

¹В. В. СТРЕЛЬЦОВА , ²О. С. ВОЛОШИН , ²В. Г. ОМЕЛЬЯНЕНКО ¹Айдарська ЗЗСО

с. Айдар, Луганська область, 92303 (евакуйований в м. Дніпро з 2022 р.)

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

E-mail: voloshyn@chem-bio.com.ua

ВПЛИВ ІМУНОСТИМУЛЯЦІЇ НА СПРИЙНЯТТЯ ТА ОБРОБКУ ПОДРАЗНИКІВ, АДРЕСОВАНИХ І ТА ІІ СИГНАЛЬНИМ СИСТЕМАМ, НА ФОНІ НАБУТОЇ КОРОТКОЗОРОСТІ ВИСОКОГО СТУПЕНЯ

Сучасне суспільство є інформаційно-кібернетичним, людина як його складник має значне інформаційно-емоційне навантаження, яке супроводжується ознаками стресового стану (не інфекційного походження). 80 % інформації людина сприймає органом зору (насамперед це розглядання дрібних символів з короткої відстані), що супроводжується значним функціональним навантаженням зорової сенсорної системи. Саме розглядання дрібних предметів тривалий час з короткої відстані викликає формування морфо-функціональних змін в будові ока, які можна розглядати як адаптацію та формування патофізіологічного стану, а саме набуту короткозорість. Встановлено, що така короткозорість як патофізіологічний процес супроводжується імунними порушеннями різного ступеня, а також виявлено, що показники нейродинамічних функцій у короткозорих людей (виняток – високий ступінь короткозорості) кращі, ніж у практично здорових людей, що засвідчує про підвищену функціональну активність центральної нервової системи (ЦНС); на фоні набуті короткозорості високого ступеня спостерігається значне погіршення показників системного імунітету та стану нейродинамічних функцій.

Метою дослідження є вивчення показників нейродинамічних функцій та обробка подразників, адресованих І та ІІ сигнальним системам у людей, які страждають на набуту короткозорість високого ступеня на фоні імуностимуляції (назоференом).

У дослідженні брала участь група волонтерів: І (контроль) – це практично здорові люди, (40 осіб чоловічої статі); ІІ – група плацебо – люди, що страждали на набуту короткозорість високого ступеня, які замість імуностимулятора приймали фізіологічний розчин як назальний спрей (21 особа чоловічої статі); ІІІ – люди, які страждали на набуту короткозорість високого ступеня і приймали імуностимулятор назоферон як назальний спрей (21 особа чоловічої статі). Для отримання інформації про стан нейродинамічних функцій ми використовували методику М. В. Макаренка. Фігури використовували як подразник, адресований до І сигнальної системи, а слова – як подразник, адресований для ІІ сигнальної системи. Робота виконана відповідно до біоетичних норм.

Так, на фоні набуті короткозорості високого ступеня (подразник фігури) проста зорово-моторна реакція (ПЗМР) більша на 9,13 % (24,1 мс), реакція вибору 1 із 3 показників (ЛПРВ1-3) – на 16,7 % (57 мс), реакція вибору 2 із 3 (ЛПРВ2-3) – на 15,31 % (59,7 мс), як порівняти з контрольними величинами відповідно. ФРНП при обробці подразника фігури на фоні набуті короткозорості високого ступеня була достовірно гірша, порівнюючи з контролем. При обробці подразника слова на фоні набуті короткозорості високого ступеня ПЗМР більший на 8,07 % (21,8 мс), ЛПРВ1-3 – на 6,46 % (30,2 мс), ЛПРВ2-3 – на 9,53 % (49,2 мс), в порівнянні з контролем. ФРНП при обробці подразника слова на фоні набуті короткозорості високого ступеня була достовірно гірша, порівнюючи з контролем.

Вживання назоферону не викликало достовірних змін у величинах латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності (подразник фігури – І сигнальна система, подразник



слова – II), порівнюючи з вихідними значеннями. ФРНП після вживання назоферону (подразники фігури, слова) мала достовірно позитивні зміни, як порівняти з вихідними значеннями.

