червону «3» та чорну «22» і т.д. По

закінченню роботи скажіть слово «Все» для того, щоб експериментатор зафіксував час». При оцінці результатів тесту аналізувався час виконання в секундах, що записувався знизу бланка-відповіді; вважалось чим він менший, тим краща здатність до переключення уваги, що дозволяє описати характер переключення уваги з огляду на особливості концентрації [60].

Методики «Запам'ятовування 10 слів», «Пам'ять на числа»

Методики «Запам'ятовування 10 слів» (за С. Рубінштейном) та «Пам'ять на числа» [55] використовувались для визначення обсягів короткочасної пам'яті у аспекті вивчення особливостей зорової та слухової пам'яті, а також з урахуваннями типу стимульного матеріалу (слова/числа). Зміст методик полягає у відтворенні піддослідним десяти простих слів, підібраних таким чином, щоб між ними були відсутні значеннєві відносини, або десяти двозначних чисел. При дослідженні короткочасної зорової пам'яті дані слова/числа пред'являлися зображеними на таблиці, при дослідженні короткочасної слухової пам'яті – зачитувались вголос експериментатором. Тест проводився двічі з відповідною інструкцією: «Після команди «Початок» Ви маєте переглядати протягом 30 секунд надані на бланку слова/числа. Намагайтеся запам'ятати якомога більше слів/чисел. Після команди «Кінець» Ви маєте перевернути таблицю та на бланку для відповідей записати у будь-якому порядку всі слова/числа, які Ви запам'ятали» (вивчення зорової пам'яті) або «Після команди «Початок» Вам буде зачитано вголос непов'язані між собою прості слова (двозначні числа). Після команди «Повторення» ці слова/числа будуть ще один раз прочитані у тому ж порядку. Намагайтеся запам'ятати якомога більше слів/чисел. Після команди «Кінець» Ви маєте на бланку для відповідей записати у будь-якому порядку всі слова/числа, які Ви запам'ятали» (вивчення слухової пам'яті). Підраховувалась кількість правильно відтворених слів після кожного тесту. Рівень пам'яті аналізувався за середнім результатом двох повторень: високий рівень – 16-20 відтворених слів, достатній рівень – 11-15 слів, задовільний рівень – 7-10 слів, низький рівень – 1-5 слів [61, 62]. Низькі обсяги короткочасної пам'яті можуть

свідчити про функціональну слабкість клітин кори головного мозку, порушення утворення тимчасових зв'язків між корковим клітинами, про недостатність уваги при заучуванні [63, 64].

Методика «Вивчення смислової пам'яті»

Методика «Смислова пам'ять» (модифікація Ю.А. Машек) [55] призначена для вивчення особливостей запам'ятовування пов'язаних між собою слів. Піддослідному пропонується десять пар слів, між якими можна легко встановити смислові (асоціативні) зв'язки; завданням є відтворення другого слова із пари при зачитуванні експериментатором першого слова. Інструкція методики така: «Вам буде зачитано десять пар слів, пов'язаних певним асоціативним зв'язком. Після команди «Увага! Повторення» їх буде прочитано ще один раз. За командою «Запишіть слова» Ви маєте на бланку для відповідей записати друге слово, яке на Вашу думку пов'язане із першим словом, що буде зачитано». Таким чином дослідник зачитував пари слів, відокремлюючи їх паузами, потім повторював перше слово кожної пари, а обстежуваний записував друге. Тестування проводилося двічі із перервою не більше двох хвилин. Результати оцінювались за кількістю правильно відтворених слів (середнє значення двох проведень), рівні смислової пам'яті встановлювались за шкалою вище описаних методик [62].

2.4 Математична обробка результатів

Отримані дані підлягали математичній та статистичній обробці за допомогою програми STATISTICA 8.0. Для первинної підготовки таблиць і проміжних розрахунків використано пакет Microsoft Excel 2010, за допомогою якого проведено аналіз на «нормальність вибірки». Для кількісних показників розраховували середнє арифметичне (M) і стандартну помилку середнього (m), для якісних ознак – відносні (v %) частоти.

Для порівняння значень показників контрольної та дослідної груп були використані дотичні методи параметричної статистики, результати подані за

t-критерієм Стьюдента. При співставленні даних груп учасників із різним ступенем набутої короткозорості для встановлення достовірності різниць була застосовувалася поправка Бонферроні. Для аналізу спрямованості та сили зв'язку між кількісними показниками використовували метод кореляційного аналізу з обчисленням коефіцієнта кореляції Спірмена. Аналіз залежностей ознак при непараметричних критеріях проводився за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона. Достовірність розбіжностей встановлювали за допомогою показника довірчої ймовірності (p), меншого за 0,05, 0,01 та 0,001.

На графіках за 100 % прийнято вихідні дані показника осіб контрольної групи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2:

1. Аветисов ЭС. Близорукость. М.: Медицина; 1999. 288 с.
2. Апрельев АЕ, Пашинина РВ, Караулова ЕС. Оценка распространенности миопии и качества жизни больных с миопией. Медицинский вестник Башкортостана. 2015;10(2):169-171.
3. Ермолаев ВГ, Тегза ВЮ, Алексеев ВН, Ермолаев АВ. Особенности возникновения и прогрессирования школьной близорукости. Фундаментальные исследования. 2008; 2:32-33.
4. Икромов ОА, Каримова МХ. Профилактика развития миопии у школьников. Точка зрения. Восток – Запад. [Интернет]. 2016;2:144-146. Доступно на: <http://www.eyepress.ru/article.aspx?20842>
5. Chu R. The keypoints of Chinese children myopia prevention and control. Zhonghua Yan Ke Za Zhi (Chinese journal of ophthalmology). 2014;50(1):6-8.
6. Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої), третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги «Порушення рефракції та акомодациї: міопія, гіперметропія, астигматизм, анізометропія, пресбіопія, порушення акомодациї, амбліопія, кератоконус, контактна корекція зору», затверджений наказом МОЗ України №827 від 08.12.2015

- року [Інтернет]. Київ: Мед. департ. МОЗ України; 2015. [цитовано 2018 Січ 20]. 162 с. Доступно на: <https://dec.gov.ua/>.
7. 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.
 8. 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 [Інтернет]. 2005 жов 19; 12 с. Доступно на: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>.
 9. Смирнов ВМ, Будылина СМ. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность. М.: Академия; 2003. 304 с.
 10. Данилова НН. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М.: Изд-во МГУ; 1992. 192 с.
 11. Вадзюк СН, Шуган ТБ, Шевчук ВГ, редактор. Розумова працездатність: методики дослідження, зміни та корекція. Тернопіль: Богдан; 2000. 170 с.
 12. Макаренко НВ, Пухов БА, Кольченко НВ и др. Основы профессионального психофизиологического отбора. Киев: Наук. Думка; 1987. 244 с.
 13. Макаренко МВ. Основы професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми. Київ: Ін-т фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України; 2006. 395 с.
 14. Ильин ЕП. Психофизиология состояний человека. СПб.: Питер; 2005. 412 с.
 15. Меньшиков ВВ, редактор. Лабораторные методы исследования в клинике. М.: Медицина; 1987. 368 с.
 16. Долгов ВВ, Меньшиков ВВ, редакторы. Клиническая лабораторная диагностика: нац. рук. В 2-х томах. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013, 928 с.

17. Земсков АМ, Земсков ВМ, Караулов АВ. Клиническая иммунология. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2008. 426 с.
18. Новикова ИА. Организация преаналитического этапа клинических лабораторных исследований : учеб.-метод. пособие. Гомель: ГомГМУ; 2019. 44 с.
19. Передерій ВГ, Земсков АМ, Бичкова НГ, Земсков ВМ. Імунний статус, принципи його оцінки та корекції імунних розладів. Київ: Здоров'я; 1995. 211 с.
20. Фролов ВМ, Пересадин НА, Пшеничный ИЯ. Определение фагоцитарной активности моноцитов периферической крови у больных рожей. Лабораторное дело. 1990;9:27-29.
21. Казиниц ГИ, Монров ВА, редакторы. Исследование системы крови в клинической практике. М.: Триада-Х; 1997. 301 с.
22. Висмонт ФИ, Лемешок ЛС, Попутников ДМ. Патологический анализ гемограмм и оценка типовых нарушений системы крови. Минск: БГМУ; 2011. 79 с.
23. Сперанский ИИ, Самойленко ГЕ, Лобачева МВ. Общий анализ крови - все ли его возможности исчерпаны? Интегральные индексы интоксикации как критерии оценки тяжести течения эндогенной интоксикации, ее осложнений и эффективности проводимого лечения. Острые и неотложные состояния в практике врача. 2009;6(19):51-57.
24. Мустафина ЖГ, Крамаренко ЮС, Кобцева ВЮ. Интегральные гематологические показатели в оценке иммунологической реактивности организма у больных с офтальмопатологией. Клин. лаб. диагностика. 1999;5:47-48.
25. Гринь ВК, Сперанский ИИ, Колесникова ЛИ и др. Показатели гемограммы как критерии оценки тяжести течения ожоговой болезни, ее осложнений и эффективности проводимого лечения. В: Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Интенсивная медицинская помощь: проблемы и решения; 2004 окт. 7-8; Новосибирск. Новосибирск; 2004. С. 28-29.

26. Коваленко ЛА, Суходолова ГН. Интегральные гематологические индексы и иммунологические показатели при острых отравлениях у детей. *Общая реаниматология*. 2013;9(5):24-28.
27. Щербинская ИП, Бацукова НЛ, Кулеш ЗВ. Оценка гематологических показателей как индикаторов дестабилизации гомеостаза и степени профессионального риска рабочих при воздействии химического фактора. *Медицинский журнал*. 2006;2:110-112.
28. Волков ВП. Оценка интегральных лейкоцитарных индексов при их использовании в психиатрической практике. *Современная медицина: актуальные вопросы: сб. ст. по матер. XVI междунар. науч.-практ. конф.*; 2013 март 11; Новосибирск. Новосибирск: СибАК; 2013. С. 23-31.
29. Гаркави ЛХ. Активационная терапия Антистрессорные реакции активации и тренировки и их использование для оздоровления, профилактики и лечения. Ростов-на-Дону: изд-во Ростовского ун-та; 2006. 256с.
30. Гаркави ЛХ, Толмачев ГН, Михайлов НЮ и др. Адаптационные реакции и уровни реактивности как эффективные диагностические показатели донозологических состояний. *Вестник Южного научного центра*. 2007;3(1):61-66.
31. 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>.
32. Shapiro HM. *Practical flow cytometry*. WILEY-LISS, Inc., New York, Chichester, Brisbane, Toronto & Singapore; 1995. 542 p.
33. Хайдуков СВ. Подходы к стандартизации метода проточной цитометрии для иммунофенотипирования. Настройка цитометров и подготовка протоколов для анализа. *Медицинская Иммунология*. 2007;9(6):569-574. DOI: 10.15789/1563-0625-2007-6-569-574.
34. Шмаров ДА, Козинец ГИ. *Лабораторно-клиническое значение проточно-цитометрического анализа крови*. М.: МИА; 2004. 128 с.

35. Кудрявцев ИВ, Субботовская АИ. Опыт измерения параметров иммунного статуса с использованием шестицветного цитофлуориметрического анализа. Медицинская иммунология. 2015;17(1):19-26. DOI: 10.15789/1563-0625-2015-1-19-26.
36. Mancini G, Carbonaza A, Heremans J. Immunochemical quantitation of antigens by simple radial immunodiffusion. Immunochemistry. 1965;1:235-64.
37. Crowther JR. Elisa: Theory and Practice. Methods in Molecular Biology. 1995;42(1):223 p.
38. Воропаєв ДС. Критеріально-рівневий підхід до оцінювання психофізіологічного стану підлітків. Проблеми сучасної психології. 2012;18:147-157.
39. Коробейніков ГВ, Дудник ОК, Коняєва ЛД та ін. Діагностика психофізіологічних станів спортсменів: метод, посібник. Київ: РВІКВ БНАУ; 2008. 64 с.
40. Макаренко МВ. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини. Фізіологічний журнал. 1999;45(4):123-131.
41. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Кравченко ОК, Хоменко СМ. Властивості основних нервових процесів у людей зрілого та похилого віку. Науковий вісник Волинського державного університету: Біологічні науки. 1999;4:11-15.
42. Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Комп'ютерна система «Діагност-1» для визначення нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності. В: Матер. симпоз. Особливості формування та становлення психофізіологічних функцій в онтогенезі. Черкаси. Черкаси; 2003. 60 с.
43. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Малюга ВМ, Панченко ВМ. Сенсомоторна реактивність за умов виконання складних розумових навантажень з переробки зорово-слухової інформації у людей з різними індивідуально-типологічними властивостями вищих відділів центральної нервової системи. Вісн. нац. ун-ту оборони України. 2013;1(32):229-235.

44. Макаренко МВ, Панченко ВМ. Сенсомоторна реактивність у людей з різними властивостями основних нервових процесів. Вісник нац. ун-ту оборони України. 2012;4(29):188-193.
45. Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Швидкість центральної обробки інформації у людей з різними властивостями основних нервових процесів. Фізіол. журн. 2007;53(4):87-91.
46. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Кожемяко ТВ, Черненко НП. Вікові особливості швидкості обробки інформації у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Фізіол. журн. 2011;57(1):88-93.
47. Кокун ОМ. Оптимізація адаптаційних можливостей людини у психофізіологічному забезпеченні діяльності [дисертація]. Київ: Ін-т психології ім. Г.С.Костюка АПН України; 2004. 426 с.
48. Давидова ОМ. Стан властивостей основних нервових процесів, функцій пам'яті та уваги в учнів старшого шкільного віку [автореферат]. Київ: Київський Національний університет ім. Т. Шевченка; 1997. 22 с.
49. Данилова НН. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М.: Изд-во МГУ; 1992. 192 с.
50. Ежова ОА, Басанец ЛМ, Иванова ОИ. Индивидуальные типологические свойства нервной системы спортсменов различной квалификации. В: Матер. II наук. конф. Індивідуальні психофізіологічні властивості людини і професійна діяльність, Київ-Черкаси. Київ-Черкаси; 1997. 41 с.
51. Карелин АА. Большая энциклопедия психологических тестов. М.: Эксмо; 2007. 416 с.
52. Крылов АА, Маничев СА, редакторы. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии. СПб.: Питер; 2003. 560 с.
53. Шашукова ТІ, редактор. Практикум із загальної психології: 2-ге вид. Київ: Знання; 2006. 203 с.

54. Сидоров КР. Кількісна оцінка продуктивності уваги за методикою «Коректурна проба» Б. Бурдона. Вісник Удмурдського університету: серія Філософія, Соціологія, Психологія, Педагогіка. 2012;4:50-57.
55. Альманах психологических тестов. Психология личности. М.: КСП, 1996. 397 с.
56. Соболева ТВ, редактор. Методика корректурной пробы Бурдона-Анфимова. Ярославль: Центр Ресурс; 1999. 10 с.
57. Борейко ТІ. Стан властивостей основних нервових процесів, пам'яті, уваги, успішності навчання у дітей молодшого шкільного віку [автореферат]. Київ: Інститут фізіології ім. О.О.Богомольця; 1993. 20 с.
58. Кравченко ОК. Стан властивостей основних нервових процесів, функції пам'яті та уваги у людей зрілого та похилого віку [автореферат]. Київ: Київський Національний університет ім. Т. Шевченка; 2000. 18 с.
59. Макаренко НВ. Психофизиологические функции человека и операторский труд. Киев: Наукова думка; 1991. 216 с.
60. Балин ВД, Гайда ВК, Гербачевский ВК, Крылов ВВ, Маничев СА, редакторы. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии: 2-е изд., доп. и перераб. СПб.: Питер; 2003. 560 с.
61. Москальова АС, Москальов МВ. Методи психодіагностики в навчально-виховному процесі: навч. посіб. Київ: УМО НАПН України; 2014. 361 с.
62. Андроникова ЕА, Заика ЕВ. Методы исследования восприятия, внимания и памяти: Руководство для практических психологов. Харьков: Зебра; 2011. 161 с.
63. Максименко С, Терлецька Л, Главник О, упорядники. Пам'ять дитини. Київ: Главник; 2004. 112 с.
64. Зеленін ГІ. Переробка й засвоєння іншомовної вербальної інформації в процесах довгострокової й короткочасної пам'яті. Проблеми інженерно-педагогічної освіти. 2010;28-29:193-197.

РОЗДІЛ 3

СТАН СИСТЕМНОГО ІМУНІТЕТУ В УМОВАХ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ РІЗНОГО СТУПЕНЯ

У цьому розділі викладені результати власного дослідження з вивчення стану імунної системи у осіб із короткозорістю набутої форми слабкого (до -3 діоптрій), середнього (від -3 до -6 діоптрій) та високого ступеня (понад -6 діоптрій) та їх аналізу відносно групи практично здорових осіб із нормальним зором (контрольна група).

Першим етапом дослідження було вивчення стану неспецифічного антиінфекційного захисту за показниками: абсолютне та відносне число клітин лейкоцитів, лімфоцитів, нейтрофілів, моноцитів, еозинофілів, базофілів, натуральних кілерів, еритроцитів. Також проаналізовані фагоцитарна активність нейтрофілів і моноцитів та інтегральні гематологічні індекси. На другому етапі дослідження проводилося вивчення клітинної ланки системного імунітету за абсолютним та відносним числом Т-лімфоцитів, їх головних субпопуляцій Т-хелперів/індукторів та Т-супресорів/цитотоксичних, значенням імунорегуляторного індексу та Лейко-Т-клітинного індексу. На третьому, заключному, етапі вивчення імунного статусу осіб був проведений аналіз показників гуморальної ланки системного імунітету за показниками: абсолютне та відносне число В-лімфоцитів, їх імунопродукуюча активність, концентрація імуноглобулінів класів А, М, G, лейко-В-клітинний індекс.

Результати проаналізовані та представлені за ступенями набутої короткозорості. В таблицях під назвою «клінічна норма» подано референтні значення за протоколами

3.1. СТАН ІМУННОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ ІЗ СЛАБКИМ СТУПЕНЕМ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ

3.1.1 Показники неспецифічного імунітету в осіб з набутою короткозорістю слабого ступеня

Результати дослідження системи неспецифічного імунітету свідчать, що усі проаналізовані показники осіб, віднесених до контрольної групи достовірно не відрізняються від значень клінічної норми, рекомендованих у літературі [1]. В той же час, у порівнянні із контролем, в групі осіб із слабким ступенем короткозорості спостерігається зниження практично усіх показників антиінфекційного захисту (табл. 3.1, рис. 3.1).

Нами зафіксовано зменшення вмісту лейкоцитів (11%; $p < 0,001$), яке було результатом зниження рівнів як лімфоцитів (16,8%; $p = 0,026$), так і нейтрофілів (23%; $p < 0,001$), в порівнянні з контрольними показниками. Слід також відмітити значне (у 1,9 рази; $p < 0,001$) зростання відносного рівня незрілих (паличкоядерних) нейтрофілів та зниження (5,6%; $p < 0,001$) рівня сегментоядерних нейтрофілів.

Не менш значимим для процесів, що забезпечують вроджену резистентність організму людини до різних патогенів, є вміст інших клітин-фагоцитів – моноцитів та натуральних кілерів. В сироватці крові осіб із слабким ступенем короткозорості виявлено збільшення кількості моноцитів: абсолютні ($p = 0,037$) та відносні ($p < 0,001$) значення цих клітин у 1,5 рази перевищують контрольні показники. Одночасно з цим абсолютний вміст клітин натуральних кілерів є значимо меншим (у 2,2 рази; $p < 0,001$), ніж в контрольній групі, а їх відносне число, навпаки, є більшим (12%; $p < 0,001$).

Статистично достовірних відмінностей за показником абсолютної кількості базофілів та еозинофілів між контрольною групою та групою осіб із слабким ступенем короткозорості не встановлено, хоча простежується тенденція до зростання їх числа (18% та 6,3%, відповідно; $p > 0,05$).

Одночасно, в групі короткозорих осіб збільшується відносний вміст цих клітин, особливо еозинофілів (32%; $p < 0,001$). Кількість еритроцитів та гемоглобіну є меншою (3,5%; $p > 0,05$ та 4%; $p < 0,001$, відповідно), ніж в групі практично здорових людей.

Таблиця 3.1

Стан показників неспецифічного імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m	СП
Лейкоцити, $10^9/\text{л}$	4-12	6,80±0,12	6,03±0,16***	I
Лімфоцити, $10^9/\text{л}$	1-5	2,20±0,06	1,83±0,15*	I
Лімфоцити, %	20-40	32,87±0,07	30,29±0,12***	I
Нейтрофіли (всі), $10^9/\text{л}$	2-5,8	4,06±0,14	3,13±0,16***	I
ПЯН, %	1-5	1,67±0,19	3,14±0,17***	III
СЯН, %	48-78	58,10±0,18	54,86±0,24***	I
Моноцити, $10^9/\text{л}$	0,09-0,6	0,37±0,05	0,57±0,08*	II
Моноцити, %	3-11	5,47±0,15	8,29±0,24***	II
Натуральні кілери, $10^9/\text{л}$	0,08-1,1	0,63±0,02	0,28±0,07***	II
Натуральні кілери, %	12-23	14,9±0,15	16,71±0,18***	I
Базофіли, $10^9/\text{л}$	0-1	0,05±0,01	0,06±0,01	-
Базофіли, %	0-1	0,80±0,03	1,00±0,01	-
Еозинофіли, $10^9/\text{л}$	0,02-0,3	0,16±0,03	0,17±0,08	-
Еозинофіли, %	0,5-5	1,84±0,06	2,43±0,11***	II
Еритроцити, $10^{12}/\text{л}$	4,0-5,5	4,82±0,11	4,65±0,08	-
Гемоглобін, г/л	130-170	143,6±0,18	137,9±0,21*	-
ФІ, у.о.	40-80	83,26±0,48	63,86±0,53***	I
ФЧ, у.о.	4-9	6,18±0,08	5,43±0,14***	I

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента:

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

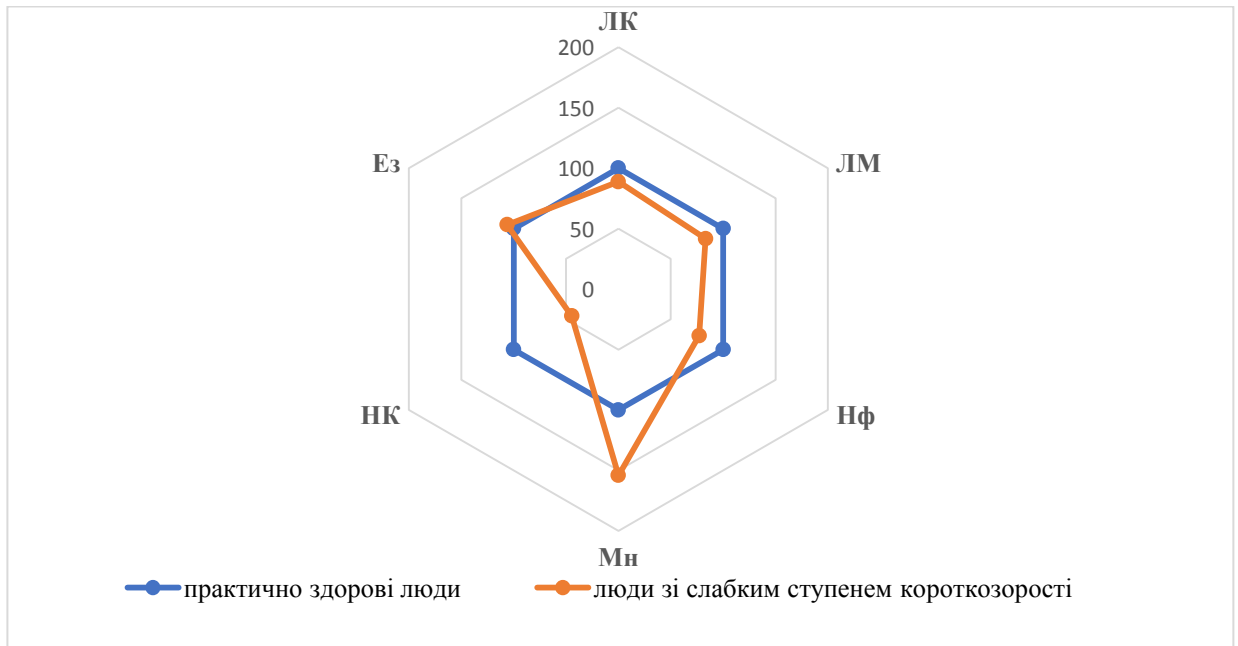


Рис. 3.1. Абсолютний вміст клітин крові осіб із слабким ступенем короткозорості (у % від контрольної групи)

Вивчення метаболічної активності та поглинальної здатності фагоцитів показало, що при слабкій короткозорості відбувається зниження ($p < 0,001$) їх показників: фагоцитарне число та фагоцитарний індекс в цій групі є меншими на 12% та 23,3% відповідно, ніж в контрольній групі.

Аналіз інтегральних гематологічних показників (табл. 3.2), які відображають системні зміни гомеостатичних систем організму та неспецифічні адаптаційні реакції, свідчить про наявність регулятивних порушень в імунній системі короткозорих осіб.

В групі осіб зі слабким ступенем короткозорості виявлено значне зниження індексів ІСНМ (27,2%; $p < 0,001$), ІСЛМ (33,6%; $p < 0,001$) та індексу імунореактивності (34%; $p < 0,001$); зростання індексів ІЗЛ (на 2,5%; $p > 0,05$), ЛІ (5,5%; $p > 0,05$), ІСНЛ (8,8%; $p > 0,05$), ЛІГ (1,14%; $p > 0,05$) та індексу Гаркаві (17,3%; $p > 0,05$), відносно даних практично здорових людей.

Таблиця 3.2

Інтегральні гематологічні показники практично здорових людей та осіб із набутою короткозорих слабого ступеня

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m
ІЗЛ, у.о.	1,61±0,07	1,65±0,11
ЛП, у.о.	0,55±0,04	0,58±0,04
ІСНЛ, у.о.	1,82±0,09	1,98±0,12
ІСНМ, у.о.	10,93±0,16	7,90±0,21***
ІСЛМ, у.о.	6,01±0,15	3,99±0,17***
ЛГ, у.о.	5,27±0,12	5,33±0,21
Індекс Гаркаві, у.о.	0,52±0,13	0,61±0,08
Індекс алергізації, у.о.	0,93±0,14	1,01±0,10
Індекс імунної реактивності, у.о.	6,35±0,18	4,19±0,17***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента:
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Отримані результати свідчать про напруження неспецифічного захисту, активацію макрофагальної системи, ефекторної ланки імунних процесів у осіб із слабкою короткозорістю. Значно знижений індекс імунореактивності, зафіксований в групі короткозорих осіб, свідчить про дисбаланс в системі лімфокінів та монокінів, що може впливати на медіатори запалення та формувати несприятливу динаміку імунної відповіді. При дослідженні адаптаційних реакцій за індексом Гаркаві було встановлено, що 43% осіб із слабким ступенем короткозорості знаходяться в зоні переактивації, тобто підвищеної напруженості адаптаційних процесів.

Таким чином найбільш виражені функціональні зміни в крові осіб із слабкою короткозорістю виявлені в системах нейтрофіли-лімфоцити, нейтрофіли-моноцити, лімфоцити-моноцити (рис. 3.2), тобто головних імунних клітин, що забезпечують дієздатність антиінфекційного захисту організму.

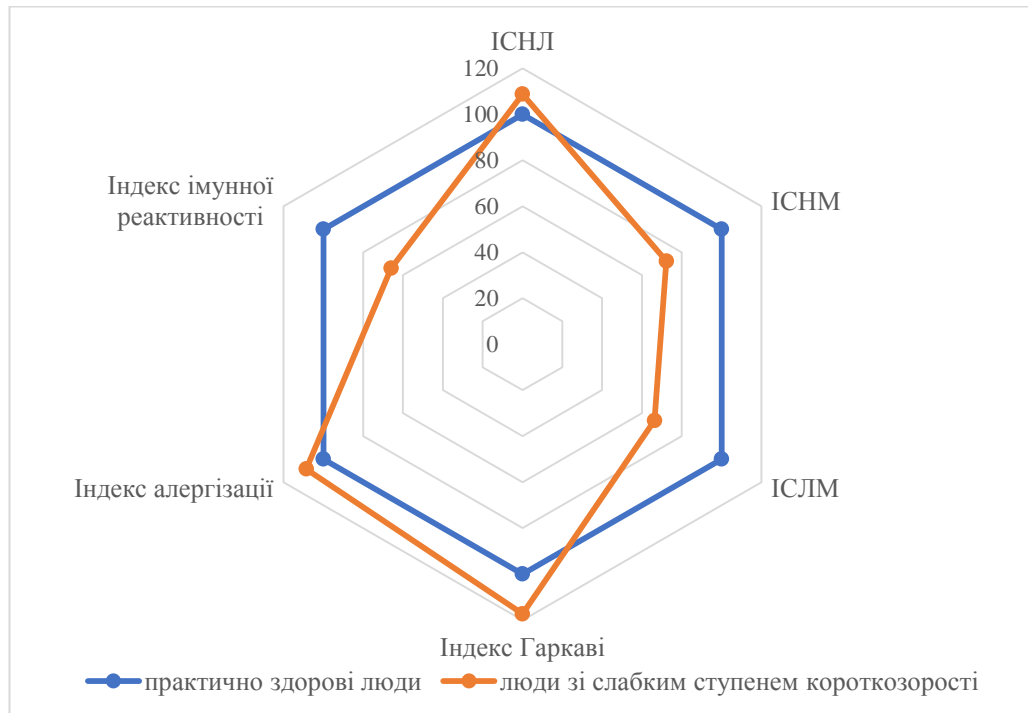


Рис. 3.2. Гематологічні показники осіб із слабким ступенем короткозорості (у % від контрольних даних)

Отримані нами дані свідчать про зменшення вмісту провідних імунокомпетентних клітин системи вродженого імунітету (лейкоцитів, лімфоцитів, нейтрофілів, природніх кілерів) при слабкому ступені короткозорості, що обумовлює напруження механізмів неспецифічного антиінфекційного захисту цих осіб. Останнє у поєднанні із встановленими дефектами фагоцитарної ланки (зниження ФІ та ФЧ) може призвести до підвищеної чутливості до інфекцій різної природи та зниження рівня здоров'я даної категорії осіб у епідеміологічно несприятливі сезонні періоди. Ступені імунних порушень за більшістю показників неспецифічного (вродженого імунітету) при слабкій короткозорості становлять I-II рівні.

3.1.2 Показники клітинного імунітету в осіб з набутою короткозорістю слабого ступеня

У порівнянні із практично здоровими людьми контрольної групи при слабкій короткозорості спостерігаються статистично достовірні відмінності

за всіма досліджуваними показниками (крім абсолютного числа Т-лімфоцитів з поверхневим маркерним фенотипом CD8⁺). Показники контрольної групи достовірно не відрізняються від значень клінічної норми, що відображені у літературі [1].

Таблиця 3.3.

Стан показників клітинного імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m	СП
Т-лімфоцити (CD3 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,9-2,01	1,81±0,04	1,2±0,13***	II
Т-лімфоцити (CD3 ⁺), %	61-85	82,27±0,36	66,7±0,37***	I
Т-хелпери/індуктори (CD4 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,6-1,3	0,86±0,04	0,67±0,08*	I
Т-хелпери/індуктори (CD4 ⁺), %	35-55	47,51±0,14	38,0±0,30***	I
Т-супресори/цитотоксичні (CD8 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,3-0,97	0,32±0,02	0,41±0,06	I
Т-супресори/цитотоксичні (CD8 ⁺), %	17-35	17,68±0,07	25,0±0,42***	II
Імунорегуляторний індекс, у.о.	1,5-2,6	2,69±0,11	1,46±0,1***	II
Лейко-Т-клітинний індекс, у.о.		3,76±0,06	5,28±0,09***	II

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Встановлено, що в групі осіб із слабкою короткозорістю відбувається достовірне зниження абсолютних і відносних чисел Т-лімфоцитів (33,7%; p<0,001 та 18,9%; p<0,001, відповідно) та субпопуляції Т-хелперів/індукторів (22%; p=0,037 та 20%; p<0,001, відповідно). Водночас зафіксовано значно вищі рівні іншої субпопуляції Т-клітин – Т-супресорів/цитотоксичних

(CD8⁺): абсолютний та відносний вміст цих клітин є більшим на 28% ($p>0,05$) та 41,4% ($p<0,001$) відповідно, ніж в контрольній групі.

Кількісні зміни цих двох функціонально різних груп клітин призвели до зниження у 1,8 разів ($p<0,001$) імунорегуляторного індексу (CD4⁺/CD8⁺) в групі осіб із короткозорістю відносно рівня практично здорових людей. Слід зазначити, що у більшості (73,3%) осіб із слабкою короткозорістю встановлено II-й ступінь III за цим показником, а у 13,3% – III-й ступінь III (рис. 3.3). Крім цього в групі осіб із слабким ступенем короткозорості встановлено значення ІРІ нижче норми (клінічна норма 1,4-2,0) у 8 осіб (26,7%).

Показник лейко-Т-клітинного індексу (лейкоцити/CD3⁺-лімфоцити) в групі осіб із короткозорістю був вірогідно більшим (1,4 рази; $p<0,001$), ніж в контрольній групі. За ступенем імунних порушень частка осіб із слабкою короткозорістю, що мають II ступінь відхилень, становить 56,7%, а III ступінь – 13,3% (Рис. 3.3).

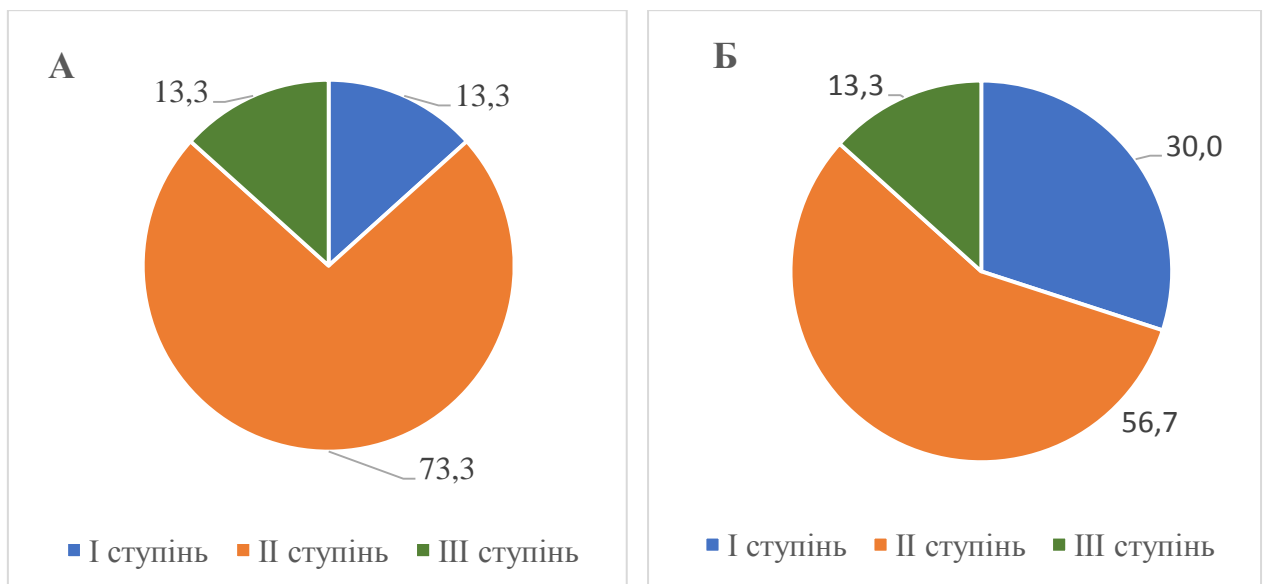


Рис. 3.3 Частка осіб із слабким ступенем набутої короткозорості за ступенем імунних порушень імунорегуляторного індексу (А) та лейко-Т-клітинного індексу (Б) (у %).

Вищезазначене вказує на пригнічення клітинної ланки системного імунітету та значні регуляторні дисфункції в кооперації Т-клітин, що розвиваються на тлі набутої форми короткозорості слабкого ступеня та обумовлюються зменшенням вмісту Т-лімфоцитів (за рахунок зниження кількості Т-хелперів/індукторів). Зниження імунорегуляторного індексу вказує на порушення не лише процесів розпізнавання, але й автономної саморегуляції системного імунітету осіб із слабкою короткозорістю.

3.1.3 Показники гуморального імунітету в осіб з набутою короткозорістю слабкого ступеня

Слід відзначити, що всі досліджувані показники гуморального системного імунітету учасників контрольної групи відповідають клінічній нормі [1]. При слабкій короткозорості встановлені статистично достовірні відмінності за всіма досліджуваними показниками (крім абсолютного числа В-лімфоцитів).

В групі осіб із слабким ступенем короткозорості відбувається збільшення абсолютних та відносних чисел В-лімфоцитів (CD22⁺) (17,6%; $p > 0,05$ та 26,5%; $p < 0,001$, відповідно), що призвело до підвищення рівня утворення імуноглобулінів класів А, М та G. Так, імуноглобулін-продукуюча здатність В-лімфоцитів в групі короткозорих осіб виявилася достовірно більшою (25,7%; $p < 0,001$), ніж в групі практично здорових людей. Одночасно зі збільшенням вмісту В-клітин відбувається достовірне зниження лейко-В-клітинного індексу осіб зі слабкою короткозорістю (11%; $p < 0,001$), у порівнянні із контрольними значеннями.

Таблиця 3.4.

Стан показників гуморального імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю слабкого ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабкого ступеня (n=30), M±m	СП
В-лімфоцити (CD22 ⁺), *10 ⁹ /л	0,12-1,48	0,34±0,04	0,40±0,06	II
В-лімфоцити (CD22 ⁺), %	17-31	17,5±0,38	22,14±0,37***	I
Імуноглобулін G, г/л	9-20	15,10±0,34	13,41±0,28***	I
Імуноглобулін M, г/л	0,7-3,7	1,44±0,16	6,41±0,30***	III
Імуноглобулін A, г/л	0,9-5,0	1,85±0,23	3,29±0,15***	III
Ig-продукуюча здатність В-лімфоцитів		18,39±0,20	23,11±0,24***	I
Ig G-продукція, у.о		44,41±0,30	41,21±0,37***	-
Ig M-продукція, у.о		4,24±0,18	21,05±0,34***	III
Ig A-продукція, у.о		5,44±0,21	9,95±0,33***	II
Лейко-В-клітинний індекс, у.о		20,9±0,16	18,62±0,33***	I

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

При дослідженні вмісту імуноглобулінів було виявлено достовірне підвищення рівнів сироваткових IgA (1,8 разів; p<0,001) та IgM (4,5 разів; p<0,001) серед осіб із слабким ступенем короткозорості у порівнянні із контрольними даними. На противагу цьому в групі короткозорих осіб концентрація IgG була вірогідно менша (11,2%; p<0,001), ніж серед практично здорових людей.

Також необхідно зазначити, що вміст імуноглобуліну класу M, який синтезується вже на перших стадіях взаємодії із патогеном та забезпечує розгортання первинної імунної реакції, при слабкому ступені короткозорості перевищує верхню межу нормальних значень у 70% осіб. Перевищення

норми було встановлено і за показниками концентрації імуноглобуліну А та імуноглобуліну G у 13,3% короткозорих осіб (рис. 3.4).

