

Особливості функціональної реакції зорової системи дітей та підлітків на візуальне навантаження

М.Л. Кочина¹, С.І. Данильченко¹, О.В. Яворський², Н.М. Маслоva², С.М. Лад²

¹Чорноморський національний університет ім. Петра Могили;

²Харківський національний медичний університет; e-mail: kochinaml@gmail.com

Досліджували вплив якості візуального навантаження на стан зорової системи 97 дітей та підлітків віком від 6 до 15 років та 88 осіб молодого віку (20-22 роки). Обстежували різних вікових груп протягом 45 хв виконували тестові завдання, реалізовані на паперовому носії з різними параметрами оформлення (10 та 7 друкарських пунктів), які полягали у відшукуванні і викреслюванні заданої букви. Встановлено, що діти 1-ї вікової групи (6-10 років) мають достовірно нижчі функціональні можливості зорового сприйняття на віддаленій відстані, ніж діти 2-ї (11-12 років) та 3-ї (13-15 років) груп. Візуальне навантаження з нормальними параметрами оформлення призводило до зростання резервів акомодатії у 60 % обстежуваних 1-ї і 2-ї вікової групи та у 66 % - 3-ї на тлі наближення до очей найближчих точок ясного зору та конвергенції, що свідчить про розвиток стану транзитornoї міопії. Після навантаження з заниженими параметрами оформлення в 2-ї та 3-ї вікових групах збільшувалася кількість осіб, в яких резерви акомодатії зменшуються на тлі віддалення від очей найближчих точок ясного зору та конвергенції, що характерно для розвитку зорового стомлення. Аналіз конфігурації зв'язків у факторних структурах показників зорової системи показав, що в 1-ї та 2-ї вікових групах ще не сформовані постійні спеціалізовані механізми зорового сприйняття на близькій відстані. Під дією візуального навантаження виникає тимчасова адаптація за міопічним типом, що при тривалому існуванні може призвести до формування та прогресування міопії. У 3-ї віковій групі наявний стереотип реакції, яка забезпечує зорову працю на близькій відстані. У групі осіб молодого віку конфігурація зв'язків у досліджуваній системі після зорового навантаження практично не змінилася, що підтверджує наявність сформованих окремих механізмів зорового сприйняття для близької та дальньої відстані.

Ключові слова: зорова система; візуальне навантаження; факторні структури; зорове стомлення; транзитorno міопія.

ВСТУП

Завдання збереження зорових функцій дітей та підлітків має не лише медичне, але і важливе соціальне значення, оскільки вроджені або набуті патологічні зміни зорової системи (ЗС) негативно впливають на розвиток дитини, обмежують її можливості здобуття освіти, вибору професії тощо. За оцінкою фахівців ВООЗ у всьому світі серед дітей віком до 15 років 19 млн мають різні проблеми із зором, причому у 12 млн з них порушення зору зумовлені аномаліями рефракції (короткозорістю, далекозорістю, астигматизмом) [1-4]. Короткозорість є причиною зниження зору у 30-45 % дитячого

населення і 25 % – дорослого, причому вона супроводжується частим розвитком ускладнень, 17 % випадків з яких призводять до первинної інвалідності [2-5]. За даними сучасних досліджень щорічно в Україні реєструється зниження зору у 500 тис. дітей [6,7].

Дослідженнями останніх років показано, що під час зростання і розвитку дитини успішність процесу формування ЗС залежить від особливостей її структурно-функціональної організації, а також якості і кількості зорової інформації, яку слід обробляти. У зв'язку з цим велике значення має візуальне оточення дитини, що є своєрідним «місцем зорового існування»[8-10].

© М.Л. Кочина, С.І. Данильченко, О.В. Яворський, Н.М. Маслоva, С.М. Лад

Кожному етапу формування зорової системи відповідає свій вид оптимального візуального навантаження, що визначається розмірами об'єктів розрізнення, їх контрастністю, колірною гамою [11-13]. При низькій якості візуального навантаження або тривалій взаємодії з ним незріла ЗС дитини буде знаходитися в неадекватних умовах для функціонування, що потребує мобілізації усіх резервів. Крім того, слід враховувати, що усі системи людського організму не ідеальні, у будь-яких парних органах існують відмінності, які компенсуються за рахунок встановлення певної системи зв'язків між ними. У ЗС, що має дві монокулярні підсистеми, для якісного зорового сприйняття в процесі зростання дитини встановлюються досить складні взаємодії [14-16]. Якщо в ЗС наявні «дефекти», зумовлені різною структурною організацією або функціональними можливостями монокулярних підсистем, то існує досить багато шляхів адаптації, як до власної структурно-функціональної організації, так і до зорового навантаження. Відомо, що ці шляхи можуть призводити до формування як досконалої бінокулярної системи, так і до спрощеної - монокулярною [15,16].

Багато «дефектів» ЗС можуть компенсуватися за рахунок погодженої дії всіх її елементів і, особливо, центрального відділу, який має великі можливості щодо коригування якості сприйняття візуальної інформації. Проте при візуальному навантаженні, що перевищує функціональні можливості ЗС та виснажує резерви компенсації існуючих «дефектів», може статися збій у такій компенсації. У дорослих це призводить до появи численних астенопії та посилення проявів синдрому сухого ока [17], а в дитячому віці – до виникнення або прогресування різноманітної патології, наприклад, косоокості та амбліопії, формування та прогресування міопії [14,15].