Таким чином, імуностимуляція має позитивний вплив на показники ФРНП при обробці подразників фігури та слова на фоні набуті короткозорості високого ступеня.

Ключові слова: латентні періоди, сенсомоторні реакції різної складності, функціональна рухливість основних нервових процесів, імуностимуляція, набута короткозорість високого ступеня, I та II сигнальні системи.

Будь-яке суспільство не можливе без індивідуумів, які обмінюються інформацією між собою, при цьому інформація має різну значущість для суспільства та індивідуума. Сучасне суспільство є інформаційно-кібернетичним, людина як його складник має значне інформаційно-емоційне навантаження, яке супроводжується ознаками стресового стану (не інфекційного походження). Теорію не інфекційного стресу розробив та обґрунтував канадський вчений Сельє в 30 роках минулого століття [9, 14].

80 % інформації людина сприймає органом зору (насамперед це розглядання дрібних символів з короткої відстані), що супроводжується значним функціональним навантаженням зорової сенсорної системи. Око – це частина головного мозку, яка винесена за межі мозкового черепа та становить периферійну частину ЦНС [1]. Саме розглядання дрібних предметів тривалий час з короткої відстані викликає формування морфо-функціональних змін в будові ока, які можна розглядати як адаптацію та формування патофізіологічного стану, а саме набуту короткозорість [13, 15].

Статистичні прогнози міжнародних організацій (Всесвітня організація охорони здоров'я, Організація Об'єднаних Націй) констатують, що до 2050 року кількість людей з короткозорістю (міопією) сягне 5 мільярдів, що становитиме майже половину населення нашої планети, а кількість хворих з високим ступенем короткозорості збільшиться з 2,7 % до 9,8 %. [11]. Короткозорість набуті форми досягає масштабів пандемії, яка матиме значний вплив на суспільство [11, 12, 13, 15]. У нашій країні проблема набуті короткозорості також має місце: так серед офтальмологічних патологій короткозорість має 12,4 %, що відповідає другому місцю за поширеністю серед хвороб ока [16, 17]. Набута короткозорість є однією з провідних причин сліпоти, зниження зору та інвалідизуючих порушень зору [8, 10, 11].

Встановлено, що короткозорість набуті форми як патофізіологічний процес супроводжується імунними порушеннями різного ступеня, а також виявлено, що показники нейродинамічних функцій у короткозорих людей (виняток – високий ступінь короткозорості) кращі, ніж у практично здорових людей, що засвідчує про підвищену функціональну активність центральної нервової системи (ЦНС); на фоні набуті короткозорості високого ступеня спостерігається значне погіршення показників системного імунітету та стану нейродинамічних функцій [5, 13, 15].

Метою дослідження є вивчення показників нейродинамічних функцій та обробка подразників, адресованих I та II сигнальним системам у людей, які страждають на набуту короткозорість високого ступеня на фоні імуностимуляції (назоференом).

Матеріали та методи досліджень

У дослідженні брала участь група волонтерів: I (контроль) – це практично здорові люди (40 осіб чоловічої статі); II – група плацебо – люди, що страждали на набуту короткозорість високого ступеня, які замість імуностимулятора приймали фізіологічний розчин як назальний спрей (21 особа чоловічої статі) III – люди, які страждали на набуту короткозорість високого ступеня і приймали імуностимулятор назоферон як назальний спрей (21 особа чоловічої статі). Вживання назоферону проводили згідно з інструкцією до препарату [4]. Діагноз короткозорість був становлений лікарем-офтальмологом. На момент дослідження листопад-грудень (2022–2024 років) усі волонтери не мали хронічних та гострих захворювань. Вік волонтерів становив 24–30 років.

Ступінь короткозорості: слабкий від –0,1 до –3,0; середній від –3,0 до –6,0; високий від –6,0 і вище [8, 10].

Під час дослідження враховували зміни розумової працездатності на початку робочого дня і тижня, дослідження здійснювали в дні високої розумової працездатності – у вівторок, середу, четвер з 09.00 до 11.00 ранку, коли спостерігається оптимальний рівень фізіологічних функцій [1].

