

Казахский национальный университет имени аль-Фараби

УДК 614.2:617.753(-053.5)(043)

На правах рукописи

МУКАЖАНОВА АЙНАГУЛЬ СЕРИКОВНА

Профилактика и раннее выявление аномалий рефракции у детей школьного
возраста

6D110200 – Общественное здравоохранение

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научный консультант: дмн, профессор Винников Д.В.
Зарубежный консультант: дмн, профессор Бржеский В.В.

Республика Казахстан
Алматы, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	3
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	4
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ АНОМАЛИЙ РЕФРАКЦИИ У ДЕТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	12
1.1 Распространенность и значение аномалий рефракции	12
1.2 Эпидемиологические аспекты аномалий рефракции у детей и подростков.....	16
1.3 Обзор факторов риска развития миопии у детей	20
1.3.1 Образование и зрительная работа на близком расстоянии...	20
1.3.2 Генетические факторы.....	23
1.3.3 Освещение и общее время на открытом воздухе.....	24
1.3.4 Другие факторы.....	26
1.4 Программы скрининга зрения детей в мировой практике.....	27
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	33
2.1 Общая характеристика популяции.....	33
2.2 Характеристика и расчет выборки.....	34
2.3 Методы офтальмологического обследования.....	37
2.4 Метод проведения анкетирования.....	38
2.5 Критерии и индикаторы нарушения рефракции.....	39
2.6 Метод проведения компьютерного дистантного скрининга.....	39
2.7 Методы статистического анализа.....	45
2.8 Этические вопросы.....	48
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	49
3.1 Распространенность и структура нарушений рефракции среди школьников г.Алматы.....	49
3.2 Факторы риска развития миопии у школьников.....	59
3.3 Дистантный компьютерный скрининг.....	67
3.4 Программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87
ПРИЛОЖЕНИЯ	108

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие нормативно-правовые акты и стандарты:

ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

ГОСТ 7.32-2001 (Межгосударственный стандарт) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 16 августа 2017 года № 611 «Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к объектам образования"»

Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 5 августа 2021 года № ҚР ДСМ-76 «Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к объектам образования"»

Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 8 ноября 2012 года № 500 «Об утверждении типовых учебных планов начального, основного среднего, общего среднего образования Республики Казахстан»

Санитарные нормы РК 1.01-01-2011 «Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства. Основные положения»

Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 604 «Об утверждении государственных общеобязательных стандартов образования всех уровней образования»

ISO 8596:2017 Ophthalmic optics — Visual acuity testing — Standard and clinical optotypes and their presentation

World Health Organization. Assessment of the prevalence of visual impairment attributable to refractive error or other causes in schoolchildren. Protocol and manual of procedures. [Протокол и руководство исследований нарушений рефракции у детей для оценки распространенности нарушений зрения, связанных с аномалиями рефракции или другими причинами]

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Аккомодация - изменение преломляющей силы оптической системы глаза для ясного восприятия объектов, расположенных на разном расстоянии. Усиление рефракции глаза при переводе взгляда с более далеких предметов на более близкие происходит за счет напряжения аккомодационных мышц и изменения кривизны хрусталика.

Аметропия (аномалии рефракции, нарушение рефракции, ошибки рефракции) - несоразмерная рефракция – главный фокус оптической системы глаза не совпадает с сетчаткой. Включает в себя следующие виды аметропий: миопия, гиперметропия, астигматизм, пресбиопия.

Астигматизм - различия в преломляющей силе оптической системы глаза во взаимно перпендикулярных осях. Обусловлена несферической кривизной роговицы или хрусталика либо изменением формы глазного яблока. Для коррекции астигматизма используются цилиндрические линзы (вогнутые или выпуклые вдоль одной из рефракционных осей и не имеют рефракционной силы по другой).

Бинокулярное зрение - способность одновременно видеть единое объемное изображение предмета обоими глазами в результате комбинированной зрительной информации от двух глаз.

Гиперметропия (дальнозоркость) – слабая рефракция по отношению к данному размеру глаза - главный фокус оптической системы располагается позади сетчатки. Обусловлена либо слабой преломляющей силой оптических сред глаза, либо коротким переднезадним размером глазного яблока. Глаз новорожденного, как правило, имеет гиперметропическую рефракцию от 1,8 до 3,6 дптр за счет короткого переднезаднего размера глазного яблока. Гиперметропия также является преобладающим видом рефракции в первые годы жизни ребенка. С возрастом происходит усиление рефракции, распространенность гиперметропии уменьшается, а частота эметропии и миопии увеличивается. Для коррекции гиперметропии используются выпуклые (плюсовые) линзы.

Глаукома – группа заболеваний, характеризующаяся хроническим течением, нарушением циркуляции водянистой влаги, постоянным или периодическим повышением внутриглазного давления с последующим развитием атрофии зрительного нерва и типичными изменениями поля зрения.

Диоптрия - единица измерения оптической силы линз и других осесимметричных оптических систем. 1 диоптрия равна оптической силе линзы или сферического зеркала с фокусным расстоянием, равным 1 метру.

Дистантный скрининг - программа массового бесконтактного первичного тестирования клинически бессимптомного населения для выявления тех или иных нарушений

Доверительный интервал – интервал, вычисленный по выборочным данным, который с заданной вероятностью (доверительной) покрывает неизвестное истинное значение оцениваемого параметра распределения.

Достоверность, статистическая значимость (p-value, p-уровень) - вероятность получить для данной вероятностной модели распределения значений случайной величины такое же или более экстремальное значение статистики (среднего арифметического, медианы и др.), по сравнению с ранее наблюдаемым, при условии, что нулевая гипотеза верна.

Катаракта - полное или частичное дегенеративное помутнение хрусталика. Основным симптомом является постепенное безболезненное затуманивание зрения.

Клиническая рефракция - соотношение преломляющей силы оптических сред (физической рефракции) с длиной переднезадней оси глаза. Она характеризуется положением главного фокуса оптической системы глаза на главной оптической оси по отношению к сетчатке. Различают два вида клинической рефракции глаза: статическую (при состоянии покоя аккомодации) и динамическую (при действующей аккомодации).

Манифестация заболевания - проявление выраженной, типичной симптоматики.

Миопия (близорукость) - сильная рефракция по отношению к данному размеру глаза, когда главный фокус оптической системы располагается впереди сетчатки. Обусловлена либо чрезмерной преломляющей силой оптической системы глаза (рефракционная миопия), либо удлинением переднезадней оси глазного яблока (аксиальная миопия). Для коррекции миопии используются вогнутые (минусовые) линзы.

Миопическая болезнь – осложненная форма близорукости, сопровождающаяся серьезными необратимыми изменениями в стекловидном теле и на глазном дне.

Нескорректированные аномалии рефракции – отсутствие надлежащей оптической коррекции (очки, контактные линзы) или рефракционной коррекции (лазерная или хирургическая коррекция) аметропий.

Оптитипы - однотипные знаки (буквы, цифры, геометрические фигуры и др.) различной величины, используемые для определения остроты зрения.

Острота зрения - способность глаза разделять две точки, расположенные друг от друга на минимальном условном расстоянии.

Отслойка сетчатки – тяжелая офтальмологическая патология, характеризующаяся отделением слоя нейросенсорных клеток сетчатки от нижележащего слоя пигментного эпителия.

Пресбиопия - ухудшение способности хрусталика изменять свою кривизну, приводящее к нарушению зрения на близком расстоянии. Обусловлено возрастными изменениями в хрусталике склеротического характера, а также нарушениями в механизме аккомодации. Для коррекции зрения вблизи используются выпуклые (плюсовые) линзы.

Скрининг - профилактический медицинский осмотр здоровых лиц определенного возраста для выявления факторов риска и заболеваний на ранних стадиях.

Специфичность теста - способность теста давать отрицательный результат, когда гипотеза не подтверждается - вероятность отрицательного результата теста у пациентов без заболевания (истинно-отрицательная частота)

Степень нарушения зрения, в соответствии с МКБ XI (2008), ВОЗ:

- Легкое нарушение зрения - острота зрения в пределах 0,5-0,3;
- Умеренное нарушение зрения – острота зрения в пределах 0,3-0,1;
- Тяжелое нарушение зрения - острота зрения в пределах 0,1-0,05;
- Слепота - острота зрения, менее 0,05.

Стереопсис - восприятие глубины и трехмерной структуры посредством бинокулярного зрения.

Сферический эквивалент рефракции (сферозквивалент, SER) – средняя арифметическая величина показателей рефракции (в диоптриях) астигматического глаза по двум главным меридианам. Рассчитывается как сферический компонент плюс половина цилиндрического компонента рефракции.

Физическая рефракция глаза – преломляющая сила оптической системы глаза, выраженная в диоптриях.

Чувствительность теста - способности давать положительный результат при проверке гипотезы - вероятность того, что у пациентов с болезнью будет положительный результат теста (истинно-положительная частота)

Эмметропия – соразмерная рефракция – главный фокус оптической системы глаза совпадает с сетчаткой.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

AAPOS	- Американская ассоциация детской офтальмологии и косоглазия
АПУ	- Амбулаторно-поликлиническое учреждение
D	- диоптрии
DALY	- годы жизни с поправкой на инвалидность
GBD	- глобальное бремя болезней (Global Burden of Disease)
p	- уровень статистической значимости
RESC	- Протокол исследования нарушений рефракции у детей для оценки распространенности нарушений зрения, связанных с аномалиями рефракции или другими причинами
SER	- сферический эквивалент рефракции
АОО «НИШ»	- Акционерное общество «Назарбаев интеллектуальная школа»
ВОЗ	- Всемирная Организация Здравоохранения
ДИ	- доверительный интервал
ДТП	- дорожно-транспортные происшествия
КазНИИ	- Казахский научно-исследовательский институт
МЗ РК	- Министерство здравоохранения
МКБ	- Международная классификация болезней
МКИ	- межквартирный интервал
МКС РК	- Министерство культуры и спорта Республики Казахстан
МНВО РК	- Министерство науки и Высшего образования Республики Казахстан
МО РК	- Министерство обороны Республики Казахстан
МОН РК	- Министерство образования и науки Республики Казахстан
НИИ	- Научно-исследовательский институт
ОСТ	- оптическая когерентная томография
ОШ	- отношение шансов
ПМСП	- первичная медико-санитарная помощь
РК	- Республика Казахстан
РФ	- Российская Федерация
США	- Соединенные Штаты Америки
СШИОСД	- средняя школа-интернат для одаренных в спорте детей

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В течение последних десятилетий аномалии рефракции неизменно остаются ведущей причиной нарушения зрения у детей и подростков во всем мире [1- 2]. По оценкам Resnikoff с соавт. (2004) около 12,8 млн детей (0,96%) в возрастной группе 5–15 лет имеют нарушения зрения из-за некорригированных или неадекватно корригированных аномалий рефракции. Отсутствие коррекции в этой возрастной группе обусловлено отсутствием скрининга зрения и недоступностью средств коррекции [3].

Миопия является наиболее распространенным видом нарушения рефракции в мире, а ее осложненная форма занимает первое место среди причин слепоты по зрению у детей [4]. По предположениям Holden (2016), среди детей в возрастном диапазоне от 5 до 9 лет уровень миопии удвоится, с 5% в 2000 г. до 10% в 2050 г [5]. Уже на сегодняшний день в некоторых высокоразвитых городских районах Юго-Восточной Азии, Кореи и Китая распространенность миопии среди детей школьного возраста превышает 80%, а миопии высокой степени – 10-20% [4, с.1; 6; 7].

Миопия высокой степени с гораздо большей вероятностью (в 10–40 раз) приводит к угрожающим зрению последствиям, таким как ранняя катаракта, глаукома, отслойка сетчатки, миопическая макулярная дегенерация и др. которые, в свою очередь, могут приводить к необратимой потере зрения [8; 9;10]. Так, по данным Arevalo, частота отслойки сетчатки у пациентов с миопией менее 4,74 диоптрий (D) составляет 0,015% в год, 0,07% в год – среди пациентов с миопией более 5,0 D и достигает 3,2% в год при миопии свыше 6,0 D [11]. Кроме того, нарушения зрения у детей зачастую ведут к ограничениям спортивной и социальной жизни, снижению повседневной активности и успеваемости, нарушениям психического здоровья детей [12-15].

Экономические затраты, связанные с рефракционной коррекцией аметропий (при помощи очков, контактных линз, хирургического вмешательства и др.), а также борьба с осложнениями, представляют собой серьезные проблемы для и для экономики [16]. Согласно Smith (2009), экономическое бремя некорригированных аномалий рефракции, в основном вызванной близорукостью, оценивалось в 268 млрд долларов США в год [16]. Глобальная потенциальная потеря производительности, связанная с близорукостью в 2015 г., оценивалась в 250 млрд долларов США [18].

Таким образом, очевидная необходимость контроля нарушений рефракции, в частности близорукости, привела к росту числа научных исследований, направленных на выявление причин и факторов риска возникновения и прогрессирования миопии. Так проведенный сравнительный анализ отчетных данных и исследований, проведенных с 1930-х годов, позволяет предположить увеличение распространенности и степени миопии за последнее столетие и связь уровня миопии с образованием, экономическим развитием и урбанизацией [19]. Помимо этого, проводится изучение других вероятных предикторов развития миопии, таких как возраст, пол, этнос, наследственная предрасположенность, факторы образа жизни (уровень и

интенсивность образования, зрительная и физическая активность, продолжительность сна, питание и др.), и окружающей среды (качество воздуха, продолжительность светового дня), экономические факторы и многие другие [12, с.3-4; 20–26].

В настоящий момент контроль миопии включает в себя мероприятия направленные на профилактику возникновения близорукости и замедление ее прогрессирования [27]. Критическим периодом развития миопии у детей признан период школьного обучения, с максимальным прогрессированием в возрасте 8-15 лет [28]. При этом, возраст манифестации миопии является наиболее важным предиктором быстрого прогрессирования и более высокой степени в последующем [29-33].

Таким образом, очевидно, что решающее значение для профилактики и контроля миопии в подростковом и детском возрасте имеет своевременное, регулярное офтальмологическое обследование. Однако, дефицит кадров, необходимость наличия дорогостоящего оборудования, обученного персонала, отдельных помещений, и главное – возрастающей нагрузки на первичное звено ПМСП, делает его трудоемким и затратным процессом [34].

Школьный скрининг на аномалии рефракции экономически более привлекателен, имеет больший охват, чем программы первичного офтальмологического осмотра [35; 36]. Параллельно с этим, широкое распространение мобильных и онлайн технологий позволяет расширить проведение скрининга детей. Перспективным направлением в этом отношении является применение дистанционных компьютерных программ. Опыт применения подобных программ рядом авторов показал, что результаты успешны и не уступают по эффективности традиционным методам [37-44]. Однако, риск, связанный с любым протоколом скрининга, заключается в высокой частоте ложных результатов, что приводит к неправильной маркировке субъекта. Чтобы снизить этот риск при больших объемах скрининга, необходимо использовать технологии, которые легко внедрить и которые требуют минимального обучения при сохранении точности [45-48].

Отсутствие школьных скрининговых программ зрения, рост числа детей с нарушениями рефракции [48–51] и отсутствие исследований факторов риска миопии в Казахстане объясняют актуальность текущего исследования.

Цель исследования: Разработка комплексной программы по профилактике и раннему выявлению нарушений рефракции у детей школьного возраста.

Задачи исследования:

1. Изучить распространенность и структуру нарушений рефракции среди учащихся гимназических и общеобразовательных школ г. Алматы.
2. Определить основные факторы риска возникновения и развития аномалий рефракции среди школьников различных возрастных групп.
3. Оценить эффективность дистантного компьютерного скрининга в раннем выявлении аномалий рефракции у детей школьного возраста г.Алматы.

4. Разработать и провести апробацию программы поэтапных мероприятий по раннему выявлению, профилактике развития и прогрессирования аномалий рефракции у детей школьного возраста.

Научная новизна исследования

Впервые изучена распространенность и структура аномалий рефракции среди школьников г.Алматы. Проведен сравнительный анализ в трех возрастных группах и школах с разной академической нагрузкой.

Впервые проведен комплексный анализ поведенческих и социальных факторов риска развития миопии среди школьников Алматы с использованием разработанных опросников для родителей.

Оценена эффективность школьного дистантного компьютерного скрининга для раннего выявления нарушений рефракции.

Разработана и апробирована программа профилактики развития и прогрессирования рефракционных нарушений среди учащихся средних школ г.Алматы.

Теоретическая и практическая ценность работы

Результаты полученные в ходе исследования дополняют и актуализируют существующие данные о частоте аномалий рефракции среди школьников г.Алматы. Публикация этих результатов дает основание для включения региона в международные эпидемиологические обзоры. Определение роли отдельных факторов риска способствует более глубокому пониманию механизмов формирования аномалий рефракции в изучаемой возрастной группе. Результаты могут быть использованы при составлении методических рекомендаций для врачей, формировании образовательных программ для студентов высших медицинских и педагогических учебных заведений, разработке клинических протоколов диагностики и лечения. .

Внедрение школьных компьютерных скрининговых программ в отдаленных областях и регионах может представлять альтернативу офтальмологическому медицинскому осмотру, особенно в условиях нехватки офтальмологических кадров в регионах, и сократить нагрузку на систему здравоохранения. Разработанная поэтапная программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников поможет более эффективно проводить работу по раннему выявлению учащихся со сниженной остротой зрения, своевременно предлагать мероприятия по профилактике прогрессирования и контролировать динамику.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

Распространенность нарушений рефракции среди школьников Алматы является достаточно высокой и составляет 31,6%. Миопия занимает первое ранговое место в структуре аномалий рефракции у детей школьного возраста. Частота ее зависит от возраста и уровня обучения (класса).

Такие поведенческие факторы как активность на открытом воздухе и регулярные занятия спортом ассоциируются с более низким риском развития и прогрессирования миопии у детей.

Компьютерная программа дистанционного скрининга показала высокую эффективность, сравнимую с офтальмологическим осмотром и позволяет сократить время обследования при выявлении аномалий рефракции у детей школьного возраста.

Разработана комплексная программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников..

Внедрение результатов в практику

Дистантный компьютерный скрининг внедрен в школах №95, №8, №25, №36, №46, №120, №136, СШИОСД г. Алматы.

Получено свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 414 от 5 ноября 2018 года на «Программу профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников (этапность)» (Приложение Д).

Разработанная карта обследования школьников внедрена в работу в кабинете охраны зрения (на базе поликлиники №31 г.Алматы).

Апробация

Основные положения и результаты исследования были представлены в виде устных и постерных докладов и печатных работ в материалах международных конференций:

X международная конференция офтальмологов «Восток-Запад – 2019» (г.Уфа, 2019);

Международная научно-практическая конференции: “The internationalization of continuing medical education. Prospection” (Актобе, Казахстан, 25 мая 2019г.);

Научно-практическая конференция с международным участием «Современная офтальмология: интеграция науки и практики» (Алматы, Казахстан, 12 – 13 октября 2018г.

Публикации

По теме работы опубликованы 10 печатных работ, из них 1 в рецензируемом издании, входящем в международную базу цитирования Scopus; 3 в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования РК; 2 тезиса в материалах международных и зарубежных конференций; постерный доклад на юбилейной научно-практической конференции с международным участием «Современная офтальмология: интеграция науки и практики» (Алматы, 2018).

Структура и объем диссертации

Диссертация содержит 114 страниц компьютерного набора текстового редактора Microsoft Word. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, основной части (материалы и методы исследования, главы собственных исследований), заключения, выводов, практических рекомендаций, 30 таблиц, 14 рисунков и списка литературы, включающего в себя 242 источника, 6 приложений.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ АНОМАЛИЙ РЕФРАКЦИИ У ДЕТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Распространенность и значение аномалий рефракции

В глобальном обществе, построенном на способности видеть, нарушение зрения имеет далеко идущие последствия как для отдельных людей и их семей, так и общества в целом. Прогрессирующее снижение остроты зрения значительно ограничивает участие в общественной, спортивной или религиозной деятельности, мобильность, повседневную деятельность и задачи с интенсивным зрительным восприятием [52–56]. Хотя снижение зрения, связанное с аномалиями рефракции, в большинстве случаев можно корректировать с помощью очков или контактных линз, проблема тех или иных аномалий рефракции больше, чем просто оптическая. Нарушения рефракции снижают профессиональную адаптацию подростков и лиц молодого возраста, требует постоянной очковой или контактной коррекции, снижают качество жизни молодых людей. Разными авторами неоднократно было показано, что низкая острота зрения среди детей и подростков способствует снижению академической успеваемости, снижению концентрации внимания, влияя на успеваемость и приводя к психосоциальному стрессу более низкому среднему баллу по тестам и развитию социальных или эмоциональных проблем [57; 58]. Дети с ранним началом развития близорукости подвержены особому риску осложнений, связанных с быстрым ростом аксиальной длины глазного яблока, поскольку прогрессирование со временем может привести к миопии высокой степени и офтальмологическим осложнениям, таким как миопическая дегенерация желтого пятна, отслойка сетчатки, глаукома, катаракта, изменения диска зрительного нерва и др [59].

Нарушения рефракции в структуре глобальной слепоты и слабовидения. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), В 2002 году 1% от общего глобального бремени болезней (GBD), измеренного в годах жизни с поправкой на инвалидность (DALY), был связан с потерей зрения [60]. В Докладе о состоянии здравоохранения в мире за 2004 г. 42,7 млн человек были слепыми и 272,4 млн – слабовидящими [61]. Важно подчеркнуть, что все эти оценки были основаны на определениях нарушения зрения, слабовидения и слепоты, внесенных исследовательской группой ВОЗ в Международную статистическую классификацию болезней (МКБ) в 1972 году [62]. Существующие на тот момент определения были основаны на максимально скорректированной остроте зрения, что исключало неисправленные аномалии рефракции как причину нарушения зрения, и приводило к существенной недооценке общего бремени нарушения зрения [63]. Долгое время масштабы корректируемого нарушения зрения не принимались во внимание, а включение аномалий рефракции в общее бремя нарушений зрения не считали целесообразным, ввиду высокой остроты зрения при коррекции [63]. Таким образом, неучтенной оставалась значительная доля мирового населения с

аномалиями рефракции, что не представляло возможности точной оценки общего числа людей с нарушением зрения во всем мире [64]. И лишь с конца 1990-х годов, получая все новые данные о нарушениях зрения по причине аномалий рефракции, исследователи столкнулись с несоответствием текущей ситуации с общепринятой методикой оценки глобального бремени слабовидения и слепоты [65]. В связи с этим в 2004, 2010 и 2013 годах были опубликованы пересмотренные оценки количества людей с нарушениями зрения, включающие в себя неисправленную аномалию рефракции [66–69]. Впервые в систематическом обзоре и мета-анализе GBD-2010 было проведено различие между «имеющейся» и «максимально скорректированной» остротой зрения, что позволило анализировать и то, и другое в глобальном масштабе [70]. В результате данного пересмотра нескорректированные нарушения рефракции (URE) были выделены в качестве основной причины нарушения зрения во всем мире и второй ведущей причиной слепоты в мире после катаракты [68]. Добавление числа слепых и слабовидящих из-за аномалий рефракции к числу слепых и слабовидящих из-за других болезней глаз практически удвоило цифры глобального бремени слепоты и нарушений зрения и заставило пересмотреть критерии глобальной оценки слабовидения и слепоты [71]. Согласно этим пересмотренным определениям, количество слепых людей в мире, составило около 57 млн по сравнению с оценкой ВОЗ в 37 млн с использованием существующей МКБ. По оценкам, в 2004 году 153 млн человек страдали нарушениями зрения, вызванным нескорректированными нарушениями рефракции, а 8 млн из них были слепыми [68]. По оценкам Vision Loss Expert Group (VLEG), в период с 1990 – 2010 гг, 108 млн человек во всем мире имели неисправленную аномалию рефракции и нарушение зрения вдаль [67].

Следующим спорным критерием являлся пороговый уровень нарушения зрения для определения слабовидения и слепоты в МКБ, который определялся как острота зрения менее 3/60 в лучшем глазу [63]. Так до 2010 года общепринятая оценка глобального бремени слабовидения и слепоты включала в себя лишь умеренные, тяжелые нарушения зрения и слепоту, не принимая во внимание легкие нарушения зрения и нескорректированные нарушения, вызванные, по большей части, аномалиями рефракции [1;72]. В систематическом обзоре нарушений зрения и слепоты, проведенном экспертным советом ВОЗ в 2010 году, изучение распространенности легкого нарушения зрения было зарегистрировано лишь в 36 из 238 исследований (15%) [70]. Вместе с тем, результаты многочисленных исследований подчеркивают важность влияния нескорректированных аномалий рефракции на качество жизни [73; 74; 75]. Так, JE Keeffe (2002) указывает что до 80% австралийцев, вынужденно отказавшихся от вождения автомобиля, относились к категории «нарушения зрения легкой степени», что было вызвано аномалией рефракции [76; 77]. Легкая степень нарушения зрения несмотря на классификацию, оказывает существенное влияние и на безопасность жизни [78]. Пешеходы, имеющие нескорректированные

рефракционные нарушения в среднем в 6,8 раз чаще подвергались риску травм и ДТП по сравнению с теми, кто носил очки. Кроме того, по меньшей мере 2,6% людей с ослабленным зрением являются действующими водителями, повышая риски ДТП [78].

С увеличением глобального технологического развития также растут требования к остроте зрения, что требует вспомогательных средств коррекции или реабилитации для лиц с легкими нарушениями зрения. Оценки прямых затрат на коррекцию рефракции (1 пара очков и обследование рефракции) рассчитанные на основе графиков оплаты услуг центров Medicare и Medicaid в 2000 году показали, что только в Соединенных Штатах (США) ежегодные затраты на исправление ошибки рефракции оцениваются в размере от 3,9 до 7,2 млрд. долларов [79].

В 2013 году была опубликована новая методология систематического обзора нарушений зрения и слепоты для исследования GBD, включавшая в себя оценку легких нарушений зрения [70]. Оценка распространенности легких нарушений зрения колебалась у разных авторов от 180,5 млн человек по данным Bourne (2017) [78], до 258 млн человек в исследованиях VLEG (2019) [80].

Наконец, большая часть опубликованной до 2010 года литературы не сообщала об одностороннем нарушении зрения, и предпочитала сосредоточиться исключительно на двустороннем поражении. В исследовании GBD-2010 включены исследования состоящие из участников с нарушениями зрения по любой причине на лучше видящем глазу [70]. Однако ряд авторов утверждает, что одностороннее нарушение зрения значительно влияет на зрительные функции, в первую очередь на стереопсис (восприятие глубины), необходимый для того, чтобы видеть мир в трех измерениях. Исследования бинокулярного зрения показывают, что стереоскопическое зрение играет ключевую роль при выполнении точных задач и ухудшается с увеличением значений анизометропии [81]. Это особенно важно в профессиях, требующих тонкой зрительно-моторной координации, таких как микрохирургия, пилотирование и т.д. [82]. Однако, с появлением виртуальных классов, трехмерных фильмов и игр стереоскопия стала важной даже для людей, не связанных с этими профессиями [83]. Кроме того, одностороннее снижение зрения в ряде исследований ассоциировано с повышенным травматизмом и падениями. Так, в 1997–1999 годах был запущен Мельбурнский проект по ухудшению зрения - популяционное исследование влияния односторонней потери зрения на различные аспекты жизни, включая безопасность и независимость. Некорректируемая односторонняя потеря зрения увеличивала шансы упасть вдали от дома в 2,8 раза (ОШ 2,86, 95% ДИ от 1,16 до 7,08), обращение за бытовой помощью в 3 раза (ОШ 3,09, 95% ДИ от 1,40 до 6,83) и полной или частичной бытовой зависимостью (получение помощи с едой и работой по дому) более чем в 7 раз (ОШ 7,50, 95% ДИ от 1,97 до 28,6) [75]. Некорректируемая односторонняя потеря зрения увеличивала в два-пять раз вероятность возникновения проблем с чтением телефонной книги, чтением

газет, просмотром телевизора и распознаванием лиц [84]. Несмотря на полученные данные, во многих регионах деятельность монокулярных пациентов никак не лимитируется. К примеру, одностороннее снижение или отсутствие зрения не обнаруживается текущими процедурами тестирования для водительской лицензии в Квинсленде (Австралия) [85].

Распространенность нарушений рефракции. Международные и локальные исследования документируют широкий разброс в распространенности аномалий рефракции в зависимости от возраста, пола, этноса, географического региона исследования и т. д. Проведенное в США Национальное исследование здоровья и питания (NHANES) (1999 - 2002) выявило уровень распространенности нескорректированных нарушений рефракции в 5,3% среди взрослого населения и подростков старше 12 лет.[86] Однако, по данным исследовательской группы по распространенности глазных болезней в США (2004) расчетная частота гиперметропии составляла 9,9%; миопии менее $\geq -1,0D$ составляла 25,4%, а миопии $\leq -5D$ - 4,5%. Таким образом, согласно этому исследованию лица с миопией составляли 29,9% (из них 17,4% - с миопией высокой степени) [87].

Систематический обзор исследовательской группы по распространенности глазных болезней в США, Европе и Австралии выявил увеличение распространенности гиперметропии с возрастом, которая была в 4,2–7,4 раза выше в старшей возрастной группе (≥ 80 лет) по сравнению с самой молодой исследуемой группой (40–49 лет) во всех этнических группах [87].

По данным Консорциума European Eye Epidemiology (E3) от аномалий рефракции страдает чуть более половины взрослых европейцев: распространенность миопии составляет 30,6%, миопия высокой степени 2,7%, дальнозоркость 25,2% и астигматизм 23,9%. Суммарно, в Европе насчитывается 227,2 млн человек с миопией, возрастные оценки показали высокую распространенность миопии у более молодых участников 47,2% в возрасте 25–29 лет [88]. Суммировав данные, в 2019 году ВОЗ заявила о, по меньшей мере, 2,2 млрд человек в мире с нарушениями зрения и слепотой, почти половина из которых вызваны аномалиями рефракции и являются предотвратимыми [73; 89]. По оценкам Holden более 2,6 млрд человек во всем мире страдают близорукостью, около 10% из них имеют близорукость высокой степени [90]. Без контрольных вмешательств распространенность миопии значительно возрастет во всем мире, затронув почти 5 млрд человек к 2050 году, что составит половину прогнозируемой численности населения мира на тот момент, а высокая близорукость затронет около 1 млрд человек соответственно [10].

Глобальная распространенность нарушений рефракции неравномерна: она часто намного выше в странах с низким и средним уровнем дохода [52]. Расовые и этнические различия в распространенности миопии также хорошо задокументированы. Сообщается, что распространенность миопии составляет от 2% до 5% у австралийских аборигенов и жителей Соломоновых островов [91] и достигает 96% у азиатских студентов [92]. В сравнительном

исследовании, проведенном среди американских городских жителей, было обнаружено, что распространенность миопии у афроамериканцев значительно ниже, чем у белых [93; 94]. Во всех исследованиях обнаружено, что распространенность нарушения зрения была выше у лиц чернокожего, латиноамериканского или другого этнического происхождения, а также среди бедных, менее образованных или не имеющих частной медицинской страховки лиц, что поднимает вопрос об экономическом бремени растущей распространенности нарушений рефракции [86].

В 2015 году группа авторов представила результаты расчетов «стоимости слепоты» - годовую потерю производительности из-за слепоты и умеренного или тяжелого нарушения зрения – для 9 стран мира. Стоимость слепоты колеблется от 0,1 млн долларов на душу населения в Гондурасе до 7,8 млрд долларов на душу населения в США, а стоимость умеренного и тяжелого нарушения зрения - от 0,1 млрд долларов на душу населения в Гондурасе до 16,5 млрд долларов на душу населения в США [95].

ВОЗ в Докладе о проблемах зрения (2019) оценила глобальные затраты на решение проблемы недостаточного охвата в отношении нескорректированных аномалий рефракции и катаракты в 24,8 млрд долларов США [52].

Таким образом, аномалии рефракции являются основной причиной снижения зрения (48,9%) и второй после катаракты ведущей причиной слепоты в мире (18,2%), но и занимают все большую долю в структуре глобального слабовидения [66; 72; 80; 89; 96].

1.2 Эпидемиологические аспекты аномалий рефракции у детей и подростков

На протяжении последних десятилетий продолжают сохраняться тенденции роста заболеваемости детского населения, особенно значительные среди детей школьного возраста. По данным ВОЗ, неисправленными аномалиями рефракции вызвано около 12,8 млн умеренных или тяжелых нарушений зрения в возрастном диапазоне от 5 до 15 лет включительно (0,96%).