Нині існують різні підходи до оцінки особливостей сприйняття зорової інформації в дитячому і підлітковому віці та впливу

різних її видів на якість функціонування ЗС. Суто офтальмологічний підхід ґрунтується на діагностиці структурних і функціональних порушень у ЗС з позицій їх лікування і можливої корекції і, зазвичай, не враховує особливості впливу візуального навантаження [14,18,19]. Гігієнічний метод пов'язаний з вивченням візуально діючих факторів, їх регламентацією і розробкою відповідних правил для виробників продукції (книг, підручників, комп'ютерних ігор, програмних продуктів) [11]. При фізіологічному підході найчастіше досліджуються центральні механізми зорового сприйняття, що здійснюється з використанням спеціальних видів візуальних тестів при реєстрації викликаних потенціалів [18,20]. Подібні дослідження мають більш теоретичний інтерес та менш придатні для вирішення практичних завдань щодо корекції та профілактики зорових розладів, які виникають під впливом візуального навантаження. На нашу думку, перспективним є підхід, що об'єднує можливості офтальмології, гігієни та фізіології, а також сучасних способів обробки інформації та дає змогу виявити ключові механізми адаптації ЗС до візуального навантаження та визначити основні особливості її формування у віковому аспекті.

Мета нашої роботи – оцінка особливостей функціональної реакції ЗС дітей та підлітків на візуальне навантаження різної якості оформлення.

МЕТОДИКА

Для підтвердження ролі якості візуального навантаження, як одного з провідних чинників не лише формування ЗС, але і розвитку донозології та патології, було проведено дослідження за участю дітей та підлітків: 97 осіб віком від 6 до 15 років, які навчалися у школі. Залежно від структурно-функціональної зрілості ЗС учнів увесь термін навчання в школі можна розділити на три періоди [21,22]. Перший період відповідає віку 6-10 років та характеризується структурно-функ-

ціональною незрілістю ЗС дітей, великою рухливістю і лабільністю зорових функцій (1-ша група). Другий період є перехідним з дитячого віку в підлітковий (11-12 років). Він характеризується меншою лабільністю функцій, але більше вираженою реакцією на зорове навантаження. Це, можливо, зумовлено значними структурно-функціональними зрушеннями в усьому організмі дитини, недостатньою збалансованістю гормональних і обмінних процесів, особливо у дівчаток (2-га група). Третій віковий період (13-15 років) відповідає завершенню формування ЗС та характеризується підвищеною стійкістю функціональних реакцій на візуальне навантаження, що зумовлене формуванням структурного сліду адаптації до читання, оскільки цей вид зорової діяльності є основним усі роки навчання в школі (3-тя група).

Дітям та підліткам було проведено офтальмологічне обстеження, яке включало визначення гостроти зору вдаль та на близькій відстані, позитивних та негативних резервів акомодативної (РА) для близької відстані та вдаль правого (OD) та лівого (OS) ока, найближчих точок ясного зору (НТ) обох очей, найближчих точок конвергенції (НТК). До участі в дослідженні було допущено осіб, які мали гостроту зору 0,9-1,0, емітропічну або слабо міопічну рефракцію (не більше ніж 0,75-1,0 Д). Обстежувані різних вікових груп протягом 45 хв виконували тестові завдання з різними характеристиками зорового навантаження. Робота з текстами на паперовому носії, які було виконано у вигляді набору букв, що виключало вплив змісту тексту на зорове сприйняття, полягала у відшукуванні і викреслюванні заданої букви. Перший текст (Текст 1) був з достатньо великими буквами (10 друкарських пунктів), другий (Текст 2) – з заниженими параметрами (7 друкарських пунктів). Використані в текстах набори букв підбиралися відповідно до частоти їх трапляння у звичайних текстах шкільних підручників [23].

Наші попередні дослідження дали змогу сформулювати набір інформативних показників,

які достатньою мірою характеризують ЗС у динаміці зорової праці [10,22]. До них відносяться РА обох очей для дальньої відстані, що характеризують можливість сприйняття удалених об'єктів, НТ обох очей та НТК, які характеризують можливості ЗС на близькій відстані. Окрім того, НТК характеризує фузійні можливості ЗС [12]. Таким чином, до та після зорового навантаження, яке пропонувалося обстежуваним у різні дні, визначалися позитивні РА обох очей для дальньої відстані, НТ обох очей та НТК.

Для встановлення особливостей функціональної реакції дітей та підлітків на візуальне навантаження було проведено порівняння одержаних результатів з результатами 88 осіб молодого віку, що виконували зорове завдання протягом 45 хв з Текстом 2. Оброблення результатів дослідження проведено з використанням пакета прикладних програм Statistica 6.0 методами описової статистики, аналізу альтернативних ознак, з використанням непараметричних критеріїв та факторного аналізу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У табл. 1 наведено середні значення функціональних показників ЗС дітей та підлітків різних вікових груп. Діти 1-ї вікової групи мали достовірно нижчі функціональні можливості зорового сприйняття, ніж 2-ї та 3-ї груп, у яких функціональні показники були близькі за значеннями. Відмінності полягали у тому, що у дітей 2-ї групи ще зберігається висока пластичність ЗС, оскільки її остаточне формування завершується лише у 15-16 років [21,22].