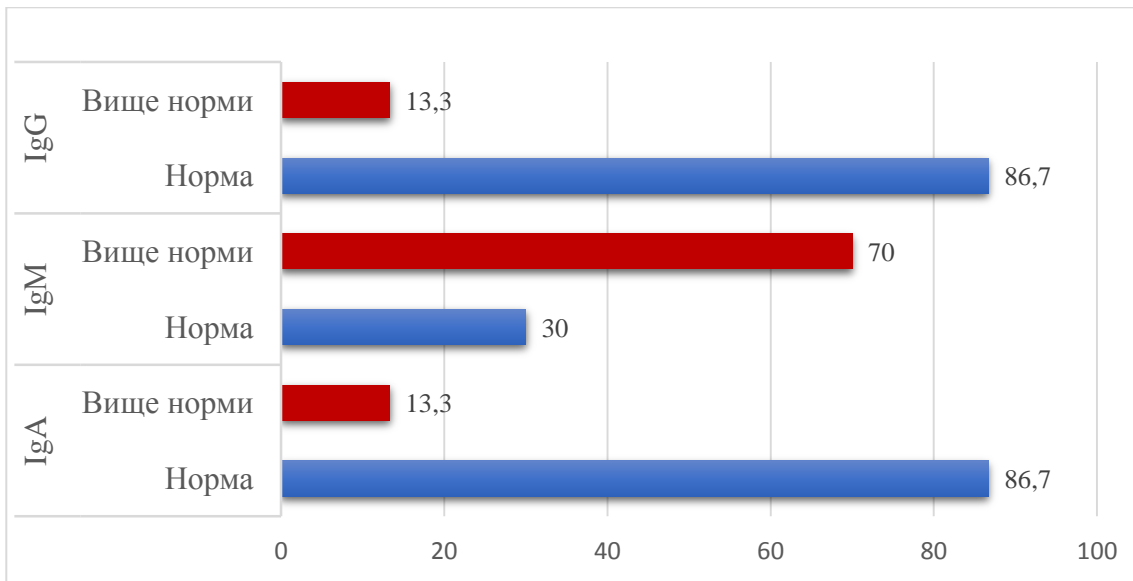
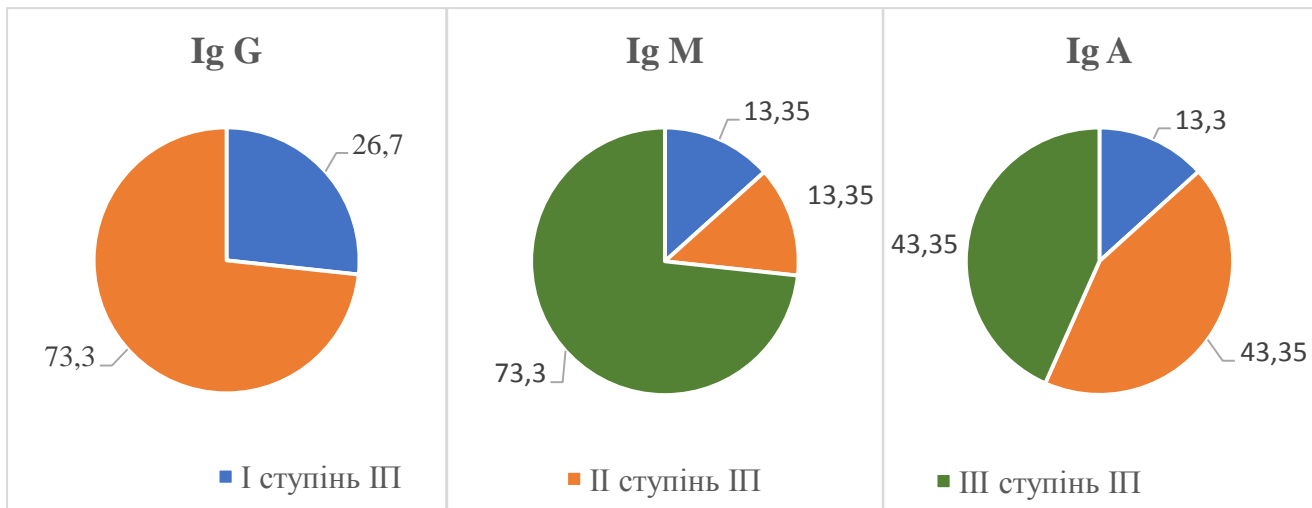


Рис. 3.4 Розподіл осіб із слабким ступенем набутої короткозорості за відхиленнями від нормальних значень вмісту Ig (у %).

Таким чином, у порівнянні із даними контрольної групи в групі осіб із слабким ступенем короткозорості виявлені суттєві відмінності за вмістом сироваткових імуноглобулінів класів А, М та G (рис. 3.5).



Примітка: I, II, III ступінь ІП – ступені імунних порушень.

Рис. 3.5. Частка осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості за ступенями ІП показника концентрації Ig (у %).

Найбільш виражені зміни рівня імуноглобуліну були встановлені для IgM: III-й ступінь імунних порушень виявлено у 73,3%, II-й ступінь – у

13,35% короткозорих осіб. При дослідженні концентрації IgA з'ясовано, що II-й та III-й ступені імунних порушень мають по 43,35% осіб. В той же час більшість (73,3%) осіб із слабкою короткозорістю мають II-й ступінь імунних порушень за показником концентрації IgG.

Отже, результати вивчення вмісту В-лімфоцитів та концентрації головних імуноглобулінів в крові осіб із слабким ступенем короткозорості вказують на активацію факторів і механізмів гуморального імунітету, що розвивається як компенсаторна реакція у відповідь на дефіцит клітинної ланки системного імунітету. Значне збільшення імуноглобуліну М та зниження імуноглобуліну G, зафіксоване при слабкій короткозорості, є фактором, який негативно впливає на розгортання вторинної імунної відповіді та напруження системи протиінфекційного захисту цих осіб.

3.2. СТАН ІМУННОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ ІЗ СЕРЕДНІМ СТУПЕНЕМ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ

3.2.1 Показники неспецифічного імунітету в осіб з набутою короткозорістю середнього ступеня

В групі осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня зафіксовано зниження рівня більшості показників антиінфекційного захисту порівняно зі значеннями практично здорових осіб (табл. 3.5, рис. 3.6). Виявлено тенденцію ($p > 0,05$) до зменшення абсолютного числа лейкоцитів (3%) через зменшення числа лімфоцитів (10,5%) та нейтрофілів (6,4%).

Відносний вміст лімфоцитів є вірогідно нижчим від контрольних значень (6,8%; $p < 0,001$). Як і серед осіб із слабкою короткозорістю, при середньому ступені короткозорості встановлено зростання (1,9 разів; $p < 0,001$) відносних значень паличкоядерних нейтрофілів та зменшення (4,5%; $p < 0,001$) відсотку сегментоядерних нейтрофілів (у порівнянні із здоровими учасниками).

Таблиця 3.5.

Стан показників неспецифічного імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m	СП
Лейкоцити, * 10 ⁹ /л	4-12	6,80±0,12	6,60±0,13	I
Лімфоцити, * 10 ⁹ /л	1-5	2,20±0,06	1,97±0,13	I
Лімфоцити, %	20-40	32,87±0,07	30,63±0,15***	I
Нейтрофіли (всі), * 10 ⁹ /л	2-5,8	4,06±0,14	3,80±0,20	I
ПЯН, %	1-5	1,67±0,19	3,13±0,16***	III
СЯН, %	48-78	58,10±0,18	55,50±0,26***	I
Моноцити, * 10 ⁹ /л	0,09-0,6	0,37±0,05	0,58±0,09*	II
Моноцити, %	3-11	5,47±0,15	7,75±0,23***	II
Натуральні кілери, * 10 ⁹ /л	0,08-1,1	0,63±0,02	0,32±0,07***	II
Натуральні кілери, %	12-23	14,9±0,15	17,63±0,37***	I
Базофіли, * 10 ⁹ /л	0-1	0,05±0,01	0,07±0,01	II
Базофіли, %	0-1	0,80±0,03	1,00±0,02	I
Еозинофіли, * 10 ⁹ /л	0,02-0,3	0,16±0,03	0,14±0,06	I
Еозинофіли, %	0,5-5	1,84±0,06	2,01±0,09	I
Еритроцити, * 10 ¹² /л	4,0-5,5	4,82±0,11	4,69±0,09	-
Гемоглобін, г/л	130-170	143,6±0,18	139,9±0,28***	-
ФІ, у.о.	40-80	83,26±0,48	68,63±0,51***	I
ФЧ, у.о.	4-9	6,18±0,08	5,88±0,11*	-

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Рівень моноцитів був вірогідно (p<0,001) вищим, ніж в групі контролю: абсолютне число цих клітин перевищує контрольні значення у 1,57 разів, а відносний вміст – у 1,4 рази. Одночасно з цим абсолютне число інших важливих фагоцитуючих клітин – натуральних кілерів – є меншим (у 1,97

рази; $p < 0,001$), а їх відносне число, навпаки, є більшим (18,3%; $p < 0,001$), ніж в групі практично здорових людей.

При дослідженні рівнів базофілів та еозинофілів статистично достовірних відмінностей між групами порівняння не встановлено, проте виявлено тенденцію ($p > 0,05$) до збільшення числа базофілів та відносного вмісту еозинофілів серед осіб із середнім ступенем короткозорості.

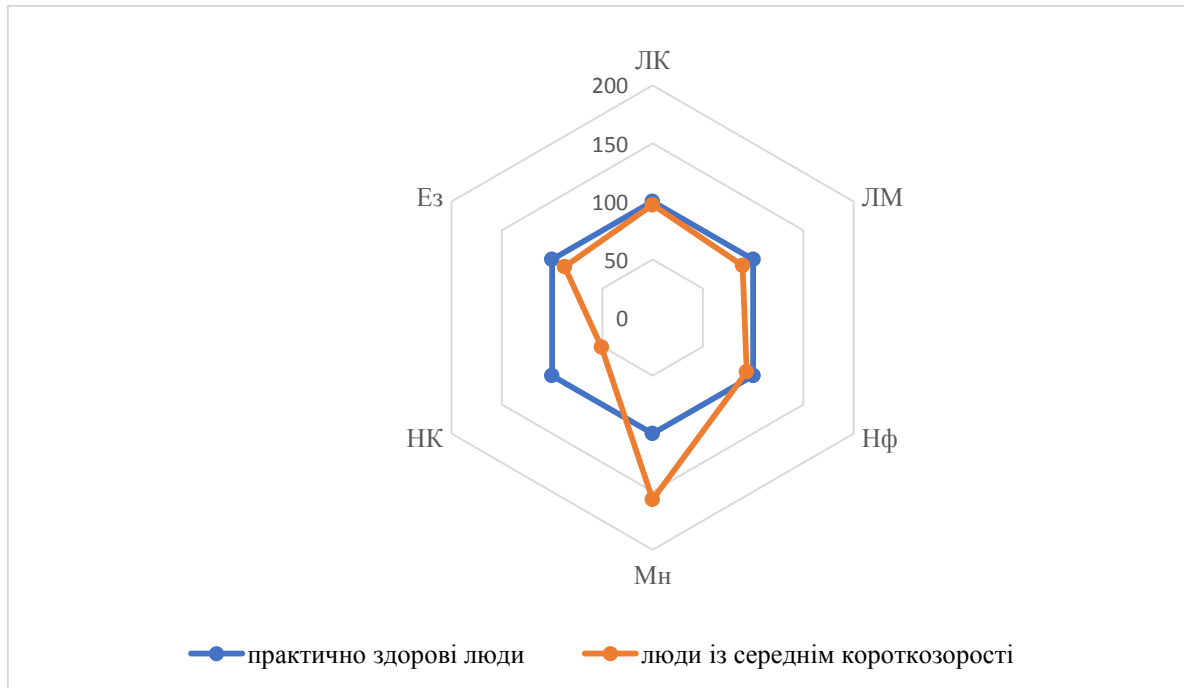


Рис. 3.6. Абсолютний вміст клітин крові осіб із середнім ступенем короткозорості (у % від контрольної групи)

Кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну знижені відносно рівня практично здорових людей, проте статистичну значимість дані відмінності мають лише за показником «вміст гемоглобіну» ($p < 0,001$).

При середньому ступені короткозорості середньогрупові значення фагоцитарного числа та фагоцитарного індексу є меншими (4,8%; $p = 0,030$ та 17,6%; $p < 0,001$, відповідно), ніж в контрольній групі, що свідчить про потенційне функціональне зниження процесів елімінації патогенів.

В групі осіб із середнім ступенем набутої короткозорості встановлено зниження індексів ІСНМ (20,7%; $p < 0,001$), ІСЛМ (30,8%; $p < 0,001$) та індексу імунореактивності (30,24%; $p < 0,001$); зростання індексів ІЗЛ (6,8%; $p > 0,05$), ІСНЛ (11,5%; $p > 0,05$) та індексу Гаркаві (11,5%; $p > 0,05$). Значення

лейкоцитарного індексу та лімфоцитарно-гранулоцитарного індексу є несуттєво ($p>0,05$) меншими (1,8% та 2,1% відповідно), ніж в контрольній групі (табл. 3.6, рис 3.7).

Таблиця 3.6.

Інтегральні гематологічні показники практично здорових людей та осіб із набутою короткозорих середнього ступеня

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m
ІЗЛ, у.о.	1,61±0,07	1,72±0,12
ЛІ, у.о.	0,55±0,04	0,54±0,04
ІСНЛ, у.о.	1,82±0,09	2,03±0,13
ІСНМ, у.о.	10,93±0,16	8,67±0,16*
ІСЛМ, у.о.	6,01±0,15	4,16±0,15*
ІЛГ, у.о.	5,27±0,12	5,16±0,17
Індекс Гаркаві, у.о.	0,52±0,13	0,58±0,07
Індекс алергізації, у.о.	0,93±0,14	0,92±0,08
Індекс імунної реактивності, у.о.	6,35±0,18	4,43±0,15*

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

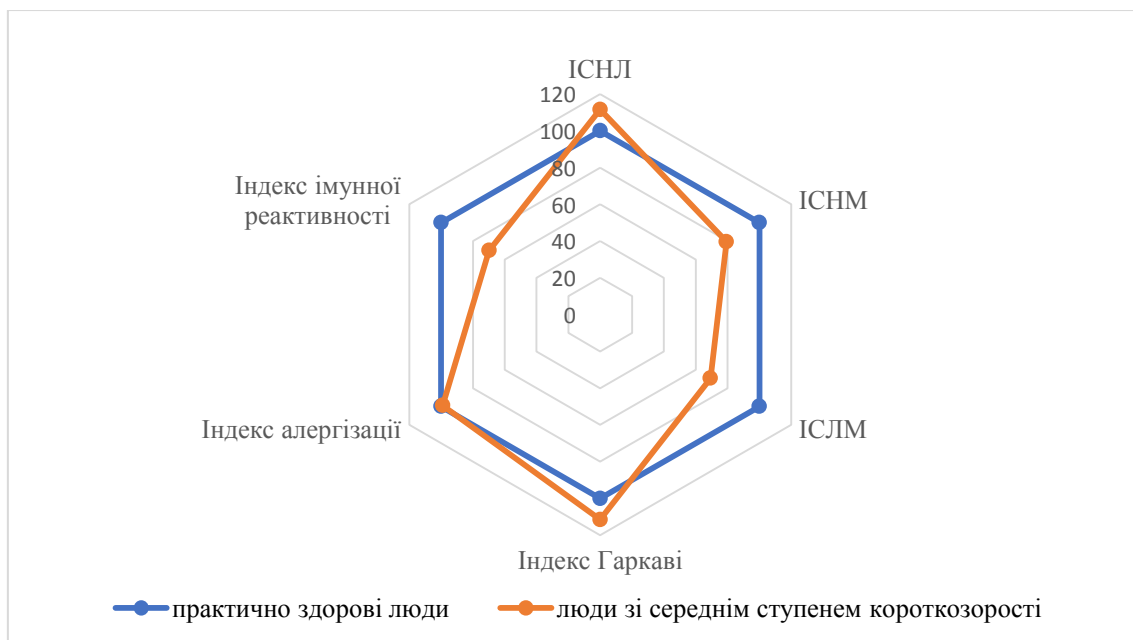


Рис. 3.7. Гематологічні показники осіб із середнім ступенем короткозорості (у % від контрольних даних)

Загалом, дослідження показників неспецифічного імунітету при середньому ступені короткозорості вказує на активацію його ефекторної ланки та клітин-макрофагів. На тлі регуляторних порушень в системі імунокомпетентних клітин та зниженого рівня імунореактивності спостерігається перенапруження антиінфекційного захисту. Нами виявлено, що 50% осіб із середнім ступенем короткозорості знаходяться в зоні переактивації за індексом Гаркаві. Наявний комплекс порушень неспецифічної резистентності при середній короткозорості обумовлюється, головним чином, змінами в системах клітин нейтрофіли-лімфоцити, нейтрофіли-моноцити, лімфоцити-моноцити.

Отримані дані свідчать про знижену імунореактивність та напруження механізмів неспецифічного антиінфекційного захисту на фоні короткозорості середнього ступеня, що може стати несприятливим прогностичним маркером у періоди підвищеної інфекційної загрози.

3.2.2 Показники клітинного імунітету в осіб з набутою короткозорістю середнього ступеня

У порівнянні із практично здоровими людьми контрольної групи при середній короткозорості спостерігаються статистично достовірні відмінності за всіма досліджуваними показниками (крім абсолютного числа Т-лімфоцитів з маркером диференціації $CD8^+$) (табл. 3.7).

Аналіз отриманих даних показує, що в даній групі короткозорих осіб знижується загальна кількість Т-лімфоцитів ($CD3^+$): їх абсолютні та відносні числа є достовірно ($p < 0,001$) меншими (26,5% та 15,6%, відповідно), ніж в контрольній групі. Разом із цим, вміст основних субпопуляцій Т-лімфоцитів зазнав різноспрямованих змін. У порівнянні із даними практично здорових людей при середньому ступені короткозорості рівень Т-хелперів/індукторів ($CD4^+$) є нижчим (21%; $p = 0,028$ та 21,8%; $p < 0,001$, відповідно абсолютним та відносним значенням), а рівень Т-супресорів/цитотоксичних ($CD8^+$), навпаки,

вищим (25%; $p > 0,05$ та 23,8%; $p < 0,001$, відповідно абсолютним та відносним значенням).

Таблиця 3.7.

Стан показників клітинного імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m	СП
Т-лімфоцити (CD3 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,9-2,01	1,81±0,04	1,33±0,09***	I
Т-лімфоцити (CD3 ⁺), %	61-85	82,27±0,36	69,4±0,35***	I
Т-хелпери/індуктори (CD4 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,6-1,3	0,86±0,04	0,68±0,07*	I
Т-хелпери/індуктори (CD4 ⁺), %	35-55	47,51±0,14	37,13±0,27***	I
Т-супресори/ цитотоксичні (CD8 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,3-0,97	0,32±0,02	0,4±0,06	I
Т-супресори/ цитотоксичні (CD8 ⁺), %	17-35	17,68±0,07	21,88±0,33***	I
Імунорегуляторний індекс, у.о.	1,5-2,6	2,69±0,11	1,72±0,08***	II
Лейко-Т-клітинний індекс, у.о.		3,76±0,06	5,02±0,09***	II

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Кількісні зміни CD4⁺- та CD8⁺-клітин обумовили вірогідне зниження імунорегуляторного індексу в групі осіб із середнім ступенем короткозорості (у 1,6 рази; $p < 0,001$), відносно середньо групового показника практично здорових людей. При цьому переважна більшість осіб із середньою короткозорістю (86,7%) мають II ступінь імунних порушень, а 4 учасника (13,3%) – показник ІРІ менший за клінічну норму (рис. 3.8).

Значення показника лейко-Т-клітинного індексу (лейкоцити/CD3⁺-лімфоцити) було вірогідно більшим (у 1,3 рази; $p < 0,001$), ніж в контрольній групі. За ступенем імунних порушень частка короткозорих осіб, які мають I-й ступінь відхилень, становить 50%, II-й ступінь – 36,7%, III-й ступінь – 13,3% (рис. 3.8).

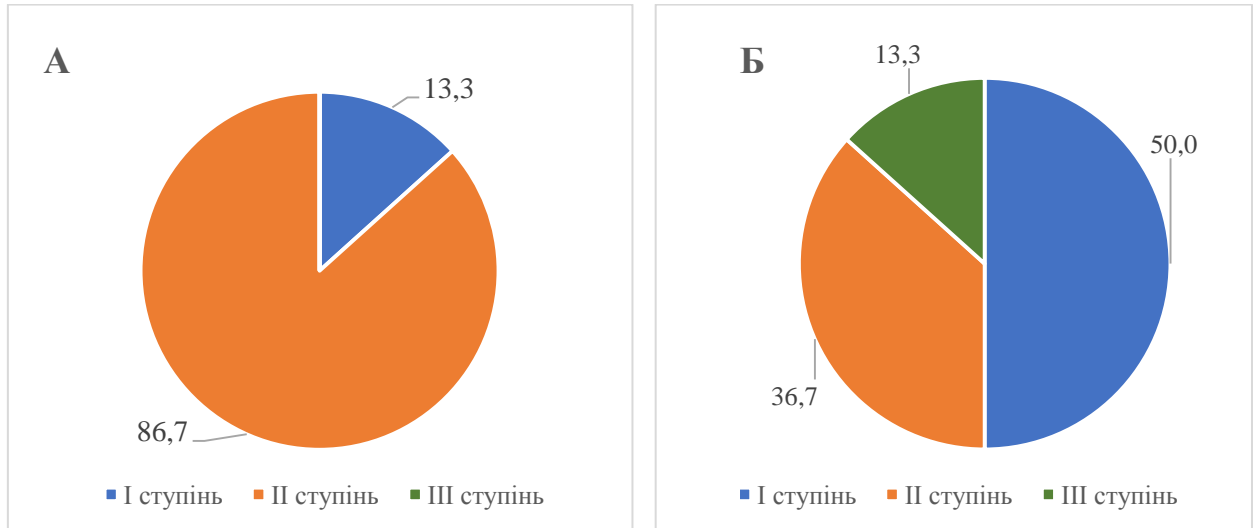


Рис. 3.8 Частка осіб із середнім ступенем набутої короткозорості за ступенем імунних порушень імунорегуляторного індексу (А) та лейко-Т-клітинного індексу (Б) (у %).

Вищезазначене вказує на пригнічення Т-клітинної ланки системного імунітету та виражені регуляторні дисфункції в кооперації Т-клітин, що розвиваються на тлі набутої форми короткозорості середнього ступеня та обумовлюються зменшенням вмісту субпопуляції Т-хелперів/індукторів та загального рівня Т-лімфоцитів. Комплекс наявних порушень є симптомом формування стану вторинного імунодефіциту за Т-клітинним типом та порушень процесів саморегуляції системного імунітету в осіб даної категорії.

3.2.3 Показники гуморального імунітету в осіб з набутою короткозорістю середнього ступеня

Дослідження системи гуморального імунітету виявило в групі осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня статистично достовірні

відмінності у порівнянні із контрольними даними за більшістю досліджуваних показників, крім абсолютного числа В-лімфоцитів та концентрації імуноглобуліну класу G (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.

Стан показників гуморального імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m	СП
В-лімфоцити (CD22 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,12-1,48	0,34±0,04	0,41±0,08	II
В-лімфоцити (CD22 ⁺), %	17-31	17,5±0,38	22,88±0,36***	I
Імуноглобулін G, г/л	9-20	15,10±0,34	14,39±0,38	I
Імуноглобулін M, г/л	0,7-3,7	1,44±0,16	6,33±0,30***	III
Імуноглобулін A, г/л	0,9-5,0	1,85±0,23	2,99±0,16***	III
Імуноглобулін-продукуюча здатність В-лімфоцитів		18,39±0,20	23,71±0,28***	I-II
Ig G-продукція, у.о		44,41±0,30	36,81±0,39***	-
Ig M-продукція у.о		4,24±0,18	17,73±0,37***	III
Ig A-продукція у.о		5,44±0,21	7,83±0,37***	II
Лейко-В-клітинний індекс, у.о		20,9±0,16	17,79±0,4***	I

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Зафіксовано підвищення у осіб із середнім ступенем короткозорості вмісту В-лімфоцитів (CD22⁺): абсолютного числа – на 20,6% (p>0,05), а відсоткового вмісту – на 30,7% (p<0,001), у порівнянні із даними контрольної групи. Середньо груповий показник імуноглобулін-продукуючої здатності В-клітин в даній групі короткозорих осіб виявився також більшим (29%; p<0,001). Одночасно відбувається зниження лейко-В-клітинного індексу осіб із середнім ступенем короткозорості (15%; p<0,001).

Збільшення вмісту В-клітин прогнозовано відображає підвищення рівнів імуноглобулінів основних класів в групі-порівняння. При дослідженні вмісту імуноглобулінів в сироватці крові осіб із середнім ступенем короткозорості виявлено достовірне ($p < 0,001$) підвищення рівнів IgA (1,6 рази) та IgM (4,4 рази) у порівнянні із даними практично здорових людей. Концентрація IgG має тенденцію до зменшення (4,7%), але статистичних відмінностей за даним параметром по відношенню до контрольної групи не встановлено.

Також необхідно зазначити, що при середньому ступені короткозорості зафіксовано перевищення верхньої межі нормальних значень за вмістом імуноглобуліну М. Частка осіб із середніми значеннями короткозорості, які мають показники вмісту IgM вище норми становить 73,3% осіб. Перевищення нормальних значень вмісту імуноглобуліну А встановлено лише у 1 випадку (3,3%). За показником імуноглобуліну G виявлена значна варіабельність значень в групі осіб із середнім ступенем короткозорості: перевищення норми встановлено у 13,3% короткозорих осіб, а значення менші нижньої границі норми – у 10% (рис. 3.9).

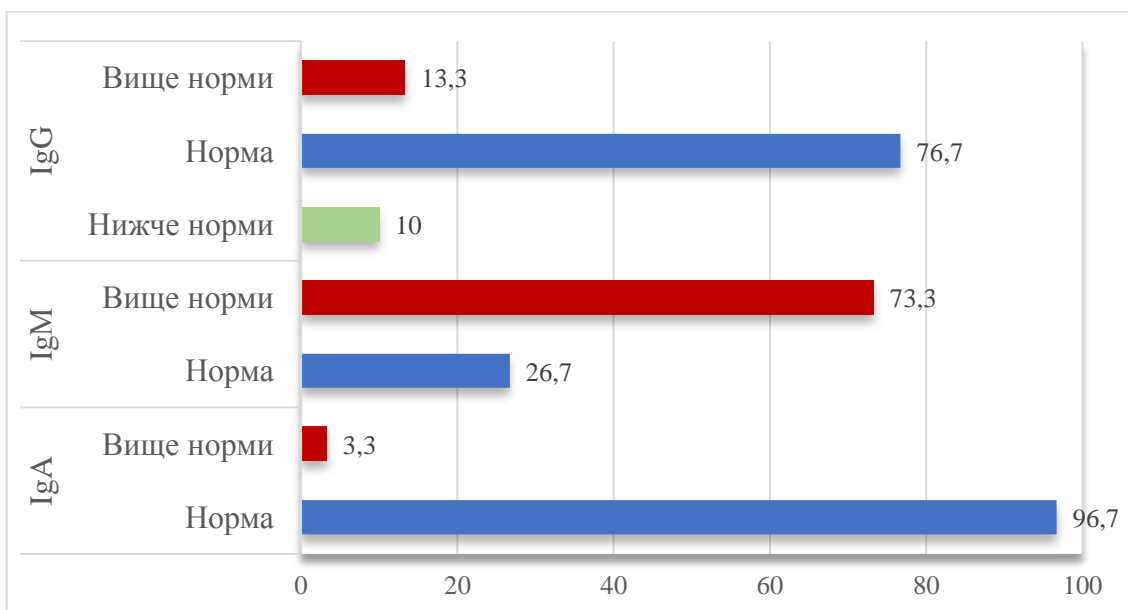
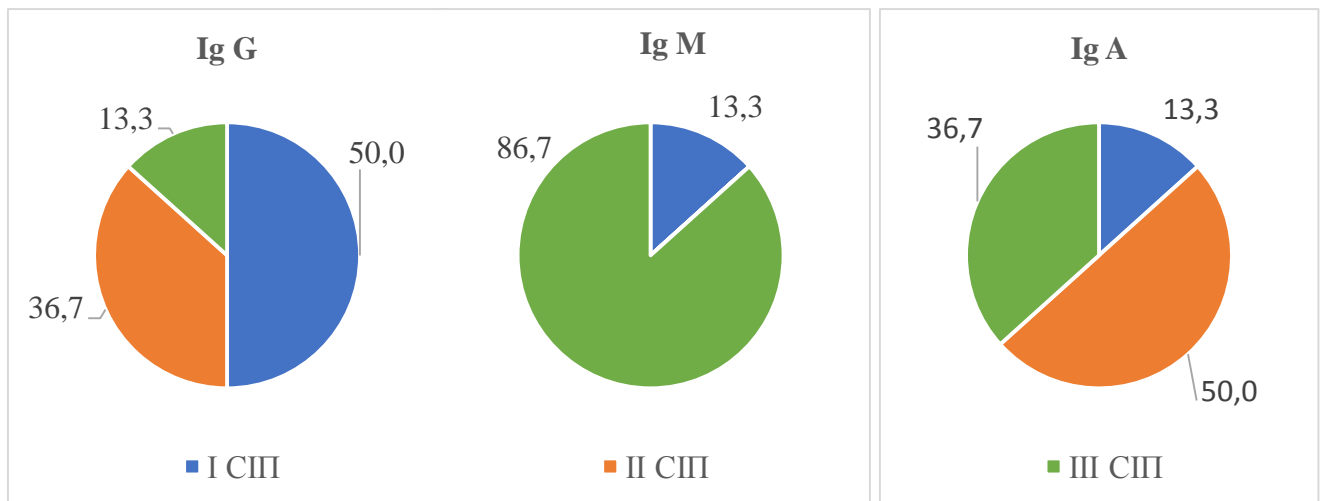


Рис. 3.9. Розподіл осіб із середнім ступенем набутої короткозорості за відхиленнями від нормальних значень вмісту Ig (у %).

Отже, у порівнянні із контрольною групою учасники із середнім ступенем короткозорості характеризуються значними відмінностями за вмістом сироваткових імуноглобулінів, особливо класів А, М. За ступенем імунних порушень найбільш виражені зміни були встановлені для IgM: III-й ступінь III виявлено у 86,7%, I-й ступінь – у 13,3% короткозорих осіб. При дослідженні концентрації IgA з'ясовано, що II-й та III-й ступені імунних порушень мають 50% та 36,7% осіб відповідно. В той же час, за рівнем концентрації IgG половина осіб із середньою короткозорістю має I-й ступінь III, а II-й ступінь виявлений у 36,7% осіб. Проте, на відміну від групи осіб із слабким ступенем, при середній короткозорості встановлені випадки III ступеня імунних порушень у 13,3% (рис. 3.10).



Примітка: I, II, III ступінь III – ступені імунних порушень.

Рис. 3.10. Частка осіб зі середнім ступенем набутої короткозорості за ступенем III показника концентрації Ig (у %).

Таким чином, результати вивчення вмісту В-лімфоцитів та концентрації головних імуноглобулінів в крові осіб із середнім ступенем короткозорості, як і при її слабкому ступені, вказують на підвищені реакції гуморального імунітету, які виникають у відповідь на пригнічення клітинної ланки системного імунітету. В даній експериментальній групі виявлені більш виражені відхилення у рівні всіх класів імуноглобулінів, ніж в контрольній групі та при слабкій короткозорості, що свідчать про подальшу негативну динаміку вторинної імунної відповіді в умовах набутої короткозорості.

3.3. СТАН ІМУННОЇ СИСТЕМИ В ОСІБ З ВИСОКИМ СТУПЕНЕМ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ

3.3.1 Показники неспецифічного імунітету в осіб з набутою короткозорістю високого ступеня

Аналіз результатів вивчення стану неспецифічного імунітету (табл. 3.9, рис. 3.11) дозволяє зробити висновок про те, що в групі осіб з високим ступенем короткозорості зафіксовані найнижчі серед короткозорих осіб рівні головних імунокомпетентних клітин – лейкоцитів та лімфоцитів. Так, абсолютне число лейкоцитів є меншим, ніж в групі осіб із нормальним зором, на 13,4% ($p < 0,001$), лімфоцитів – на 19,1% ($p = 0,007$). Проте за відсотковим вмістом лімфоцитів групи порівняння є подібними ($p > 0,05$).

Загальний рівень нейтрофілів, хоч статистично не відрізняється від даних контрольної групи, проте має тенденцію до зниження (3,5%; $p > 0,05$). В той же час, при високій короткозорості зберігається спільне для інших груп осіб з короткозорістю зростання (у 1,8 рази; $p < 0,001$) рівня незрілих (паличкоядерних) нейтрофілів та одночасне зменшення (9,7%; $p < 0,001$) зрілих форм нейтрофілів.

Рівень моноцитів при високому ступені короткозорості значно перевищує контрольні значення: абсолютне число – у 1,65 рази ($p = 0,022$) відносний вміст – у 1,6 рази ($p < 0,001$). Абсолютне число натуральних кілерів є суттєво меншим (у 2,4 рази; $p < 0,001$), а їх відносний вміст, навпаки, – більшим (20%; $p < 0,001$), ніж в групі практично здорових людей з нормальним зором.

При дослідженні рівнів базофілів та еозинофілів виявлена тенденція ($p > 0,05$) до збільшення вмісту даних клітин у осіб із високим ступенем короткозорості, проте у порівнянні контрольними значенням статистичні відмінності встановлені лише для відсотку еозинофілів ($p = 0,014$).

При високому ступені короткозорості посилюється динаміка змін загальної кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну, встановлена і в попередніх групах осіб з короткозорістю: їх значення є нижчими (6,9%; $p=0,030$ та 8,6%; $p<0,001$, відповідно) відносно контрольних показників.

Таблиця 3.9

Стан показників неспецифічного імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю високого ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m	СП
Лейкоцити, $\cdot 10^9/\text{л}$	4-12	6,80±0,12	5,89±0,20***	I
Лімфоцити, $\cdot 10^9/\text{л}$	1-5	2,20±0,06	1,78±0,14**	I
Лімфоцити, %	20-40	32,87±0,07	32,67±0,14	I
Нейтрофіли (всі), $\cdot 10^9/\text{л}$	2-5,8	4,06±0,14	3,92±0,16	I
ПЯН, %	1-5	1,67±0,19	3,01±0,12***	III
СЯН, %	48-78	58,10±0,18	52,44±0,22***	I
Моноцити, $\cdot 10^9/\text{л}$	0,09-0,6	0,37±0,05	0,61±0,09*	II
Моноцити, %	3-11	5,47±0,15	8,81±0,20***	II
Натуральні кілери, $\cdot 10^9/\text{л}$	0,08-1,1	0,63±0,02	0,26±0,02***	II
Натуральні кілери, %	12-23	14,9±0,15	17,89±0,33***	I
Базофіли, $\cdot 10^9/\text{л}$	0-1	0,05±0,01	0,07±0,02	-
Базофіли, %	0-1	0,80±0,03	1,00±0,01	-
Еозинофіли, $\cdot 10^9/\text{л}$	0,02-0,3	0,16±0,03	0,15±0,07	II
Еозинофіли, %	0,5-5	1,84±0,06	2,11±0,09*	II
Еритроцити, $\cdot 10^{12}/\text{л}$	4,0-5,5	4,82±0,11	4,49±0,09*	I
Гемоглобін, г/л	130-170	143,6±0,18	131,3±0,29***	I
ФІ, у.о.	40-80	83,26±0,48	71,89±0,45***	I
ФЧ, у.о.	4-9	6,18±0,08	6,22±0,17	-

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента:

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

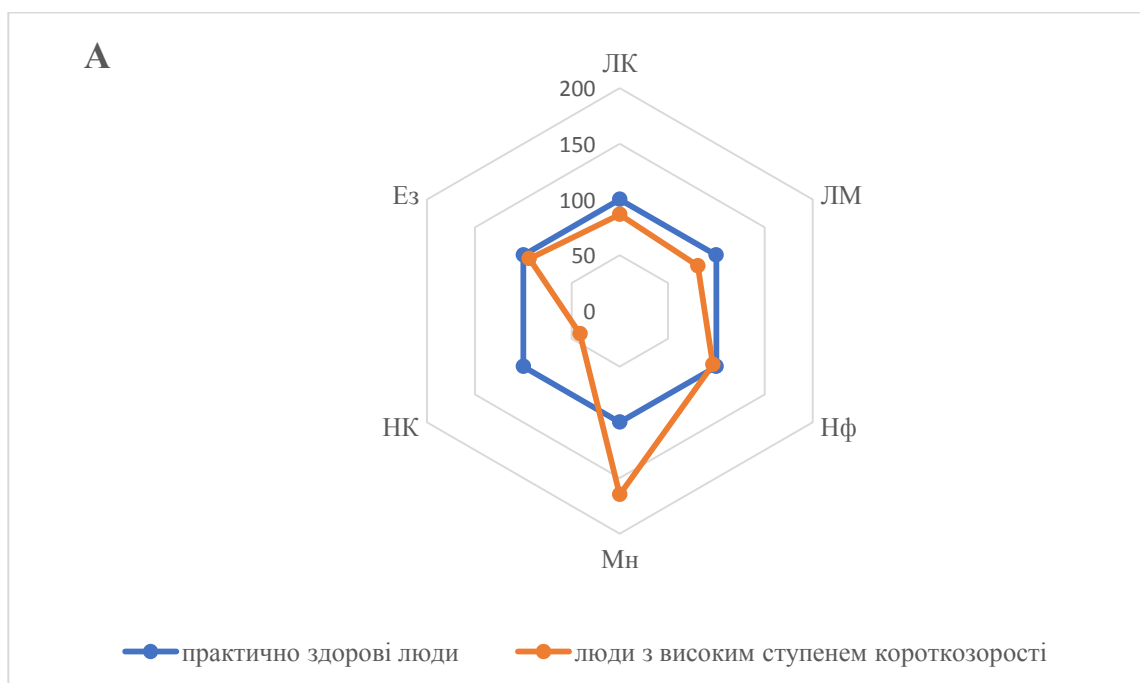


Рис. 3.11. Абсолютний вміст клітин крові осіб із високим ступенем короткозорості (у % від контрольної групи)

Вивчення метаболічної активності та поглинальної здатності фагоцитуючих клітин показало, що при високому ступені короткозорості відбувається значне зниження фагоцитарного індексу (13,7%; $p < 0,001$), в той час як фагоцитарне число майже не відрізняється від значення в контролі. Можливо, останнє є результатом більш значного напруження механізмів адаптаційного неспецифічного захисту.

Аналіз інтегральних гематологічних показників (табл. 3.10), маркерів змін системи гомеостазу та неспецифічних адаптаційних реакцій, свідчить, що при високому ступені короткозорості найбільш виражених змін зазнають індекси ІСНМ (зниження на 40,3%; $p < 0,001$) та ІСЛМ (зниження на 37%; $p < 0,001$), індекс імунореактивності (зниження на 36,4%; $p < 0,001$), індекс Гаркаві (збільшення на 23%; $p > 0,05$). Також спостерігається незначні ($p > 0,05$) зниження індексу ІЗЛ (8%) та збільшення індексів ЛІ (9%) та ЛІГ (7%), індексу алергізації (5,4%).