Для отримання інформації про стан нейродинамічних функцій ми використовували методику М. В. Макаренка [6, 7]. За нею досліджували латентні періоди сенсомоторних реакцій різної складності: проста зорово-моторна реакція (ПЗМР), реакція вибору 1 із 3 подразників (ЛПРВ₁₋₃), реакція вибору 2 із 3 (ЛПРВ₂₋₃). Фігури використовують як подразник, адресований до I сигнальної системи, а слова – як подразник, адресований для II сигнальної системи. Функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) визначали шляхом найвищого темпу диференціювання позитивних та гальмівних подразників при мінімальній експозиції їх пред'явлення в режимі «зворотного зв'язку». Рівень функціональної рухливості визначався часом, який необхідний для виконання тесту: чим менший час проходження тесту, тим вищий рівень функціональної рухливості і навпаки. Для уникнення суб'єктивного фактору тестування стану нейродинамічних властивостей проводили тричі, для статистичної обробки використовували середнє арифметичне.

Статистичну обробку результатів проводили за пакетом програм Microsoft Excel.

Роботу виконували у відповідності до біоетичних норм з дотриманням відповідних принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції ради Європи про права людини і біомедицини та відповідних законів України. Усі волонтери дали письмову згоду на участь у дослідженні [2, 3].

Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з отриманими результатами (табл. 1), величини латентних періодів ПЗМР, ЛПРВ₂₋₃ достовірно більші, порівнюючи з контрольними показниками (подразник фігури). Так, на фоні набутої короткозорості високого ступеня ПЗМР більший на 9,13 % (24,1 мс), ЛПРВ₁₋₃ – 16,7 % (57 мс), ЛПРВ₂₋₃ – 15,31 % (59,7 мс), порівнюючи з контрольними величинами відповідно.

Функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП) при обробці подразника фігури (перша сигнальна система) у людей, які страждають на набуту короткозорість високого ступеня, була достовірно гірша, порівнюючи з контрольними значеннями. Так, величина часу, яка витрачена на проходження тесту, на фоні набутої короткозорості високого ступеня була більша на 5,13 % (3,7 с), порівнюючи з контрольними показниками.

Усі отримані результати вказують на зменшення швидкості центральної обробки інформації, подразник фігури.

Таблиця 1

Показники нейродинамічних функцій при переробці подразників, адресованих до I та II сигнальних систем

Показники	Практично здорові люди (M±m)		Високий ступінь короткозорості (M±m)	
	Фігури	Слова	Фігури	Слова
ПЗМР, мс	264,0±4,8	270,0±3,1	288,1±4,31*	291,8±3,34*
ЛПРВ ₁₋₃ , мс	341,5±4,4	467,6±3,8	398,5±5,6*	497,8±3,1*
ЛПРВ ₂₋₃ , мс	389,9±3,5	516,0±4,0	449,6±5,3*	565,2±3,8*
ФРНП, с	72,0±1,1	76,4±1,2	75,7±1,1*	79,9±0,6*

Примітка. * – достовірні зміни по відношенню до контрольної групи $p < 0,05$.

Отримані результати, які характеризують латентні періоди сенсомоторних реакцій різної складності та функціональну рухливість нервових процесів у короткозорих людей перегукуються з результатами досліджень В. І. Шейко, Ю. І. Колесник [5, 15]. При цьому слід відзначити, що в роботах В. І. Шейко та Ю. І. Колесник відсутні дані про обробку подразників, адресованих першій та другій сигнальній системі у короткозорих людей. Тому наше дослідження носить більш тонкий характер, яке характеризує діяльність вищих відділів ЦНС при обробці подразників першою та другою сигнальними системами.

