МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему: ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРА ОСІБ ШКІЛЬНОГО ВІКУ ВПРОДОВЖ НАВЧАЛЬНОГО РОКУ

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0919-2б-з

спеціальності \_\_\_\_\_\_\_\_\_091 Біологія\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(код і назва спеціальності

освітньої програми \_\_\_\_\_\_Біологія\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(назва освітньої програми)

                                    В.Ю.  Балюра

(ініціали та прізвище)

Керівник     доцент, к.б.н. Гороховський Є.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент    доцент, к.б.н. Задорожня В.Ю

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет біологічний

Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 091 Біологія

Освітня програма Біологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри В.Д. Бовт \_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_року

**З А В Д А Н Н Я**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

  Балюрі Віталію Юрійовичу

1. Тема роботи    Функціональний стан зорового аналізатора осіб шкільного віку впродовж навчального року

керівник роботи Гороховський Єгор Юрійович, к.б.н, доцент       ,

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 13 » липня 2020 року № 1028-с

1. Строк подання студентом роботи \_\_грудень 2020 року
2. Вихідні дані до роботи    дослідження впродовж навчального року функціонального стану зорового аналізатора осіб шкільного віку
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)    огляд літератури за темою дослідження, опанування методів дослідження зорового аналізатора, дослідження функціонального стану зорового аналізатора осіб шкільного віку впродовж навчального року статистичний аналіз отриманих даних
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень) рис. 3.1 − Відстань точки найближчого ясного бачення обстежених осіб на початку та наприкінці навчального року, рис. 3.2 – Час відчуття послідовного кольорового контрасту обстежених осіб на початку та наприкінці навчального року, рис. 3.3 – Показник зорової працездатності за результатами коректурного тесту Вестон-Тагаєвої, табл. 3.1 – Результати виконання завдання зі складного зорового пошуку особами молодшого та середнього шкільного віку
5. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада  консультанта | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання  прийняв |
| 4 | Клімова О.О., к.б.н., ст.викладач |  |  |

1. Дата видачі завдання\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
| 1. | Пошук літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи, написання першого розділу кваліфікаційної роботи | Вересень2019 - Лютий 2020 | Виконано |
| 2. | Проведення експериментального дослідження | Березень - Квітень2020 | Виконано |
| 3. | Написання другого розділу  кваліфікаційної роботи | Травень -Серпень 2020 | Виконано |
| 4. | Проведення експериментального дослідження | Вересень - Жовтень 2020 | Виконано |
| 5. | Написання третього розділу кваліфікаційної роботи | Жовтень– Листопад 2020 | Виконано |
| 6 | Передзахист кваліфікаційної роботи | Грудень 2020 | Виконано |

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Ю. Балюра

(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Є.Ю. Гороховський

(підпис) (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.О. Клімова

(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра викладена на 63 сторінках друкованого тексту, містить 3 рисунка, 1 таблицю. Перелік використаних літературних джерел містить 59 літературних джерел, з яких 11 − на іноземній мові.

Напружений характер навчання та значниймобсяг навчального навантаження сприяє формуванню та закріпленню негативних зрушень у фізіологічних реакціях організму дитини, що призводить до порушень багатьох органів та систем. Значне навантаження під час навчання спрямовано на орган зору, особливо в зв'язку з оволодінням навичками читання і письма. У зв'язку з широким впровадженням у навчальний процес технічних засобів навчання навантаження на зоровий аналізатор дітей різко зростає. Відомо, що 43,7% учнів молодших класів та 21,8% дошкільнят мають порушення гостроти зору, а за період навчання в школі до моменту її закінчення частка осіб зі зниженим зором збільшується у 5 разів. Саме тому дослідження стану зорового аналізатору осіб шкільного віку впродовж навчального року є актуальною науково-практичною проблемою.

Об'єкт дослідження: зоровий аналізатор дітей шкільного віку.

Предмет дослідження: вплив навчального навантаження на функціональний стан зорового аналізатора осіб шкільного віку.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні функціонального стану зорового аналізатора осіб шкільного віку впродовж навчального року.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше досліджено стан зорового аналізатора осіб шкільного віку, які є учнями середньої загальноосвітньої школи № 63 Дніпровської міської ради, на початку та наприкінці навчального року. При дослідженні функціонального стану зорового аналізатора було встановлено наявності ознак його стомлення наприкінці навчального року.

ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР, ОСОБИ ШКІЛЬНОГО ВІКУ, НАВЧАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ЗОРОВА ПРАЦЕЗДАТНІСТь, ЗОРОВЕ СТОМЛЕННЯ

ABSTRACT

The master's qualification work is set out on 63 pages of printed text, contains 3 figures, 1 table. The list of literary sources used contains 59 literary sources, of which 11 are in a foreign language.

The intense nature of learning and a significant amount of learning load contributes to the formation and consolidation of negative changes in the physiological reactions of the child's body, which leads to violations of many organs and systems. Significant workload during training is directed at the organ of vision, especially in connection with the acquisition of reading and writing skills. Due to the widespread introduction of technical teaching aids in the educational process, the load on the children's visual analyzer is increasing sharply. It is known that 43.7% of primary school students and 21.8% of preschoolers have visual acuity impairment, and during the period of schooling until the end of it, the share of visually impaired people increases 5 times. That is why the study of the state of the visual analyzer of school-age people during the school year is an urgent scientific and practical problem.Object of study: visual analyzer of school-age children

Subject of the study: the effect of educational load on the functional state of the visual analyzer of persons of school age.

The purpose of qualification work is to study the functional state of the visual analyzer of persons of school age during the school year.

The novelty of the work is that for the first time the state of the visual analyzer of school age persons who are students of the secondary school № 63 of the Dnieper city council was examined at the beginning and end of the school year. When examining the functional state of the visual analyzer, it was found that there were signs of its fatigue at the end of the school year.

VISUAL ANALYZER, SCHOOL-AGE PERSONS, LEARNING LOAD, VISUAL WORKABILITY, VISUAL FATIGUE

ЗМІСТ

[ВСТУП 8](#_Toc58172798)

[1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 10](#_Toc58172799)

[1.1 Анатомічна будова зорового аналізатору людини 10](#_Toc58172800)

[1.1.1 Периферичний відділ зорового аналізатора 10](#_Toc58172801)

[1.1.2 Центральний відділ зорового аналізатора 15](#_Toc58172802)

[1.2 Фізіологічні функції зорового аналізатора людини 20](#_Toc58172803)

[1.3 Онтогенетичні особливості розвитку зорової сенсорної системи людини 25](#_Toc58172804)

[1.4 Втомлюваність зорового аналізатора та її негативні наслідки 27](#_Toc58172805)

[1.5 Гігієна зорового аналізатора осіб дитячого віку 32](#_Toc58172806)

[2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 35](#_Toc58172807)

[2.1 Характеристика обстежуваних осіб та умови проведення випробовування функціонального стану зорового аналізатора 35](#_Toc58172808)

[2.2 Визначення акомодаційної здатності ока 35](#_Toc58172809)

[2.3 Визначення показнику часу сприйняття послідовного кольорового контрасту. 36](#_Toc58172810)

[2.4 Оцінка стану зорового аналізатора при виконанні складного зорового пошуку 37](#_Toc58172811)

[2.5 Визначення зорової працездатності осіб шкільного віку 38](#_Toc58172812)

[2.6 Статистична обробка результатів дослідження. 39](#_Toc58172813)

[3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 40](#_Toc58172814)

[3.1 Стан механізмів акомодації у осіб різного віку впродовж навчального року 40](#_Toc58172815)

[3.2 Тривалість сприйняття послідовного кольорового контрасту у осіб різного віку впродовж навчального року 42](#_Toc58172816)

[3.3 Стан центральних відділів зорового аналізатора за результатами коректурної проби та виконання завдання складного зорового пошуку 45](#_Toc58172817)

[4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 49](#_Toc58172818)

[ВИСНОВКИ 53](#_Toc58172819)

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 55](#_Toc58172820)

[ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 56](#_Toc58172821)

[ДОДАТКИ 62](#_Toc58172822)

ВСТУП

Напружений характер навчання, великий обсяг навчального навантаження, дефіцит часу для засвоєння інформації є психотравмуючими факторами для дитини, що разом зі зменшенням тривалості сну і прогулянок, зниженням фізичної активності чинить виражений стресовий вплив на дитячий організм . Тривале перебування дітей в таких умовах сприяє «закріпленню» негативних зрушень у фізіологічних реакціях організму, що формує невротичні розлади з наступною клінічною маніфестацією, формуванням порушень діяльності серця, шлунково-кишкового тракту, опорно-рухового апарату, органу зору та інших органів і систем [1, 2, 3].

Опанування навчального матеріалу в шкільному віці пов'язано зі значним розумовим навантаженням. Шкільний вік − це період росту та розвитку, протягом якого організм дитини дуже чутливий до впливів, як сприятливих так і несприятливих . Крім того, на шкільні роки припадає дві так званих «вікових» кризи, в які організм найбільш чутливий до несприятливих впливів. Це початок навчання в школі (6-7 років) і пубертатний період [4]. Велике навантаження під час навчання спрямовано на орган зору, особливо в зв'язку з оволодінням навичками читання і письма, на м'язовий апарат ока та на акомодацію [5]. У останні роки в зв'язку з широким використанням в школі технічних засобів навчання, а також з впровадженням комп’ютерної техніки в навчальний процес навантаження на зоровий аналізатор дітей різко зростає [6]. Як показали дослідження В.В. Коваленко (2000) 43,7% учнів молодших класів, мають ту чи іншу ступінь порушення гостроти зору, у 21,8% дошкільнят виявлені аналогічні зміни. Відсоток виявлення дітей зі зниженим зором варіює за даними різних авторів від 6,1% до 43,7%. При цьому, за період навчання в школі до моменту її закінчення частка осіб зі зниженим зором збільшується в 5 разів. До початкової школи приходять приблизно 70% здорових дітей, а серед учнів випускних класів такими виявляються тільки 10% [1, 7].

Об'єкт дослідження: зоровий аналізатор дітей шкільного віку.

Предмет дослідження: вплив навчального навантаження на функціональний стан зорового аналізатора осіб шкільного віку.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні функціонального стану зорового аналізатора осіб шкільного віку впродовж навчального року.

Завдання дослідження:

1. Визначити наявність та ступінь м’язового компонента зорового стомлення за станом акомодації обстежуваних осіб на початку та наприкінці навчального року.

2. Оцінити ступінь ретинального компоненту зорового стомлення за часом сприйняття послідового зорового контрасту на початку та наприкінці навчального року.

3. Дослідити стан центральних відділів зорового аналізатора за результатами коректурної проби .

4. Провести інтегральну оцінку зорового аналізатора обстежуваних осіб на початку та наприкінці навчального року за результатами виконання завдання складного зорового пошуку.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше досліджено стан зорового аналізатора осіб шкільного віку, які є учнями середньої загальноосвітньої школи № 63 Дніпровської міської ради, на початку та наприкінці навчального року. При дослідженні функціонального стану зорового аналізатора було встановлено наявності ознак його стомлення наприкінці навчального року.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Анатомічна будова зорового аналізатору людини

Зоровий аналізатор, або зорова сенсорна система, безумовно є найбільш важливим з усіх органів відчуття у людини, оскільки саме завдяки ньому отримується приблизно 90%. Саме завдяки випереджувальному еволюційному розвитку механізмів сприйняття зорової інформації мозок приматів зазнав значних змін та досяг значного рівня досконалості. Зорове сприйняття є багатоступеневим процесом, який починається з проекції зображення на сітківку ока та збудження фоторецепторів, та закінчується прийняттям локалізованими у корі головного мозку вищими відділами зорового аналізатора рішення про наявності у полі зору того чи іншого зорового образу [8].

1.1.1 Периферичний відділ зорового аналізатора

Очне яблуко є периферичним відділом зорового аналізатора. У дітей воно має форму кулі, а у дорослих має форму еліпсу, дещо витягнутого у повздовжньому напрямку. Очне яблуко новонародженої дитини має відносно великий розмір, його діаметр у середньому становить 17,5 мм, а маса – 2,3 г. Зорова вісь проходить більш латерально, ніж у дорослої людини. Збільшення очного яблука найбільш виражено на першому році життя. На 5 році життя його маса його збільшується на 70%, а у віці 20 років – майже у 3 рази [9].

Анатомічно очне яблуко складається з ядра та зовнішньої (фіброзної), середньої (судинної) і внутрішньої (сітківки) оболонок. Ядро ока складається з склоподібного тіла, кришталика і рідкої вологи (рис. 1.1). Усі ці утворення створюють так звані заломлюючі середовища очного яблука [10].