Таблиця 3.10.

Інтегральні гематологічні показники практично здорових людей та осіб із набутою короткозорих високого ступеня

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m
ІЗЛ, у.о.	1,61±0,07	1,48±0,09
ЛІ, у.о.	0,55±0,04	0,60±0,06
ІСНЛ, у.о.	1,82±0,09	1,79±0,10
ІСНМ, у.о.	10,93±0,16	6,53±0,18****
ІСЛМ, у.о.	6,01±0,15	3,79±0,13****
ІЛГ, у.о.	5,27±0,12	5,64±0,17
Індекс Гаркаві, у.о.	0,52±0,13	0,64±0,06
Індекс алергізації, у.о.	0,93±0,14	0,98±0,07
Індекс імунної реактивності, у.о.	6,35±0,18	4,04±0,14****

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

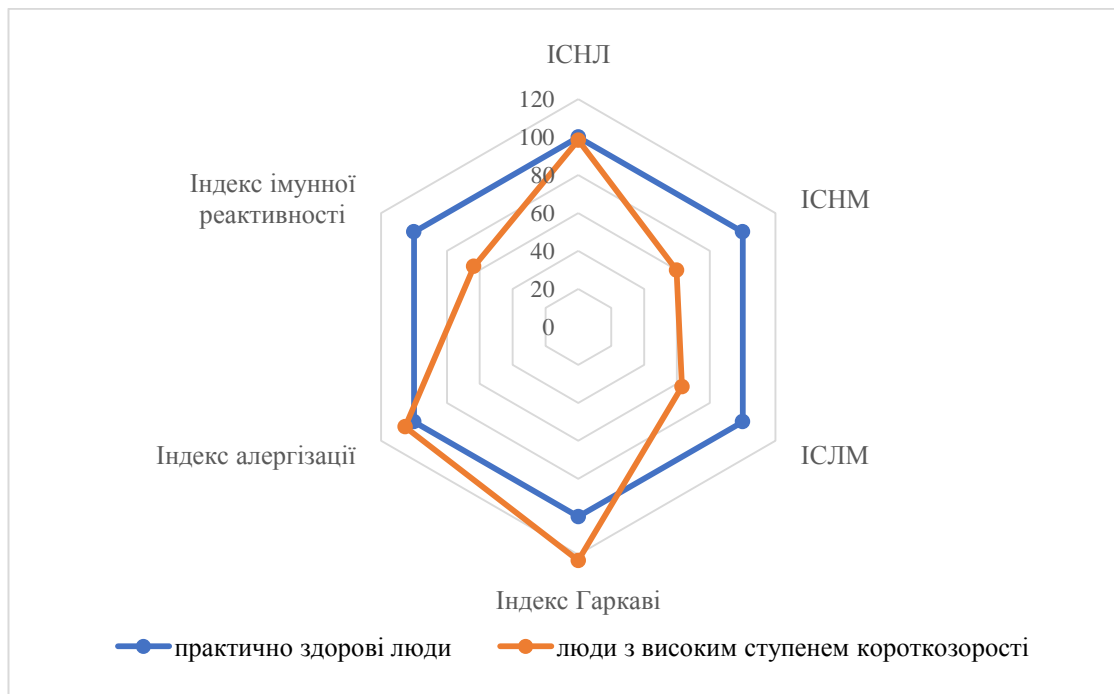


Рис. 3.12. Гематологічні показники осіб з високим ступенем короткозорості (у % від контрольних даних)

Слід зазначити, що комплекс функціональних порушень системи неспецифічного імунітету при високому ступені короткозорості

обумовлений, як і при слабкому та середньому ступені, популяційними змінами клітин лімфоцитів, нейтрофілів та моноцитів (рис. 3.12), але має більш виражений характер.

Таким чином, вищезазначені відхилення в системі «лімфоцити-моноцити-нейтрофіли», свідчать про посилення дисрегулятивних процесів, високий рівень напруження антиінфекційного захисту (системи клітин фагоцитів) в умовах високих значень набутої короткозорості, що може негативно позначитися на розгортанні ефекторної відповіді неспецифічної імунної реакції. Можемо відзначити, що в даній експериментальній групі частка осіб, у яких встановлена переактивація адаптаційних реакцій (за індексом Гаркаві) становить 76,7%.

3.3.2 Показники клітинного імунітету в осіб з набутою короткозорістю високого ступеня

Згідно результатів вивчення клітинної ланки системного імунітету (табл. 3.11) в групі осіб із набутою короткозорістю високого ступеня встановлено вірогідні відмінності за всіма показниками, крім абсолютного числа цитотоксичних Т-лімфоцитів/супресорів ($CD8^+$).

При порівнянні середньо групових показників досліджуваних груп виявлено, що при високому ступені короткозорості відбувається достовірне ($p < 0,001$) зниження рівня Т-лімфоцитів ($CD3^+$) (28,7% та 14%, відповідно абсолютним і відносним числам) та їх субпопуляції Т-хелперів/індукторів ($CD4^+$) (29% та 23,5%, відповідно абсолютним і відносним числам). В той же час абсолютне число клітин субпопуляції цитотоксичних Т-супресорів ($CD8^+$) є майже однаковим ($p > 0,05$) із середньо груповим значенням контролю, тоді як їх відносний вміст є вищим (20%; $p < 0,001$).

Таблиця 3.11.

Стан показників клітинного імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю високого ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m	СП
Т-лімфоцити (CD3 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,9-2,01	1,81±0,04	1,29±0,10***	I
Т-лімфоцити (CD3 ⁺), %	61-85	82,27±0,36	70,67±0,32***	I
Т-хелпери/індуктори (CD4 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,6-1,3	0,86±0,04	0,61±0,06***	I
Т-хелпери/індуктори (CD4 ⁺), %	35-55	47,51±0,14	36,33±0,27***	I
Т-супресори/ цитотоксичні (CD8 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,3-0,97	0,32±0,02	0,33±0,06	I
Т-супресори/ цитотоксичні (CD8 ⁺), %	17-35	17,68±0,07	21,22±0,40***	I
Імунорегуляторний індекс, у.о.	1,5-2,6	2,69±0,11	1,75±0,12***	II
Лейко-Т-клітинний індекс, у.о.		3,76±0,06	4,85±0,08***	I

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Внаслідок кількісних змін субпопуляцій Т-клітин ІРІ-індекс в групі осіб із високим ступенем короткозорістю є достовірно (p<0,001) нижчим на 35% (1,54 рази) відносно рівня практично здорових людей. Необхідно зазначити, що в даній групі більшість короткозорих осіб (56,7%) має І-й ступінь ІРІ-показника, ІІ-й СП виявлено у 43,3%. В той же час, при високій короткозорості зафіксовано перевищення верхньої межі клінічної норми ІРІ у 10 осіб (33,3%), а значення нижчі норми – у 3 осіб (10%) (рис. 3.13)

Виявлено, що показник лейко-Т-клітинного індексу (лейкоцити/CD3⁺-лімфоцити) в групі осіб із високим ступенем короткозорості більший, ніж в контрольній групі на 29% (p<0,05). За ступенем імунних порушень даного

показника розподіл осіб такий: частка короткозорих учасників із II-м СІП складає 23,3%, із III-м ступенем – 10% (рис. 3.13).

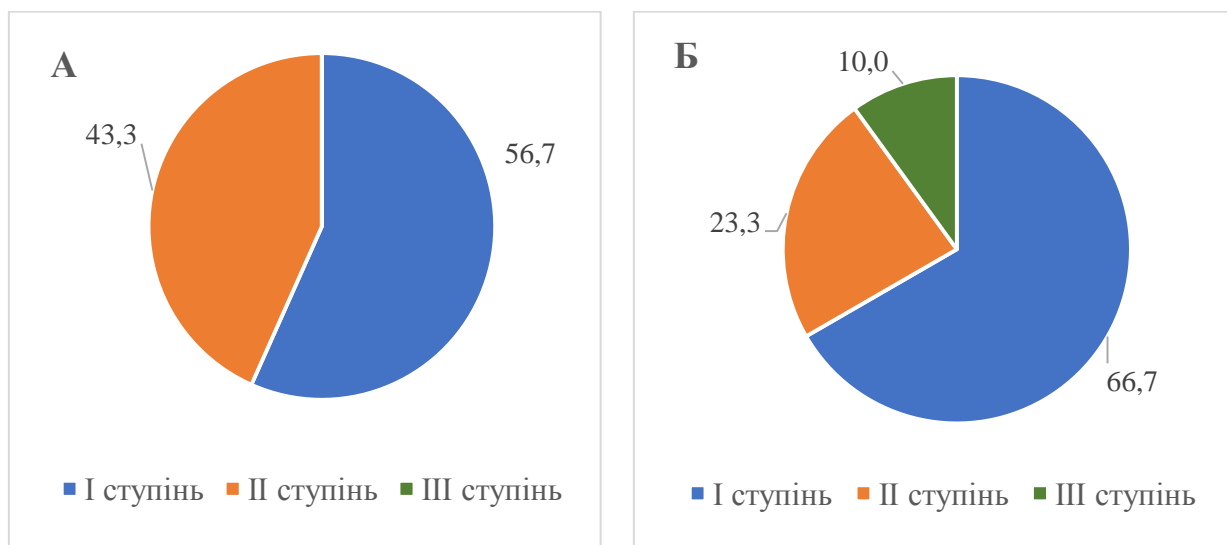


Рис. 3.13 Частка осіб з високим ступенем набутої короткозорості за ступенем імунних порушень імунорегуляторного індексу (А) та лейко-Т-клітинного індексу (Б) (у %).

Вищевикладене свідчить про наявність у осіб із високим ступенем короткозорості симптомів формування вторинного імунодефіцитного стану із пригніченням Т-клітинної складової системного імунітету. В даній групі осіб на тлі характерного для інших короткозорих осіб зниження загального рівня Т-лімфоцитів виявлено найнижчий вміст клітин Т-хелперів/індукторів.

3.3.3 Показники гуморального імунітету в осіб з набутою короткозорістю високого ступеня

В результаті аналізу даних, отриманих при дослідженні гуморальної ланки системного імунітету, нами встановлені достовірні відмінності за всіма досліджуваними показниками, крім абсолютного вмісту В-лімфоцитів, між групою осіб із високим ступенем набутої короткозорості та групою-контролем (табл. 3.12).

Таблиця 3.12.

Стан показників гуморального імунітету практично здорових людей та осіб із набутою короткозорістю високого ступеня

Показник	Клінічна норма	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m	СП
В-лімфоцити (CD22 ⁺), * 10 ⁹ /л	0,12-1,48	0,34±0,04	0,42±0,05	II
В-лімфоцити (CD22 ⁺), %	17-31	17,5±0,38	25,78±0,29***	II
Імуноглобулін G, г/л	9-20	15,10±0,34	16,32±0,40*	II
Імуноглобулін M, г/л	0,7-3,7	1,44±0,16	7,78±0,36***	III
Імуноглобулін A, г/л	0,9-5,0	1,85±0,23	3,83±0,21***	III
Ig-продукуюча здатність В-лімфоцитів		18,39±0,20	27,93±0,32***	
Ig G-продукція, у.о		44,41±0,30	42,34±0,42***	
Ig M-продукція у.о		4,24±0,18	18,31±0,32***	
Ig A-продукція у.о		5,44±0,21	9,31±0,33***	
Лейко-В-клітинний індекс, у.о		20,9±0,16	14,71±0,32***	

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Виявлено, що при високому ступені набутої короткозорості збільшення абсолютних і відносних чисел В-лімфоцитів (CD22⁺) становить 23,5% (p>0,05) і 47,3% (p<0,001) відповідно у порівнянні із середньо груповими показниками осіб із нормальним зором. Імуноглобулін-продукуюча активність В-лімфоцитів в даній дослідній групі є більшою на 52% (1,5 рази; p<0,001), ніж в контрольній групі. Одночасно із цим при високому ступені короткозорості спостерігається зниження лейко-В-клітинного індексу (29,6%; p<0,001), у порівнянні із контрольними значеннями.

У зв'язку із підвищеною функціональною Іg-продукуючою активністю В-лімфоцитів в групі осіб з високим ступенем короткозорості концентрація сироваткових імуноглобулінів всіх досліджуваних класів значно ($p < 0,001$) перевищувала відповідні значення практично здорових людей. Так, рівень імуноглобуліну класу М був вищий у 5,4 рази, а рівень імуноглобуліну класу А – у 2 рази, що є максимальним відхиленням серед усіх короткозорих груп. На відміну від слабого та середнього ступеня короткозорості, при високому ступені концентрація ІgG є більшою (8%; $p = 0,023$), ніж в контрольній групі.

Слід відмітити, що при високому ступені короткозорості, як і в інших групах осіб з короткозорістю, встановлені випадки відхилень від клінічної норми за вмістом всіх головних імуноглобулінів. Так, при дослідженні рівня ІgM та ІgA виявлено перевищення верхньої межі нормальних значень у 66,7% та 23,3% осіб відповідно. За показником концентрації ІgG при високій короткозорості зафіксовані значення нижче норми у 30%, вище норми – у 40% осіб (рис. 3.14).

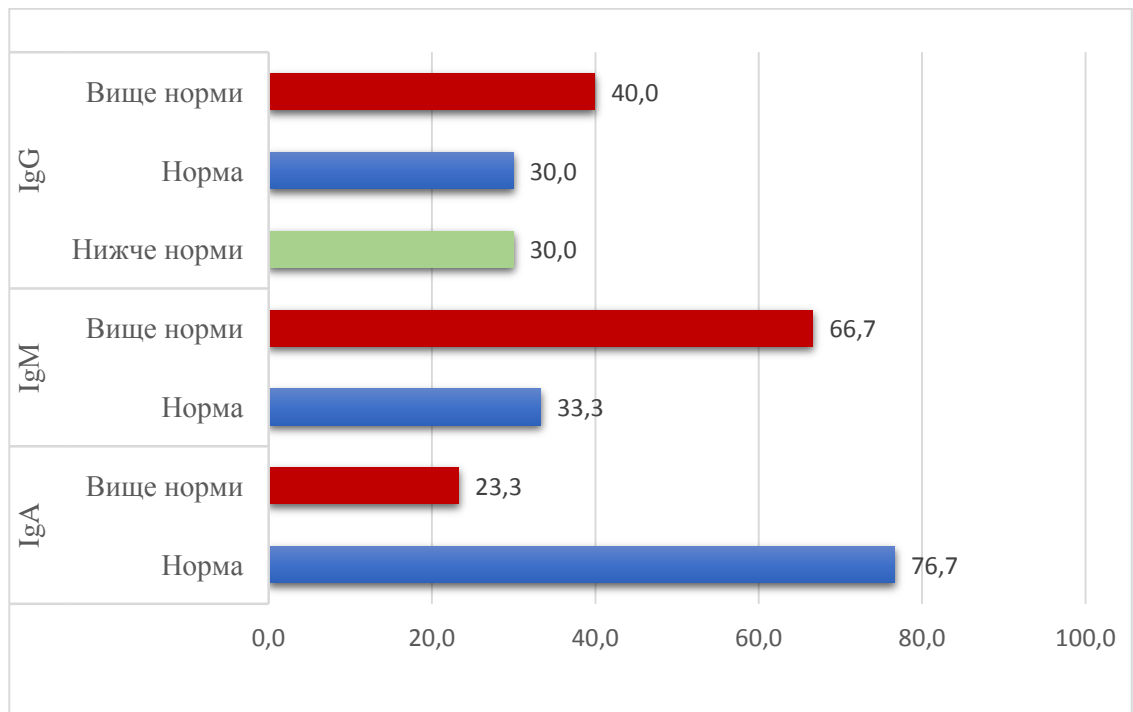
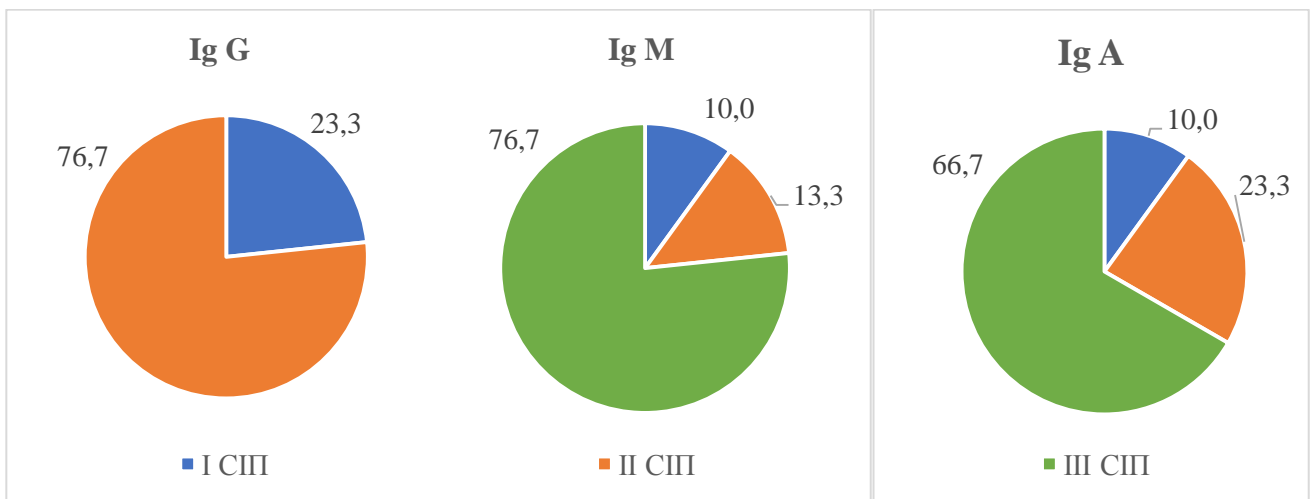


Рис. 3.14 Розподіл осіб з високим ступенем набутої короткозорості за відхиленнями від нормальних значень вмісту Іg (у %).

Таким чином, в групі з високим ступенем короткозорості виявлені найбільш значущі відмінності за вмістом імуноглобулінів досліджуваних класів у порівнянні із даними практично здорових людей та інших груп короткозорих осіб. При цьому більш суттєві зміни рівня імуноглобуліну встановлені для IgM: III-й ступінь імуних порушень виявлено у 76,7%, II-й ступінь – у 13,3% осіб. Аналогічна тенденція виявлена і по відношенню до концентрації IgA: III-й ступінь імуних порушень виявлено у 66,7%, а II-й ступінь – у 23,3% осіб. В той же час переважна більшість (76,7%) осіб з високим ступенем короткозорості має II-й ступінь імуних порушень за рівнем IgG (рис. 3.15).



Примітка: I, II, III ступінь III – ступені імуних порушень.

Рис. 3.15. Частка осіб з високим ступенем набутої короткозорості за ступенем імуних порушень показника концентрації Ig (у %).

Отже, вивчення показників гуморального імунітету (загального рівня В-лімфоцитів та концентрації головних імуноглобулінів) у осіб з високим ступенем короткозорості свідчать про значну активацію та більш глибокі порушення специфічної імуної відповіді гуморального типу. Виявлені найвищі рівні імуноглобулінів класів M, G та A, частіші випадки дисімуноглобулінемій у поєднанні із більш вираженими імуними порушеннями II ті III ступенів є негативними прогностичними факторами при високому ступені набутої короткозорості.

Висновки до Розділу 3

Отримані нами результати дослідження стану імунної системи суттєво доповнюють розрізнені дані, описані в літературі [2-17], оскільки узагальнюють та комплексно характеризують імунологічний статус людини 18-35 років на тлі певного ступеня набутої короткозорості: слабкого, середнього чи високого. Слід зауважити, що існуючі роботи присвячені іншим віковим групам чи іншій формі короткозорості або досліджують окремі питання імунологічного статусу короткозорих осіб.

Так, зокрема, Бушуєвою Н.М. показано зниження лімфоцитів, імуноглобулінів класу М, підвищення вмісту імуноглобулінів класу G та ІРІ, а також фагоцитопенію у хворих людей із прогресуючою формою короткозорості [3]. В роботі Шмалей С.В. та Редьки І.В. описано зниження фагоцитарної активності нейтрофілів (зниження індексу завершеності фагоцитозу), підвищення рівня негативної активації Т-лімфоцитів, випадки гіпоімуноглобулінемії у дітей молодшого шкільного віку з міопією [17]. В роботах Шейка В.І., який вивчав імунний статус дорослих осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня, що проживають у промислових районах, показано, що стан набутої короткозорості супроводжувався вторинним імунодефіцитом за клітинним типом, що проявлялося у зменшенні абсолютної кількості Т-лімфоцитів та їх субпопуляцій [13, 14]. Випадки зниження вмісту моноцитів, природних кілерів, субпопуляцій Т-лімфоцитів при низьких значеннях короткозорості описано в роботах [7, 9, 10, 15], проте в деяких випадках, мають протилежні результати. В інших дослідженнях присутні дані про збільшення Іg-продукуючої активності В-лімфоцитів відносно імуноглобулінів всіх класів у осіб із високим ступенем короткозорості [6, 16]. Однак ці дані не формують загальну картину імунологічних дисфункцій за умови певного ступеня набутої короткозорості.

В нашій роботі вперше продемонстровано загальний характер змін системного імунітету на тлі короткозорості слабкого, середнього та високого ступеня, виокремлені специфічні риси імунних порушень, притаманні

кожному ступеню набутої короткозорості, що має наукову значущість для можливого подальшого використання фахівцями офтальмологічного, фізреабілітаційного та інших медичних напрямів.

Результати дослідження, подані у даному розділі, знайшли відображення у наступних друкованих працях:

1. Колесник ЮІ. Неспецифічна резистентність організму в умовах набутої короткозорості слабкого та високого ступенів. Український журнал медицини, біології і спорту. 2018;3(6):293-298. DOI: 10.26693/jmbs03.06.293.
2. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Зміни показників гуморального імунітету в умовах короткозорості набутої форми різного ступеню. Вісник проблем біології та медицини. 2018;4(2):383-386. DOI: 10.29254/2077-4214-2018-4-2-147-383-386.
3. Колесник ЮІ. Оцінка стану клітинного імунітету у осіб із середнім та високим ступенем короткозорості. Вісник проблем біології і медицини. 2019;1(1(148)):383-386. DOI: 10.29254/2077-4214-2019-1-1-148-383-386.
4. Kolesnyk Y, Sheiko V, Dereka T. Comparison of indicators of cellular and humoral immunity in acquired myopia mild and high degree. Zdravotnicke listy. Laboratory Medicine; Public health. 2020;8(4):36-42 (Scopus).
5. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Клінічні показники крові у короткозорих людей (від -3 діоптрій). В: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Теорія і практика актуальних наукових досліджень; 2017 жовт. 27-28; Львів. Херсон: Вид. дім «Гельветика»; 2017, Ч.1., С.47-49.
6. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Показники гуморальної ланки імунітету у осіб з короткозорістю різного ступеня. В: Матер. Всеукр. наук. конф. Актуальні питання біології та медицини; 2017 лист. 16-17; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2017, С.102-104.
7. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Стан клітинної ланки імунітету у осіб з набутою короткозорістю різного ступеня. В: Proceedings of International research and practice conference Modern methodologies, innovations, and operational

- experience in the field of biological sciences; 2017 dec. 27-28; Lublin. Lublin: Izdevnieciba «Baltija Publishing»; 2017, P. 244-246.
8. Колесник ЮІ. Зміни показників клітинної ланки імунітету у осіб з короткозорістю до -3 дптр та понад -6 дптр. В: Програма та тези доповідей XIV Міжн. наук. конф. студ. і аспір., присвяченої 185 річниці від дня народження Б. Дибовського Молодь і поступ біології; 2018 квіт. 10-12; Львів. Львів: ПП «Коло»; 2018, С.284-285.
 9. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Особливості імунного статусу осіб на фоні набутої короткозорості середнього ступеня. В: Матер. за XIV междун. научн. практ. конф. Найновите постиження на европейската наука – 2018. Биологични науки. Ветеринарен. Екология. Медицина. Селскостопанство. Химия и химични технологии; 2018 юни 15-22; София. София: Бял ГРАД-БГ; 2018, С.24-27.
 10. Колесник ЮІ. Показники імунної системи осіб з набутою короткозорістю. В: Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej NaukowoPraktycznej Science, research, development #9; 2018; Poznan. Warszawa: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»; 2018, С.40-42.
 11. Kolesnyk Yu. Comparison of some clinical parameters of blood of persons with varying degrees of acquired myopia. In: Conference Proceedings of International Scientific Conference Scientific Development of New Eastern Europe; Part II; 2019 Apr. 6; Riga. Riga: Baltija Publishing; 2019, P.24-26.
 12. Kolesnyk YІ. The state of some indicators of non-specific immunity in conditions of myopia different degrees. В: Зб. наук. пр. за матер. VIII Міжнар. наук. конф., присвяченої 10-річчю створення Гетьманського національного природного парку Актуальні проблеми дослідження довкілля; 2019 трав. 24-26; Суми. Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка; 2019, С.252-254.
 13. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Стан системного імунітету в залежності від ступеня набутої короткозорості. В: Зб. наук. пр. за матер. Всеукр. наук. конфер. з міжнар. участю Актуальні питання біології та медицини; 2019 трав. 30-31; Черкаси. Черкаси: Вид. ФОП Белінська ОБ; 2019, С.22-24.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3:

1. Долгов ВВ, Меньшиков ВВ, редакторы. Клиническая лабораторная диагностика: нац. рук.: в 2-х т. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2012. С.492-502.
2. Абрамова ТЯ, Смирнова ИЮ, Абрамов ВВ. Иммунологические особенности у детей с прогрессирующей миопией. В: Матер. 3-го съезда иммунологов и аллергологов СНГ; Сочи. Сочи; 2000. С. 164.
3. Бушуева НН. Диагностика и хирургическое лечение прогрессирующей миопии у детей и подростков. В: Риков СО, редактор. Зб.пр. наук.-практ. конф. з міжн. участю Рефракційний пленер`18; 18-19 жовтня 2018 року; Київ. Київ; 2018. С. 130-138.
4. Дегтяренко ТВ. Адаптационное значение иммунного гомеостаза при глазных заболеваниях. Офтальмол. журн. 1997;1:1-4.
5. Иванова НВ, Кондратюк ГИ. Приобретенная миопия: интеграция факторов риска развития и прогрессирования. Таврический медико-биологический журнал. 2013;16(3):171-176.
6. Кузнецова МВ. Причины развития близорукости и ее лечение: монография. М.: МЕДпресс-информ; 2005. 175 с.
7. Хамнагдаева НВ, Семенова ЛЮ, Обрубов СА, Салмаси ЖМ, Порядин ГВ, Рогожина ИВ, и др. Поверхностный фенотип лимфоцитов крови у детей с осевой миопией средней степени при наличии и отсутствии вторичного иммунодефицита. Вестник РГМУ. 2016;1:44-47.
8. Лапочкин ВИ. Приобретённая близорукость: диагностика, клиника, лечение [автореферат]. Москва; 1998. 46 с.
9. Петров СА, Суховой ЮГ. Иммунологические аспекты в патогенезе миопии. В: Сб. Тр. междунар. симпоз. Близорукость, нарушение рефракции, аккомодации и глазодвигательного аппарата; 2001 дек. 18-20; Москва. Москва; 2001. С. 65-66.
10. Сахарова СВ. Клинико-иммунологическая характеристика прогрессирующей близорукости средней и высокой степени при

- различных состояниях иммунной системы [диссертация]. Тюмень: Тюменская государственная медицинская академия; 2006. 115 с.
11. Ястребцева ТА. Уровень гемоглобина и количество эритроцитов крови у подростков со склонностью к близорукости и миопией. Рос. педиатр. офтальм. 2012;2:57-59.
 12. Улянова НА, Величко ЛН, Богданова АВ. Экспрессия молекулярных маркеров ранней и поздней активации лимфоцитов и маркера аутоиммунного процесса у больных с прогрессирующей миопией. Офтальмол. журн. 2015;1:55-60. DOI: 10.31288/oftalmolzh201515560.
 13. Шейко ВІ, Макаренко МВ, Іванюра ОІ. Стан нейродинаміки та імунної системи у людей з міопією. Фізіол. журн. 2005;51(4):55-60.
 14. Шейко ВІ, Пантелеев ПГ. ВНД и системный иммунитет в условиях миопии. В: Матер. X междунар. научн. конф. Динамиката на съвременная наука – 2014; Болгария. София; 2014, Т.9. С. 69-72.
 15. Шейко ВІ, Пантелеев ПГ, Казімірко НК, Дичко ВВ. Набута короткозорість слабого ступеня та системний імунітет. Вісник проблем біології і медицини. 2014;1(4):224-225.
 16. Шейко ВІ, Дичко ВВ, Пантелеев ПГ. Стан клітинної та гуморальної ланки імунітету на фоні короткозорості високого ступеня. Молодий вчений. 2016;8(35):144-146.
 17. Шмалей СВ, Редька ІВ. Імунологічні особливості дітей молодшого шкільного віку з міопією. Світ медицини та біології. 2012;3:122-125.

РОЗДІЛ 4

СТАН ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ В УМОВАХ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРІСТЮ РІЗНОГО СТУПЕНЯ

У даному розділі викладені результати власного дослідження з вивчення стану психофізіологічних функцій у осіб із короткозорістю набутої форми слабкого (до -3 діоптрій), середнього (від -3 до -6 діоптрій) та високого ступеня (понад -6 діоптрій) та їх порівняльний аналіз відносно групи практично здорових осіб із нормальним зором (контрольна група).

Першим етапом дослідження було вивчення індивідуальних нейродинамічних показників: реакцій сенсомоторного реагування різної складності (часу латентного періоду простої та складної зорово-моторної реакції) та рівня функціональної рухливості нервових процесів. На другому етапі проводилося вивчення кількісних, якісних та швидкісних параметрів процесу уваги. Заключним етапом вивчення психофізіологічних функцій в нашому дослідженні було встановлення обсягів короткочасної пам'яті за її видами (зорова/слухова) та типом (характером стимульного матеріалу: числа чи слова). Результати проаналізовані та представлені за ступенями набутої короткозорості.

4.1 СТАН ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ У ОСІБ ЗІ СЛАБКИМ СТУПЕНЕМ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ

4.1.1 Нейродинамічні показники в осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості

Аналіз результатів вивчення нейродинамічних показників (табл. 4.1, рис. 4.1) свідчить, що в групі осіб із слабким ступенем набутої короткозорості час латентного періоду простої зорово-моторної реакції (ЛП

ПЗМР) є більшим на 17,8 мс (7%; $p=0,045$), ніж в контрольній групі. В той же час, виявлено зменшення часу латентного періоду реакції вибору (ЛП РВ) одного із трьох подразників на 24,7 мс (6%; $p=0,008$) та часу ЛП РВ двох із трьох подразників на 52 мс (12,6%; $p<0,001$), що свідчить про більш високий рівень складної сенсомоторної реакції в групі осіб із слабким ступенем короткозорості, у порівнянні із учасникам з нормальним зором. Середньо групове значення показника швидкості обробки інформації (ШЦОІ) є також достовірно меншим на 70 мс (42%; $p<0,001$), ніж в контролі.

Таблиця 4.1

Стан нейродинамічних показників осіб із слабким ступенем набутої короткозорості

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m
ЛП ПЗРМ, мс	246,96±5,69	264,76±6,67*
ЛП РВ1-3, мс	393,31±6,18	368,57±6,70**
ЛП РВ2-3, мс	414,01±6,63	361,90±5,73***
ФРНП, с	73,4±0,6	70,8±0,8*
ШЦОІ, мс	167,05±6,42	97,1±6,13***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента:
* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

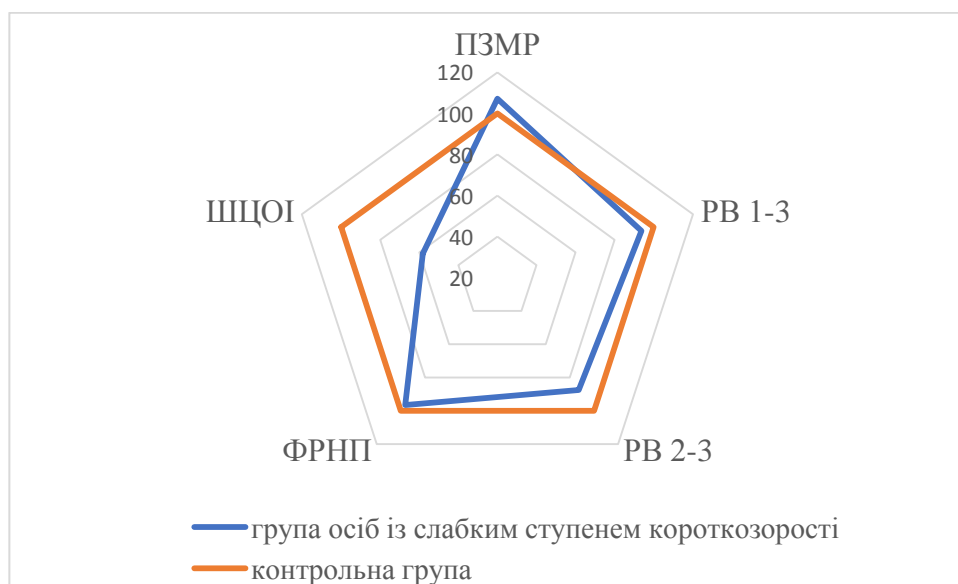


Рис. 4.1. Нейродинамічні показники осіб із слабким ступенем короткозорості (у % від значень контрольної групи).

Стосовно функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) виявлено, що її рівень при слабкому ступені короткозорості є достовірно вищим: час проходження відповідного тесту учасниками із короткозорістю був меншим на 2,6 с ($p=0,011$), ніж в контрольній групі.

Отже, отримані нами дані свідчать про наявність достовірних відмінностей у сенсомоторному реагуванні та нейродинамічних функціях (на прикладі ФРНП) між учасниками із слабким ступенем набутої короткозорості та учасниками із нормальним зором. В умовах слабкого ступеня набутої короткозорості виявлено затримку простих зорово-моторних реакцій (подовження часу ЛП ПЗМР) та пришвидшення складних сенсомоторних реакцій (зменшення часу ЛП РВ1-3 та РВ2-3), функціональної рухливості нервових процесів (зменшення часу відповідного тесту) та швидкості центральної обробки інформації.

4.1.2 Показники уваги в осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості

Згідно результатів методики «Коректурна проба», проведеної за звичайних умов тестування (завдання 1) та методики «Таблиці Шульте», ми можемо стверджувати, що при слабкому ступені короткозорості показники уваги перевищували ($p<0,05-0,001$) контрольні значення (табл. 4.2)

Так, загальна кількість переглянутих знаків (**S**), кількість вірно закреслених знаків (**M**), а також об'єм зорової інформації (**Q**) в групі осіб із слабкою короткозорістю є більшими ($p<0,001$), ніж в контрольній групі: на 77,4 та 20,3 знаки відповідно **S** та **M**, на 16,2% - за показником **Q**. Кількість помилок, допущених при виконанні завдання 1, в групі короткозорих осіб у 3,2 рази менша ($p<0,001$). Відповідно, рівень точності (**A**) та ефективності (**E**) роботи в даній експериментальній групі є дещо вищими, ніж в контролі, а показник **P**, що відображає рівень розумової працездатності, перевищує значення практично здорових людей на 22% ($p<0,001$). Одночасно із цим

виявлено зростання швидкості переробки інформації (**V**) та швидкості вибору (**T**, темпу роботи) в групі осіб із слабкою короткозорістю на 23% ($p=0,029$) та 19,3% ($p=0,021$) відповідно. Загальний рівень концентрації уваги (**KУ**) при слабкій короткозорості є кращим (5,3%; $p<0,001$), ніж серед осіб контрольної групи.

Час переключення уваги, встановлений за методикою «Таблиці Шульте», в групі короткозорих осіб є достовірно меншим на 41 с (14,6%; $p<0,001$), у порівнянні із учасниками з нормальним зором.

Таблиця 4.2.

Показники уваги осіб із слабким ступенем набутої короткозорості
за звичайних умов тестування

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m
Завдання 1		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	403,5±1,85	480,9±2,16***
Кількість вірно закреслених знаків, M	102,9±0,92	123,2±1,07***
Кількість допущених помилок, n	3,5±0,41	1,1±0,3***
Об'єм зорової інформації, Q	239,5±1,42	285,4±1,74***
Коефіцієнт точності, A	0,97±0,04	0,99±0,03
Ефективність роботи, E	99,12±0,06	99,76±0,07***
Швидкість переробки інформації, V	1,91±0,13	2,35±0,15*
Швидкість вибору, T	3,36±0,18	4,01±0,21*
Загальна продуктивність, P	389,9±1,45	476,5±1,29***
Рівень концентрації уваги, KУ (%)	93,29±0,35	98,19±0,38***
Переключення уваги, ПУ (сек)	281,6±1,56	240,6±1,65***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента:

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

При виконанні тесту «Коректурна проба», в якому було введено у якості чинника внутрішнього гальмування зміну літер для викреслювання (завдання 2), ми спостерігали такі зміни в процесах уваги (табл. 4.3).

Таблиця 4.3.

Показники уваги осіб із слабким ступенем набутої короткозорості на фоні внутрішнього гальмування нервових процесів

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m
Завдання 2		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	648,9±2,59	655,4±2,53
Кількість вірно закреслених знаків, M	16,7±0,46	23,1±1,01***
Кількість допущених помилок, n	2,4±0,30	0,6±0,24***
Об'єм зорової інформації, Q	385,2±2,13	389,1±2,10
Коефіцієнт точності, A	0,88±0,06	0,97±0,05
Ефективність роботи, E	99,6±0,08	99,91±0,07**
Швидкість переробки інформації, V	3,15±0,19	3,23±0,19
Швидкість вибору, T	5,41±0,21	5,46±0,25
Загальна продуктивність, P	568,6±2,16	634,4±2,15***
Рівень концентрації уваги, KУ (%)	75,4±0,92	94,45±0,70***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Ст'юдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

За умов дії процесів внутрішнього гальмування в групі осіб зі слабким ступенем короткозорості виявлено майже однакові ($p > 0,05$) обсяги обробленого тестового матеріалу за показниками **S** та **Q**, у порівнянні із контрольними даними. Швидкісні характеристики процесів уваги також мали подібні значення: достовірних різниць за показниками **V** та **T** у групах порівняння встановлено не було. Проте кількість помилок (**n**) та число вірно закреслених знаків (**M**) суттєво відрізнялось: середньо групове значення **n** осіб із слабкою короткозорістю є меншим на 1,8 знаки (4 рази; $p < 0,001$), **M**, відповідно, більшим на 6,4 знаки (38%; $p < 0,001$), ніж серед осіб з нормальним зором. Загалом, рівень уваги осіб із слабким ступенем

короткозорості при виконанні роботи за ускладнених умов можна вважати кращим: показники ефективності роботи, загальної продуктивності та концентрації уваги перевищували дані контрольної групи на 3% ($p=0,005$), 11,6% ($p<0,001$) та 25,3% ($p<0,001$) відповідно.

Результати, отримані при проведенні «Коректурної проби» із черговою зміною літер та виконанні роботи на тлі шумового подразника (завдання 3), свідчать про зберігання більш високих якісних і кількісних показників уваги в групі осіб із короткозорістю, у порівнянні із контрольними значеннями (табл. 4.4).

Таблиця 4.4.