Аналізуючи дані, які характеризують обробку подразників слова, що адресовані другій сигнальній системі на фоні набутої короткозорості високого ступеня, спостерігалось достовірне

збільшення величин латентних періодів ПЗМР, ЛПРВ₂₋₃, порівнюючи з контрольними показниками. Так, ПЗМР більший на 8,07 % (21,8 мс), ЛПРВ₁₋₃ – 6,46 % (30,2 мс), ЛПРВ₂₋₃ – на 9,53 % (49,2 мс), порівнюючи з контролем. ФРНП на фоні високого ступеня набутої короткозорості при обробці подразників слова (подразник адресований до другої сигнальної системи) характеризувалась погіршенням, а саме збільшенням часу для проходження тесту, порівнюючи з контролем. Показники ФРНП були гірші, як порівняти з контролем на 4,6 % (3,5 с).

Таким чином, при обробці подразників, адресованих другій сигнальній системі, на фоні набутої короткозорості високого ступеня спостерігалось достовірне збільшення латентних періодів ПЗМР, ЛПРВ₂₋₃ та погіршення ФРНП, що вказує на погіршення швидкості центральної обробки подразників, порівнюючи з контрольними значеннями.

Обробка подразників, адресованих до I та II сигнальних систем, на фоні набутої короткозорості високого ступеня супроводжувалась погіршенням показників, які характеризують центральну обробку подразників та зниження функціональної рухливості основних нервових процесів.

У таблиці 2 представлені результати досліджень групи плацебо (люди, що страждали на високий ступінь набутої короткозорості), які вживали фізіологічний розчин замість назоферону як назальний спрей згідно з інструкцією до назоферону. Вживання фізіологічного розчину замість назоферону не супроводжувалось достовірними змінами величин латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності та функціональної рухливості основних нервових процесів (подразник фігури та подразник слова). Такі результати вказують на відсутність у нашому дослідженні ефекту самонавіювання.

Таблиця 2

Показники нейродинамічних функцій при переробці подразників адресованих до I та II сигнальних систем на фоні набутої короткозорості високого ступеня (група плацебо)

Показники	Контрольна група (M±m)		Група плацебо осіб із набутою короткозорістю високого ступеня (M±m)			
			до вживання фізіологічного розчину		після вживання фізіологічного розчину	
	Фігури	Слова	Фігури	Слова	Фігури	Слова
ПЗМР, мс	264,0±4,8	270,0±3,1	288,1±4,31*	291,8±3,34*	288,5±4,43*	291,6±3,82*
ЛПРВ ₁₋₃ , мс	341,5±4,4	467,6±3,8	398,5±5,6*	497,8±3,1*	398,7±5,7*	497,6±3,8*
ЛПРВ ₂₋₃ , мс	389,9±3,5	516,0±4,0	449,6±5,3*	565,2±3,8*	449,8±5,5*	565,5±4,1*
ФРНП, с	72,0±1,1	76,4±1,2	75,7±1,1*	79,9±0,6*	75,8±1,0*	79,87±0,5*

Примітка.* – достовірні зміни по відношенню до контрольної групи p< 0,05.

У таблиці 3 представлені результати впливу вживання назоферону на показники нейродинамічних функцій у людей з набутою короткозорістю високого ступеня.

Таблиця 3

Показники нейродинамічних функцій при переробці подразників, адресованих до I та II сигнальних систем після вживання назоферону на фоні набутої короткозорості високого ступеня

Показники	Контрольна група, M±m		Група плацебо осіб із набутою короткозорістю високого ступеня, M±m			
			до вживання назоферону		після вживання назоферону	
	Фігури	Слова	Фігури	Слова	Фігури	Слова
ПЗМР, мс	264,0±4,8	270,0±3,1	288,1±4,31*	291,8±3,34*	287,3±4,23*	290,5±3,22*
ЛПРВ ₁₋₃ , мс	341,5±4,4	467,6±3,8	398,5±5,6*	497,8±3,1*	397,5±4,7*	494,1±3,3*
ЛПРВ ₂₋₃ , мс	389,9±3,5	516,0±4,0	449,6±5,3*	565,2±3,8*	444,2±3,5*	562,3±3,1*
ФРНП, с	72,0±1,1	76,4±1,2	75,7±1,1*	79,9±0,6*	74,0±0,4*#	78,3±0,5*#

Примітки: * – достовірні зміни по відношенню до контрольної групи p< 0,05; # – достовірні зміни по відношенню до вихідних величин в групі з високим ступенем набутої короткозорості p< 0,05.