Кришталик це прозоре щільне тіло, яке має вигляд двоопуклої лінзи. Він не має судин і нервів, зверху покритий капсулою. Передня поверхня кришталика межує з райдужкою, а задня поверхня вдається в склоподібне тіло. Зміцнюється кришталик війковим пояском, при скороченні або розслабленні війкового тіла натяг паска змінюється і кришталик змінює свою форму, що власне забезпечує спроможність ока до ясного бачення предметів, розташованих на різних відстанях від ока (акомодація). Простір між сітківкою і кришталиком заповнюється склоподібним тілом, яке з одрого боку щільно прилягає до сітківки, а з іншого фіксує кришталик. Вона складається з прозорої драглистої міжклітинної речовини і також не має судин.

Водяниста волога, яка заповнює передню камеру ока, розташовану між рогівкою і райдужкою, та задню камеру ока, розташовану між райдужкою і кришталиком, виділяється з кровоносних судин війчастих відростків і райдужки. Передня та задня камери очного яблука сполучаються між собою через зіницю, а відтік вологи з цих камер забезпечує венозний синус [11].

|  |
| --- |
|  |

Рисунок 1.1 – Будова очного яблука. 1 – рогівка, 2 – передня камера, 3 – війчасте тіло, 4 – кришталик, 5 – скловидний канал, 6 – оптичний нерв, 7 – центральна артерія сітківки, 8 – зіниця, 9 – райдужна оболонка, 10 – кон’юктива, 11 – склера, 12 – судинна оболонка, 13 –сітківка, 14 – артерія сітківки, 15 – фовеа [10]

Фіброзна оболонка очного яблука ззаду представлена білковою оболонкою (склерою), а спереду − безсудинною, прозорою, сильно вигрутою рогівкою, яка утворена щільною сполучною тканиною. Попереду рогівка вкрита багатошаровим плоским незроговіваючим епітелієм, а позаду – одношаровим ендотелієм. Кровоносні судини у рогівці також відсутні. У немовлят рогівка відносно товста, а її викривлення протягом життя майже не змінюється. Білкова оболонка (склера) також утворена щільною сполучною тканиною, але вона є непрозорою, що обумовлено великою кількістю еластичних та колагенових волокон. Межею між склерою і рогівкою є ободок (лімб рогівки). Також тут проходить венозний синус, по якому венозна кров і лімфа відтікає з ока. Епітелій рогівки тут переходить в кон’юнктиву. У задній частині склери, у ділянці виходу зорового нерва, утворюється решітчаста пластинка з численними отворами. Тут склера найбільш масивна і переходить в сполучно-тканину оболонку зорового нерва. Кровоносні судини проходять через склеру до судинної оболонки. Також до білкової оболонки прикріплюються чотири прямі м'язи ока [11].

Судинна оболонка складається з власне судинної оболонки, війкового тіла і райдужки. Власне судинна оболонка тонка, добре васкуляризована, містить темно-коричневий пігмент. З білковою оболонкою вона з’єднується не щільно, між ними наявні так звані лімфатичні щілини. Товщина власне судинної оболонки становить 0,2 мм, вона складається з надсудинної, судинної та хоріокапілярної пластинок. Надсудинна пластинка утворюється ендотелієм, еластичними волокнами, пігментними клітинами та нервовими волокнами. У судинній пластинці проходять великі вени, між якими лежать сполучно-тканині волокна та пігментні клітини. У хоріокапілярній пластинці розташовані великі капіляри синусоїдного типу. Найбільша їх кількість спостерігається в оболонці жовтої плями сітківки. Завдяки особливостям будови капілярів кров швидко переходить з артеріального русла у венозне. Без будь-якого різкого розмежування власне судинна оболонка переходить у війкове тіло.

Війкове тіло має вигляд валика і вдається всередину очного яблука у місці переходу білкової оболонки в рогівку. Від переднього його краю відходять близько 70 війкових відростків, які переходять у пружні тонкі волокна, що прикріплюються до капсули кришталика по її екватору. У новонародженої дитини кришталик майже сформований, а найбільші темпи його росту відзначаються протягом першого року життя. Волоконця, що підтримують кришталик, утворюють війковий поясок, або цинову зв’язку. Усередині пояска знаходиться водяниста волога. У війчастому тілі розташовуються гладенькі м’язові волокна війкового м’яза, який забезпечує процес акомодації. У новонародженого війкове тіло слаборозвинене, але подальше його зростання і розвиток йдуть швидко, і повна здатність до акомодації формується вже у віці до 10 років.

Райдужка має вигляд диска з отвором посередині. Зовнішнім краєм вона переходить у війкове тіло, а внутрішнім – обмежує зіницю. Її забарвлення залежить від кількості та глибини залягання пігменту, і буває від світло-блакитного до чорного. У новонародженої дитини райдужка має вигин уперед, та містить незначну кількість пігменту. До 2 років її товщина поступово збільшується, також зростає кількість пігменту. Навколо зіниці розташовуються радіальні м'язи, які її розширюють, і кругові м'язи, які її звужують. Таким чином, по функціональному призначенню зіниця є діафрагмою, яка регулює надходження світла до ока. Після народження діаметр зіниці становить 2,0 мм, у 2 роки він вже дорівнює розміру дорослої людини та сягає 2,5-3,5мм. У віці 40-50 років зіниця трохи звужується.

Сітківка прилягає до склоподібного тіла і складається з трьох частин. Задня частина, яка має назву зорової, характеризується тим, що в ній розташовуються світлочутливі фоторецептори ока – колбочки і палички. На рівні війкового тіла розташовується друга частина сітківки – зубчаста облямівка. Передня частина сітківки знаходиться під райдужкою і називається райдужною. Зубчаста облямівка та райдужна оболонка нечутливі до світла. Зорова частина сітківки складається з 10 шарів (рис. 1.2). Зовнішній пігментний шар прилягає до судинної оболонки. За ним розташовується шар нейроепітелію з клітинами-фоторецепторами, у яких розрізняють зовнішній сегмент, що містить світлочутливий зоровий пігмент родопсин (в паличках) і йодопсин (в колбочках) і внутрішній сегмент, в якому знаходяться мітохондрії. Периферичні відростки паличок і колбочок занурені в чорний пігментний шар, який вистеляє внутрішню поверхню ока. Він не тільки зменшує відбиття світла всередині ока, а й приймає участь в обміні речовин рецепторів. Загалом у сітківці нараховується близько 7 млн. колбочок і близько 130 млн. паличок [12].

|  |
| --- |
|  |

Рисунок 1.2 – Схема будови сітківки: 1 – волокна зорового нерва, 2 – гангліозні клітини, 3 – внутрішній синаптичний шар, 4 – біполярні клітини, 5 – зовнішній синаптичний шар, 6 – рецепторні клітини, 7 – пігментні клітини, 8 – палички, 9 – колбочка [10]

Палички більш чутливі до світла, і тому утворюють так званий апарат сутінкового зору. Колбочки, чутливість яких до світла в 500 разів менше, ніж паличок, є апаратом денного і колірного бачення. Колбочки і палички розподілені в сітківці нерівномірно. На дні ока, навпроти зіниці, знаходиться так звана жовта пляма, у центрі якої є поглиблення (центральна ямка), яке є ділянкою найкращого бачення. Сюди фокусується зображення при розгляданні предмета. У центральній ямці наявні лише колбочки. У напрямку до периферії сітківки кількість колбочок зменшується, а число паличок зростає, а периферія сітківки містить тільки палички. Недалеко від жовтої плями сітківки, ближче до носа, розташовано місце виходу зорового нерва, − так звана сліпа пляма. У цій ділянці немає фоторецепторів, тому сліпа пляма не бере участі в створенні зорового образу. Фоторецептори контактують з біполярними нейронами, які, в свою чергу, – з гангліозними клітинами. Третій шар являє собою зовнішню примежову мембрану, утворену відростками клітин глії. Четвертий шар, зовнішній ядерний, утворений внутрішніми сегментами рецепторів. Далі знаходиться зовнішній сітчастий шар, що складається з аксонів рецепторів і відростків біполярних і горизонтальних клітин. Шостий шар називається внутрішнім ядерним і містить біполярні, горизонтальні і гліальні клітини. За ним лежить внутрішній сітчастий шар з відростків біполярних і гангліозних клітин. У восьмому (гангліозному) шарі знаходяться тіла гангліозних клітин. У дев’ятому шарі розташовуються нервові волокна, які є аксонами гангліозних клітин і утворюють зоровий нерв. Останнім шаром є внутрішня примежова мембрана, що складається з відростків гліальних клітин. Відростки гангліозних нейронів утворюють зоровий нерв, який є провідниковим відділом зорового аналізатора [12].

1.1.2 Центральний відділ зорового аналізатора

Проведення нервових імпульсів від сітківки у коркові центри півкуль і передні горбки чотиригорбикового середнього мозку забезпечує провідний шлях зорового аналізатор, який являє собою складний ланцюг пов'язаних один з одним за допомогою синапсів нейронів [12].

|  |
| --- |
|  |

Рисунок 1.3 – Схема будови зорового аналізатора. 1 – сітківка, 2 – неперехрещені волокна зорового нерва, 3 – перехрещені волокна зорового нерва, 4 – зоровий тракт, 5 – зовнішнє колінчасте тіло, 6 – латеральний корінець, 7 – зорові долі [10]

Промінь світла, який пройшов через заломлюючі середовища очного яблука (рогівку, водянисту вологу передньої і задньої камер ока, кришталик та склоподібне тіло), сприймається фоторецепторними клітинами сітківки − паличками та колбочками. Отже, першими нейронами провідного шляху є фоторецепторні клітини сітківки ока. Другі нейрони провідного шляху представлені біполярними клітинами, складовими внутрішнього ядерного шару. Кілька паличок одночасно контактує з однією біполярною клітиною, яка з'єднується з допомогою своїх відростків-дендритів. Це явище називається синоптичною конвергенцією. Подібне об'єднання паличок в групи робить периферійний зір дуже чутливим. Одна колбочка, навпаки, синаптично пов’язана тільки з однією біполярної клітиною,що забезпечує більшу, порівняно з паличками, гостроту зору, але чутливість при цьому стає гіршою в порівнянні з паличками. У гангліозному шарі сітківки розташовані тіла третій нейронів провідного шляху. Він складається з великих гангліозних клітин, кожна з яких, контактує з декількома біполярними клітинами. Аксони гангліозних клітин збираються у диск зорового нерва (сліпої плями), утворюючи стовбур зорового нерва. Позаду за цим пучки нервових волокон пронизують склеру в ділянці гратчастої пластинки, утворюючи компактний нервовий стовбур, у якому нервові волокна ізольовані мієліном один від одного. Серед пучків волокон зорового нерва проходять центральна артерія та центральна вена сітківки [1012].

Зоровий нерв виходить із сітківки в області сліпої плями, проходить крізь товщу жирового тіла очниці, підходить до загального сухожильного кільця ока, після чого входить у зоровий канал. Одночасно із очною артерією зоровий нерв проходить в порожнину черепа через зоровий канал, утворений малим крилом клиноподібної кістки. По всій довжині стовбур зорового нерва оточується виростом м'якої оболонки головного мозку. Залишаючи очниці, зорові нерви, що відходять від обох очей, на нижній поверхні проміжного мозку утворюють перехрещення, яке має назву хіазма. У ділянці хіазми перехрещується тільки медіальна група волокон, що прямують від внутрішніх відділів сітківки, а волокна від зовнішніх відділів сітківки не перехрещуються. Таким чином, кожна півкуля головного мозку одночасно отримує імпульси як від правого, так і лівого ока. Все це забезпечує синхронність рухів очних яблук і лежить в основі бінокулярного зору.

Ділянку зорового шляху від сітківки до зорового перехрещення називається зоровим нервом, а всі зорові шляхи, що йдуть від перехрещення − зоровим трактом. Такім чином, правий зоровий тракт містить в собі нервові волокна, що йдуть від правої половини сітківки правого ока (волокна в зоровому перехресті не перехрещуються) і від правої половини сітківки лівого ока (волокна повністю переходять на протилежну сторону в зоровому перехресті). Лівий зоровий тракт − від лівої половини сітківки лівого ока (волокна перехрещені) і від лівої половини сітківки правого ока (волокна повністю перехрещені) [11].