Миопия остается лидирующей причиной слабовидения у детей и подростков во всем мире. Согласно А. Rudnicka в 2015 году распространенность миопии среди детей до 19 лет составляла 12,5%, то есть около 312 млн детей имели ту или иную степень близорукости [97]. А прогнозируемое число близоруких детей до 19 лет составит 324 млн человек к 2025 году [97]. В последние десятилетия, близорукость характеризуется все более ранним началом в сочетании с высокими показателями прогрессирования и развитием высоких степеней миопии уже в возрасте 11-13 лет [12]. По сведениям, М. Nishimura и соавт. (2020), клинически значимые формы нарушения рефракции у детей в Канаде были отмечены уже в возрасте 3-5 лет (6,7%) [98]. А в исследовании J.R.Drover, эти показатели у 4-летних детей достигают 14% [99].

Распространенность миопии в настоящее время затрагивает около половины молодых людей в США и Европе, что вдвое превышает показатель полувековой давности [100]. По результатам исследования S.J. McCullough число детей 10–16 лет, страдающих миопией в Великобритании, удвоилось за последние 50 лет (7,2% - в 1960-х и 16,4% в 2008) [101]. Проведенный в Финляндии анализ различных исследований зрения, проводимых в течение XX века, также выявил рост распространенности миопии среди 14–15-летних школьников более чем в 2 раза (с 10% до 21%). Среди взрослых, родившихся в течение первых трех десятилетий 20-го века, распространенность миопии была <10%, тогда как среди тех, кто родился во второй половине 20-го века, распространенность возросла до 21–30% [102].

Недавнее исследование The Northern Ireland Childhood Errors of Refraction (NICER) также выявило растущую распространенность миопии в когорте британских школьников с 1,9% до 14,6% за шестилетний период, а среди старших подростков до 18,6% [101]. Сопоставимые данные представили авторы бристольского исследования: 1,97% близоруких детей в возрасте 7 лет и 18,47 в возрасте 7-15 лет [103]. В ирландском офтальмологическом исследовании (IES), посвященном изучению распространенности аномалий рефракции (в том числе и миопии) у школьников, отмечено наличие данной патологии у детей в возрасте 6–7 (3,3%) и 12–13 лет (19,9%) [104]. При этом доля гиперметропии значительно снизилась за шестилетний период (с 21,7% до 14,2%) [101]. Распространенность подростковой миопии в Израиле выросла с 16,3% в 1990 году до 28,3% в 2002 году [105; 106].

Наиболее низкие показатели распространенности детской близорукости отмечаются в Саудовской Аравии - 0,7% [107], и в Парагвае – 1,4%. [108] Распространенность миопии и миопии высокой степени среди бразильских школьников составляла 20,4% и 1,4% соответственно [109]. В Чили распространенность нарушений рефракции среди детей 5–19 лет составила 15,8%. При этом миопия наблюдалась у лишь у 3,4% 5-летних детей, увеличиваясь до 19,4% к 15 годам. В этом же возрастном диапазоне дальнозоркость уменьшалась с 26,3% до 7,1% [110]. Среди школьников сельских районов Австралии нарушения рефракции составили 35% [111].

Традиционно низкие показатели нарушений рефракции в Африканских регионах к югу от Сахары подтверждаются данными исследования в Нигерии (2017), где общая распространенность аномалий рефракции среди детей 5-15 лет составила 2,1%, миопии - 1,9%, дальнозоркости - 0,1% [112] и Кении с частотой аномалий рефракции среди детей и подростков в 1,5% [113]. Среди Европейских стран наиболее низкие показатели распространённости нарушений рефракции представлены в Боснии и Герцеговине (2015-2019гг.) среди детей 4–15 лет: распространенность нарушений рефракции составляла всего 1,9%, при этом наиболее часто встречался астигматизм – 52,4% и миопия - 36,2% от всех нарушений [114].

Несмотря на значительный рост частоты нарушений рефракции среди европейских детей и подростков, общеизвестно, что в Азиатском регионе

распространенность близорукости более чем в 2 раза выше, чем среди европейского населения того же возраста [2; 90; 100; 115; 116]. Так, среди молодежи в странах Восточной Азии она составляет около 80-90%, из них высокой степени - 10-20% и у половины из них развивается необратимая потеря зрения [12; 117]. В 1988 году Lin с соавторами обнаружил, что лишь 4% 6-летних тайваньских школьников страдали миопией. В повторном исследовании двенадцать лет спустя он же обнаружили, что распространенность миопии увеличилась до 12% в возрасте шести лет и до 84% в возрасте 16–18 лет [118; 119].

По данным Elie Dolgin (2015) если 60 лет назад лишь 10 - 20% населения Китая страдали от миопии, то сегодня до 90% подростков и молодых людей являются близорукими [11]. Проводимое в 2013–2020 гг. Китайское национальное исследование CEPS (China Education Panel Survey) выявило 42,23% учащихся с миопией в возрасте от 6–15 лет [120]. Несмотря идентичную этническую принадлежность показатели нарушений рефракции значительно варьировали в зависимости от географического положения и экономического развития региона: распространенность миопии среди учащихся 6 -17 лет в районах Тайда и Даганг, Тяньцзинь составляла 48,9% [121]; 16,2% - среди 5-13 летних детей в округе Шуньи, Пекин [122]. Самая высокая распространенность обнаружена в Восточном Китае: исследование 2004 года показало, что распространенность миопии составляет 73,1% среди детей школьного возраста (в возрасте 5–15 лет) [123]. По другим данным распространенность миопии в Китае превышает 60% среди 12-летних школьников, достигает почти 80% в 16 лет и превышает 90% среди студентов университетов [124–126].

Наиболее высокие общемировые показатели близорукости на сегодняшний день зафиксированы в Корее, где эта цифра достигает 96,5% среди 19-летних парней, а миопия высокой степени составила 21,6% [92].

Показатели гиперметропии и астигматизма в Азиатском регионе также значительно колеблются: гиперметропия наблюдалась у 17% 5-летних китайских детей, и менее 1% у 15-летних. Астигматизм присутствовал у 33,6%–42,7% детей. Между тем, 16,7% студентов имели дальнозоркость и 6,24% детей – астигматизм [121].

Распространенность миопии среди японских школьников составила 76,5% среди учащихся начальной школы и 94,9% среди учащихся младших классов средней школы. Распространенность миопии высокой степени составляла 4,0% среди учащихся начальной школы и 11,3% среди учеников старшей школы. Распространенность миопии высокой степени составляла 1,2% среди учащихся начальной школы и 15,2% среди учеников старшей школы [127].

В Индии - второй по численности населения стране в мире, где 41% населения моложе 18 лет, распространенность миопии в возрастной группе от 5 до 15 лет составляет 7,5%, варьируя от 8,5% среди городских детей до 6,1% среди сельских детей. Пик близорукости наблюдается в городской возрастной

группе 11–15 лет и составляет 15,0% за последнее десятилетие [128]. Обследование школьников Бутана в возрасте от 10 до 15 лет установило распространенность нарушений рефракции на уровне 15,9%, что являлось основной причиной нарушения зрения в этой когорте детей. При этом распространенность миопии составила 6,64%, увеличившись с 2,78% в возрасте 10 лет до 10,8% в возрасте 15 лет. Астигматизм присутствовал у 9,75% детей [129].

В России в структуре заболеваний глаза и придаточного аппарата среди детского населения, также лидирует миопия - 34% (2,1 млн случаев, 4501,2 на 100 тыс. детского населения) [130]. По данным С. И. Шиллер (2012) за десятилетний период (1999-2009 гг.) произошел значительный рост показателей первичной заболеваемости и распространенности болезней глаз: с 49,0 до 175,6 (в 3,58 раз) на 1000 детского городского населения; с 18,7 до 64,7 (в 3,46 раза) и на 1000 детского сельского населения. Рост распространенности миопии среди школьников с первых по одиннадцатые классы составляет от 1,7 до 5,2 раз [131]. По данным Е.С. Либман (2005) высокая осложненная близорукость занимает 1 - 2 ранговое место в структуре инвалидности по зрению в разных регионах страны и составляет 18 - 26% в структуре глазной патологии [132]. Согласно статистическим данным в некоторых регионах России уже у 2,4% детей диагностируют слабую степень миопии при поступлении в первый класс, а среди выпускников школ частота миопии достигла 26%, гимназий и лицеев — 50%, при этом на долю миопии высокой степени приходилось 10–12% всех случаев миопии. Предполагается, что реальная распространенность миопии среди школьников России может оказаться несколько выше этих значений [133].

Проведенные в последние десятилетия в Казахстане работы по выявлению снижения зрения у школьников показали, что доля детей со сниженным зрением занимала значительное место в структуре общей заболеваемости. Проведенные профилактические медосмотры в рамках «Года здоровья» в 2002 года показали, что из обследованных 1078421 школьника 80000 детей были со сниженным зрением (7,4%). В 2006 году при обследовании 12884 школьников Алматинской области сниженное зрение выявлено в 13,9 % случаев. В 39% причиной снижения зрения была миопия [48].

В соответствии с официальными статистическими данными, уровень близорукости в Республике составляет 20–25% в структуре всех глазных болезней, миопией страдает каждый 10-й ребенок, каждый 5-й подросток, но по данным активных медицинских осмотров распространенность миопии в 3,5 раза выше официально зарегистрированного количества. На основании данных профилактических осмотров школьников в 2015г. заболевания органа зрения вышли на первое место среди всей патологии школьного возраста. По прогнозам, в ближайшие 3-5 лет число детей с миопией увеличится в 2 раза [134]. В 2005 году впервые выявленная миопия в структуре аномалий рефракции по отчетным данным офтальмологов регионов республики

составляли 58,8% от общей заболеваемости офтальмопатологией, что в 1,3 раза выше данных десятилетней давности. Наиболее высокие показатели, превышающие среднереспубликанский уровень в среднем в 2 раза в Павлодарской, Мангыстауской областях и г.Астана. Самый низкий показатель заболеваемости миопией отмечен в Кызылординской, Карагандинской и Южно-Казахстанской области [50].

Таким образом, в последние десятилетия наблюдается бурный рост распространенности и тяжести миопии. Эта тенденция охватывает многие регионы мира, включая страны постсоветского пространства и достигая масштабов эпидемии в Юго-Восточной Азии.

1.3 Обзор факторов риска развития миопии у детей

1.3.1. Образование и зрительная работа на близком расстоянии

На сегодняшний день одним из определяющих факторов, провоцирующих развитие миопии, считается процесс обучения. Большое влияние на изучение образования, как важнейший фактор развития близорукости оказали аккомодационные гипотезы ее происхождения, согласно которым в основе развития близорукости лежит длительное напряжение аккомодации под влиянием зрительной работы на близком расстоянии [135; 136].

В 2004 году датскими исследователями было представлено исследование, которое иллюстрировало влияние обучения на развитие близорукости. На основе исследований призывников с 1882г до 1964г было отмечено, что распространенность миопии среди учащихся в 10 раз выше, чем среди неквалифицированных рабочих.

Среди различных основополагающих доказательств, связывающих миопию с образованием и близорукостью - более высокие показатели распространенности миопии, которые совпадали с введением школьного образования среди эскимосов [137].

К такому же выводу пришли Plotnikov, Williams и др, проанализировав данные после проведенной в 1972 году в Уэльсе (Великобритания) образовательной реформы повышения возраста окончания школы - ROSLA (The raising of the school leaving age). Дополнительное обязательное школьное образование в связи с реформой ROSLA 1972 г. было связано с более отрицательной аномалией рефракции, в среднем на 0,29 диоптрий [138].

В ходе метаанализа популяционных кросс-секционных исследований Консорциума European Eye Epidemiology, наблюдался значительный когортный эффект увеличения распространенности миопии в последние десятилетия рождения, и образование было в значительной степени связано с миопией; для окончивших начальное, среднее и высшее образование стандартизованные по возрасту показатели распространенности составляли 25,4%, 29,1% и 36,6%, соответственно [29]. Эти и другие исследования убедительно доказали, что на развитие миопии влияет образ жизни,

окружающая среда и особенно работа, выполняемая на близком расстоянии [139; 140].

Современный рост близорукости отражает глобальную тенденцию к тому, что дети во многих странах стали уделять больше времени чтению, учебе и в последние десятилетия компьютерам и смартфонам. Это особенно актуально в странах Восточной Азии, где большое значение придается образовательным показателям, заставляющим детей тратить больше времени на учебу. Отчет Организации экономического сотрудничества и развития за 2014 год показал, что в среднем 15-летний подросток в Шанхае тратит 14 часов в неделю на домашнюю работу по сравнению с 5 часами в Великобритании и 6 часами в Соединенных Штатах [141]. Это подтверждается многочисленными исследованиями, в которых успешные студенты имеют значительно более высокий риск миопии, чем студенты с более низкой успеваемостью [92]. Например, данные популяционного исследования школьников в Сингапуре, показали, что у тех, кто читает более двух книг в неделю, риск миопии высокой степени выше в 3,05 раза, чем у тех, кто читал меньше [139].

Кроме того, Pi с соавторами выявил большую распространенность миопии среди детей в школах с усиленной академической нагрузкой, по сравнению с обычными школами: 32,68% и 9,78%, соответственно [142]. Подобная же тенденция нашла подтверждение и в работе европейских исследователей [143]. Так, R. Zylbermann в 1990-х годах сообщил, о более высокой распространенности миопии у ортодоксальных еврейских мальчиков, которые прошли интенсивное обучение в школе, по сравнению с православными детьми из общеобразовательных школ [144]. Сиднейское исследование миопии (SMS) в 2008 году изучило детей в возрасте 12–13 лет и показало, что постоянное чтение (> 30 минут) и работа на близком расстоянии (<30 см) были факторами риска миопии (ОШ 1,5 и ОШ 2,5 соответственно) [145].

В США по результатам Национального обследования состояния здоровья и питания (1971–1972), распространенность миопии росла с увеличением доходов и уровня образования семьи [94].

Однако, в 2002 году S.-MSaw с соавторами опубликовал результаты исследования, где изучали влияние на развитие миопии конкретных факторов зрительной нагрузки, таких как книги, читаемые за неделю, часы, проведенные за чтением или компьютером. Согласно исследованию ни один из них, не был основной причиной развития близорукости [23].

Кроме того, в исследованиях Консорциума European Eye Epidemiology, по сравнению с эталонным риском участников, родившихся в 1920-х годах, имеющих только начальное образование, коэффициент распространенности миопии у родившихся в 1960-х годах и имеющих высшее образование увеличился лишь в 2 раза - 2,43. Таким образом, хотя когорты более поздно родившихся людей были более образованными, это не полностью объясняло эффект когорты [29].

Проскурина с соавторами подтвердила влияние уровня образования на развитие миопии на основе обследования российских школьников: близорукость среди первоклассников встречалась в 2,4%, среди пятиклассников – в 19,7%, а среди одиннадцатиклассников уже в 38,6% [133]. Кроме того распространенность миопии была достоверно выше у учащихся школ с повышенной академической нагрузкой (лицеев и гимназий) – до 50,7% среди учеников 11 классов, против 30,9% в общеобразовательных школах [133].

На современном этапе в казахстанской системе образования идут бурные изменения: вводятся новые системы и технологии обучения. По данным МЗ РК, у 53,8% казахстанских школьников выявлены различные патологии здоровья [20, 21]. Нередко в школах нового типа (лицеи, гимназии) учебная деятельность не адаптируется к особенностям развития ученика. Педагогический процесс в условиях инновационных школ сопровождается воздействием на учащихся ряда неблагоприятных факторов школьной среды, а именно повышенной учебной нагрузкой, усложнением учебных программ, нарушениями в школьном расписании, недостаточной оснащенностью и др. [22, 23, 24]. При углубленных медицинских осмотрах у учащихся инновационных школ достоверно чаще выявлялись заболевания нервной системы, органов чувств и др. [25, 26]. Был проведен сравнительный анализ количества детей с миопией в общеобразовательных школах и школах-гимназиях. Среди 1276 учащихся школ-гимназий снижение зрения выявлено у 24,8%, при этом доля миопии среди всех причин сниженного зрения составила 68,1%. В общеобразовательных школах среди 1429 учащихся снижение зрения выявлено у 18,1% от общего количества обследованных и на долю миопии приходилось 63,7% [27].

Другим важным изменением в образе жизни за последние 10 лет стало увеличение активности на близком расстоянии в результате растущей популярности и использования компьютеров, смартфонов и портативных компьютеризированных устройств, внедрение в учебный процесс различных электронных учебников, электронных журналов, образовательных платформ и т.д. Современные информационные технологии обеспечивают свободный доступ к разнообразной информации и образуют новую цифровую среду обитания детей и подростков, в связи с чем во всем мире растет распространенность чрезмерного воздействия экранного времени среди детей. Предыдущие исследования показали, что раннее начало и большая продолжительность времени, проведенного перед экранами телевизоров, мониторами, смартфонов, планшетов и других цифровых приборов связаны с рассеянным вниманием, отсутствием контроля над поведением, задержкой речевого развития, ожирением и т.д. Кроме того, использование этих электронных устройств чрезмерно стимулирует аккомодационное напряжение, вызванное близким рабочим расстоянием. Однако, несмотря на убедительные данные, более поздние исследования в которых использовались подробные временные или взвешенные по аккомодации измерения работы

вблизи, не продемонстрировали сильной связи между работой вблизи и миопией, особенно когда принимается во внимание влияние других факторов, таких как рефракционные нарушения зрения родителей.

1.3.2. Генетические факторы

В течение многих лет генетика считалась неоспоримым фактором риска развития миопии. В 1960-х годах исследование A Sorsby, проведенное на 118 парах близнецов обнаружило, что коэффициент корреляции приближается к единице для монозиготных близнецов, и равен 0,5 для дизиготных близнецов и для контрольных пар [146–148]. Последующие исследования на близнецах также продемонстрировали высокую наследуемость миопии, подтверждали, что это состояние чаще встречалось у генетически идентичных близнецов, чем у неидентичных, что позволило предположить, что миопия полностью генетически детерминирована [149–151].

Но полученные F.A.Young в 1969 году данные изучения народности инуитов заставили усомниться в однозначности генетического фактора. Лишь у 2 из 131 взрослого эскимоса, жившего в диких изолированных сообществах, была обнаружена близорукость. При этом, более чем у половины их детей и внуков, сменивших образ жизни и переехавших в города, развилась миопия. Стало очевидно, что генетические изменения происходят слишком медленно, чтобы объяснить подобные быстрые изменения и ведущая роль принадлежит окружающей среде и образу жизни [152].

В исследованиях I.G.Morgan (2019) было зарегистрировано быстрое увеличение распространенности близорукости, особенно в Восточной и Юго-Восточной Азии, что невозможно было объяснить генетически, поскольку генофонд не может измениться так быстро [153].

Однако в многочисленных современных исследованиях семейной агрегации сообщается о большей распространенности миопии у детей близоруких родителей по сравнению с детьми немиеопических родителей, что не позволяет опровергнуть генетическую теорию [21; 28; 154–158]. Так, исследование NICER показало, что среди детей, ставших близорукими к возрасту 10 и 13 лет, вероятность иметь хотя бы одного близорукого родителя была значительно выше, чем у тех, кто стал близоруким к 16 годам [21]; сингапурское когортное исследование представляет риск миопии у детей при двух близоруких родителях в 1,5 раза выше, чем при родителях без миопии [155]; а Yар с соавторами указывает что распространенность миопии среди 7-летних детей составляла 7,3%, когда ни один из родителей не был близоруким, 26,2%, когда один из родителей был близоруким, и 45%, когда оба родителя были близорукими [157]. В исследовании Mutti с соавторами (2002) наследственность выделена наиболее важным фактором, связанным с юношеской миопией [159].

В исследовании Orinda Longitudinal Study of Myopia subjects (1989 to 2001) отцовский анамнез близорукости был важным прогностическим фактором в однофакторных и многофакторных моделях с разной

продолжительностью занятий спортом и активного отдыха в неделю в зависимости от количества родителей с близорукостью. Меньшее количество занятий спортом и активного отдыха увеличивало вероятность развития миопии у детей с двумя близорукими родителями больше, чем у детей с нулевым или одним близоруким родителем. Вероятность стать близоруким у детей без близоруких родителей, по-видимому, ниже у детей, которые больше всего занимаются спортом и активным отдыхом, по сравнению с детьми с двумя близорукими родителями [160].

В 2-летнем исследовании, проведенном в Северной Ирландии, миопия в родительском анамнезе являлась фактором риска возникновения миопии в детстве. Дети, имеющие хотя бы одного близорукого родителя, более чем в шесть раз чаще попадали в группу с рефракционными нарушениями по сравнению с группой эметропии (ОШ 6,28; 95%; ДИ 1,01-38,93). Кроме того, важным прогностическим признаком ранней манифестации миопии был более близорукий сферозэквивалент (SER). $SER \leq +0,19D$ в возрасте 6–7 лет сигнализировал о риске начала миопии к 10 годам или ранее по сравнению с SER у тех, кто стал миопом к 13 - 16 годам ($p \leq 0,02$) [21].

В рамках исследования SAVES (The Sydney Adolescent Vascular and Eye Study) дети с 1 или 2 родителями, страдающими миопией, имели более высокие шансы развития миопии (1 родитель: ОШ 3,2, 95% ДИ 1,9-5,2; оба родителя: ОШ, 3,3, 95% ДИ 1.6-6.8). Дети восточноазиатской национальности имели более высокую частоту миопии по сравнению с детьми европеоидной национальности (оба $P < 0,0001$) и меньше времени проводили на открытом воздухе [161]. Мета-анализ Zhang et al. сообщают о значительной положительной связи между родительской близорукостью и риском развития миопии у ребенка, однако они сообщают о более низком соотношении шансов когда у одного из родителей была миопия (ОШ 1,53 95%; ДИ 1,21–1,85), и более высоком когда двое родители были близорукими (ОШ 2,19; 95%; ДИ 1,42–2,77) [162].

На справедливость генетической теории также указывают недавние исследования ассоциации Genome-Wide Association Studies (GWAS), в ходе которых был идентифицирован ряд локусов, ассоциированных с риском развития рефракции, а также открытие гена предрасположенности к миопии, обнаруженного путем широкого секвенирования генома у еврейского населения ашкенази [148; 163–168].

Эти и другие исследования убедительно установили важность генетических факторов в этиологии миопии.

1.3.3 Освещение и общее время на открытом воздухе

В 2007 году L.A. Jones с соавторами из Колледжа оптометрии Университета штата Огайо в Колумбии сообщили о результатах 12-летнего продольного исследования, в котором участвовали более 500 здоровых детей в возрасте 8–9 лет. Через пять лет, у 21% исследуемых развилась миопия, а

единственным фактором окружающей среды, который значительно коррелировал с риском, было время, проведенное на открытом воздухе [169].

Еще более убедительные данные были получены К.А. Rose с соавторами в 2008 году, в результате сравнения аномалии рефракции у детей китайского происхождения, проживающих в Сиднее и Сингапуре. При этом наследственные характеристики родительской миопии и зрительные нагрузки были сопоставимы в обеих группах. Дети в Сиднее проводили больше времени на открытом воздухе: 13,75 против 3,05 часа в неделю в Сингапуре, что являлось наиболее значимым фактором, способствующим почти 10-кратной разнице в распространенности миопии между двумя выборками. Распространенность миопии у детей китайской национальности в возрасте 6–7 лет была значительно ниже в Сиднее (3,3%), чем в Сингапуре (29,1%) ($P < 0,001$) [170].

Данная корреляция при этом не зависела от того, занимались ли дети спортом на улице или читали на пляже. Более того, дети, которые проводили больше времени на улице, не обязательно проводили меньше времени с книгами, дисплеями и работой на близком расстоянии [171; 172]. Основываясь на эпидемиологических исследованиях, некоторые авторы предположили, что фактором защиты от миопии может считаться достаточное освещение [34; 173; 174]. В качестве подтверждения теории недостаточной освещенности выступили исследования ряда авторов, показавших, что скорость прогрессирования близорукости варьирует в зависимости от сезона (медленнее летом) и времени суток [175–178]. В 2009 году Н. Morgan и его команда начали трехлетнее исследование, в ходе которого они добавили 40-минутный урок на открытом воздухе для группы детей в возрасте от 6 до 7 лет в шести школах Китая; дети из шести других школах не имели изменений в расписании и служили в качестве контроля. По результатам наблюдения, через 4 года миопия развилась у 30% детей, посещавших занятия вне школы, по сравнению с 40% детей в контрольных школах [179].

Исследование China Education Panel Survey также подтвердило тенденцию к снижению риска миопии с увеличением времени, проведенного на открытом воздухе: у учащихся, проводящих на открытом воздухе < 7 часов в неделю, сохраняется высокий уровень миопии, в сравнении с учащимися, проводящими на открытом воздухе ≥ 14 часов в неделю (ОШ 1,250; 95% ДИ: 1,070–1,460) [120]. Однако в том же китайском исследовании, время, проведенное на улице учениками разного пола, по-разному влияло на развитие миопии. По сравнению с мальчиками (ОШ 1,121; 95% ДИ: 0,940. –1,336), увеличение количества времени, проведенного на открытом воздухе среди девочек ОШ 1,625; 95% ДИ: 1,334–1,979), было более эффективным для предотвращения миопии. На основании этих исследований, для профилактики близорукости детям рекомендовалось проводить около трех часов в день при освещенности минимум 10 000 люкс. Этот уровень, соответствует освещенности в солнечных очках в яркий летний день [180]. Три или более часов ежедневного времени на открытом воздухе являются нормой для детей

в Австралии, где всего около 30% 17-летних подростков имеют ту или иную степени близорукости [181].

Проведенный в 2012 году метаанализ работ, изучающих связь между временем на открытом воздухе и развитием миопии показал снижение шансов миопии на 2% за каждый дополнительный час времени, проведенного на открытом воздухе в неделю, после поправки на коварианты (ОШ 0,87 для дополнительного часа времени, проводимого на открытом воздухе каждый день) [182].

Таким образом, на сегодняшний день, время, проведенное на открытом воздухе, считается доминирующим фактором развития близорукости у детей. Увеличение времени, проводимого на открытом воздухе, может быть простой стратегией, с помощью которой можно снизить риск развития миопии и ее прогрессирования у детей и подростков.

1.3.4. Другие факторы

Возраст. Доказано, что более ранний дебют миопии является значительным фактором риска развития миопии высокой степени в будущем [27]. После подросткового возраста прогрессирование миопии у большинства людей постепенно стабилизируется. Раннее начало миопии у китайских детей было связано с высокой скоростью прогрессирования (-1 D в год) и более долгим периодом стабилизации рефракции.[183] В исследовании COMET, дети, имеющие уже в 6-7 летнем возрасте рефракцию менее $-1,25\text{D}$, имеют более высокий риск быстрого прогрессирования близорукости по сравнению с детьми с более поздним дебютом миопии [184]. Таким образом, отсрочка начала миопизации и замедление темпов ее прогрессирования у детей потенциально является ключом к уменьшению миопии высокой степени в более позднем возрасте.

Этническая принадлежность. Распространенность миопии во всем мире сильно варьируется в зависимости от региональных и этнических различий. Распространенность миопии превышает 90% в некоторых регионах Восточной Азии, но составляет $<10\%$ в африканских странах. Высокая частота и тяжесть близорукости в странах Азии привела к появлению термина «азиатская миопия». В исследовании COMET когорты участников афроамериканцев имела более ранний средний возраст стабилизации миопии (13,8 года против 15,4 у европейских детей) и, следовательно, наименьшую среднюю степень миопических изменений по сравнению с другими этническими группами [184].

Стоит также отметить, что непрекращающиеся попытки выявить факторы, способствующие развитию миопии, в том числе миопии с ранним началом, приводят помимо прочего к ряду неоднозначных результатов: так, С.Williams с соавторами (2019) в исследовании Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC), проводимом на Юго-Западе Англии обнаружили, что распространенность миопии в возрасте 7 лет была ниже, если бабушка по отцовской линии курила во время беременности (ОШ 0,49; 95%;

ДИ 0,32-0,75). Наблюдалось более слабое, не зависящее от пола, снижение распространенности миопии в возрасте 7 лет, если бабушка по материнской линии курила во время беременности (ОШ 0,62; 95%; ДИ 0,41-0,91) [103].

Таким образом, анализ результатов, имеющихся популяционных данных однозначно указывают лишь на один из факторов риска развития и прогрессирования миопии – недостаточное время пребывания на открытом воздухе, что вероятно связано с нехваткой освещенности. Факторы окружающей среды и генетические факторы, вероятно также играют роль в увеличивающейся распространенности миопии [59]. Другие факторы, такие как зрительная нагрузка на близком расстоянии, уровень витамина Д, сезон рождения, связь с возрастом и вредными привычками матери во время беременности, ростом при рождении и т. д. не являются убедительными и требуют дальнейших исследований.

1.4 Программы скрининга зрения детей в мировой практике

Учитывая высокую распространенность нарушений зрения из-за неисправленных аномалий рефракции у детей и простоту лечения, обнаружение и исправление аномалий рефракции стало одним из приоритетов инициативы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) Vision 2020 [185]. В 2018 году Международное агентство профилактики слепоты совместно с Лондонской школой гигиены и тропической медицины и Институтом видения Брайена Холдена рекомендовало проверять всех учащихся начальных классов на предмет снижения остроты зрения с последующим ежегодным обследованием новых учащихся [186]. Многие страны в настоящее время включают программы проверки зрения для школьников, основанные на совместных рекомендациях Всемирной организации здравоохранения и Международного агентства по профилактике слепоты [187; 188]. Большинство авторов отмечают экономическую обоснованность подобных программ [189–193] и рекомендуют интегрировать их в Национальные программы здравоохранения [68].

Скрининг зрительных нарушений — это метод массового обследования и выявления детей с нарушениями зрения, для дальнейшего их обследования и лечения [189]. Целью скрининга детей в странах с низким и средним уровнем доходов зачастую является сокращение доли детей с нескорректированными нарушениями зрения, которые можно исправить с помощью очков. Результаты исследований Evans (2018) предоставляют достоверные доказательства того, что скрининг зрения с предоставлением бесплатных очков приводит к значительному увеличению доли детей, носящих очки и, соответственно, повышению остроты зрения и улучшению качества жизни [194].

Эффективность скрининговых программ может значительно варьировать в зависимости от возраста обследования детей. В 2009 году Rob Baltussen провел анализ медицинской и экономической эффективности скрининга рефракции у школьников в Африке, Азии, Америке и Европе и пришел к выводу, что во всех регионах наибольшее влияние на здоровье

оказывает обследование детей в возрасте 5–15 лет. Скрининг широких возрастных интервалов всегда дороже, чем скрининг одновозрастных интервалов. Во всех регионах наиболее экономически эффективным вмешательством было обследование детей в возрасте 11–15 лет, при этом стоимость составляет от 67\$ за предотвращенный DALY в азиатском субрегионе до 458\$ в европейском субрегионе [193]. Таким образом, школа была признана наиболее подходящей средой для профилактических программ здравоохранения [188].

Одним из основных препятствий для доступа к офтальмологическим услугам во многих странах с низким и средним уровнем доходов является ограниченное количество и неравномерное распределение офтальмологов, которые, как правило, практикуют в крупных городских центрах и недоступны для значительной части населения, особенно в сельской местности [195; 196]. Из-за нехватки специалистов в этих регионах, школьные программы скрининга были смоделированы для персонала, не занимающегося офтальмологическим уходом; чаще всего это школьные учителя и школьные медсестры, которые были обучены проводить тестирование остроты зрения [197–200]. Программы скрининга зрения у школьников могут проводиться с привлечением школьных учителей, медсестер, оптометристов, родителей, непрофессиональных добровольцев или компьютерных программ. Исследования показали, что непрофессионалы были так же эффективны, как и медсестры, в проведении скрининговых тестов и подтвердили идентичность результатов скрининга, проводимого учителями, местными оптометристами и волонтерами [201–203]. A Wang (2019) подтвердил, что модель скрининга с участием школьных учителей была наиболее рентабельной и позволила снизить стоимость одного обнаруженного случая нарушения рефракции почти на 40%. Расходы на каждый выявленный случай составили \$37,53 для скрининга с привлечением учителей; \$59,14 – с привлечением оптометристов и \$52,19 – с привлечением добровольцев [203].