Слід відмітити, що в усіх вікових групах після навантаження спостерігалось деяке зростання РА і наближення до очей НТ та НТК (табл. 2). Проте статистично вірогідні зміни нами виявлено тільки для середніх значень РА. Це може бути пов'язано з різноспрямованою зміною показників у дітей і підлітків в досліджуваних групах за дії візуального навантаження.

Таблиця 1. Середні значення функціональних показників зорової системи дітей та підлітків

Вік, роки	Показники				
	Резерв акомодатції OD (Д)	Резерв акомодатції OS (Д)	Найближча точка ясного зору OD (см)	Найближча точка ясного зору OS (см)	Найближча точка конвергенції (см)
6-10 (1-ша група, n=33)	3,9± 1,8 ¹ Z=5,1 P<0,000000	4,4±1,9 ¹ Z=4,7 P<0,000002	5,7 ±1,2	4,5± 1,5	5,0 ±1,3
11-12 (2-га група, n=25)	8,4±1,3	8,1±1,4	5,2±1,7	5,4±1,8	4,2±1,6
13-15 (3-тя група, n=39)	7,3±1,4	7,2±1,6	6,0±1,2	6,0±1,5	4,8±1,5

Примітка: ¹ – відмінності у середніх значеннях показників між 1-ю та 2-ю віковими групами достовірні за критерієм Манна-Уїтні.

У зв'язку з цим було проведено аналіз напрямків зміни показників ЗС в умовах зорового навантаження з різними параметрами оформлення (табл. 3, 4), який дав змогу встановити у всіх вікових групах три основні варіанти реакції на зорове навантаження – зростання показника, зменшення та відсутність змін. Так, у достовірно більшому числі

випадків значення РА після першого візуального навантаження (див. табл. 3) зростали у молодшій групі, а НТ та НТК зменшувалися, що характерно для стану, схожого з транзитною міопією [19, 24, 25]. Після другого навантаження ці тенденції зберігалися, але менш виражено. У середній та старшій вікових групах збільшувалася кількість осіб,

Таблиця 2. Середні значення функціональних показників зорової системи дітей та підлітків після зорового навантаження

Вид навантаження	Вік, роки	Показники				
		Резерв акомодатції OD (Д)	Резерв акомодатції OS (Д)	Найближча точка ясного зору OD (см)	Найближча точка ясного зору OS (см)	Найближча точка конвергенції (см)
Текст 1	6-10 (1-ша група)	5,3± 1,7 ¹ Z=5,5 P<0,00000	5,3± 1,8 ¹ Z=4,3 P<0,00002	5,5 ±1,1	5,3± 1,3	3,8 ±1,1
	11-12 (2-га група)	9,5±1,3	9,4±1,6	4,9±1,7	4,6±1,6	3,4±1,1
	13-15 (3-тя група)	7,7±1,5	7,9±1,5	5,6±1,2	5,4±1,4	4,3±1,7
Текст 2	6-10 (1-ша група)	5,7±1,3 ^{1,2} Z ₁ =4,1 p<0,00004 Z ₂ =4,07 P<0,00005	5,6±1,2 ^{1,2} Z ₁ =3,7 P<0,0002 Z ₂ =4,1 P<0,00004	5,2±1,0	5,1±1,0	3,4±1,1
	11-12 (2-га група)	8,8±1,2	8,7±1,1	6,2±2,1	6,3±2,5	3,9±1,7
	13-15 (3-тя група)	8,3±1,3	8,1±1,2	6,3±1,1	6,2±1,2	4,8±1,5

Примітка: ¹ – відмінності у середніх значеннях показника між першою та другою віковою групою достовірні за критерієм Манна-Уїтні; ² – відмінності у середніх значеннях показника між першою та третьою віковою групою достовірні за критерієм Манна-Уїтні.

Таблиця 3. Розподіл функціональних показників зорової системи залежно від частоти трапляння напрямку змін після зорового навантаження (Текст 1)

Вік, роки	Показник	Характер змін, %		
		Зростання	Зменшення	Без змін
6-10 (1-ша група, n=33)	Резерв	20(60±8,5) ¹	8(23±7,3)	5(17±6,5) ²
	акомодації	$\chi^2 = 8,93$		$\chi^2 = 14,49$
	Найближча точка	8(22±7,2) ¹		4(13±5,9) ³
	ясного зору	$\chi^2 = 10,59$	21(65±8,3)	$\chi^2 = 3,88$
11-12 (2-га група, n=25)	Найближча точка	8(25±7,5) ¹		7(20±7,0) ³
	конвергенції	$\chi^2 = 6,35$	18(55±8,7)	$\chi^2 = 8,93$
	Резерв	15(60±9,8) ¹		5(20±8,0) ²
	акомодації	$\chi^2 = 8,33$	5(20±8,0)	$\chi^2 = 8,33$
13-15 (3-тя група, n=39)	Найближча точка	5(19,5±8,0) ¹		5(19,5±8,0) ³
	ясного зору	$\chi^2 = 8,33$	15(61±9,8)	$\chi^2 = 8,33$
	Найближча точка	1 (5,0±4,1) ¹		2(10±6,0) ³
	конвергенції	$\chi^2 = 35,51$	22 (85±7,1)	$\chi^2 = 32,05$
13-15 (3-тя група, n=39)	Резерв	26(66±7,6) ¹		7(19±6,3) ²
	акомодації	$\chi^2 = 19,13$	6(15±5,8)	$\chi^2 = 16,94$
	Найближча точка	11(26±7,0) ¹		6(17±6,0) ³
	ясного зору	$\chi^2 = 6,36$	22(57±7,9)	$\chi^2 = 14,26$
13-15 (3-тя група, n=39)	Найближча точка	7(18±6,0) ¹		9(22±6,6) ³
	конвергенції	$\chi^2 = 13,87$	23(60±7,8)	$\chi^2 = 10,39$