Потім кожен зоровий тракт огинає з зовнішньої бокової сторони ніжку мозку і закінчується в первинних підкіркових зорових центрах. Більша частина цих нервових волокон відходить до клітин латерального колінчастого тіла, менша − до клітин таламусу. І зовсім невелика частина, яка контролює зіничний рефлекс, − до верхніх горбків даху середнього мозку. Від верхніх горбків відходять провідні шляхи до черепних спинномозкових ядер. Саме цим обумовлюється швидка реакція на різкі рухи. До передніх горбків чотиригорбикового тіла також йдуть пупілярні волокна зорових нервів, які відходять від гангліозних клітин сітківки. Ці нервові волокна є першою ланкою рефлекторної дуги реакції зіниці на світло. Потім аксони нейронів прямують до великого ядра у таламусі, званому подушкою. Після цього волокна зорових трактів встановлюють рефлекторні зв'язки з проміжним і середнім мозком. Також від передніх горбків провідні шляхи йдуть до ядер Якубовича. Ці ядра містять нейрони, аксони яких утворюють парасимпатічні волокна, що іннервують сфінктер зіниці та війковий м’яз. Нейрони від передніх горбків чотиригорбикового тіла підходять до ядер Якубовича як своєї, так і протилежної сторони. Це формує реакцію, яка полягає у ідентичній відповіді обох зіниць, при освітленні лише одного ока. Наряду з первинними зоровими сигналами, нейрони верхніх горбів горбків чотиригорбикового тіла отримують інформацію про звуки, про положення голови, а також перероблену зорову інформацію, яка повертається по петлі зворотного зв'язку від нейронів первинної зорової кори. Прикладом реалізації цього механізму є прояв орієнтовного рефлексу при появі несподіваних подразників. У відповідь на раптове подразнення відбувається поворот голови і очей в сторону подразника, а у звірів додатково відбувається ще й поворот і підведення вух в сторону джерела звуку. Цей рефлекс необхідний для підготовки організму до своєчасної реакції на будь-якій новий вплив та супроводжується посиленням тонусу м'язів-згиначів і змінами вегетативних функцій, таких як дихання і серцебиття.

Аксони четвертих нейронів, які проводять в кору зорове збудження, починаються з латерального колінчастого тіла, потім віялом розходяться по обидві сторони скроневої частини головного мозку (зорова променистість, або променистий пучок Грациоле). Далі волокна променистого пучку, які несуть інформацію від первинних підкіркових зорових центрів, збираються разом, щоб пройти через внутрішню капсулу. Закінчується зоровий шлях в корі потиличних долей головного мозку, в глибині шпорної борозни − у первинній зоровій корі (первинному проекційному полі зорового аналізатора). Таким чином, ці первинні проекційні поля пов'язані з однойменними половинами (свого боку) сітківок обох очей. Ліві поля − з двома лівими половинами сітківки лівого і правого ока, а праві − з двома правими половинами сітківки. Первинна зорова кора складається з упорядкованих шарів і являє собою структуру, унікальну за своєю складністю для всієї нервової системи. Для всієї кори великого мозку характерна шарувата структура, що складається, як правило, з 6 шарів, починаючи з зовнішньої поверхні. Шари розрізняються за кількістю нейронів, що в них містяться. Однак в зоровій корі людини і мавп ці шари в свою чергу поділяються ще на 12 шарів. Дослідження показали, що ділянки кори, які пов'язані із зором, не обмежуються первинною зоровою корою. За допомогою спеціальних методик вдалося простежити зв'язок цієї області і частин кори головного мозку, які лежать в безпосередній близькості. Ці зорові зони називають полями вторинної зорової кори. Однак зорові шляхи на цьому не закінчуються. Клітини вторинної зорової кори передають інформацію специфічним клітинам інших областей кори головного мозку [11].

1.2 Фізіологічні функції зорового аналізатора людини

Зоровий аналізатор являє собою сукупність структур, які сприймають, проводять та аналізують інформацію, і у такий спосіб здійснюють функцію зору. Сітківка ока чутлива до видимої ділянки світлового випромінювання (електромагнітних хвиль з довжиною хвилі від 390 нм до 760 нм). Саме за допомогою зорового аналізатора людина отримує до 80-90% всієї інформації про оточуюче середовище.

Рецепторний відділ зорового аналізатора включає сітчасту оболонку ока, провідниковий відділ, представлений зоровими нервами (II пара), центральний відділ, розташований на різних рівнях головного мозку (латеральне колінчасте тіло таламуса, відділ у потиличній ділянці кори головного мозку, а саме 17, 18 та 19 поля за Бродманом).

Орган зору – око, складається з очного яблука, захисних пристосувань (зовнішні оболонки – склера і рогівка, слізний апарат, повіки, вії, брови) і моторного (рухового) апарату.

Заломлююча система ока, до якої належать рогівка, склоподібне тіло і кришталик, влаштована відповідно до оптичних законів. Основною лінзою оптичної системи ока є кришталик, двоопукла лінза зі змінною фокусною відстанню, яка дорівнює 60 ± 14 діоптрій. Процес зміни викривлення кришталика називається акомодацією і є мимовільним процесом. Процесом акомодації керує автономна нервова система, волокна якої іннервують війковий м’яз очного яблука.

Кришталик завдяки своїм еластичним властивостям здатний мимовільно ставати більш опуклим, його сплощення залежить від тяги, що створюється війковим м’язом, з’єднаним з бічною поверхнею кришталика циновою зв’язкою. При нормальній рефракції ока промені від далеко розташованих предметів після проходження через заломлюючу світло систему ока фокусуються на сітківці в центральній ямці.

Іннервація війкового м’яза здійснюється симпатичними і парасимпатичними нервами. Нервові імпульси, що надходить по парасимпатичних волокнах окорухового нерва, викликають скорочення м’яза при розгляданні віддалених предметів. Симпатичні волокна, що відходять від краніального шийного ганглія, навпаки, викликають його розслаблення при близькому зору. Контроль активності вищезазначених вегетативних нервів здійснюється корою великих півкуль мозку.

Автономна нервова система також приймає участь в оптимізації рівня освітленості сітківки, що досягається зміною діаметру зіниці, який визначається активністю м'язів райдужної оболонки. Скорочення кільцевого м’яза зіниці звужує її, скорочення радіального м’яза навпаки, розширює. Кільцевий м’яз іннервують парасимпатичні рухові волокна ядра Едінгера-Вестфаля та циліарного ганглія. Розширення зіниці (скорочення радіального м’яза) здійснюється симпатичними впливами з нижніх шийних і верхніх грудних сегментів спинного мозку, а також краніального шийного ганглія. Діамтерт зіниці також збільшується при емоційному напруженні, що обумовлено гормональним впливом катехоламінів.

Рухи очей здійснюються трьома парами м’язів ока (зовнішній і внутрішній прямі м’язи, верхній і нижній прямі м’язи, верхній і нижній косі м’язи), які інервуються окоруховим (III пара), блоковим (IV пара) та відвідним (VI пара) черепними нервами. Блоковий нерв іннервує верхній косий м’яз, відвідний – зовнішній прямий, а окоруховий – всі інші. Ядра цих нервів локалізовані у стовбурі головного мозку [10].

Рецепторний відділ зорового аналізатора (фоторецептори), як вже вказувалось вище, підрозділяється на палички і колбочки – нейросенсорні клітини, які здійснюють рецепцію світла.

На мембранах рецепторних клітинах сітківки локалізовані світлочутливі пігменти (родопсин та йодопсин) – хромопротеїди, які знебарвлюються під дією світла. Родопсин і йодопсин складаються з ретиналю (альдегіду вітаміну А) та глікопротеїду опсіну. Маючи подібність у фотохімічних процесах, вони відрізняються тим, що їх максимум поглинання знаходиться в різних ділянках спектру. Так, палички, що містять родопсин, мають максимум поглинання у ділянці спектру з довжиною хвилі 500 нм, а колбочки мають три максимуми у спектрі поглинання – у синій (420 нм), зеленій (551 нм) і червоній (558 нм) ділянках спектра [13].

Опсин має 348 амінокислотних залишків і розташований на мембрані зовнішнього сегмента фоторецептора та специфічний для блакитного, зеленого і червоного (йодопсин) пігментів. Ретиналь однаковий для всіх пігментів і здатний під дією фотонів змінювати свою конформацію; цей процес називається фотоізомеризацією. Після фотоізомеризації ретиналю опсин також трансформується, при цьому змінюються фізико-хімічні властивості молекули даного глікопротеїду. Один з продуктів фотоізомеризації метародопсін II індукує важливу електрофізіологічну послідовність подій у фоторецепторі.

Було встановлено, що в темряві через мембрану паличок постійно тече «темновий» струм, носієм якого виступають іони Na+. У клітину постійно входить позитивний заряд, що обумовлює деяку вихідну темнову деполяризацію її мембрани (зміщення потенціалу досягає -40 мВ, що вдвічі менше рівноважного потенціалу для К+). Якщо паличка піддається дії світла, настає гіперполяризація мембрани, пов’язана із закриттям натрієвих каналів. Це обумовлено каскадом біохімічних процесів, пов'язаних зі зменшенням концентрації цГМФ. Залежний від цГМФ закритий або відкритий стан натрієвих каналів залежить від активації G-білка трансдуцина. Цей білок зв’язує ГТФ у присутності метародопсіну (утвореного при освітленні родопсину). Остання подія активує фосфодіестеразу, яка гідролізує цГМФ. Падіння концентрації вторинного посередника закриває натрієві канали. При високому вмісті цГМФ, характерного для темряви, фотозалежні натрієві канали у клітинній мембрані зовнішнього сегмента палички відкриті, на світлі – закриті [14].

1.2.1 Фізіологічні механізми сприйняття кольору

Явище одночасного контрасту має пряме відношення до одного з «найбільш визначних і важливих чинників в області фізіологічної оптики», – за виразом Е. Геринга, – константного сприйняття кольору. Константне сприйняття кольору визначається здатністю зорової системи правильно визначати забарвлення предметів у різноманітних умовах освітлення. Колірне відчуття може визначатися тільки випромінюванням, що потрапляє на сітківку, але одно і те ж випромінювання в різних умовах може викликати різні колірні відчуття. У зоровій системі існують спеціальні компенсаторні механізми, завдяки яким колірні відчуття про забарвлення предметів залишаються незмінними після зміни освітлення (поправка на освітлення), що представляється як зворотне перетворення (трансформація) кольорів. У свою чергу трансформація кольору розглядається як синонім константного сприйняття кольору [15].

Сіра пляма у червоній рамці здається зеленуватою, а в зеленій, навпаки, – червонуватою, тобто приймає додатковий колір. Про відсутність строгої кореляції між кольором, що відчувається, і довжини хвилі випромінювання свідчить те, що випромінювання з довжиною хвилі 585 нм у повітрі створює відчуття жовтого кольору, проте при оточуючому випромінюванні з довжиною хвилі 650 нм воно здається зеленими, а при 540 нм – червоним. Якщо той же екран жовтого кольору з 585 нм оточити рамкою того ж кольору, але на 0,7 логарифмічних одиниць яскравішою, то екран стане сірим, а при яскравості рамки на 2 логарифмічних одиниці більше – навіть чорним.

Суть послідовного контрасту полягає у збереженні перед оком відчуття плями впродовж деякого часу після пильного роздивляння яскравого джерела світла. Ця пляма приймає забарвлення, додаткове до того, яке викликало феномен. У нормальних умовах значення цього феномену невелике із-за безперервних рухів очей і частої зміни даних сцен.

Явище послідовного колірного контрасту зв’язують із функцією кольороопонентних клітин, які розташовуються вже в гангліозному шарі сітківки і зовнішніх колінчастих тілах. Клітини такого типу мають одну полярність на один колір і протилежну до полярності іншого, додаткового, кольору. Існують клітини, які на включення світла дають відчуття червоного кольору, а на виключення – зеленого, причому на білий колір вони взагалі не відповідають.

У центральних відділах зорового аналізатора знаходяться подвійні опонентні клітини, які по різному реагують при впливі на центральні або периферичні відділи рецептивного поля сітківки. Подвійні опонентні клітини відповідають за функцію одночасного колірного контрасту.

Сучасні уявлення про нейронну організацію зорових нервових шляхів допускають існування у стріарній корі головного мозку дещо іншого, чим в сітківці, механізмів сприйняття кольору. Як встановили M.Livingston і D.Hubel (1981), так звані бульбашкові клітини утворюють опонентні поля трьох пар кольорів: червоно-зелене, синьо-жовте, чорно-біле. Таким чином, трикомпонентна теорія Гельмгольца узгоджується з опонентною теорією Геринга [16].