В разных регионах программы скрининга зрения могут быть предоставлены как часть государственной системы здравоохранения или могут осуществляться неправительственными организациями, такими как благотворительные организации или частный сектор [204]. Как правило, государственные скрининговые мероприятия широко внедрены в развитых странах. В США детей проверяют в детском саду, а затем дважды в год на протяжении всего школьного этапа обучения и проводится преимущественно оптометристами и медицинскими сестрами [205; 206]. Американская ассоциация детской офтальмологии и косоглазия (AAPOS) рекомендуют соответствующую возрасту оценку зрения для детей в возрасте от 3 лет и выступает за прямое обследование детей на основе проверки остроты зрения обученными добровольцами или медицинским персоналом как золотой стандарт для детей дошкольного и старшего возраста [207]. В Швеции комплексная программа скрининга глазных болезней и нарушений зрения у детей действует в течение последних 30 лет. Осмотры детей проводятся

несколько раз в 4-летнего возраста, в 5 лет и в возрасте 7 и 10 лет. При этом большинство заболеваний выявляются в возрасте до 6 лет [208–210]. В Дании проверка зрения у детей начиная с 6-летнего возраста стала регулярной после Второй мировой войны, а с 1978 года Национальная служба здравоохранения Дании сделала проверку зрения частью медицинского осмотра детей в возрасте от 3 до 4 лет. По заявлению Gottlieb et. 95% 3-летних детей в Дании проходят это обследование, что позволило снизить частоту амблиопии у детей более чем в 4 раза [211].

В арабских странах существует ряд инициатив по проверке зрения и зрения, направленных на решение проблем со зрением у школьников [190]. В Омане с 1990 года действует национальная программа офтальмологической помощи и школьного здоровья, в рамках которой все учащиеся в возрасте 6–7, 9–10, 11–12 и 16–17 лет ежегодно проходят проверку зрения и зрения в первом, четвертом, седьмом и десятом классах соответственно. Эти обследования проводятся обученными школьными медсестрами с использованием оптометров E или LogMAR. За весь период, более 0,55 млн оманских детей с миопией были выявлены в рамках национальной программы проверки зрения и направлены в офтальмологические службы для дальнейшего лечения [191].

В странах Южной Америки скрининг зрения, проводимый с 2009 года подготовленными учителями, подтвердил свою эффективность и рентабельность [200].

Высокая распространенность аномалий рефракции в Юго-Восточной Азии вместе с высоким уровнем школьного образования в этом регионе заставляет активно внедрять и модернизировать имеющиеся школьные программы программы проверки зрения. Несмотря на большое число крупномасштабных исследований среди китайских школьников, по-видимому, не существует единой программы скрининга для всех регионов, однако каждая провинция оказывает услуги по проверке зрения на местном уровне. В 2015 году в рамках Национальной оценки качества образования (CNAEQ) Китай запустил программу «физическое воспитание и здоровье», которая является крупнейшим национальным скринингом школьного здоровья, включающим скрининг зрения и ориентированным на учащихся 4-х классов начальной школы и учащихся 8-х классов средней школы [25]. Высокая распространенность нарушения рефракции в Индии делает проверку зрения в школах значительно более эффективной и менее затратной для оказания офтальмологической помощи школьникам по сравнению с другими моделями первичной офтальмологической помощи и обоснованной, особенно в городских районах [212]. Пятилетнее наблюдение за скринингом показало, что затраты на одного проверенного ребенка были на 60% ниже при вовлечении в процесс скрининга школьных учителей, а не выездных офтальмологических бригад [213]. В Иране в 1996 году была внедрена государственная программа проверки зрения у детей в возрасте от трех до шести лет. В первые два года она проводилась экспериментально в

ограниченных районах, а затем была распространена на все 30 провинций Ирана. В 2005 году в обследование было включено 788058 детей, посещающих детский сад [44]. В 2013 году Gursoy заявил о необходимости национальной крупномасштабной программы проверки зрения для детей Турции [214].

С другой стороны, опыт ряда стран не подтвердил экономическую эффективность скрининговых обследований, по причине низкой распространенности нарушения рефракции у школьников. Так, в большинстве стран Африки к югу от Сахары и Океании не существует национальных программы проверки зрения в школьных и дошкольных учреждениях, что может быть связано как со слабым экономическим развитием региона, так и с относительно низкой частотой значимых аномалий рефракции среди детей [192; 215; 216]. Противоположным примером неэффективности школьных программ проверки зрения является Великобритания, где почти все дети с серьезными проблемами зрения выявляются еще на дошкольном, чаще в 5-летнем возрасте и массовые проверки остроты зрения в школах Великобритании постепенно сокращаются [217–219].

Таким образом, распространенность неисправленных аномалий рефракции у школьников ряда стран считается слишком низкой, чтобы оправдать программу скрининга [189]. Кроме того, в развивающихся странах подавляющее большинство детей не проходят офтальмологический осмотр, не смотря на внедрение программ скрининга, а дальнейший доступ к медицинским услугам часто ограничен, особенно в сельских районах [192].

В нашей республике в 70-80-х годах ежегодно проводилась массовая кампания по выявлению детей с пониженным зрением, но в последнее десятилетие в свете изменившихся экономических и политических условий эта работа значительно уменьшила, а в некоторых регионах и вовсе утратила свои былые масштабы. Опыт прошлых лет доказал высокую эффективность проведения таких мероприятий. КазНИИ глазных болезней совместно с Центром формирования здорового образа жизни в 2004 году имели опыт проведения такого мероприятия - декадника по профилактике близорукости среди детей 12 лет [17].

Барьерами для повсеместного внедрения скрининговых программ в развивающихся регионах являются высокая стоимость, значительные временные трудовые затраты, дефицит специалистов, низкий охват детей программами скрининга и качество диагностических мероприятий [204]. Эти ограничения в последнее десятилетие подтолкнули исследователей поиску к разработке новых альтернативных методов и подходов к скринингу зрения школьников.

Скрининг зрения детей может проводиться либо путем определения объективной или субъективной рефракции, либо путем субъективного определения остроты зрения с использованием соответствующих возрасту тестов: картинок, различных оптопов. То же касается и широкого выбора буквенных и небуквенных оптопов при исследовании остроты зрения: оптопы Сивцева, «пляшущая Е», кольца Ландольта, шкала LogMAR и т.д.

Традиционно на территории постсоветских стран используется таблица Сивцева-Головина, включающая в себя кириллические оптоотыпы и незамкнутые кольца Ландольта и таблица картинок Орловой. В США и некоторых странах Европы «золотым стандартом» является определение остроты зрения с использованием таблицы Снеллена [189; 204]. Споры относительно точности и воспроизводимости того или иного метода определения рефракции при проведении массовых осмотров детей также актуальны до сих пор. Традиционно циклоплегическая ретиноскопия используется как золотой стандарт для определения статуса рефракции у детей и проводится профессиональными офтальмологами или оптометристами [220]. Однако, сравнительный анализ циклоплегической авторефрактометрии и ретиноскопии у детей в возрасте от 5 до 15 лет в Китае, Непале, Индии и Чили показал сопоставимые результаты субъективной и объективной рефрактометрии [110; 221–223]. Таким образом, выбор метода определения рефракции в каждом отдельном случае остается на выбор исследователей.

В 2003 году Американская ассоциация детской офтальмологии и комитет по скринингу зрения на косоглазие предложили критерии для автоматизированной дошкольной проверки зрения при помощи авторефрактометров – приборов для проверки зрения, которое обеспечивает измерения рефракции, зрачка и других параметров. Прибор устанавливается в метре от глаз ребенка, инфракрасный свет освещает глаза, создавая отражения от роговицы и сетчатки, обеспечивая четкость границ зрачка и изображения [224]. Благодаря автоматизации процесса стало возможным проводить скрининг обученным неофтальмологическим персоналом (учителями, медицинскими сестрами). Одним из первых авторефрактометров стал фоторефрактор Plusoptix (Plusoptix, Inc, Атланта, Джорджия, США) [225]. В 2011 года компанией PediaVision (Лейк Мэри, Флорида, США) был представлен прибор для проверки зрения Spot [41]. В дальнейшем и другие компании представили портативные устройства для проверки рефракции, например, 2WIN (Adaptica, Падуя, Италия), Retinomax (Nikon Inc., Япония), Netra (Eyenetra, Inc., США) и QuickSee (PlenOptika, Inc., США) и др.[46; 220; 226]. Преимуществами этих приборов является малый вес, размер и возможность использования непрофессиональными исследователями [45]. Результаты ряда сравнительных исследований показывают эффективность приборов [227–229].

Активное развитие телемедицины, и, в частности, телеофтальмологии началось несколько лет назад. Наиболее востребованными моделями по данным исследований стали компьютеризированные и мобильные программы проверки зрения [230]. Такие приложения как GoCheck Kids (GCK, Phoenix, Ariz) Peek Acuity и др. адаптировали смартфоны для проведения проверки зрения, показав высокую положительную прогностическую ценность при скрининге педиатров от 70% до 80% и подтвердив экономически целесообразную технологию по сравнению с другими моделями скрининга в условиях низкого дохода из-за распространенности использования сотовых

телефонов [231; 232]. В 2015 году группа исследователей во главе с Tomohiko Yamada разработали и провели пилотное исследование компьютеризированной программы проверки остроты зрения для детей дошкольного возраста Jaeb Visual Acuity Screener (JVAS), в которой используется стандартизированный алгоритм проверки зрения в домашних условиях. Возможность скринингового тестирования для JVAS была высокой - 100%. Чувствительность JVAS варьировалась от 88% до 91%, а специфичность - от 73% до 86% [233]. При этом результаты обследований при помощи компьютеризированных программ и мобильных приложений имели возраст-зависимый эффект и не показали высокой эффективности среди детей дошкольного возраста. Однако, преимуществом таких программ является высокий охват, небольшие временные и низкие финансовые затраты.

Таким образом, ранняя диагностика аномалий рефракции у детей является одним из самых простых способов профилактики прогрессирования нарушений зрения и предотвращения слепоты. Активный скрининг для выявления детей с нарушениями рефракции и коррекция их путем предоставления очков используется во многих странах мира. Однако, расходы на программы офтальмологического обследования детей достаточно высоки и переменны в зависимости от региона мира.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика популяции

Алматы – город республиканского значения, крупнейший мегаполис в Казахстане. С 2014 года город разделен на 8 административно-территориальных районов. На начало 2019 года численность населения города составляла 1854700 человек, 470 тысяч из них – дети до 18 лет (25,3%).

Среднее образование в Казахстане включает 3 ступени: начальную (1–4 классы), основную (5–9 классы) и старшую (10–11 классы). В соответствии с Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 16 августа 2017 года № 611, продолжительность урока в общеобразовательной организации не должна превышать 40 минут. Не допускается проведение «сдвоенных» уроков в начальной школе. В первых классах применяют "ступенчатый" режим учебных занятий с постепенным наращиванием учебной нагрузки и проведением на уроках физкультминуток и гимнастики для глаз [235]. Продолжительность учебного года в 1 классах – 33 учебные недели, во 2-4 классах – 34 учебные недели. Продолжительность каникулярного времени в учебном году составляет не менее 30 дней и предоставляются три раза в учебном году – осенью, зимой и весной. Кроме того, для учащихся 1-х классов дополнительно предоставляются недельные каникулы в третьей четверти [236]. Недельная учебная нагрузка для разных образовательных уровней приведена в таблице 1 [237].

Таблица 1 - Недельная учебная нагрузка в общеобразовательных школах

	Класс		
	1	5	9
Средняя учебная нагрузка, в неделю (часов)	22	28	33
Максимальная учебная нагрузка, в неделю (часов)	24	33	38

В 2018 году по официальным данным Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан РК насчитывалось 3,2 млн учеников, в Алматы было ориентировочно 254000 учащихся средних школ, из них 231100 детей – учащиеся государственных школ, 12240 – учащиеся частных образовательных учреждений (таблица 2). По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан в 2017 - 2018 учебном году, в Алматы насчитывалось 260 общеобразовательных школ, из них 202 государственные школы, 49 – частные школы и 9 – специальные коррекционные учреждения и школы для детей с ограниченными возможностями. Таким образом, доля

негосударственных школ в Алматы составляет 18,8%. В среднем по Казахстану этот показатель равен 2,5%. Кроме этого, в городе функционируют 3 республиканские школы, 1 школа подведомственная Министерству обороны, 8 школ подведомственные Министерству культуры и спорта и 2 школы АОО «НИШ». В таблице 2 представлена сеть организаций среднего образования г.Алматы и контингент ее учащихся [238].

Таблица 2 - Сеть и контингент организаций среднего образования г. Алматы

	Городские госуд. школы		Частные школы	Республ. школы	НИШ ¹	Ведомственные (МО РК ² и МКС РК)	Спец. школы	Всего
	Общеобраз.	гимназии						
Школы	103	99	49	3	2	9	9	274
Учащиеся	117312	115345	12242	1845	1845	3070	2293	253952
Примечания: ¹ НИШ – Назарбаев Интеллектуальные школы; ² МО РК – Министерство обороны Республики Казахстан ³ МКС РК – Министерство культуры и спорта РК								

2.2 Характеристика и расчет выборки

Расчет минимального размера выборки для исследования проводился в соответствии с рекомендациями протокола исследования нарушений рефракции у детей для оценки распространенности нарушений зрения, связанных с аномалиями рефракции или другими причинами (RESC) Всемирной организации здравоохранения, который основан на оценке возрастной распространенности миопии в популяции [239]. Расчет осуществлялся по формуле (1):

$$N = \frac{Z^2 * (1 - P) * P}{(B * P)^2} \quad (1)$$

где:

N – объем выборки

Z – уровень достоверности

P – ожидаемая распространенность миопии

B – ошибка II рода

Размер выборки был рассчитан на основании предыдущих показателей распространенности аномалий рефракции - 20% и 95% доверительным интервалом (Z = 1,96). Доля ошибок II рода установлена на уровне 15%. Мы использовали уровень значимости 0,05 и ожидаемый уровень непредоставления ответов и неучастия в 10%. Таким образом, согласно формуле (1), минимальный размер выборки для каждой возрастной группы составил 751. В соответствии с 3-ступенчатой структурой среднего

образования нами было изучено 3 возрастные категории детей: младшего, среднего и старшего звена, которые включали в себя учащихся 1, 5 и 9 классов. Согласно данным литературы, эти возрастные периоды характеризуются повышенной психоэмоциональной нагрузкой и скачкообразным нарастанием зрительной нагрузки: 1 класс – начало школьной жизни, непривычное зрительное напряжение, стресс, адаптация к новым условиям; 5 класс – изменение психо-эмоциональной и зрительной нагрузки в связи с переходом в среднее звено обучения; 9 класс – наиболее уязвимый возраст, сочетающий в себе пубертатный период, период активного роста, переход в старшее звено и соответствующие усложнение учебной программы, а также физическое, интеллектуальное и моральное переутомление.

Таким образом, минимальный общий требуемый размер выборки составил всего 2260 школьников для всех 3 возрастных групп. Из общего списка городских школ случайным образом было выбрано 8 школ. Все школы являлись государственными, учебные помещения, учебные места и оснащение классов соответствовало санитарным правилам «Санитарно-эпидемиологические требования к объектам воспитания и образования детей и подростков» [235]. Уровень освещения объектов образования регулируется Департаментом научно-технической политики и нормирования Агентства по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Казахстан [240] и зависит от площади учебного помещения, его назначения и степени естественного светового потока. Нормы освещенности для школ представлены в таблице 3 [241; 242]:

Таблица 3 - Рекомендуемые уровни освещенности при искусственном освещении учебных помещений

	Уровни освещенности, лк ¹	
	люминесцентные лампы	лампы накаливания
Учебные классы	300	150
Читальные залы	500	300
Спортзалы	200	100
Мастерские, кабинеты труда	500 - 600	-
Примечание: ¹ лк - люкс		

В исследование были включены ученики двух различных типов школ: общеобразовательных и гимназических. Средняя наполняемость классов государственных общеобразовательных школ, в соответствии с данными Министерства науки и высшего образования РК составляет: 22 ученика для начального звена, 20 учеников для среднего и старшего звена [238]. Количество учеников в классах городских школ колеблется в пределах 30–40 учеников, и согласно предполагаемому минимальному размеру выборки нам потребовалось 63 класса (21 класс на каждую группу). Количество

исследуемых классов в каждой школе зависело от общего числа учащихся и колебалось от 2 до 4 классов каждого звена (в среднем от 6 до 12 классов в каждой школе). В исследование были включены все ученики выбранных классов по списку учащихся, всего 2442 ребенка, из которых в окончательный анализ вошло 2293 детей (ответ составил 93,3%). Средний возраст детей, учувствовавших в исследовании, составил $11,2 \pm 3,6$ лет (от 6 до 16 лет), из них 1161 (50,6%) мальчики и 1132 (49,4%) девочки. Средний возраст учащихся на разных ступенях приведен в таблице 4. Между группами не было значительных различий по возрасту и полу.

Таблица 4 - Возраст школьников 1, 5 и 9 классов, участвующих в исследовании

класс	Возрастной диапазон	Средний возраст
1	6–8 лет	$6,8 \pm 0,48$ лет
5	10–12 лет	$11,5 \pm 0,74$ лет
9	14–16 лет	$15,5 \pm 0,49$ лет

Критерием исключения стали пассивный (непредоставление письменного информированного согласия) или активный отказ родителей от участия в исследовании, нерифракционные офтальмологические заболевания ребенка в анамнезе, а также перенесенное ранее хирургическое вмешательство на органе зрения, использование ортокератологических линз. С учетом относительной однородности условий жизни в пределах города и одинаковых условий обучения, мы не делили обследуемых по этническому, социально-экономическому и географическому статусу. Характеристика исследуемой выборки по группам в зависимости от их уровня обучения, пола и типа школы представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристика обследуемых детей по возрасту, полу и типу школы

Группы	Школы	Всего	1 класс	5 класс	9 класс
Всего, N (%)	все типы школ	2293 (100)	769	768	756
	гимназии		1062 (46,3)		
	общеобразовательные		1231 (53,7)		
Мальчики, N (%)	все типы школ	1161 (50,6)	387	404	370
	гимназии		166	194	160
	общеобразовательные		221	210	210
Девочки, N (%)	все типы школ	1132 (49,4)	382	364	386
	гимназии		190	172	180
	общеобразовательные		192	192	206

2.3 Методы офтальмологического обследования

Всем детям проводилось стандартное выездное офтальмологическое обследование: определение остроты зрения (визометрия) без коррекции и с полной коррекцией, исследование рефракции в условиях циклоплегии (авторефрактометрия), осмотр переднего и заднего отрезка глаза (биомикроскопия и офтальмоскопия). Все обследования проводились командой квалифицированного медицинского персонала, включающего 2 (двух) профессиональных офтальмологов и 2 офтальмологических медицинских сестер. Для этого в школах был переоборудован кабинет медицинской сестры или школьного врача, установлено оборудование. Калибровку аппаратов (авторефрактометра) проводили в начале каждого рабочего дня. Было задействовано транспортное средство и диагностическое оборудование.

Визометрия проводилась по таблице Сивцева-Головина при обычном комнатном освещении. Острота зрения определялась как наименьшая линия оптотипов, прочитанная с одной ошибкой или без ошибок. Острота зрения определялась монокулярно поочередно: сначала на правом глазу, а затем на левом. При остроте зрения менее 0,8 подбиралась коррекция с использованием пробных очковых стекол. Коррекция также проводилась монокулярно. В случае миопической рефракции коррекция проводилась рассеивающей линзой минимальной силы, дающей максимальную остроту зрения. В случаях гиперметропической рефракции коррекция проводилась собирающей линзой максимальной силы, дающей максимальную остроту зрения. Коррекция астигматизма проводилась с использованием кросс-цилиндров для определения угла и силы цилиндрического компонента. После подбора повторно определялась острота зрения.

Рефрактометрию выполняли с использованием авторефрактометра (RC-5000; Tomeu; Япония). Исследование проводили при циклоплегии с использованием глазных капель циклопентолата 1%, которые закапывали дважды с 5-минутным интервалом в нижний свод конъюнктивальной полости. Если через 20 минут реакция зрачка на свет все еще сохранялась, вводили третью каплю. Циклоплегия считалась полной, если зрачок расширялся до 6 мм и более и реакция зрачка на свет отсутствовала. Осмотр переднего отрезка глаза и оптических сред проводили при помощи щелевой лампы и электроофтальмоскопа (Heine В-200; Германия).

Основной конечной точкой исследования являлись острота зрения и данные авторефрактометрии. Офтальмологические исследования, такие как биомикроскопия и исследование глазного дна, были выполнены для исключения «нерефракционных» заболеваний глаза. Данные вносились в разработанную карту обследования школьника (Приложение Б). Время, затрачиваемое на стандартное обследование 1 ребенка, включая заполнение документации и внесение данных, составляло в среднем 10-12 минут.

2.4 Метод проведения анкетирования

На момент начала исследования мы не нашли официального единого специализированного международного опросника для исследования факторов риска развития миопии у детей. В связи с этим, нами самостоятельно был разработан мини-опросник для родителей школьников включающий в себя вопросы об основных потенциальных факторах риска: наследственном (история родительской близорукости) и поведенческих признаках, включая количество времени, проведенное за работой на близком расстоянии, использование гаджетов, дополнительная зрительная нагрузка, смена обучения, тип школы, время вне помещения (на открытом воздухе) и уровень физической активности (Приложение А).

Опросник разработан на основе опросников, широко используемых в зарубежных исследованиях факторов риска развития миопии, в основном на версиях Сиднейских программ исследования близорукости (Ojaimi et al., 2005; French et al, 2013), Корейского национального исследования здоровья и питания (KNHANES) (Dong Hui Lim, 2018) и других.

В результате обсуждения с представителями школ, родителями и офтальмологами вопросы опросника были сокращены, и скорректированы с учетом местных культурных и лингвистических особенностей. Вопросы опросника были сформулированы простым бытовым языком, в легко понятной форме на русском и казахском языке носителями языка, специалистами офтальмологического профиля. Лингвистическое и стилистическое соответствие обоих вариантов проверялось путем двойного (прямого и обратного) перевода обоих опросников, с русского на казахский и с казахского на русский язык.

После утверждения опросников исследовательской группой было проведено предварительное тестирование среди казахско- и русскоязычного немедицинского персонала Казахского НИИ глазных болезней, школьных учителей и членов их семей для выяснения трудностей с пониманием вопросов. После незначительных корректировок, опросники были предложены для заполнения родителям или законным опекунам исследуемых школьников.

Опросник включает в себя 8 вопросов, первый из которых является общим, остальные - по одному на каждый из исследуемых факторов риска. Родителям или опекунам ребенка предлагалось ответить на вопрос о наличии близорукости у биологических родителей, самостоятельно оценить время, потраченное на выполнение визуальных задач (включая дополнительную зрительную нагрузку, экранное время), время, проводимое на открытом воздухе, школьная смена, регулярность физической активности.

Примерное время заполнения анкеты составляло 2 – 5 минут. Передача и сбор опросников родителям проводились через классных руководителей после проведения осмотра.

2.5 Критерии и индикаторы нарушения рефракции

Нарушение рефракции стандартно рассчитывали по сферическому эквиваленту рефракции (SER), рассчитанному как сфера плюс половина силы цилиндрического компонента. Миопия определялась как $SER \leq -0,50 D$. При этом градации миопии определялись как слабая ($-3,0 D \leq SER \leq -0,50 D$), средняя ($-6,0 D \leq SER \leq -3,25 D$) или высокая ($SER < -6,0 D$) близорукость. Нарушения рефракции $\geq + 1,00 D$ были классифицированы как гиперметропия. Клинически значимый астигматизм (CSA) был зарегистрирован нами при разнице в меридианах астигматизма в $1,0 D$ или больше, вне зависимости от знака. При этом разница в меридианах астигматизма $\geq 2,50 D$ оценивалась нами как высокий астигматизм (таблица 6).

Таблица 6 – Критерии и индикаторы нарушения рефракции

Вид аномалии рефракции	Показатели SER ¹
Гиперметропия	$\geq + 1,00D^2$
Норма	$+ 1,00D < -0,5D$
Миопия слабая	$- 0,5 - 3,0D$
Миопия средняя	$- 3,25 - 6,0D$
Миопия высокая	$- 6,25 - 10,0D$
Астигматизм	$+ 1,0D \leq cyl^3 \leq -1,0D$
Высокий астигматизм	$+ 2,5D \leq cyl \leq -2,5D$
Примечание: ¹ SER - сферический эквивалент рефракции; ² D – диоптрии ³ cyl – цилиндрический компонент рефракции	

2.6 Метод проведения компьютерного дистантного скрининга

Программа дистантного скринингового обследования зрения была разработана и апробирована в 2009 году рабочей группой Новосибирского филиала «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова», Россия [243]. Пилотный проект проводился с октября 2011 г. по апрель 2015 г. на базе 69 средних общеобразовательных школ г. Новосибирска. За этот период было обследовано более 21 тысячи школьников [40].

Скрининг представляет собой интерактивную компьютерную программу дистанционного обследования и позволяет провести четыре вида оптометрического и офтальмологического обследования:

1. Исследование остроты зрения

Определение остроты зрения проводится при помощи оптометрических опто типов Ландольта, которые считаются наиболее достоверными при исследовании этой функции центрального зрения (Рисунок 1).

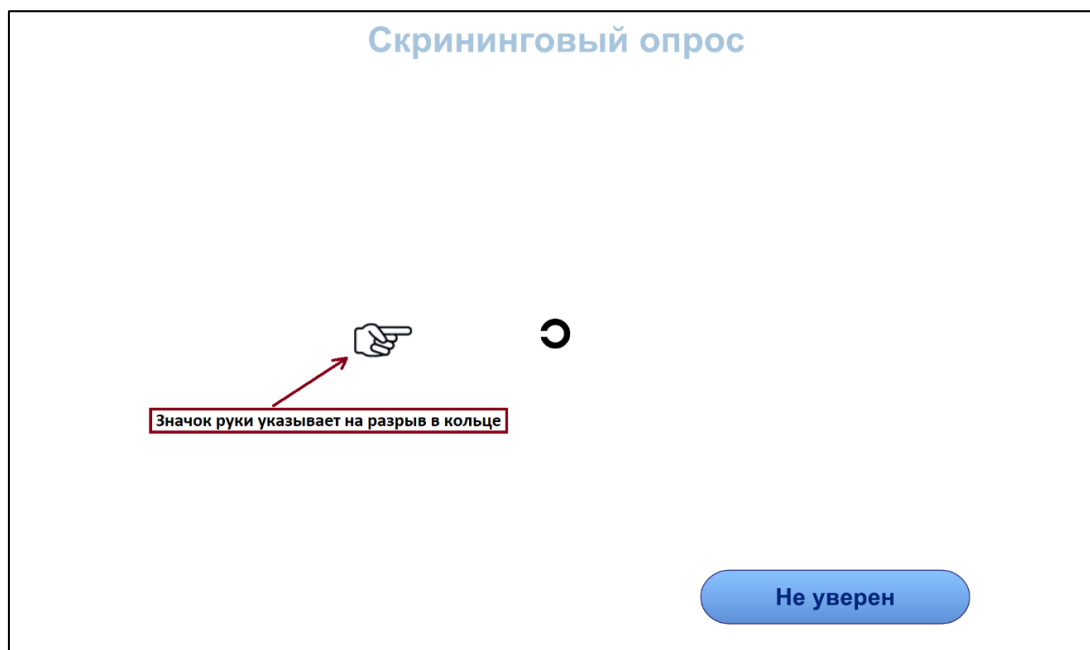


Рисунок 1 – Пример компьютерного исследования остроты зрения по кольцам Ландольта

Оптотипы представляют собой простые фигуры, в которых требуется определить направление разрыва в кольце. Кольца Ландольта полностью соответствуют принципу Снеллена: оптотип вписывается в квадрат, а соотношение угловой величины теста и его деталей составляет 5:1. Угловой размер оптотипов задается после количественной верификации тест-полоски перед проведением исследования работником школы, ответственным за проведение скрининга. Для этого до начала тестирования на экране появляется изображение градуированной шкалы. Путем приложения к экрану обычной школьной линейки педагог-исследователь сопоставляет размеры и корректирует масштаб и разрешение экрана компьютера.

При проведении тестирования ребенок с помощью компьютерной мыши указывает направление расположения разрыва в кольце Ландольта, представленного на экране. Количество оптотипов, предъявляемых исследуемому, и количество допустимых ошибок строго соответствует мировому стандарту при исследовании остроты зрения в офтальмологическом кабинете. Результаты исследования с помощью колец Ландольта больше всего соответствуют остроте зрения по наименьшему разделяемому. С помощью этих оптотипов возможно исследование остроты зрения у лиц любой национальности, у неграмотных и у детей старше 3–5 лет. Кроме того, кольца Ландольта утверждены международным стандартом ISO 8596 в качестве стандартного теста для исследования остроты зрения.

2. Определение состояния динамической рефракции проводилось при помощи дуохромного теста. Дуохромный тест представляет собой красно-зеленое поле, на котором нанесены два или более рядов оптотипов убывающей величины (Рисунок 2). Тест основан на явлении хроматической аберрации,

закключающейся в том, что лучи с короткой длиной волны (сине-зеленые) преломляются глазом сильнее, чем лучи с большей длиной волны (красные). Таким образом, в эметропическом глазу «зеленый» фокус находится перед сетчаткой, а «красный» за ней. Следовательно, миопический глаз лучше видит опто типы на красном фоне, а гиперметропический – на зеленом. В ходе теста испытуемому предлагается указать, на каком фоне он лучше видит опто типы. Если пациент лучше видит на красном фоне, имеется неполная коррекция миопии, если на зеленом – неполная коррекция гиперметропии.



Рисунок 2 – Дуохромный тест

Тест является значимым – контроль рефракции на фоне школьной зрительной нагрузки позволяет судить о функциональной готовности к ней ребенка. Динамическая рефракция – это совокупность клинической рефракции и напряжения аккомодации. Смещение динамической рефракции школьника в сторону близорукости позволяет сделать вывод о том, что аккомодационный аппарат органа зрения ребенка в процессе школьной зрительной нагрузки находится в состоянии функционального перенапряжения, что может привести к возникновению осевой близорукости.

3. Определение астигматизма с помощью теста «лучистая фигура». Лучистая фигура представляет собой табло, на котором по всей окружности через каждые 10–30° нанесены радиальные линии. Лучистая фигура служит для выявления астигматизма и ориентировочного определения направления его главных меридианов, то есть позволяет ответить на вопрос, есть у испытуемого астигматизм или нет. Если все лучи фигуры видны испытуемым одинаково четко, делается заключение, что астигматизма нет (либо имеется равномерно смешанный астигматизм). Если на фоне небольшой размытости большинства лучей два взаимно противоположных луча выделяются

чернотой, делается заключение, что у испытуемого имеется астигматизм. Направление этих лучей указывает ориентировочное направление одного из главных меридианов астигматического глаза (позволяет выявить астигматизм путем субъективной оценки четкости видения разнонаправленных отрезков лучистой фигуры. Если оптика глаза сферична, то обследуемый ребенок не будет указывать на эти различия (Рисунок 3).

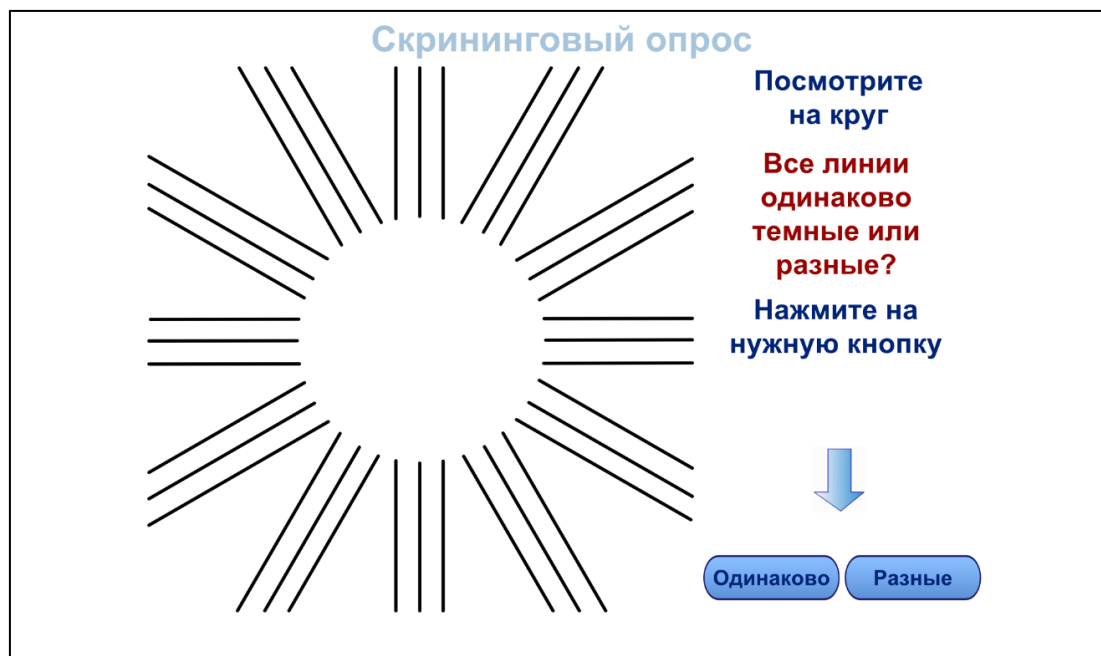


Рисунок 3 – Тест «лучистая фигура»

4. Тест Амслера позволяет косвенно выявить или исключить патологию макулярной зоны – участка сетчатки, ответственного за состояние центрального зрения (Рисунок 4). Тест представляет собой классическую квадратную решетку с вертикальными и горизонтальными линиями одинаковой интенсивности, образующими квадратные ячейки. В центре сетки расположена темная точка, на которую должен фиксироваться взгляд в течение всего монокулярного теста. Другой глаз должен быть полностью закрыт ладонью или повязкой. О патологии макулярной зоны будет говорить субъективное искривлений линий, мнимые "дыры" в сетке или "темные пятна".