Примітка. Тут і в табл. 4. ¹ – відмінності в частоті трапляння зростання і зменшення показника достовірні за критерієм χ^2 ($P < 0,05$); ² – відмінності в частоті трапляння зростання показника і відсутності зміни достовірні за критерієм χ^2 ($P < 0,05$); ³ – відмінності в частоті трапляння зниження показника і відсутності зміни достовірні за критерієм χ^2 ($P < 0,05$).

у яких РА зменшувався, а значення НК та НТК зростали, що характерно для розвитку зорового стомлення [24]. Одержані результати можуть вказувати на різну реакцію на візуальне навантаження досліджуваних у вікових групах.

Для оцінки структури зв'язків між функціональними показниками ЗС до та після візуального навантаження було побудовано факторні моделі (рис. 1). За допомогою цих моделей проаналізували особливості впливу текстового навантаження на структурно-функціональну організацію ЗС у різних вікових групах. Аналіз значень показників ЗС, що забезпечують сприйняття на близький відстані, в 1-й і 2-й вікових групах свідчить про відсутність достовірних відмінностей (див. табл. 1, 2). Також була виявлена подібна реакція на обидва візуальних навантаження (див. табл. 3, 4), тому ці вікові групи були

об'єднані при побудові таких моделей (див. рис. 1, а, б). Факторні моделі для 3-ї вікової групи побудовані окремо (див. рис. 1, в, г).

До читання у перших двох групах (див. рис. 1, а, б) у структурі виділено по два фактори. Перший – названий «фактором зростання», об'єднує всі показники та призводить до їх односпрямованих змін. Його внесок у загальну дисперсію значний та становить 59 %. Другий фактор, названий «акомодаційним», впливає тільки на РА і його внесок у загальну дисперсію більш ніж удвічі менший. Сумарний внесок факторів у загальну дисперсію в усіх випадках достатньо високий, що вказує на правильний відбір показників для описання системи. «Акомодаційний фактор» до читання наявний у всіх структурах (див. рис. 1, а-г) та без зміни конфігурації зберігається у 3-й віковій групі. Він спеціалізований, оскільки забезпечує сприйняття тільки далеких об'єктів.

Таблиця 4. Розподіл функціональних показників зорової системи залежно від частоти трапляння напрямку змін після зорового навантаження (Текст 2)

Вік, роки	Показник	Характер змін, %		
		Зростання	Зменшення	Без змін
6-10 (n=33)	Резерв акомодатії	18(55±8,7) ¹		7(20±7,0) ²
	Найближча точка ясного зору	$\chi^2 = 6,35$	8(25±7,8)	$\chi^2 = 7,79$
	Найближча точка конвергенції			5(15±6,2) ³
	Резерв акомодатії	10(30±8,0)	18(55±8,7)	$\chi^2 = 11,28$
	Найближча точка конвергенції	7(20±7,0) ¹		7(20±7,0) ³
11-12 (n=25)	Резерв акомодатії	$\chi^2 = 9,14$	19(60±8,5)	$\chi^2 = 11,28$
	Найближча точка ясного зору	11(45±10,6)	8(34±9,5)	6(21±8,1)
	Найближча точка конвергенції			5(17±7,5) ³
	Резерв акомодатії	7(31±9,2)	13(52±10,0)	$\chi^2 = 5,56$
	Найближча точка конвергенції	6(26±8,8) ¹		3(11±6,3) ³
13-15 (n=39)	Резерв акомодатії	$\chi^2 = 4,16$	16(63±9,7)	$\chi^2 = 14,35$
	Найближча точка ясного зору	20(51±8,0)	14(35±7,6)	5(14±5,6) ²
	Найближча точка конвергенції			$\chi^2 = 13,25$
	Резерв акомодатії	8(21±8,0) ¹	26(66±7,6)	5(13±5,5) ³
	Найближча точка конвергенції	$\chi^2 = 16,89$		$\chi^2 = 23,61$
		14(37±7,7)	16(41±7,9)	9(22±6,6)

Після роботи з першим навантаженням (див. рис. 1, а) в структурі «акомодатійного фактора» змінилася конфігурація зв'язків порівняно з початковою, що вказує на виникнення тимчасової системи для виконання зорової роботи на близькій відстані. Окрім того, збільшився внесок цього фактора в загальну дисперсію до 43 %. Конфігурація першого фактора («фактора зростання») в цих вікових групах не змінювалася. Більш виражені зміни викликала робота з другим текстом (див. рис. 1, б) – у структурі виник «міопічний фактор», який забезпечує сприйняття на близькій відстані. Дія цього фактора викликає зменшення значень НТ та НТК на тлі збільшення РА, що характерно для транзиторної міопії [19, 24, 25]. Зростання кількості значимих зв'язків в досліджуваній системі з 7 до 9 (після Тексту 1) та до 10 (після Тексту 2) вказує на значне її напруження. Особливості змін показників ЗС та виникнення «міопічного фактора» слід враховувати при проведенні профілактики зорових розладів, оскільки в молодшій та се-

редній вікових групах, як показали отримані результати, ще не сформовані постійні спеціалізовані механізми зорового сприйняття на близькій відстані. Тимчасова адаптація за міопічним типом може призвести до формування та прогресування міопії.