Вживання назоферону не викликало достовірних змін у величинах латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності (подразник фігури – І сигнальна система, подразник слова – ІІ), порівнюючи з вихідними значеннями. Слід відзначити наявність тенденції до зменшення латентних періодів сенсомоторних реакцій, порівнюючи з вихідними величинами: ПЗМР зменшився на 0,3 % (0,8 мс) – І сигнальна система та 0,55 % (1,3 мс) – ІІ сигнальна система, ЛПРВ1-3 – на 0,3 % (1,0 мс) – І сигнальна система та 0,7 % (3,7 мс) – ІІ сигнальна система, ЛПРВ2-3 – на 1,2 % (5,4 мс) – І сигнальна система та 0,5 % (2,9 мс) – ІІ сигнальна система, порівнюючи із значеннями до вживання назоферону.

ФРНП після вживання назоферону мала достовірні зміни, порівнюючи з вихідними значеннями. І сигнальна система подразник фігури ФРНП стало краще на 2,2 % (1,7 с), ІІ сигнальна система подразник слова ФРНП стало краще на 2,0 % (1,6 с), але було достовірно гірше в порівнянні з практично здоровими людьми.

Аналізуючи зміни величин латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності при обробці подразників адресованих до І та ІІ сигнальних систем на фоні набутої короткозорості високого ступеня як до вживання назоферону, так і після, слід зауважити, що їх значення виходили за референтні межі, які визначені дослідженнями М. В. Макаренка та С. В. Лизогуба [6]. ФРНП на фоні набутої короткозорості високого ступеня при обробці подразників, адресованих до І та ІІ сигнальних систем, як до так і після вживання назоферону було гірше, порівнюючи з практично здоровими людьми. Слід звернути увагу, що вживання назоферону викликало достовірне покращення стану ФРНП при обробці подразників, адресованих до І та ІІ сигнальних систем, порівнюючи з вихідними значеннями.

Згідно з інструкцією та нашими попередніми дослідженнями, зміни ФРНП можна пояснити тим, що вживання назоферону викликало активацію клітинної ланки системного імунітету, згідно з літературними даними, активація імунної системи супроводжується збільшенням біоелектричної активності ЦНС [15].

Таким чином, імуностимуляція, вживання назоферону як назального спрею на фоні набутої короткозорості високого ступеня викликала достовірне покращення стану функціональної рухливості основних нервових процесів, а також тенденцію до незначного зменшення латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності при обробці подразників, адресованих до І та ІІ сигнальних систем. Слід зазначити, що зміни латентних періодів сенсомоторних реакцій різної складності при обробці подразників слова (ІІ сигнальна система) мали більш виражені зміни, порівнюючи зі змінами латентних періодів сенсомоторних реакцій при обробці подразників фігури (І сигнальна система) після вживання назоферону. Такі зміни вказують на незначне покращення центральної обробки подразників (фігури та слова) після вживання назоферону на фоні набутої короткозорості високого ступеня.

Висновки

Нашими дослідженнями виявлено, що вживання назоферону (імуностимуляція) на фоні набутої короткозорості високого ступеня викликала достовірне покращення функціональної рухливості основних нервових процесів при обробці подразників, адресованих до І та ІІ сигнальних систем, але при цьому їх значення були достовірно гірші, порівнюючи з практично здоровими людьми. Латентні періоди сенсомоторних реакцій різної складності після вживання назоферону на фоні набутої короткозорості високого ступеня, при обробці подразників, адресованих до І та ІІ сигнальних систем, мали тенденцію до зменшення, але при цьому вони були достовірно більші, порівнюючи з величинами практично здорових людей.

Таким чином, імуностимуляція має позитивний вплив на показники функціональної рухливості основних нервових процесів на фоні набутої короткозорості високого ступеня.