У дослідженнях, проведених C. Michael (1979) на макаках резусах, встановлено, що в стріарній корі існують клітини, специфічні не лише для визначення кольору, але і для орієнтації. Ці нейрони можуть відповідати на дію певним кольором при певній орієнтації меж кольорової смуги подразника, тобто аналіз кольору здійснюється разом із сприйняттям форми [17]. Є.Н. Соколов та Ч.А. Ізмайлов (1984) запропонували модель колірного простору у вигляді «чотиривимірної сфери, що лежить в чотиривимірному евклідовому просторі». Автори вважають, що три кути, які утворюють полярні координати такої сфери, співпадають з суб’єктивними характеристиками кольорів: колірний тон (Н), насиченість (С) і світлість (V) і корелюють з координатами колірної тривимірної моделі Мансела, побудованої у 1943 р. для опису відбитого від поверхні світла. модель колірного простору. У моделі Харвіча і Джемсона колір був представлений у вигляді точок, розташованих у просторі трьох декартових координат X (червоно-зелена вісь), Y (жовто-синя), Z (біло-чорна). З моделі за допомогою розрахунків була виведена функція змішення кольорів, порогового розрізнення кольорів і насиченості спектральних кольорів [18].

1.3 Онтогенетичні особливості розвитку зорової сенсорної системи людини

Після народження органи зору людини зазнають значних морфо-функціональних змін. Наприклад, довжина очного яблука у новонародженого становить 16 мм, а маса − 3,0 г, до 20 років ці показники збільшуються відповідно до 23 мм та 8,0 г. У процесі розвитку змінюється і колір очей. У новонароджених в перші роки життя райдужка містить мало пігментів і має блакитно-сіруватий відтінок. Остаточне забарвлення райдужної оболонки формується тільки у віці 10-12 років [19].

Розвиток зорової сенсорної системи також йде від периферії до центру. Мієлінізація зорових нервових шляхів закінчується до 3-4 місяця життя. Причому розвиток сенсорних і моторних функцій зору йде синхронно. У перші дні після народження рухи очей незалежні один від одного, і відповідно механізми координації та здатність фіксувати поглядом предмет ще недосконалі, і формуються у період від 5 днів до 3-5 місяців. Функціональне дозрівання зорових зон кори головного мозку за деякими даними відбувається вже до народження дитини, за іншими − дещо пізніше Оптична система ока в процесі онтогенезу також змінюється. Дитина в перші місяці після народження плутає верх та низ предметів. Та обставина, що доросла людина бачить предмети не у перевернутому, а у природному вигляді пояснюється життєвим досвідом та взаємодією сенсорних систем [20].

Акомодація у дітей виражена більшою мірою, ніж у дорослих. Еластичність кришталика з віком зменшується, і відповідно падає акомодація. Внаслідок цієї особливості у дітей зустрічаються деякі порушення акомодації. Так, у дошкільнят внаслідок більш плоскої форми кришталика, дуже часто зустрічається далекозорість. В 3 роки далекозорість спостерігається у 82% дітей, а короткозорість − лише у 2,5%. З віком це співвідношення змінюється і число короткозорих значно збільшується, досягаючи 11% серед осіб віком 14-16 років. Важливим фактором, що сприяє появі короткозорості, є порушення гігієни зору, до яких у першу чергу належать читання лежачи, виконання домашніх завдань у погано освітленій кімнаті, збільшення навантаження на очі тощо.

У процесі розвитку дитини істотно змінюються її відчуття кольору. У сітківці новонародженого функціонують тільки палички, колбочки ще незрілі і їх кількість незначна. Елементарні функції кольорового відчуття у новонароджених вірогідно є, але повноцінне включення колбочок в роботу відбувається тільки наприкінці 3 року життя. Однак і на цьому віковому етапі воно все ж ще не є повноцінним. Свого максимального розвитку відчуття кольору досягає до 30 років, а потім поступово знижується. Велике значення для формування відчуття кольору має тренування. Цікаво те, що швидше за все дитина починає розпізнавати жовті й зелені кольори, а тільки пізніше − синій колір. Впізнавання форми предмета з'являється набагато раніше, ніж впізнавання кольору. При знайомстві з новим предметом у дошкільнят першу реакцію викликає його форма, потім розміри і лише в останню чергу − колір.

Гострота зору з віком підвищується, також покращується стереоскопія. Найбільш інтенсивно стереоскопічний зір змінюється до 9-10 років і досягає оптимального рівня у віці 17-22 років. З 6 років у дівчаток гострота стереоскопічного зору вище, ніж у хлопчиків. Окомір у дівчаток і хлопчиків 7-8 років значно краще, ніж у дошкільнят, і не має статевих відмінностей, але є приблизно у 7 разів гіршим, ніж у дорослих. У наступні роки розвитку у хлопчиків лінійний окомір стає краще, ніж у дівчаток.

Поле зору особливо інтенсивно розвивається в дошкільному віці, і до 7 років воно становить приблизно 80% від розмірів поля зору дорослої особи. У розвитку поля зору спостерігаються статеві особливості. У 6 років поле зору у хлопчиків більше, ніж у дівчаток, але вже у віці 7-8 років спостерігається зворотне співвідношення. У наступні роки розміри поля зору однакові, а з 13-14 років розміри поля зору у дівчаток більше. Зазначені вікові та статеві особливості розвитку поля зору повинні враховуватися при організації індивідуального навчання дітей, оскільки поле зору (пропускна здатність зорового аналізатора і, отже, навчальні можливості) визначає обсяг інформації, яка здатна сприймати дитина.

Пропускна здатність зорової сенсорної системи у процесі онтогенетичного розвитку також змінюється. До 12-13 років істотних відмінностей між хлопчиками і дівчатками не спостерігається, а з 12-13 років у дівчаток пропускна здатність зорового аналізатора стає вище, і ця різниця зберігається й у наступні роки. Цікаво, що вже у віці 10-11 років цей показник наближається до рівня дорослої людини, який в нормі становить 2-4 біт / с [21].

1.4 Втомлюваність зорового аналізатора та її негативні наслідки

Поширення зорового стомлення, або астенопії, – це досить поширений, особливо у школярів, студентів, та у осіб, чия робота пов’язана з комп’ютером, бухгалтерів, а також серед населення старше сорока років симптомокомплекс, який супроводжує технологічні і демографічні тенденції в усьому світі. Скарги на втому очей зустрічаються у значного відсотка користувачів персональних комп’ютерів (за даними різних авторів, від 20% до 60%) і значною мірою залежать як від часу безперервної роботи за екраном, так і від її характеру. У частини користувачів астенопія проявляється через 2 години, у більшості – через 4 години, і практично у всіх – через 6 годин роботи за екраном. Менш навантажувальним вважається зчитування інформації з екрана дисплея, більш навантажувальним – її введення. Найсильніше стомлення викликає робота у діалоговому режимі [22].

Американська асоціація оптометристів ввела термін «комп’ютерний зоровий синдром» для позначення комплексу негативних проявів зорового стомлення, пов’язаного з роботою користувача за монітором. На відміну від існуючого раніше уявлення про негативний вплив випромінювань монітора на здоров’я користувача, сучасна офтальмоергономіка вважає доведеним, що вирішальним фактором у формуванні зорових розладів є зорове стомлення, що розвивається в процесі напруженої роботи. Перевантаження зорового аналізатора часто викликає «ланцюгову реакцію» у вигляді захворювань інших органів і їх систем: нервової, серцево-судинної, травної та ін. Комп’ютерний зоровий синдром визначається фахівцями Американської оптометричної асоціації як "комплекс проблем очей та зору, пов 'язаних з близькою роботою, які відчуваються під час роботи за комп’ютером або пов’язані з його використанням. У першу чергу цей синдром характеризується симптомами з боку очей, які виникають в результаті роботи за дисплеєм комп’ютера. У більшості випадків симптоми виникають тому, що зорові потреби для успішного вирішення завдання перевищують здатність зорової системи людини комфортно його виконати [23].

Симптоми, які відчуваються при комп’ютерному зоровому синдромі, обумовлюються трьома потенційними механізмами: екстра-очним механізмом, акомодативним механізмом, механізмом, пов’язаним із подразненням поверхні ока. Екстраокулярний механізм спричиняє кістково-м’язові симптоми, такі як ригідність м’язів шиї, головний біль, біль у спині та у плечах. Ці симптоми обумовлюються переважно з неправильним розміщенням екрану комп’ютера, та неправильою позою, що призводить до розтягнення м’язів.

Акомодаційний механізм обумовлює відчуття розмитого зору, двоїння в очах, пресбіопію, короткозорість та затримку зміни фокусу зору. У дослідження повідомлялося, що у 20% користувачів комп’ютерів наприкінці робочої зміни спостерігалася тимчасова короткозорість. У багатьох людей можуть виникати незначні проблеми з акомодацією або бінокулярним зором, які зазвичай не виникають, коли вони виконують звичні, менш напружені візуальні завдання, але ці проблеми посилюються протягом тривалого періоду використання комп’ютера [24].

Механізм, пов’язаний із подразненням поверхні ока викликає такі симптоми, як сухість та почервоніння очей, відчуття тяжкості та печії після тривалого періоду використання комп’ютера. Ці симптоми можуть викликатися багатьма причинами, але серед найбільш поширених факторів, пов’язаних з сухістю і почервонінням очей, − сухість рогівки, зниження швидкості миготіння, збільшення поверхні рогівки, яка піддається негативному впливу, обумовлене нерухомим горизонтальним поглядом на екран комп’ютера, зниження утворення сльозної рідини, особливо при використанні контактних лінз [25, 26].

1.4.1 Фізіологічні механізми розвитку зорового стомлення

Механізм розвитку зорового стомлення досить складний і має ряд складових. Е.Е. Сомов ввів в список анатомічних зон, відповідальних за зорове стомлення, оптичний апарат ока, акомодацію і конвергенцію, сітківку, підкіркові і коркові структури. У результаті було виділено три складових синдрому зорової втоми. На першому місці, звичайно, стоїть втома внутрішніх і зовнішніх м’язів ока, напруження яких забезпечує правильне фокусування і орієнтацію зорового апарату при візуальному навантаженні. Далі, відбуваються зміни у сітківці на біохімічному рівні. Процеси окислення і відновлення, що відбуваються у всьому організмі, не оминають і сітківку, тому при тривалих навантаженнях, що вимагають чіткого, детального бачення, запаси антиоксидантних систем організму починають виснажуватися, що призводить до збою в роботі зорового аналізатора. І нарешті, важливу роль в процесі зорової втоми грають психоемоційні розлади, які призводять до порушення сприйняття і концентрації уваги. При об’єктивних дослідженнях і оцінці стану органу зору у суб'єктів із зоровим стомленням виявлено, що воно пов’язане як з порушенням функції периферичного апарату, так і зі зниженням активності центральних мозкових структур [27].

Ефективність функціонування зорового аналізатора залежить від ряду факторів, до яких відносять відповідність зоровим завданням структурно-функціональних можливостей ока, достатню пропускну здатність зорово-нервових шляхів і добру роботу коркового відділу зорового аналізатора. Функції периферичної ланки зорового аналізатора полягають у зборі відповідної інформації з навколишнього середовища за умови доброї гостроти зору, нормально функціонуючої акомодації, досить високою світловою, колірною і контрастною чутливістю ока. До факторів, що погіршують роботу зорового аналізатора, відносяться: неправильна оптична корекція, коливання яскравості, знижена освітленість, неякісний текст, тривалість, монотонність роботи, рівень шуму, загальна астенізація, психічний стан суб'єкта.

Симптоматично астенопія проявляється суб'єктивними відчуттями: дрібні деталі починають «розпливатися», літери і рядки за часами затуманюються, в очах відчуваються різь і ломота, з’являється біль у скронях і між надбрівними дугами, виникає світлобоязнь, стискання повік, очний тик. Основна ознака – поява або посилення астенопічних явищ при зоровій роботі на близькій відстані, їх зникнення або ослаблення під час відпочинку. Класифікація астенопії була розроблена А.І. Дашевським і включає таки її форми як акомодаційна астенопія, м’язова астенопія, змішана (акомодаційно-м’язова), нейрогенна та симптоматична астенопія.

Акомодаційна астенопія. Поширена найбільш широко. Астенопія, що виникла на ґрунті аномалій рефракції, носить ще назву оптико-акомодаційної. При далекозорості доводиться акомодувати сильніше, ніж при еметропії, особливо при роботі на близькій відстані, тому серед далекозорих дана форма зустрічається найчастіше. Ще легше виникає астенопія при астигматизмі, який веде до нерівномірного скорочення циліарного м’яза. Акомодаційна астенопія виникає також внаслідок ослаблення циліарного м’яза. Це можливо і при еметропії. Основні причини – загальна перевтома, тяжкі хвороби, контузії, нервове перенапруження. Парези циліарного м’яза за своїм походженням можуть бути двох видів: викликані розладами іннервації (центральними і периферичними) і зумовлені різними інфекціями, інтоксикаціями, хронічними захворюваннями.