У 3-й віковій групі до зорового навантаження (див. рис. 1, в) наявний «міопічний фактор», який є прообразом спеціалізованого механізму сприйняття візуальної інформації на близькій відстані, причому його внесок після зорового навантаження ще збільшився. Перше навантаження в цій групі не призвело до значної зміни структури зв'язків між показниками, що вказує на наявність стереотипу реакції. Це забезпечує зорову працю на близькій відстані з текстом, параметри оформлення якого відповідають можливостям ЗС. Друге навантаження (див. рис. 1, г) викликало значні зміни в структурі зв'язків. По-перше, в системі разом з «міопічним фактором» з'явився «фактор зростання», конфігурація зв'язків в якому не відповідає

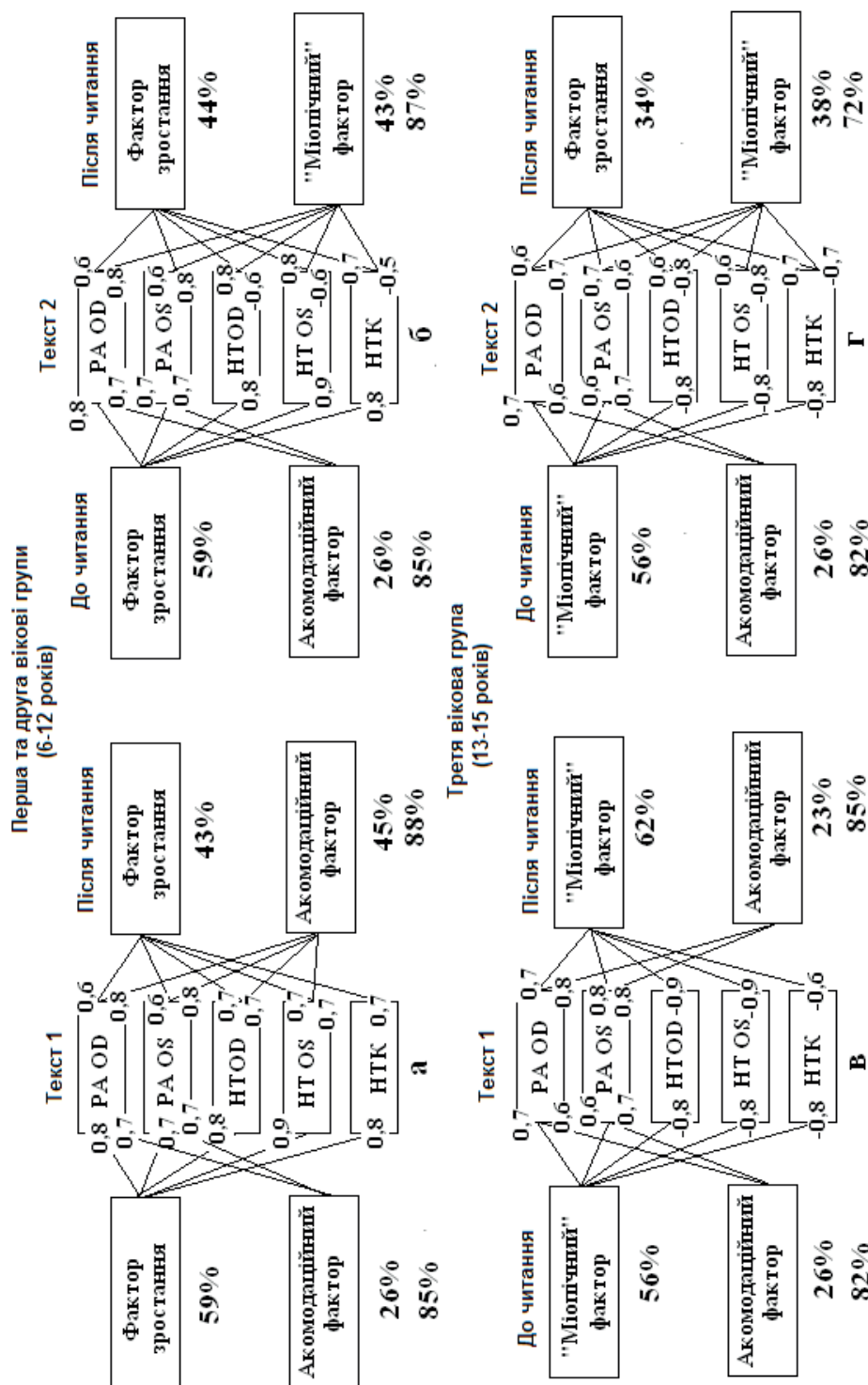


Рис. 1. Факторні моделі зв'язків функціональних показників зорової системи в різних вікових групах до та після візуального навантаження на паперовому носії: а, в –Текст 1; б, г, – Текст 2; РА – резерв акомодції; НТ – резерв акомодції; НТ – резерв акомодції; НТ – найближча точка конвергенції