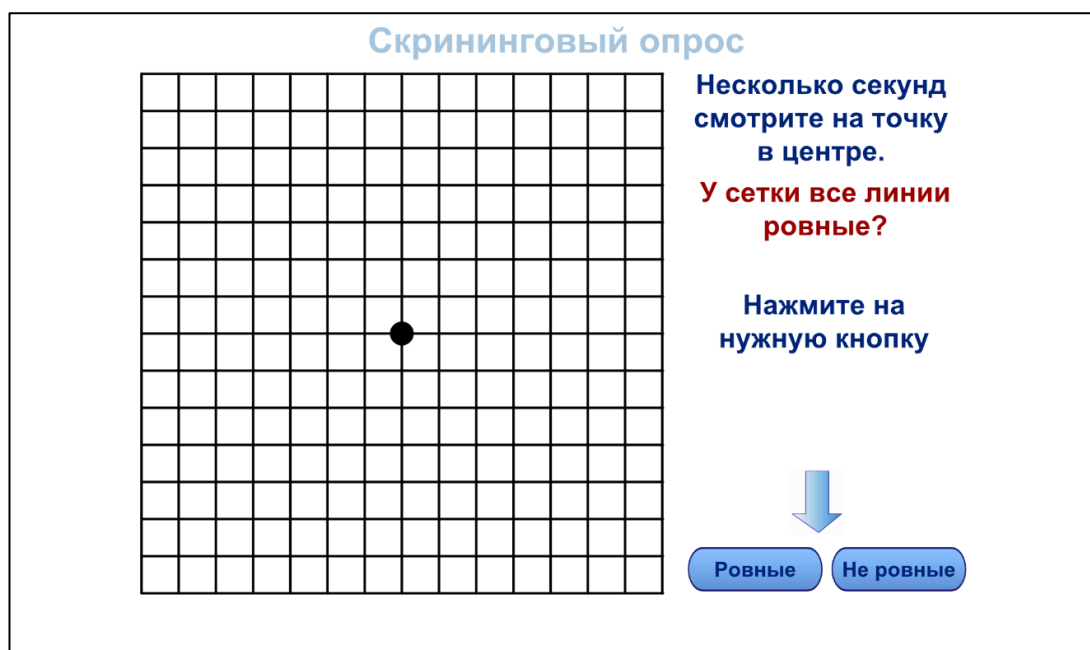


Рисунок 4 – Тест Амслера

Обследование проводится в компьютерном классе одномоментно группе по 5 - 10 школьников. Обследование занимает от 4 до 8 минут, в зависимости от возрастной группы школьников. Таким образом, за один академический урок возможно проведение скринингового обследования зрения всем ученикам класса (при наполняемости класса 30-40 чел.). По завершению обследования результаты автоматически заносятся в базу данных сервера КазНИИ глазных болезней (Рисунок 5) и хранятся в ней персонализировано. Особенности введения паспортных данных обследуемых позволяют контролировать результаты скрининга вне зависимости от того, продолжает ли ребенок обучаться в этой школе или в другой после смены места жительства.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Протокол результатов проведения первичного скрининга																
2																	
3	№	Фамилия Имя	Дата теста	Школа	Регион	Класс	Острота		Дуохромн		Тест на		Тест Амслера		Очки/л	Адрес и телефон	Рекомендации
4	п/п	Отчество					OD	OS	OD	OS	OD	OS	OD	OS	ины		
5	1			Гимназия №25	г.Алматы	5 А	0,6	0,3		К	==	SS			нет		У ребенка выявлено сниженное зрение. Рекомендовано проведение обследования у офтальмолога.
6	2			Гимназия №25	г.Алматы	5 А	0	0,8			SS	==			нет		У ребенка выявлено сниженное зрение. Рекомендовано
7	3			Гимназия №25	г.Алматы	5А	0,1	0,2	3	3	==	==		V	нет		У ребенка выявлено сниженное зрение. Рекомендовано
8	4			Гимназия №25	г.Алматы	5 Б	1	1	3		SS	SS			нет		У ребенка выявлено

Рисунок 5 – Пример выгрузки данных на сервер

До начала программы скрининга проведено обучение 10 преподавателей информатики методике дистантного компьютерного скрининг-обследования зрения. Обучение проводилось в несколько этапов.

1 этап - ознакомление с программой и ее техническими возможностями. При реализации первой части обучения каждый преподаватель должен был четко знать параметры компьютеров своего класса, так как данная программа подразумевает эксплуатацию только при определенных условиях: интернет-браузер Mozilla Firefox 3.6, плагин Adobe (Macromedia) Flash, версии 10.2.

- второй - освоение навыков работы со школьниками по данной программе (проведение скрининга). После ознакомления с алгоритмом проведения дистантного скрининга преподаватели переходили ко 2 этапу и несколько раз в тестовом режиме самостоятельно отрабатывали навыки его проведения.

Обучение каждого преподавателя заняло в среднем 3-4 часа, при этом 1,5-2 часа занимало овладение навыками алгоритма проведения скрининга. Пробное скрининговое обследование проводили в 2 группах учеников: первая группа - ученики первого класса в возрасте 6–7 лет; вторая группа - ученики 9 класса в возрасте 15–16 лет. Обследование проводили одновременно в группах по 10 человек. Каждый тест обследуемые начинали одновременно. Переход к следующему тесту осуществлялся после разрешения преподавателя, проводившего обследование, подтвердившего правильность выполнения задания всеми участниками. В процессе скрининга производилась оценка временных затрат на проведение и анализ результатов дистантного скрининга и метода стандартного офтальмологического осмотра по выявлению аномалий рефракции.

Обследование школьников для определения эффективности дистантного компьютерного скрининга проводилось в 3 этапа:

1. На первом этапе методом офтальмологического осмотра, включающим визометрию по таблице Сивцева-Головина и авторефрактометрию, проводилось выявление детей со сниженным зрением;

2. На втором этапе проводился дистантный компьютерный скрининг. Обследование проводилось на базе компьютерных классов школ обученными педагогами (учителем информатики), группами по 5 школьников. Данные обследования каждого ребенка поступали на обработку на сервер Казахского НИИ глазных болезней.

3. На третьем этапе школьники с выявленным снижением зрения осматривались детским офтальмологом в поликлинике с проведением комплексного офтальмологического обследования.

Данные офтальмологического обследования каждого школьника заносились в карту обследования школьника (Приложение Б).

2.7 Методы статистического анализа

Полученные данные вносились в электронную базу данных в программе Microsoft Excel (Microsoft, США). Далее данные были перенесены для статистического анализа в программу SPSS Statistic 23.0 (IBM Corp., 2015). Первичной конечной точкой исследования была распространённость различных нарушений рефракции, выраженная как процент лиц с признаком от общего количества человек в группе. Распространённость нарушений рефракции рассчитывали отдельно в группах 1, 5 и 9 классов, в также в целом по всей выборке.

Вторичной конечной точкой в данном исследовании была вероятность развития тех или иных нарушений рефракции в зависимости от наличия факторов, называемых предикторами. К этим факторам относились как бинарные, так и небинарные величины. Мерой расчета такой вероятности в данном исследовании было отношение шансов (ОШ).

Для анализа количественных признаков проводилась оценка их распределения и его соответствия нормальному типу. Для этого применялись методы графической визуализации распределения вариационных рядов и расчет критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Если полученное значение p для данных статистических критериев было больше критического уровня статистической значимости (0,05), то распределение исследуемого признака признавалось нормальным. В случае соответствия распределения закону нормального распределения описательная статистика количественных данных проводилась при помощи средней арифметической величины, стандартного отклонения и стандартной ошибки. В работе данные представлены соответственно в формате « $M \pm d$ ». В случаях отличия распределения от нормального количественные данные описывались при помощи медианы и квартилей и межквартильных интервалов (представлено в работе в формате $Me (Q25-Q75)$).

Статистическая значимость различий между независимыми группами оценивалась с помощью параметрических (критерий Стьюдента, дисперсионный анализ) и непараметрических методов (критерий Манна – Уитни, непараметрический дисперсионный анализ Краскела – Уоллиса). За пороговый уровень статистической значимости принят $p < 0,05$. Оценка статистической значимости различий в зависимых группах проводилась при помощи критериев Вилкоксона (две группы). С целью обобщения полученных результатов определялись ошибки репрезентативности показателей и доверительные интервалы при доверительной вероятности, равной 95%.

При анализе предикторов развития миопии были проанализированы следующие переменные: пол, наследственный фактор (родительская близорукость), ступень обучения (класс), тип школы, учебная смена, длительность работы на близком расстоянии, продолжительность экранного времени, время на открытом воздухе и спортивная активность. Для этого сначала был проведен однофакторный анализ, сравнивающий наличие или отсутствие каждого отдельного признака в двух группах (есть нарушение

рефракции и нет нарушения рефракции). При этом статистическая значимость различий была рассчитана с помощью таблиц сопряжения и тестов хи-квадрат, с расчетом p-value. Для качественной оценки шансов развития исхода в группах сравнения рассчитывался показатель ОШ для таблиц сопряженности 2×2, с определением 95% доверительного интервала (ДИ). Таблицы сопряжения могли быть выражены в виде таблиц 2×2, либо 2×3 и более, в зависимости от числа категорий. Те показатели (предикторы), которые в однофакторном анализе были статистически значимо ассоциированы с нарушением рефракции, были отобраны как кандидаты для многофакторного анализа, учитывающего взаимодействие предикторов друг с другом и блокирующего влияние отдельного фактора, если его ассоциация с исходом была не истинной, а опосредованной через другой предиктор.

Так как исход (наличие или отсутствие нарушений рефракции) был бинарной величиной, то в качестве многофакторного анализа нами использована логистическая регрессия, которая позволяла рассчитать ОШ для исхода, выраженного в наличии нарушения рефракции с его 95% ДИ. Для каждого вида нарушения рефракции нами проведен отдельный регрессионный анализ.

Эффективность скрининга проверялась посредством расчета операционных характеристик теста: чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов теста, отношения правдоподобия положительного и отрицательного результатов, диагностической эффективности методики. Эти показатели являются основными критериями для оценки качества и эффективности бинарного теста. Учитывая тот факт, что результаты дистантного скрининга являются дихотомическими (нарушения зрения есть – нарушений нет), мы представили результаты в виде четырехпольной таблицы 2×2 (таблица 7):

Таблица 7 - Четырехпольная таблица для расчета характеристик теста

Нарушения зрения при скрининге:	Нарушение рефракции	
	есть	нет
выявлено	ТР ¹	ФР ²
не выявлено	FN ³	TN ⁴
Примечание: ¹ ТР - (true-positive) истинно положительный результат; ² ФР - (false-positive) ложно положительный результат; ³ FN - (false-negative) ложно отрицательный результат; ⁴ TN - (true-negative) подлинно отрицательный результат.		

ТР (true-positive) – школьники с нарушениями рефракции, у которых при дистантном скрининге выявлено снижение зрения (истинно положительные);

ФР (false-positive) – здоровые дети, выявленные дистантным скринингом как имеющие нарушения рефракции (ложно положительные);

FN (false-negative) – дети с нарушением рефракции, не выявленные с помощью дистантного скрининга (ложно отрицательные);

TN (true-negative) – здоровые дети, имеющие отрицательный результат теста (подлинно отрицательные).

Чувствительность теста (Se) - это мера вероятности того, что любой случай болезни будет идентифицирован с помощью теста. Другими словами, это доля действительно болеющих людей, которые по результатам теста выявляются как больные, рассчитывался по формуле (2):

$$Se = \frac{TP}{(TP + FN)} \times 100 \quad (2)$$

Специфичность теста (Sp) — это мера вероятности правильной идентификации людей, не имеющих болезни, с помощью теста. То есть это доля людей, не имеющих болезни, у которых тест отрицателен. Рассчитывался нами следующим образом:

$$Sp = \frac{TN}{FP + TN} \times 100 \quad (3)$$

Прогностическая ценность (PV) – вероятность наличия патологии при условии известного результата диагностического исследования. Прогностичность положительного результата (PPV) — это вероятность того, что человек с положительным результатом обследования действительно болен.

$$PPV = \frac{TP}{TP + FP} \times 100 \quad (4)$$

Прогностичность отрицательного результата обследования (NPV) — это вероятность того, что человек с отрицательным результатом не имеет данного заболевания. Таким образом, чем чувствительнее тест, тем выше прогностическая ценность его положительного или отрицательного результата – уверенность, что положительный результат с большой вероятностью подтверждает наличие заболевания, а отрицательный результат теста гарантирует отсутствие патологии.

$$NPV = \frac{TN}{FN + TN} \times 100 \quad (5)$$

Отношение правдоподобия положительного результата (Lr+) - отношение между вероятностью положительного результата теста при наличии заболевания и вероятностью положительного результата теста при отсутствии заболевания. Этот критерий показывает, во сколько раз вероятность получения положительного результата выше у больных, чем у здоровых. В отличие от других операционных характеристик предсказательная ценность тестовых методик прямо пропорционально связана с распространенностью патологии в данной когорте. Рассчитывается по формуле (6):

$$Lr+ = \frac{Se}{(1 - Sp)} \quad (6)$$

Отношение правдоподобия отрицательного результата ($Lr-$) показывает, во сколько раз вероятность получения отрицательного результата у здоровых пациентов выше по сравнению с больными:

$$Lr- = \frac{Sp}{(1 - Se)} \quad (7)$$

Точность (Ac) — это доля правильных результатов, полученных в ходе применения данного метода исследования. Рассчитывается (8) как отношение суммы истинно положительных и истинно отрицательных результатов теста ко всем обследованным. Другими словами, точность теста определяет его диагностическую эффективность и вероятность того, что исследуемый будет правильно классифицирован.

$$Ac = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \times 100 \quad (8)$$

2.8 Этические вопросы

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом Казахского научно-исследовательского института глазных болезней и этическим комитетом Казахского национального университета им. аль-Фараби. Также было получено разрешение на проведение исследования отдела образования города Алматы.

Ребенок включался в исследование только после получения письменного информированного согласия родителей или опекунов на проведение обследования и последующую обработку информации (проведение дистанционного скрининг-обследования) и согласия на обработку персональных данных (Приложение В). Перед началом обследования родителям всех детей были переданы информационные листы, объясняющие цели и задачи исследования, включающие подробное описание процедуры обследования и перечень всех возможных неблагоприятных последствий циклоплегии. Каждый информационный листок содержал контактную информацию об исследователях, номера телефонов и электронные адреса для связи (Приложение Е).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

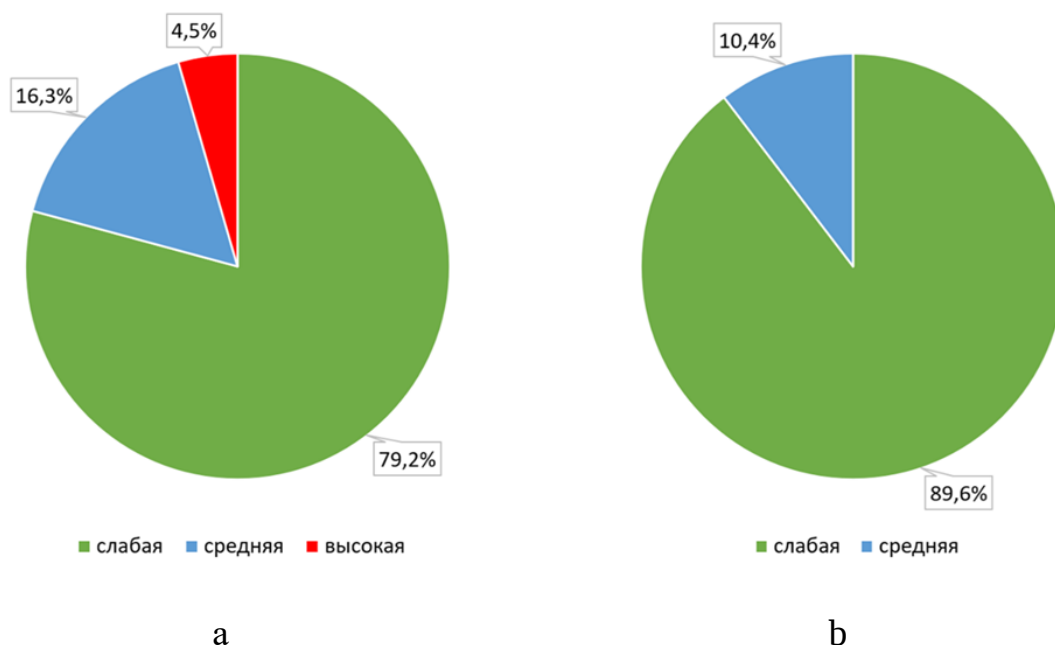
3.1 Распространенность и структура нарушений рефракции среди школьников г.Алматы

В ходе серии выездных офтальмологических обследований 2293 школьников г. Алматы нарушения рефракции были диагностированы у 725 детей (31,6%) (таблица 8). В подавляющем большинстве случаев нарушения рефракции были ожидаемо обусловлены миопией (89,4%). На долю гиперметропии приходилось 3,4% случаев аметропии. Астигматизм не был включен нами в общую структуру нарушений рефракции и рассчитывался отдельно в связи с частым его сочетанием с миопической или гиперметропической сферической рефракцией. Частота его составила 2,8%. [246]

Таблица 8 - Структура и распространенность нарушений рефракции у всех обследованных школьников г. Алматы (N = 2293)

Группа	n ¹	%	95% ДИ ²
Эмметропия	1568	68,4%	66,5–70,3
Нарушения рефракции	725	31,6%	29,7–33,5
миопия	648	28,3%	26,5–30,1
гиперметропия	77	3,4%	2,7–4,1
астигматизм	64	2,8%	2,1–3,5
Примечание: ¹ n – количество; ² ДИ – доверительный интервал			

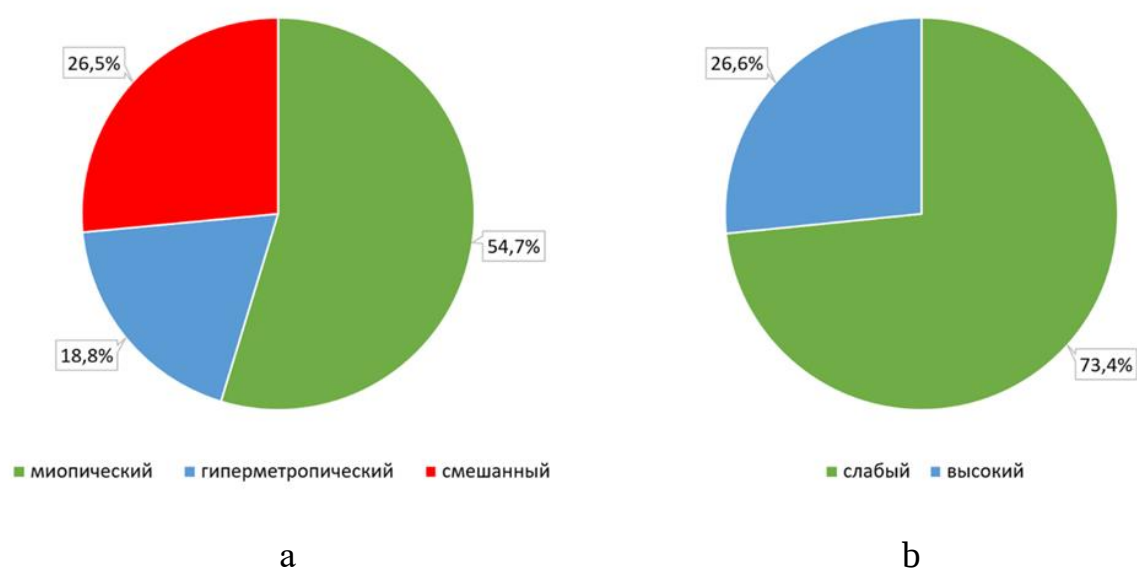
В структуре близорукости 79,2% детей имели слабую степень, 16,3% - среднюю и 4,5% - высокую степень миопии. Гиперметропическая рефракция до 2,0 диоптрий встречалась у 89,6% детей с дальнозоркостью, 2,0-5,0 диоптрий – у 10,4%, высоких степеней гиперметропии зарегистрировано не было. (Рисунок 6)



а – структура миопии; б – структура гиперметропии

Рисунок 6 - Структура миопии (а) и гиперметропии (б) по степени тяжести

Астигматизм в общей выборке был выявлен у 64 детей (2,8%), из них у 47 (73,4%) – астигматизм слабой, у 17 школьников (26,6%) – высокой степени. Более половины случаев астигматизма составлял миопический астигматизм – 54,7%, смешанный астигматизм встречался у 26,6%, гиперметропический – у 18,8% детей. (Рисунок 7)



а – структура астигматизма по виду; б – структура астигматизма по степени

Рисунок 7 - Структура астигматизма по рефракции и степени тяжести

По данным наших обследований, из 1062 учеников школ с повышенной академической нагрузкой те или иные нарушения рефракции встречались у 340 детей (32%). У школьников из общеобразовательных школ этот показатель составил 31,3%. Таким образом, мы не обнаружили достоверных различий в частоте аномалий рефракции у детей из разных типов школ ($\chi^2 = 0,144$; $p = 0,704$). Кроме того, как видно из таблицы 9, не было значимой разницы и в структуре рефракционных нарушений.

Таблица 9 - Сравнение частоты и структуры нарушений рефракции в общеобразовательных и гимназических школах г. Алматы

Группа	Общеобразовательные школы (N = 1231)			Гимназии (N = 1062)			χ^2	p-value ¹
	n ²	%	95% ДИ ³	n	%	95% ДИ		
Без нарушений рефракции	846	68,7%	66,1-71,3	722	68,0%	65,2-70,8		
Нарушения рефракции	385	31,3%	28,7-33,9	340	32,0%	29,2-34,8	0,144	0,704
миопия	339	27,5%	25,0-30,0	309	29,1%	26,4-31,8	0,495	0,482
гиперметропия	46	3,7%	2,7-4,8	31	2,9%	1,9-3,9	0,99	0,320
астигматизм	35	2,8%	1,9-3,7	29	2,7%	1,7-3,7	0,013	0,908
Примечание: ¹ p-value - корреляция значима при $p < 0,05$ ² n – количество; ³ ДИ – доверительный интервал								

Однако анализ нозологической структуры аномалий рефракции показал неравномерность в зависимости от типа школы. Так, более высокие степени близорукости чаще встречались среди учащихся гимназий и лицеев по сравнению с общеобразовательными школами. Как видно из рисунка 3.3, распространенность миопии высокой степени в гимназиях была в 2,5 раза выше, чем в школах с обычной академической нагрузкой (6,5% по сравнению с 2,6%) ($\chi^2 = 6,013$; $p = 0,014$). Достоверной разницы в частоте миопии средней и слабой степени между школами не выявлено ($p = 0,122$ и $p = 0,746$ соответственно). [247]

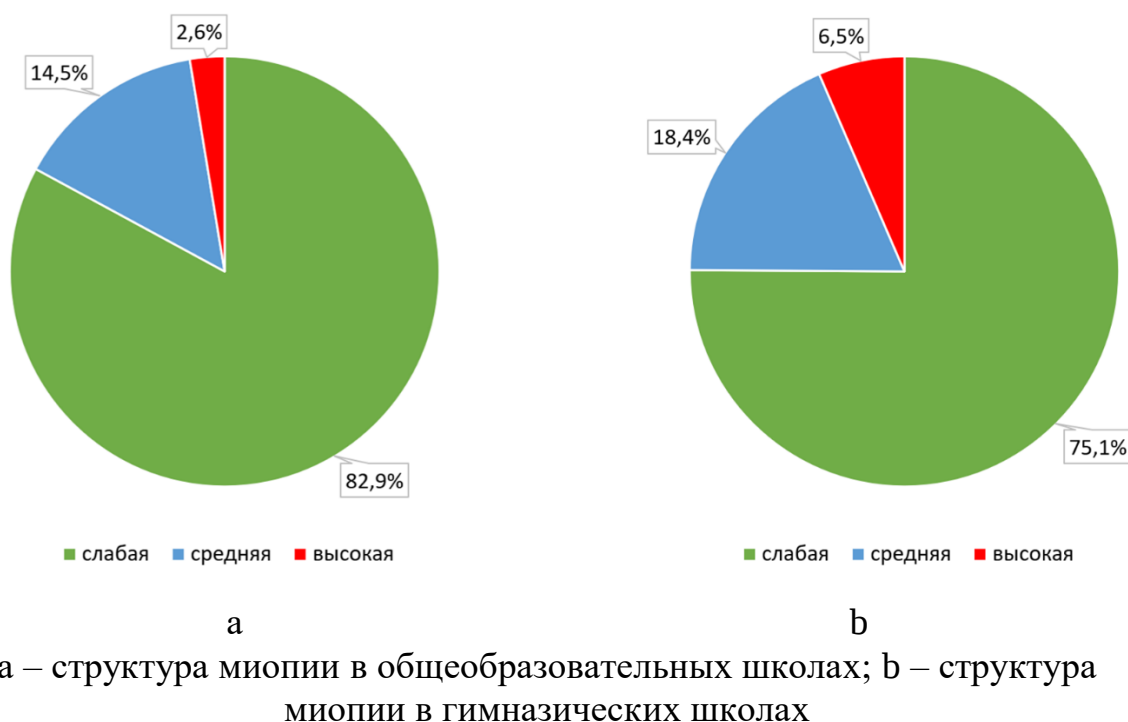


Рисунок 8 - Сравнение структуры миопии среди учащихся школ с разным уровнем академической нагрузки

Статистически значимых различий в распространенности и структуре гиперметропии и астигматизма между учащимися общеобразовательных и гимназических школ нами не выявлено (Табл.10). В обеих группах преобладал миопический астигматизм (62,1% и 48,6% соответственно, $p=0,527$).

Таблица 10 – Структура миопии, гиперметропии и астигматизма у учащихся школ с разным уровнем академической нагрузки

Группа	Общеобразовательные школы (N=1231)			Гимназии (N = 1062)			χ^2	p-value ¹
	n ²	%	95% ДИ ³	n	%	95% ДИ		
Миопия:	339	27,5%	25,0-29,9%	309	29,1%	26,4 – 31,8%	0,495	0,482
слабая	281	82,9%	78,9-86,9%	232	75,1%	70,3-79,9%	0,105	0,746
средняя	49	14,5%	10,8-18,3%	57	18,4%	14,1-22,7%	2,383	0,122
высокая	9	2,7%	0,9-4,4%	20	6,5%	3,8-9,3%	6,013	0,014
Гиперметропия всего	46	3,7%	2,7–4,8%	31	2,9%	1,9–3,9%	0,99	0,320
слабая	40	87,0%	77,3–96,7%	29	93,5%	84,8–102,2%	0,430	0,512
средняя	6	13,0%	3,3–22,7%	2	6,5%	-2,-15,2%	1,419	0,233

Продолжение таблицы 10

Астигматизм	35	2,8%	1,9–3,7%	29	2,7%	1,7–3,7%	0,013	0,908
слабый	28	80,0%	66,8–93,2%	19	65,5%	48,2–82,8%	0,580	0,446
высокий	7	20,0%	6,8–33,2%	10	34,5%	17,2–51,8%	1,105	0,293
по рефракции:								
миопический	17	48,6%	32,0–65,2%	18	62,1%	44,4–79,8%	0,399	0,527
гиперметроп.	6	17,1%	4,6–29,6%	6	20,7%	6,0–35,5%	0,07	0,784
смешанный	12	34,3%	18,6–50,0%	5	17,2%	3,5–30,9%	1,874	0,171
Примечание:								
¹ p-value - корреляция значима при p<0,05								
² n – количество;								
³ ДИ – доверительный интервал								

Статистических различий в распространенности миопии в зависимости от пола нами не зафиксировано ($\chi^2 = 0,676$; p=0,411). Встречаемость миопии среди всех обследованных учащихся мужского пола составила 27,5% (95%; ДИ 24,8–30,2%), среди девушек - 29,1% (95%; ДИ 26,5–31,8%) (Табл.11). Идентичными оказались показатели уровня гиперметропии ($\chi^2=0,019$; p=0,891) и астигматизма ($\chi^2 = 0,004$; p=0,948). Показатели SER среди школьников обоих полов также были сопоставимы: у мальчиков -0,517 (медиана -0,125; МКИ - 0,875; 0,375), у девочек -0,555 (медиана-0,125; МКИ -1,25; 0,375). [247]

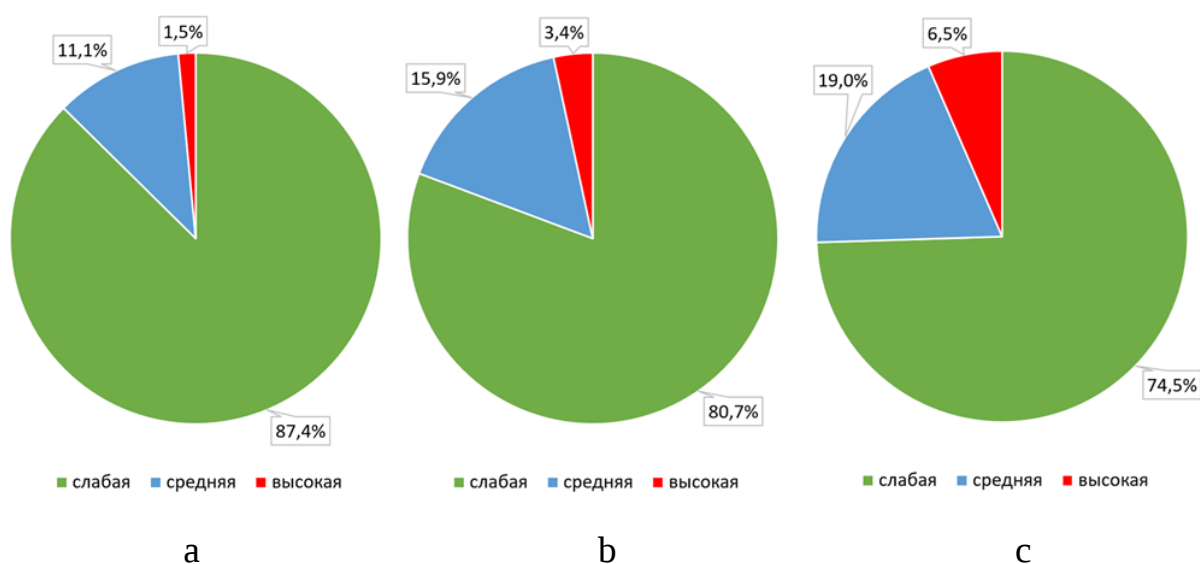
Таблица 11 - Гендерная структура нарушений рефракции у школьников

Группа	Мальчики (n=1161)			Девочки (n=1132)			χ^2	p-value ¹
	n ²	%	95% ДИ ³ , %	n	%	95% ДИ, %		
Эмметропия	802	69,1	66,3 – 71,9	766	67,7	65,0–70,4		
Нарушения рефракции	359	30,9	28,1–33,7	366	32,3	29,6–35,0	0,527	0,468
Миопия	319	27,5	24,8–30,2	329	29,1	26,5–31,8	0,676	0,411
слабая	255	79,9	75,5–84,3	258	78,4	74,0–82,9	0,320	0,572
средняя	46	14,4	10,6–18,3	60	18,2	14,0–22,4	2,387	0,122
высокая	18	5,6	3,1–8,1	11	3,3	1,4–5,2	1,359	0,244
Гиперметроп.	40	3,4	2,3–4,5	37	3,3	2,3–4,3	0,019	0,891
слабая	35	87,5	77,3–97,8	32	86,5	75,5–97,5	0,030	0,861
средняя	5	12,5	2,25–22,8	5	13,5	2,5–24,5	0,005	0,942
Астигматизм	33	2,8	1,8–3,8	31	2,7	1,8–3,6	0,004	0,948
слабый	20	60,6	43,9–77,3	27	87,1	75,3–98,9	1,349	0,245
высокий	13	39,4	22,7–56,1	4	12,9	1,1–24,7	4,317	0,066
по виду:								
миопический	21	63,6	47,2–80,0	14	45,2	27,7–62,7	1,073	0,300
гиперметроп.	4	12,1	1,0–23,2	8	25,8	10,4–41,2	0,883	0,347
смешанный	8	24,2	9,6–38,8	9	29,0	13,0–45,0	0,113	0,737
Примечание:								
¹ p-value - корреляция значима при p<0,05								

²n – количество;

³ДИ – доверительный интервал

Наиболее значимые различия в распространенности и структуре аномалий рефракции были отмечены при сравнении данных детей разного уровня обучения и возраста. Среди всех учеников 1 классов (769 детей) рефракционные нарушения выявлены у 171 ребенка (22,2%), что на треть меньше, чем в общей выборке (31,6%). Частота встречаемости миопии среди первоклассников была равна 17,5%, а гиперметропии 4,7%. Среди детей с близорукостью миопия слабой степени была зарегистрирована у 87,4%, средней степени – 11,1%, высокой степени – 1,5% (рисунок 9). Из всех дальновзорких первоклассников гиперметропия слабой степени встречалась у 91,7%, средней – у 8,3%.