М’язова астенопія. Викликана невідповідністю між акомодацією і конвергенцією при міопії. Неприємні відчуття зникають при виключенні конвергенції (тобто закриття одного ока). Слабкість конвергенції виникає як наслідок перенесених інфекційних та інших загальних захворювань, а також хронічних інтоксикацій.

Змішана (акомодаційно-м’язова). Обумовлена будь-якими з описаних вище причин. Диференціальна діагностика акомодаційної (слабкість акомодації) і м’язової (слабкість конвергенції) астенопії заснована на роздільному визначенні резервів цієї функції (за А.І. Дашевським). Зниження резервів акомодації – акомодаційна астенопія, зниження резервів конвергенції – м’язова, при одночасному їх ослабленні – змішана.

Нейрогенна. Найчастіше спостерігається як прояв загальної неврастенії та істерії.

Симптоматична. Виявляється як симптом, що супроводжує деякі запальні захворювання очей, носа і придаткових пазух. Зв’язок із зоровою роботою на близькій відстані менш очевидний [28].

1.5 Гігієна зорового аналізатора осіб дитячого віку

Основним завданням гігієни зору дітей є забезпечення оптимальних умов для діяльності очей, що сприяють їх нормальному розвитку, підвищенню загальної та зорової працездатності, а також перешкоджають втомленію очей і пов'язаних з цим розладів зору [29].

Гігієна зору дітей у першу чергу передбачає раціональне, як в кількісному, так і в якісному відношенні, освітлення приміщень дитячих установ, робочих місць у школі та вдома, дотримання певних вимог до об'єктів зорової роботи, правильну позу дітей під час занять та ігор, дотримання режиму дня і навчальних занять. Створення оптимальних гігієнічних умов для зорової роботи також дозволяє забезпечити певний ступінь компенсації вже наявних у дитини порушень зору.

Найбільш сприятливим у гігієнічному відношенні є природне освітлення яке, по-можливості, повинно максимально використовуватися у всіх приміщеннях, де тривалий час перебувають діти. Ступінь освітленості у приміщеннях дитячих освітніх установ в денний час залежить від хмарності, різної висоти стояння сонця, а також від розмірів вікон, їх розташування і глибини приміщення [20].

Для оцінки рівня природної освітленості користуються коефіцієнтом природного освітлення та світловим коефіцієнтом. Внаслідок мінливості природного освітлення в приміщеннях воно характеризується відносною величиною − коефіцієнтом природної освітленості, який є відношенням освітленості всередині приміщення до освітленості у той же момент під відкритим небом. Відповідно до гігієнічних вимог у навчальних приміщеннях на відстані 1 м від стіни, розташованої навпроти світлових прорізів, коефіцієнт природної освітленості повинен бути не менше 1,5%. Для навчальних приміщень шкіл для дітей із вадами зору та сліпих дітей коефіцієнт повинен бути не менше 2,5%. Інший важливий показник це світловий коефіцієнт − відношення заскленої площі вікон до площі підлоги. Для навчальних приміщень цей коефіцієнт повинен становити 1: 5, для інших приміщень − 1: 8. Щоб освітленість класів була достатньою, глибина їх не повинна перевищувати відстань від верхнього краю вікна до підлоги більш ніж у 2 рази. Нижній край вікон при цьому повинен бути на рівні парт; ширину і товщину віконних рам і палітурок слід максимально зменшити. Парти в класах розташовуються так, щоб вікна були зліва від них, і тінь від пишучої руки не падала на папір. Вікна не повинні знаходитися позаду парт (через можливе утворення тіні від голови і тулуба на робочій поверхні), а також попереду парт (щоб яскраве сонячне світло не зліпив очі).

Природна освітленість у навчальному приміщенні залежить від ступеня відбиття денного світла від стелі, стін, меблів та інших поверхонь. Тому поверхні, які відбивають світло, повинні бути пофарбовані у світлі тони, що дають досить високий (40 - 80%) коефіцієнт відбиття. Для фарбування стелі, віконних прорізів і рам необхідно використовувати білий колір, для стін навчальних приміщень − світлі тони жовтого, бежевого, рожевого, зеленого, блакитного кольорів. Шкільні меблі забарвлюється в кольори натурального дерева або світло-зелений колір. Світле забарвлення чинить позитивний психологічний вплив на дітей, отже заняття в світлому приміщенні підвищують життєвий тонус та працездатність учнів.

Використання денного світла повинно бути максимальним. Однак навіть при дотриманні всіх наведених вище умов одного природного освітлення навчальних приміщень може не вистачити, і виникає необхідність в додатковому штучному освітленні, яке забезпечується штучними джерелами світла. Воно дозволяє створити постійні рівні освітленості на робочому місці, легко регулюється. У той же час штучне освітлення має ряд недоліків: сліпуча яскравість ламп, специфічний спектр світлового потоку, часто спотворює колір навколишніх предметів, пульсація освітленості, а також загальна монотонність освітлення. У навчальних кабінетах, лабораторіях рівень освітленості повинен становити не менше 500 ЛК [30].

Сучасні гігієнічні дослідження надали численні дані про вплив рівнів освітлення на зорові функції осіб з повноцінним зором. Дослідження Л.П. Григор’євою (1995) зорової працездатності дітей в нормі показали, що візуальний комфорт залежить від ряду наступних показників: загальної освітленості, яка визначає адаптаційний рівень очей; яскравості видимого поля; розташування джерела світла по відношенню до напрямку зору; обмеження сліпучої дії джерела освітлення; усунення тіней; ступеня наближення спектра випромінювання джерела штучного освітлення до спектру денного світла [31].

У навчально-виховній роботі необхідно враховувати зорові можливості дітей: збільшення шрифту, зміна колірної гами, співвіднесення роботи в різних площинах, скорочення обсягу і часу виконання письмових робіт. Для учнів з низькою гостротою зору рекомендується використовувати зошити з широкими рядками і додатковим розлініюванням. Між рядками треба залишати широкі проміжки. Не рекомендується писати на тонкому, глянцевому папері.

Для профілактики зорового стомлення повинна строго регламентуватися зорова робота. Тривалість безперервної зорової роботи не повинна перевищувати 15 хвилин. В класних приміщеннях встановлюють темно-коричневі і темно-зелені матові дошки, щоб уникнути відблисків і різкого контрасту між поверхнею дошки і прилеглої до неї світлою поверхнею стіни.

Велику роль в гігієні зору грають якість друку шкільних підручників, гарне освітлення в навчальних класах і вдома (особливо при виконанні домашніх завдань), регулювання тривалості і характеру зорової роботи, правильна поза під час занять, дотримання режиму дня, попередження перевтоми зору. Відомо також, що зорові враження мають значно виражений слідовий ефект. Завдяки цій властивості, сірий фон книжкового тексту, сприяючи накопиченню слідів вражень в корі головного мозку, виявився одним з факторів, що підтримують стомлюваність школярів [32].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика обстежуваних осіб та умови проведення випробовування функціонального стану зорового аналізатора

У обстеженні прийняли участь 13 осіб молодшого шкільного віку (8-9 років, ІІІ клас) та 16 осіб старшого шкільного віку (12-13 років, VII клас), які є учнями ЗОШ № 63 Дніпровської міської ради. Усі обстежені особи та їх батьки були повідомлені про мету дослідження та дали згоду на участь у обстеженні.

Функціональні показники зорового аналізатора визначали на початку та наприкінці навчального року, відповідно на третьому тижні першої та четвертої чверті. Обстеження дітей у зазначені часові періоди проводили після 4 уроку.

2.2 Визначення акомодаційної здатності ока

Визначення стану механізму акомодації ока проводили шляхом визначення найближчої точки ясного бачення. Для цього використовували лінійку із міліметровими поділками та екран з оптотипом – кільцем Ландольта для гостроти зору 0,7-0,8, закріпленому на пластиковій лінійці за допомогою повзунка.

Джерело світла розташовували позаду обстежуваної особи, вище її голови. Кінець лінійки обробляли спиртом, чекали його висихання, та злегка притуляли до зовнішнього краю орбіти з боку досліджуваного ока. Отже екран з оптотипом знаходився у фронтальній площині очного яблука, а лінійка – у паралельному зоровій осі напрямку. Екран розміщували на відстані 20-30 мм від ока і починали поступово його віддаляти. Як тільки обстежуваний міг впевнено вказати напрямок розриву на оптотипі (вліво, вправо, догори або донизу) рух екрану зупиняли і за поділками на лінійці визначали відстань від нього до ока. Дослідження проводили 3 рази, при цьому напрямок розриву на оптотипі змінювали випадковим чином, після чого обраховували середнє значення. Результат визначення точки найближчого бачення виражали у діоптріях (D), для чого 100 ділили на отримане у сантиметрах значення [33].

2.3 Визначення показнику часу сприйняття послідовного кольорового контрасту.

Оцінку функціонального стану фоторецепторного апарату сітківки (ретинальний компонент) проводили шляхом визначення часу сприйняття послідовного кольорового контрасту за методикою В.В Коваленко та співавторів [34, 35]. Для цього використовували кольоровий рисунок у вигляді кола червоного кольору з діаметром 70 мм розміщеного на лівому напівполі білого матового аркуша .розміром 297x 210 мм.

|  |
| --- |
| rect835 |

Рисунок 2.1 − Стимульний матеріал для визначення часу послідовного кольорового контрасту

Випробовуваній особі пред’являли стимульний матеріал (рис. 2.1), та пропонували зафіксувати погляд на червоному колі впродовж 10 секунд. Після цього досліджувана особа переводила погляд на праву (білу) половину півполя аркуша та чекала виникнення післяобразу. Після виникнення післяобразу випробовуваний самостійно вмикав секундомір, та не відводячи погляду від білого поля чекав зникнення післяобразу, після чого вимикав секундомір. Випробовуваних осіб попередньо інформували про те, що їм буде необхідно повідомити момент, коли післяобраз (блакитне коло на білому фоні) зникне. Відповідно після того, як випробовувана особа повідомляла про зникнення післяобразу, фіксували час його збереження.

2.4 Оцінка стану зорового аналізатора при виконанні складного зорового пошуку

Оцінку стану центральних відділів зорового аналізатора проводили за допомогою методики складного зорового пошуку [36]. Для проведення тесту використовували веб-застосунок [37]. Спочатку випробовуваним особам пояснювали завдання, яке полягало в тому, що на зображеннях, які вони побачать, будуть представлені букви «Т» оранжевого та блакитного кольорів, а також перегорнута буква «Т». У випадку, якщо вони побачать серед пред’явлених символів букву «Т» оранжевого кольору, їм буде необхідно натиснути на клавішу «Пробіл». Після інструктування запускали виконання даного тесту, під час виконання якого на екрані на 3 секунди випадковим чином з’являлося зображення, яке містило вищезазначені оптотипи у кількості 5, 10, 15 та 20 окремих зображень. Через зазначений час зображення зникало, з’являлося зображення оранжевих та блакитних квадратів у формі шахового патерну та пошукове завдання оновлювалося. Якщо обстежувана особа робила помилку, або не знаходила на зображенні необхідний оптотип, веб-застосунок автоматично про це повідомляв. Після представлення 100 випадкових пошукових завдань веб-застосунок виводив інформацію про середній час пошуку серед 5, 10, 15 та 20 оптотипів.

2.5 Визначення зорової працездатності осіб шкільного віку

Для оцінки зорової працездатності використовували коректурну пробу H. Weston у модифікації Н.І. Тагаєвої [38].

Обстеження проводили за допомогою спеціальних бланків (додаток А), які містять випадковий набір кілець з розривами, спрямованими у різні боки. Випробуваній особі демонстрували бланк з кільцями Ландольта і пояснювали, що вона повинна переглядати рядок за рядком і викреслювати певні, зазначені в інструкції, кільця. Для того щоб впевнитись у тому, що дитина зрозуміла завдання, її просили виконати його на тестовому рядку. Виконання завдання виконувалось випробовуваною особою починалося після команди «Почали!» і тривало 5 хвилин. Після того, як 5 хвилин минули, вимовляли команду «Стоп!», за якою дитина припиняла роботу із бланком, і на останньому переглянутому кільці поставити подвійну вертикальну риску.

При обробці результатів визначили кількість кілець, переглянутих дитиною за всі п'ять хвилин, а також визначали кількість помилок, допущених випробовуваною особою в цілому за всі п'ять хвилин.