нормальному зоровому сприйняттю на близькій відстані. Їх кількість у системі зросла до 10, що вказує на значне напруження. Таким чином, навіть у старшій віковій групі занижений розмір шрифту (друге навантаження) викликає суттєві несприятливі зміни. Це слід враховувати при створенні навчальної літератури для підлітків. Занижений розмір шрифту та тривале сприйняття дрібних об'єктів з близької відстані може спричинити виникнення астенопічних станів, при наявності схильності до міопії – її виникнення або прогресування. На думку спеціалістів, невідповідність структурно-функціональних можливостей ЗС у дитячому та підлітковому віці та тривале зорове навантаження на близькій відстані є пусковими механізмами формування або прогресування міопії [14].

Для порівняння наведемо факторну структуру зв'язків функціональних показників ЗС осіб молодого віку (20-22 роки), які працювали тільки з другим навантаженням (рис. 2). У вихідному стані в досліджуваній системі виявлено два фактори. Перший – «акомодаційно-конвергентний» впливає на показники, що забезпечують сприйняття інформації на близькій відстані. Його внесок у загальну

дисперсію становить 51 %, другого «акомодаційного фактора» – 40 %. Другий фактор забезпечує сприйняття об'єктів на віддаленій відстані. Можна відмітити наявність чіткого розділення показників, що забезпечують сприйняття об'єктів на різній відстані від очей, чого не було у дітей та підлітків. Конфігурація зв'язків у досліджуваній системі та внесок факторів у загальну дисперсію після зорового навантаження практично не змінилися, що підтверджує наявність сформованих окремих механізмів зорового сприйняття для близької та дальньої відстані.

ВИСНОВКИ

1. Діти 1-ї вікової групи мають достовірно нижчі функціональні можливості зорового сприйняття на віддаленій відстані, ніж 2-ї і 3-ї груп, у яких функціональні показники близькі за значеннями.

2. Дослідження напрямків зміни показників ЗС під впливом зорового навантаження з різними параметрами оформлення дало змогу встановити, що перше зорове навантаження призводить до зростання РА у 60 % обстежуваних 1-ї і 2-ї вікових груп та у 66 % - 3-ї на

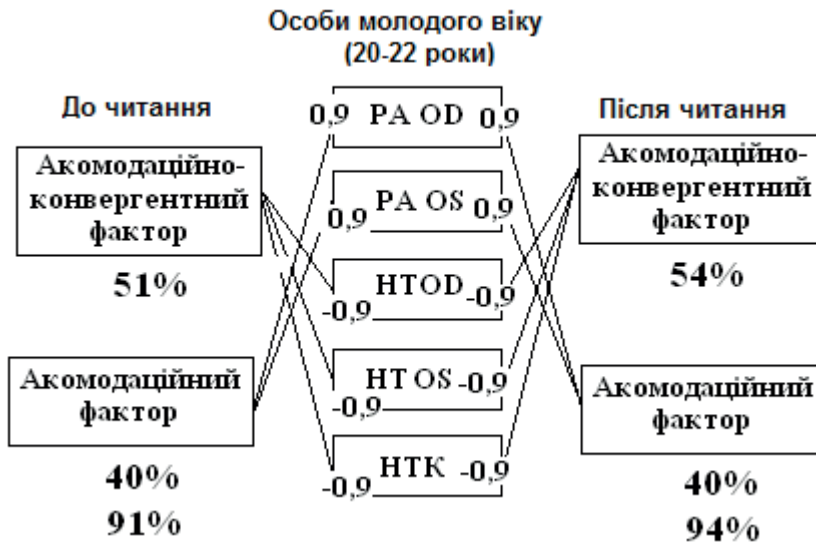


Рис. 2. Факторні моделі зв'язків функціональних показників зорової системи в групі осіб молодого віку групах до та після візуального навантаження (Текст 2); РА –резерв акомодациї; НТ – найближча точка ясного зору; НТК – найближча точка конвергенції

тлі зменшення Нт та НТК, що свідчить про розвиток стану транзиторної міопії. Після другого навантаження в 2-й та 3-й вікових групах збільшується кількість осіб, в яких розвивається зорове стомлення.

3. Аналіз конфігурації зв'язків у факторних структурах показників зорової системи свідчить, що в 1-ї і 2-ї вікових групах ще не сформовані постійні спеціалізовані механізми зорового сприйняття на близькій відстані. При дії візуального навантаження виникає тимчасова адаптація за міопічним типом, що при тривалому існуванні може призвести до формування та прогресування міопії.

4. У 3-й групі до зорового навантаження наявний фактор, який є прообразом спеціалізованого механізму сприйняття візуальної інформації на близькій відстані, причому його внесок у загальну дисперсію після зорового навантаження збільшується. Перше навантаження в цій групі не призвело до значної зміни структури зв'язків між показниками, що вказує на наявність стереотипу реакції, яка забезпечує зорову працю на близькій відстані при нормальних умовах зорового сприйняття. Друге навантаження викликало значні зміни в структурі зв'язків, що підтверджується появою фактора, конфігурація зв'язків в якому не відповідає нормальному зоровому сприйняттю на близькій відстані, що свідчить про значне напруження досліджуваної системи.