а – 1-ые классы; б – 5-ые классы; с – 9-ые классы

Рисунок 9 - Структура миопии среди учащихся разных уровней обучения (классов)

Среди учащихся первых классов общеобразовательных школ нарушения рефракции встречались у 23,5% детей, в гимназических школах – у 20,8% ($\chi^2=0,806$; $p=0,369$). Миопия в обычных и гимназических школах у первоклассников была выявлена в 17,4% и 17,7% случаев соответственно ($\chi^2=0,010$; $p=0,918$). Аналогично на начальном уровне обучения нами не выявлено статистически значимых различий в уровне гиперметропии (6,1% и 3,1%, ($\chi^2=3,765$; $p=0,052$)) и астигматизма (2,4% и 2,0% ($\chi^2=0,058$; $p=0,809$)). Таким образом, можно говорить об идентичности показателей рефракции среди первоклассников вне зависимости от уровня академической нагрузки

Таблица 12 - Структура и распространенность всех видов нарушений рефракции среди учащихся 1, 5 и 9 классов общеобразовательных школ (N = 1231)

	1-ые классы (n = 413)			5-ые классы (n = 402)			9-ые классы (n = 416)			χ^2	p-value ¹
	n	%	95% ДИ ²	n	%	95% ДИ ²	n	%	95% ДИ ²		
Эмметропия	316	76,5%	72,41-80,59%	288	71,6%	67,19-76,01%	242	58,2%	53,46-62,94%		
Нарушения рефракции	97	23,5%	19,41-27,59%	114	28,4%	23,99-32,81%	174	41,8%	37,06-46,54%	34,796	<0,001
Миопия	72	17,4%	13,74-21,06%	105	26,1%	21,81-30,39%	162	38,94%	34,25-43,63%	15,659	<0,001
слабая	64	88,9%	81,64-96,16%	89	84,8%	77,93-91,67%	128	79,0%	72,73-85,27%	27,602	<0,001
средняя	7	9,7%	2,86-16,54%	15	14,3%	7,60-21,00%	27	16,7%	10,96-22,44%	12,566	0,002
высокая	1	1,4%	-1,31-4,11%	1	1,0%	-0,90-2,90%	7	4,3%	1,18-7,42%	7,839	0,02
Гиперметропия	25	6,1%	3,79-8,41%	9	2,2%	0,77-3,63%	12	2,9%	1,29-4,51%	9,508	0,009
слабая	22	88,0%	75,26-100,74%	7	77,8%	50,65-104,95%	11	91,7%	76,09-107,31%	9,063	0,011
средняя	3	12,0%	-0,74-24,74%	2	22,2%	-4,95-49,35%	1	8,3%	-7,31-23,01%	1,011	0,603
Астигматизм	10	2,4%	0,92-3,88%	9	2,2%	0,77-3,63%	16	3,8%	1,96-5,64%	2,312	0,315
слабый	8	80,0%	55,21-104,79%	7	77,8%	50,65-104,95%	12	75,0%	53,78-96,22%	1,436	0,488
высокий	2	20,0%	-4,79-44,79%	2	22,2%	-4,95-49,35%	4	25,0%	3,78-46,22%	0,946	0,62
по виду:											
миопический	1	10,0%	-8,59-28,59%	3	33,3%	2,51-64,09%	13	81,3%	62,19-100,41%	14,413	<0,001
гиперметропич.	3	30,0%	1,60-58,40%	3	33,3%	2,51-64,09%	0	0,0%		0,001	0,974
смешанный	6	60,0%	29,64-90,36%	3	33,3%	2,51-64,09%	3	18,8%	-0,34-37,94%	1,472	0,479

Примечание:

¹p-value - корреляция значима при $p < 0,05$

 2n – количество;

³ДИ – доверительный интервал

Таблица 13 - Структура и распространенность всех видов нарушений рефракции среди учащихся 1, 5 и 9 классов гимназических школ (N = 1062)

	1-ые классы (n = 356)			5-ые классы (n = 366)			9-ые классы (n = 340)			χ^2	p-value ¹
	n	%	95% ДИ ²	n	%	95% ДИ ²	n	%	95% ДИ ²		
Эмметропия	282	79,2%	74,98-83,42%	253	69,1%	64,37-73,83%	187	55,0%	49,71-60,29%		
Нарушения рефракции	74	20,8%	16,58-25,02%	113	30,9%	26,17-35,63%	153	45,0%	39,71-50,29%	47,179	<0,001
Миопия	63	17,7%	13,74-21,66%	102	27,9%	23,31-32,49%	144	42,35%	37,10-47,60%	52,518	<0,001
слабая	54	85,7%	77,06-94,34%	78	76,5%	68,27-84,73%	100	69,4%	61,87-76,93%	20,758	<0,001
средняя	8	12,7%	4,48-20,92%	18	17,6%	10,21-24,99%	31	21,5%	14,79-28,21%	16,384	<0,001
высокая	1	1,6%	-1,50-4,70	6	5,9%	1,33-10,47%	13	9,0%	4,33-13,67%	11,992	0,002
Гиперметропия	11	3,1%	1,30-4,90%	11	3,0%	1,25-4,75%	9	2,6%	0,91-4,29%	0,135	0,935
слабая	11	100,0%		9	81,8%	59,00-104,60	9	100,0%		0,284	0,868
средняя	0	0,0%		2	18,2%	-4,60-41,00%	0	0,0%			
Астигматизм	7	2,0%	0,55-3,45%	13	3,6%	1,69-5,51%	9	2,6%	0,91-4,29%	1,685	0,194
слабый	5	71,4%	37,92-104,88%	10	76,9%	53,99-99,81%	4	44,4%	11,94-76,86%	1,564	0,211
высокий	2	28,6%	-4,88-62,08%	3	23,1%	0,19-46,01%	5	55,6%	23,14-88,06%	0,175	0,676
по виду:											
миопический	1	14,3%	-11,63-40,23%	8	61,5%	35,05-87,95%	9	100,0%		5,319	0,021
гиперметропич.	2	28,6%	-4,88-62,08%	4	30,8%	5,70-55,90%	0	0,0%		0,618	0,432
смешанный	4	57,1%	20,43-98,77%	1	7,7%	-6,79-22,19	0	0,0%		1,898	0,168
Примечание:											
¹ p-value - корреляция значима при p<0,05											
² n – количество;											
³ ДИ – доверительный интервал											

Однако уже на этом этапе средний показатель рефракционной ошибки, выраженный в сферическом эквиваленте (SER) среди первоклассников был несколько ниже в гимназических школах $-0,274D$ (медиана $-0,125$; $-0,375$; $0,125$) по сравнению с общеобразовательными $-0,109D$ (медиана $0,375$; $-0,125$; $0,375$), что может говорить о начале миопизации (рисунок 10). К среднему звену значения SER снижались у детей обеих групп и достигли в среднем $-0,479D$ (медиана 0 ; $-1,0$; $0,375$). В гимназических школах этот показатель был ниже и составлял $-0,567D$ (медиана 0 ; $-1,25$; $0,375$) по сравнению с общеобразовательной группой $-0,399D$ (0 ; $-1,0$; $0,375$) (рисунок 10). В среднем сферический эквивалент в общей выборке исследуемых школьников г. Алматы был ниже нуля и составил $-0,536D$ (медиана $-0,125 D$; $-1,125$; $0,375$), колеблясь от $-0,109D$ ($0,375$; $-0,125$; $0,375$) – у первоклассников общеобразовательных школ, до $-1,082D$ ($-0,375$ ($-1,750$; $0,250$)) – среди учащихся 9-х классов гимназий.

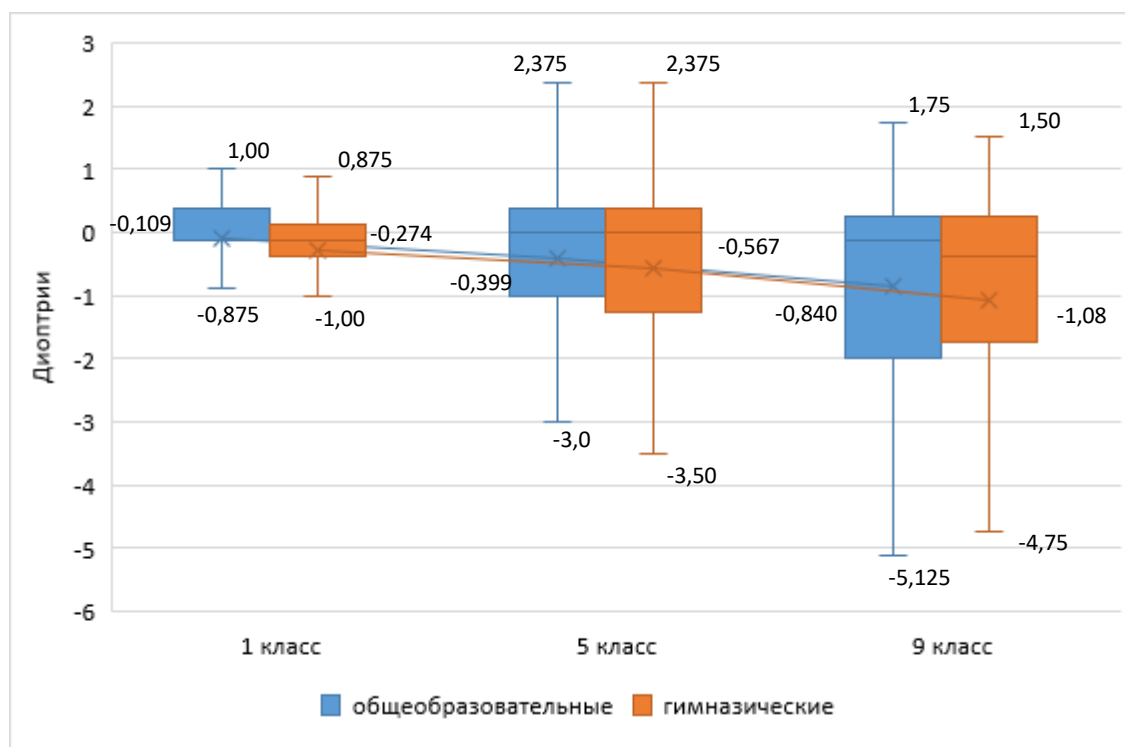


Рисунок 10 - Динамика среднего сферического эквивалента (SER) в зависимости от класса и типа школы

Среди учащихся пятых классов на 30% чаще выявлялись те или иные нарушения рефракции (29,6%), а доля близорукости возросла по сравнению с учащимися первых классов более чем в 1,5 раза, с 17,6% до 27,0% (ОИШ 1,73; 95% ДИ: 1,36–2,21). В структуре миопии увеличилось число школьников, имевших близорукость более 3 диоптрий: для миопии средней степени с 11,1% до 15,9%. До 3,4% увеличилось число детей с высокой близорукостью (против 1,5% среди учащихся начальной школы). Уровень высоких степеней близорукости среди пятиклассников гимназических школ достигал 5,9% (95%

ДИ 1,3–10,5%), что в 5 раз выше аналогичного показателя в общеобразовательных школах. При этом среди пятиклассников отмечается снижение числа детей с гиперметропией до 2,6% против 4,7% у первоклассников. Частота астигматизма среди учащихся пятых классов в целом остается такой же, как и в начальном звене (Таблица 12 – 13).

Еще более резкий скачок уровня рефракционных аномалий, в особенности миопии, отмечается при переходе из среднего звена в старшее. Среди девятиклассников распространенность нарушений рефракции возросла до 43,3% (95% ДИ 39,8–46,8%), а миопии - до 40,5% (95% ДИ 37,0–44,0%). В структуре близорукости всё больший вес имели миопия высокой (6,5%) и средней (19,0%) степени. В школах-гимназиях более трети всех близоруких учеников девятых классов имели среднюю или высокую степени миопии (21,5% и 9,0% соответственно). Частота гиперметропии (2,8%) и астигматизма (3,3%) в этой группе менялись незначительно. Значение SER еще больше смещалось в сторону отрицательных значений и составляло в среднем -0,949 (медиана -0,25; -1,875; 0,250), а среди учеников школ с повышенной академической нагрузкой достигало 1,082D (-0,375; -1,750; 0,250). Сравнение уровней SER на разных уровнях обучения представлено на рисунке 10.

Таким образом, распространенность и степень миопии достоверно возрастали в зависимости от года обучения более чем в 2,2 раза в девятом классе по сравнению с первым классом (Таблица 12 - 13).

Проведенный нами сравнительный анализ показал, что встречаемость миопии и гиперметропии среди детей, прослеженная в динамике, коррелировала с их возрастом. Уровень гиперметропии у учащихся начального звена оказался в 1,5–2 раза выше, чем среди школьников пятых и девятых классов, что закономерно связано с ростом глазного яблока и соответствовало данным исследований в других странах (Таблица 12 - 13). В среднем и старшем звене показатели частоты и степени гиперметропии среди учащихся были сопоставимы и не зависели от типа школы. Однако исходная частота дальнозоркости среди первоклассников гимназических школ была в 2 раза ниже, чем в общеобразовательных, что, вероятно, связано с большей миопизацией на этапе дошкольной подготовки. Структура гиперметропии в возрастных группах значительно не различалась. [247]

3.2 Факторы риска развития миопии у школьников

Анализ представленных данных в предыдущей главе позволяет говорить о том, что миопия является ведущей причиной снижения зрения среди детей школьного возраста. По результатам простого однофакторного регрессионного анализа среди всех школьников, принявших участие в офтальмологическом обследовании, риск развития близорукости был статистически выше среди учащихся 5 классов – в 1,8 раза по сравнению с первоклассниками (ОШ 1,73; 95% ДИ 1,36-2,21) и более чем в 3 раза выше у учеников 9-х классов (ОШ 3,19; 95% ДИ 2,52-4,04) (таблица 14).

Таблица 14 - Распространенность и ассоциация миопии с уровнем обучения

Класс	Всего	Миопия (N)	Распространенность, %	ОШ ¹	95% ДИ ²
1 класс	769	135	17,6	референтная группа	
5 класс	768	207	27,0	1,73	1,36-2,21
9 класс	756	306	40,5	3,19	2,52-4,04
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал					

С возрастом и продолжительностью обучения отмечался и рост интенсивности миопии. Так миопия средней степени у учеников пятых классов встречалась в 2,2 раза чаще, чем у учеников первого класса (ОШ 2,26; 95% ДИ 1,22-4,19), а у учеников девятых классов – в 4 раза чаще (ОШ 4,18; 95% ДИ 2,35-7,44). Высокая близорукость в старшей школе наблюдалась почти в 10 раз чаще, чем в начальной (ОШ 10,42; 95% ДИ 2,43-44,73). В нашем исследовании тип школы не являлся фактором, достоверно ассоциированным с миопией у школьников (ОШ 1,07; 95% ДИ 0,90-1,29). Однако высокая степени миопии (более 6 диоптрий) значительно чаще встречалась среди учеников гимназических школ по сравнению с общеобразовательными (ОШ 2,61; 95% ДИ 1,18-5,75). Мы не обнаружили статистически значимых различий в частоте и степени миопии у учащихся мужского и женского пола (ОШ 1,09; 95% ДИ 0,91-1,30).

Для оценки ассоциации других факторов риска миопии нами был проведен опрос родителей школьников. В опросе приняли участие 1737 школьников. Процент ответов на основе числа проверенных опросников составил 68,3% (1186 анкет). После удаления неверно или неполностью заполненных анкет число опросников, участвовавших в анализе, составило 1066, из которых 53,0% (565 анкет) заполнены родителями мальчиков, и 47,0% (501 анкет) – девочек.

Как видно из таблицы 15, распространенность близорукости среди школьников, чьи родители не были близорукими, была 25,2%. В группе одного и обоих близоруких родителей распространенность близорукости среди школьников составила 33,7% и 35,4% соответственно. По сравнению с отсутствием родительской миопии, наличие хотя бы одного близорукого родителя статистически значимо повышало риск развития близорукости у ребенка в 1,5 раза (ОШ 1,50; 95% ДИ 1,08-2,09). Однако наличие близорукости у обоих родителей не было связано с повышенным риском миопии у ребенка (ОШ 1,63; 95% ДИ 0,88-3,00). Любопытно, что среди 10 – 12-летних школьников риск миопии при наличии одного близорукого родителя был несколько выше (ОШ 1,70; 95% ДИ 1,02-2,85). Аналогичная картина наблюдалась и в группе мальчиков вне зависимости от уровня обучения (ОШ 1,71; 95% ДИ 1,09-2,69). Среди девочек, а также в других возрастных группах такой зависимости не наблюдалось. Таким образом, результаты исследования позволяют предположить, что семейный анамнез миопии в значительной степени связана с миопией у детей, даже при наличии одного близорукого родителя. [248]

Таблица 15 - Факторы риска миопии: родительская миопия

Родительская миопия	Всего	Миопия (N)	Распространенность, %	ОШ ¹	95% ДИ ²
нет	813	205	25,2	Референтная группа	
у одного из родителей	205	69	33,7	1,50	1,08-2,09
у обоих родителей	48	17	35,4	1,63	0,88-3,00
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал					

Помимо семейного анамнеза, большое внимание в разработке превентивных стратегий должно уделяться работе с визуальными привычками детей. Среди поведенческих факторов риска развития миопии важными считаются степень школьного обучения (класс), зрительная работа на ближнем расстоянии (30-40 см), экранное время, физическая активность и время, проведенное вне помещения. Современный рост близорукости отражает глобальную тенденцию к постоянному повышению образовательных нагрузок, что приводит к тому, что дети во многих странах стали уделять больше времени чтению, учебе. Данные, представленные в таблице 16, свидетельствует о том, что 40,5% школьников проводят за дополнительными занятиями 1–2 часа, а 39,4% - более 2 часов ежедневно. Визуальная работа, в частности чтение, выполнение домашнего задания,

рукоделие и дополнительное образование более 2 часов в день встречались у 28,7% учащихся 1 классов, 40,1% пятиклассников и 54,8% старшекласников. Равное число школьников обоих полов проводили за занятиями более 2 часов в день (38,9% мальчиков и 39,9% девочек). Среди этих ребят миопия статистически значимо встречалась в 1,5 раза чаще, чем среди детей, тратящих на занятия на близком расстоянии меньше 1 часа в день (ОШ 1,54; 95% ДИ 1,05-2,24). Как видно из таблицы 16, статистически не было значимой разницы в риске близорукости среди детей, тратящих на дополнительные занятия менее 1 часа в день и 1-2 часа в день (ОШ 1,08; 95% ДИ 0,74-1,59).

Таблица 16 - Факторы риска миопии: дополнительная зрительная нагрузка на близком расстоянии

Зрительная нагрузка	Всего	Миопия (N)	Распространенность, %	ОШ ¹	95% ДИ ²
<1 часа в день	214	50	23,4	референтная группа	
1,01 – 2,00 часов	432	107	24,8	1,08	0,74-1,59
> 2 часов в день	420	134	31,9	1,54	1,05-2,24
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал					

Анализ анкет показал, что по оценкам родителей 247 из 1066 детей (23,2%) проводили со смартфонами более 2 часов в день. Частота использования телефонов росла соответственно возрасту: если в первом классе 19,3% детей проводили с гаджетами более 2 часов в день, то к девятому классу этот показатель возрос до 36,9% ($p < 0,001$). Лишь 10,4% детей не пользовались смартфоном ежедневно, 41,4% из них (46 детей) – первоклассники. Как видно из таблицы 17, школьники с миопией тратили в среднем больше времени на ежедневное использование смартфонов, чем дети без миопии. Несмотря на это, статистически значимой ассоциации между экранным временем и риском близорукости у школьников мы не выявили (таблица 17).

Таблица 17 - Факторы риска миопии: экранное время

Использование смартфона	Всего	Миопия (N)	Распространенность, %	ОШ ¹	95% ДИ ²
не используют	111	26	23,4	референтная группа	

<1 часа в день	332	81	24,4	1,06	0,64-1,75
1 – 2 часа	376	103	27,4	1,23	0,75-2,02
> 2 часов в день	247	81	32,8	1,60	0,95-2,67
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал					

Опрос показал, что 37,5% школьников проводят на улице менее 1 часа в день, 35,8% - 1–2 часа, 26,6% - более 2 часов ежедневно. Большая часть первоклассников проводят на улице 1–2 часа ежедневно (44,1%). Больше всех времени проводят на свежем воздухе старшеклассники: 31,9% от всех учеников 9 классов гуляют более 2 часов каждый день, против 24,0% первоклассников ($p = 0,043$) и 25,1% пятиклассников ($p = 0,054$). Мальчики в целом проводят на улице больше времени, чем девочки: 31,9% мальчиков и лишь 20,8% девочек гуляют более 2 часов ежедневно ($p < 0,001$). Распространенность близорукости среди школьников, которые проводили более 2 часов в день на свежем воздухе, составляла 22,2%, в то время как среди детей, которые провели менее 1 часа в день на открытом воздухе, была 32,0% ($p = 0,005$). Ежедневные прогулки на открытом воздухе более 2 часов в день снижали риск развития миопии на 40,0% (ОШ 0,61; 95%; ДИ 0,43-0,86) (Таблица 18).

Таблица 18 - Факторы риска миопии: время на открытом воздухе

Прогулки	Всего	Миопия (N)	Распространенность, %	ОШ ¹	95% ДИ ²
<1 часа в день	400	128	32,0	референтная группа	
1 – 2 часа	382	100	26,2	0,75	0,55-1,03
> 2 часов в день	284	63	22,2	0,61	0,43-0,86
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал					

В целом по результатам анкетирования, половина всех опрошенных детей (538 человек) посещали школу в первой половине дня, 267 детей (25,0%) респондентов учились во вторую смену, а 261 ребенок (24,5%) - полный день.

Согласно установленному плану организации учебного процесса, занятия учащихся первых классов государственных школ проводятся в первой половине дня, в связи с чем 78,0% опрошенных первоклассников (315 ребят) отметили первую смену обучения, остальные 22,0% детей (89 человек) посещали школы полного дня или оставались на продленное обучение в специально организованные дежурные классы. Учащиеся пятых классов посещали школу в первую, вторую смену или полный день в 33,6%, 43,9% и 22,6% случаев соответственно. Число старшеклассников с различным графиком школьного дня было примерно равным. Статистически значимого влияния послеобеденного обучения на уровень близорукости школьников нами не выявлено. Но среди школьников, обучающихся в режиме полного дня, риск миопии был в 1,6 раз выше, чем среди других детей (ОШ 1,56; 95% ДИ 1,13-2,17).

Таблица 19 - Факторы риска миопии: школьная смена

Школьная смена	Всего	Миопия (n)	Распространенность, %	ОШ ¹	95% ДИ ²
до обеда	538	125	23,2	Референтная группы	
после обеда	267	83	31,1	1,36	0,98-1,89
полный день	261	83	31,8	1,56	1,13-2,17
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал					

Среди всех опрошенных детей 456 (42,8%) регулярно занимались тем или иным видом спорта, 58,8% из них мальчики. Школьники мужского пола в среднем занимались спортом на 42,5% чаще девочек: 47,4% - среди мальчиков, 37,5% - среди девочек ($p=0.002$). В разрезе возрастных групп картина распространенности занятий спортом была следующей: меньше всего детей, регулярно занимающихся спортом, было среди старшеклассников- 22,4% ($p=0,003$), 33,1% - среди учащихся 1 классов и 44,5% - учащихся 5 классов ($p<0,001$). Наибольший охват детей спортом также отмечается среди школьников средних классов – 50,9% всех опрошенных пятиклассников. В нашем исследовании регулярные занятия спортом статистически значимо были фактором, снижающим риск развития близорукости на 30% по сравнению с «неспортивными» школьниками (ОШ 0,71; 0,95% ДИ 0,54-0,94), среди пятиклассников этот показатель достигал 40% (ОШ 0,59; 0,95% ДИ 0,38-0,92), что совпадает с данными исследований из других регионов мира.

Таблица 20 - Факторы риска миопии: занятия спортом

Занятия спортом	Всего	Миопия (N)	Распространенность, %	ОШ ¹	ДИ ²
нет	610	184	30,2	референтная группа	
есть	456	107	22,6	0,71	0,54-0,94
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал					

Так как ассоциация каждого отдельного фактора с исходом (в данном случае – миопией) может быть опосредована другим фактором, с целью исключения ложных заключений об ассоциации отдельных факторов необходимо проведение многофакторного регрессионного анализа. Поэтому влияние независимых сопутствующих факторов риска на миопию мы также оценивали с помощью скорректированной множественной логистической регрессии. В скорректированный анализ были включены статистически значимые факторы, показавшие достоверную ассоциацию на уровне простого одномерного анализа: наличие миопии у одного из родителей, дополнительная визуальная нагрузка более 2 часов в день, прогулки на открытом воздухе более 2 часов в день, школа полного дня и занятия спортом (Таблица 21).

Таблица 21 - Распространенность миопии и ее ассоциация с отдельными предикторами

Факторы риска	Распространенность, %	Нескорректированный анализ		Анализ с учётом вмешивающихся факторов	
		ОШ ¹	95% ДИ ²	ОШ	95% ДИ
Пол ³					
мужской	27,4	референтная группа		-	
женский	29,1	1,09	0,91-1,30	-	
Класс					
1 класс	17,6	референтная группа		референтная группа	
5 класс	27,0	1,73	1,36-2,21	1,78	1,26-2,52
9 класс	40,5	3,19	2,52-4,04	3,34	2,32-4,83

Родительская миопия					
нет	25,2	референтная группа		референтная группа	
один родитель	33,7	1,50	1,08-2,09	1,38	0,98-1,94
оба родителя ³	35,4	1,63	0,88-3,00		
Тип школы ³					
общеобразовательная	27,5	референтная группа		-	
гимназии	29,0	1,07	0,90-1,29	-	
Использование смартфона (часов в день) ³					
не используют	23,4	референтная группа			
<1 часа в день	24,4	1,06	0,64-1,75	-	
1,01 - 2,00	27,4	1,23	0,75-2,02	-	
> 2 часов в день	32,8	1,6	0,95-2,67	-	
Зрительная работа на близком расстоянии (часов в день)					
<1 часа в день	23,4	референтная группа		референтная группа	
1,01 - 2,00	24,8	1,08	0,74-1,59	референтная группа	
> 2 часов в день	31,9	1,54	1,05-2,24	1,16	0,87-1,55
Пребывание на открытом воздухе (часов в день)					
<1 часа в день	32,0	референтная группа		референтная группа	
1,01 - 2,00 часа в день ³	26,2	0,75	0,55-1,03	референтная группа	
> 2 часов в день	22,2	0,61	0,43-0,86	0,63	0,45-0,88
Школьная смена					
первая половина дня	23,2	референтная группа		референтная группа	
после обеда	31,1	1,36	0,98-1,89	референтная группа	
полный день	31,8	1,56	1,13-2,17	1,31	0,96-1,80

Занятия спортом					
нет	30,2	референтная группа		референтная группа	
да	22,6	0,71	0,54-0,94	0,69	0,52-0,93
Примечание: ¹ ОШ – отношение шансов; ² ДИ – доверительный интервал ³ Фактор – для данного фактора проводился только простой одномерный анализ, по результатам которого данный фактор не показал достоверную ассоциацию с миопией и, соответственно, не был включен в многомерный анализ					

Таким образом, на основании проведенного многофакторного логистического анализа с учётом всех вмешивающихся факторов качестве статистически значимых предикторов миопии были определены более высокие уровни обучения: 5-й класс (ОШ 1,78; 95% ДИ 1,26–2,52) и 9-й класс (ОШ 3,34; 95% ДИ 2,32–4,83). И наоборот, активность на открытом воздухе более 2 часов в день (ОШ 0,63; 95% ДИ 0,45–0,88) и регулярные занятия спортом (ОШ 0,69; 95% ДИ 0,52–0,93), являлись факторами, снижающими риск возникновения и прогрессирования миопии. Проведя статистический перерасчет по формуле 9:

$$\frac{1}{\text{ОШ}} = \frac{1}{0,63} = 1,59 \text{ и } \frac{1}{0,69} = 1,45, \quad 9$$

мы можем говорить о том, что риск развития миопии у детей, проводящих на открытом воздухе менее 2 часов в день на 59% выше, чем у детей, которые гуляют более 2 часов в день. А риск развития миопии у неспортивных детей – на 45% выше, чем у детей регулярно занимающихся спортом.

Анализ с учетом вмешивающихся факторов показал, что распространенность миопии, которая увеличивается с классом (возрастом), почти на 30% ниже среди детей, посещающих спортивные секции и проводящих более 2 часов в день на открытом воздухе. [248]

3.3 Дистантный компьютерный скрининг

Для определения достоверности и эффективности нового метода выявления нарушений зрения, дистантной компьютерной интерактивной программы скрининга, было проведено исследование, целью которого являлось сравнение его со стандартным офтальмологическим обследованием, принятым в качестве эталонного метода. Исследование включало в себя 3 этапа: офтальмологический осмотр, затем дистантный компьютерный скрининг, по результатам которых дети с выявленным снижением зрения отбирались для 3 этапа – повторного офтальмологического обследования. Схема этапности представлена на рисунке 11.

1 этап (1276 детей)	2 этап (1276 детей)	3 этап (440 детей)
• стандартный выездной медосмотр в школах • проводился офтальмологической бригадой КазНИИ ГБ • включал обследование всех школьников, для выявления детей с нарушениями рефракции	• дистантный скрининг в интерактивном режиме. • проводился в компьютерных классах школ обученными педагогами • включал обследование всех школьников	• расширенное офтальмологическое обследование. • проводился офтальмологами на базе КазНИИ ГБ • включал школьников с выявленными нарушениями зрения

Рисунок 11 - Этапы исследования нарушений зрения среди школьников

На первом этапе обследований среди 1276 детей выявлено 420 школьников (32,9%) с нарушениями рефракции. Среди учащихся первых классов доля школьников с теми или иными рефракционными аномалиями составила 20,2%; среди пятиклассников – 38,6%; среди девятиклассников – 43,8%. Результаты представлены в таблице 22.

Таблица 22 - Количество детей с выявленным нарушением рефракции

Класс	Всего детей	Первый этап- офтальмологическое обследование	Дистантный скрининг	Третий этап - офтальмологическое обследование
1-й	491	99	116	97
5-й	438	169	167	162
9-й	347	152	157	148

Всего	1276	420	440	407
-------	-------------	------------	------------	------------

Дистантный компьютерный скрининг показал сопоставимые данные по числу нарушений рефракции среди всех обследованных детей. Путем проведения дистантного скрининга всего выявлен 440 ребенок с нарушениями рефракции (34,5% от общего числа обследованных или 104,8% от числа детей с нарушениями рефракции по данным первого этапа. Среди первых, пятых и девярых классов доля детей с нарушениями зрения по результатам скрининга составила 23,6%, 38,1% и 45,2% соответственно.