Показники уваги осіб із слабким ступенем набутої короткозорості на фоні внутрішнього та зовнішнього гальмування нервових процесів

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m
Завдання 3		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	324,9±1,43	345,1±1,52***
Кількість вірно закреслених знаків, M	79,5±0,97	89,7±0,98***
Кількість допущених помилок, n	5,6±0,49	2,0±0,17***
Об'єм зорової інформації, Q	192,8±1,13	204,9±1,33***
Коефіцієнт точності, A	0,93±0,05	0,98±0,03
Ефективність роботи, E	98,3±0,12	99,43±0,09***
Швидкість переробки інформації, V	1,48±0,12	1,66±0,12
Швидкість вибору, T	2,71±0,13	2,88±0,16
Загальна продуктивність, P	303,5±1,44	337,7±1,48***
Рівень концентрації уваги, KУ (%)	86,83±0,41	95,68±0,37***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Так, при виконанні завдання за умов одночасної дії чинників внутрішнього та зовнішнього гальмування в групі осіб зі слабким ступенем короткозорості виявлено кращі ($p<0,001$) кількісні і якісні результати:

середньогрупові значення **S** та **Q** є більшими на 6%, **M** – на 12,8%, а кількість **n** - меншою у 2,8 рази. В той же час, за швидкісними параметрами уваги статистичних відмінностей між дослідними групами не виявлено. Слід відмітити, що учасники з короткозорістю виконували роботу дещо швидше, ніж учасники з нормальним зором: при слабкому ступені короткозорості показники **V** та **T** є більшими на 12,2% та 6,3% відповідно. За рахунок вище перерахованого середньогрупові значення показників «точність роботи», «загальна розумова продуктивність» і «концентрація уваги» при слабкому ступені короткозорості є більшим на 5,4%, 11,3% ($p < 0,001$), 10,2% ($p < 0,001$) відповідно, ніж серед осіб з нормальним зором. Ефективність роботи є також достовірно ($p < 0,001$) кращою в групі осіб із короткозорістю.

Проведення додаткового аналізу досліджуваних показників, отриманих за різних умов проведення тесту, дозволило виявити специфічні риси в характері адаптації до введення факторів впливу в дослідних групах.

Співставлення результатів завдання 1 і завдання 2 показало менше зростання об'єму зорової інформації та швидкісних показників уваги у осіб із слабкою короткозорістю, у порівнянні із контрольною групою (рис. 4.2). Так, якщо у учасників з нормальним зором показники **P**, **Q**, **V** та **T** підвищилися на 45,8%, 60,8%, 65% та 61% відповідно від свого початкового рівня (значення в завданні 1), то в групі-порівняння вони зросли на 33%, 36,3%, 37,4% та 36,2% відповідно. Аналогічно, якщо в контролі кількість помилок (**n**) зменшилася на 31,4% а рівень **KУ** знизився на 19,2%, то в групі порівняння – на 45,5% та 3,8% відповідно. При порівнянні результатів Завдання 1 і завдання 3 виявлено, що в контрольній групі значення показників **P**, **Q**, **V** та **T** знизилися від рівня у завданні 1 на 22%, 19,5%, 22,5% та 19,3% відповідно, а в групі із слабким ступенем короткозорості знизилися більш суттєво: на 29%, 28,2%, 29,4% та 28% відповідно. Кількість **n** в контролі зростає на 60% від вихідного рівня, рівень **KУ** знизився на 7%, а в групі-порівняння дані показники змінилися відповідно на 81,8% та 2,6%.

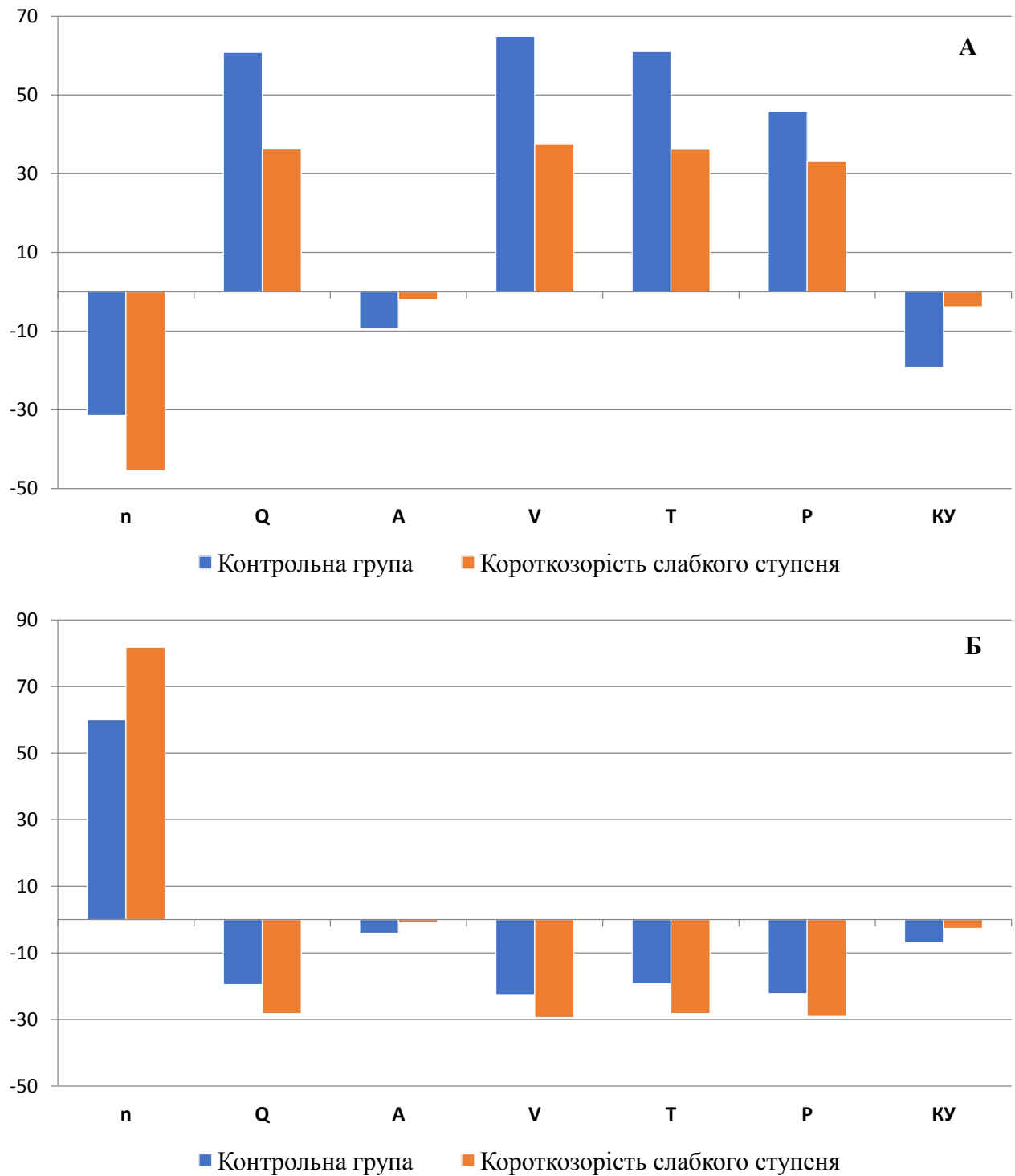


Рис. 4.2. Зміни показників уваги при порівнянні Завдань 1-2 (А) та Завдань 1-3 (Б) (у % від вихідного рівня).

Підсумовуючи вищенаведене, ми можемо стверджувати, що учасники із слабким ступенем набутої короткозорості характеризуються кращими кількісними, якісними та швидкісними параметрами уваги за звичайних умов

виконання роботи, у порівнянні із учасниками із нормальним зором (контрольна група). За утруднених умов тестування (при дії гальмівних процесів) в дослідній групі вищий рівень концентрації уваги обумовлений в більшій мірі збереженням кращої якості обробки матеріалу. Зростання швидкості роботи та обсягів зорової інформації в умовах завдання 2 хоч і мало менший прояв, ніж в групі контролю, проте рівень концентрації уваги був більш стабільний у осіб із слабко короткозорістю.

Враховуючи кращий загальний стан уваги в осіб із слабким ступенем короткозорості, можна зробити висновок про більшу стабільність та краще впрацювання при дії чинників внутрішнього гальмування даної категорії осіб.

4.1.3 Показники короткочасної пам'яті в осіб зі слабким ступенем набутої короткозорості

Результати дослідження обсягів короткочасної пам'яті за її типами і видами засвідчують наявність вірогідних ($p < 0,05-0,001$) відмінностей між контрольною групою та учасниками із короткозорістю слабого ступеня за показниками «зорова пам'ять на числа» та «слухова пам'ять на числа» (табл. 4.5).

Так, обсяг короткочасної зорової пам'яті на числа в групі осіб зі слабким ступенем короткозорості є достовірно ($p = 0,015$) більшим на 8,8% (у середньому складає $12,46 \pm 0,37$ знаків), а обсяг короткочасної слухової пам'яті на числа є достовірно ($p < 0,001$) меншим на 12,5% (у середньому складає $11,94 \pm 0,34$ знаків), у порівнянні із показниками контрольної групи. Середньо групове значення обсягу короткочасної зорової пам'яті на слова статистично не відрізняється у групах порівняння. Одночасно, при слуховому запам'ятовуванні слів короткозорі учасники показують результати дещо кращі (на 3,9%; $p > 0,05$), ніж в учасники з нормальним зором.

Таблиця 4.5

Показники короткочасної пам'яті осіб із слабким ступенем набутої короткозорості

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю слабого ступеня (n=30), M±m
Зорова пам'ять на числа	11,45±0,17	12,46±0,37*
Зорова пам'ять на слова	16,68±0,15	16,69±0,42
Слухова пам'ять на числа	13,65±0,16	11,94±0,34***
Слухова пам'ять на слова	15,42±0,19	16,02±0,36
Смислова пам'ять	17,52±0,16	18,14±0,32
Зорова пам'ять	14,06±0,23	14,58±0,27
Слухова пам'ять	14,51±0,22	14,23±0,26
Пам'ять на числа	12,47±0,21	12,46±0,27
Пам'ять на слова	16,10±0,18	16,35±0,23

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

За рівнем смислової пам'яті серед осіб зі слабким ступенем короткозорості виявлено вищі результати запам'ятовування пар слів (на 3,5%), проте дані відмінності не мають статистичної значущості у порівнянні із контролем ($p > 0,05$).

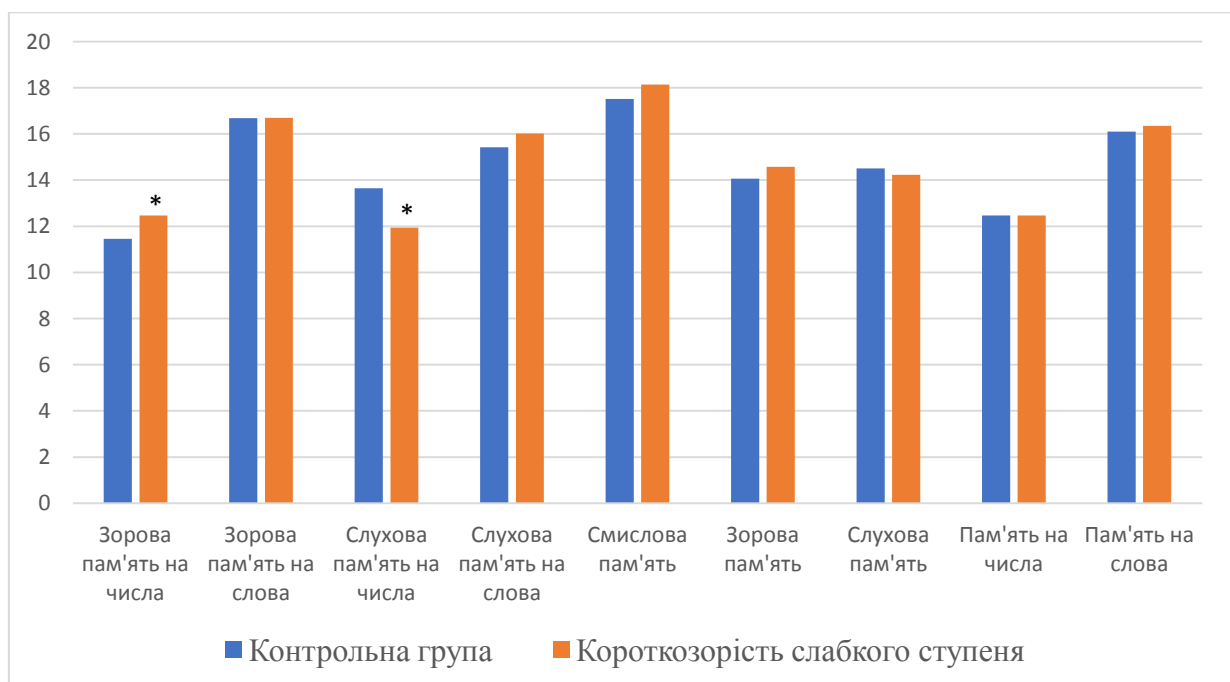


Рис. 4.3. Показники короткочасної пам'яті за типами і видами.

Проаналізувавши обсяги короткочасної пам'яті, отриманих від різних аналізаторних систем, тобто за її типами, ми можемо відзначити тенденцію до покращення зорової пам'яті (на 3,7%; $p > 0,05$) та зниження рівня слухової пам'яті (на 2%; $p > 0,05$) за умов короткозорості набутої форми слабого ступеня (у порівнянні із людьми з нормальним зором). Проте необхідно зауважити, що вірогідних відмінностей у особливостях запам'ятовування стимульного матеріалу, адресованого до I-ї та II-ї сигнальної систем (числа/слова), не встановлено: обсяги короткочасної пам'яті на числа та слова є майже однаковими ($p > 0,05$).

Отже, особливостями короткочасної пам'яті на тлі короткозорості слабого ступеня слід вважати покращене зорове запам'ятовування числового матеріалу та одночасне погіршення його запам'ятовування через слуховий аналізатор.

4.2 СТАН ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ У ОСІБ ІЗ СЕРЕДНІМ СТУПЕНЕМ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ

4.2.1 Нейродинамічні показники в осіб із середнім ступенем набутої короткозорості

Згідно результатів вивчення нейродинамічних показників у осіб з набутою короткозорістю середнього ступеня (табл. 4.6, рис. 4.4) нами виявлено, що у порівнянні із показниками контрольної групи час латентного періоду простої зорово-моторної реакції (ЛП ПЗМР) є достовірно більшим на 26,4 мс (10,7%; $p = 0,003$), ніж в контрольній групі. При дослідженні складних сенсомоторних реакцій виявлено тенденцію до збільшення часу ЛП РВ1-3 (12 мс, 3%) та зменшення часу ЛП РВ2-3 (9,8 мс, 2,4%) в групі учасників із середньою короткозорістю, проте дані відмінності не досягали рівня достовірної значущості відповідно до даних контролю ($p > 0,05$). Середньо групове значення швидкості обробки інформації (ШЦОІ) при середньому

ступені короткозорості є достовірно меншим на 21,7% (36,2 мс; $p < 0,001$), ніж значення в групі осіб із нормальним зором.

Таблиця 4.6

Стан нейродинамічних показників осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m
ЛП ПЗРМ, мс	246,96±5,69	273,33±6,33**
ЛП РВ1-3, мс	393,31±6,18	405,42±6,52
ЛП РВ2-3, мс	414,01±6,63	404,17±6,23
ФРНП, с	73,4±0,6	69,7±1,2**
ШЦОІ, мс	167,05±6,42	130,84±6,24***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

При дослідженні рівня функціональної рухливості нервових процесів виявлено, що при середньому ступені короткозорості час проходження тесту на ФРНП в даній групі короткозорих осіб є достовірно ($p = 0,007$) меншим на 3,7 с, ніж серед практично здорових учасників з контрольної групи.

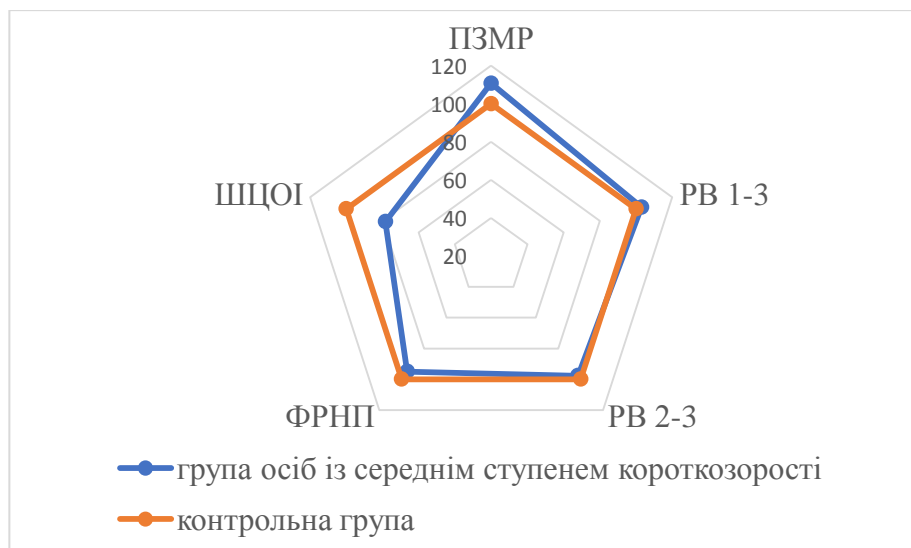


Рис. 4.4. Стан нейродинамічних показників осіб із середнім ступенем короткозорості (у % від значень контрольної групи).

Отже, згідно отриманих нами даних між даною групою порівняння (учасники із середнім ступенем набутої короткозорості) та контрольною групою достовірні відмінності встановлені за показниками ЛП ПЗМР, ФРНП та ШЦОІ. В умовах середньої короткозорості виявлено затримку простих зорово-моторних реакцій (подовження часу ЛП ПЗМР) та підвищення рівня ФРНП (зменшення часу відповідного тесту) і швидкості центральної обробки інформації, а також тенденцію до покращення складних сенсомоторних реакцій.

4.2.2 Показники уваги в осіб із середнім ступенем набутої короткозорості

Згідно результатів методики «Коректурна проба», проведеної за звичайних умов тестування (Завдання 1) та методики «Таблиці Шульте», ми можемо стверджувати, що при середньому ступені короткозорості більшість досліджуваних показників уваги перевищують ($p < 0,001$) значення осіб із нормальним зором (контроль) (табл. 4.7).

Так, загальна кількість переглянутих знаків (**S**), кількість вірно закреслених знаків (**M**), а також об'єм зорової інформації (**Q**) в групі осіб із середньою короткозорістю є меншими, ніж в контрольній групі: різниця між значеннями кожного показника в середньому складала 4,0-4,4% ($p < 0,001$). Кількість помилок, допущених при виконанні Завдання 1, в групі порівняння у 2,7 рази менша ($p < 0,001$). Відповідно, рівень точності (**A**) та ефективності (**E**) роботи в даній дослідній групі є вищим, ніж в контролі. Натомість, швидкість переробки інформації (**V**) та швидкість вибору (**T**, темпу роботи) в групі осіб із середньою короткозорістю є дещо нижчими, ніж відповідні показники у групі осіб із нормальним зором (1,6% та 4,5% відповідно), хоча достовірних статистичних відмінностей за цими параметрами не встановлено ($p > 0,05$). Середньо групове значення загальної продуктивності роботи (розумової працездатності, **P**) при середній короткозорості є достовірно

меншим, ніж в групі практично здорових людей (2,4%; $p < 0,001$), а рівень концентрації уваги (**КУ**), навпаки, – достовірно більшим (4,5%; $p < 0,001$). Час переключення уваги в групі осіб із середнім ступенем короткозорості менший на 29 с (10,4%; $p < 0,001$), ніж в контролі.

Таблиця 4.7.

Показники уваги осіб із середнім ступенем короткозорості
за звичайних умов тестування

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m
Завдання 1		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	403,5±1,85	385,6±1,48***
Кількість вірно закреслених знаків, M	102,9±0,92	98,8±0,73***
Кількість допущених помилок, n	3,5±0,41	1,3±0,33***
Об'єм зорової інформації, Q	239,5±1,42	228,9±1,14***
Коефіцієнт точності, A	0,97±0,04	0,99±0,03
Ефективність роботи, E	99,12±0,06	99,67±0,07***
Швидкість переробки інформації, V	1,91±0,13	1,88±0,12
Швидкість вибору, T	3,36±0,18	3,21±0,13
Загальна продуктивність, P	389,9±1,45	380,7±1,67***
Рівень концентрації уваги, КУ (%)	93,29±0,35	97,51±0,44***
Переключення уваги, ПУ (сек)	281,6±1,56	252,4±2,11***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента:
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

За результатами виконання завдання тесту «Коректурна проба» зі зміною літер для викреслювання (завдання 2) нами були встановлені достовірні відмінності за кількісними показниками уваги (**S**, **M**, **n**, **Q**) та рівнем **КУ** при короткозорості середнього ступеня у порівнянні із контрольними даними (табл. 4.8).

Таблиця 4.8.

Показники уваги осіб із середнім ступенем набутої короткозорості на фоні внутрішнього гальмування нервових процесів

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m
Завдання 2		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	648,9±2,59	608,5±2,57***
Кількість вірно закреслених знаків, M	16,7±0,46	18,4±0,34**
Кількість допущених помилок, n	2,4±0,30	1,2±0,25**
Об'єм зорової інформації, Q	385,2±2,13	361,2±1,98***
Коефіцієнт точності, A	0,88±0,06	0,94±0,06
Ефективність роботи, E	99,6±0,08	99,81±0,10
Швидкість переробки інформації, V	3,15±0,19	2,98±0,17
Швидкість вибору, T	5,41±0,21	5,07±0,23
Загальна продуктивність, P	568,6±2,16	571,6±2,14
Рівень концентрації уваги, KУ (%)	75,4±0,92	88,20±0,87***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Аналіз отриманих результатів показує, що під дією процесів внутрішнього гальмування у осіб із середнім ступенем короткозорості відбувається достовірне ($p < 0,001$) зниження на 6,2% кількісних показників уваги – **S** та **Q**, у порівнянні із даними контрольної групи. Одночасно із цим, встановлено зменшення швидкості процесів уваги: значення **V** та **T** є меншими на 5,4% та 6,3% відповідно, хоча достовірних різниць відносно групи-контролю ці зміни не мають ($p > 0,05$). Кількість **n** в групі короткозорих учасників при виконанні даного завдання є достовірно меншою (у 2 рази; ($p = 0,003$), а число **M** – достовірно більшим на 10,2 знаки (1,7%; $p = 0,004$), ніж в контрольній групі. Рівень уваги, встановлений в групі порівняння за

результатами виконання Завдання 2, можна вважати кращим, ніж в контролі: показники **A** та **KУ** серед короткозорих учасників є вищими 6,8% ($p>0,05$) та 17% ($p<0,001$) відповідно. В той же час, показники загальної продуктивності (**P**) та ефективності роботи (**E**) порівнювальних груп знаходяться на майже однаковому рівні ($p>0,05$).

При аналізі результатів виконання завдання 3 (одночасна дія чинників внутрішнього та зовнішнього гальмування) нами виявлено такі зміни досліджуваних параметрів уваги у осіб із середнім ступенем короткозорості (табл. 4.9).

Таблиця 4.9.

Показники уваги осіб із середнім ступенем набутою короткозорості на фоні внутрішнього та зовнішнього гальмування нервових процесів

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m
Завдання 3		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	324,9±1,43	314,5±1,29***
Кількість вірно закреслених знаків, M	79,5±0,97	82,1±0,72*
Кількість допущених помилок, n	5,6±0,49	2,9±0,30***
Об'єм зорової інформації, Q	192,8±1,13	186,7±1,0***
Коефіцієнт точності, A	0,93±0,05	0,97±0,03
Ефективність роботи, E	98,3±0,12	99,09±0,11***
Швидкість переробки інформації, V	1,48±0,12	1,49±0,07
Швидкість вибору, T	2,71±0,13	2,62±0,12
Загальна продуктивність, P	303,5±1,44	303,7±1,12
Рівень концентрації уваги, KУ (%)	86,83±0,41	93,26±0,46***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

При виконанні роботи за значно ускладнених умов проведення, якими були зміна літер для викреслювання та шумовий супровід роботи (завдання

3), між контрольною та дослідною групами виявлено достовірні відмінності досліджуваних показників уваги лише за кількісними параметрами: **S** і **Q** (зниження кожного на 3,2%; $p < 0,001$) та **n** (зниження у 1,9 разів; $p < 0,001$). За показниками, що характеризують швидкість уваги (**V** та **T**), статистичні відмінності не встановлені, хоча значення **T** є більш низькими (3,3%; $p > 0,05$), ніж в контролі. Середньо групові значення **P** та **E** в досліджуваних групах також статистично не відрізняються і знаходяться на майже однаковому рівні. За рахунок меншої кількості помилок та більшої кількості вірно закреслених знаків (на 3,3%; $p = 0,034$) середньо групові значення показників **A** та **KУ** в групі порівняння є більшими на 4,3% ($p > 0,05$) та 7,4% ($p < 0,001$) відповідно, у порівнянні із учасниками контрольної групи.

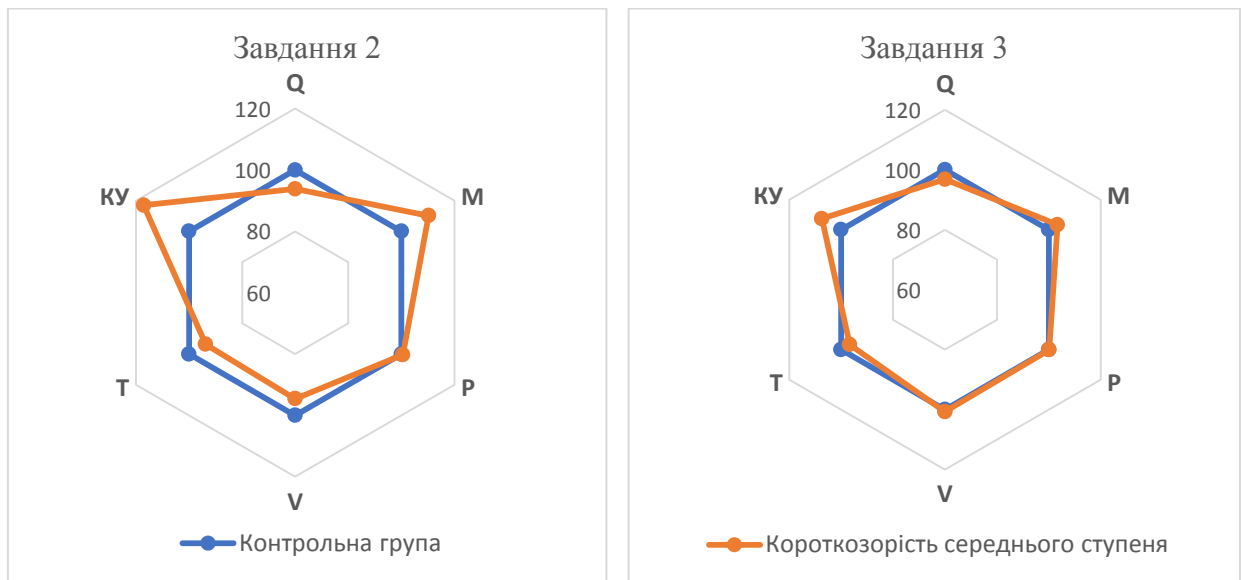


Рис. 4.5. Динаміка змін показників уваги осіб із середнім ступенем короткозорості (у % від рівня контрольної групи).

Підсумовуючи отримані дані, ми можемо стверджувати, що стан уваги при короткозорості середнього ступеня характеризується зниженими обсягами та швидкісними параметрами, але кращою якістю обробки тестового матеріалу і, відповідно, більшим рівнем концентрації уваги, а також кращою здатністю до переключення уваги (у порівнянні із контрольною групою). При цьому, за утруднених умов тестування (при дії

процесів гальмування; Завдання 2-3) короткозорі люди даної дослідної групи зберігали вищий рівень уваги в більшій мірі за рахунок кращої якості роботи, ніж через зростання інших параметрів (рис. 4.5).

4.2.3 Показники короткочасної пам'яті в осіб із середнім ступенем набутої короткозорості

Згідно із результатами дослідження короткочасної пам'яті в групі осіб із середнім ступенем набутої короткозорості нами виявлені достовірні ($p < 0,05-0,001$) відмінності відносно контрольних даних за показниками «зорова пам'ять на слова», «слухова пам'ять на слова», «пам'ять на слова» та «смилова пам'ять» (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Показники короткочасної пам'яті осіб із середнім ступенем набутої короткозорості

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m
Зорова пам'ять на числа	11,45±0,17	11,0±0,31
Зорова пам'ять на слова	16,68±0,15	17,80±0,27***
Слухова пам'ять на числа	13,65±0,16	13,50±0,28
Слухова пам'ять на слова	15,42±0,19	16,10±0,23*
Смилова пам'ять	17,52±0,16	18,20±0,24*
Зорова пам'ять	14,06±0,23	14,40±0,22
Слухова пам'ять	14,51±0,22	14,80±0,23
Пам'ять на числа	12,47±0,21	12,25±0,26
Пам'ять на слова	16,10±0,18	16,95±0,24**

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Ст'юдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Так, обсяг короткочасної зорової пам'яті на числа в осіб із середнім ступенем короткозорості є меншим на 4% ($p > 0,05$), а зорової пам'яті на

слова, навпаки, більшим на 6,7% ($p=0,001$), ніж в контрольній групі. Подібна тенденція встановлена відносно і рівня слухової пам'яті. З'ясовано, що при майже однаковому обсягу слухової короткочасної пам'яті на числа, обсяг слухової пам'яті на слова в групі осіб із середньою короткозорістю є достовірно більшим на 4,4% ($p=0,025$), ніж в контролі.

За рівнем запам'ятовування слів, пов'язаних за смисловим принципом, у осіб із середнім ступенем короткозорості виявлено достовірно вищі (4%; $p=0,021$) результати, ніж серед учасників з нормальним зором.

Результати вивчення короткочасної пам'яті, проаналізованих за типом сенсорних систем, якими сприймався тестовий матеріал (за допомогою зору або на слух), та типом самого стимульного матеріалу, свідчать про те, що при середній короткозорості значення показників «зорова пам'ять» та «слухова пам'ять» є дещо вищими у порівнянні із даними контрольної групи ($p>0,05$). В той же час, рівень «пам'яті на слова» в групі осіб із середнім ступенем короткозорості вірогідно відрізняються від контрольних даних та є більшим на 5,3% ($p=0,006$). За обсягами «пам'яті на числа» порівнювані групи статистично не відрізняються, проте значення цього показника при короткозорості є незначно меншим, ніж в контролі (1,8%; $p>0,05$) (рис. 4.6).

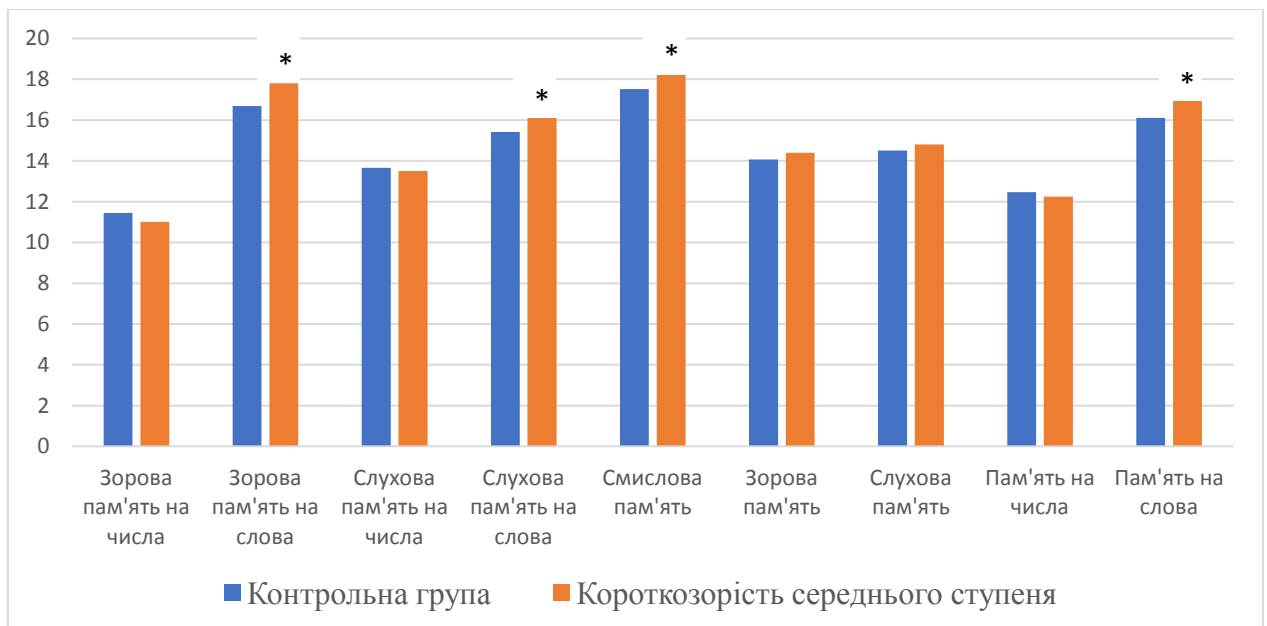


Рис. 4.6. Показники короткочасної пам'яті за типами і видами.

Отже, особливостями короткочасної пам'яті в умовах короткозорості середнього ступеня слід вважати покращене зорове і слухове запам'ятовування словесного матеріалу, асоціативне запам'ятовування («сміслова пам'ять»).

4.3 СТАН ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ У ОСІБ ІЗ ВИСОКИМ СТУПЕНЕМ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ

4.3.1 Нейродинамічні показники в осіб із високим ступенем набутої короткозорості

Аналіз результатів вивчення нейродинамічних показників (табл. 4.11, рис. 4.7) свідчить, що в групі осіб із високим ступенем набутої короткозорості час латентного періоду простої зорово-моторної реакції (ЛП ПЗМР) є більшим на 31,9 мс (12,9%; $p < 0,001$), ніж в контрольній групі.

Таблиця 4.11

Стан нейродинамічних показників осіб із високим ступенем набутої короткозорості

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m
ЛП ПЗМР, мс	246,96±5,69	278,89±5,31***
ЛП РВ1-3, мс	393,31±6,18	410,56±6,39
ЛП РВ2-3, мс	414,01±6,63	430,56±5,42
ФРНП, с	73,4±0,6	75,6±1,1
ШЦОІ, мс	167,05±6,42	151,6±5,31

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

В той же час, виявлено збільшення часу латентного періоду реакції вибору (ЛП РВ) одного із трьох подразників на 17,3 мс (4,4%; $p > 0,05$) та часу ЛП РВ двох із трьох подразників на 16,6 мс (4%; $p > 0,05$), що свідчить про нижчий рівень складних сенсомоторних реакцій при високій короткозорості

у порівнянні із учасникам з нормальним зором. Середньо групове значення показника швидкості обробки інформації (ШЦОІ) є меншим на 15,4 мс (9,2%; $p > 0,05$), ніж в контролі.

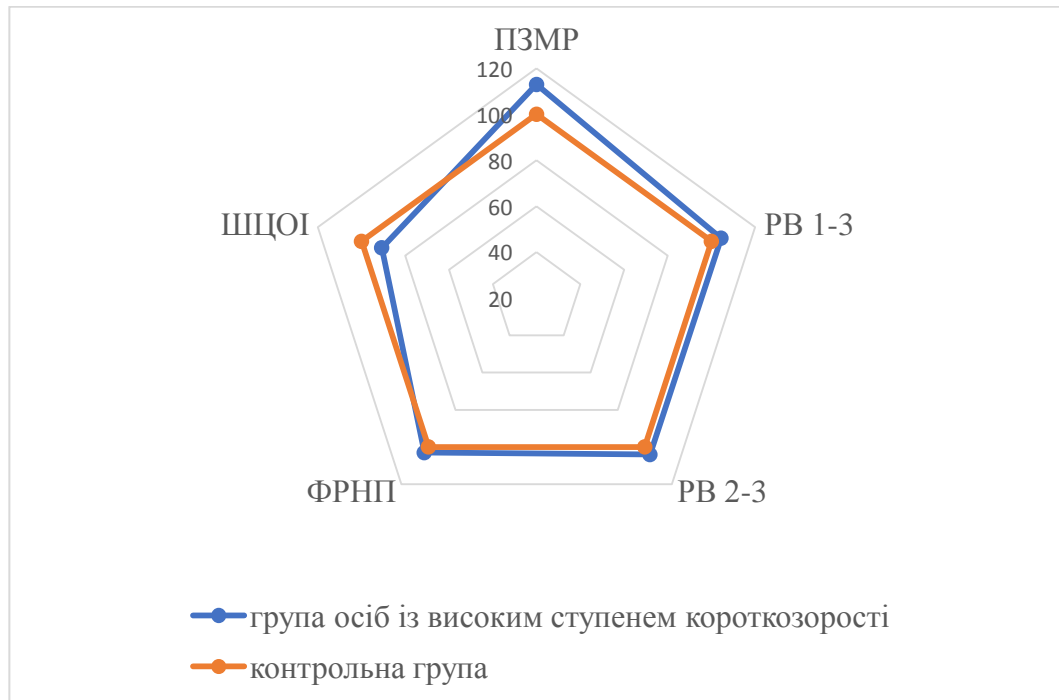


Рис. 4.7. Стан нейродинамічних показників осіб із високим ступенем короткозорості

Час виконання тесту на визначення рівня функціональної рухливості нервових процесів в групі короткозорих осіб є дещо більшим на 2,2 с ($p > 0,05$), ніж в групі учасників із нормальним зором.

Таким чином, згідно отриманих нами даних між даною групою порівняння (учасники із високим ступенем набутої короткозорості) та контрольною групою достовірні відмінності встановлені лише за показником ЛП ПЗМР. В умовах високого ступеня короткозорості виявлено затримку простих і складних зорово-моторних реакцій (подовження часу ЛП ПЗМР, РВ1-3 та РВ 2-3), понижений рівень ФРНП (збільшення часу відповідного тесту) і швидкості центральної обробки інформації.

4.3.2 Показники уваги в осіб із високим ступенем набутої короткозорості

Згідно результатів методики «Коректурна проба», проведеної за звичайних умов тестування (Завдання 1) та методики «Таблиці Шульте», ми можемо стверджувати, що при високому ступені короткозорості більшість досліджуваних показників уваги вірогідно ($p < 0,001$) відрізняються від даних осіб із нормальним зором (контрольна група) (табл. 4.12). У порівнянні із контрольними значеннями серед учасників даної дослідної групи виявлено більш високі показники в основному за кількісними характеристиками.

Таблиця 4.12.