Оцінку зорової продуктивності проводили за формулою H. Weston:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1) |

де V – продуктивність;     n2 – число правильних відповідей;     n1 – загальна кількість знаків даного напрямку;     t – час виконання тесту

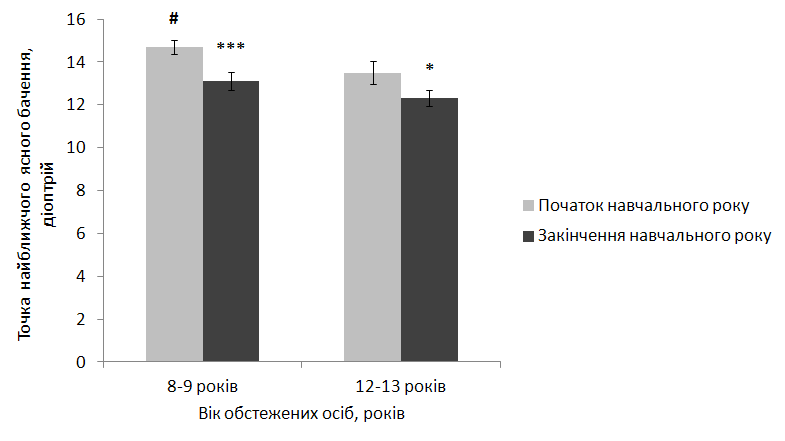
2.6 Статистична обробка результатів дослідження.

Статистичну обробку отриманих даних проводили із використанням методів описової статистики (розрахунок середнього арифметичного, стандартного відхилення та стандартної похибки) та методів порівняння груп (t-критерій Ст’юдента для пов’язаних та непов’язаних вибірок). Усі розрахунки проводили із використанням програми Microsoft Excel 2010 [39, 40].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Стан механізмів акомодації у осіб різного віку впродовж навчального року

При визначенні функціонального стану зорового аналізатора осіб шкільного віку впродовж навчального року у першу чергу визначали показники акомодаційної здатності ока, які характеризують м’язовий апарат зорового аналізатора (рис. 3.1).



Примітки:

1) \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001 − порівняно із початком навчального року;

2) # p < 0,05, ## p < 0,01, ## p < 0,001 − − порівняно із особами старшого віку в той же самий період обстеження.

Рисунок 3.1 − Відстань точки найближчого ясного бачення обстежених осіб на початку та наприкінці навчального року, M ± m

За отриманими результатами було встановлено, що на початку навчального року відстань точки найближчого ясного бачення, яка відповідає максимальному напруженню акомодації, у осіб віком 8-9 років становила 14,7 ± 0,32 діоптрій, а у осіб віком 12-13 років – 13,1 ± 0,42 діоптрій.

При визначенні даного показника наприкінці навчального року було встановлено, що у осіб віком 8-9 років він зменшувався до 13,1 ± 0,42 діоптрій, а у осіб віком 12-13 років до 12,3 ± 0,38 діоптрій. Отже, було встановлено статистично достовірне зменшення відстані точки найближчого бачення у осіб віком 8-9 років – на 10,9% (p < 0,001) і у дітей віком 12-13 років – на 8,9% (p < 0,05) відповідно.

Визначене зменшення відстані точки найближчого ясного бачення у дітей, яке спостерігалось наприкінці навчального року порівняно із його початком, може бути пояснено саме впливом значного зорового навантаженням під час навчальної діяльності, адже літературних джерел відомо, що тривале та інтенсивне зорове навантаження може викликати спазм акомодації, якій більшою мірою виражений саме у осіб дитячого віку. Основним проявом спазму акомодації є зменшення відстані точки найближчого ясного бачення [41].

Спазм акомодації характеризується стійким надмірним напруженням війкового м'яза. У школярів парези, паралічі або спазми акомодації, пов'язані у першу чергу з функціональними розладами акомодації, можуть розвиватися в результаті тривалої та напруженої зорової роботи. Їм можуть передувати стрес, загальне гостре захворювання, фізичні перевантаження (інтенсивні заняття спортом). Останнім часом все частіше паралічі і парези акомодації зустрічаються у школярів 1-3 класів і навіть у дошкільнят, які займаються в підготовчих групах. Їх поява головним чином обумовлена не тільки надмірним рівнем зорового навантаженнями, а й недотриманням гігієнічних умов зорової роботи, безконтрольним використанням електронних пристроїв відтворення інформації, в тому числі мобільних телефонів [42].

Варто окремо зазначити, що середнє значення точки найближчого ясного бачення у осіб віком 8-9 років на початку навчального року було достовірно більше на 12,2% (p < 0,05), порівняно із особами віком 12-13 років. Однак наприкінці навчального року середні значення даного показника хоча й були більшими у молодшій віковій групі на 9,7%, але достовірно не відрізнялись від показників старшої вікової групи. На нашу думку це свідчить про більш виражений рівень м’язового стомлення зорового аналізатора під впливом навчального навантаження наприкінці навчального року саме у обстежених осіб молодшого шкільного віку.

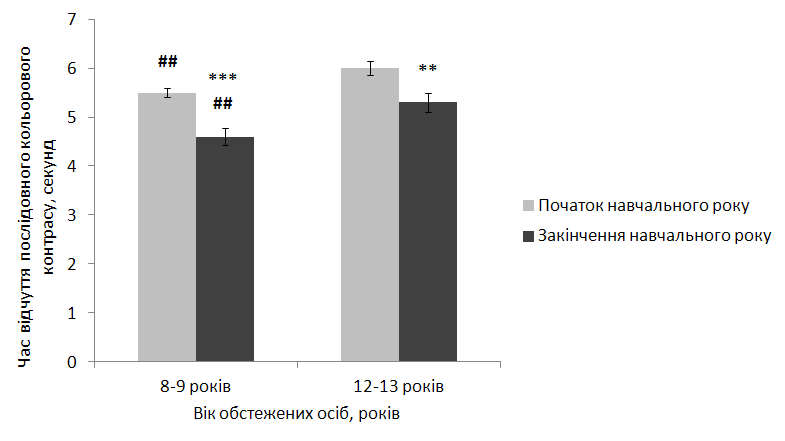
Підсумовуючи вищезазначене можна зробити висновок про те, що зорове навантаження під час навчальної діяльності впродовж навчального року призводить до ознак спазму акомодації як у осіб віком 8-9 років, так і осіб віком 12-13 років, що вказує на наявність міогенного компонента зорового стомлення в обох групах [43].

3.2 Тривалість сприйняття послідовного кольорового контрасту у осіб різного віку впродовж навчального року

Друге завдання, яке вирішувалось у дослідженні, полягало у оцінці ретинального компонента зорового стомлення. З цією метою було проведено визначення тривалості послідовного кольорового контрасту у дітей на початку та наприкінці навчального року (рис. 3.2). Було встановлено, що у осіб віком 8-9 років на початку навчального року тривалість послідовного кольорового контрасту у середньому дорівнювала у середньому 5,5 ± 0,09 секунди, а у осіб віком 12-13 років цей показник становив 6,0 ± 0,14 секунд.

Наприкінці навчального року визначалося достовірне зменшення тривалості послідовного кольорового контрасту: у осіб віком 8-9 років на 16,4% (р < 0,001), що вказує на наявність у цій групі ретинального компоненту зорового стомлення. У осіб віком 12-13 років цей показник був нижчим лише на 11,7% (р < 0,001), порівняно із показниками, отриманими на початку навчального року, що не дає змоги констатувати наявність у них вираженого зорового стомлення, а лише вказує на ознаки його розвитку [34].

Також нами були отримано підтвердження вікових особливостей тривалості сприйняття послідовного кольорового контрасту. У осіб віком 8-9 років цей показник був меншим на початку навчального року на 9,1% (р < 0,01), а наприкінці − на 15,2% (р < 0,001) меншим, ніж у осіб віком 12-13 років.



Примітки:

1) \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001 − порівняно із початком навчального року;

2) # p < 0,05, ## p < 0,01, ## p < 0,001 − − порівняно із особами старшого віку в той же самий період обстеження.

Рисунок 3.2 – Час відчуття послідовного кольорового контрасту обстежених осіб на початку та наприкінці навчального року , M ± m

Відомо, що вище послідовного кольорового контрасту пояснюється здатністю нервових центрів, з якими пов'язані колірні відчуття, до адаптації. Тому відчуття, яке викликається певним кольоровим стимулом, залежить ще й від того, який саме був попередній стимул. При тривалому розгляданні червоного кола елементи сітківки, які відповідають за сприйняття червоного кольору адаптуються та сильно знижують свою чутливість. Тому при розгляданні після цього білої поверхні подразнення червоних центрів у цій ділянці сітківки значно відстає від подразнення синього і зеленого центрів. Результатом цього явища є часткове виключення червоних центрів і, відповідно, колірне відчуття сформується за рахунок подразнення головним чином синіх і зелених, тобто забарвлення буде додатковим, до кольору, який розглядався перед цим (блакитним) [44]. Тривалість послідовного образу, або іншими словами − інерційнісвітлосприймаючих тло клітин сітківки, є одним з основних показників, які лімітують швидкість сприйняття зорової інформації, яка обумовлена з одного боку часом відчуття – часом між моментом впливу світла з певною довжиною хвилі на сітківку та моментом виникнення відповідного відчуття, а з іншого боку часом відновлення – інтервалом між моментом припинення впливу світла на сітківку і моментом зникнення відповідного відчуття. Експериментально було доведено, що інерційність зорового аналізатора значною мірою залежить від його функціонального стану, а отже за цим показником можна діагностувати негативні зрушення функціонального стану зорового аналізатора на ранніх етапах, ще до появи перших зовнішніх ознак [45, 46].

Оскільки тривалість сприйняття послідовного кольорового контрасту у осіб віком 8-9 та 12-13 років є меншою наприкінці навчального року, ніж на його початку, то отриманні значення на нашу думку свідчать про наявність ретинального компонента зорового стомлення у дітей віком 8-9 років, та на ознаки його розвитку − у дітей віком 12-13 років [47].

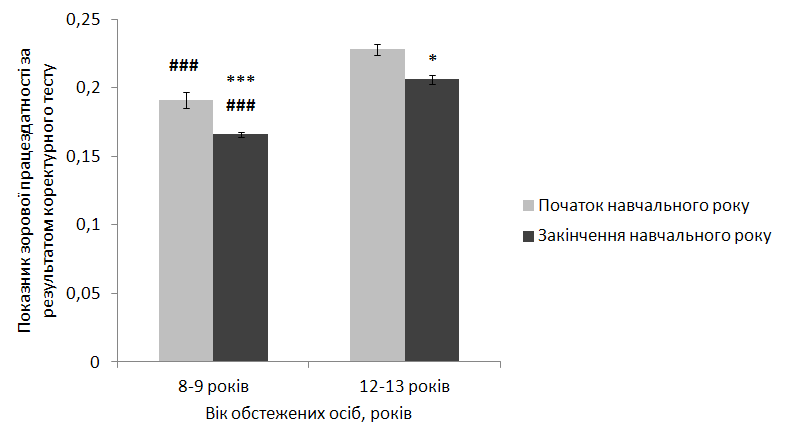
3.3 Стан центральних відділів зорового аналізатора за результатами коректурної проби та виконання завдання складного зорового пошуку

Зорове перевантаження несприятливо впливає на усі відділи зорового аналізатора, як периферичні так і центральні, та у тому числі може бути причиною порушення певних видів вищої нервової діяльності (психічного компонента зорового стомлення). Саме тому при проведенні оцінки ступеня напруження чи стомлення зорового аналізатора дуже важливим завданням є визначення показників зорової працездатності, яка характеризую сумарну дію функцій головного мозку та ока. При цьому під терміном “зорова працездатність” розуміють спроможність певної особи виконувати специфічну для неї зорово-аналітичну роботу з припустимою за одиницю часу кількістю незначних помилок протягом любого відрізку робочого часу. Одним із широко застосовуваних методів оцінки зорової працездатності осіб у різноманітних умовах є коректурна проба Вестон у модифікації Н.І. Тагаєвої [38].

У нашому дослідженні було встановлено, що середні значення показників зорової працездатності, визначені за допомогою коректурної проби (рис. 3.3), на початку навчального року становили у дітей віком 8-9 років 0,191 ± 0,0056, а у дітей віком 12-13 років 0,228 ± 0,0040.

Наприкінці навчального року було визначено статистично достовірне зниження показників зорової працездатності в обох обстежених групах. У осіб віком 8-9 років цей показник був нижчим на 13,1% (р < 0,001), а у дітей віком 12-13 років − на 9,6% (р < 0,05) нижче, ніж на початку навчального року. Отже отримані результати на нашу думку є ознакою зорового стомлення усіх відділів зорового аналізатора обстежених дітей.