Анализ выгрузки данных показал, что из 4 тестов компьютерного скрининга наиболее часто отклонения выявлялись при определении остроты зрения посредством колец Ландольта: 82,0% всех детей с нарушениями зрения, выявленных при помощи дистантного скрининга. На втором месте по частоте выявляемых нарушений был дуохромный тест (75,9% от всех выявленных детей с нарушениями зрения). При этом смещение в красный спектр встречались чаще, чем в зеленый (61,5% против 38,5%), что говорит о более частой миопической рефракции у исследуемых детей. В 75,5% случаев у детей, отобранных компьютерной программой для расширенного обследования, были нарушения в тесте «лучистая фигура», которая говорит о наличии клинически значимого астигматизма. Ошибки в тесте Амслера обнаружили 45,7% детей с нарушением зрения (таблица 23).

Таблица 23 - Количество выявленных нарушений в различных тестах дистантного компьютерного скрининга

Класс	Всего детей	Острота зрения, N (%)	Дуохромный тест, N (%)	Лучистая фигура, N (%)	Тест Амслера, N (%)
1-й	116	112 (96,2%)	112 (96,2%)	98 (84,6%)	62 (53,8%)
5-й	167	119 (71,4%)	103 (61,9%)	115 (69,0%)	60 (35,7%)
9-й	157	130 (82,6%)	119 (76,1%)	119 (76,1%)	79 (50,0%)
Всего	440	361 (82,0%)	334 (75,9%)	332 (75,5%)	201 (45,7%)

Все дети с нарушением зрения, выявленные путем скрининга, были повторно обследованы офтальмологами. После расширенного офтальмологического осмотра среди 116 учащихся первых классов выявлено лишь 97 детей с истинными нарушениями рефракции (83,6%). Такая

гипердиагностика вероятно связана с возрастом, невнимательностью и сложностью восприятия и понимания требований компьютерного тестирования. Среди учащихся 5 и 9 классов доля выявленных случаев аномалий рефракции составила 97,0% и 94,3% соответственно. Среди всех детей, направленных на обследование после второго этапа обследования (440 детей), подтвержденная доля нарушений рефракции составила 92,5% (407 детей).

Для оценки информативности и разрешающей способности компьютерного скрининга выявления нарушений рефракции был проведен расчет основных его операционных характеристик: чувствительности, специфичности, предсказательной ценности, отношения правдоподобия и точности (таблица 24). Общая чувствительность дистантного компьютерного скрининга среди всех исследуемых учеников составила 96,9%. Специфичность составила 96,1%. Прогностическая ценность положительного результата в общей выборке была 92,5%; отрицательного результата 98,4%. Чувствительность и специфичность скрининга среди первоклассников составила 97,9% и 95,2% соответственно. Прогностичность положительного и отрицательного результатов равнялась 83,6% и 99,5% соответственно. В пятом классе чувствительность теста была на уровне 95,9%, специфичность – 98,1%. Среди учащихся девятых классов чувствительность и специфичность составили 97,4% и 95,4% соответственно. Точность дистантного компьютерного метода составила 96,4%. Отношение правдоподобия положительного результата теста составила 25,14; отношение правдоподобия отрицательного результата 0,03.

Таблица 24 - Основные и дополнительные показатели операционных характеристик дистантного скрининга

Показатель	Значение
Чувствительность	96,9%
Специфичность	96,1%
Прогностичность положительного результата	92,5%
Прогностичность отрицательного результата	98,4%
Точность	96,4%
Отношение правдоподобия положительного результата ¹	25,14
Отношение правдоподобия отрицательного результата ²	0,03
Примечание: ¹ отношение правдоподобия положительного результата выше 10 ² отношение правдоподобия отрицательного результата менее 0,1 свидетельствует об убедительности диагностических данных	

В ходе обследований нами были оценены временные затраты на проведение стандартного офтальмологического осмотра и скрининга методом компьютерного тестирования. Как показали результаты наблюдения, время

обследования методом компьютерного скрининга на одного учащегося 1 класса составило 12 - 15 минут, тогда как время обследования одного учащегося 9 класса – 5 - 8 минут. Это объясняется тем, что ученикам 1-х классов требовалось больше времени для разъяснения сути исследования и помощь преподавателя при заполнении паспортной части (таблица 25). Установлено, что за время одного академического урока (45 минут) в классе информатики, оснащённом 10 компьютерами, можно провести скрининговое обследование зрения 30-40 школьникам, что соответствует количеству учеников одного среднестатистического класса общеобразовательной школы. В целом дистантное скрининговое исследование зрения данной группы школьников заняло 27 часов. Выездной бригаде офтальмологов для медосмотра данной группы учащихся понадобилось около 107 часов, включая время на перемещение и развертывание диагностического кабинета, внесение паспортных данных и данных результатов обследования. При этом не учитывалось время на выгрузку, просмотр, анализ данных и выписывание направления на дополнительное офтальмологическое обследование.

Таблица 25 - Время, затраченное на обследование 1 ребенка и на 1 класс при стандартном медицинском осмотре и при дистантном скрининге

	Обследование стандартным методом	Дистантный скрининг
Ученик 1 класса*	10 - 12 минут	12 – 15 минут
1-й класс	340 минут	70 – 80 минут
Ученик 5-9 класса*	10 - 12 минут	5 - 8 минут
5 – 9-й класс	300 минут	45 – 50 минут
Примечание - *при средней наполняемости класса - 30 человек		

Таким образом, проведенный сравнительный анализ не выявил существенных различий по способности выявлять нарушения рефракции между методом медосмотра и методом дистанционного скрининга и показал сопоставимые данные по количеству выявленной патологии. Скрининг имеет достаточно высокую дискриминационную способность: чувствительность дистантного компьютерного скрининга составила 96,9%, специфичность 96,1%. Принципиальное значение имеет значительная экономия времени при дистантном скрининге, что может дать дополнительный экономический эффект при проведении обследования больших групп школьников.

3.4 Программа диагностики и профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников

Разработанная нами программа предусматривает проведение скрининга для выявления аномалий рефракции, медикаментозных и аппаратных методов профилактики, а также консервативных и хирургических методов лечения и состоит из 4 последовательных этапов (см. Приложение Г) [249]

- кабинет информатики в школе
- офтальмолог районной поликлиники
- кабинет охраны зрения детей и подростков
- офтальмологический стационар

Условная схема передачи данных

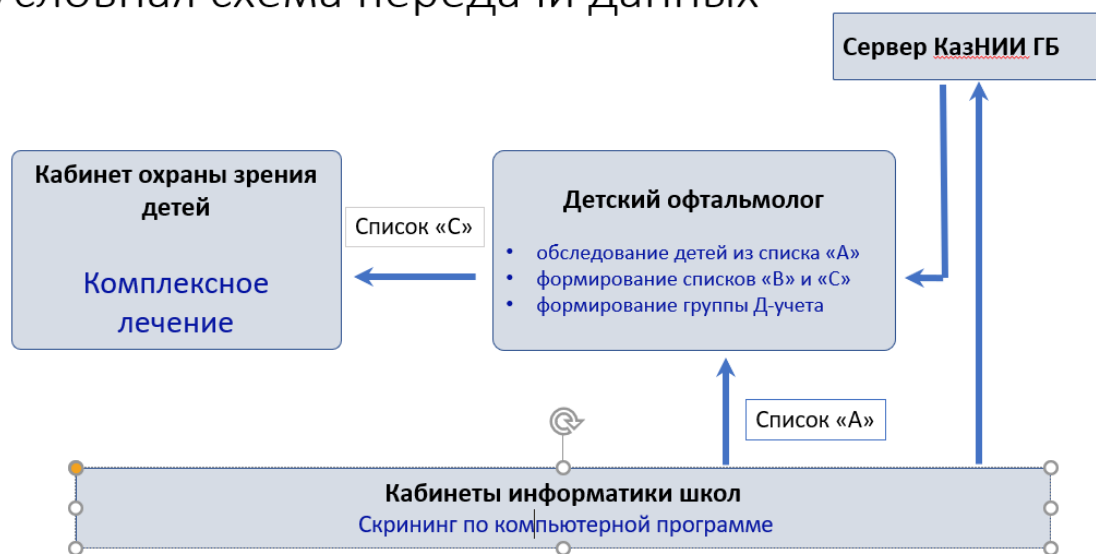


Рисунок 12 - Условная схема передачи данных в рамках программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников

Первый этап предусматривает выявление снижения зрения с помощью компьютерной программы дистантного скрининга, установленной на базе компьютерных классов школ и осуществляется обученными педагогами. Скрининг проводится среди учащихся 1, 5 и 9 классов. Обследование проводится в компьютерном классе обученным учителем информатики одновременно в группе из 5 школьников. По завершению обследования результаты автоматически заносятся в базу данных кабинета охраны зрения, хранятся в ней персонализировано, по необходимости выгружаются и анализируются специалистами (рисунок 12 - 13). По результатам первого этапа педагогами составляется список «А» - список школьников с остротой зрения ниже 1,0, который передается районному офтальмологу. Родителям или законным представителям школьников из этой группы выдается направление к детскому офтальмологу в городскую или районную поликлинику для дообследования.

Протокол результатов проведения первичного скрининга																
№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Дата теста	Школа	Регион	Класс	Острота зрения		Дуохромный тест*		Тест на астигматизм		Тест Амслера		Очки/линзы	Адрес и телефон	Результат
						OD	OS	OD	OS	OD	OS	OD	OS			
1	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5 В	1	1			==	==			нет		У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
2	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5В	0,1	0,1			==	SS		V	нет		У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
3	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5	1	1			==	==			нет		У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
4	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	1А	0	0,1	к	з	==	SS	V		нет		У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
5	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5В	0,3	0,9			==	==			нет	Адрес: Топо. 2024940	У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
6	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5 В	1	1			==	==			нет	Адрес: ШАМАРОВА 105 Топо. 87001003670 Адрес: МУРАТОВА 105 Топо. 87001003670	У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
7	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5 А	1	1			==	==			нет	Адрес: 2024940	У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
8	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	1А	0,4	1	к	з	SS	==		V	нет	Адрес: ШАМАРОВА 105 Топо. 87001003670	У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
9	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5 В	1	0,9			==	==			нет	Адрес: Топо. 477078370843	У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.
10	Аманжол Аманжолович	25.05.2017	гимназия №8	г.Алматы	5Г	1	1			==	==			нет	Адрес: ШАМАРОВА 105 Топо. 87001003670 Адрес: 8727370350	У ребенка выявле Рекомендовано п у офтальмолога.

Рисунок 13 - Выгрузка данных скрининга (закрашенные области - персональные данные учащихся)

Второй этап проводится в районных или городских поликлиниках непосредственно врачами-офтальмологами. На данном этапе с учетом данных скрининг-тестирования проводится офтальмологическое обследование школьников из списка «А». Офтальмологическое обследование включает себя визометрию без коррекции и с коррекцией, определение рефракции в условиях циклоплегии, определение запаса относительной аккомодации, биомикроскопию и офтальмоскопию. На этом этапе выявляются учащиеся с ложноположительными результатами скрининга. На основании офтальмологического обследования из числа детей с подтвержденными нарушениями зрения формируются группы риска и списки «В» и «С». Список «В» включает в себя школьников с установленным диагнозом нарушения рефракции, взятых на диспансерный учет офтальмологами в районных и городских поликлиниках. Детям составляют индивидуальные рекомендации по профилактике прогрессирования и коррекции нарушений зрения в школе и дома, проводят просветительскую работу с родителями школьника. По необходимости ребенку подбирают очковую коррекцию, назначают консервативное (медикаментозное, плеопто-ортоптическое) лечение в детском отделении амбулаторно-поликлинического учреждения, а в случае необходимости ребенок направляется на дополнительное обследование, консультацию узких специалистов (невропатолога, эндокринолога, ЛОР и др).

Школьников, которые нуждаются в регулярном наблюдении и лечении, включают в список «С» и направляют на лечение в кабинет охраны зрения детей. Школьники с нарушениями зрения любой степени подлежат диспансерному наблюдению. Сроки осмотра при диспансерном наблюдении определяются видом нарушения зрения и его степенью: от 1 до 4 раз в год. Главная задача диспансеризации и лечебных мероприятий – стабилизировать или замедлить прогрессирование болезни и предупредить развитие осложнений, а среди детей группы риска - предупредить развитие болезни.

Принципиально важной является образовательная составляющая данного этапа. Для повышения уровня информированности учащихся средних

и старших классов по вопросам профилактики и коррекции нарушений и заболеваний органа зрения предусмотрены уроки здоровья, которые проводят врачи в общеобразовательных учреждениях. Вместе с тем предусмотрено проведение санитарно-просветительной и профилактической работы с родителями школьников из групп риска возникновения аномалий рефракции.

Третий этап программы профилактики развития и прогрессирования нарушений зрения проводится в кабинете охраны зрения детей, где осуществляется аппаратное лечение (плеопто-ортоптическое лечение, тренировки аккомодации) и курсовое медикаментозное лечение осложненной близорукости. По показаниям учащийся направляется на дополнительные методы обследования (УЗИ, циклоскопия, ЭФИ, ОСТ) и лечения (лазеркоагуляция сетчатки, хирургическое лечение).

При наличии серьезных нарушений органа зрения на **четвертом этапе программы** предусматривается стационарное лечение, которое включает хирургическое лечение при осложнениях близорукости, витреоретинальную хирургию, хирургию косоглазия и рефракционных нарушений.

Для оценки эффективности программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции нами было обследовано в динамике 1302 учащихся из гимназических и общеобразовательных школ.

Оценка проводилась по следующим критериям:

- общее число детей выявленными нарушениями рефракции через год;
- средний SER детей с выявленными нарушениями рефракции;
- количество детей, обратившихся в кабинет охраны зрения детей;
- количество детей, направленных на консультацию и/или лечение к офтальмологу по месту жительства или в КазНИИ глазных болезней.

681 ребенок составили группу контроля и были осмотрены дважды, с разницей в один календарный год. Детям из контрольной группы было рекомендовано только соблюдение зрительного режима в период школьных каникул.

Остальным ученикам на первичном осмотре были выданы информационные листы с упражнениями по Аветисову — Мац в соответствии с рекомендациями 2-го этапа «Программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников». Группу наблюдения составил 621 школьник, который был включен в поэтапную программу профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции. Учащиеся младшего, среднего и старшего звена были осмотрены в динамике 3 раза: в начале учебного года (сентябрь-октябрь), в середине года (февраль-март); в начале нового учебного года (сентябрь-октябрь). Период наблюдения составил 13 месяцев.

В обеих группах дважды (в начале каждого учебного года) проводился традиционный офтальмологический осмотр. В группе наблюдения — в середине года проводился осмотр и дистантный компьютерный скрининг с внесением данных в разработанную карту офтальмологического обследования школьника.

По результатам скрининга 218 (35,1%) учащихся с остротой зрения ниже 1,0 были включены в список «А» и были направлены на офтальмологическое обследование для верификации нарушений рефракции. У 201 ребенка (92,2%) из списка «А» было подтверждено то или иное нарушение рефракции, все они были включены в список «В» - «подтвержденные нарушения рефракции». Из них у 187 детей выявлена миопия (93%), у 14 – гиперметропия (7%). Клинически значимый астигматизм выявлен у 21 ребенка (10,4%). Школьники взяты на диспансерный учет, была проведена просветительская беседа с родителями, даны рекомендации по образу жизни и соблюдению зрительного режима, по необходимости назначена очковая коррекция, ортокератологическое или плеопто-ортоптическое лечение, выданы информационные листы с упражнениями по Аветисову — Мац и т. д., а также выдано направление к детскому офтальмологу в городскую или районную поликлинику для дообследования.

При осмотре всем учащимся из списка «В» выданы информационные листы с в соответствии с рекомендациями 2 этапа Программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников (Приложение Е).

В список «С» включено 56 школьников (9,0% из общего числа группы наблюдения), нуждающихся в расширенном офтальмологическом обследовании и лечении в детском отделении амбулаторно-поликлинического учреждения. Всем школьникам этой группы была проведена рефрактометрия, биометрия, циклоскопия. Как видно из таблицы 26, из списка «С» 13 детей (23,2%) направлены на дополнительное обследование и консультацию узких специалистов (невропатолога, эндокринолога, ЛОР); 8 детям (14,3%) проведена лазерная коагуляция сетчатки на базе КазНИИ глазных болезней; 1 ребенок (1,8%) направлен на хирургическое лечение по поводу косоглазия.

Таблица 26 – Распределение школьников с нарушениями рефракции в списки наблюдения

	Младшее звено (n = 258)	Среднее звено (n = 196)	Старшее звено (n=167)	Всего (n=621)
Список «А»	65 (25,2%)	72 (36,7%)	81 (48,5%)	218 (35,1%)
Список «В»	55 (21,3%)	68 (34,7%)	78 (46,7%)	201 (32,4%)
Список «С»	10 (3,9%)	18 (9,2%)	28 (16,8%)	56 (9%)
Направления к специалистам	5 (1,9%)	6 (3,1%)	3 (1,8%)	13 (2,1%)
Коагуляция сетчатки	0 (0%)	2 (1%)	5 (3%)	8 (1,3%)

Хирургическое лечение	0 (0%)	1 (0,5%)	0 (0%)	1 (0,2%)
-----------------------	--------	----------	--------	----------

Как видно из таблицы 27, несмотря на проведение дистантного скрининга и включения детей в программу профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции, за 13 месяцев в группе наблюдения во всех возрастных группах отмечается смещение SER в сторону миопии, в среднем на $-0,063 \pm 0,05D$.

Таблица 27 – Динамика показателей рефракции учащихся разных классов группы наблюдения (N = 621)

	Младшее звено (n ¹ = 258)			Среднее звено (n = 196)			Старшее звено (n=167)		
	Первый осмотр	Второй осмотр	Третий осмотр	Первый осмотр	Второй осмотр	Третий осмотр	Первый осмотр	Второй осмотр	Третий осмотр
Эмметропия	211 (81,8%)	203 (78,7%)	207 (80,2%)	135 (68,9%)	128 (65,3%)	133 (67,9%)	102 (61,1%)	89 (53,3%)	96 (57,5%)
Нарушения рефракции	47 (18,2%)	55 (21,3%)	51 (19,8%)	61 (31,1%)	68 (34,7%)	63 (32,1%)	65 (38,9%)	78 (46,7%)	71 (42,5%)
миопия	38 (14,7%)	51 (19,8%)	45 (17,4%)	52 (26,5%)	62 (31,6%)	56 (28,6%)	61 (36,5%)	74 (44,3%)	67 (40,1%)
слабая ²	39 (90,7%)	47 (92,2%)	41 (91,1%)	39 (75%)	48 (77,4%)	43 (76,8%)	36 (59%)	49 (66,2%)	42 (62,7%)
средняя	4 (9,3%)	4 (7,8%)	4 (8,9%)	10 (19,2%)	11 (17,7%)	10 (17,9%)	18 (29,5%)	18 (24,3%)	20 (29,9%)
высокая	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (5,8%)	3 (4,8%)	3 (5,4%)	7 (11,5%)	7 (9,5%)	5 (7,5%)
гиперметр.	9 (3,5%)	4 (1,6%)	6 (2,3%)	9 (4,6%)	6 (3,1%)	7 (3,6%)	4 (2,4%)	4 (2,4%)	4 (2,4%)
астигматизм	4 (1,6%)	4 (1,6%)	4 (1,6%)	10 (5,1%)	10 (5,1%)	10 (5,1%)	3 (1,8%)	7 (4,2%)	7 (4,2%)
SER ³ , D ⁴	-0,08	-0,113	-0,098	-0,510	-0,628	-0,594	-1,000	-1,15	-1,106
Примечание: ¹n – количество детей в подгруппе; ²% - доля в структуре миопии (% от всей миопии в группе); ³SER – сферический эквивалент рефракции; ⁴D - диоптрии									

Как следует из представленных в таблице 27 данных во всех возрастных группах имеет место сдвиг рефракции в положительную сторону в период между вторым и третьим осмотром, что связано как с проводимым лечением школьников из групп риска, так и, вероятно, каникулярным периодом, предшествовавшим последнему контрольному осмотру.

Контрольная группа была осмотрена дважды – сентябре-октябре, в начале учебного года и через год. Результаты обследования учащихся контрольной группы представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Динамика показателей рефракции контрольной группы учащихся разных классов (N = 681)

	Младшее звено (n ¹ = 271)		Среднее звено (n = 224)		Старшее звено (n=186)	
	Первичн. осмотр	Повторн. осмотр	Первичн. осмотр	Повторн. осмотр	Первичн. осмотр	Повторн. осмотр
Эмметропия	221 (81,5%)	214 (79,0%)	168 (75,0%)	167 (74,6%)	105 (56,5%)	98 (52,7%)
Нарушения рефракции	50 (18,5%)	57 (21,0%)	56 (25,0%)	57 (25,4%)	81 (43,5%)	88 (47,3%)
миопия	30 (11,5%)	42 (15,5%)	46 (20,5%)	51 (22,8%)	74 (39,8%)	81 (43,5%)
слабая ²	26 (86,7%) ³	38 (90,5%)	34 (74,5%)	38 (74,5%)	55 (74,3%)	62 (76,5%)
средняя	4 (13,3%) ³	4 (9,5%)	10 (21,6%)	11 (21,6%)	12 (16,2%)	12 (14,8%)
высокая	0 (0%) ³	0 (0%)	2 (3,9%)	2 (3,9%)	7 (9,5%)	7 (8,6%)
гиперметр.	20 (7,4%)	15 (5,5%)	10 (2,7%)	6 (2,7%)	7 (3,8%)	7 (3,8%)
астигматизм	2 (0,7%)	5 (1,8%)	3 (1,8%)	4 (1,8%)	7 (3,8%)	7 (3,8%)
SER ³ , D ⁴	-0,07	-0,138	-0,346	-0,443	-0,950	-1,03
Примечание:						
¹ n – количество детей в подгруппе;						
² % - доля в структуре миопии (% от всей миопии в группе);						
³ SER – сферический эквивалент рефракции;						
⁴ D - диоптрии						

В обеих группах наблюдалось усиление миопической рефракции в течение учебного года уже в младшем звене: с 14,7% в начале учебного года до 19,8% к концу третьей четверти – в группе наблюдения и с 11,5% до 15,5% - в группе контроля, а также увеличение числа близоруких детей за счет миопии слабой степени, что может косвенно подтверждать аккомодационную теорию миопии. Полученные результаты подтверждают данные литературы о том, что нарушение остроты зрения у значительного числа школьников формируются уже к 12 годам (Шиллер С.И., 2012). Наибольшее число лиц с миопией определено среди учащихся старших классов (максимально 43,5 и 44,3% в группе контроля и наблюдения соответственно). При этом обращает на себя внимание снижение этого показателя в группе наблюдения на фоне проводимого лечения на 4,2%. В таблице 29 представлен сравнительный анализ динамики рефракции школьников обеих групп за наблюдаемый период.

Таблица 29 – Динамика показателей рефракции учащихся контрольной и наблюдаемой групп (N = 1302)

	Группа наблюдения (n ¹ = 621)		Группа контроля (n ¹ = 681)	
	Первичн. осмотр	Повторн. осмотр	Первичн. осмотр	Повторн. осмотр
Эмметропия	448 (72,1%)	436 (70,2%)	494 (72,5%)	479 (70,3%)
Нарушения рефракции	173 (27,9%)	185 (29,8%)	187 (27,5%)	202 (29,7%)
миопия	151 (24,3%)	168 (27,1%)	150 (22%)	174 (25,6%)
слабая ²	109 (72,2%)	126 (75%)	115 (76,7%)	138 (79,3%)
средняя	32 (21,2%)	34 (20,2%)	26 (17,3%)	27 (15,5%)
высокая	10 (6,6%)	8 (4,8%)	9 (6%)	9 (5,2%)
гиперметр.	22 (3,5%)	17 (2,7%)	37 (5,4%)	28 (4,1%)
астигматизм	17 (2,7%)	21 (3,4%)	14 (2,1%)	14 (2,1%)
SER ³ , D ⁴	-0,463	-0,525	-0,401	-0,483
Примечание:				
¹ n – количество детей в подгруппе;				
² % - доля в структуре миопии (% от всей миопии в группе);				
³ SER – сферический эквивалент рефракции;				
⁴ D - диоптрии				

Как видно из таблицы 29 тенденции в обеих группах направлены в сторону миопизации рефракции, и составляют в группе наблюдения 0,062D против 0,082D в группе контроля. При этом количество здоровых школьников сократилось за год на 1,9% и 2,2% в группе наблюдения и контроля соответственно. Число лиц с нарушениями рефракции в обеих группах изменилось сопоставимо (1,9% и 2,2%), однако в группе контроля эти изменения несколько больше связаны с увеличением доли детей с миопией (3,6% против 2,8%) и уменьшением гиперметропической рефракции в группе (1,3% против 0,8%), чем в группе наблюдения. В целом разница вышеперечисленных показателей в группах не является достоверно значимой.

Если рассматривать изменение среднего значения SER в группах, то снижение показателя в группе контроля статистически значимо по сравнению с группой наблюдения (0,062 против 0,083, p=0,02), что позволяет говорить о более выраженных темпах миопизации в классах, не участвующих в Программе профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников.

Еще одним важным критерием оценки эффективности Программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников для нас являлся уровень осведомленности родителей и детей об имеющейся патологии и уровень обращаемости их за очковой коррекцией и офтальмологической помощью. В таблице 30 приведено общее число обращений к офтальмологу среди учащихся обеих групп за наблюдаемый период.

Таблица 30 – Обращаемость учащихся с нарушениями рефракции за офтальмологической помощью (N = 388)

	Группа контроля (n = 187)			Группа наблюдения (n = 201)		
	Младшее звено (n ¹ = 50)	Среднее звено (n = 56)	Старшее звено (n = 81)	Младшее звено (n = 55)	Среднее звено (n = 68)	Старшее звено (n = 78)
кабинет охраны зрения	5 (10,0%)	5 (8,9%)	11 (13,6%)	12 (21,8%)	28 (41,2%)	25 (32,1%)
офтальмолог АПУ	12 (24,0%)	17 (30,4%)	23 (28,4%)	19 (34,5%)	27 (39,7%)	31 (39,7%)
всего обращений	17 (34,0%)	22 (39,3%)	34 (42,0%)	41 (74,5%)	55 (80,9%)	56 (71,8%)
Примечание:						
¹ n – количество детей с нарушениями рефракции в подгруппе;						
² АПО – амбулаторно-поликлиническое учреждение						

Ожидаемое увеличение обращаемости связано как с проводимой в школе диагностикой зрения, так и с прямым направлением детей с выявленными нарушениями рефракции из школ на обследование к офтальмологу. Стоит отметить тот факт, что в анализ вошли данные посещения только офтальмологических кабинетов амбулаторно-поликлинических учреждений по месту прикрепления детей и кабинета охраны зрения. Отследить посещения частных консультативных учреждений не представлялось возможным.

Таким образом, можно сказать, что выполнение рекомендаций 1 и 2 этапа Программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников привело повышению осведомленности родителей, увеличению числа обращений к офтальмологу и большему охвату детей офтальмологической помощью, своевременному выявлению осложнений и направлению на хирургическое или лазерное лечение и в целом, к улучшению офтальмологического статуса учащихся. Разработанная поэтапная программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников позволит на более качественном уровне проводить работу по раннему выявлению учащихся со сниженной остротой зрения и по профилактике, коррекции и лечению выявленных нарушений, что соответственно снизит риск возникновения осложненных форм аномалий рефракции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нарушения рефракции включают в себя миопию, гиперметропию и астигматизм и являются наиболее частой причиной нарушения зрения и инвалидности у детей и подростков во всем мире [2]. в 2004 году только от нескорректированных аномалий рефракции страдали около 12,8 млн детей в возрасте от 5 до 15 лет [3]. В последние десятилетия наблюдается неуклонный рост нарушений рефракции, обусловленный прежде всего чрезмерным увеличением миопии. Так буквально за одно поколение миопия стала серьезной проблемой для стран Восточноазиатского региона, где в настоящее время от нее страдают более 80-90% людей младше 20 лет, а миопия высокой степени затрагивает 10-20% окончивших среднюю школу в этой части мира. Аналогичные, но менее заметные изменения происходят и в других частях мира. Согласно прогнозам, к 2050 году 49,8% населения мира будут близорукими, а 9,8% населения мира будут иметь миопию высокой степени [2]. Близорукость становится серьезной глобальной проблемой не только из-за быстрого роста ее распространенности, но из-за ее связи с потенциальной необратимой слепотой. Глаза с высокой миопией, все чаще именуемой в международных публикациях «патологической миопией», в 20 раз чаще подвержены риску развития необратимых, потенциально слепящих осложнений таких, как дегенеративные изменения макулы, зрительного нерва и периферической сетчатки, отслойка сетчатки, миопическая неоваскуляризация хориоидеи, фовеолизис, глаукома и катаракта. Таким образом, увеличение распространенности и тяжести миопии высокой степени имеет не только клинические, но и социально-экономические последствия во всем мире.

Все это привлекает внимание к проблеме и вызывает значительный рост исследований, направленных на изучение причин эпидемии и стратегий профилактики развития миопии. С конца 1990-х годов резко выросло число исследований, направленных на выявление причин миопии, предикторов и защитных факторов близорукости. Генетические факторы и факторы окружающей среды являются основными предикторами миопии и признаются большинством ученых. Кроме того, многочисленные международные исследования подтверждают роль поведенческих факторов, таких как распространение мобильного электронного оборудования, увеличение экранного времени, урбанизация, растущее давление в сфере образования в сочетании с изменениями образа жизни, которые привели к сокращению физической активности детей и времени, проводимому вне дома [244]. Наблюдаемые на сегодняшний день тенденции в образе жизни, образовании и демографии говорят о том, что глобальная миопия будет продолжать расти.

В связи с этим, наше исследование было сфокусировано на изучении текущей распространенности нарушений рефракции среди школьников, факторов риска развития миопии и эффективности программы раннего выявления рефракционных нарушений у детей. Анализ других исследований состояния зрительного аппарата детей, проведенные в нашей стране показал

неуклонный рост числа близоруких школьников. Так в 2002 году частота снижения зрения среди школьников составляла 7,4%. В 2006 году этот показатель составил 14,2%, причем в 39% причиной снижения зрения была миопия [48]. По данным Искакбаевой Д.С. в 2010 году 18,1% школьников Алматы страдали от нарушений рефракции, 63,7% из них были близорукими [245]. Обследование школьников Астаны в 2023 году показало распространенность нарушений рефракции 40,0% среди детей 9-16 лет; частота миопии в этой возрастной группе составила 36,75%. [250] Однако, сравнение результатов этих исследований имеет ряд объективных ограничений, в связи с различием методологии исследований и классификации разных видов нарушения рефракции, в том числе миопии в этих исследованиях. Так рефракция в ряде работ определялась без учета сферического эквивалента, часть исследований не включала циклоплегическую рефракцию, имела место непрезентативная выборка участников, варьируют и пороговые значения для разных видов рефракционных ошибок, что в свою очередь значительно меняет показатели распространенности. Например, в качестве верхнего порога миопии в разных работах используют диапазон значений от (-) 1,0D - 0,5D и т. д. Кроме того, до сих пор нет единого подхода в определении псевдомиопии, предмиопии, спазма аккомодации и привычно-избыточного напряжения аккомодации. В связи с этим на данный момент невозможно оценить истинную динамику нарушений рефракции и, в частности, миопии среди школьников в Казахстане. Подобные расхождения характерны и для международных исследований, в связи с чем в 2007 году ВОЗ был принят единый протокол и руководство для исследований распространенности нарушений зрения школьников по причине нарушений рефракции (RESC).