1. Вікова фізіологія: підручник / П. Д. Плахтій, Н. В. Рубановська, Д. П. Плахтій, В. А. Колодій; за ред. П. Д. Плахтія. Львів : Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. 340 с.
2. 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. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (дата звернення: 01.11.2022).
3. Загальна декларація про біоетику та права людини. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури: відділ етики науки і технології: сектор соціальних і гуманітарних наук [Інтернет].

- 2005 жовт. 19; 12 с. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. (дата звернення: 01.11.2022).
4. Інструкція для медичного застосування препарату НАЗАФЕРОН, затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 24.01.11 № 33. Сертифікат про державну реєстрацію № UA/15653/01/01 Термін державної реєстрації: з 15.12.2021.
5. Колесник Ю. І., Шейко В. І., Львов О. С. Аналіз показників вищої нервової діяльності в залежності від ступеня короткозорості. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2019. Т. 4, № 4. С. 268–273. <https://doi.org/10.26693/jmbs04.04.268>.
6. Макаренко М. В., Лизогуб В. С., Кожемяко Т. В., Черненко Н. П. Вікові особливості швидкості обробки інформації у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. *Фізіологічний журнал*. 2011. Т. 57, № 1. С. 88–93.
7. Макаренко М. В., Панченко В. М. Сенсомоторна реактивність у людей з різними властивостями основних нервових процесів. *Вісник нац. ун-ту оборони України*. 2012. Т. 4, № 29. С. 188–193.
8. Моїсєєнко Р. О., Голубчиков М. В., Михальчук В. М. Офтальмологічна допомога в Україні за 2014–2017 роки (аналітично-статистичний довідник). Київ, 2018. 314 с.
9. Патологія : підручник / М. Н. Зайко, Ю. В. Биць, М. В. Кришталь та ін. ; за ред. М. В. Кришталю, М. Н. Зайка, Ю. В. Биця. 7-ме вид., переробл. і доповн. Київ : ВСВ «Медицина», 2021. 744 с.
10. Cooper J., O'Connor B., Watanabe R. Case series analysis of myopic progression control with a unique extended depth of focus multifocal contact lens. *Eye Contact Lens*. 2018. Vol. 44, No 5. P. e16-e24. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000440>.
11. Holden B. A., Fricke T. R., Wilson D. A., Jong M., Naidoo K. S., Sankaridurg P., Wong T. Y., Naduvilath T. J., Resnikoff S. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016. Vol. 123, No 5. P. 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>.
12. Ivasenko A. Yu. Lipid metabolism indices in individuals with acquired myopia. *Acta Carpathica*. 2023. T. 2(40), C. 44–50. <https://doi.org/10.32782/2450-8640.2023.2.5>.
13. 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. Vol. 8, No 4. P. 36–42.
14. Moderní aspekty vědy Svazek XLVIII / Díl mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. 373 s. – Розд.: Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку інформації адресованої I та II сигнальним системам на фоні набуті короткозорості середнього ступеня. / Стрельцова В. В. С. 154–173. <https://doi.org/10.52058/48-2024>.
15. Sheiko Vitalii, Kuchmenko Olena, Kushch Yulia, Mkhitarian Laura, Glazkov Eduard, Havii Valentyna State of psycho-physiological functions in persons with a weak degree of acquired myopia. *Notes in Current Biology*. 2022. № 2. C. 77–82. <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-2-10>.
16. Vitovska O. P., Savina O. M. Structure and frequency of diseases of the eye and adnexa in children in Ukraine. *Medicni perspektivy*. 2015, Vol. 20, No 3, P. 133–138.
17. Voronenko Yu. B., Holubchikov M. I., Vitovska O. P., Rykov S. O. Ophthalmic care in Ukraine for 2005–2014: Analytical and statistical report. Kyiv, 2015. 230 p.