5. У групі осіб молодого віку (20-22 роки), які працювали тільки з другим навантаженням, виявлено чітке розділення показників, що забезпечують сприйняття об'єктів на різній відстані від очей. Конфігурація зв'язків в досліджуваній системі та вклад факторів у загальну дисперсію підтверджують наявність сформованих окремих механізмів зорового сприйняття для близької та дальньої відстані.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have

been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

**М.Л. Кочина¹, С.І. Данильченко¹,
О.В. Яворський², Н.М. Маслова², С.М. Лад²**

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ НА ВИЗУАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ

Проведено дослідження впливу якості візуальної навантаження на стан зрительної системи 97 дітей і підлітків в віці від 6 до 15 років і 88 осіб молодого віку (20-22 роки). Обстежувані різних вікових груп в течение 45 хвилин виконували тестові завдання, реалізовані на паперовому носії з різними параметрами оформлення (10 і 7 типографських пунктів), що складалися в пошуку і виділенні заданої букви. Візуальна навантаження з нормальними параметрами оформлення приводила до зростання резервів аккомодации у 60% обстежених 1-ї і 2-ї вікових груп і у 66% - 3-ї групи на фоні зближення до очей найближчих точок ясного зору і конвергенції, що свідчить про розвиток стану транзиторної міопії. Після навантаження з заниженими параметрами оформлення у 2-ї і 3-ї вікових групах збільшувалося число осіб, у яких резерви аккомодации зменшилися на фоні зближення до очей найближчих точок ясного зору і конвергенції, що характерно для розвитку зрительного стомлення. Аналіз конфігурації зв'язків в факторних структурах показників зрительної системи показав, що в 1-ї і 2-ї вікових групах ще не сформовані постійні спеціалізовані механізми зрительного сприйняття на близькій відстані. Під впливом візуальної навантаження виникає тимчасова адаптація по міопічному типу, що при тривалому існуванні може привести до формування і прогресування міопії. В 3-ї віковій групі сформований стереотип реакції, який забезпечує зрительну працю на близькій відстані. В групі осіб молодого віку конфігурація зв'язків в досліджуваній системі після зрительної навантаження практично не змінилася, що підтверджує наявність сформованих окремих механізмів зрительного сприйняття на близькій і дальній відстані.

Ключевые слова: зрительная система; визуальная нагрузка; факторные структуры; зрительное утомление; транзиторная миопия.

**M.L. Kochina¹, S.I. Danylchenko¹, A.V. Yavorskyi²,
N.M. Maslova², S.N. Lad²**

REACTIONS OF THE VISUAL SYSTEM OF CHILDREN AND ADOLESCENTS IN RESPONSE TO VISUAL LOAD

The paper presents the results of studying the influence of

the quality of visual load on the state of visual system of 97 children and adolescents aged from 6 to 15. To identify the features of the visual system functional response to the visual load in children and adolescents, their results were compared with the results of 88 young people (20-22 years old). Participants of different age groups performed test tasks with different registration parameters (10 and 7 typographical points) during 45 minutes. The task was to find and delete a given letter. Participants of the first age group (6-10 years old) had significantly lower functional possibilities of visual perception in the distance than that of the second (11-12 years old) and the third (13-15 years old) groups, where the functional indices were close by the values. The study of the visual system parameter changes under the influence of the visual load with different design parameters allowed establishing that the first visual load led to increasing the accommodation reserves by 60% in the first and second age groups and by 66% in the third group. After the second load, the number of people in the second and third age groups whose accommodation reserves reduced within increasing the distance from the eyes of the nearest points of clear vision and convergence. The latter is characteristic for the development of visual fatigue. Analysis of the configuration connections in the factor structures of the visual system indicators showed that there were still no permanent specialized mechanisms of visual perception at close distance in the first and second age groups. A temporary adaptation of the myopic type under the influence of a visual load occurred. If it is prolonged, it can lead to the formation and progress of myopia. The work with the first visual load led to an increase of the number of significant connections in the investigated system from 7 to 9. The work with the second load increased this number to 10, which indicated its significant strain. In the factor structures constructed by using the visual system indicators of the third age group participants we identified a factor, the structure of the bonds in which is the prototype of a specialized mechanism for perceiving visual information at close distance. The first load (with normal design parameters) did not lead to a significant change in the structure of the bonds between the indices. This indicates the presence of a stereotype of the reaction providing visual work at close distance. The second load caused significant changes in the structure of bonds. The number of bonds in the system also increased from 7 to 10, which indicated its considerable strain. In the group of young people who worked only with the second load, we revealed a clear separation of indicators, which ensured the perception of objects at different distances from the eyes. This fact was not the case for children and adolescents. The bonds configurations in the investigated system, and the contribution of factors to the overall dispersion after the visual load, have practically not changed. The latter confirms the presence of the formed separate mechanisms of visual perception for close and long distance.

Keywords: visual system; visual load; factor structures; visual fatigue; transient myopia.