В первой части нашего исследования мы представили оценки распространенности миопии, дальнозоркости и астигматизма среди детей средних школ Алматы. Данная работа разрабатывалась с учетом рекомендаций протокола RESC, в частности использование рандомизированной выборки, определения циклоплегической рефракции, расчет сферического эквивалента рефракции и использование рекомендуемых пороговых значений и классификаций. По нашим данным, общая распространенность нарушений рефракции среди всех обследованных школьников составила 31,6%, из них 89,4% составляла миопическая рефракция, 10,6% - гиперметропическая. На долю астигматизма приходилось 8,8% всех нарушений рефракции. Таким образом, близорукостью страдали 28,3% всех обследованных детей, что соответствует уровню некоторых европейских стран, таких как Израиль, Россия [105; 133]. Средний сферический эквивалент составил $-0,54 \pm 1,51D$. Среди учащихся гимназических школ частота всех рефракционных ошибок составила 32%; частота миопии 29,1%; среди школьников общеобразовательных школ 31,3% и 27,5%. Наиболее высокие показатели нарушения рефракции и, в частности, миопии отмечались в группе учащихся 9 классов гимназических школ: 45,0% и 42,4% соответственно. Сферический эквивалент также был минимальным в этой когорте $-1,1 \pm 1,99D$. Для сравнения в том же классе общеобразовательной школы

частота нарушений рефракции составила 41,8%, миопии 38,9%, средний сферический эквивалент $-0,84 \pm 1,70D$. Доля детей с близорукостью высокой степени в группе гимназистов и учащихся общеобразовательных школ составила 9,0% и 4,3% соответственно, однако, этот показатель не был статистически достоверным (ОШ 2,20; 95%; 0,85-5,67).

Таким образом, данное эпидемиологическое исследование подтвердило актуальность проблемы нарушения зрения школьников в г. Алматы и привело к необходимости второго этапа исследования, направленного на изучение вероятных факторов риска развития миопии. По результатам работы нами была подтверждена достоверность уровня обучения (класса) как фактора, повышающего риск развития миопии для 5 классов (ОШ 1,78; 95% ДИ 1,26-2,52) и для 9 классов (95% ДИ 2,32-4,83). Полученные результаты согласуются с международными данными, подтверждающими корреляцию между возрастом и миопией во втором десятилетии жизни. И наоборот, пребывание на открытом воздухе более 2 часов в день (ОШ 0,61; 95% ДИ 0,43-0,86) и регулярные занятия спортом (ОШ 0,71; 95% ДИ 0,54-0,94) достоверно являлись факторами защиты развития миопии среди школьников. Эти результаты подчеркивают важность факторов окружающей среды в развитии миопии и подтверждают необходимость баланса между рабочей нагрузкой и физической активностью. Спорт и увеличение времени пребывания на свежем воздухе — это меры, которые, как доказано, уменьшают возникновение миопии, и их легко реализовать в государственных школах и дома. Влияние гаджетов (смартфонов, компьютеров, телевизоров, планшетов, игровых консолей и т.д.) на зрение школьников в нашем исследовании не было подтверждено (ОШ 1,60; 95% ДИ 0,95-2,67), как и дополнительная зрительная нагрузка на близком расстоянии, в виде дополнительных кружков, секций и домашней работы (ОШ 1,16; 95% ДИ 0,87-1,55). Несмотря на кажущуюся очевидность, достоверность этих факторов также не является однозначной по данным международных источников и сильно варьирует в различных исследованиях.

По данным некоторых исследователей распространенность миопии среди девочек выше, чем среди мальчиков. Наше исследование не показало влияния пола на восприимчивость к близорукости (ОШ 1,09; 95% ДИ 0,91-1,30), что согласуется с проведенным в 2018 году мета-анализом [2]. Подобные разногласия могут говорить как об отсутствии такой ассоциации, так и о культурных особенностях тех или иных регионов, например большей физической активности среди мальчиков или более усердном отношении к учебе девочек.

В отличие от предыдущих предикторов, миопия у родителей является известным и общепризнанным фактором, увеличивающим риск развития близорукости у детей. Однако, несмотря на данные одномерного анализа (ОШ 1,50; 95% ДИ 1,08-2,09), мы также не нашли достоверного подтверждения значимости семейного анамнеза в развитии миопии в ходе анализа с учетом вмешивающихся факторов (ОШ 1,38; 95% ДИ 0,98-1,94). Вероятным объяснением такого несоответствия может быть субъективность при заполнении

анкет и низкий уровень осведомленности родителей; некоторые респонденты могли принять за миопию любые аномалии рефракции, требующие очковой коррекции, например пресбиопию или дальнозоркость членов семьи, что привело к неверной классификации и ошибочным выводам.

Таким образом, выявленные факторы должны учитываться в разработке профилактических мероприятий, школьном обучении и гигиеническом воспитании школьников, например поощрение занятий спортом и активных игр на улице, развитие спортивных секций при школах, контроль влияния различных факторов риска и своевременное нивелирование негативных явлений. Стратегии предотвращения миопии могут снизить в будущем распространенность миопии высокой степени и риск развития необратимых изменений и слепоты. Кроме того, выявленные закономерности формирования миопии у школьников, требуют поиска актуальных, достоверных и экономически оправданных методов раннего выявления подобных нарушений, в связи с чем особую популярность получают разнообразные компьютерные программы и мобильные приложения. По данным некоторых исследователей, школьный скрининг необходим в регионах, где распространенность нарушений рефракции составляет более 2%. Ранняя диагностика и соответствующая коррекция важны для общего зрительного развития, улучшения успеваемости и предотвращения нарушений обучаемости среди школьников.

В связи с этим на третьем этапе исследования нами было проведено изучение эффективности использования компьютерного скрининга зрения школьников. По результатам обследования 1276 школьников, программа дистантного компьютерного скрининга показала сопоставимые данные по числу нарушений рефракции среди всех обследованных детей. Чувствительность метода составила 96,9%, специфичность 96,1%. Прогностическая ценность положительного результата в общей выборке была 92,5%; отрицательного результата 98,4%. Было обнаружена более низкая прогностическая ценность скрининга среди первоклассников, что объяснимо сложностью восприятия и выполнения задач в этой возрастной группе. Кроме того, было обнаружено сокращение временных затрат на скрининговый осмотр школьников по сравнению с традиционным выездным медицинским офтальмологическим осмотром в среднем в 4-5 раз в первых классах и в 6-7 раз в 5-9 классах. Полученные данные показали эффективность компьютерного скрининга и позволяет рекомендовать его для широкого внедрения в школьные программы скрининга нарушений рефракции. Мы предполагаем, что раннее обнаружение нарушений рефракции у школьников будет способствовать своевременному лечению, тем самым минимизируя их влияние на все аспекты жизни ребенка. Для этого нами была разработана программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников, включающая 4 основных этапа (кабинет информатики в школе, офтальмолог районной поликлиники, кабинет охраны зрения детей и подростков, офтальмологический стационар). Ключевым звеном является проведение компьютерного скрининга, по результатам которого врачом кабинета охраны зрения составляются группы

риска (списки А, В, С). Выявление групп риска позволяет более целенаправленно и адресно охватить, и работать с детьми с нарушениями рефракции. Программа предусматривает проведение медикаментозных и аппаратных методов профилактики, а также консервативных и хирургических методов лечения. Согласно программе, дети из разных списков находятся диспансерном учете, распределяются для наблюдения и коррекции в районную или городскую поликлинику или в кабинет охраны зрения. Дети, требующие лазерного, стационарного или хирургического лечения направляются в Казахский НИИ глазных болезней. Таким образом, программа охватывает все уровни оказания офтальмологической помощи детям с нарушениями рефракции. В течение учебного года программа была успешно апробирована на базе 2 средних школ г.Алматы и может рекомендоваться для широкого внедрения.

На основании проведенного выборочного исследования сделаны следующие **выводы**:

1. Распространенность всех нарушений рефракции среди школьников г.Алматы составляет 31,6%. В структуре нарушений рефракции частота миопии составила 89,4%, гиперметропии – 10,6%, астигматизма – 8,8%, что делает миопию лидирующей патологией. Общая распространенность миопии среди школьников составила 28,3%, что соответствует общемировым данным. Среди учащихся 9-х классов, миопия встречалась в 2,3 раза чаще, чем среди первоклассников (40,5% против 17,6%, $p < 0,01$).

2. Факторами риска развития миопии среди алматинских школьников является год обучения (класс), который повышает риск миопии в 1,78 раза для 5 класса и в 3,34 раза для 9 классов по сравнению с частотой миопии у первоклассников. Риск развития миопии у детей, проводящих на открытом воздухе менее 2 часов в день на 59% выше, чем у тех, кто гуляет более 2 часов (ОШ 0,63; 95% ДИ 0,45-0,88), а среди неспортивных детей на 45% выше, чем у детей, регулярно занимающихся спортом (ОШ 0,69; 95% ДИ 0,52-0,93).

3. Проведенный сравнительный анализ не показал существенных различий в выявлении нарушений рефракции между методом традиционного медосмотра и методом дистантного скрининга. Чувствительность дистантного компьютерного скрининга составила 96,9%, специфичность 96,1%. Отмечалось сокращение временных затрат по сравнению с рутинным медицинским осмотром в среднем в 5 раз.

4. Полученные данные способствовали разработке поэтапная программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников. Программа включает в себя скрининговые, диагностические, диспансерные и лечебные мероприятия и позволяет проводить динамическое наблюдение за детьми из группы риска развития и прогрессирования миопии. Благодаря четкой структуре программа обеспечивает преемственность специалистов на всех этапах, способствуя повышению эффективности раннего выявления, коррекции аномалий рефракции, своевременного лечения и профилактики осложнений со стороны органа зрения у детей и подростков.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Учитывая междисциплинарный характер проблемы, считаем необходимым вовлечение в сотрудничество Министерства здравоохранения РК, Министерства науки и высшего образования РК, департаментов и организаций образования, Министерство культуры и спорта РК, Министерство и комитеты информации и коммуникаций.

1. Основываясь на опыте других стран, мы предлагаем Министерству науки и высшего образования РК рассмотреть варианты постепенного долгосрочного изменения государственной школьной программы в пользу сокращения монотонной зрительной нагрузки, снижения «градуса» цифровизации образовательного процесса, ограничение использования мобильных телефонов в процессе обучения.

2. Департаменту образования, школам гимназического типа, школам полного дня рекомендуем рассмотреть возможность увеличения часов физической активности, проведения части занятий на открытом воздухе, увеличения длительности перемен, проведение внутришкольных спортивных мероприятий, в том числе и на открытом воздухе. Кроме того, рекомендуем школам возобновить практику «физкультурных минуток», «зрительных зарядок» во время уроков и перемен.

3. Необходимо поощрение спортивной активности учащихся, проведения спартакиад, внутри- и межшкольных соревнований. Совместно с Министерством культуры, туризма и спорта предлагаем разработать стратегию повышения престижа различных видов спорта, расширение сети бесплатных и бюджетных спортивных кружков, школ, клубов и секций, открытие туристических баз, организацию велодорожек, спортивных площадок, ворк-аутов, открытых катков. Развитие и поощрение семейных занятий спортом, спортивного туризма, пропаганда здорового образа жизни.

4. Считаем необходимым проведение широкой просветительской работы среди населения о гигиене зрения, мерах профилактики развития нарушений рефракции, в особенности миопии, о факторах риска развития миопии. Совместно с комитетами информации и коммуникаций предлагаем выпуск серии телепередач о зрении, интервью и репортажи в рамках информационных и развлекательных программ. Особое внимание должно уделяться социальным интернет-сетям, сотрудничеству с популярными блогерами.

5. Департаментам здравоохранения и организациям общественного здравоохранения рекомендуем усилить работу с родителями на уровне детских поликлиник, детских дошкольных учреждений, школ. Для реализации этого пункта рекомендуется разработать программу обучения учителей, воспитателей детских садов и других педагогических кадров. Проведение просветительской работы с детьми в школах, классах, введение уроков, посвященных здоровью, здоровому образу жизни.

6. Департаментам здравоохранения предлагаем рассмотреть возможность открытия кабинетов охраны зрения детей во всех городах и районных центрах

РК. Разработать программы привлечения врачей-офтальмологов для работы в кабинетах охраны зрения детей, обучение врачей-оптометристов для работы в кабинетах охраны зрения. С целью увеличения числа детских офтальмологов в регионах возможно расширить программу целевого обучения в резидентуре.

7. Считаем целесообразным увеличение частоты скрининговых осмотров школьников до 2 раз в год (в начале и конце учебного года). Рекомендуем Министерству здравоохранения рассмотреть широкое внедрение программы дистантного компьютерного скрининга в средние школы Казахстана с целью раннего выявления детей с нарушениями рефракции. Учитывая компактность и экономичность, дистантный компьютерный скрининг открывает возможности для широкого применения на территории всей республики. Рекомендуем внедрить этот метод в отдаленных регионах, в особенности в регионах, страдающих от дефицита кадровых ресурсов. Для реализации этого этапа необходимо оснащение кабинетов информатики компьютерами в соответствии требуемым параметрам и проведение 2-3 дневного обучения учителей информатики проведению дистантного компьютерного скрининга.

Кроме того, нами предлагается рассмотрение возможности включения Программы профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников в Государственную программу скрининга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. World report on vision. – Geneva: World Health Organization, 2019. – 214 p.
2. Fricke T.R., et al. Global prevalence of visual impairment associated with myopic macular degeneration and temporal trends from 2000 through 2050: systematic review, meta-analysis and modelling // *The British Journal of Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 102. – № 7. – P. 855–862.
3. Resnikoff S., et al. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004 // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2008. – Vol. 86. – № 1. – P. 63–70.
4. Ohno-Matsui K., et al. Updates of pathologic myopia // *Progress in Retinal and Eye Research*. – 2016. – Vol. 52. – P. 156–187.
5. Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A., et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050 // *Ophthalmology*. – 2016. – Vol. 123. – № 5. – P. 1036–1042. – doi:10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
6. Lim D.H., et al. The high prevalence of myopia in Korean children with influence of parental refractive errors: The 2008–2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey // *PLoS ONE*. – 2018. – Vol. 13. – № 11. – P. e0207690.
7. Verhoeven V.J.M., et al. Visual consequences of refractive errors in the general population // *Ophthalmology*. – 2015. – Vol. 122. – № 1. – P. 101–109.
8. Ojaimi E., et al. Methods for a population-based study of myopia and other eye conditions in school children: the Sydney Myopia Study // *Ophthalmic Epidemiology*. – 2005. – Vol. 12. – № 1. – P. 59–69.
9. Flitcroft D.I. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology // *Progress in Retinal and Eye Research*. – 2012. – Vol. 31. – № 6. – P. 622–660.
10. The complications of myopia: a review and meta-analysis / L.M. Wong, C.M.G. Cheung, K. Ohno-Matsui, N. Chen, I.G. Morgan, T.Y. Wong // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2020. – Vol. 61. – № 4. – P. 6. – doi:10.1167/iovs.61.4.6.
11. Dolgin E. The myopia boom // *Nature*. – 2015. – Vol. 519. – № 7543. – P. 276–278.
12. Morgan I.G., et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention // *Progress in Retinal and Eye Research*. – 2018. – Vol. 62. – P. 134–149.
13. Jan C., et al. Association of visual acuity with educational outcomes: a prospective cohort study // *The British Journal of Ophthalmology*. – 2019. – Vol. 103. – № 11. – P. 1666–1671.
14. Smith T.S.T., et al. Potential lost productivity resulting from the global burden of uncorrected refractive error // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2009. – Vol. 87. – № 6. – P. 431–437.

15. The association between visual impairment, educational outcomes, and mental health: insights from eyeglasses usage among junior high school students in rural China / X. Pang [et al.] // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14. – Article number: 24244. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-72119-2>
16. Refractive error magnitude and variability: Relation to age / E.L. Irving [et al.] // *Journal of Optometry*. – 2019. – Vol. 12. – Refractive error magnitude and variability. – № 1. – P. 55–63.
17. Association Between Depression and Functional Vision Loss in Persons 20 Years of Age or Older in the United States, NHANES 2005–2008 / X. Zhang [et al.] // *JAMA Ophthalmology*. – 2013. – Vol. 131. – № 5. – P. 573–581.
18. Potential Lost Productivity Resulting from the Global Burden of Myopia: Systematic Review, Meta-analysis, and Modeling / K.S. Naidoo [et al.] // *Ophthalmology*. – 2019. – Vol. 126. – Potential Lost Productivity Resulting from the Global Burden of Myopia. – № 3. – P. 338–346.
19. Association of Parental Myopia With Higher Risk of Myopia Among Multiethnic Children Before School Age / X. Jiang [et al.] // *JAMA Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 138. – № 5. – P. 501–509.
20. Associations of outdoor activity and screen time with adiposity: findings from rural Chinese adolescents with relatively low adiposity risks / Y. Zhang [et al.] // *BMC Public Health*. – 2020. – Vol. 20. – Associations of outdoor activity and screen time with adiposity. – № 1. – P. 1769.
21. Axial growth and refractive change in white European children and young adults: predictive factors for myopia / S. McCullough [et al.] // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10.
22. Recko M., Stahl E.D. Childhood myopia: epidemiology, risk factors, and prevention // *Missouri Medicine*. – 2015. – Vol. 112. – № 2. – P. 116–121.
23. Component dependent risk factors for ocular parameters in Singapore Chinese children / S.-M. Saw [et al.] // *Ophthalmology*. – 2002. – Vol. 109. – № 11. – P. 2065–2071.
24. Effect of Education on Myopia: Evidence from the United Kingdom ROSLA 1972 Reform / D. Plotnikov [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2020. – Vol. 61. – № 11. – P. 7.
25. Environmental factors explain socioeconomic prevalence differences in myopia in 6-year-old children / J.W.L. Tideman [et al.] // *The British Journal of Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 102. – № 2. – P. 243–247.
26. Epidemic of pathologic myopia: what can laboratory studies and epidemiology tell us / I.G. Morgan, M. He, K.A. Rose // *Retina (Philadelphia, Pa.)*. – 2017. – Vol. 37. – № 5. – P. 989–997.
27. Factors associated with high myopia after 7 years of follow-up in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET) Cohort / J. Gwiazda [et al.] // *Ophthalmic Epidemiology*. – 2007. – Vol. 14. – № 4. – P. 230–237.

28. Family history, near work, outdoor activity, and myopia in Singapore Chinese preschool children / W. Low [et al.] // *The British Journal of Ophthalmology*. – 2010. – Vol. 94. – № 8. – P. 1012–1016.
29. Increasing prevalence of myopia in Europe and the impact of education / K.M. Williams [et al.] // *Ophthalmology*. – 2015. – Vol. 122. – № 7. – P. 1489–1497.
30. Methods for a population-based study of the prevalence of and risk factors for age-related maculopathy and macular degeneration in elderly European populations: the EUREYE study / C. Augood [et al.] // *Ophthalmic Epidemiology*. – 2004. – Vol. 11. – № 2. – P. 117–129.
31. Myopia prevalence and risk factors in children / C. Theophanous [et al.] // *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*. – 2018. – Vol. 12. – P. 1581–1587.
32. A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression / J.J. Walline [et al.] // *Archives of Ophthalmology*. – 2004. – Vol. 122. – № 12. – P. 1760–1766.
33. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong / D.S.P. Fan [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2004. – Vol. 45. – № 4. – P. 1071–1075.
34. Pilot study of a novel classroom designed to prevent myopia by increasing children's exposure to outdoor light / Z. Zhou [et al.] // *PLoS ONE*. – 2017. – Vol. 12. – № 7. – P. e0181772.
35. New cases of myopia in children / R.N. Kleinstein [et al.] // *Archives of Ophthalmology (Chicago, Ill.: 1960)*. – 2012. – Vol. 130. – № 10. – P. 1274–1279.
36. Childhood ethnic differences in ametropia and ocular biometry: the Aston Eye Study / N.S. Logan [et al.] // *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*. – 2011. – Vol. 31. – № 5. – P. 550–558.
37. Castanes M.S. Major review: The underutilization of vision screening (for amblyopia, optical anomalies and strabismus) among preschool age children // *Binocular Vision & Strabismus Quarterly*. – 2003. – Vol. 18. – № 4. – P. 217–232.
38. School-based approaches to the correction of refractive error in children / A. Sharma [et al.] // *Survey of Ophthalmology*. – 2012. – Vol. 57. – № 3. – P. 272–283.
39. Screening for refractive error and fitting with spectacles in rural and urban India: cost-effectiveness / K.D. Frick, L. Riva-Clement, M.B. Shankar // *Ophthalmic Epidemiology*. – 2009. – Vol. 16. – № 6. – P. 378–387.
40. Черных В.В., Плисов И.Л., Чернышевский А.Л. Дистантное скрининговое обследование зрения школьников как метод диспансеризации // *Офтальмохирургия*. – 2015. – № 3. – С. 75–79.
41. Pediatric photoscreeners in high risk patients 2012: a comparison study of Plusoptix, Iscreen and SPOT / R.W. Arnold [et al.] // *Binocular Vision & Strabology Quarterly, Simms-Romano's*. – 2013. – Vol. 28. – № 1. – P. 20–28.

42. The Positive Predictive Value of Smartphone Photoscreening in Pediatric Practices / R.W. Arnold [et al.] // *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. – 2018. – Vol. 55. – № 6. – P. 393–396.
43. Validation of Peek Acuity application in pediatric screening programs in Paraguay / B. de Venecia [et al.] // *International Journal of Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 11. – № 8. – P. 1384–1389.
44. Evaluation of ‘vision screening’ program for three to six-year-old children in the Republic of Iran / R. Khandekar, N. Parast, A. Arabi // *Indian Journal of Ophthalmology*. – 2009. – Vol. 57. – № 6. – P. 437–442.
45. The PlusoptiX Photoscreener and the Retinomax Autorefractor as Community-based Screening Devices for Preschool Children / M. Kinori [et al.] // *Current Eye Research*. – 2018. – Vol. 43. – № 5. – P. 654–658.
46. Levitt A.H., Martin S.J., Arnold R.W. Performance of Glow Fixation GoCheck Kids and 2WIN Photoscreeners and Retinomax to Uncover Hyperopia // *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*. – 2020. – Vol. 14. – P. 2237–2244.
47. Mathers M., Keyes M., Wright M. A review of the evidence on the effectiveness of children’s vision screening // *Child: Care, Health and Development*. – 2010. – Vol. 36. – № 6. – P. 756–780.
48. Причины снижения зрения у детей 12 лет по данным республиканского декадника / А. Аубакирова [и др.] // *Материалы 5-й межд. конференции*. – 2006. – С. 19–22.
49. Аубакирова А.Ж., Кенжебаева К.С., Искакбаева Д.С. Клинико-статистическая характеристика миопии у школьников г. Алматы и особенности её лечения. – 2001. – № 4. – С. 8–10.
50. Аубакирова А., Токсамбаева Г., Аужанова Р. Эффективность профилактики и лечения близорукости у детей в условиях школы // *Қазақстан Офтальмологиялық журналы*. – 2010. – С. 12–14.
51. Ботабекова Т.К., Кулкаева Г.У., Бурибаева Ж.К., Абдрахимова Д.Б. Офтальмология Казахстана в реализации глобального плана ВОЗ на 2014–2019 гг. «Всеобщий доступ к здоровью глаз». – 2013. – № 9. – С. 10–15.
52. How does visual impairment affect performance on tasks of everyday life? The SEE Project. Salisbury Eye Evaluation / S.K. West [et al.] // *Archives of Ophthalmology (Chicago, Ill.: 1960)*. – 2002. – Vol. 120. – № 6. – P. 774–780.
53. Function and visual impairment in a population-based study of older adults. The SEE project. Salisbury Eye Evaluation / S.K. West [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 1997. – Vol. 38. – № 1. – P. 72–82.
54. Weih L.M., Hassell J.B., Keeffe J. Assessment of the impact of vision impairment // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2002. – Vol. 43. – № 4. – P. 927–935.
55. Lamoureux E.L., Hassell J.B., Keeffe J.E. The determinants of participation in activities of daily living in people with impaired vision // *American Journal of Ophthalmology*. – 2004. – Vol. 137. – № 2. – P. 265–270.

56. Goldstand S., Koslowe K.C., Parush S. Vision, visual-information processing, and academic performance among seventh-grade schoolchildren: a more significant relationship than we thought? // The American Journal of Occupational Therapy. – 2005. – Vol. 59. – № 4. – P. 377–389.
58. Parent, Teacher, and Student Perspectives on How Corrective Lenses Improve Child Wellbeing and School Function / R.N. Dudovitz [et al.] // Maternal and Child Health Journal. – 2016. – Vol. 20. – № 5. – P. 974–983.
59. A review on the epidemiology of myopia in school children worldwide / A. Grzybowski [et al.] // BMC Ophthalmology. – 2020. – Vol. 20. – № 1. – P. 27.
60. World Health Organization. World Health Report 2004. Changing History. – Geneva: World Health Organization, 2004.
61. World Health Organization. The global burden of disease: 2004 update. – Geneva: WHO, 2008. – 146 p. – ISBN 978-92-4-156371-0..
62. World Health Organization. Classification of Diseases (ICD). – URL: <https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases> (дата обращения: 11.04.2021).
63. Dandona L., Dandona R. Revision of visual impairment definitions in the International Statistical Classification of Diseases // BMC Medicine. – 2006. – Vol. 4. – P. 7.
64. Dandona L., Dandona R. What is the global burden of visual impairment? // BMC Medicine. – 2006. – Vol. 4. – P. 6.
65. Burden of moderate visual impairment in an urban population in southern India / L. Dandona [et al.] // Ophthalmology. – 1999. – Vol. 106. – № 3. – P. 497–504.
66. Pascolini D., Mariotti S.P. Global estimates of visual impairment: 2010 // British Journal of Ophthalmology. – 2012. – Vol. 96. – № 5. – P. 614–618.
67. Causes of vision loss worldwide, 1990–2010: a systematic analysis / R.R.A. Bourne [et al.] // The Lancet. Global Health. – 2013. – Vol. 1. – № 6. – P. e339–e349.
68. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004 / S. Resnikoff [et al.] // Bulletin of the World Health Organization. – 2008. – Vol. 86. – № 1. – P. 63–70.
69. Holden B.A. [et al.] Towards better estimates of uncorrected presbyopia // Bulletin of the World Health Organization. – 2015. – Vol. 93. – № 10. – P. 667.
70. New Systematic Review Methodology for Visual Impairment and Blindness for the 2010 Global Burden of Disease Study / R. Bourne [et al.] // Ophthalmic Epidemiology. – 2013. – Vol. 20. – № 1. – P. 33.
71. Uncorrected refractive error: the major and most easily avoidable cause of vision loss // Community Eye Health. – 2007. – Vol. 20. – № 63. – P. 37–39.
72. Global Burden of Visual Impairment and Blindness / R. Bourne [et al.] // Archives of Ophthalmology. – 2012. – Vol. 130. – № 5. – P. 645–647.
73. Naidoo K, Govender P, Holden B. The uncorrected refractive error challenge. Community Eye Health. 2014;27(88):74-75.

74. Visual impairment, uncorrected refractive error, and objectively measured balance in the United States / J.R. Willis [et al.] // JAMA Ophthalmology. – 2013. – Vol. 131. – № 8. – P. 1049–1056.
75. Vu H.T.V. [et al.] Impact of unilateral and bilateral vision loss on quality of life // The British Journal of Ophthalmology. – 2005. – Vol. 89. – № 3. – P. 360–363.
76. Ball K. [et al.] Driving avoidance and functional impairment in older drivers // Accident Analysis and Prevention. – 1998. – Vol. 30. – № 3. – P. 313–322.
77. Keeffe J.E. [et al.] Vision impairment and older drivers: who's driving? // The British Journal of Ophthalmology. – 2002. – Vol. 86. – № 10. – P. 1118–1121.
78. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis / R.R.A. Bourne [et al.] // The Lancet. Global Health. – 2017. – Vol. 5. – № 9. – P. e888–e897.
79. Vitale S. [et al.] Costs of refractive correction of distance vision impairment in the United States, 1999–2002 // Ophthalmology. – 2006. – Vol. 113. – № 12. – P. 2163–2170.
80. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators, Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Trends in prevalence of blindness and distance and near vision impairment over 30 years // The Lancet. Global Health. – 2020.
81. Sharma P. The pursuit of stereopsis // Journal of AAPOS. – 2018. – Vol. 22, № 1. – P. 2.e1–2.e5.
82. Fielder A.R., Moseley M.J. Does stereopsis matter in humans? // Eye. – 1996. – Vol. 10 (Pt 2). – P. 233–238.
83. Singh P., Sah S., Rawat S.S., et al. Effect of induced anisometropia on stereopsis and surgical tasks in a simulated environment // Indian Journal of Ophthalmology. – 2021. – Vol. 69, № 3. – P. 568–572.
84. Vu H.T.V., Keeffe J.E., McCarty C.A., Taylor H.R. Impact of unilateral and bilateral vision loss on quality of life // The British Journal of Ophthalmology. – 2005. – Vol. 89, № 3. – P. 360–363.
85. McConnell R.A., Wishart P.K., Wells J.A., et al. A survey of the visual acuity of Brisbane drivers // The Medical Journal of Australia. – 1991. – Vol. 155, № 2. – P. 107–111.
86. Vitale S., Cotch M.F., Sperduto R.D. Prevalence of visual impairment in the United States // JAMA. – 2006. – Vol. 295, № 18. – P. 2158–2163.
87. Kempen J.H., Mitchell P., Lee K.E., et al. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia // Archives of Ophthalmology. – 2004. – Vol. 122, № 4. – P. 495–505.
88. Williams K.M., Bertelsen G., Cumberland P., et al. Prevalence of refractive error in Europe: the European Eye Epidemiology (E(3)) Consortium // European Journal of Epidemiology. – 2015. – Vol. 30, № 4. – P. 305–315.

89. Resnikoff S., Pascolini D., Mariotti S.P., Pokharel G.P. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004 // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2008. – Vol. 86. – № 1. – P. 63–70.
90. Holden B.A. The Impact of Myopia and High Myopia: Report of the Joint World Health Organization–Brien Holden Vision Institute Global Scientific Meeting on Myopia. – Sydney: University of New South Wales, 2015. – P. 5.
91. Verlee D.L. Ophthalmic survey in the Solomon Islands // *American Journal of Ophthalmology*. – 1968. – Vol. 66, № 2. – P. 304–319.
92. Jung S.-K., Lee J.H., Kakizaki H., Jee D. Prevalence of myopia and its association with body stature and educational level in 19-year-old male conscripts in Seoul, South Korea // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2012. – Vol. 53, № 9. – P. 5579–5583.
93. Katz J., Tielsch J.M., Sommer A. Prevalence and risk factors for refractive errors in an adult inner city population // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 1997. – Vol. 38, № 2. – P. 334–340.
94. Sperduto R.D., Seigel D.G., Roberts J., Rowland M. Prevalence of myopia in the United States // *Archives of Ophthalmology*. – 1983. – Vol. 101, № 3. – P. 405–407.
95. Eckert K.A., Carter M.J., Lansingh V.C., et al. A simple method for estimating the economic cost of productivity loss due to blindness and moderate to severe visual impairment // *Ophthalmic Epidemiology*. – 2015. – Vol. 22, № 5. – P. 349–355.
96. Flaxman S.R., Bourne R.R.A., Resnikoff S., et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis // *The Lancet Global Health*. – 2017. – Vol. 5, № 12. – P. e1221–e1234.
97. Rudnicka A.R., Kapetanakis V.V., Wathern A.K., et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia: a systematic review and quantitative meta-analysis // *The British Journal of Ophthalmology*. – 2016. – Vol. 100, № 7. – P. 882–890.
98. Nishimura M., Wu W.K., Sran S., et al. Feasibility of a school-based vision screening program to detect undiagnosed visual problems in kindergarten children in Ontario // *CMAJ*. – 2020. – Vol. 192, № 29. – P. E822–E831.
99. Drover J.R., Felius J., Cheng C.S., et al. Prevalence of amblyopia and other vision disorders in young Newfoundland and Labrador children // *Canadian Journal of Ophthalmology*. – 2008. – Vol. 43, № 1. – P. 89–94.
100. Dolgin E. The myopia boom // *Nature*. – 2015. – Vol. 519, № 7543. – P. 276–278.
101. McCullough S.J. Six Year Refractive Change among White Children and Young Adults: Evidence for Significant Increase in Myopia among White UK Children / S.J. McCullough, L. O'Donoghue, K.J. Saunders // *PloS One*. – 2016. – Vol. 11. – № 1. – P. e0146332.
102. Pärssinen O. The increased prevalence of myopia in Finland / O. Pärssinen // *Acta Ophthalmologica*. – 2012. – Vol. 90. – № 6. – P. 497–502.