Також були визначені вікові особливості зорової працездатності: на початку навчального року цей показник був меншим у осіб віком 8-9 років на 16,2% (р < 0,001), ніж у осіб віком 12-13 років, а наприкінці навчального року − на 19,4% (р < 0,001) нижче. Визначені відмінності показників зорової працездатності за результати коректурного тесту у дітей зазначених вікових категорій обумовлені у першу чергу тим, що здатність дітей молодшого шкільного віку до вибору зорового стимулу є ускладненою внаслідок недостатнього дозрівання і включення в діяльність фронтальних зон кори головного мозку [48].



Примітки:

1) \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001 − порівняно із початком навчального року;

2) # p < 0,05, ## p < 0,01, ## p < 0,001 − − порівняно із особами старшого віку в той же самий період обстеження.

Рисунок 3.3 – Показник зорової працездатності за результатами коректурного тесту Вестон-Тагаєвої, M ± m

У науковій літературі є неодноразові згадки про те, що коректурна проба при використанні у дітей, особливо молодшого віку, часто є для них доволі складною, тривалою та нецікавою, у першу чергу внаслідок відсутності ігрового компонента. Саме тому для інтегральної оцінки зорового аналізатора ми також використали більш динамічний тест, який має ігровий компонент та може більшою мірою зацікавити дитину у його виконанні, а саме − інтерактивне завдання зі складного зорового пошуку.

Результати виконання даного завдання, яке проводили на початку та наприкінці навчального року (табл. 3.1) продемонстрували кращі показники виконання цього завдання саме на початку навчального року, ніж наприкінці.

Таблиця 3.1 – Результати виконання завдання зі складного зорового пошуку особами молодшого та середнього шкільного віку, M ± m

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вік обстежених | Кількість пред’явлених за один раз оптотипів | Середній час виконання завдання, мс | |
| Початок навчального року | Кінець навчального року |
| 8-9 років | 5 | 804,8 ± 20,97 | 1013,0 ± 18,91 \*\*\* |
| 10 | 1225,4 ± 24,59 | 1523,1 ± 19,13 \*\*\* |
| 15 | 1692,8 ± 13,56 | 2107,0 ± 19,28 \*\*\* |
| 20 | 2882,3 ± 22,57 | 3614,0 ± 11,39 \*\*\* |
| 12-13 років | 5 | 618,9 ± 18,17 | 753,6 ± 11,73 \*\*\* |
| 10 | 1001,4 ± 19,86 | 1265,6 ± 11,77 \*\*\* |
| 15 | 1202,0 ± 22,66 | 1522,9 ± 16,32 \*\*\* |
| 20 | 2178,2 ± 15,36 | 2713,5 ± 15,72\*\*\* |

Примітка: \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001 − порівняно із початком навчального року.

Загалом виконання складного зорового пошуку загалом було більш повільним у дітей віком 8-9 років, порівняно із дітьми віком 12-13 років, що також пояснюється функціональною недосконалістю фронтальних зон неокортекса [48].

Швидкість виконання завдання у дітей віком 8-9 років, наприкінці навчального року достовірно (р < 0,001) знижувалась у середньому на 25%, порівняно із показниками, отриманими на початку навчального року.

Аналогічна ситуація спостерігалася і серед осіб віком 12-13 років, оскільки хоча абсолютна швидкість виконання завдання у даній групі була вищою, ніж у осіб віком 8-9 років, вона також знизилась у середньому на 24,8% (р < 0,001) наприкінці навчального року.

На нашу думку визначені показники підтверджують результати коректурного тесту, та також свідчить про наявність ознак стомлення на усіх рівнях зорового аналізатора, адже для успішного виконання цього завдання потребує ідентифікації стимулу (певного оптотипу) серед супутніх завад − подібних стимулів, які однак мають інший колір або просторову орієнтацію.

Отримані результати у цілому підтверджують результати інших досліджень, в яких також продемонстровано вплив тих чи інших форм навчальної діяльності на функціональний стан зорового аналізатора осіб шкільного віку, особливо молодшого шкільного віку [49, 50]. Виявлені у нашому дослідженні вікові відмінності деяких показників зорового стомлення обумовлені тим, що особи віком 12-13 років мають вищій рівень сформованості процесів свідомого контролю та інтеграції моторних і зорових функцій із залученням більш складних мозкових механізмів, порівняно із особами 8-9 років, для яких ще певною мірою характерна функціональна недосконалість зорового аналізатора [51].

Результати дослідження вказують на необхідність більш ретельного контролю та дозування зорового навантаження, причому не тільки в умовах загальноосвітніх закладів, а й вдома, а також обов’язкового застосування заходів, спрямованих на профілактику розвитку зорового втомлення, з метою попередження розвитку більш суттєвих вад зору у дітей, особливо молодшого шкільного віку [52, 53, 54, 55].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційно-технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатність людини у процесі праці [56, 57].

Мета даного розділу продемонструвати практичні вміння, отримані під час вивчення навчальної дисципліни «Охорона праці». Виконання кваліфікаційної роботи було пов’язано із використанням обладнання для проведення досліджень, що потребувало дотримання певрних правил. Під час проведення досліджень я ніколи не працював насамоті, так як наявність другої особи необхідна для надання допомоги у разі нещасних випадків. Дослідження виконував у зручному одязі, який не стримував рухів. Важливе значення при проведені будь-яких досліджень має мікроклімат приміщення. Оптимальними мікрокліматичними умовами вважають такі характеристики мікроклімату, які забезпечують нормальне функціонування організму, без напруження механізмів терморегуляції. Показники, які характеризують мікроклімат: відносна вологість, температура та швидкість руху повітря, атмосферний тиск [57].

У холодні періоди року температура повітря повинна складати 22-24°C;

швидкість його руху - 0,1 м/с; відносна вологість повітря - 40-60 %, а в теплі пори року: температура повітря має становити 23-25 °C; швидкість його руху - 0,1-0,2 м/с; вологість - 40-60 %.

Температура повітря у приміщенні була оптимальною (18-24 оС). Відхилення температури може приводити до порушень роботи організму людини. Відносна вологість повітря була така як в навколишньому середовищі, адже при її підвищення існує ймовірність порушення тепловіддачі і зниження працездатності людини. Оптимальна швидкість руху повітря у приміщенні – 0,25-0,3 м/с. Атмосферний тиск у приміщені дорівнював показникам навколишньго середовища. Оптимальним є атмосферний тиск, який дорівнює 760 мм.рт.ст [56].

Важливу роль при виконанні роботи має провітрювання, яке необхідно для відновлення концентрації оксигену в повітрі закритого приміщення та для зниження концентрації діоксиду карбону. Щоб запобігти переохолодженню та пов’язаних з цим гострих респіраторних захворювань не можна робити надмірних протягів.

Освітлення – використання природного та штучного освітлення для забезпечення нормального зорового сприйняття. Світло необхідно для збереження здоров’я та для підтримки високої продуктивності праці. При виконанні своєї роботи я використовував як природне, так і штучне освітлення. Відповідно до норми освітлення повинно бути 400 лк, але, залежно від виду виконуваної роботи, припустимими є зміни цього показника [56].

На видному місці повинні бути вивішені правила електробезпеки. Відповідно до цих правил я ніколи не розкривав електрообладнання та не робив його ремонт, не використовував електроприлади з ушкодженою ізоляцією, а також не працював з незаземленим обладнанням.

Також при виконанні роботи я дотримувався правил протипожежної безпеки. Всі легкозаймисті й пожежнонебеспечні реактиви та матеріали повинні зберігатися у герметичній шафі, леткі рідини повинні зберігатися у хімічному посуді, що щільно закривається. У разі виникненні пожежі першочергові дії повинні бути спрямованні на забезпечення безпеки та евакуації людей. При перших ознаках займання потрібно знеструмити прилади та обладнання та приступити до гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння. У разі неможливості здійснення даних дій, швидко покинути приміщення, щільно зачинити за собою двері та вікна, та негайно зателефонувати до служби порятунку (101) та повідомити про пожежу [58, 59].

При роботі в лабораторії можуть виникати травми різного характеру внаслідок невмілого використання приладів та ін. У разі виникнення подібної ситуації може виникнути потреба надати першу допомогу, яка повинна надаватись потерпілим негайно та правильно. У всіх випадках потерпілому забезпечується спокій, приток свіжого повітря. Будь-яку рану звільняють від бруду, змазують її краї настойкою йоду (рану промивати водою не можна), саму рану дезінфікують 3% розчином перекису водню та накладають стерильну пов’язку.

При проведенні дослідження працював у гумових рукавичках, мив руки до та після проведення експерименту, так як досліджувані могли мати шкірні захворювання.

Оформлення кваліфікаційної роботи потребує використання комп’ютерної техніки. При виконанні робіт на комп'ютерах необхідно дотримуватись вимог інструкції з охорони праці, якою передбачено, що до самостійної роботи на комп'ютерах допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання по професії, вступний інструктаж з охорони праці та первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці. В подальшому ці особи проходять повторні інструктажі з охорони праці на робочому місці один раз на півріччя, періодичні медичні огляди один раз на два роки. Під час роботи із комп’ютером на працюючу особу діють фізичні та психофізіологічні шкідливі фактори.

Робоче місце – це обладнаний технічними засобами простір, де здійснюється діяльність виконавця роботи. Вимоги до освітлення для візуального сприймання користувачами інформації з екрана комп’ютера та паперового носія, різні. Низький рівень освітленості погіршує сприйняття інформації при читанні документів, а занадто високий призводить до зменшення контрасту зображення знаків на екрані. При 10% зменшенні освітленості працездатність знижується на 1%. Рівень освітленості може варіювати від 300 до 700 лк, а оптимальний її рівень у робочих приміщеннях для роботи з монітором знаходиться в діапазоні від 300 до 500 лк. Відношення яскравості екрану комп'ютера до яскравості оточуючих його поверхонь не повинно перевищувати 3:1. Робота за комп’ютером характеризується тривалим перебуванням у фіксованій позі, тому під час перерви я робив фізичні вправи та вправи для очей.

Робоче місце має бути розташованим на відстані не менше 1,5 м від стіни з вікнами, від інших стін на відстані 1м, між собою на відстані не менше 1,5 м. Відносно вікон робоче місце доцільно розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно зліва. Джерела освітлення рекомендується розташовувати з обох боків екрану паралельно напрямку погляду. Для уникнення світлових відблисків екрану, клавіатури в напрямку очей користувача, від світильників загального освітлення або сонячних променів, необхідно використовувати антиполискові сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки, на вікнах - жалюзі.

При роботі з текстовою інформацією (в режимі введення даних та редагування тексту, читання з екрану) найбільш фізіологічним правильним є зображення чорних знаків на світлому фоні. Монітор повинен бути розташований на робочому місці так, щоб поверхня екрана знаходилася в центрі поля зору на відстані 400-700 мм від очей користувача. Рекомендується розміщувати елементи робочого місця так, щоб витримувалася однакова відстань очей від екрана, клавіатури, тексту. Зручна робоча поза при роботі з комп'ютером забезпечується регулюванням висоти робочого столу, крісла та підставки для ніг. Раціональною робочою позою може вважатися таке положення, при якому ступні розташовані горизонтально на підлозі або підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук − вертикальні. Кут ліктьового суглоба коливається в межах 70-90°, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20°, нахил голови 15-20°. Для нейтралізації зарядів статичної електрики в приміщенні, де виконується робота на комп'ютерах, в тому числі на лазерних та світлодіодних принтерах, рекомендується збільшувати вологість повітря за допомогою кімнатних зволожувачів. Не рекомендується носити одяг з синтетичних матеріалів [56].

Отже, знання правил техніки безпеки допомогло мені уникнути травмування під час написання моєї роботи.

ВИСНОВКИ

1. На початку навчального року відстань точки найближчого ясного бачення у осіб віком 8-9 років дорівнювала 14,7 ± 0,32 діоптрій, а у осіб віком 12-13 років – 13,1 ± 0,42 діоптрій; наприкінці навчального року даний показник у осіб віком 8-9 років зменшувався до 13,1 ± 0,42 діоптрій, а у осіб віком 12-13 років до 12,3 ± 0,38 діоптрій. Отже, було визначено статистично достовірне зменшення відстані точки найближчого бачення у осіб віком 8-9 років – на 10,9% (p < 0,001) і у дітей віком 12-13 років – на 8,9% (p < 0,05) відповідно.