Показники уваги осіб із високим ступенем набутої короткозорості
за звичайних умов тестування

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня (n=30), M±m
Завдання 1		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	403,5±1,85	435,1±2,28***
Кількість вірно закреслених знаків, M	102,9±0,92	111,4±0,86***
Кількість допущених помилок, n	3,5±0,41	2,6±0,23
Об'єм зорової інформації, Q	239,5±1,42	258,3±1,75***
Коефіцієнт точності, A	0,97±0,04	0,98±0,03
Ефективність роботи, E	99,12±0,06	99,39±0,11*
Швидкість переробки інформації, V	1,91±0,13	2,09±0,16
Швидкість вибору, T	3,36±0,18	3,63±0,21
Загальна продуктивність, P	389,9±1,45	425,1±1,13***
Рівень концентрації уваги, KУ (%)	93,29±0,35	95,4±0,38***
Переключення уваги, ПУ (сек)	281,6±1,56	317,3±1,6***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Стьюдента:

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Аналіз результатів завдання 1 показує, що учасники із високою короткозорістю мають більший обсяг виконаної роботи – достовірно ($p < 0,001$) більші значення **S**, **Q** (7,8% кожен), **M** (8,3%). Водночас ними було допущено менше (у 1,3 рази; $p > 0,05$) помилок (**n**), ніж в контрольній групі. Коефіцієнт точності роботи (**A**) та показник ефективності роботи (**E**), залежні від кількісних параметрів, в даній групі порівняння знаходяться на майже однаковому із контрольним рівні, хоч і мають вищі значення. За швидкістю роботи статистично вірогідних різниць нами не виявлено, проте слід звернути увагу на тенденцію до збільшення показників **V** та **T** в групі короткозорих осіб (на 9,4% та 8% відповідно; $p > 0,05$). Середньо групове значення загальної продуктивності, або розумової працездатності (**P**), при високій короткозорості є більшим, ніж в контролі (9%; $p < 0,001$), як і рівень концентрації уваги (**KY**) (2,3%; $p < 0,001$). Час переключення уваги є більшим на 35,7 с (12,7%; $p < 0,001$), ніж в групі осіб з нормальним зором, що разом із вище наведеним демонструє понижені швидкісні характеристики процесів уваги при високих значеннях набутої короткозорості.

Згідно результатів виконання роботи після зміни літер для викреслювання (тест «Коректурна проба», завдання 2) нами виявлено достовірність міжгрупових відмінностей за кількісними показниками уваги (**S**, **M**, **n**, **Q**) та рівнем **KY**, що відображено у табл. 4.13.

Аналіз отриманих результатів показує, що під впливом процесів внутрішнього гальмування в осіб із високою короткозорістю залишаються більшими значення показників **S** та **Q** (5,7% кожен; $p < 0,001$), **M** (10,2%; $p = 0,011$), у порівнянні із даними контрольної групи. За рахунок того, що кількість **n** у цьому завданні при короткозорості є нижчою (20,8%; $p > 0,05$), показник точності (**A**) у даної категорії осіб є більшим (4,5%; $p > 0,05$), ніж в контролі, а ефективність роботи (**E**) – на однаковому ($p > 0,05$) із контрольною групою рівні.

Разом із цим, швидкісні характеристики уваги при високому ступені короткозорості перевищують контрольні дані: **V** та **T** є більшими на 6,3% та

5,7% відповідно ($p > 0,05$). Загальна продуктивність та концентрація уваги в Завданні 2 у порівнянні із контролем є достовірно ($p < 0,001$) вищими: **Р** – на 9,6%, **КУ** – на 10,7%.

Таблиця 4.13.

Показники уваги осіб із високим ступенем набутої короткозорості на фоні внутрішнього гальмування нервових процесів

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m
Завдання 2		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	648,9±2,59	685,8±2,46***
Кількість вірно закреслених знаків, M	16,7±0,46	18,4±0,46*
Кількість допущених помилок, n	2,4±0,30	1,9±0,47
Об'єм зорової інформації, Q	385,2±2,13	407,1±2,29***
Коефіцієнт точності, A	0,88±0,06	0,92±0,09
Ефективність роботи, E	99,6±0,08	99,75±0,12
Швидкість переробки інформації, V	3,15±0,19	3,35±0,21
Швидкість вибору, T	5,41±0,21	5,72±0,39
Загальна продуктивність, P	568,6±2,16	623,3±2,11***
Рівень концентрації уваги, КУ (%)	75,4±0,92	83,49±1,15***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t -критерію Ст'юдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Аналіз результатів, отриманих у завданні 3 (одночасна дія чинників внутрішнього та зовнішнього гальмування) показує наявність значимих ($p < 0,001$) відмінностей у процесах уваги між порівнюваними групами, особливо за кількісними характеристиками (табл. 4.14). Наведені дані засвідчують, що за даних умов тестування простежується динаміка змін, характерна для попереднього завдання.

Таблиця 4.14.

Показники уваги осіб із високим ступенем набутої короткозорості на фоні внутрішнього та зовнішнього гальмування нервових процесів

Показники	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m
Завдання 3		
Загальна кількість переглянутих знаків, S	324,9±1,43	354,1±1,54***
Кількість вірно закреслених знаків, M	79,5±0,97	91,8±0,91***
Кількість допущених помилок, n	5,6±0,49	3,8±0,30***
Об'єм зорової інформації, Q	192,8±1,13	210,2±1,19***
Коефіцієнт точності, A	0,93±0,05	0,96±0,03
Ефективність роботи, E	98,3±0,12	98,62±0,11
Швидкість переробки інформації, V	1,48±0,12	1,66±0,09
Швидкість вибору, T	2,71±0,13	2,95±0,14
Загальна продуктивність, P	303,5±1,44	339,97±1,42***
Рівень концентрації уваги, KY (%)	86,83±0,41	92,16±0,68***

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Так, при високому ступені короткозорості середньо групові значення показників **S** та **Q** є більшими на 9% кожен ($p < 0,001$), **M** – більшим на 15,5% ($p < 0,001$), а число **n** – меншим у 1,5 рази ($p < 0,001$), ніж в контрольній групі. Так само, як і в попередньому завданні, в умовах короткозорості швидкісні характеристики уваги вірогідно не відрізняються від контрольних, проте в групі порівняння виявлені більш високі значення **V** та **T** (на 12,2% та 8,9% відповідно; $p > 0,05$). Рівень точності (**A**) та ефективності роботи (**E**) є майже однаковими в обох групах, хоча при високій короткозорості наявна тенденція ($p > 0,05$) до покращення результатів. Натомість загальна продуктивність (**P**) та концентрація уваги (**KY**) є вірогідно більшими (12% та 6% відповідно; $p < 0,001$), у порівнянні із контрольними даними.

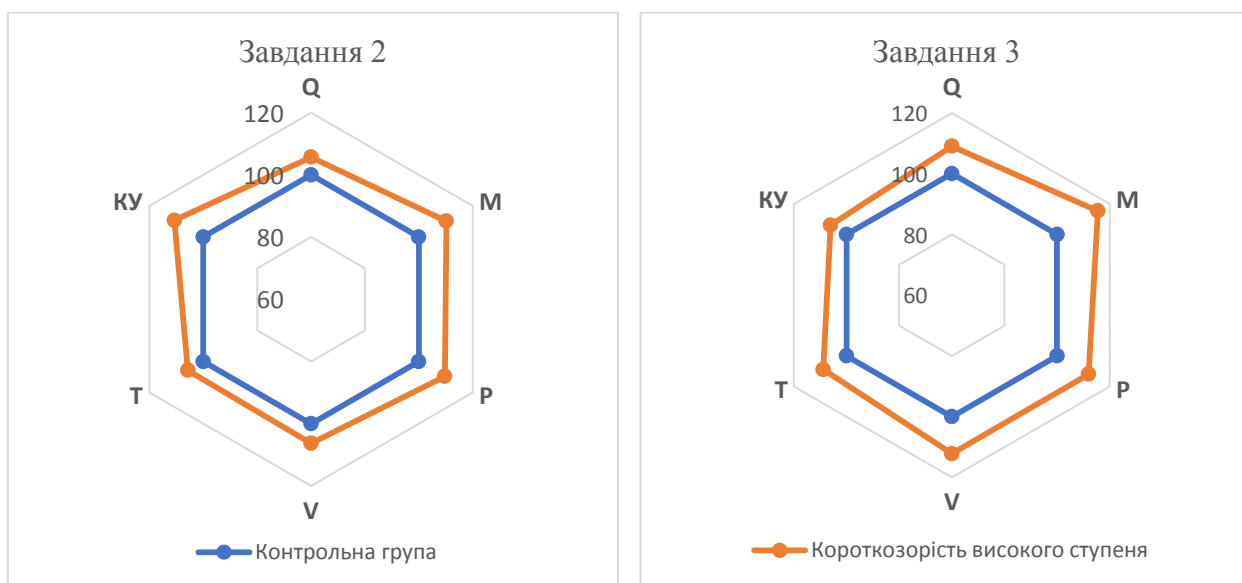


Рис. 4.8. Динаміка змін показників уваги осіб із високим ступенем короткозорості (у % від рівня контрольної групи).

Підсумовуючи отримані дані ми можемо стверджувати, що стан уваги при короткозорості високого ступеня характеризується більшими обсягами роботи та кращою її якістю, у порівнянні із людьми з нормальним зором. Загальна розумова продуктивність та концентрація уваги при високих значеннях короткозорості також є вищими. Одночасно із цим, в даній дослідній групі виявлено тенденцію до подовження часу швидкісних процесів уваги: як швидкості вибору і швидкості обробки тестового матеріалу, так і часу переключення уваги. За утруднених умов тестування (Завдання 2-3) під дією гальмівних чинників учасники із високою короткозорістю зберігають вищі кількісні і якісні показники, але швидкість їх роботи суттєво знижується (рис. 4.8).

4.3.3 Показники короткочасної пам'яті в осіб із високим ступенем набутої короткозорості

Результати дослідження обсягів короткочасної пам'яті за її типами і видами засвідчують наявність вірогідних ($p < 0,05-0,001$) відмінностей між контрольною групою та учасниками із короткозорістю високого ступеня за

показниками «зорова пам'ять на числа», «зорова пам'ять на слова», «зорова пам'ять» та «пам'ять на числа» (табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Показники короткочасної пам'яті осіб із високим ступенем набутої короткозорості

Показник	Контрольна група (n=60), M±m	Група осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (n=30), M±m
Зорова пам'ять на числа	11,45±0,17	13,71±0,36***
Зорова пам'ять на слова	16,68±0,15	15,33±0,41**
Слухова пам'ять на числа	13,65±0,16	14,20±0,39
Слухова пам'ять на слова	15,42±0,19	15,24±0,37
Смислова пам'ять	17,52±0,16	17,82±0,21
Зорова пам'ять	14,06±0,23	14,90±0,28*
Слухова пам'ять	14,51±0,22	14,70±0,27
Пам'ять на числа	12,47±0,21	13,60±0,28**
Пам'ять на слова	16,10±0,18	16,01±0,24

Примітка: * - значення ступеню вірогідності (p) згідно t-критерію Стьюдента: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Аналіз даних дозволяє зробити висновок, що в групі осіб із високим ступенем короткозорості обсяг короткочасної зорової пам'яті на числа є достовірно більшим (19,7%; $p < 0,001$), а короткочасної зорової пам'яті на слова, навпаки, достовірно меншим (8%; $p = 0,003$), ніж в контролі. Подібна тенденція встановлена і відносно слухової короткочасної пам'яті: в групі порівняння обсяг пам'яті на числа є незначно більшим (4%), а на слова – меншим (1,2%). У даному випадку вірогідні відмінності відносно контрольних значень відсутні ($p > 0,05$).

Середньо групові значення обсягу смислової (словесно-логічної) пам'яті в групі осіб із високою короткозорістю встановлені на майже однаковому із контрольним рівні, але із дещо більшим значенням (1,7%; $p > 0,05$).

Результати дослідження короткочасної пам'яті, проаналізовані за типом сенсорних систем, через які відбувалося сприйняття стимульного

матеріалу (зоровим чи слуховим аналізатором), та типом самого стимульного матеріалу, засвідчують наявність вірогідних різниць між групами співставлення (групою короткозорих осіб і контролем) за параметрами «зорова пам'ять» та «пам'ять на числа». Дані показники серед осіб із високим ступенем короткозорості перевищують дані учасників із нормальних зором на 6% ($p=0,023$) та 9% ($p=0,002$) відповідно. За іншими показниками ми отримали подібні результати і лише середньо групове значення параметра «слухова пам'ять» при високій короткозорості є дещо більшим (1,4%; $p>0,05$), ніж в контрольній групі (рис. 4.9).

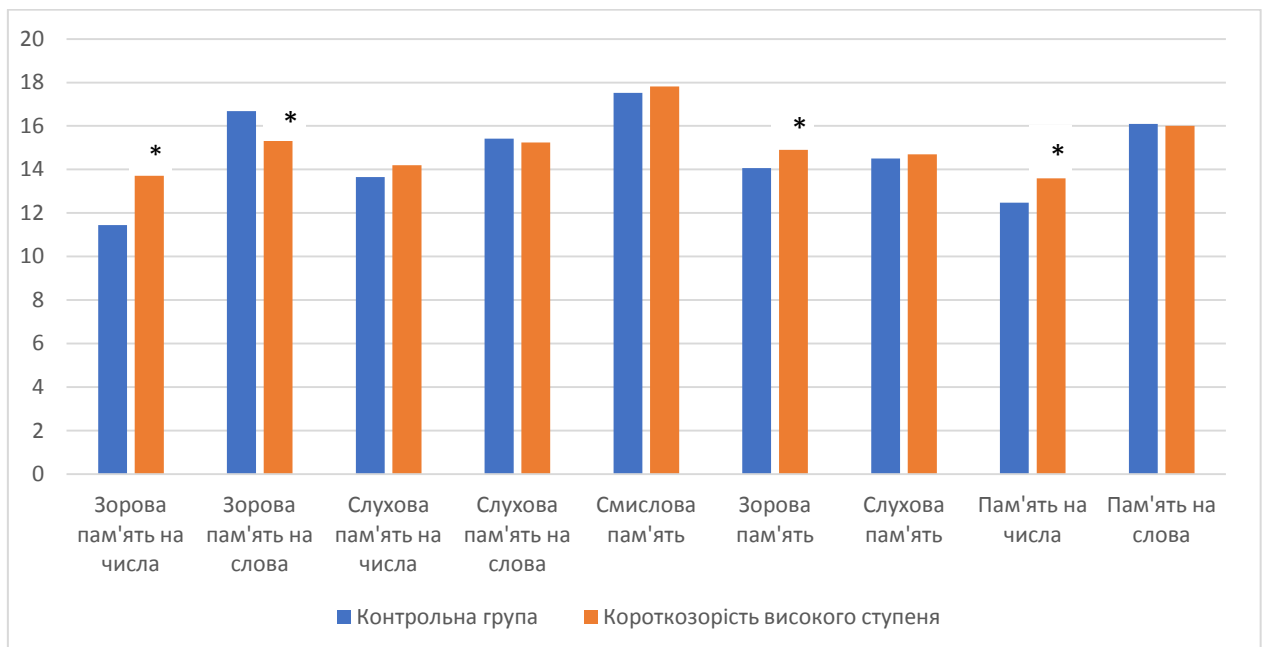


Рис. 4.9. Показники короткочасної пам'яті за типами і видами.

Отже, особливостями короткочасної пам'яті при набутій формі короткозорості високого ступеня слід вважати покращену зорову пам'ять, зокрема зорову пам'ять на числа, запам'ятовування числового матеріалу та знижений рівень зорової пам'яті на слова.

Висновок до розділу 4

Дослідження нейродинамічних властивостей показало, що у порівнянні із контрольною групою всі учасники із короткозорістю мали більші ЛП

ПЗРМ. При слабкому та середньому ступені короткозорості виявлено зменшення часу ЛП РВ2-3, ЩЦОІ та ФРНП відповідно до контрольних показників. При високому ступені короткозорості всі досліджувані показники СМР були вищими, ніж в контролі. Результати, отримані нами в групі осіб із середнім ступенем короткозорості, співпадають із раніше отриманими даними Шейком В.І. [1], що додатково підтверджує думку дослідників про «ефект тренування» нервової системи та функціональну перебудову вищих відділів нервової в умовах набутої короткозорості, яку розглядають як адаптаційну системну відповідь організму на посилену зорову роботу на близькій відстані [2-4].

Вивчення психофізіологічних функцій свідчить, що в групах учасників із короткозорістю зафіксовані кращі якісні показники уваги та вищий рівень її концентрації, ніж серед осіб контрольної групи. Найкращі показники уваги виявлені в групі із слабким ступенем короткозорості, найгірші – із високим ступенем. Найвищий рівень переключення уваги встановлено при слабкому ступені короткозорості. Найменші швидкісні характеристики процесу уваги серед усіх короткозорих осіб були виявлені в групі із середнім ступенем короткозорості, дана особливість спостерігалась в усіх типах проведених завдань. За показниками обсягів короткочасної пам'яті (зорової/слухової та пам'яті на числа/слова), смислової пам'яті вірогідні відмінності відносно контрольних даних, встановлені для усіх груп осіб із набутою короткозорістю, не виявлені, що не дозволяє нам сформулювати загальну характеристику для стану набутої короткозорості. При слабкому ступені короткозорості виявлено достовірно більші обсяги зорової та слухової пам'яті на числа; при середньому ступені – зорової та слухової пам'яті на слова; при високому ступені – зорової пам'яті на слова та числа (у порівнянні із групою контролю).

Отримані нами дані щодо особливостей ВНД короткозорих осіб частково співпадають із представленими в літературі [5-10]. Зокрема, у роботі Мужиченка М.В. [8] повідомляється про більш виражене зниження

обсягів зорової пам'яті та уваги у 10-11-річних школярів із високою короткозорістю в порівнянні зі здоровими однолітками та однолітками із короткозорістю слабкого ступеня. Пікущим Д.В [10] показано зниження об'єму та швидкості переробки зорової інформації у підлітків 12-13 років з короткозорістю. За даними Новікової О.І. [9], підлітки з короткозорістю середнього ступеня за параметрами уваги (об'єм, швидкість переключення) достовірно не відрізнялись від дітей з нормальним зором, окрім стійкості уваги, що була достовірно вища при короткозорості. Аналіз короткочасної зорової пам'яті, проведений авторкою, засвідчив зниження характеристик в групі короткозорих дітей.

Підсумовуючи результати дослідження, представлені у даному розділі, слід зауважити, що в літературі на сьогодні відсутні дані щодо особливостей ВНД при набутій короткозорості різного ступеня у осіб 18-35 років, що підкреслює важливість нашої роботи. Варто наголосити, що існуючі дослідження на дають можливості повноцінно порівняти отримані нами дані, оскільки присвячені іншим віковим групам та/або окремим значенням короткозорості.

Результати дослідження, подані у даному розділі, знайшли відображення у наступних друкованих працях:

1. Колесник ЮІ. Особливості функціонального стану центральної нервової системи у осіб із середнім ступенем набутої короткозорості. Вісник львівського університету. Серія біологічна. 2019;80:183-190. DOI: 10.30970/vlubs.2019.80.20.
2. Колесник ЮІ, Шейко ВІ, Львов ОС. Аналіз показників вищої нервової діяльності в залежності від ступеня короткозорості. Український журнал медицини, біології та спорту. 2019;4(4):268-273. DOI: 10.26693/jmbs04.04.268.
3. Колесник ЮІ. Характеристика показників нейродинамічних функцій, уваги та пам'яті в умовах набутої короткозорості слабкого та високого

- ступеня. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. 2020; 27(224):17-21. DOI: 10.31174/SEND-NT2020-224VIII27-04.
4. Колесник ЮІ. Деякі показники центральної нервової системи в умовах короткозорості набутої форми (огляд проблеми). В: Гетманцев СВ, редактор. Зб. наук. пр. XVI Міжнар. наук.-практ. конф. Медико-біологічні проблеми фізичної культури, спорту та здоров'я людини; 2016 груд. 23-24; Вип. 16; Миколаїв. Миколаїв: МНУ; 2016, С.18-23.
 5. Білокур ДО, Колесник ЮІ. Показники пам'яті та працездатності центральної нервової системи у студентів суспільно-гуманітарного, природничо-математичного і спортивного профілів навчання. В: Голденблат МА, редактор. Зб. наук. пр. з матер. міжнар. наук.-практ. конф. Наукова думка інформаційного століття; 2017 черв. 19; Дніпро. Одеса: Друкарня «Друкарник»; 2017, Т.5, С. 64-70.
 6. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Показники уваги осіб з набутою короткозорістю слабкого та високого ступеню на фоні процесів гальмування. Молодий вчений. 2018;2(54):1-5.
 7. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Зміни показників уваги як прояв адаптаційних реакцій у осіб з різним ступенем короткозорості. В: Гетманцев СВ, редактор. Зб. наук. пр. XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. Медико-біологічні проблеми фізичної культури, спорту та здоров'я людини; 2018; Вип. 18; Миколаїв. Миколаїв: МНУ; 2018, С.15-19.
 8. Колесник ЮІ. Порівняльна характеристика показників працездатності центральної нервової системи у студентів природничо-математичного і спортивного профілів навчання. В: Зб. наук. пр. XV Всеукр. наук. конф. Актуальні питання біології та медицини; 2017 трав. 25-26; Старобільськ. Старобільськ: ЛНУ імені Тараса Шевченка; 2017, С.91-93.
 9. Колесник ЮІ. Особливості показників уваги у людей з короткозорістю набутої форми. В: Зб. матер. VI Міжн. наук.-практ. інтернет-конф. Сучасна гуманітаристика; 2018 січ. 26; Переяслав-Хмельницький (Київ. обл.).

- Переяслав-Хмельницький: ДВНЗ Переяслав-Хмельницький держ. педаг. унів. імені Григорія Сковороди»; 2018, Вип.6, С.148-150.
10. Колесник ЮІ. Показники уваги короткозорих осіб на фоні процесів гальмування. В: Зб. наук. пр. ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. Біологічні дослідження-2018; 2018 бер. 14-16; Житомир. Житомир: ПП «Рута»; 2018, С.245-246.
 11. Колесник ЮІ. Особливості уваги у осіб з короткозорістю слабкого та високого ступенів під впливом процесів гальмування. В: Proceedings of XV International scientific conference Millennium science; 2018; Morrisville. Morrisville: Lulu Press.; 2018, P.14-16.
 12. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Стан деяких показників сенсомоторних функцій при короткозорості різного ступеню. В: Зб. тез XVI Міжн. наук. конф. студентів та молодих вчених Шевченківська весна: досягнення біологічної науки; 2018 квіт. 24-27; Київ. Київ: Паливода АВ; 2018, С.258-260.
 13. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Показники пам'яті у осіб з набутою короткозорістю. В: Матер. Міжн. наук. конфер. Сьогодення біологічної науки; 2018 черв. 14-15; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2018, С.39-41.
 14. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Особливості нейродинамічних функцій осіб з різним ступенем набутої короткозорості. В: Матер. ІІ Міжнар. наук.-практ. конф. Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації (до 85-річчя природничо-географічного факультету); 2018 жовт. 18-19; Ніжин. Ніжин: Наука-сервіс; 2018, С.73-74.
 15. Колесник ЮІ. Вплив набутої короткозорості на функціональну рухливість нервових процесів та швидкість центральної обробки інформації. В: Матер. V Міжнар. наук. конф. Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології; 2018 лист. 7-8; Вінниця. Вінниця: ТВОРИ; 2018, С.173-175.
 16. Колесник ЮІ, Шейко ВІ. Функції уваги та пам'яті при короткозорості середнього ступеня. В: Матер. ІІ Міжнар. наук. конф. Сьогодення

біологічної науки; 2018 лист. 09-11; Суми. Суми: ФОП Цьома СП; 2018, С.204-206.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 4:

1. Шейко ВІ, Макаренко МВ, Іванюра ІО. Стан нейродинаміки та імунної системи у людей з міопією. Фізіол. журнал. 2005; Том 51(4):55-60.
2. Аветисов ЕС. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 288 с.
3. Дорошева ЕА. Эволюционный подход к вопросам формирования близорукости: перестройка зрительного анализатора как адаптация к социокультурным условиям. Экспер. психология. 2014;7(3):83-97.
4. Смирнов ВМ. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность М.: Академия, 2003. 304 с
5. Богатырева ЕС, Ковалевская МА. Клинико-функциональные параллели в цветовосприятии у пациентов с миопией. Вестник ТГУ. 2014;19(4):1089-1091.
6. Зислина НН. Нейрофизиологические механизмы нарушения зрительного восприятия у детей и подростков. М.: Педагогика; 1987. 168с.
7. Литвак АГ. Психология слепых и слабовидящих: Учебн. пос. СПб: Изд-во РГПУ; 2006. 336 с.
8. Мужиченко МВ. Некоторые показатели высшей нервной деятельности у школьников с нарушениями зрения. Грани познания [Интернет]. 2015 [цитировано 2017 март];6(40):64-66. Доступно на: www.grani.vspu.ru.
9. Новикова ЕИ, Надежкина ЕЮ, Мужиченко МВ. Влияние миопии на когнитивные функции учащихся пубертатного возраста. Вестник ВолгГМУ. 2015;4(56):127-129.
10. Пикущий ДВ. Функциональное состояние зрительной сенсорной системы у школьников пубертатного возраста с аномалией рефракции. Стриж [Интернет]. 2015 [цитировано 2017 март.];2(02);14-17. Доступно на: <http://www.strizh-vspu.ru/files/publics/1434459298.pdf>.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Даний розділ роботи присвячений узагальненню отриманих даних та результатів аналізу, проведеного з метою встановлення характеру змін досліджуваних показників системного імунітету та вищої нервової діяльності при набутій короткозорості різного ступеня, а також для встановлення можливих зв'язків між цими регулюючими системами. Актуальність обраної теми дослідження пояснюється крізь призму зростаючого антропогенного впливу навколишнього середовища на функціонування всіх біологічних систем організму та стан здоров'я людини в цілому. Сучасний ритм життя, на думку Баєвського Р.М., Агаджаняна М.О., ставить перед індивідом надскладні задачі та за певних умов призводить до зривів адаптаційних механізмів та розвитку функціональних порушень, патологічних процесів і станів, хвороб [1-3]. Особливо швидко в умовах інформаційно та емоційно-напруженого існування зростає кількість хвороб, у патогенезі яких значну роль відіграють порушення імунної та нервової (ЦНС) систем. В той же час питання короткозорості набутої форми, як однієї із провідних форм зниження зору, набуває все більшого значення через глобальні масштаби її поширення та охоплення в основному людей молодого віку [4-6].

З позицій теорії адаптації [7], що розглядає функціонування організму з точки зору системного підходу, будь-яке відхилення від норми це перш за все результат порушення рівноваги між організмом та середовищем, що виникає внаслідок дії несприятливого фактору надмірної пошкоджуючої сили. У відповідь на вплив фактору зовнішнього та/або внутрішнього середовища в організмі відбуваються перебудови регулюючих систем, тобто розвивається неспецифічна адаптаційна реакція, яка за своїм кінцевим результатом може або вирівнювати внутрішній гомеостаз організму, або

призводити до патологічних процесів. На думку авторів теорії основними типами адаптаційних реакцій є: стрес (найменш прогностично сприятлива стадія), реакція «орієнтування», спокійна та підвищена активація (оптимально сприятлива стадія), реакція переактивації [8-12]. Кров як біологічна система приймає участь у будь-якому фізіологічному процесі і найпершою реагує на проникнення патогену, тому її клінічні показники, зокрема лейкоцитарна формула, є тими діагностичними маркерами, що об'єктивно відображають усі адаптаційні (іmunні, нервово-гуморальні) перетворення в організмі [13].

Проведення нашої роботи з дослідження імунного статусу та психофізіологічних функцій у осіб із набутою формою короткозорості різного ступеня базувалось на концепції нейро-іmunної взаємодії з концептуальних позицій системного підходу на рівні цілісного організму. За даними сучасної нейроімунології та нейрофізіології нервова та імунна системи об'єднані в єдину функціональну систему із складною структурою та регуляторними механізмами [14-18], в основі чого закладений тотожний рецепторний апарат [19-21]. Виходячи із сучасних нейроімунофізіологічних уявлень (Акмаєв І.Г., Коренєва О.А., Полетаєв А.Б., Судаков К.В.), від ступеня збудженості нервових структур ЦНС в певній мірі залежить характер імунної відповіді і, в той же час, різна інтенсивність імунних реакцій та стан імунної системи в цілому «регулює» рівень функціональної активності кіркових та підкіркових мозкових структур; кінцевою метою такої взаємодії завжди є встановлення динамічної рівноваги між цими системами [12, 14, 17, 19, 20].

З огляду на вище зазначене та значне зниження загального рівня здоров'я населення України [22] та світу [23], актуальним напрямком сучасних наукових досліджень є вивчення дисрегуляторних імунних порушень різної етіології, з'ясування механізмів та функціональних взаємозв'язків імунної системи та ЦНС. Тому метою нашого дослідження було вивчення показників системного імунітету та психофізіологічних

функцій при короткозорості набутої форми різного ступеня як одного з провідних видів зорових порушень [24]. Враховуючи існуючі взаємозв'язки неокортексу ЦНС з нейроструктурами зорової сенсорної системи (ретино-епіфізарно-гіпоталамічні та ретино-гіпофізарні шляхи сенсорної взаємодії) [25], а також спряжене функціонування нервової та імунної систем, однією із задач нашого дослідження було встановлення можливих закономірностей між досліджуваними системами в умовах стану набутої короткозорості слабкого (до -3 дптр), середнього (від -3 до -6 дптр) та високого (від -6 дптр) ступеня.

Першим етапом імунологічного дослідження в нашій роботі було вивчення стану неспецифічного антиінфекційного захисту в осіб із набутою короткозорістю, оскільки саме фактори і механізми неспецифічної реактивності забезпечують негайний імунний захист вже на першому етапі взаємодії із патогеном і, тим самим, дають можливість розгорнутися більш складним реакціям специфічного імунітету.

Як відомо, система природного імунітету людини представлена неспецифічними (ареактивність клітин, тканинні бар'єри, фагоцитарна активність мікро- та макрофагів, натуральних кілерів) і специфічними гуморальними чинниками (система комплементу, пропердин, інтерлейкін-1, С-реактивний білок, інтерферон-1 та інші фактори крові). У місці контакту із патогеном задля накопичення захисних факторів розвивається процес запалення, що є універсальною, генетично запрограмованою відповіддю організму на чужорідний компонент: активовані макрофаги виділяють протизапальні цитокіни, які в свою чергу впливають на інші клітини, а останні примушують вступати у реакцію лейкоцити [26-29].

Багатьма дослідженнями підтверджено, що від стану природного імунітету, рівня неспецифічних захисних сил у багатьох випадках залежить виникнення, перебіг і фінал ряду захворювань, особливо інфекційної етіології [30-32]. З'ясовано, що імунокомпетентні клітини (ІКК), а також цитокіни які ними продукуються, відіграють вирішальну роль в розвитку

багатьох довготривалих та хронічних захворювань [33, 34]. Цитокіни як біологічні речовини широкого спектру дії здатні не тільки активувати всі типи лейкоцитів, ініціювати імунну відповідь, стимулювати вивільнення вторинних медіаторів, а й забезпечують комунікацію між компонентами імунної системи, тобто виступають індукторами та регуляторами імунної відповіді. Тому при дисфункціях системного імунітету, зокрема при пригніченні клітинної та активації гуморальної ланки, спостерігається дисбаланс цитокінів [35, 36].

Загалом з'ясовано, що симптомами послаблення неспецифічної резистентності насамперед є зниження рівня лейкоцитів, лімфоцитів, фагоцитів, природніх антитіл, а також порушення фагоцитарної активності, зростання кількості 0-лімфоцитів [37-41]. Негативно впливає і зниження рівнів запальних цитокінів, яким надають вирішальну роль у елімінації внутрішньоклітинних збудників, адже вони активують клітинну ланку системного імунітету. Важливу роль науковці надають і кооперації клітин, які забезпечують неспецифічні реакції [26, 28].

При дослідженні неспецифічної ланки системного імунітету нами виявлено знижений (відносно даних контрольної групи) вміст у крові осіб із набутою короткозорістю (незалежно від ступеня її розвитку) основних ІКК – лейкоцитів та лімфоцитів (I ступінь ІІІ), а також сегментоядерних нейтрофілів (I ступінь ІІІ), НК-клітин (їх абсолютного числа) (II ступінь ІІІ) (рис. 5.1), що є свідченням пригнічення системи антиінфекційного захисту цих осіб. Відомості про зниження популяцій клітин лейкоцитів та лімфоцитів, що відіграють провідну функцію в імунному захисті, на фоні короткозорості присутні і в деяких інших роботах, зокрема Абрамової Т., Іванової Н.В., Шейка В.І., Ул'янової Н.А. [42-45]. Природні кілери як імунокомпетентні клітини мають широкий спектр біологічних функцій: від знищення чужорідного білку (розпізнавання та елімінація клітин, інфікованих мікроорганізмами або опсонізованих ІgG-антитілами) до взаємодії з іншими імунними клітинами [46, 47]. З'ясовано, що природні

кілери можуть опосередковувати довготривалі специфічні адаптаційні відповіді незалежно від В-клітин і Т-клітин і можуть безпосередньо впливати на клітинний імунітет, виділяючи ряд регулюючих речовин (α - і γ -IFN, IL-1, IL-2, IL-5, IL-8, ФНО α) [48, 49]. Так, IFN- γ є найбільш сильним активатором макрофагів [50, 51].

В той же час виявлене підвищення рівня моноцитів (II ступінь III) у короткозорих осіб можна вважати адаптаційною реакцією, що має компенсувати недостатність вище зазначених клітинних факторів природного імунітету. На користь такого висновку свідчить той факт, що із збільшенням кількості моноцитів одночасно підвищувалися показники фагоцитозу (ФІ та ФЧ). Слід все ж зазначити, що загальний рівень фагоцитарної активності при короткозорості був нижчим, чим в контрольній групі (I ступінь III) (рис. 5.1). Наші дані узгоджуються з положеннями сучасної імунології, що активація моноцитів, які відіграють ключову роль в регуляції запальних процесів, є адаптивною реакцією системи крові у відповідь на вплив стрес-факторів різної етіології [46, 52]; суттєво підвищений рівень моноцитів є фактором ризику розвитку ускладнень патологічних процесів [53, 54].

Звертає на себе увагу і той факт, що в усіх групах осіб із набутою короткозорістю виявлено значне зростання незрілих форм нейтрофільних гранулоцитів (паличкоядерних нейтрофілів) (III ступінь III). Зростання у крові кількості юних форм нейтрофілів, на думку дослідників, говорить про виснаження резервів зрілих нейтрофілів внаслідок дії негативних факторів, що призводить до зниження ефективності фагоцитозу і хронізації запалення, оскільки недозрілі, менш диференційовані форми не здатні до повноцінного виконання функцій елімінуючих клітин [55-57]. Численні фактори, такі як захворювання та стресові стани, впливають на активність нейтрофілів як основних фагоцитів, з іншого боку, будь-який дефект їх функції може піддавати організм мікробної інвазії та розвитку серйозних захворювань [46].

Випадки зниження фагоцитарної активності при короткозорості описані також і в роботі Удовенко Н.С. [58].

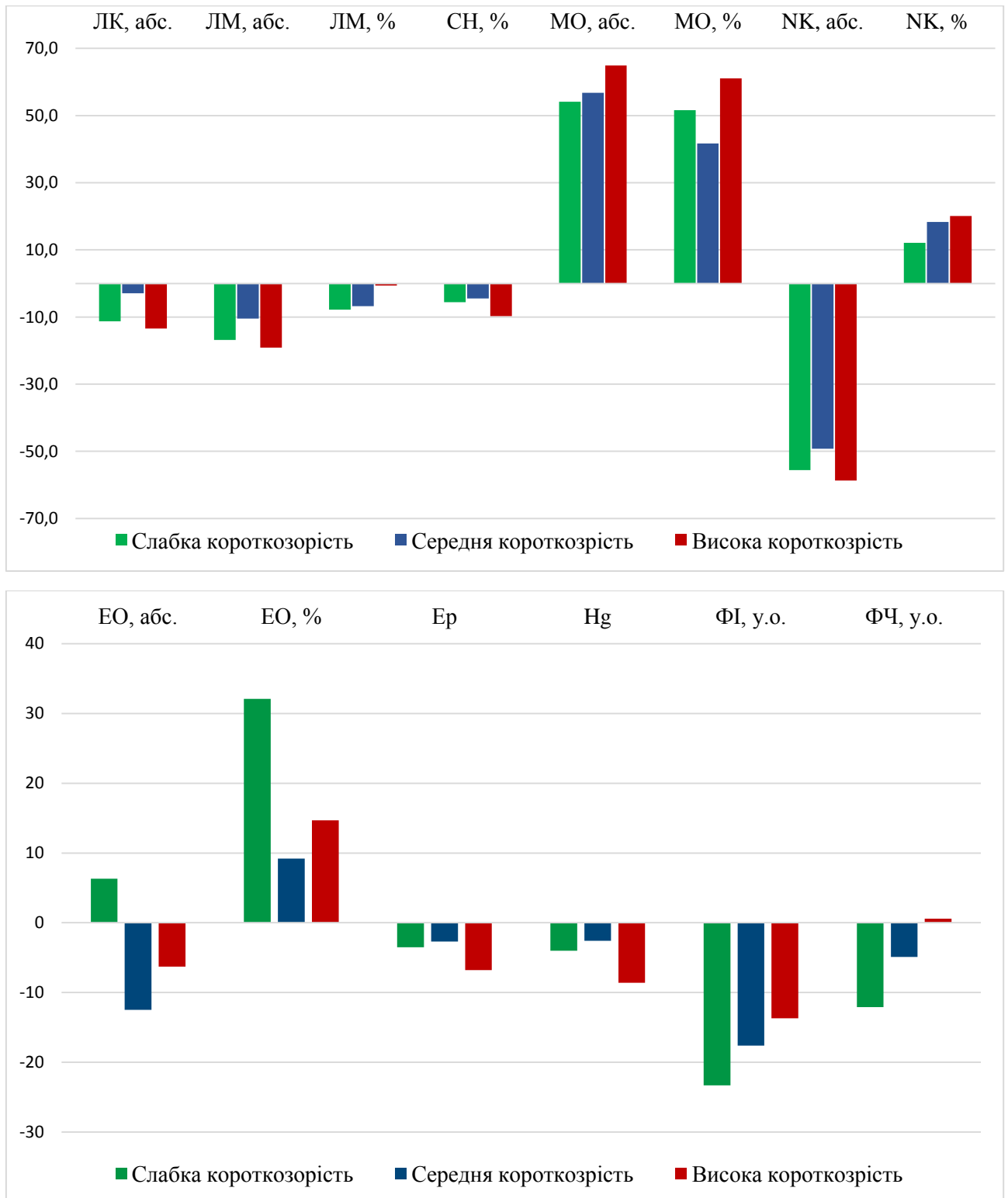


Рис. 5.1. Показники неспецифічного імунітету у осіб із набутою короткозорістю різного ступеня (у % від рівня контрольної групи).

Згідно з літературою, суттєву роль у формуванні імунної відповіді відіграють еритроцити, які беруть участь у проліферації Т-клітин, регулюють чисельність їх субпопуляцій, презентують патогени шляхом утворення циркулюючих імунних комплексів. Гемоглобін як біоактивний пептид також може впливати на вроджену імунну відповідь, виявляючи специфічну антимікробну активність [59]. Виходячи з вище наведеного, знижений вміст еритроцитів та зменшену концентрацію гемоглобіну (у порівнянні із контрольними показниками), виявлені в нашій роботі серед короткозорих осіб, слід розглядати як негативну тенденцію, що здатна зменшити ефективність неспецифічного протимікробного імунітету. Аналогічна тенденція була досліджена Шмалей С.В. у дітей шкільного віку [60].