References

1. Vikova fiziologhiia: pidruchnyk / P. D. Plakhtii, N. V. Rubanovska, D. P. Plakhtii, V. A. Kolodii; za red. P. D. Plakhtii. Lviv : Vydavnytstvo «Novyi Svit-2000», 2020. 340 s. [in Ukrainian]
2. Helsinska deklaratsiia Vsesvitnoi medychnoi asotsiatsii «Etychni pryntsyipy medychnykh doslidzhen za uchastiu liudyny u iakosti obiekta doslidzhennia». [Internet]. Dokument 990_005, redaktsiia vid 01.10.2008. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/990_005. (data zvernennia: 01.11.2022). [in Ukrainian]
3. Zahalna deklaratsiia pro bioetyku ta prava liudyny. Orhanizatsiia Obiednanykh Natsii z pytan osvity, nauky i kultury: viddil etyky nauky i tekhnolohii: sektor sotsialnykh i humanitarnykh nauk [Internet]. 2005 zhovt. 19; 12 s. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180r.pdf>. (data zvernennia: 01.11.2022). [in Ukrainian]
4. Instruktziia dlia medychnoho zastosuvannia preparatu NAZAFERON, zatverdzheno nakazom Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 24.01.11 No 33. Sertyfikat pro derzhavnu reiestratsiiu No UA/15653/01/01 Termin derzhavnoi reiestratsii: z 15.12.2021. [in Ukrainian]
5. Kolesnyk Yu. I., Sheiko V. I., Lvov O. S. Analiz pokaznykiv vyshchoi nervovoi diialnosti v zalezhnosti vid stupenia korotkozorosti. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. 2019. T. 4, No 4. S. 268–273. <https://doi.org/10.26693/jmbs04.04.268>. [in Ukrainian]

6. Makarenko M. V., Lyzohub V. S., Kozhemiako T. V., Chernenko N. P. Vikovi osoblyvosti shvydkosti obrobky informatsii u osib z riznym rivnem funktsionalnoi rukhlyvosti nervovykh protsesiv. *Fiziologichnyy zhurnal*. 2011. T. 57, No 1. S. 88–93. [in Ukrainian]
7. Makarenko M. V., Panchenko V. M. Sensomotorna reaktyvnist u liudei z riznymi vlastyvostiamy osnovnykh nervovykh protsesiv. *Visnyk nats. un-tu oborony Ukrainy*. 2012. T. 4, No 29. S. 188–193. [in Ukrainian]
8. Moiseienko R. O., Holubchikov M. V., Mykhalchuk V. M. Oftalmolohichna dopomoha v Ukraini za 2014–2017 roky (analychno-statystychnyi dovidnyk). Kyiv, 2018. 314 s. [in Ukrainian]
9. Patofiziologhiia : pidruchnyk / M. N. Zaiko, Yu. V. Byts, M. V. Kryshtal ta in. ; za red. M. V. Kryshtalia, M. N. Zaika, Yu. V. Bytsia. 7-me vyd., pererobl. i dopovn. Kyiv : VSV «Medytsyna», 2021. 744 s. [in Ukrainian]
10. Cooper J., O'Connor B., Watanabe R. Case series analysis of myopic progression control with a unique extended depth of focus multifocal contact lens. *Eye Contact Lens*. 2018. Vol. 44, No 5. P. e16-e24. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000440>.
11. Holden B. A., Fricke T. R., Wilson D. A., Jong M., Naidoo K. S., Sankaridurg P., Wong T. Y., Naduvilath T. J., Resnikoff S. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016. Vol. 123, No 5. P. 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>.
12. Ivasenko A. Yu. Lipid metabolism indices in individuals with acquired myopia. *Acta Carpathica*. 2023. T. 2(40), C. 44–50. <https://doi.org/10.32782/2450-8640.2023.2.5>.
13. 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. Vol. 8, No 4. P. 36–42.
14. Moderní aspekty vědy Svazek XLVIII / Díl mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. 373 s. – Розд.: Вплив імуностимуляції на сприйняття та обробку інформації адресованої I та II сигнальним системам на фоні набуті короткозорості середнього ступеня. / Стрельцова В. В. С. 154–173. <https://doi.org/10.52058/48-2024>.
15. Sheiko Vitalii, Kuchmenko Olena, Kushch Yulia, Mkhitarayan Laura, Glazkov Eduard, Havii Valentyna State of psycho-physiological functions in persons with a weak degree of acquired myopia. *Notes in Current Biology*. 2022. № 2. C. 77–82. <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-2-10>.
16. Vitovska O. P., Savina O. M. Structure and frequency of diseases of the eye and adnexa in children in Ukraine. *Medicni perspektivy*. 2015, Vol. 20, No 3, P. 133–138.
17. Voronenko Yu. B., Holubchikov M. I., Vitovska O. P., Rykov S. O. Ophthalmic care in Ukraine for 2005–2014: Analytical and statistical report. Kyiv, 2015. 230 p.