¹Petro Mohyla Black Sea National University;

²Kharkov National Medical University; e-mail: kochinaml@gmail.com

REFERENCES

1. Golubchikov MV, Rykov SO, Vitovs'ka OP, Kolomiychuk VM, Dubinina TYu, Barinov YuV, et al. Ophthalmic Care in Ukraine from 2005 to 2014. *Analyt Statist Guide*. Kyiv, 2015. [Ukrainian].
2. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Jones LA, Zadnik K. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002; 43(12): 3633-40.
3. Kempen JH, Mitchell P, Lee KE, Tielsch JM, Broman AT, Taylor HR, et al. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. *Arch Ophthalmol*. 2004; 122(4): 495-505.
4. Fan DSP, Lam DS, Lam RF, Lau JTF, Chong KS, Cheung EYY, et al. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004; 45(4): 1071-5.
5. Srinivas C. Epidemiological Study of Myopia. *Myopia 2000: Proceedings of the VIII International Conference on Myopia*. Boston, 2000: 26-33.
6. Zbitneva SV. Detection of Reduced Visual Acuity during Prophylactic Examinations of Children. *East Eur J Publ Health*. 2012; 2/3: 127-33. [Ukrainian].
7. Rykov SO, Cheremukhina OM. Optimization of Ophthalmic Preventive care for Children in Ukraine. *Medical and Social problems of the Prevention for the Children's Community in the Framework of the WHO Program "Eyesight 2020": conference materials and lectures*. Kyiv, 2012: 159-61. [Ukrainian].
8. Kochina ML, Yavorskyi AV, Maslova NM. Visually Aggressive Environment of the Child and "School Myopia". *Hygiene Inhab Plac*. 2001; 38(2): 355-7. [Russian].
9. Kochina ML, Podrygalo LV, Yavorskyi AV, Maslova NM. Ophthalmic Aspects of the Visual Environment of a Modern Man. *J Ophthalmol*. 2001; 6: 56-9. [Russian].
10. Kochina ML, Yavorskyi AV. The Concept of the Children and Adolescents Visual System Formation under the Influence of Visual Loading. *Bull Probl Biol Med*. 2013; 3(2): 170-5. [Russian].
11. Pol'ka NS, Yatskovskaya NYa, Dzhurynska SM, Platonova AG. Hygienic Assessment of the Visual Environment of Elementary School Children. *Environment&Health*. 2010; 3: 55-7. [Ukrainian].
12. Kochina ML, Yavorskyi AV, Lad SN, Yevtushenko AS. Age Peculiarities of Functional Organization of the System for Obtaining and Initial Processing of Visual Information. *Clin Informatics Telemedicine*. 2013; 10(9): 136-40. [Russian].
13. Yavorskyi AV. Analysis of the Formation Features of a Functional System for Receiving and Initial Processing of Visual Information. *Cybernet Comp Engineering*. 2012; 170: 28-40. [Russian].
14. Avetisov ES. *Myopia*. Moscow: Medicine, 1999. [Russian].
15. Avetisov ES. *Friendly Strabismus*. Moscow: Medicine, 1977. [Russian].

16. Kogan AI. The Role of Compensation in the Formation and Operation of the Sensory-motor Apparatus of the Binocular Visual System. Mechanisms for the Identification of Visual Images: a collection of articles; under the editorship of VD Glezer. Leningrad: Sci;1967:61-76. [Russian].
17. Veselovskaya NN, Zherebko IB. Assessment of functional changes tear production under the action of the eye drops on the base of natural molecule of ectoine and artificial tears in patients with dry eye syndrome on the background of endocrine ophthalmopathy. Fiziol Zh. 2016;62 (6):118-21.
18. Shamshinova AM, Volkov VV. Functional Methods of Research in Ophthalmology. Moscow: Med, 1998. [Russian].
19. Somov EE. Introduction to Clinical Ophthalmology. StPetersburg, 1991. [Russian].
20. Shamshinova AM Yakovlev AA, Romanova EV, editors. Clinical Physiology of Vision. M: PBOYUL «TM Andreeva», 2002. [Russian].
21. Vasil'eva NN. Binocular visual system of a growing organism: monograph. Cheboksary: Chuvash gos ped un-t, 2011. [Russian].
22. Maslova NM. Dynamics of Functional Indicators of the Visual System of Children and Adolescents in the Process of Studying at School [dissertation]. Donetsk: Donetsk State Medical University; 2005. [Ukrainian].
23. Patent 43719AUkraine, МПК А 61 В 10/00. The Method of Diagnosing the Information Load of Printed Publications for Children and Adolescents / Kryvonosov MV, Podrygalo LV, Kochina ML, Yavorskyi AV, Maslova NM. (UA); Applicant and patent holder Kharkiv National Medical University Ukraine (UA). № 2001063812; applied 06.06.01; published 17.12.01. Bulletin №11. [Ukrainian].
24. Shapovalov SL, Aleksandrov AS. Materials to the Problem of Visual Fatigue in the Operators of Video Display Terminals. Moscow: GKVG im akad NN Burdenko, 1999. [Russian].
25. Somov EE. Methods of ophthalmoergonomics. AN USSR, Department of Physiology. Leningrad: Science, 1989. [Russian].

*Матеріал надійшов до
редакції 08.06.2018*