Загалом, при короткозорості слабкого ступеня (до -3 дптр) нами встановлено найнижчі серед усіх короткозорих осіб показники абсолютного числа нейтрофілів, моноцитів, відносного вмісту лімфоцитів, НК-клітин, рівня фагоцитозу та найвищий вміст еозинофілів. Еозинофілія, як і лейко- та лімфопенія, за даними Williams K.W. та Wei C.C. є проявом дисрегуляції імунної системи [61, 62]. При середньому ступені короткозорості (від -3 до -6 дптр) більшість показників неспецифічної ланки системного імунітету були більшими, ніж при низьких значеннях короткозорості, та меншими, ніж при високих її значеннях (відсоток лімфоцитів, абсолютне число нейтрофілів, моноцитів, відсоток НК-клітин, ФІ та ФЧ). Проте у даного контингенту ми виявили найвищий рівень лейкоцитів та лімфоцитів, клітин натуральних кілерів ($10^9/\text{л}$), найвищий відсоток сегментоядерних нейтрофілів та найнижчий відносний вміст моноцитів; кількість еритроцитів, хоч і був на рівні осіб із слабкою короткозорістю, проте вміст гемоглобіну був найвищий по групам короткозорих осіб. Учасники із високими значеннями набутої короткозорості (від -6 дптр) мали найнижчі рівні лейкоцитів та лімфоцитів, НК-клітин, еозинофілів ($10^9/\text{л}$), сегментоядерних нейтрофілів (%), еритроцитів та гемоглобіну, та одночасно найбільший вміст моноцитів (як за абсолютним числом, так і відсотком), лімфоцитів (%) і натуральних кілерів

(%); значення ФІ та ФЧ у даній групі осіб був найбільшим серед інших короткозорих осіб.

Порівняння значень інтегральних гематологічних індексів (ІЛІ), що широко використовуються при діагностуванні порушень імунної системи, особливо функціонального характеру, показало статистично значимі різниці у порівнянні із групою-контролю за індексами ІСНМ, ІСЛМ та ІР в усіх групах короткозорих осіб. Значення даних ІЛІ були суттєво нижчими, ніж у людей з нормальним зором; максимальне зниження виявлено в групі осіб із високим ступенем короткозорості, мінімальне – при слабкому ступені (рис. 5.2).

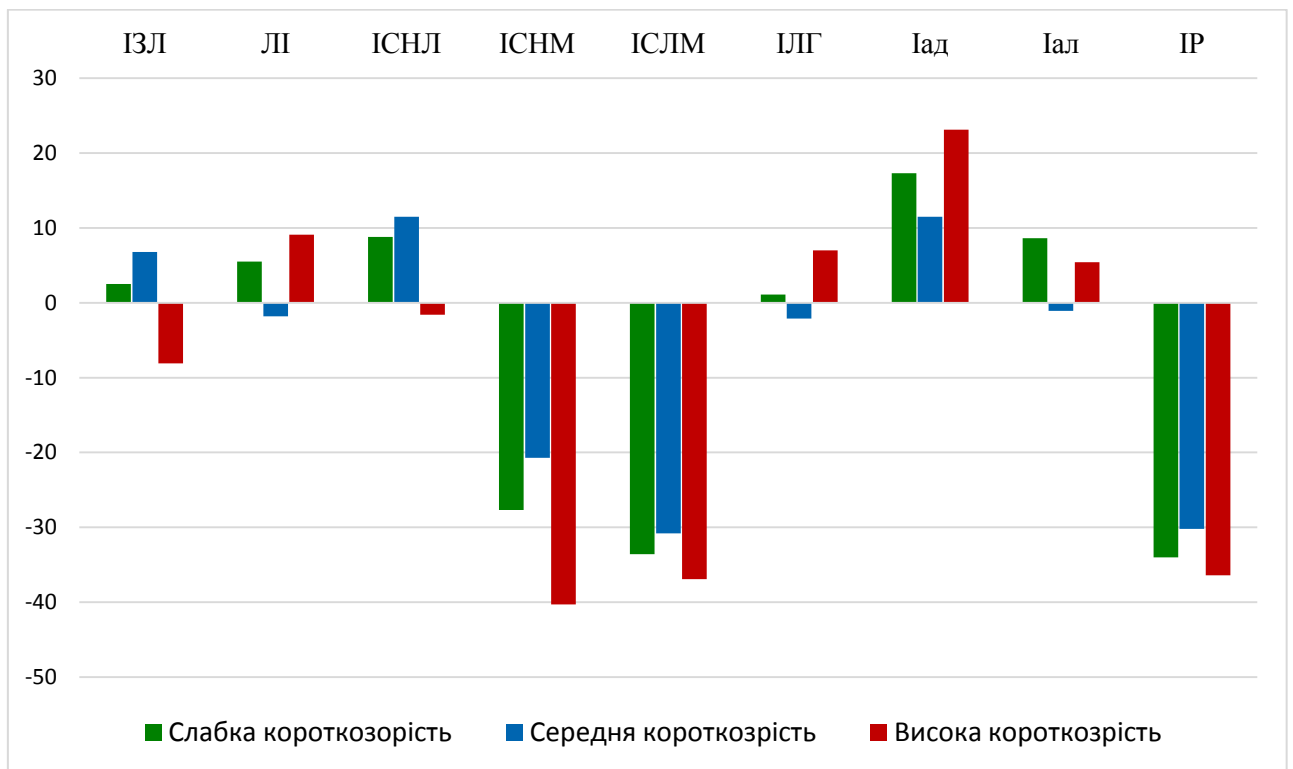


Рис. 5.2 Зміни ІЛІ у осіб із набутою короткозорістю різного ступеня (у % від рівня контрольної групи).

Ми можемо зробити висновок, що порушення неспецифічної реактивності при короткозорості набутої форми проявляються головним чином у дисбалансі системи клітин-фагоцитів (зниження ІСНМ), дисфункції афекторних та ефекторних компонентів імунної відповіді (зниження ІСЛМ), дисбалансі монокінів та лімфокінів (зниження ІР). Відомо, що дефіцит популяції лімфоцитів, еозинофілів чи моноцитів, вміст яких враховується

при розрахунку IP, здатен впливати на цитокіновий профіль: недостатність лімфоцитарних цитокінів відображає обмеженість адаптаційних реакцій організму (гіпоергічна реакція), при зниженні монокінів та гіперпродукції цитокінів відбувається дисбаланс медіаторів (гіперергічна відповідь) [33].

Як правило підвищені значення ІЗЛ свідчать про присутність в організмі активного запального процесу, що в ЗАК має прояв у вигляді зниженні вмісту еозинофілів та зростанні кількості нейтрофільних гранулоцитів всіх форм [63]. Низькі значення ІЗЛ часто спостерігаються при дефіциті нейтрофілів, особливо сегментоядерних форм, та на фоні зростання рівнів моноцитів та/або лімфоцитів, що вважається ознакою хронізації запального процесу [64]. Припускається, що такий перерозподіл популяцій лейкоцитів (компенсація нейтрофілів еозинофілами або моноцитами) відображає зміну фаз запальної реакції: з альтерації на проліферацію [65].

Аналіз ІЛІ, проведений між групами осіб з різним ступенем короткозорості, показав, що при слабкій короткозорості максимальне значення мав лише індекс алергізації, інші індекси мали середню вираженість. У даному випадку зростання Іал пов'язано із підвищеним рівнем еозинофілів і зниженою кількістю нейтрофілів. При середній короткозорості найвищі рівні виявлені за індексами ІЗЛ, ІСНЛ, ІСНМ, ІСЛМ, ІР; значення індексів ІЛІ, ІЛГ, Іад, Іал були найнижчими та мали найменші ступені порушення у порівнянні з контрольними даними. В той же час ІЗЛ (маркер реактивності при запальному процесі) та ІСНЛ (показник дисфункцій компонентів неспецифічного та специфічного захисту) при середній короткозорості максимально відрізнялись від осіб із низькими та високими її значеннями. В групі осіб із високим ступенем набутої короткозорості виявлено найменші значення ІЗЛ, ІСНМ, ІР, найбільші – ІЛІ, ІЛГ, Іад (відносно значень при слабкій та середній короткозорості).

Звертає на себе увагу однаковий характер змін деяких індексів при слабкому та високому ступенях короткозорості, а саме: зростання ІЛІ, ІЛГ, Іад та зниження ІСНМ, ІСЛМ та ІР від рівня контрольної групи. При цьому, із

зростанням ступеня набутої короткозорості відбувається і посилення відмінностей від даних осіб з нормальним зором (більш суттєве зростання чи зниження показника). ІЛІ осіб із середнім ступенем короткозорості відрізнялись від даної тенденції, особливо за ІЛІ, ІЛГ та Іал, що може свідчити про інші адаптаційні механізми забезпечення функціональної рівноваги при середніх значеннях короткозорості. В той же час в даній групі короткозорих осіб простежується подібний характер змін ІЗЛ, ІСНЛ ІСНМ, ІСЛМ, ІР, Іад, виявлений і при слабкій короткозорості. Загальна подібність змін ІЛІ у групах осіб із різним ступенем набутої короткозорості і в той же час відмінність між ними за деякими показниками може свідчити про специфічність адаптаційних імунних реакцій в системі природнього антиінфекційного захисту короткозорих осіб, що формуються за різних її значень.

Загалом, вивчення показників неспецифічного антиінфекційного захисту при короткозорості різного ступеня показало імунологічні зрушення, які відбувалися в системі головних ІКК – лімфоцитів, нейтрофілів, моноцитів. На тлі відносної лейко- та лімфо- та нейтропенії, зниженого рівня природніх кілерів (у порівнянні із практично здоровими людьми) у короткозорих осіб спостерігається компенсаторне зростання кількості моноцитів. Також, при слабкому ступені короткозорості виявлено найбільший дефіцит клітин нейтрофілів, моноцитів, НК-клітини), що обумовило найнижчі рівні фагоцитозу, у порівнянні з іншими короткозорими групами. При високому ступені короткозорості встановлені найглибші порушення системи неспецифічного захисту – найнижчі рівні лейкоцитів, лімфоцитів, сегментоядерних нейтрофілів, НК-клітин, та найбільш виражений моноцитоз. Згідно вище викладеного ми можемо зробити висновок, що із зростанням значень набутої короткозорості відбувається посилення негативної тенденції змін показників неспецифічного системного імунітету. Хоча в імунній системі осіб із короткозорістю і відбуваються специфічні адаптаційні реакції, очевидно, що при високих значеннях набутої

короткозорості даний функціональний стан вимагає більшого напруження захисних сил та залучення додаткових резервів імунних факторів. В дослідженнях Шмалей С.В. [60] та Lin H.J. [66] показано, що діти з короткозорістю частіше страждають на інфекційні та вірусні захворювання та їх рецидиви, ніж здорові однолітки.

Другим етапом нашої роботи було вивчення клітинної ланки системного імунітету. Відомо, що Т-лімфоцити відіграють центральну роль у регуляції специфічної імунної відповіді, а також вони здатні впливати на стан неспецифічної резистентності організму шляхом стимуляції неспецифічних механізмів запалення (реакції гіперчутливості уповільненого типу) [46]. Нами виявлено однакову тенденцію змін досліджуваних показників при різних значеннях короткозорості. Так, в усіх групах осіб із набутою короткозорістю виявлено достовірно ($p < 0,05$) знижені рівні загальних Т-лімфоцитів, Т-хелперів/індукторів та одночасно підвищений ($p < 0,05$) рівень цитотоксичних Т-супресорів, у порівнянні із контролем (рис. 5.3).

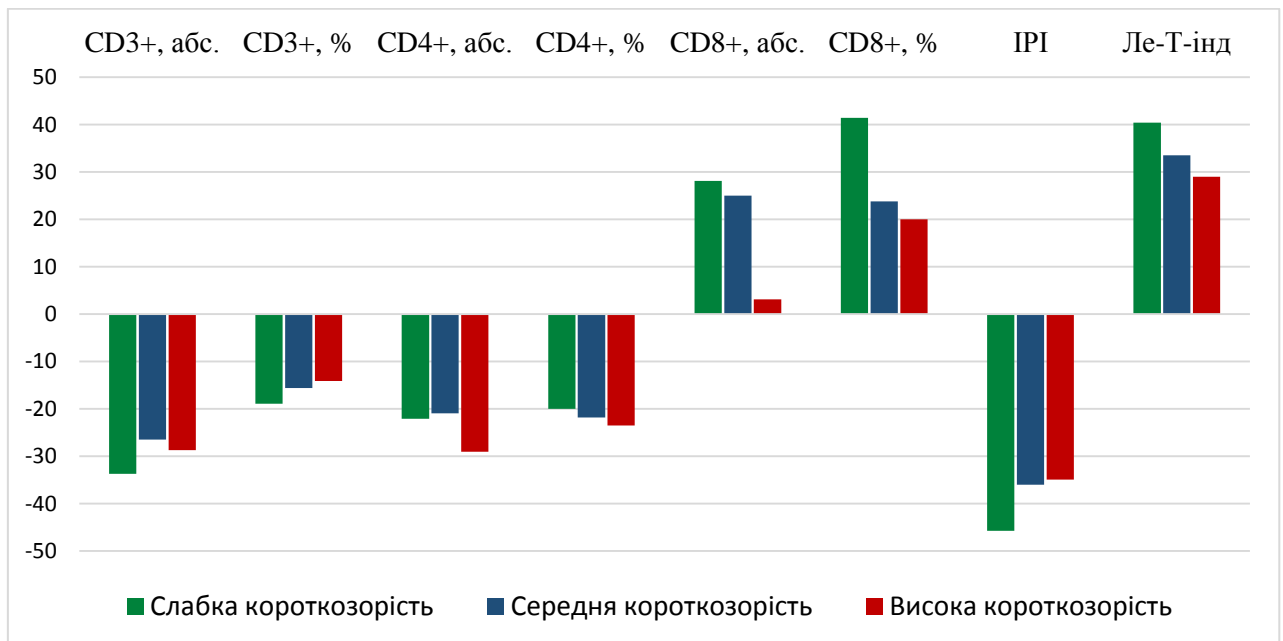


Рис. 5.3. Показник клітинної ланки системного імунітету у осіб із набутою короткозорістю різного ступеня (у % від рівня контрольної групи).

Нами досліджено, що зниження абсолютного та відносного числа зрілих CD3⁺-лімфоцитів в умовах короткозорості відбувається за рахунок

зменшення вмісту субпопуляції CD4⁺-клітин на фоні часткової лейко- та лімфопенії, що, згідно літературних даних, в цілому є несприятливим прогностичним фактором та ознакою формування вторинного імунодефіцитного стану [67].

Особливе значення при оцінці функціонального стану клітинної ланки системного імунітету надається дослідженню вмісту головних субпопуляцій Т-лімфоцитів. Відомо, що Т-клітини із мембранним маркером CD4⁺ поділяються у функціональному плані на дві групи: Т-хелпери 1-го порядку (Th1) і 2-го порядку (Th2), які продукують різні цитокіни. Th1-клітини секретують цитокіни для клітинної імунної відповіді (g-IFN, IL-2, IL-3, TNF-a, TNF-b), Th2 – цитокіни для розгортання гуморальної імунної відповіді (IL-3, IL-4, IL-5, IL-6, IL-10, IL-13, TNF-b) [28, 29]. Як відомо, знижений або надлишковий вміст CD4⁺ впливає на антитілопродукцію та реакції клітинно-опосередкованого імунітету. Недостатність хелперної функції Т-лімфоцитів може призводити до тяжких інфекційних ускладнень через зниження або повну неспроможність реагування на антигенну стимуляцію. Т-лімфоцити із мембранним маркером CD8⁺ відносяться до регулятивних клітин із гальмівними функціями, які пригнічують імунну відповідь шляхом впливу на клітинну проліферацію. Підвищення їх рівня може відбуватися при інфекціях, новоутвореннях, після вакцинавання тощо [67].

Наші результати підтверджують висновки кількох інших авторів. У більшості випадків доведено зниження рівня Т-лімфоцитів (зокрема, субпопуляції Т-хелперів) (Шейко В.І., Іванова Н.В., Ульянова Н.А., Cassagne М.) [43-45, 68]. Що стосується клітин CD8⁺, то їх кількість у людей з короткозорістю різняться: були описані випадки збільшення їх вмісту [44, 60] та зменшення [69]. Імовірно, це пов'язано із різним віком учасників дослідження чи іншими особливостями дослідних груп. В цілому ж, наші результати підтверджують формування ознак Т-клітинного імунодефіциту у людей з короткозорістю, спричинених пригніченням Т-хелперної популяції.

Порівняння показників між групами короткозорих учасників показало, що при низьких її значеннях спостерігається найбільший дефіцит $CD3^+$ -клітин (I-II ступінь ПП) та найвищий рівень $CD8^+$ -клітин (I-II ступінь ПП) і, відповідно, найнижче значення ІРІ (II ступінь ПП) і найвищий Лейко-Т-клітинний індекс (II ступінь ПП). Це може бути свідченням формування функціональних порушень Т-клітинного імунітету вже при слабкому ступені. При середньому ступені досліджувані показники мали середні значення, окрім абсолютного числа $CD3^+$ та $CD4^+$, які були найбільшими (I ступінь ПП), у порівнянні з іншими групами порівняння. Для високої короткозорості було характерним найнижчі рівні обох субпопуляцій Т-лімфоцитів (I ступінь ПП), найнижчий Лейко-Т-клітинний індекс (I ступінь ПП) та найвищий ІРІ-індекс (II ступінь ПП) (рис. 5.4). Останнє свідчить про посилення супресії Т-клітинної ланки при зростанні значень набутої короткозорості.

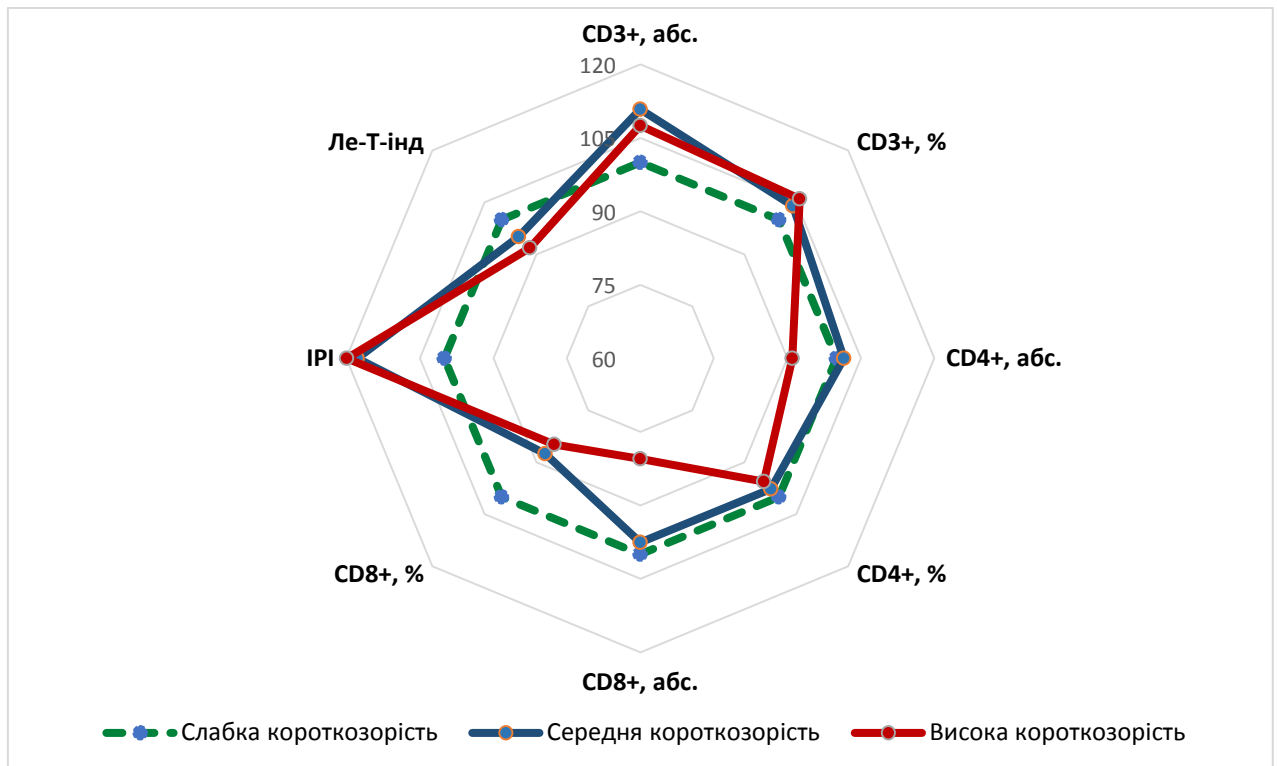


Рис. 5.4. Зміни показників клітинної ланки системного імунітету у осіб із набутою короткозорістю різного ступеня (у % від рівня осіб із слабким ступенем короткозорості).

Одночасно з кількісним аналізом клітинних фракцій системи Т-клітинного імунітету ми звернули увагу на імунорегуляторний індекс осіб із короткозорістю різного ступеня, оскільки його значення відображає баланс взаємовідносин між регулятивними субпопуляціями клітин Т-хелперів/індукторів та Т-супресорами. Згідно отриманих результатів, при слабкому ступені короткозорості значення ІРІ-індексу найбільш суттєво відрізнялись від контрольних (II-III ступінь III; $p < 0,05$); 26,7% осіб мали показниками нижче клінічної норми. В групі із середніми значеннями короткозорості більшість осіб мали II ступінь III ІРІ-індексу (86,7%; $p < 0,05$), показники нижче прийнятої норми зафіксовані лише у 13,3% осіб. При високій короткозорості, значення ІРІ, хоч і досягали I-II ступенів III ($p < 0,05$), однак саме в цій групі були виявлені не тільки значення нижче норми (10% осіб), але й вищі за норму (33,3% осіб) (рис. 5.5).

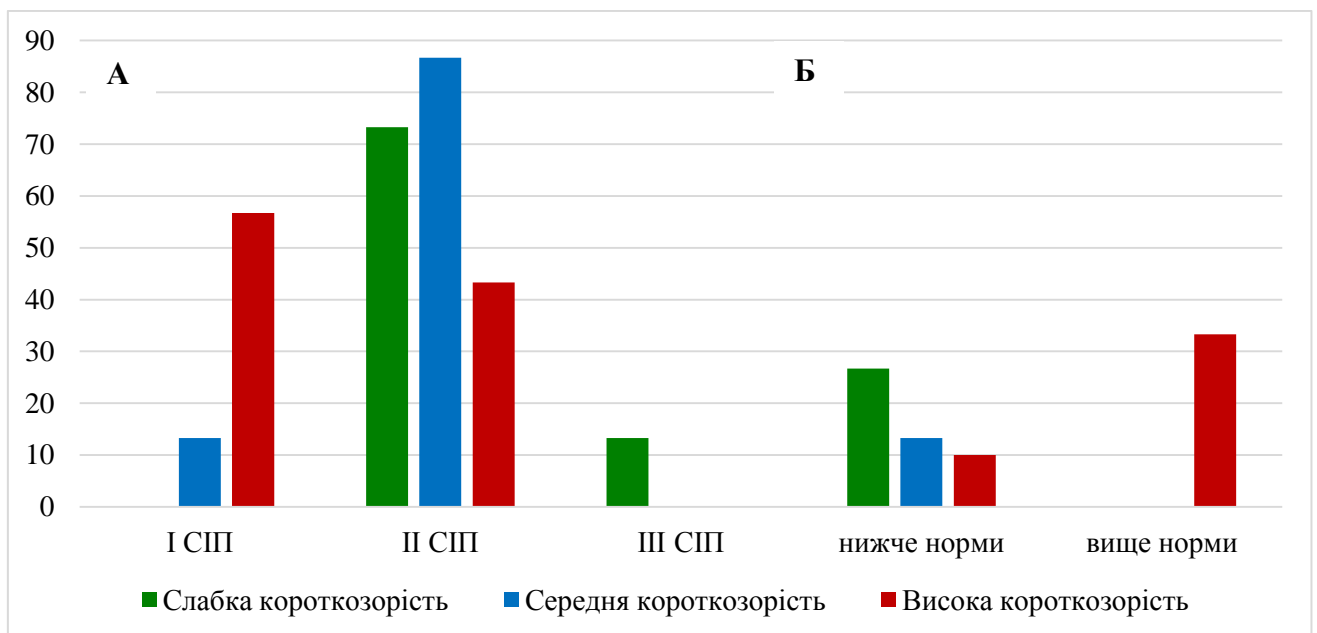


Рис. 5.5. Розподіл осіб із короткозорістю різного ступеня за відхиленнями ІРІ-індексу (у % відносно контролю (А) та норми (Б)).

Враховуючи вище наведені дані, можемо констатувати, що в групах короткозорих осіб присутнє суттєве зниження (35-46%; $p < 0,05$; II ступінь III) ІРІ-індексу та зростання (29-40%; $p < 0,05$; I-II ступінь III) Лейко-Т-клітинного індексу, що в цілому підтверджує функціональну дисфункцію регуляторних

механізмів Т-клітинно-опосередкованого імунітету, що розвивається за умов короткозорості. Загалом, зниження ІРІ при набутій короткозорості за різних її значень відбувається на тлі більш низького вмісту $CD4^+$ -клітин та одночасно підвищеного вмісту $CD8^+$ -клітин, що за даними літератури є характерним для імунодефіцитних станів [67]. В деяких роботах [70] показаний прямий кореляційний зв'язок ($r=0,76$) між вмістом $CD4^+$ та $CD8^+$ -лімфоцитів, наявність якого автори пояснювали необхідністю підтримки балансу між цими регулятивними субпопуляціями.

Підсумовуючи, ми можемо зробити висновок про пригнічення Т-клітинної ланки системного імунітету в умовах набуті короткозорості різного ступеня та формування у даній категорії осіб вторинного імунодефіцитного стану з вираженими дисрегулятивними порушеннями між ефекторними клітинами – Т-хелперами/індукторами та цитотоксичними Т-супресорами. При слабкому ступені короткозорості несприятливими факторами є значно підвищені рівні цитотоксичних Т-супресорів на фоні низького загального рівня Т-клітин, при високому ступені – найнижчий вміст Т-хелперів/індукторів, що може бути ознаками напруження чи зривів адаптаційних реакцій, оскільки як становлення (розвиток), так і поглиблення будь-якого патологічного процесу (стану) є кризовими для механізмів забезпечення гомеостазу.

Дефект певної функції Т-лімфоцитів, як правило, призводить до порушення регуляції специфічної та гуморальної реакції, оскільки функції В-лімфоцитів залежать від нормальної функції Т-лімфоцитів. Тим не менш, В-клітини також можуть активувати Т-клітини, представляючи антигени [71, 72]. Тому кінцевим етапом у програмі дослідження імунного статусу осіб із набутію формою короткозорості було вивчення показників гуморальної ланки системного імунітету.

Зважаючи на головну функцію імунної системи – забезпечення антигенного гомеостазу організму, в гуморальному імунітеті функцію нейтралізації та видалення патогенних мікроорганізмів та інших речовин, що

ідентифікуються як чужорідний матеріал, відіграють антитіла Ig [46]. При першому контакті із патогенами (бактеріями, вірусами, найпростішими, чужорідними антигенами) відбувається ініціація синтезу IgM. При подальшому антигенному навантаженні під впливом Т-лімфоцитів і цитокінів В-лімфоцити починають продукувати більш специфічні IgG та інші класи. Імуноглобулін класу А присутній в організмі людини у двох формах – сироватковий IgA, що бере участь у нейтралізації токсинів та метаболітів, та секреторний sIgA, імуноглобулін місцевого імунітету. В нормі у людини вміст IgG складає до 75% від загальної кількості імуноглобулінів, інші класи (А, М, Е, D) – близько 25% [73].

Отримані нами результати вказують на те, що за різних значень короткозорості зміни гуморального імунітету мали однакову спрямованість та проявлялись у підвищенні абсолютного та відносного вмісту В-лімфоцитів (I-II ступінь ІІ; $p < 0,05$), зростанні їх імуноглобулін-продукуючої активності по відношенню до основних класів імуноглобулінів, особливо IgM (ІІІ ступінь ІІ; $p < 0,05$) та IgA (ІІІ ступінь ІІ; $p < 0,05$), а також в зниженні Лейко-В-клітинного індексу (I ступінь ІІ; $p < 0,05$), відносно даних контрольної групи (рис. 5.6).

Наразі встановлено, що високий вміст зрілих та функціонально активних В-лімфоцитів із мембранним маркером CD22⁺, високі рівні імуноглобулінів, особливо класу М, є свідченням активації гуморальної ланки імунітету [70]. Антитіла класу IgM є маркерами гострого інфекційного процесу, оскільки для стимуляції їх утворення не потрібен вплив Т-хелперів, що дозволяє швидко запустити гуморальну відповідь імунної системи. Дані імуноглобуліни, зв'язуючись з антигенами, опсонізують їх і сприяють посиленню фагоцитозу, а також активують систему комплементу по класичному шляху. Гіперпродукція IgM виникає внаслідок гіперстимуляції всіх клонів плазматичних клітин або окремого пулу IgM-продукуючих В-клітин, що спостерігається при активному інфекційному процесі. В багатьох

роботах зафіксовані випадки високих рівнів IgM при хронічних інфекційних процесах, аутоімунних системних хворобах, новоутвореннях [74, 75].

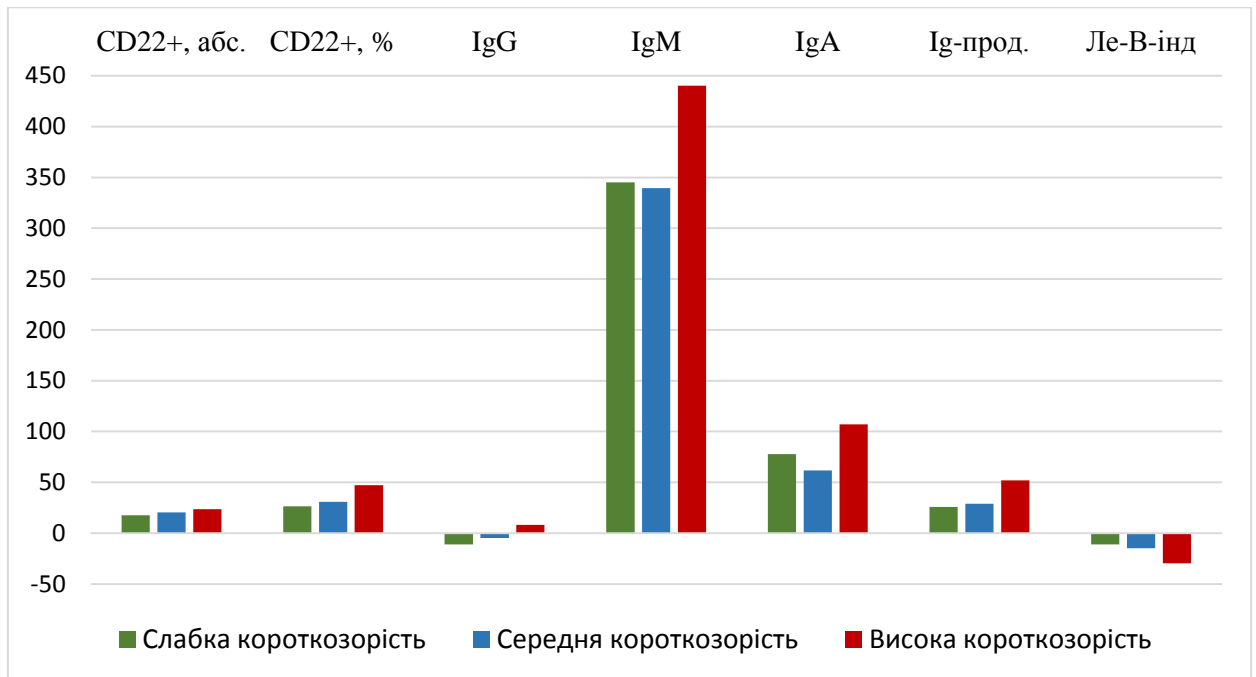


Рис. 5.6. Показники гуморальної ланки системного імунітету у осіб із набутою короткозорістю різного ступеня (у % від рівня контрольної групи).

Імуноглобуліни класу G відповідають за вторинну імунну відповідь, регулюють розвиток інфекційного процесу і забезпечують довготривалий захист від інфекцій. Найбільш важливими ефекторними функціями IgG вважаються активація системи комплементу (альтеративний шлях), фагоцитоз і антитіло-опосередкована клітинна цитотоксичність, видалення імунних комплексів, вивільнення ряду медіаторів запалення, регуляція продукції специфічних антитіл шляхом зворотного зв'язку [76]. З'ясовано, що швидкість фагоцитозу мікроорганізмів, опсонізованих антитілами IgG, зростає у сотні разів [73]. Оскільки IgG є T-залежним імуноглобуліном, причиною зниження його вмісту може бути не тільки порушення в системі синтезу самих антитіл (наприклад, через зниження рівня продукції цитокінів), а й дисфункції у T-клітинній ланці імунітету. У багатьох випадках низькі рівні даного класу Ig розглядаються як фактор розвитку набутого імунодефіцитного стану, що обумовлює понижену резистентність та індивідуальну чутливість до бактеріальних інфекцій [73, 75]. Отже, зниження

концентрації IgG при набутій короткозорості, що було показано в нашій роботі, є непрямим свідченням порушень в Т-клітинній ланці системного імунітету. Інші автори (Шейко В.І., Шмалей С.В.) отримали подібні результати [44, 60], проте вони стосувалися обмеженого ступеня короткозорості або іншої вікової категорії. В роботі Удовенко Н.С., яка досліджувала імунний стан короткозорих осіб, хворих на офтальмогерпесом, продемонстровано зростання рівня В-лімфоцитів, що супроводжувалось підвищенням рівнів IgG та IgA і зниженням IgM, випадками дисімуноглобулінемій [58]. В нашому дослідженні ми виявили низькі рівні IgG у осіб із слабкою та середньою короткозорістю та його зростання в групі з високою короткозорістю. Дефіцит загального рівня IgG та його деяких субкласів пов'язують із частими рецидивами інфекційних захворювань (частіше бактеріальної етіології) [77-79]. Підвищений вміст IgG виникає не лише у випадках інфекційного ураження, але і при запальних та аутоімунних захворюваннях [73].

Підвищені значення IgA, показані в нашому дослідженні, ймовірно, є відображенням дисрегуляцій між гуморальною та клітинної ланками системного імунітету. На думку Меєрсона Ф.З. [12], Крижановського Г.М. [80], Чернія В.І. [67], Зіміна Ю.І. [81] зростання рівня імуноглобуліну А можливе внаслідок розгортання стрес-реакції на рівні цілісного організму у відповідь на дію негативних факторів, що важливо в аспекті розглядання набутої форми короткозорості як системної адаптації зорової сенсорної системи до умов інформаційно-емоційного стресу [82], вплив якого дедалі посилюється в сучасному суспільстві.

Найменші відхилення від контрольних даних за рівнем В-лімфоцитів, Ig-продукуючої здатності В-лімфоцитів та значенням Лейко-В-клітинного індексу виявлені при слабкому ступені короткозорості, найбільші – при високому ступені. Стосовно вмісту основних імуноглобулінів подібна тенденція характерна для IgG: його концентрація була найменшою і одночасно нижчою, чим в контрольній групі, при слабкому ступені (І ступінь

III; $p < 0,05$), в той час як при високому ступені – найбільша і одночасно вища, ніж в контролі (II ступінь III; $p < 0,05$). При короткозорості середнього ступеня більшість досліджуваних показників гуморального імунітету займали проміжне середнє значення у порівнянні із змінами в інших короткозорих групах. Концентрації IgM та IgA, хоч і значно (у 4,4 та 1,6 рази відповідно; $p < 0,05$) перевищували дані осіб із нормальним зором, при середній короткозорості були найменшими серед короткозорих осіб. Найбільше зростання концентрацій IgM та IgA (у 5,4 та 2 рази відповідно; $p < 0,05$) виявлено при високій короткозорості. Отримані дані відображають суттєвість порушень гуморальної ланки системного імунітету при підвищенні ступеня короткозорості.

На підтримку вище викладеного свідчать і результати аналізу розподілу осіб із короткозорістю за ступенем імунних порушень за показниками концентрації сироваткових IgA, IgG, IgM (рис. 5.7). Із наведених даних видно, що кількість осіб із найбільшим від контрольного значення відхиленням (III ступінь III) у показнику вмісту IgA найменша при слабкій короткозорості, найбільша – при високій короткозорості (43,35% проти 66,7%). При дослідженні IgG в групах із слабким та високим ступенем короткозорості тенденція щодо розподілу осіб за ступенем III цього показника була майже однаковою: найбільший (II-й) ступінь III встановлено у 73,3% та 76,7% відповідно. Аналогічний розподіл (73,3% осіб при слабкому ступені, 76,7% при високому ступені) встановлено і відносно IgM, проте порушення даного показника були найглибшими, тобто відносилися до III-го ступеня III. Необхідно окремо відзначити появу в структурі імунних порушень за IgG осіб із III-м ступенем III (13,3%), які мали середню короткозорість, а також різке зростання числа осіб в даній дослідній групі, які мали III-й ступінь III за вмістом IgM (86,7%), при відсутності осіб із «перехідним» II-м ступенем III. Останнє свідчить про розвиток за умов середніх значень набутої короткозорості дисфункцій, можливо

функціонального характеру, що виявилися критичними та призвели до зриву механізмів регулювання синтезу IgG/IgM.