¹V. V. Streltsova, ²O. S. Voloshyn, ²V. H. Omelyanenko

¹Aidarska School of General Secondary Education, Ukraine

²Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

NEURODYNAMIC FUNCTION AND SIGNAL SYSTEM PROCESSING IN INDIVIDUALS WITH HIGH-DEGREE ACQUIRED MYOPIA UNDER IMMUNOSTIMULATION

Modern society is characterized by an information-cybernetic nature; consequently, humans, as its integral components, experience considerable information-emotional stress accompanied by non-infectious, stress-related symptoms. Given that approximately 80% of information is perceived through the visual organ – primarily via the close-range observation of small symbols – the visual sensory system undergoes substantial functional strain. Prolonged close-range observation of minute objects triggers morpho-functional changes in ocular structure, which can be interpreted as an adaptive response that progresses toward a pathophysiological state, namely acquired myopia. Acquired myopia, as a pathophysiological process, is associated with varying degrees of immune dysfunction. Notably, neurodynamic indices in individuals with mild-to-moderate myopia (excluding high-degree myopia) are often superior to those of healthy controls, indicating heightened functional activity of the central nervous system (CNS). In contrast, high-degree acquired myopia is characterized by marked deterioration of both systemic immunity and neurodynamic function.

The study aimed to evaluate neurodynamic parameters and the processing of stimuli addressed to the primary (I) and secondary (II) signal systems in individuals with high-degree acquired myopia during immunostimulation with Nasoferon.

The study involved three groups of male volunteers: Group I (control), comprising 40 healthy individuals; Group II (placebo), comprising 21 individuals with high-degree acquired myopia who received a nasal saline spray; and Group III, comprising 21 individuals with high-degree acquired

myopia who were administered the immunostimulant Nasoferon as a nasal spray. Neurodynamic functions were assessed using the M. V. Makarenko methodology, with geometric figures serving as stimuli for the primary signal system and words serving as stimuli for the secondary signal system. The study was conducted in accordance with bioethical standards.

In individuals with high-degree acquired myopia, processing of figure stimuli showed a significantly longer latent period of simple sensory-motor reaction (LPSMR), by 9.13 % (24.1 ms), latent period of choice reaction (LPCR1-3), by 16.7 % (57 ms), and LPCR2-3, by 15.31 % (59.7 ms), relative to control values; the functional mobility of nervous processes (FMNP) during figure processing was also significantly lower than in controls. During processing of word stimuli, LPSMR was higher by 8.07 % (21.8 ms), LPCR1-3 by 6.46 % (30.2 ms), and LPCR2-3 by 9.53 % (49.2 ms) relative to controls, with FMNP likewise significantly impaired in this group.

Administration of Nasoferon did not produce significant changes in the latent periods of sensory-motor reactions of varying complexity, for either figure or word stimuli, relative to baseline values. However, FMNP values following Nasoferon treatment showed significant positive changes relative to baseline for both stimulus types.

These findings indicate that immunostimulation exerts a positive effect on FMNP indices during the processing of both primary and secondary signal system stimuli in individuals with high-degree acquired myopia.

Keywords: latent periods, sensory-motor reactions, functional mobility of nervous processes, immunostimulation, high-degree acquired myopia, primary and secondary signal systems.

Надійшла до редакції: 05.02.2026

Прийнята до друку: 04.03.2026

Опублікована: 30.03.2026