2. У осіб віком 8-9 років на початку навчального року тривалість послідовного кольорового контрасту у середньому становила 5,5 ± 0,09 секунди, а у осіб віком 12-13 років − 6,0 ± 0,14 секунд. Наприкінці навчального року визначалося статистично достовірне зменшення тривалості послідовного кольорового контрасту: у осіб віком 8-9 років на 16,4% (р < 0,001), що вказує на наявність у них зорового стомлення. У осіб віком 12-13 років даний показник був меншим на 11,7% (р < 0,001), порівняно із показниками, отриманими на початку навчального року, що не дає змоги констатувати наявність у них вираженого зорового стомлення, а лише вказує на ознаки його розвитку. Також варто зазначити, що осіб віком 8-9 років час сприйняття послідовного кольорового контрасту був меншим ніж у осіб віком 12-13 років: на початку навчального року на 9,1% (р < 0,01), а наприкінці − на 15,2% (р < 0,001).

3. Середні значення показників зорової працездатності, визначені за допомогою коректурної проби, на початку навчального року у дітей віком 8-9 років становили 0,191 ± 0,0056 умовних одиниць, а у дітей віком 12-13 років 0,228 ± 0,0040 умовних одиниць. Наприкінці навчального року було визначено статистично достовірне зниження показників зорової працездатності у осіб віком 8-9 років на 13,1% (р < 0,001), а у осіб віком 12-13 років − на 9,6% (р < 0,05). Також були визначені вікові особливості зорової працездатності: на початку навчального року цей показник у осіб віком 8-9 років був меншим на 16,2% (р < 0,001), ніж у осіб віком 12-13 років, а наприкінці навчального року − на 19,4% (р < 0,001) нижче.

4. При інтегральній оцінці стану зорового аналізатора шляхом оцінки результатів виконання складного зорового пошуку загалом було визначено, що його виконання є більш повільним у дітей віком 8-9 років, порівняно із дітьми віком 12-13 років. Швидкість виконання завдання у дітей віком 8-9 років, наприкінці навчального року знижувалась у середньому на 25% (р < 0,001), порівняно із показниками, отриманими на початку навчального року. У осіб віком 12-13 років абсолютна швидкість виконання завдання була вищою, ніж у осіб віком 8-9 років, але наприкінці навчального року також знижувалась у середньому на 24,8% (р < 0,001).

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Отримані у роботі результати можуть бути використані при плануванні річного навчального навантаження у загальноосвітніх закладах, із врахуванням особливостей функціонального стану зорового аналізатора осіб шкільного віку впродовж навчального року. Результати кваліфікаційної роботи також можуть бути використані при викладанні дисциплін «Фізіологія сенсорних систем» та «Вікова фізіологія».

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аветисов Э.С. Охрана зрения детей. Москва: Медицина, 1975. 185 с
2. Кучма В.Р. Теория и практика гигиены детей и подростков на рубеже тысячелетий. Москва: Изд-во Научного центра здоровья детей РАМН. 2001. 376 с.
3. Риков С.О., Варивончик Д.В., Піменов А.А. Скринінг та профілактика офтальмологічної патології у дітей. Київ: Логос, 2005. 32 с.
4. Вікова фізіологія та шкільна гігієна: навч.-метод. посібник / укладач. Любов Корінчак. Умань: ВПЦ «Візаві», 2018. 320 с.
5. Коваленко В.В. О лечении рефракционной амблиопии у школьников. *Офтальмологический журнал*. 2000. № 2. С. 85-86.
6. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков при работе с видеодисплейными терминалами. Москва: Медицина, 2000. 160 с.
7. Куинджи Н.Н. Валеология: Пути формирования здоровья школьников. Москва: Аспект Пресс, 2018. 155 с.
8. Ramamurthy M., Lakshminarayanan V. Human Vision and Perception. *Handbook of Advanced Lighting Technology*. 2017. № 1. P. 757-784.
9. Михайлова Н.Л., Генинг Т.П., Полуднякова Л.В., Долгова Д.Р., Абакумова Т.В. Физиология анализаторов: учебно-методическое пособие по нормальной физиологии. Ульяновск: УлГУ, 2017. 79 с.
10. Маркина Л.Д., Маркин В.В., Баркар А.А. Физиология сенсорных систем: учебное пособие. Владивосток: Медицина ДВ, 2018. 180 с.
11. Коган Б.М. , Машилов К.В. Анатомия, физиология и патология сенсорных систем: учебное пособие. Москва: Аспект Пресс, 2017. 384 с.
12. Prasad S., Galetta S.L. Anatomy and physiology of the afferent visual system. *Handbook of Clinical Neurology*. 2016, Vol. 102, № 3. P. 4-19.
13. Curcio C.A., Sloan K.R., Kalina R.E., Hendrickson A.E. . Human photoreceptor topography. *Journal of Comparative Neurobiology*. 1990. Vol. 292, № 3. P. 497–523.
14. Bowmaker J.K., Dartnall H.J.A. . Visual pigment of rods and cones in a human retina. *Journal of Physiology*. 1980. Vol. 298, № 8. P. 501-511.
15. Максимов В.В. Трансформация цвета при изменении освещения. Москва: Наука, 1984. 164 с.
16. Livingstone M., Hubel D. Segregation of form, color, movement, and depth: anatomy, physiology, and perception. *Science*. 1988. Vol. 240, № 4853. Р. 740-749.
17. Michael C.R. Color vision mechanisms in monkey striate cortex: dual-opponent cells with concentric receptive fields. *Journal of Neurophysiology*. 1978. Vol. 41, № 3. Р. 572-588.
18. Измайлов Ч. А., Соколов Е. Н., Черноризов А. М. Психофизиология цветового зрения. Москва: МГУ, 1989. 206 с.
19. Коц В. П., Коц С.М. Вікова фізіологія та шкільна гігієна. Навчальний посібник. Харків: ХНПУ ім. Г.С. Сковороди, 2017. 308 с.
20. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька ВТ. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни: навчальний посібник. Київ: ВД «Професіонал», 2016. 520 с.
21. Безруких М.М., Соньки В.Д. Фарбер Д.А. Возрастная физиология развития ребёнка. Москва: Издательский центр. «Академия», 2003. 416 с.
22. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков при работе с видеодисплейными терминалами. Москва: Медицина, 2000. 160 с.
23. American Optometric Association. Guide to the Clinical Aspects of Computer Vision Syndrome. St. Louis: American Optometric Association, 1995. 59 р.
24. Blehm C., Vishnu S., Khattak A. Computer vision syndrome: a review. *Survey of Ophthalmology*. 2005. Vol, 50, № 3. Р. 253-256.
25. Rosner M., Belkin M. Video display units and visual function. *Survey of Ophthalmology*. 1989. Vol, 33, № 6. Р. 515-522.
26. Briggs R. Industrial Hygiene and Toxicology. New York: John Wiley & Sons, 1991. 420 p.
27. Бездетко П.А., Щадных М.А. Зрительная утомляемость. Причины и профилактика. *Провизор*. 2007. №19. С. 17-22.
28. Казарян Э.Э., Мамиконян В.Р. Причины и профилактика утомляемости зрительного анализатора у пользователей компьютерных видеодисплеев. *Вестник офтальмологии*. 2013. № 3. С.50-53.
29. Хрипкова А.Г., Андропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена. Москва: Просвещение, 1990. 319 с.
30. Аносов І.П., Хоматов В.Х., Сидоряк Н.Г., Станішевська Т.І., Антоновська Л.В. Вікова фізіологія з основами шкільної гігієни. Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2018. 434 с.
31. Григорьева Л.П. Психофизиологическая диагностика нарушений зрительного восприятия у детей, поступивших в школу. *Дефектология*. 1995. №5. С. 3-9.
32. Григорьева Л.П. Психофизиологические исследования зрительных функций нормально-видящих и слабовидящих школьников. Москва: Педагогика, 1983. 180 с.
33. Алексеев В.Н., Егоров Е.А., Астахов Ю.С., Ставицкая Т.В. Офтальмология: учебник для вузов. Москва: ГэотарМедиа, 2018. 242 с.
34. Коваленко В.В., Гаврилова Л.М. Способ определения зрительного утомления*. VIII Всесоюзная конференция по физиологии труда* : материалы научно-практической конференции, Горький, 1982. С. 21-22.
35. Практикум по общей психологии / Под ред. А.И. Щербакова. Москва: Высшая школа, 1990. 320 с.
36. Kristjansson A. Reconsidering Visual Search. *i-Perception.* 2015. Vol. 6, № 6. Р. 1–14.
37. PsyToolkit is a free-to-use toolkit for demonstrating, programming, and running cognitive-psychological experiments and surveys, including personality tests. URL: https://www.psytoolkit.org/experiment-library/experiment\_search.html.
38. Тагаева Н.И. Применение корректурной пробы для определения зрительной работоспособности у лиц, занятых на прецизионных трудовых операциях. *Вестник офтальмологии*. 1976. № 4. С. 79-82.
39. Турчин В.М. Математична статистика: посібник Київ: Видавничий центр «Академія», 1999. 240 с.
40. Толбатов Ю.А. Статистичний аналіз засобами Excel. Київ: НДІ «Украгрооромпродуктивність», 2011. 319 с.
41. Офтальмология: учебник / под ред. Е.А. Егорова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 272 с.
42. Корнюшина Т.А. Особенности изменения аккомодации у детей с различными видами рефракции под воздействием зрительных нагрузок. *Российская детская офтальмология.* 2014. № 2. С.26-33.
43. Лялин А.Н., Жаров В.В., Кузнецова Г.Е.. О тактике лечения приобретенной миопии, основанной на теории адаптации. *Клиническая офтальмологи*я. 2013. Т. 14, № 1, 2013. С. 14-17.
44. Прокопенко В.Т., Трофимов В.А., Шарок Л.П.. Психология зрительного восприятия. Санкт-Петербург: СПбГУИТМО, 2016. 83с.
45. Петухов И.В. Исследование временных аспектов инерционности зрительного восприятия человека. *Вестник Ижевского государственного технического университета.* 2011. № 1. С. 125-128.
46. Овчинников С.С., Таряник М.М. Влияние характеристик зрительного анализатора и параметров источников света на амплитудно-частотную характеристику восприятия колебаний освещенности. *Світлотехніка та електроенергетика.* 2008. № 3. С. 30-34.
47. Лежнин А.В. Информационная система исследования функционального состояния зрительного анализатора человека. *Вестник ВГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2009. № 2 С. 62-68.
48. Морозова Л.В., Звягина Н.В. Уровень развития структурных компонентов зрительного восприятия детей как показатель психофизиологической зрелости. В*естник Поморского университета. Серия: Физиологические и психолого-педагогіческие науки*. 2003. № 2. С. 48–55.
49. Корепанов А.В., Лялин А.Н., Чоладзе Т.К.. Эффективность применения оптической кинезиотерапии для профилактики приобретенной миопии у учащихся первых классов. *Медицинский вестник Башкортостана*, 2018. Т. 13, № 1. С. 12-15.
50. Жукова Е.А., Шитова О.В., Коротаева К.Н., Анализ индивидуальной динамики изменения остроты зрения вблизи и вдаль у детей первых 4 лет обучения в школе. *Вятский медицинский вестник*. 2018. № 4. С. 49-54.
51. Бетелева Т.Г. Нейрофизиологические механизмы зрительного восприятия. Москва: Наука, 1983. 86 с.
52. Чупров А.Д., Воронина А.Е., Петросян Э.А. Профилактика снижения зрения школьников младшего возраста. *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2018. № 4. С. 95-100.
53. Желізник М.Б., Сердюченко В.І. Визначення мінімальної експозиції розпізнавання тест-об’єктів для оцінки зорового стомлення у школярів. *Офтальмологический журнал*. 2017. № 5. С. 8-11.
54. Александрова И.Э.. Гигиеническая оптимизация учебного процесса в школе в условиях использования электронных средств обучения. *Анализ риска здоровью*. 2020. № 2. С. 47-54.
55. Догуревич О.А., Сугробова Г.А. Влияние работы на ПЭВМ с разными видами информации на психофизиологическое состояние подростков. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки.* 2017. № 4. С. 65-73.
56. Гандзюк М.П., Желібо Е.П. Основи охорони праці. Київ: Каравела, 2017. 465 с.
57. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. Охорона праці та промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Основа, 2006. 448 с.
58. Лунячек В.Є., Давиденко Ю.С. Охорона праці і пожежна безпека в закладах освіти. Київ: Наукова думка, 2000. 123 с.
59. Кузнєцов В.А. Пожежна безпека. Харків: Фактор, 2008. 575 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Коректурна проба. Бланк відповідей

ПІБ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Вік \_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Підкреслити**: | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |
| 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |
| 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |

***Перегорніть сторінку та продовжуйте працювати***

Додаток А

(продовження)

|  |  |
| --- | --- |
| 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |
| 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |
| 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |

**ПРОБА**

|  |  |
| --- | --- |
| 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL | 24c01e452493eba0f9e741ef09a2d61a_XL |

***Очікуйте вказівок!***