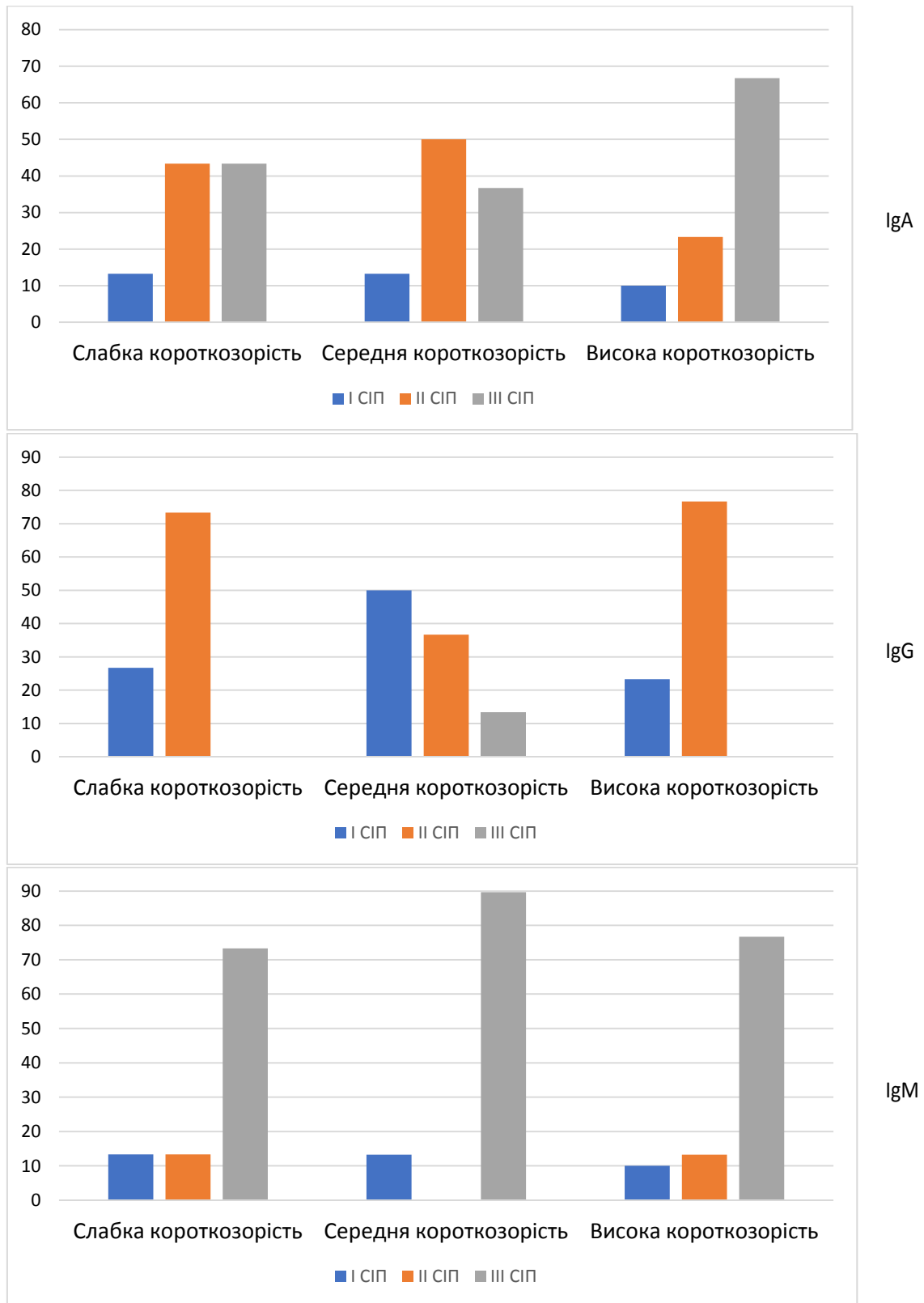
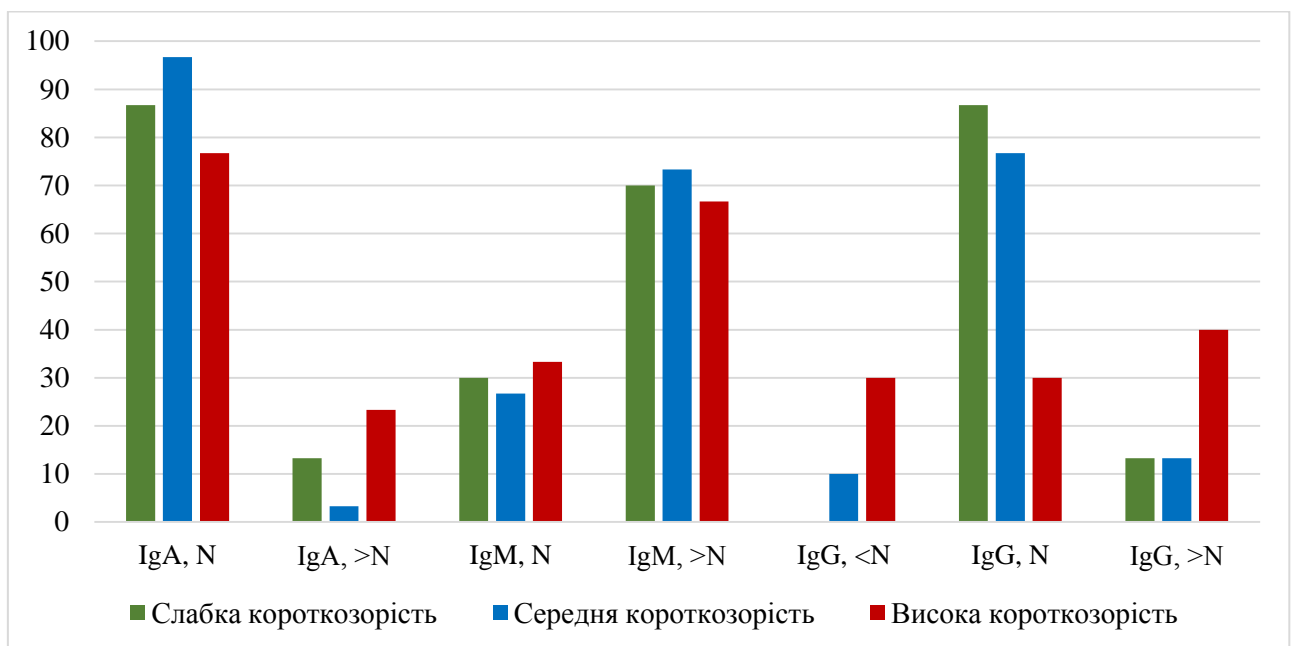


Рис. 5.7. Розподіл осіб із короткозорістю різного ступеня за ступенями III імуноглобулінів класів А, М, G (у %).

Результати аналізу вмісту сироваткових імуноглобулінів свідчать, що при набутій короткозорості концентрації імуноглобулінів А, М та G класів у багатьох випадках виходили за межі нормальних значень (клінічна норма IgA – 0,9-5,0; IgG – 9-20; IgM – 0,7-3,7 [46]). Ми можемо констатувати той факт, що при слабкій короткозорості концентрація імуноглобулінів вище норми була виявлена у 13,3% осіб за IgA та IgG (кожен); за IgM – у 70% осіб. При середній короткозорості частка осіб із показником концентрації IgA понад норму становила 3,3%, IgM – 73,3%; IgG – 13,3%; показники нижче норми виявлені лише для IgG (10% осіб). При високій короткозорості відсоток осіб із значеннями поза нормальними було найбільшим: за концентрацією IgA результати вище норми виявлено у 23,3%, за IgM – вище норми у 67,7% осіб, за IgG – нижче норми у 30%, вище норми – у 40% осіб (рис. 5.8).



Примітка: N – значення показника в межах клінічної норми; <N – значення показника нижче норми; >N – значення показника вище норми.

Рис 5.8. Розподіл короткозорих осіб за відхиленнями від нормальних значень показника концентрації сироваткових імуноглобулінів (у %)

На нашу думку, підвищення числа В-лімфоцитів та активація гуморальних факторів імунітету (високі концентрації Ig M та Ig A) у

короткозорих осіб є адаптаційною реакцією на прояви лейкопенії та лімфопенії, що за даними літератури в певній мірі компенсує дефект Т-клітинної ланки [46, 71, 76].

З огляду на вище зазначене, ми можемо стверджувати, що імунна система осіб із набутою короткозорістю перебуває в стані напруження механізмів усіх її складових та характеризується розвитком імунодефіцитного стану за Т-клітинним типом. Зниження рівня неспецифічного антиінфекційного захисту в умовах набутої короткозорості різного ступеня пов'язано із дефіцитом головних ІКК та розвитком відносної лейко- лімфо- та нейтропенії на фоні адаптаційного моноцитозу, що може провокувати зміни в цитокіновому профілі та призводити до дисрегуляційних порушень не тільки в системі природнього імунітету, але і інших ланок системного імунітету. Виражений дефіцит Т-лімфоцитів, особливо клітин субпопуляції Т-хелперів/індукторів, зниження імунорегуляторного індексу обумовлюють зниження адаптаційних та резервних можливостей Т-клітинної ланки системного імунітету осіб із різним ступенем короткозорості. Також з'ясовано, що із зростанням ступеня набутої короткозорості порушення в гуморальному імунітеті (високий вміст В-лімфоцитів імуноглобулінів класу М та А, дисімуноглобулінемія) поглиблюються, чим створюються умови посилення тиску на систему імунітету в цілому та адаптаційні можливості організму короткозорої людини.

Наступним після дослідження імунного статусу осіб із короткозорістю різного ступеня в нашій роботі було встановлення особливостей діяльності вищих відділів ЦНС у даної категорії осіб. Необхідно зазначити, що питання психофізіологічних особливостей осіб із стабільною непатологічною короткозорістю наразі розкриті недостатньо. В літературі відсутні глибокі і систематичні дослідження даної тематики. В той же час виявлено, що у порівнянні із здоровими людьми, короткозорі люди мають відмінності у функціонуванні зорово-сенсорної системи [83-85], часі сенсо-моторного

реагування [86], знижуються об'єми короткочасної пам'яті [87] та уваги [88]. Однак, ці дані є фрагментарними, присвяченими в основному окремим віковим періодам або певним значенням короткозорості.

При вивченні особливостей ВНД ми виходили із положень теорії нейро-імуноної регуляції функцій організму про структурно-функціональне об'єднання нервової та імуноної систем в єдину багаторівневу загальнорегуляторну систему. В цьому аспекті нами було проаналізовані нейродинамічні та психофізіологічні показники, що дозволило провести оцінку функціонального стану ЦНС досліджуваного контингенту.

За результатами вивчення нейродинамічних властивостей ВНД за характеристиками сенсомоторного реагування виявлено, що при посиленні короткозорості відбувалося збільшення часу простої та складної зорово-моторної реакції (ЗМР): найменші значення мали учасники зі слабким ступенем короткозорості, найбільші – учасники із високим ступенем. При цьому, якщо час простої зорово-моторної реакції (ПЗМР) в усіх короткозорих групах був більшим ($p < 0,05$), ніж в контрольній групі, і збільшувався при зростанні ступеня короткозорості ($p < 0,05$), то відносно більш складних форм сенсо-моторного реагування (РВ 1-3, РВ 2-3), тенденція інша. Нами виявлено, що час ЛП складних ЗМР при слабкій короткозорості менший ($p < 0,05$) у порівнянні із контрольними даними як в реакціях вибору одного з двох подразників, так і двох із трьох подразників; при середній короткозорості час менший за контрольний лише в РВ 2-3 ($p > 0,05$); при високій короткозорості час складних ЗМР в обох реакціях більший ($p > 0,05$), ніж в контролі. Подібний характер відмінностей між досліджуваними групами виявлено і за показником ФРНП: час тесту на визначення рівня ФРНП при слабкому та середньому ступені короткозорості був меншим ($p < 0,05$), ніж в контрольній групі, а при високому ступені, навпаки, більший ($p < 0,05$). (рис. 5.9).

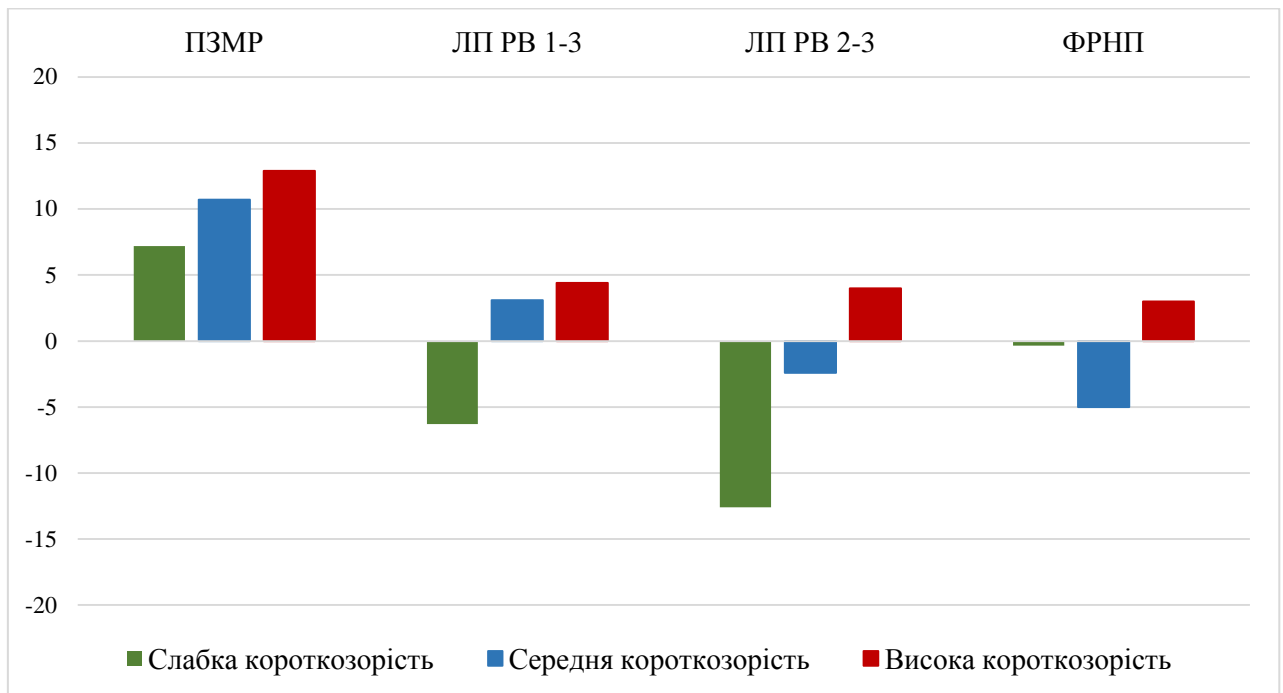


Рис. 5.9. Зміни нейродинамічних показників осіб із набутою короткозорістю різного ступеня (у % від рівня контрольної групи).

Отримані дані можуть свідчити про полегшення проведення нервових імпульсів, при низьких значеннях короткозорості та його відносне утруднення в умовах високих значень короткозорості. Звертаючись до думки дослідників, що набута короткозорість це перш за все результат адаптаційної перебудови зорового аналізатора, що розвивається у відповідь на довготривалу зорову роботу на близькій відстані [82, 89], дані результати можна пояснити «ефектом тренування системи», коли при багаторазовому проходженні нервового імпульсу по одним і тим же нервовим шляхам відбуваються зміни у нервовому волокні і кожна наступна реакція проходить із меншими енергетичними затратами та більш швидко [25]. Тому на думку ряду авторів, зокрема Шейка В.І., який досліджував питання особливостей ЦНС за умов короткозорості середнього ступеня у дорослих осіб, на фоні набутої короткозорості відбувається функціональна перебудова вищих відділів ЦНС, однією із сторін останньої є полегшення проведення нервових імпульсів в процесі обробки інформації, сприйнятої через зоровий аналізатор [46].

На користь нашого висновку, окрім вище наведених даних, свідчить і швидкість центральної обробки інформації, що в групі осіб із слабким ступенем короткозорості була найвищою (найменший час ШЦОІ). Даний параметр є показником інтегративної діяльності мозкових структур в умовах швидкої дискримінації ансамблів збудження (наприклад, посиленої роботи з диференціювання різних стимулів у обмежених часових рамках); чим менший час ШЦОІ, тим вища продуктивність роботи мозку людини [90, 91]. При високих значеннях короткозорості, певне загальмування СМР, очевидно, пов'язано із більшими структурними змінами ока, що негативно позначаються на ефективності зорової сенсорної системи в цілому і, зокрема, на нервовому проведенні.

В діяльності вищих відділів ЦНС, що забезпечують аналітико-синтетичну діяльність мозку, важливим фактором є характер перебігу основних нервових процесів, що формують певний функціональний стан нейрональних ансамблів мозку та обумовлюють індивідуальні особливості ВНД людини. Поряд з процесами збудження та гальмування в корі головного мозку та підкіркових структурах провідне місце серед типологічних властивостей ВНД займають сила та функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП), роль яких у діяльності людини (професійній, спортивній, навчальній) доведена експериментально [92-94, 96]. В нашій роботі найвищий рівень ФРНП в експериментальній групі виявлено серед осіб із середнім ступенем короткозорості ($p < 0,05$). При слабкому ступені короткозорості ФРНП також є кращою, ніж в групі осіб із нормальним зором. Останнє, разом із тенденцією до зменшення часу ЛП РВ 2-3, може бути прогностичним маркером покращення психофізіологічних функцій у зазначених осіб. В групі із високим ступенем короткозорості, результати тесту на визначення рівня ФРНП були найгіршими, що в комплексі із збільшеним часом сенсо-моторного реагування (у порівнянні із людьми з нормальним зором та при короткозорості менших значень) свідчить про певну загальмованість нервових процесів.

Таким чином, у порівнянні із групою практично здорових людей з нормальним зором (контроль), особливостями нейродинамічних функцій в умовах набутої короткозорості слід вважати утруднення (більший час латентного періоду) простої сенсомоторної реакції та одночасне пришвидшення (менший час латентного періоду) складних сенсомоторних реакцій, а також вищий рівень ФРНП при низьких та середніх значеннях короткозорості. При високих значеннях короткозорості відбувається погіршення всіх досліджених показників.

Загальновідомо, що діяльність вищих відділів ЦНС людини залежить не лише від її типологічних властивостей вищої нервової діяльності, але й і від властивостей функцій сприйняття, уваги, пам'яті та мислення [93, 97]. Пам'ять та увага є такими видами психічної діяльності, що спрямовані на адаптацію до навколишньої дійсності; вони складають основу процесу пізнання і індивідуального досвіду організму [93, 98]. Доведено, що їх властивості можуть мати особливості прояву при різних станах людини, наприклад, за умов професійного становлення чи спортивної спеціалізації [92, 94, 95, 100, 101], різного рівня фізичного розвитку [102], а також при наявності дефектів самих сенсорних систем [103, 104].

Найбільш безпосередньо із динамічними змінами процесів збудження та гальмування в структурах ЦНС пов'язана увага людини. На думку І.П. Павлова під дією певного фактору (внутрішнього чи зовнішнього) в окремій ділянці кори головного мозку виникає збудження, що призводить до загальмовування інших її ділянок (одночасна індукція), або, навпаки, відбувається гальмування збуджених структур даної частини кори мозку (послідовна індукція) [105, 106]. Завдяки процесу іррадіації в ділянках мозку постійно виникають «зони оптимального збудження», де створюються умови для найлегшого утворення тимчасових нейронних зв'язків та диференціації сигналів. На рівні цілісного організму, який перебуває в середовищі, що активно змінюється, постійно виникаючі нові подразники формують в ЦНС «головні осередки збудження» («домінанти» за О.О. Ухтомським [107]), які

зумовлюють відповідь-реакцію та формують поведінку людини в цілому [108-110]. В цьому розумінні важливим є сформульоване в працях Б. Г. Ананьєва [98] та П. Я. Гальперіна [111] визначення уваги як вибіркової спрямованості процесу сприйняття на певний об'єкт, що становить для людини сигнальне значення, з метою адекватного його відображення на період часу [112]. В роботах Т. Рибо доведено, що під час акту уваги завжди відбуваються зміни фізичного та фізіологічного стану людини [113, 114]. Здобутком Смирнова В.М., який активно розробляв питання фізіології сенсорних систем, доведено, що від рівня працездатності ЦНС, її функціонального стану, залежить якість сприйняття дійсності [25]. Дослідниця Ю.Б. Гіппенрейтер [115] наголошувала на тому, що увага є проявом роботи провідного рівня організації діяльності, насамперед внутрішньої роботи по віддзеркаленню дійсності, та виокремлювала такі суттєві ознаки уваги як якість діяльності, вибірковість сприйняття та обробки інформації, характер запам'ятовування та відтворення матеріалу [116, 117].

В нашій роботі за результатами вивчення показників уваги ми отримали дані, що дозволяють говорити про більш високі рівні її концентрації в умовах набутої короткозорості різного ступеня, у порівнянні із контрольною групою людей з нормальним зором. Виконання «Коректурної проби» у звичайних умовах показало, що кількісні характеристики уваги (об'єм роботи), її точність (за кількістю допущених помилок) та швидкість (темп роботи і час, необхідний на обробку одного стимулу) є найліпшими при слабкому ступені короткозорості. В той же час, аналогічні показники при середньому ступені короткозорості виявилися меншими, ніж в контрольній групі та інших дослідних групах, хоча загальний рівень концентрації уваги залишився на вищому рівні, що пояснюється меншою кількістю помилок в цій групі. При високому ступені короткозорості показники уваги є дещо вищими за контрольні дані, проте меншими, ніж при слабкому ступені. Загалом, від слабких до високих значень короткозорості знижуються більшість досліджуваних показників, особливо якість роботи і

концентрація уваги, що дозволяє нам зробити висновок про зниження властивостей уваги із зростанням ступеня короткозорості (рис. 5.10)

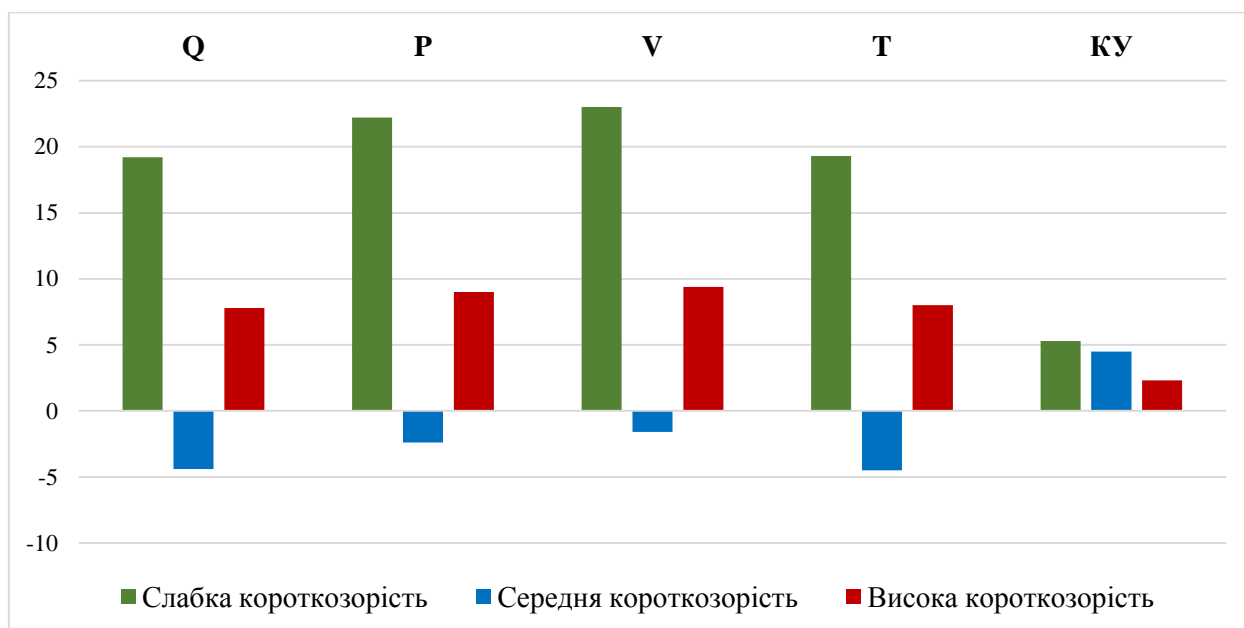


Рис. 5.10. Показники уваги у осіб із різним ступенем набутої короткозорості за результатами Завдання 1 «Коректурної проби» (у % від рівня контрольної групи).

Результати, отримані нами в контрольній групі, що виявилися нижчими, ніж в експериментальній групі, в цілому співпадають з літературними даними. Так, наприклад, в роботі Кондратюк С.М. [117], яка досліджувала увагу у студентів-першокурсників, описано, що більшість учасників мали незадовільний низький (54,4%) та середній (13,6%) рівень уваги. Проведений авторкою кореляційний аналіз встановив високу ступінь взаємозв'язку ($r = 0,7-0,9$) у дослідних групах між навчальною успішністю та рівнем уваги, що за умов нестійкості уваги, нездатності до її розподілу та переключення, на її погляд, може стати причиною академічної неуспішності і тому потребує особливого контролю.

Як зазначається в літературі, важливим показником функціонального стану ЦНС при дії різних факторів є здатність до концентрації уваги та розумова працездатність [118-120]. З метою дослідження особливостей динаміки психофізіологічних функцій в умовах набутої короткозорості різних значень нами були проведені додаткові тестування «Коректурної

проби» із введенням гальмівних чинників: зміна літер (Завдання 2), зміна літер та шумовий подразник (Завдання 3). В даних варіаціях проведення методики, що багаторазово апробовані дослідниками психофізіологічної сфери особистості [114], зміна літер для викреслювання є фактором внутрішнього гальмування, шумовий подразник – зовнішньо-гальмівним фактором.

Згідно отриманих результатів ми можемо стверджувати, що за умов утрудненої діяльності в групах осіб із короткозорістю зберігається характер роботи, встановлений і в Завданні 1. Загалом, кількісні та швидкісні показники уваги при слабкому та високому ступені були більшими, а при середньому ступені – меншими; показники якості роботи, розумової продуктивності та концентрації уваги були більшими в усіх короткозорих групах (у порівнянні із людьми з нормальним зором). Проте нами виявлені певні відмінності між короткозорими групами у характері виконання Завдань 2 та 3 (рис. 5.11).

Так, за результатами Завдання 2 у осіб із слабкою короткозорістю виявлено найвищий рівень концентрації уваги та найвища якість (точність) роботи. В групі осіб із середнім ступенем короткозорості зміна завдання не призвела до значного зростання обсягів та швидкості роботи і ці показники залишились на рівні меншому, ніж в контрольній групі. Найбільш суттєві зміни відбулися при високому ступені короткозорості: в даній групі осіб виявлено найвищі кількісні (**Q**) та швидкісні (**V** та **T**) показники, що поєднувалося з найнижчою точністю роботи та найнижчим рівнем концентрації уваги.

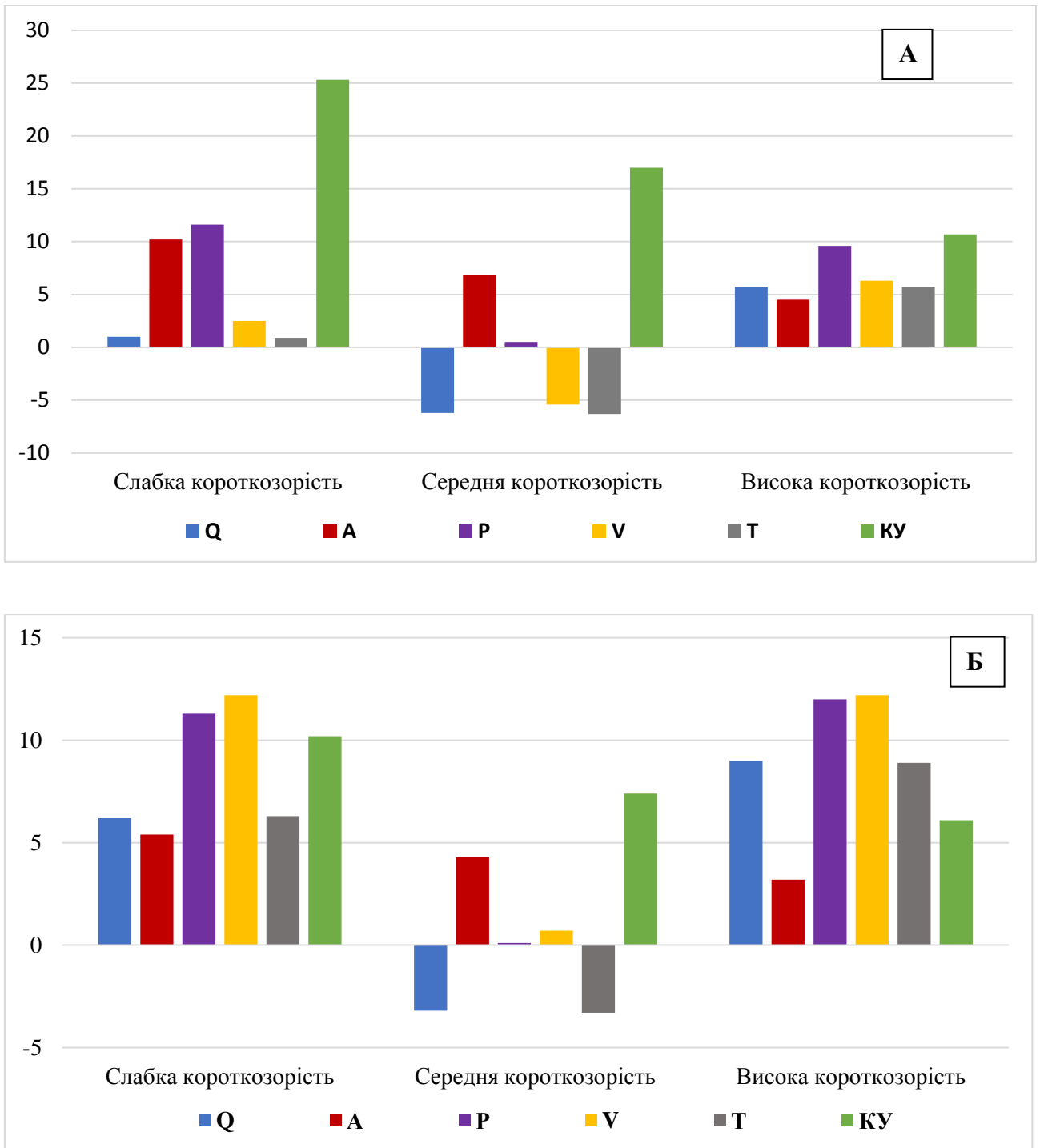


Рис. 5.11. Показники уваги у осіб із різним ступенем набутої короткозорості за результатами Завдання 2 (А) та Завдання 3 (Б) «Коректурної проби» (% від рівня контрольної групи).

Тому, зважаючи на вищі вихідні рівні показників, зберігання вищої точності та концентрації уваги під час роботи на тлі внутрішнього гальмування ми можемо стверджувати, що функція уваги є найбільш

розвиненою та стійкою при низьких та середніх значеннях набутої короткозорості. Вище наведене говорить і про достатні функціональні резерви організму у даного контингенту осіб. Більш суттєві зміни в групі осіб із високою короткозорістю, що супроводжувалося зниженням точності та концентрації уваги, є проявом напруження функціональних резервів ЦНС, що за умов довготривалості роботи такого характеру може привести до швидкого нервового стомлення.

Майже аналогічні результати в дослідних групах були отримані і в Заданні 3, при поєднанні дії чинників внутрішнього та зовнішнього гальмування. Ми можемо припустити, що дія гальмівних факторів при високих значеннях короткозорості призводить до певного «розгальмування» нервових структур та/або їх активації, що і має відображення в підвищенні швидкості і, як наслідок, обсягів уваги, але не впливає на аналітичні блоки ЦНС і на якість обробки матеріалу. Це може бути обумовлено тим, що при «впрацюванні» за надскладних умов роботи діють тотожні механізми контролю та забезпечення діяльності у вищих відділах ЦНС, що залежать в більшій мірі від типологічних властивостей нервової системи.

В роботах, присвячених дослідженню впливу сторонніх факторів на діяльність ВНД людини, зокрема Артамонова В.М. [121], Погонишевої І.О. [122], встановлено, що під впливом шуму відбувається зниження швидкості уваги, обсягів короткочасної пам'яті, кількісних та якісних показників розумової працездатності, здатності до обробки інформації та змінюється характер особистісних реакцій, що в цілому відповідає отриманим нами результатам.

Дослідження функції переключення уваги, проведене нами за методикою «Червоно-чорні таблиці Шульте», виявило, що в групах осіб із слабким та середнім ступенем короткозорості даний показник є меншим (на 14,6 % та 10,4 % відповідно), а в групі з високим ступенем, навпаки, більшим (на 12,7 %), ніж в контролі. Отримані результати свідчать про кращу здатність до довільної зміни фокусу уваги з одного об'єкту на інший, що на

думку ряду науковців (Бердніков Д.В., Медведєв В.І., Павлов С.Е.) є умовою успішної адаптації людини в навколишньому середовищі. З точки зору системного підходу, адаптація людини розглядається як результат роботи інтегративної домінуючої функціональної системи, головною властивістю якої є саморегуляція, що реалізується через систему зворотних зв'язків в «акцепторі результату дій» [123, 124]. Переключення уваги як психофізіологічна функція тісно пов'язана із працездатністю клітин кори головного мозку та рухливістю нервових процесів [93, 95], що в нашій роботі отримало вираження в однаковій спрямованості змін ФРНП та показника переключення уваги при короткозорості різних значень.

Певна невідповідність результатів при середньому ступені короткозорості (зниження обсягу і швидкості обробки матеріалу в коректурній пробі та найвищий рівень ФРНП) може бути пов'язана із тим, що ФРНП, як і переключення уваги, є сталими, типологічними властивостями ЦНС, а обсяг, розподіл, стійкість уваги – більш мінливими та схильними до напрацювань [125]. Також ми можемо припустити, що в умовах короткозорості середнього ступеня організм людини перебуває в стадії виснаження (за класифікацією теорії стресу Г. Сел'є [7, 126]) і що за таких умов напруження функціональних резервів відбувається формування специфічної «зберезувальної» форми індивідуального стилю реагування зі зниженими швидкісними проявами.

Отже, отримані нами дані підтверджують функціональні перебудови в нервових процесах, що формуються на тлі набутої короткозорості різного ступеня та в певній мірі відображаються на характері ВНД цих осіб. Зокрема результати свідчать про вищий рівень концентрації та більшу стійкість уваги, кращу здатність до її переключення при низьких та середніх значеннях набутої короткозорості (у порівнянні із людьми з нормальним зором), що є наслідком специфічного функціонального стану ЦНС. Разом із тим, при високому ступені набутої короткозорості спостерігається зниження всіх показників уваги в звичайних умовах діяльності, а в умовах підвищеної

складності (дія процесів гальмування) швидкість уваги хоч і зростає, але не призводить до покращення якості диференціювання подразників.

Вивчення обсягів короточасної пам'яті, проаналізованих за видом сприймаючого аналізатора (зоровим чи слуховим) та типом стимульного матеріалу (числа чи слова) показало певні відмінності між досліджуваними групами. У порівнянні з даними контрольної групи при слабкій короткозорості спостерігалось підвищення обсягів «зорової» пам'яті на числа (на 8,8 %; $p < 0,05$) та зниження «слухової» пам'яті на числа (на 12,5 %; $p < 0,05$); при середній короткозорості – підвищення «зорової» та «слухової» пам'яті на слова (на 6,7 % та 4,4 % відповідно; $p < 0,05$) при зниженні «зорової» пам'яті на числа (на 3,9 %; $p > 0,05$); при високій короткозорості – підвищення «зорової» та «слухової» пам'яті на числа (на 19,7 %; $p < 0,05$ та 4 %; $p > 0,05$ відповідно) при зниженні «зорової» пам'яті на слова (на 8 %; $p < 0,05$) (рис. 5.12).

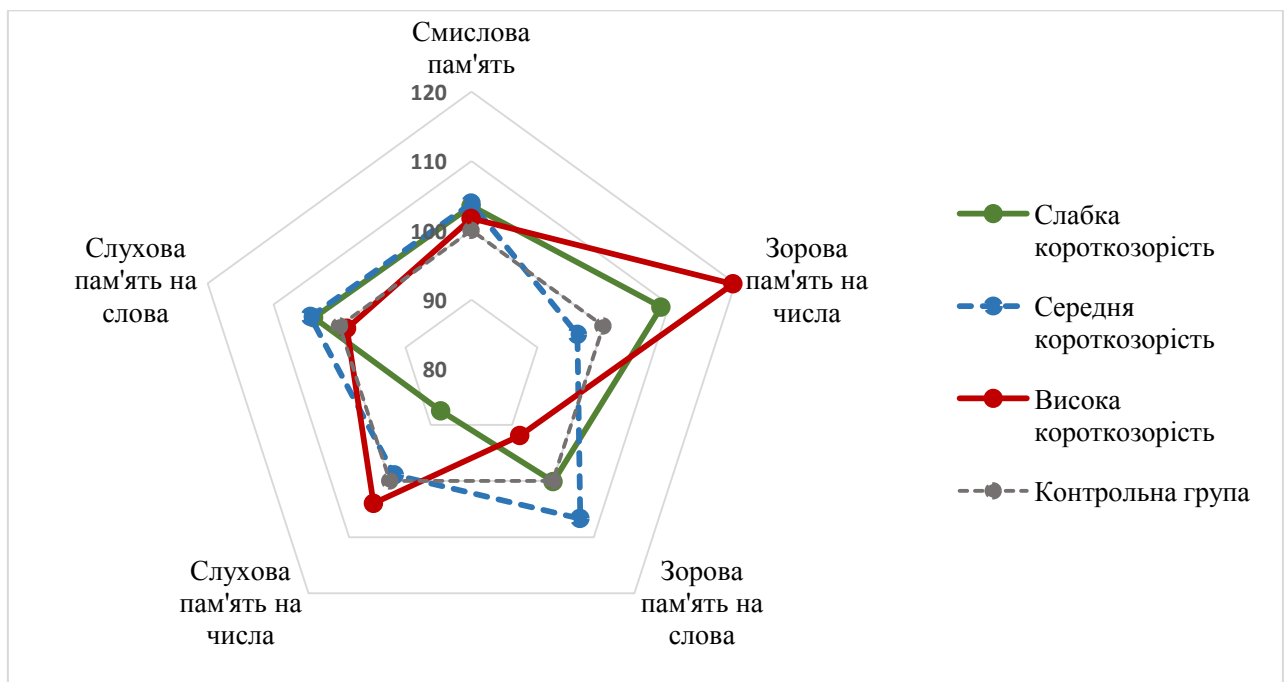


Рис. 5.12. Показники короточасної пам'яті осіб із набутотою короткозорістю різного ступеня (% від контрольного рівня).

В той же час в усіх групах короткозорих осіб найвищі числові результати були отримані за видами «зорова» та «слухова» короточасна

пам'ять на слова та «пам'ять на слова», що свідчить про полегшення сприймання та запам'ятовування сигналів, адресованих до II-ї сигнальної системи. Одночасно із цим, числовий матеріал відтворювався гірше учасниками зі слабкою та середньою короткозорістю, а при високій короткозорості, навпаки, ми виявили тенденцію до покращення відтворення даного типу стимульного матеріалу. За рівнем смислової пам'яті дані короткозорих осіб дещо перевищували контрольні, проте вірогідні відмінності між ними були відсутні.

Слід зауважити, що встановити спільну тенденцію, характерну для стану короткозорості при різних її значеннях, окрім більш високих обсягів короткочасної пам'яті на словесний матеріал, з огляду на доволі різноспрямовані результати в межах задач нашої роботи не було можливим. Отримані нами результати вивчення психофізіологічних функцій (пам'яті та уваги) в цілому відповідають літературним даним як стосовно контрольної групи, так і короткозорих учасників.

Дослідження кореляційних залежностей між різними ланками системного імунітету та нейродинамічними і психофізіологічними функціями (увага, пам'ять) показало наступні результати.

При слабкому ступені короткозорості взаємозалежними були: рівень смислової пам'яті та лейкоцити, нейтрофіли, моноцити, Т-лімфоцити, натуральні кілери, ФЧ ($r = -0,58 - -0,87$), лімфоцити, імуноглобуліни А, М, G ($r = 0,65 - 0,86$); слухова пам'ять на числа та лейкоцити, лімфоцити, Т-лімфоцити та їх субпопуляції, В-лімфоцити, ($r = -0,61 - -0,93$); зорова пам'ять на числа та лейкоцити, нейтрофіли, моноцити, натуральні кілери, ФЧ ($r = -0,53 - -0,81$), IgG IgM ($r = 0,58 - 0,87$), пам'ять на слова та лейкоцити, моноцити ($r = -0,56 - -0,82$), IgM ($r = 0,63$); ПЗРМ, ЛП РВ 1-3 та лейкоцити, лімфоцити, Т-лімфоцити і їх субпопуляції, натуральні кілери, В-лімфоцити, IgG ($r = 0,5 - 0,92$), нейтрофіли, моноцити ($r = -0,65 - -0,73$); ЛП РВ 2-3, ЩЦОІ, ФРНП та моноцити, Т-лімфоцити ($r = -0,87 - -0,95$), IgG, IgA ($r = 0,85$

– 0,92); між часом тестів на переключення уваги, ФРНП та Т-хелперами/індукторами ($r = -0,66$), ФЧ, IgG ($r = 0,56 - 0,6$), ПЗРМ, n ($r = 0,72 - 0,74$).

При середньому ступені короткозорості взаємозв'язки встановлено між смисловою пам'яттю та лейкоцитами, лімфоцитами, Т-хелперами/індукторами, природніми кілерами, ФЧ ($r = 0,52 - 0,71$); між слуховою пам'яттю на числа та лімфоцитами, Т-хелперами/індукторами, природніми кілерами, ФЧ ($r = -0,52 - -0,57$); між зоровою пам'яттю на слова та лімфоцитами, Т-хелперами/індукторами ($r = -0,53 - -0,67$); між зоровою пам'яттю на числа та моноцитами ($r = -0,67$), цитотоксичними Т-супресорами, природніми кілерами, IgM ($r = 0,54 - 0,71$); між ПЗРМ та ФІ ($r = -0,73$), IgG ($r = 0,76$); між ЛП РВ 1-3, ЛП РВ 2-3, ЩЦОІ, ФРНП та нейтрофілами всіх форм ($r = 0,8 - 0,94$), моноцитами і лімфоцитами ($r = -0,58 - -0,91$), Т-лімфоцитами ($r = 0,76$); між кількістю помилок в коректурній пробі та природніми кілерами, ІРІ ($r = -0,58 - -0,72$), цитотоксичними Т-супресорами ($r = 0,59$); між показниками уваги Р, Q, V, Т та субпопуляціями Т-лімфоцитів ($r = 0,65 - 0,71$), ФЧ ($r = -0,56 - -0,65$); між часом тестів на переключення уваги, ФРНП та Т-хелперами/індукторами ($r = -0,83$), ФЧ, IgG ($r = 0,60 - 0,66$), ПЗРМ, n ($r = 0,6 - 0,74$).

При високому ступені короткозорості кореляція середньої та високої сили встановлена між смисловою короткочасною пам'яттю та лейкоцитами, Т-супресорами/цитотоксичними, IgA ($r = -0,54 - -0,71$), натуральними кілерами, ФЧ, IgG ($r = 0,59 - 0,86$); між слуховою пам'яттю на числа та лейкоцитами, Т-лімфоцитами, субпопуляціями Т-лімфоцитів ($r = 0,64 - 0,82$), лімфоцитами, ФЧ ($r = -0,66 - -0,76$); між зоровою пам'яттю на слова та IgG ($r = 0,67$); між зоровою пам'яттю на числа та Т-лімфоцитами, Т-хелперами/індукторами ($r = 0,56 - 0,80$); ПЗРМ та лейкоцитами, лімфоцитами, Т-лімфоцитами, Т-хелперами/індукторами ($r = -0,64 - -0,92$), нейтрофілами, моноцитами, натуральними кілерами ($r = 0,65 - 0,92$); ЛП РВ 2-3, ЩЦОІ, ФРНП та моноцитами, Т-лімфоцитами ($r = -0,74 - -0,91$), нейтрофілами,

натуральними кілерами, IgA ($r = 0,85 - 0,92$); між показниками уваги P, Q, V, T та T-хелперами/індукторами ($r = -0,66 - -0,68$); між кількістю помилок та T-лімфоцитами, їх субпопуляціями, природними кілерами ($r = -0,58 - -0,83$); між часом тестів на переключення уваги, ФРНП та T-хелперами/індукторами ($r = -0,74$), ПЗРМ, IgG ($r = 0,66 - 0,81$).

Аналіз встановлених кореляційних залежностей у осіб із набутою формою короткозорості показав тісний зв'язок між імунною системою та діяльністю вищих відділів ЦНС (розглядалося на прикладі нейродинамічних функцій, уваги та короткочасної пам'яті), що підтверджує наявність функціональних зв'язків між цими регулюючими системами та узгоджується із теорією нейроімунної регуляції функцій організму. Важливе значення має виявлений тісний характер взаємозалежностей між показниками неспецифічного імунітету короткозорих осіб і вмістом у крові імуноглобулінів та обсягами короткочасної пам'яті, в той час як для нейродинамічних показників та процесів уваги даної категорії осіб надважливими виявилися клітини, що формують специфічну імунну відповідь, головним чином T-лімфоцити та їх субпопуляції. Вище наведене доводить, що в умовах короткозорості, яка розглядається як певний функціональний стан організму з симптомами формування імунодефіцитного стану за T-клітинним типом, відбуваються адаптаційні перебудови в межах фізіологічних показників як імунної системи, так і вищої нервової діяльності, що регулюються за принципом зворотного зв'язку. Отримані дані представляють значний інтерес для пошуку та розробки нових шляхів модуляції стану імунної системи і ЦНС, проведення імунотерапевтичних заходів.

Слабку ступінь набутої короткозорості можна охарактеризувати як стан систем організму при якому змінами у порівнянні із середніми та високими значеннями короткозорості можна вважати:

- в імунній системі: 1) найнижчий абсолютний вміст нейтрофілів та найменші показники фагоцитозу, що поєднуються із середньо вираженим зниженням всіх інших ІКК неспецифічного вродженого імунітету та найвищим вмістом еозинофілів; 2) найбільше зменшення числа Т-лімфоцитів при найвищій кількості Т-супресорів/цитотоксичних, найнижчі значення ІРІ та найвищій лейко-Т-клітинний індекс; 3) зменшення кількості В-лімфоцитів, найменші значення лейко-В-клітинного індексу та показника Іg-продукуючої властивості В-лімфоцитів, найменшу концентрацію у сироватці крові ІgG;
- в характеристиках стану ВНД: 1) найменший час латентного періоду ПЗРМ, РВ 1-3 та РВ 2-3; 2) середньо виражену ФРНП; 3) найвищі кількісні, якісні та швидкісні показники; 4) найвищій рівень концентрації та переключення уваги; 5) найнижчі обсяги слухової пам'яті на слова при достатніх рівнях інших видів пам'яті.

Середній ступінь набутої короткозорості відрізняється від слабкого та високого ступеня за:

- в імунній системі: 1) максимальним числом лейкоцитів, лімфоцитів, натуральних кілерів, високою концентрацією гемоглобіну у крові, що поєднуються із середньо вираженими змінами всіх інших ІКК неспецифічного вродженого імунітету; 2) максимальним вмістом Т-лімфоцитів за рахунок Т-хелперів/індукторів; 3) максимальні зміни в концентрації ІgА у бік зростання;
- в характеристиках стану ВНД: 1) найвищим рівнем ФРНП при середньо виражених значеннях часу латентного періоду ПЗРМ, РВ 1-3 та РВ 2-3; 2) найменшими кількісним та швидкісними показниками при середній точності роботи, концентрації та переключення уваги; 3) найвищими обсягами зорової пам'яті на слова при найнижчих обсягах зорової пам'яті на числа та середніх обсягах інших видів пам'яті.

Високий ступінь набутої короткозорості відрізняється від слабкого та середнього ступеня за:

- в імунній системі: 1) максимальними порушеннями в кількісних характеристиках у бік зменшення лейкоцитів, лімфоцитів, натуральних кілерів, еритроцитів, найменшою концентрацією гемоглобіну, що поєднується із максимальним абсолютним числом моноцитів та нейтрофілів; 2) зменшеною кількістю Т-хелперів/індукторів і Т-супресорів/цитотоксичних при середніх значеннях ІРІ та лейко-Т-клітинного індексу; 3) збільшеною кількістю В-лімфоцитів та найвищим рівнем їх Іg-продукуючої активності, що супроводжувалося найбільшим зростанням концентрацій імуноглобулінів всіх досліджуваних класів;
- в характеристиках стану ВНД: 1) найдовшими ЛП ПЗРМ, РВ 1-3, РВ 2-3, найнижчим рівнем ФРНП; 2) середніми кількісним та швидкісними показниками при найнижчій точності роботи, найменшим рівнем концентрації уваги та найбільшим часом переключення уваги; 3) найменшим обсягом зорової і слухової пам'яті на слова та найбільшим обсягом зорової і слухової пам'яті на числа.

Підсумовуючі отримані результати ми можемо стверджувати, що загальними характеристиками стану імунної системи осіб із набутою короткозорістю різного ступеня (у порівнянні з контрольними даними) було: в системі неспецифічного імунітету – зниження рівнів лейкоцитів, лімфоцитів, сегментоядерних нейтрофілів, натуральних кілерів, гемоглобіну, що призвело зменшення фагоцитарних показників, та одночасне зростання рівнів моноцитів; в клітинній ланці системного імунітету – зниження вмісту клітин Т-лімфоцитів та їх субпопуляції Т-хелперів/індукторів, зниження ІРІ-індексу, збільшення вмісту Т-супресорів/цитотоксичних та підвищення лейко-Т-клітинного індексу; в гуморальній ланці системного імунітету – зростання вмісту В-лімфоцитів та концентрації імуноглобулінів класів М (особливо) та А, зниження лейко-В-клітинного індексу. Слід відзначити тенденцію до погіршення стану більшості показників імунної системи, що супроводжувалося збільшенням ступеня їх порушення від низьких до високих значень короткозорості. В той же час подовження часу простої

сенсомоторної реакції та зменшення часу складного сенсомоторного реагування, а також підвищення рівня функціональної рухливості нервових процесів при низьких та середніх значеннях короткозорості та їх загальмованість при високих значеннях (у порівнянні із контролем), можна розглядати як специфічні функціональні зміни нейродинамічних функцій, що формуються в умовах набутої короткозорості різних ступенів. Серед спільних для усіх короткозорих осіб характеристик процесу уваги, що відрізняються від даних практично здорових людей, слід відзначити кращу якість роботи та концентрацію уваги. Показники короткочасної пам'яті змінювались стохастично в досліджуваних групах, що не дозволило виявити спільну особливість для короткозорих осіб.

Таким чином, результати наших досліджень розширили та оновили базу знань про короткозорість набутої форми як певний функціональний стан та адаптаційну системну реакцію організму в аспекті розкриття особливостей стану системного імунітету та перебігу психофізіологічних функцій при її різних ступенях розвитку, а також визначили специфічний характер нейроімунної взаємодії у осіб із набутою короткозорістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 5:

1. Баевский РМ. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина; 1979. 324 с.
2. Агаджанян НА. Адаптация и резервы организма. М.: ФиС; 1983. 176 с.
3. Агаджанян НА, Макарова ИИ. Среда обитания и реактивность организма. Тверь: Фамилия; 2001. 176 с.
4. Var-Dayan Y, Levin A, Morad Y, et al. The changing prevalence of myopia in young adults: a 13-year series of population-based prevalence surveys. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2005;46(8):2760-2765. DOI: 10.1167/iovs.04-0260.
5. Congdon N, Burnett A, Frick K. The impact of uncorrected myopia on individuals and society. *Comm. Eye Health J.* 2019;32(105):7-8. PMID: PMC6688418.

6. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012;32(1):3-16. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x.
7. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: Медгиз, 1960. 255с.
8. Гаркави ЛХ, Толмачов ГН, Михайлов НЮ и др. Адаптационные реакции и уровни реактивности как эффективные диагностические показатели донозологических состояний. *Вестн. южн. науч. ЦРАН.* 2007;3(1):61-66.
9. Баевский РМ. Проблема здоровья и нормы: точка зрения физиолога. *Клиническая медицина.* 2000;4:59-64.
10. Радченко ОМ. Адаптаційні реакції в клініці внутрішніх хвороб. Львів: Ліга-Прес; 2004. 232 с.
11. Радченко ОМ, Кондратюк МО, Зенін ВВ, Деркач ДВ. Загальні адаптаційні реакції в здорових осіб. *Мед. гідрологія та реабілітація.* 2010;8(3):67-69.
12. Меерсон ФЗ, Пшенникова МГ. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина; 2002. 256 с.
13. Федорців ОЄ, Лучишин НЮ. Визначення неспецифічної резистентності організму дітей старшого дошкільного віку. *Вісник наукових досліджень.* 2009;4:7-9.
14. Акмаев ИГ. Нейроиммуноэндокринология: истоки и перспективы развития. *Успехи физиологических наук.* 2003;34(4):4-15.
15. Белоглазов ВА, Кошукова ГН Алексеева АА. Взаимодействие основных регуляторных систем организма. *Крымский терапевтический журнал.* 2007;2(2):24-30.
16. Самотруєва МА, Ясенявская АЛ, Цибизова АА, Башкина ОА, Галимзянов ХМ, Тюренков ИН. Нейроиммуноэндокринология: современные представления о молекулярных механизмах. *Иммунология.* 2017;38(1):49-59. DOI: 10.18821/0206-4952-2017-38-1-49-59.
17. Полетаев АБ, Морозов СГ, Ковалев ИЕ. Регуляторная метасистема (нейроиммуноэндокринная регуляция гомеостаза). М.: Медицина; 2002. 156 с.

18. Alford L. Findings of interest from immunology and psychoneuroimmunology. *Man Ther.* 2007;12(2):176-180.
19. Корнева ЕА. Иммунофизиология. СПб.: Наука; 1993. 597 с.
20. Судаков КВ. Иммунные механизмы системной деятельности организма: факты и гипотезы. *Иммунология.* 2003;6:372-381.
21. Sotelo J. The nervous and the immune systems: conspicuous physiological analogies. *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol.* 2015;201(2):185-194. DOI: 10.1007 / s00359-014-0961-8
22. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України: 2012 рік. Київ: ДУ «Український інститут стратегічних досліджень МОЗ України»; 2013. 464 с.
23. Azevedo MJ, Johnson BH. The impact of globalization determinants and the health of the world's population. In: *New knowledge in a new era of globalization.* London: InTech; 2011, p. 165-182.
24. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo K, Sankaridurg P, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016;123(5):1036-1042. DOI:10.1016/j.optha.2016.01.006.
25. Смирнов ВМ. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность М.: Академия, 2003. 304 с.
26. Казмірчук ВС, Ковальчук ЛВ. Клінічна імунологія та алергологія. Вінниця: Нова книга: 2006. 526 с.
27. Zemskov VM, Pronko KN, Zemskov AM, Zemskova VA. Contradictions of clinical immunology: Nonspecific and specific mechanisms in immunogenesis. *Clinical Practice.* 2018;16(3):1161-1169.
28. Возианов АФ, Бутенко АК, Зак КП и др. Цитокины: биологические и противоопухолевые свойства. Киев: Наукова думка; 1998. 317 с.
29. Ярилин АА. Система цитокинов и принципы ее функционирования в норме и при патологии. *Иммунология.* 1997;3:7-14.

30. Сидорчук РІ, Павлович КВ, Плегуча ОМ, Душак ОД, Плегуча ІМ. Динаміка змін інтегральних індексів неспецифічної резистентності та імунної реактивності при гнійно-деструктивних процесах нижніх кінцівок. Клінічна та експериментальна патологія. 2011;2(36):96-98.
31. Лемко ОІ, Решетар ДВ, Фецько ВМ, Попадинець МІ. Роль порушень неспецифічної резистентності в перебігу негоспітальних пневмоній. Український пульмонологічний журнал. 2015;2:65-68.
32. Ricklin D, Lambris JD. Complement in immune and inflammatory disorders: pathophysiological mechanisms. *J. Immunol.* 2013;190(8):3831-3838.
33. Карпунина ТИ, Годовалов АП, Бусырев ЮБ. Методические подходы к оценке цитокинового баланса и лейкоцитарной реакции при обтурации желчевыводящих путей различного генеза. *Медицинская иммунология.* 2018;20(6):825-832.
34. Yao Y, Xie S, Yang C, Zhang J, Wu X, Sun H. Biomarkers in the evaluation and management of chronic rhinosinusitis with nasal polyposis. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2017;274(10):3559-3566.
35. Бережная НМ. Цитокиновая регуляция при патологии: развитие и неизбежные вопросы. *Цитокины и воспаление.* 2007;6(2):26-34.
36. Симбирцев АС. Цитокины – новая система регуляции защитных реакций организма. *Цитокины и воспаление.* 2002;1(1):9-16.
37. Левицька АС. Чинники та механізми неспецифічної резистентності у дітей, що часто і тривало хворіють. Клінічна та експериментальна патологія. 2014;2(48):91-93.
38. Акімова ВМ, Лаповець ЛЄ. Адаптаційні реакції та інтегральні гематологічні індекси неспецифічної резистентності при гострих та хронічних запальних процесах в черевній порожнині. *Вісник проблем біології і медицини.* 2015;1(122):79-82.
39. Плегуча ІМ. Зміни факторів і механізмів неспецифічного протиінфекційного захисту хворих на травматичну хворобу. Клінічна та експериментальна патологія. 2016;15(1):112-115.

40. Марушко ЮВ, Мовчан ОС. Характеристика місцевих гуморальних факторів неспецифічної резистентності в дітей із повторними респіраторними захворюваннями. *Здоровье ребенка*. 2014;2:9-13.
41. Чернишова ЛІ, Якимович СА, Донської БВ, Глазюк ЛВ. Захисна роль місцевого імунітету у профілактиці захворювань верхніх дихальних шляхів у дітей. *Современная медицина*. 2012;4(44):104-107.
42. Abramova T, Smirnova Y, Abramov V. Immunological features in children with progressive myopia. In: *Materials of the 3-rd Congress of Immunologists and Allergists of the CIS*, 2000;1(2):164 s.
43. Иванова НВ, Кондратюк ГИ. Приобретенная миопия: интеграция факторов риска развития и прогрессирования. *Таврический медико-биологический вестник*. 2013;16(3):171-176.
44. Шейко ВІ, Макаренко МВ, Іванюра ІО. Стан нейродинаміки та імунної системи у людей з міопією. *Фізіол. журнал*. 2005; Том 51(4):55-60.
45. Ульянова НА, Величко ЛН, Богданова АВ. Экспрессия молекулярных маркеров ранней и поздней активации лимфоцитов и маркера аутоиммунного процесса у больных с прогрессирующей миопией. *Офтальм. журн*. 2015;1:55-60. DOI: 10.31288/oftalmolzh201515560.
46. Ярилин АА. *Иммунология*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010. 748 с.
47. Сепиашвили ВН, Сорокина ОА. *Физиология естественных киллеров*. М.: Медицина-Здоровье; 2005. 455 с.
48. Paust S, Senman B, von Andrian UH. Adaptive immune responses mediated by natural killer cells. *Immunol. Rev.* 2010;235(1):286-296. DOI: 10.1111/j.0105-2896.2010.00906.x.
49. Zuercher AW, Coffin SE, Thurnheer MC, Fundova P, Cebra JJ. Nasal-associated lymphoid tissue is a mucosal inductive site for virus-specific humoral and cellular immune responses. *Journal of Immunological Methods*. 2013;168(4):1796-803.
50. Goto Y, Kurashima Y, Kiyono H. Roles of the gut mucosal immune system in symbiosis and immunity. *Rinsho Ketsueki*. 2015;56(10):2205-2212.

51. Крижна СІ, Київська ЮО, Козар ВВ. Стан клітинної та гуморальної ланок імунітету в умовах експериментального риніту та його фармакологічної корекції. Вісник проблем біології і медицини. 2018;2(144):169-172.
52. Sepiashvili RI. Functional system of immune homeostasis. *Allergology and Immunology*. 2015;16(1):91-100.
53. Коваленко ЛА, Суходолова ГН. Интегральные гематологические индексы и иммунологические показатели при острых отравлениях у детей. *Общая реаниматология*. 2013;9(5):24-28.
54. Новиков ВС, Смирнов ВС. Иммунофизиология экстремальных состояний. СПб: Наука: 1995. 172 с.
55. Андрюков БГ, Богданова ВД, Ляпун ИН. Фенотипическая гетерогенность нейтрофилов: новые антимикробные характеристики и диагностические технологии. *Гематология и трансфузиология*. 2019;64(2):211-221. DOI: 10.35754/0234-5730-2019-64-2-211-221_
56. Jones HR, Robb CT, Perretti M, et al. The role of neutrophils in inflammation resolution. *Seminars in immunology*. Academic Press. 2016;289(2):137-45. DOI: 10.1016/j.smim.2016.03.007.
57. Wirths S, Stefanie Bugl S, Kopp H-G. Steady-state neutrophil homeostasis is a demand-driven process. *Cell Cycle*. 2013;12(5):709-10. DOI: 10.4161/cc.23859.
58. Удовенко НС. Особливості імунного статусу пацієнтів із запальними захворюваннями очей герпесвірусної етіології. *Укр. мед. часопис*. 2012;5(91):117-120.
59. Liepke C, Waxmann S, Heine C, Breithaupt N, Ständker L, Forssmann WG. Human hemoglobin-derived peptides exhibit antimicrobial activity: a class of host defense peptides. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2003;791(1-2):345-56.
60. Shmalyey SV, Zav'yalov VP, Kostenko OR. Redka IV. Features of the immune status of children with visual impairments. *Pathol*. 2011;8(2):130-132.

61. Williams KW, Milner JD, Freeman AF. Eosinophilia associated with disorders of immune deficiency or immune dysregulation. *Immunol. Allergy Clin. North Am.* 2015;35(3):523-544. DOI: 10.1016/j.iac.2015.05.004.
62. Wei CC, Kung YJ, Chen CS, Chang CY, Lin CJ, Tien PT, et al. Allergic conjunctivitis-induced retinal inflammation promotes myopia progression. *EBioMedicine.* 2018;28:274-286. DOI: 10.1016/j.ebiom.2018.01.024.
63. Кобец ТВ, Некрасов ВН, Мотрич АК. Роль лейкоцитарных индексов в оценке адаптационно-компенсаторных возможностей чукотских детей, больных рецидивирующим бронхитом, на этапе санаторно-курортного лечения. *Вестник физиотерапии и курортологии.* 2003;1:47-48.
64. Саранчина ЮВ, Агеева ЕС, Водолазова СВ, Штыгашева ОВ. Особенности иммунного ответа при хронической *Helicobacter pylori*-инфекции. В: Матер. научно-практ. конф. Актуальные вопросы бактериологии; 2011 нояб; Томск. Томск; 2011, с. 63-65.
65. Саранчина ЮВ. Интегральные лейкоцитарные индексы как показатели эндогенной интоксикации при *H. Pylori* – ассоциированном атрофическом гастрите. *Евразийское Научное Объединение.* 2017;2(24):80–84.
66. Lin HJ, Wei CC, Chang CY. Role of chronic inflammation in myopia progression: clinical evidence and experimental validation. *EBioMedicine.* 2016;10:269-281. DOI: 10.1016/j.ebiom.2016.07.021.
67. Черний ВИ, Нестеренко АН. Нарушения иммунитета при критических состояниях: особенности диагностики. *Внутр. медицина.* 2007;2(4):12-23.
68. Cassagne M, Malecaze F, Soler V. Pathophysiology of myopia: nature versus nurture. *Opthalmol.* 2014;37(5):407-441. DOI: 10.1016/j.jfo.2014.02.002.
69. Khamnagdaeva NV, Semenova LY, Obrubov SA, Salmasi JM, Poryadin GV, Rogozhina IV, Kazimirskii AN. Surface phenotype of blood lymphocytes in children with medium axial myopia in the presence or absence of secondary immunodeficiency. *Bulletin of RSMU.* 2016;1:40-43.

- 70.Меньшикова МВ, Щёголева ЛС, Щёголева ОЕ, и др. Адаптивные возможности иммунной регуляции у молодежи приполярного региона. *Экология человека*. 2010;5:30-35.
- 71.LeBien TW, Tedder TF. B-lymphocytes: how they develop and function. *Blood*. 2008;112:1570-1580.
- 72.Josefowicz SZ, Lu L-F, Rudensky AY. Regulatory T cells: mechanisms of differentiation and function. *Annu. Rev. Immunol.* 2012;30:531-564. DOI: 10.1146/annurev.immunol.25.022106.141623.
- 73.Офицеров ВИ. Подклассы иммуноглобулина G: возможности использования в практике. Кольцово: Вектор-Бест: 2005. 25 с.
- 74.Выхристенко ЛР, Янченко ВВ, Новиков ДК. Клиническое значение дефицитов иммуноглобулинов у взрослых. *Международные обзоры: клиническая практика и здоровье*. 2013;5(5):21-31.
- 75.Поворова ОВ, Титова НД. Показатели иммуноглобулинов у часто болеющих детей. *Имунопатология, аллергология, инфектология*. 2019;2:66-74. DOI: 10.14427/jipai.2019.2.66.
- 76.Біловол ОМ, Кравчун ПГ, Бабаджан ВД, Кузнецова ЛВ, редактори. *Клінічна імунологія та алергологія: навч. пос.* Харків: Гриф; 2011. 550 с.
- 77.Abrahamian F, Agrawal S, Gupta S. Immunological and clinical profile of adult patients with selective immunoglobulin subclass deficiency: response to intravenous immunoglobulin therapy. *Clin Exp Immunol.* 2010;159:344–350. DOI: 10.1111/j.1365-2249.2009.04062.x.
- 78.Kim JH, Park S, Hwang YI, Jang SH, Jung KS, et al. Immunoglobulin G subclass deficiencies in adult patients with chronic airway diseases. *J Korean Med Sci.* 2016;31(10):1560-1565. DOI: 10.3346/jkms.2016.31.10.1560.
- 79.Olinder-Nielsen AM, Granert C, Forsberg P, Friman V, Vietorisz A, Björkander J. Immunoglobulin prophylaxis in 350 adults with IgG subclass deficiency and recurrent respiratory tract infections: a long-term follow-up. *Scand J Infect Dis.* 2007;39:44–50. DOI: 10.1080/00365540600951192.

80. Крыжановский ГН. Стресс и иммунитет. Вестник Академии Медицинских наук России. 2002;8:3-12.
81. Зимин ЮИ. Стресс: иммунологические аспекты. Итоги науки и техники. Сер. Иммунология. М.: ВИНТИ. 1983. Т12. С. 41-62.
82. Дорошева ЕА. Эволюционный подход к вопросам формирования близорукости: перестройка зрительного анализатора как адаптация к социокультурным условиям. Экспериментальная психология. 2014;7(3):83-97.
83. Ваврищук ТА. Функціональні особливості здорового сприйняття еметропічним і міопічним оком дітей шкільного віку [автореферат]. Львів: Національний медичний університет імені Данила Галицького; 2003. 20 с.
84. Пикущий ДВ. Функциональное состояние зрительной сенсорной системы у школьников пубертатного возраста с аномалией рефракции. Стриж [Интернет]. 2015 [цитировано 2017 март.];2(02);14-17. Доступно на: <http://www.strizh-vspu.ru/files/publics/1434459298.pdf>.
85. Стоцька ЛМ. Порушення антиоксидантної та імунної систем у дітей з набутою неускладненою міопією і їх корекція за допомогою фітотерапії [автореферат]. Одеса: Дніпропетровська державна медична академія МОЗ України; 2006. 16 с.
86. Шейко ВІ, Пантелеєв ПГ, Казімірко НК, Дичко ВВ. Набута короткозорість слабкого ступеня та системний імунітет. Вісник проблем біології і медицини. 2014;1(4):224-225.
87. Новикова ЕИ, Надежкина ЕЮ, Мужиченко МВ. Влияние миопии на когнитивные функции учащихся пубертатного возраста. Вестник ВолгГМУ. 2015;4(56):127-129.
88. Мужиченко МВ. Некоторые показатели высшей нервной деятельности у школьников с нарушением зрения. Электр. науч.-образов. журн. ВГСПУ «Грани познания» [Интернет]. 2015 Авг.;6(40):64-6. Доступно на: <http://grani.vspu.ru/files/publics/1441607185.pdf>.

89. Аветисов ЕС. Близорукість. М.: Медицина, 1999. 288 с.
90. Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Швидкість центральної обробки інформації у людей з різними властивостями основних нервових процесів. Фізіол. журн. 2007;53(4):87-91.
91. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Кожемяко ТВ, Черненко НП. Вікові особливості швидкості обробки інформації у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Фізіол. журн. 2011;57(1):88-93.
92. Кокун ОМ, редактор. Психофізіологічні закономірності професійного самоздійснення особистості. Київ: Наук. думка; 2015. 297 с.
93. Кокун ОМ. Психофізіологія: навчальний посібник. Київ: Центр навч. літератури; 2006. 184 с.
94. Лизогуб ВС. Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність. Фізіологічний журнал. 2010;56(1):148–151.
95. Коробейніков ГВ, Приступа ЄН, Коробейнікова ЛГ, Бріскін ЮА. Оцінювання психофізіологічних станів у спорті: монографія. Львів: ЛДУФК; 2013. 311 с.
96. Макаренко МВ, Панченко ВМ. Сенсомоторна реактивність у людей з різними властивостями основних нервових процесів. Вісник Національного університету оборони України. 2012;4:188-193.
97. Макарчук МЮ, Куценко ТВ, Кравченко ВІ, Данилов СА. Психофізіологія: навчальний посібник. Київ: «Інтерсервіс»; 2011. 329 с.
98. Ананьев БГ, Бодалева АА, редактор. Избранные психологические труды. Москва: Педагогика; 1980. Том II. 288 с.
99. Білінська Т. Особливості уваги та оперативної зорової пам'яті осіб 21-46-річного віку. Психологія і суспільство. 2006;4(26):111-114.
100. Черевичко ОГ. Функції пам'яті та уваги у студентів навчального відділення плавання НТУУ КПІ. Молодий вчений. 2016;3:622-625.

101. Філімонова НБ, Куценко ТВ, Макаручук МЮ. Особливості обробки зорової вербальної та невербальної інформації в оперативній пам'яті людини. *Фізика живого*. 2006;14(3):75-86.
102. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Пустовалов ВО, Безкопильний ОО, Зганяйко ГВ. Нейродинамічні та психічні функції учнів середнього шкільного віку з різним рівнем фізичного розвитку. *Вісник Черкаського ун-ту. Біологічні науки*. 2013;2:69-75.
103. Серебрякова НВ, Стахова ЛЛ. Порушення слухової пам'яті у дітей із загальним недорозвиненням мовлення. В: *Сучасні проблеми логопедії та реабілітації: матеріали VII Всеукр. заочн. наук.-практ. конференції*; 2018 лют. 15; Суми. Суми: ФОП Цьома С.П.; 2017, с. 119-121.
104. Савченко ТЛ. Сутність уваги, уважливості і спостережливості як індивідуальних рис особистості. *Актуальні проблеми психології*. 2010;Том V(10): 205-210.
105. Павлов ИП. *Избранные труды*. М.: АПН РСФСР: 1951. 438 с.
106. Максименко СД. Теорія вищої нервової діяльності І.П. Павлова. *Пробл. сучасної психології*. 2017;38:7-17. DOI: 10.32626/2227-6246.2017-38.
107. Ухтомский АА. *Доминанта*. СПб: Питер; 2002. 448 с.
108. Зуева ЕЮ, Ефимов ГБ. Принцип доминанты Ухтомского как подход к описанию живого. *Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша*. 2010;14:32.
109. Батуев АС, Кругликов РИ, Ярошевский МГ, редакторы. *Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейробиология: Сб. научн. трудов*. Ленинград: Наука; 1990. 310 с.
110. Лысенко ЛВ. Доминанта как физиологическая основа внимания и основной механизм поддержания определенного функционального состояния. *Валеология*. 2008;2:60-65.
111. Гальперин ПЯ. *Экспериментальное формирование внимания*. М.: Изд-во Московского ун-та; 1974. 102 с.
112. Комарова ТК. *Психология внимания*. Гродно: ГрГУ: 2002. 124 с.
113. Рибо ТА. *Психология внимания*. СПб: Ф. Павленков; 1897. 99 с.

114. Гиппенрейтер ЮБ, Романова ВЯ, редакторы. Психология внимания. Москва: ЧеРо; 2001. 858 с.
115. Гиппенрейтер ЮБ. А.Н. Леонтьев и современная психология. М.: МГУ; Деятельность и внимание; 1983. С. 165-177.
116. Немов РС. Познавательные процессы и психические состояния. М.: Юрайт; 2015. С. 307-396.
117. Кондратюк СМ. Особливості сенсомоторної уваги студентів-першокурсників як одна з умов успішності навчання. Актуальні проблеми навчання та виховання людей з особливими потребами. 2010;7:445-452.
118. Галайтатий ГД. Фізіологічна характеристика фізичної і розумової працездатності студентів з різним рейтингом успішності і фізичної підготовленості [автореферат]. Київ: Університет імені Тараса Шевченка; 1997. 24 с.
119. Семиянский ЛИ. Динамика умственной работоспособности студентов. В: Здоров'я та освіта, проблеми та перспективи: Матеріали 1 Всеукраїнської науково-метод. конф; Донецьк; 2000, С. 306-307.
120. Багас ОП, Ковальчук РО, Неділько АС. Вплив рівня фізичної підготовки на самопочуття і розумову працездатність військовослужбовців. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Психологічні науки. 2018;1:17-25.
121. Артамонова ВН, Мухин НА. Профессиональные болезни. Москва: Медицина; 2004. 480 с.
122. Погоньшева ИА, Погоньшев ДА, Крылова АА. Влияние шума на психофизиологические параметры и работоспособность организма человека. Вестник НВГУ. 2015;1:87-93.
123. Бердников ДВ. Взаимосвязь процессов саморегуляции как предпосылка адаптации человека. Вестник ВолгГМУ. 2013;2(46):95-98.
124. Павлов СЕ. Адаптация. Москва: Паруса; 2000. 282с.

125. Конева ЛВ, Плотников ВВ. Свойства внимания как функции контроля поведения человека. Вестн. нов. мед. техн. 2009;16(3):137-139.
126. Филаретова ЛП. Стресс в физиологических исследованиях. Рос.физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2010;96(9):924-935.

ВИСНОВКИ

У дисертації викладені нові дані про стан системного імунітету та функціональний стан вищих відділів ЦНС, а також розкритий характер взаємозв'язків між нервовою та імунною системами у осіб з короткозорістю набутої форми слабкого, середнього та високого ступеня. Вирішення цього актуального наукового завдання становить ґрунтовну теоретичну базу для можливого подальшого використання у медичній, профорієнтаційній, освітній та інших сферах.

1. У осіб із набутою короткозорістю віком 18-35 років слабкого, середнього та високого ступеня виявлено зниження показників неспецифічного антиінфекційного захисту (зниження числа лейкоцитів, лімфоцитів, нейтрофілів, натуральних кілерів та компенсаторне зростання кількості клітин моноцитів) (I-II ступені ІІІ), формування імунодефіцитного стану за Т-клітинним типом (за рахунок зменшення Т-хелперів/індукторів) (II ступінь ІІІ), значну активацію гуморальної ланки системного імунітету, що мало вираження у підвищенні кількості В-лімфоцитів та концентрації імуноглобулінів класів М (III ступінь ІІІ) та А (II ступінь ІІІ). Тенденція до погіршення показників системного імунітету посилювалася від низьких до високих значень набутої короткозорості.

2. У осіб із набутою короткозорістю віком 18-35 років слабкого, середнього та високого ступеня виявлені відмінності у діяльності вищих відділів ЦНС за нейродинамічними та психофізіологічними функціями, що мало характерне вираження при різних значеннях набутої короткозорості. Дані особливості ВНД проявлялися у характері сенсомоторного реагування (збільшення часу ЛП ПЗРМ в усіх короткозорих групах, зменшення часу ЛП РВ2-3 та підвищення рівня ФРНП при слабкому та середньому ступені короткозорості) та характеристиках процесів уваги та короткочасної пам'яті.

3. У осіб із набутою короткозорістю слабкого ступеня у периферійній крові на фоні загального зниження кількості ІКК спостерігається найнижчий

вміст нейтрофілів (за рахунок зменшення кількості сегментоядерних нейтрофілів) і, відповідно, найнижчі показники фагоцитарної активності; найбільше зменшення Т-лімфоцитів при найбільшій кількості клітин Т-супресорів/цитотоксичних; зниження кількості В-лімфоцитів та найнижча концентрація IgG. Нейродинамічні характеристики були високими, а рівень ФРНП – середнім. В даній групі осіб виявлено найкращі кількісні, якісні та швидкісні показники уваги та середні рівні короткочасної пам'яті (при зниженні обсягу слухової пам'яті на слова) (у порівнянні із середньою та високою короткозорістю).

4. У осіб із набутою короткозорістю середнього ступеня показники неспецифічного та Т-клітинного імунітету були максимальними; в гуморальній ланці системного імунітету найбільш високою була концентрація IgA. В даній групі осіб було виявлено максимально високий рівень ФРНП при середніх рівнях сенсомоторних реакцій. Увага осіб із середньою короткозорістю характеризувалась найнижчими кількісними та швидкісними показниками на фоні середньої точності роботи. Найвищі обсяги короткочасної пам'яті встановлені при дослідженні зорової пам'яті на слова, найменші – зорової пам'яті на числа (у порівнянні із слабкою та високою короткозорістю).

5. В групі осіб із набутою короткозорістю високого ступеня виявлено максимальні зміни вмісту провідних ІКК у бік зменшення, що поєднувалось із максимальним числом моноцитів; зменшення числа всіх субпопуляцій Т-лімфоцитів; максимально високий вміст В-лімфоцитів та концентрацій Ig досліджуваних класів. Нейродинамічними особливостями високих значень короткозорості слід вважати найдовший час простих та складних СМР, найнижчий рівень ФРНП. В даній дослідній групі виявлено найменшу точність, концентрацію та переключення уваги, а також найменший обсяг пам'яті на слова та найбільший – пам'яті на числа (у порівнянні із слабкою та середньою короткозорістю).

6. Аналіз кореляційних відносин показав наявність тісних взаємозв'язків між нервовою та імунною системами при набутій короткозорості різного ступеня. Особливу увагу привертають зв'язки середньої та високої сили ($p < 0,05$) між:

- короткочасною пам'яттю та показниками неспецифічного (особливо, моноцитами) та клітинного імунітету (зворотні) і вмістом імуноглобулінів (особливо Ig G) (прямі);
- простими сенсомоторними реакціями та клітинним імунітетом (прямі);
- складним СМР, ФРНП, переключенням уваги та Т-клітинами, особливо, Т-хелперами/індукторами (зворотні) і Ig G (прямі).

Вище наведене доводить, що в умовах короткозорості, яка розглядається як певний функціональний стан організму з симптомами формування імунодефіцитного стану за Т-клітинним типом, відбуваються адаптаційні перебудови в межах фізіологічних показників як імунної системи, так і вищої нервової діяльності, що регулюються за принципом зворотного зв'язку. Отримані дані представляють значний інтерес для пошуку та розробки нових шляхів модуляції стану імунної системи і ЦНС, проведення імунотерапевтичних заходів.

ДОДАТКИ*Додаток А*

Інформована згода на участь у дослідженні

Інформована згода на участь у дослідженні

Я, _____,
даю письмову згоду на участь у науковому дослідженні за темою:
«Динаміка психофізіологічних функцій в умовах набутої короткозорості
різного ступеня», яке проводиться на базі Сумського державного педагогічного
університету імені А. С. Макаренка.

1. Згоден(-на) на тестування задля визначення стану психофізіологічних та нейродинамічних функцій (за відповідними методиками).
2. Згоден(-на) надати свою кров для клінічних та імунологічних досліджень (взяття крові проводиться медичним персоналом на базі відповідних установ).
3. Даю згоду на використання моїх особистих даних у дослідженні.
4. Не заперечую проти збору інформації щодо супутніх захворювань з відповідної медичної документації (медичної картки).
5. У разі потреби я, _____, маю право одержати медичну допомогу фахівців та відмовитися від участі у дослідженні.

« ____ » _____