103. Grandmothers' smoking in pregnancy is associated with a reduced prevalence of early-onset myopia / C. Williams [et al.] // *Scientific Reports*. – 2019. – Vol. 9.
104. Refractive error and visual impairment in Ireland schoolchildren / S.C. Harrington [et al.] // *The British Journal of Ophthalmology*. – 2019. – Vol. 103. – № 8. – P. 1112–1118.
105. The Changing Prevalence of Myopia in Young Adults: A 13-Year Series of Population-Based Prevalence Surveys / Y.B. Dayan [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2005. – Vol. 46. – № 8. – P. 2760–2765.
106. Rosner M. A nation-wide study of myopia prevalence in Israel. Findings in a population of 312,149 young adults / M. Rosner, M. Belkin // *Metabolic, Pediatric, and Systemic Ophthalmology*. – 1991. – Vol. 14. – № 2. – P. 37–41.
107. Prevalence of uncorrected refractive errors among children aged 3–10 years in western Saudi Arabia / N.H.R. Alrahili [et al.] // *Saudi Medical Journal*. – 2017. – Vol. 38. – № 8. – P. 804–810.
108. Visual acuity and refraction by age for children of three different ethnic groups in Paraguay / M.J. Carter [et al.] // *Arquivos Brasileiros De Oftalmologia*. – 2013. – Vol. 76. – № 2. – P. 94–97.
109. Axial Length and Prevalence of Myopia among Schoolchildren in the Equatorial Region of Brazil / E. Yotsukura [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2020. – Vol. 10. – № 1.
110. Refractive Error Study in Children: results from La Florida, Chile / E. Maul [et al.] // *American Journal of Ophthalmology*. – 2000. – Vol. 129. – № 4. – P. 445–454.
111. High Rates of Uncorrected Vision Conditions among Schoolchildren in Rural Queensland, Australia / R.A. Cox [et al.] // *Optometry and Vision Science*. – 2021. – Vol. 98. – № 1. – P. 51–57.
112. Prevalence of refractive errors and visual impairment in schoolchildren in Enugu South-East Nigeria / I.R. Ezegwui [et al.] // *Nigerian Journal of Clinical Practice*. – 2021. – Vol. 24. – № 3. – P. 380.
113. Muma S. The prevalence and causes of visual impairment among children in Kenya – the Kenya eye study / S. Muma, S. Obonyo // *BMC Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 20. – № 1. – P. 399.
114. Refractive errors in children: analysis among preschool and schoolchildren in Tuzla city, Bosnia and Herzegovina / A. Nadarević Vodenčarević [et al.] // *Medicinski Glasnik*. – 2021. – Vol. 18. – № 1.
115. The age-specific prevalence of myopia in Asia: a meta-analysis / C.-W. Pan [et al.] // *Optometry and Vision Science*. – 2015. – Vol. 92. – № 3. – P. 258–266.
116. Minto H., Morjaria P., Naidoo K. Myopia: a serious condition that needs our attention // *Community Eye Health*. – 2019. – Vol. 32, № 105. – P. 1–3.
117. The increasing prevalence of myopia and high myopia among high school students in Fenghua city, eastern China: a 15-year population-based survey / M. Chen [et al.] // *BMC Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 18. – № 1. – P. 159.

118. Study of myopia among aboriginal school children in Taiwan / L.L.-J. Lin [et al.] // *Acta Ophthalmologica*. – 1988. – Vol. 66. – № S185. – P. 34–36.
119. Lin L.L.-K. Morbidity of Myopia among Schoolchildren in Taiwan / L.L.-K. Lin, Y.F. Shih // *Myopia Updates II* / eds. L.L.-K. Lin, Y.-F. Shih, P.T. Hung. – Tokyo: Springer Japan, 2000. – P. 7–10.
120. Association between time spent outdoors and myopia among junior high school students: A 3-wave panel study in China / L. Zhang [et al.] // *Medicine*. – 2020. – Vol. 99. – № 50. – P. e121. Comparison between two autorefractor performances in large-scale vision screening in Chinese school age children / D. Wang [et al.] // *International Journal of Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 13. – № 10. – P. 1660–1666.
122. The progression of refractive error in school-age children: Shunyi district, China / J. Zhao [et al.] // *American Journal of Ophthalmology*. – 2002. – Vol. 134. – № 5. – P. 735–743.
123. Refractive error and visual impairment in urban children in southern China / M. He [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2004. – Vol. 45. – № 3. – P. 793–799.
124. Design, methodology and baseline data of a school-based cohort study in Central China: the Anyang Childhood Eye Study / S.-M. Li [et al.] // *Ophthalmic Epidemiology*. – 2013. – Vol. 20. – № 6. – P. 348–359.
125. High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai / J. Sun [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2012. – Vol. 53. – № 12. – P. 7504–7509.
126. High prevalence of myopia in children and their parents in Hong Kong Chinese Population: the Hong Kong Children Eye Study / J.C. Yam [et al.] // *Acta Ophthalmologica*. – 2020.
127. Current Prevalence of Myopia and Association of Myopia with Environmental Factors Among Schoolchildren in Japan / E. Yotsukura [et al.] // *JAMA Ophthalmology*. – 2019.
128. Prevalence of myopia in Indian schoolchildren: Meta-analysis of last four decades / D. Agarwal [et al.] // *PloS One*. – 2020. – Vol. 15. – № 10. – P. e0240750.
129. Visual impairment and refractive error in schoolchildren in Bhutan: The findings from the Bhutan School Sight Survey (BSSS 2019) / I.P. Sharma [et al.] // *PloS One*. – 2020. – Vol. 15. – № 9. – P. e0239117.
130. Нероев В.В. Организация офтальмологической помощи населению Российской Федерации / В.В. Нероев // *Вестник офтальмологии*. – 2014. – Т. 130. – № 6. – С. 8–12.
131. Шиллер С.И. Медико-социальные аспекты профилактики миопии среди школьников, обучающихся по инновационным программам : дис. ... канд. мед. наук / С.И. Шиллер. – Казань: Казанский государственный медицинский университет, 2012.
132. Либман Е.С. Слепота и инвалидность по зрению в населении России / Е.С. Либман, Е.В. Шахова // *Съезд офтальмологов России*. – 2005. – № 8. – С. 78–79.

133. Распространенность миопии у школьников некоторых регионов России / О.В. Проскурина [и др.] // Офтальмология. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 348–353.
134. Статистический сборник. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2017 г. – Астана: Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, 2018.
135. Аветисов Э.С. Близорукость: практическое пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2002. – 288 с.
136. Аккомодация: руководство для врачей / под ред. Л.А. Катаргиной. – М.: Апрель, 2012. – 136 с.: ил. – ISBN 978-5-905212-16-1
137. Bear J.C. Nearwork and familial resemblances in ocular refraction: a population study in Newfoundland / J.C. Bear, A. Richler, G. Burke // Clinical Genetics. – 1981. – Vol. 19. – № 6. – P. 462–472.
138. Effect of Education on Myopia: Evidence from the United Kingdom ROSLA 1972 Reform / D. Plotnikov [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2020. – Vol. 61. – № 11. – P. 7.
139. Nearwork and myopia in young children / S.M. Saw [et al.] // Lancet. – 2001. – Vol. 357. – № 9253. – P. 390.
140. Nearwork in early-onset myopia / S.-M. Saw [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2002. – Vol. 43. – № 2. – P. 332–339.
141. OECD. Does Homework Perpetuate Inequities in Education? : PISA in Focus / OECD. – Paris: OECD Publishing, 2014.
142. Refractive status and prevalence of refractive errors in suburban school-age children / L.-H. Pi [et al.] // International Journal of Medical Sciences. – 2010. – Vol. 7. – № 6. – P. 342–353.
143. Axial elongation following prolonged near work in myopes and emmetropes / E.C. Woodman [et al.] // The British Journal of Ophthalmology. – 2011. – Vol. 95. – № 5. – P. 652–656.
144. Zylbermann R. The influence of study habits on myopia in Jewish teenagers / R. Zylbermann, D. Landau, D. Berson // Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus. – 1993. – Vol. 30. – № 5. – P. 319–322.
145. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children / J.M. Ip [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2008. – Vol. 49. – № 7. – P. 2903–2910.
146. Sorsby A. Family studies on ocular refraction and its components / A. Sorsby, G.A. Leary, G.R. Fraser // Journal of Medical Genetics. – 1966. – Vol. 3. – № 4. – P. 269–273.
147. Sorsby A., Leary G.A., Sheridan M. Refraction and its components in twins. – London: HM Stationery Office, 1962.
148. Genomewide linkage scan for myopia susceptibility loci among Ashkenazi Jewish families shows evidence of linkage on chromosome 22q12 / D. Stambolian [et al.] // American Journal of Human Genetics. – 2004. – Vol. 75. – № 3. – P. 448–459.

149. Heritability estimate for refractive errors – a population-based sample of adult twins / J.M. Teikari [et al.] // Genetic Epidemiology. – 1988. – Vol. 5. – № 3. – P. 171–181.
150. Genes and environment in refractive error: the twin eye study / C.J. Hammond [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2001. – Vol. 42. – № 6. – P. 1232–1236.
151. The importance of genes and environment for ocular refraction and its determiners: a population-based study among 20–45 year old twins / N. Lyhne [et al.] // The British Journal of Ophthalmology. – 2001. – Vol. 85. – № 12. – P. 1470–1476.
152. The transmission of refractive errors within Eskimo families / F.A. Young [et al.] // American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry. – 1969. – Vol. 46. – № 9. – P. 676–685.
153. Morgan I.G. Myopia: is the nature-nurture debate finally over? / I.G. Morgan, K.A. Rose // Clinical & Experimental Optometry. – 2019. – Vol. 102. – № 1. – P. 3–17.
154. The relationship between education levels, lifestyle, and religion regarding the prevalence of myopia in Israel / S. Armarnik [et al.] // BMC Ophthalmology. – 2021. – Vol. 21. – № 1. – P. 136.
155. A Cohort Study of Incident Myopia in Singaporean Children / S.-M. Saw [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2006. – Vol. 47. – № 5. – P. 1839–1844.
156. The effect of parental history of myopia on children's eye size / K. Zadnik [et al.] // JAMA. – 1994. – Vol. 271. – № 17. – P. 1323–1327.
157. Role of heredity in the genesis of myopia / M. Yap [et al.] // Ophthalmic & Physiological Optics. – 1993. – Vol. 13. – № 3. – P. 316–319.
158. Correlations between familial refractive error and children's non-cycloplegic refractions / J. Hui, L. Peck, H.C. Howland // Vision Research. – 1995. – Vol. 35. – № 9. – P. 1353–1358.
159. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error / D.O. Mutti [et al.] // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2002. – Vol. 43. – № 12. – P. 3633–3640.
- 23462.
160. Zadnik K, Mutti DO, Friedman NE, Adams AJ. Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia. Optom Vis Sci. 1993;70(9):750-758. doi:10.1097/00006324-199309000-00012
161. French A.N., Morgan I.G., Burlutsky G., Mitchell P., Rose K.A. Risk factors for incident myopia in Australian schoolchildren: the Sydney adolescent vascular and eye study // Ophthalmology. – 2013. – Vol. 120, № 10. – P. 2100–2108.
162. Hagen L.A., Gjelle J.V., Arnegard S., et al. Emmetropia is maintained despite continued eye growth from 16 to 18 years of age // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2019. – Vol. 60, № 13. – P. 4178–4186.

163. Simpson C.L., Wojciechowski R., Yee S.S., et al. Exome genotyping and linkage analysis identifies two novel linked regions and replicates two others for myopia in Ashkenazi Jewish families // *BMC Medical Genetics*. – 2019. – Vol. 20, № 1. – P. 27.
164. Simpson C.L., Wojciechowski R., Bailey-Wilson J.E., et al. Genome-wide meta-analysis of myopia and hyperopia provides evidence for replication of 11 loci // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 9, № 9. – P. e107110.
165. Solouki A.M., Verhoeven V.J.M., van Duijn C.M., et al. A genome-wide association study identifies a susceptibility locus for refractive errors and myopia at 15q14 // *Nature Genetics*. – 2010. – Vol. 42, № 10. – P. 897–901.
166. Stambolian D., Ciner E.B., Owens R., et al. Meta-analysis of genome-wide association studies in five cohorts reveals common variants in RBFOX1, a regulator of tissue-specific splicing, associated with refractive error // *Human Molecular Genetics*. – 2013. – Vol. 22, № 13. – P. 2754–2764.
167. Fan Q., Wojciechowski R., Qiao Y., et al. Childhood gene-environment interactions and age-dependent effects of genetic variants associated with refractive error and myopia: The CREAM Consortium // *Scientific Reports*. – 2016. – Vol. 6. – P. 25853.
168. Cheng C.-Y., Schache M., Ikram M.K., et al. Nine loci for ocular axial length identified through genome-wide association studies, including shared loci with refractive error // *American Journal of Human Genetics*. – 2013. – Vol. 93, № 2. – P. 264–277.
169. Jones L.A., Sinnott L.T., Mutti D.O., Mitchell G.L., Moeschberger M.L., Zadnik K. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2007. – Vol. 48, № 8. – P. 3524–3532.
170. Rose K.A., Morgan I.G., Ip J., et al. Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney // *Archives of Ophthalmology* (Chicago, Ill.: 1960). – 2008. – Vol. 126, № 4. – P. 527–530.
171. Rose K.A., Morgan I.G., Smith W., et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children // *Ophthalmology*. – 2008. – Vol. 115, № 8. – P. 1279–1285.
172. Guggenheim J.A., Northstone K., McMahon G., et al. Time outdoors and physical activity as predictors of incident myopia in childhood: a prospective cohort study // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2012. – Vol. 53, № 6. – P. 2856–2865.
173. Wu P.-C., Chen C.-T., Lin K.-K., et al. Myopia prevention and outdoor light intensity in a school-based cluster randomized trial // *Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 125, № 8. – P. 1239–1250.
174. Hobday R. Myopia and daylight in schools: a neglected aspect of public health? // *Perspectives in Public Health*. – 2016. – Vol. 136, № 1. – P. 50–55.
175. Gwiazda J., Hyman L., Norton T.T., et al. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in

- children // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2003. – Vol. 44, № 4. – P. 1492–1500.
176. Cui D., Trier K., Ribel-Madsen S.M. Effect of day length on eye growth, myopia progression, and change of corneal power in myopic children // *Ophthalmology*. – 2013. – Vol. 120, № 5. – P. 1074–1079.
177. Donovan L., Sankaridurg P., Ho A., et al. Myopia progression in Chinese children is slower in summer than in winter // *Optometry and Vision Science*. – 2012. – Vol. 89, № 8. – P. 1196–1202.
178. Fujiwara M., Shibata T., Takahashi Y., et al. Seasonal variation in myopia progression and axial elongation: an evaluation of Japanese children participating in a myopia control trial // *Japanese Journal of Ophthalmology*. – 2012. – Vol. 56, № 4. – P. 401–406.
179. He M., Xiang F., Zeng Y., et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial // *JAMA*. – 2015. – Vol. 314, № 11. – P. 1142–1148.
180. Morgan I.G. Myopia prevention and outdoor light intensity in a school-based cluster randomized trial // *Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 125, № 8. – P. 1251–1252.
181. Rose K.A., Morgan I.G., Ip J., et al. Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney // *Archives of Ophthalmology* (Chicago, Ill.: 1960). – 2008. – Vol. 126, № 4. – P. 527–530.
182. Sherwin J.C., Reacher M.H., Keogh R.H., et al. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis // *Ophthalmology*. – 2012. – Vol. 119, № 10. – P. 2141–2151.
183. Shih Y.F., Chen C.H., Chou A.C., et al. Effects of different concentrations of atropine on controlling myopia in myopic children // *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*. – 1999. – Vol. 15, № 1. – P. 85–90.
184. COMET Group. Myopia stabilization and associated factors among participants in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET) // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2013. – Vol. 54, № 13. – P. 7871–7884.
185. Resnikoff S., Pararajasegaram R. Blindness prevention programmes: past, present, and future // *Bulletin of the World Health Organization*. – 2001. – Vol. 79, № 3. – P. 222–226.
186. Gilbert C., Minto H., Morjaria P., Khan I. Standard school eye health guidelines for low and middle-income countries. – London: International Agency for the Prevention of Blindness, 2018. – 96 c.
187. Limburg H., Vaidyanathan K., Dalal H.P. Cost-effective screening of schoolchildren for refractive errors // *World Health Forum*. – 1995. – Vol. 16, № 2. – P. 173–178.
188. Tang K.-C., Nutbeam D., Aldinger C., et al. Schools for health, education and development: a call for action // *Health Promotion International*. – 2009. – Vol. 24, № 1. – P. 68–77.

189. Powell C., Wedner S., Hatt S.R. Vision screening for correctable visual acuity deficits in school-age children and adolescents // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2004. – № 4.
190. Nawaysir S., Al-Shehri A., Khan M.I., et al. Comparison of outcomes of vision and eye screening of children of four orphanages and school children of Riyadh // *Middle East African Journal of Ophthalmology*. – 2020. – Vol. 27, № 3. – P. 172–176.
191. Khandekar R., Gogri U., Al-Harby S. Changing trends in myopia among schoolchildren in Oman: screening information over 11 years // *Oman Journal of Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 11, № 3. – P. 232–236.
192. Wedner S.H., Ross D.A., Balira R., et al. Myopia in secondary school students in Mwanza City, Tanzania: the need for a national screening programme // *The British Journal of Ophthalmology*. – 2002. – Vol. 86, № 11. – P. 1200–1206.
193. Baltussen R., Naus J., Limburg H. Cost-effectiveness of screening and correcting refractive errors in school children in Africa, Asia, America and Europe // *Health Policy (Amsterdam, Netherlands)*. – 2009. – Vol. 89, № 2. – P. 201–215.
194. Evans J.R., Morjaria P., Powell C. Vision screening for correctable visual acuity deficits in school-age children and adolescents // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2018. – № 2.
195. Sommer A., Taylor H.R., Ravilla T.D., et al. Challenges of ophthalmic care in the developing world // *JAMA Ophthalmology*. – 2014. – Vol. 132, № 5. – P. 640–644.
196. Bechange S., Schmidt E., Ruddock A., et al. Strengths and weaknesses of eye care services in sub-Saharan Africa: a meta-synthesis of eye health system assessments // *BMC Health Services Research*. – 2020. – Vol. 20, № 1. – P. 381.
197. Jose R., Sachdeva S. School eye screening and the National Program for Control of Blindness // *Indian Pediatrics*. – 2009. – Vol. 46, № 3. – P. 205–208.
198. Shukla P., Vashist P., Tandon R., et al. Assessing the inclusion of primary school children in vision screening for refractive error program of India // *Indian Journal of Ophthalmology*. – 2018. – Vol. 66, № 7. – P. 935–939.
199. Teerawattananon K., Rattanavipapong W., Yothasamut J., et al. Assessing the accuracy and feasibility of a refractive error screening program conducted by school teachers in pre-primary and primary schools in Thailand // *PLoS ONE*. – 2014. – Vol. 9, № 6.
200. Latorre-Arteaga S., Gil-González D., Vives-Cases C., et al. Reducing visual deficits caused by refractive errors in school and preschool children: results of a pilot school program in the Andean region of Apurimac, Peru // *Global Health Action*. – 2014. – Vol. 7. – P. 22656.
201. Nishimura M., Renaud J., McCulloch D.L., et al. Choosing appropriate tools and referral criteria for vision screening of children aged 4–5 years in Canada: a quantitative analysis // *BMJ Open*. – 2019. – Vol. 9, № 9.
202. Vision in Preschoolers Study Group. Preschool vision screening tests administered by nurse screeners compared with lay screeners in the Vision in

- Preschoolers Study // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2005. – Vol. 46, № 8. – P. 2639–2648.
203. Wang L., Zhang M., Ma X., et al. The cost-effectiveness of alternative vision screening models among preschool children in rural China // Acta Ophthalmologica. – 2019. – Vol. 97, № 3. – P. e419–e425.
204. Sharma A., Congdon N., Patel M., et al. School-based approaches to the correction of refractive error in children // Survey of Ophthalmology. – 2012. – Vol. 57, № 3. – P. 272–283.
205. Mathers M., Keyes M., Wright M. A review of the evidence on the effectiveness of children's vision screening // Child: Care, Health and Development. – 2010. – Vol. 36. – P. 756–780.
206. Preslan M.W., Novak A. Baltimore Vision Screening Project. Phase 2 // Ophthalmology. – 1998. – Vol. 105, № 1. – P. 150–153.
207. Vision Screening – American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus [Электронный ресурс]. – URL: <https://aapos.org/glossary/vision-screening-description> (дата обращения: 11.04.2021).
208. Kvarnström G., Jakobsson P., Lennerstrand G. Screening for visual and ocular disorders in children: evaluation of the system in Sweden // Acta Paediatrica. – 1998. – Vol. 87, № 11. – P. 1173–1179.
209. Kvarnström G., Jakobsson P., Lennerstrand G. Visual screening of Swedish children: an ophthalmological evaluation // Acta Ophthalmologica Scandinavica. – 2001. – Vol. 79, № 3. – P. 240–244.
210. Thorisdottir R.L., Sörensen K., Halldórsson G.H., et al. The impact of vision screening in preschool children on visual function in the Swedish adult population // Acta Ophthalmologica. – 2019. – Vol. 97, № 8. – P. 793–797.
211. Høeg T.B., Moldow B., Ellwein L.B., et al. Danish Rural Eye Study: the association of preschool vision screening with the prevalence of amblyopia // Acta Ophthalmologica. – 2015. – Vol. 93, № 4. – P. 322–329.
212. Lester B.A. Comparing the cost-effectiveness of school eye screening versus a primary eye care model to provide refractive error services for children in India // Community Eye Health. – 2007. – Vol. 20, № 61. – P. 15.
213. Limburg H., Kansara H.T., d'Souza S. Results of school eye screening of 5.4 million children in India: a five-year follow-up study // Acta Ophthalmologica Scandinavica. – 1999. – Vol. 77, № 3. – P. 310–314.
214. Gursoy H., Basmak H., Yaz Y., et al. Vision screening in children entering school: Eskisehir, Turkey // Ophthalmic Epidemiology. – 2013. – Vol. 20, № 4. – P. 232–238.
215. Worku Y., Bayu S. Screening for ocular abnormalities and subnormal vision in school children of Butajira Town, southern Ethiopia // Ethiopian Journal of Health Development. – 2002. – Vol. 16, № 2. – P. 165–171.
216. Hamm L.M., Black J., Dai S., et al. Evaluation of vision screening of 5–15-year-old children in three Tongan schools: comparison of The Auckland Optotypes and Lea

- symbols // *Clinical & Experimental Optometry*. – 2020. – Vol. 103, № 3. – P. 353–360.
217. Cummings G.E. Vision screening in junior schools // *Public Health*. – 1996. – Vol. 110, № 6. – P. 369–372.
218. Jewell G., Reeves B.C., Al-Bermani N.S., et al. The effectiveness of vision screening by school nurses in secondary school // *Archives of Disease in Childhood*. – 1994. – Vol. 70, № 1. – P. 14–18.
219. Bruce A., Fairley L., Chambers B., et al. Prevalence of, and risk factors for, presenting visual impairment: findings from a vision screening programme based on UK NSC guidance in a multi-ethnic population // *Eye*. – 2018. – Vol. 32, № 10. – P. 1599–1607
220. Peterseim M.M.W., Papa C.E., Wilson M.E., Cheeseman E.W., Wolf B.J. Photoscreeners in the Pediatric Eye Office: Compared Testability and Refractions on High-Risk Children // *American Journal of Ophthalmology*. – 2014. – Vol. 158, № 5. – P. 932–938.
221. Dandona R., Dandona L., Srinivas M., Sahare P., Narsaiah S., Munoz S.R., Pokharel G.P., Ellwein L.B. Refractive error in children in a rural population in India // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2002. – Vol. 43, № 3. – P. 615–622.
222. Pokharel G.P., Negrel A.D., Munoz S.R., Ellwein L.B. Refractive Error Study in Children: results from Mechi Zone, Nepal // *American Journal of Ophthalmology*. – 2000. – Vol. 129, № 4. – P. 436–444.
223. Zhao J., Pan X., Sui R., Munoz S.R., Sperduto R.D., Ellwein L.B. Refractive Error Study in Children: results from Shunyi District, China // *American Journal of Ophthalmology*. – 2000. – Vol. 129, № 4. – P. 427–435.
224. Donahue S.P., Arthur B., Neely D.E., Arnold R.W., Silbert D., Ruben J.B. Guidelines for automated preschool vision screening: a 10-year, evidence-based update // *Journal of AAPOS*. – 2013. – Vol. 17, № 1. – P. 4–8.
225. Nathan N.R., Donahue S.P. Modification of Plusoptix referral criteria to enhance sensitivity and specificity during pediatric vision screening // *Journal of AAPOS*. – 2011. – Vol. 15, № 6. – P. 551–555.
226. Agarwal A., Ashutiani M., Mukherjee A. Comparing low-cost handheld autorefractors: A practical approach to measuring refraction in low-resource settings // *PLoS ONE*. – 2019. – Vol. 14, № 10.
227. Singman E.L., Matta N.S., Tian J., Silbert D. A comparison of referral criteria used by the plusoptiX photoscreener // *Strabismus*. – 2013. – Vol. 21, № 3. – P. 190–194.
228. Yanovitch T.L., Lim R., Freedman S.F., Hunter D.G., Reddix J., Buckley E.G. The accuracy of photoscreening at detecting treatable ocular conditions in children with Down syndrome // *Journal of AAPOS*. – 2010. – Vol. 14, № 6. – P. 472–477.
229. Paff T., Oudesluijs-Murphy A.M., Wolterbeek R., Tijmes N.T., Boersma H., Verkerk P.H. Screening for refractive errors in children: the plusoptiX S08 and the

- Retinomax K-plus2 performed by a lay screener compared to cycloplegic retinoscopy // Journal of AAPOS. – 2010. – Vol. 14, № 6. – P. 478–483.
230. Pathipati A.S., Ko J.M., Zupancic J., Adelman R.A. Visual acuity measured with a smartphone app is more accurate than Snellen testing by emergency department providers // Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. – 2016. – Vol. 254, № 6. – P. 1175–1180.
231. de Venecia B., Athanasiadis D.I., Tanaka M.G., Lambert S.R. Validation of Peek Acuity application in pediatric screening programs in Paraguay // International Journal of Ophthalmology. – 2018. – Vol. 11, № 8. – P. 1384–1389.
232. Arnold R.W., Armitage M.D., Gionet E.G. Evaluation of a smartphone photoscreening app to detect refractive amblyopia risk factors in children aged 1–6 years // Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.). – 2018. – Vol. 12. – P. 1533–1537.
233. Yamada T., Matsumura H., Goseki T., et al. A new computer-based pediatric vision-screening test // Journal of AAPOS. – 2015. – Vol. 19, № 2. – P. 157–162.
234. Evans J.R., Morjaria P., Powell C. Vision screening for correctable visual acuity deficits in school-age children and adolescents // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2018. – Vol. 2. – Art. No.: CD005023
235. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к объектам образования»: приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 5 августа 2021 года № ҚР ДСМ-76. – Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 6 августа 2021 года № 23890.
236. Об утверждении государственных общеобязательных стандартов образования всех уровней образования: приказ Министра просвещения Республики Казахстан от 3 августа 2022 года № 348. – Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 5 августа 2022 года № 29031.
237. Об утверждении типовых учебных планов начального, основного среднего, общего среднего образования Республики Казахстан: приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 8 ноября 2012 года № 500. – Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 10 декабря 2012 года № 8170.
238. Национальный сборник статистических данных «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2017 году» = Қазақстан Республикасы халқының денсаулығы және денсаулық сақтау ұйымдарының қызметі. – Астана: Министерство здравоохранения Республики Казахстан, 2019. – 354 с. – ISBN 978-601-305-283-0.
239. Assessment of the prevalence of visual impairment attributable to refractive error or other causes in schoolchildren: Protocol and manual. – Geneva: World Health Organization, 2007. – 33 p.
240. Об утверждении строительных норм Республики Казахстан: Постановление Правительства Республики Казахстан от 26 декабря 2018 года № 888.
241. СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях: утв.

постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 29 декабря 2010 г. № 189.

242. СН РК 1.01-01-2011. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства. Основные положения (с изменениями от 12.05.2014 г.). – Астана: Министерство национальной экономики РК, 2014. – 48 с.

243. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009613536. Программа для дистантного скринингового обследования зрения (ДВС) / Черных В.В. и др.; Правообладатель: ФГУ «МНТК «Микрохирургии глаза» им. акад. С.Н. Федорова». – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 01.07.2009. – Заявка № 2009612240 от 14.05.2009.

244. Morgan I.G., Ohno-Matsui K., Saw S.-M. Myopia // *The Lancet* (London, England). – 2012. – Vol. 379, № 9827. – P. 1739–1748.

245. Искакбаева Д. Изучение частоты близорукости у школьников г. Алматы и разработка методов её лечения : дис. ... канд. мед. наук. – Алматы, 2004. – 95 с.

246. Aldasheva N., Iskakbayeva J., Mukazhanova A. The structure of refractive errors in schoolchildren of Almaty // *Вестник КазНМУ*. – 2019. – № 2. – С. 41–43.

247. Мукажанова А.С. Распространенность миопии у учащихся общеобразовательных и гимназических школ г. Алматы // *Вестник Медицинского центра Управления Делами Президента Республики Казахстан*. – 2020. – Т. 78, № 1. – С. 40–44.

248. Mukazhanova A., Aldasheva N., Iskakbayeva J., Bakhytbek R., Ualiyeva A., Baigonova K., Ongarbaeva D., Vinnikov D. Prevalence of refractive errors and risk factors for myopia among schoolchildren of Almaty, Kazakhstan: A cross-sectional study // *PLoS One*. – 2022. – Vol. 17, № 6. – e0269474. – DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269474>

249. Свидетельство о внесении сведений в Государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. Программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у школьников (этапность) / Дошаканова А.Б., Искакбаева Ж.С., Мукажанова А.С., Бахытбек Р.Б. – № 414 от 05.11.2018.

250. Akhmedyanova Z., Assykbayeva A., Kadrallyeva E., Tuletova A., Mukazhanova A., Akhmetov K. The prevalence of refractive errors and risk factors for the formation of myopia in schoolchildren in the city of Astana // *Астана медициналық журналы*. – 2023. – Т. 119, № 4. – С. 42–48.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Анкета для родителей школьников

ФИО ребенка _____

Дата рождения ребенка ____/____/____

Школа, класс _____

Необходимо поставить + если Вы согласны с утверждением

1. Есть ли у Вашего ребенка проблемы со зрением?	
2. Сколько времени ребенок проводит на улице в день?	
• менее 1 часа в день	
• от 1 до 2 часов в день	
• более 2 часов в день	
3. Сколько времени ребенок проводит за работой вблизи (чтение, рисование, рукоделие, уроки и др) – время в школе не учитывается	
• менее 1 часа в день	
• от 1 до 2 часов в день	
• более 2 часов в день	
4. Сколько времени ребенок проводит за гаджетами (компьютер, мобильный телефон, игровые консоли и т.д.)	
• менее 1 часа в день	
• от 1 до 2 часов в день	
• более 2 часов в день	
5. Посещает ли Ваш ребенок спортивные занятия (кружки, секции)?	
• нет	
• да,	
6. Есть ли в близорукость у биологических родителей ребенка?	
• нет	
• да, у одного из родителей	
• да, у обоих родителей	
7. В какую смену обучается ребенок в школе?	
• до обеда (1 смена)	
• после обеда (2 смена)	
• полный день (с утра до вечера, школа продленного дня)	

Благодарим Вас за участие в опросе!

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

КАРТА ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ШКОЛЬНИКА

Дата осмотра _____

ФИО ребенка _____

Возраст _____

Школа _____

Класс _____

Посещение спортивных секций, кружков _____

Наличие сопутствующей патологии _____

Наличие аномалии рефракции у родителей: мама _____; папа _____

ДАННЫЕ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ РЕБЕНКА

	Правый глаз - OD			Левый глаз - OS		
Острота зрения на узкий зрачок без коррекции						
Острота зрения на узкий зрачок с максимальной коррекцией						
Запас относительной аккомодации						
Данные скиаскопии						
Данные рефрактометрии	sph	cyl	ax	sph	cyl	ax
Острота зрения на широкий зрачок						

Офтальмоскопия	ДЗН макула сосуды периферия	ДЗН макула сосуды периферия
Ультразвуковое исследование глаз	ПЗО: ПГДГ: ПК: хр:	ПЗО: ПГДГ: ПК: хр:
Циклоскопия		
HRT		
ЭФИ ЗВП/ЭРГ		
ОСТ		

Примечания _____

Рекомендации _____

Контакты родителей _____

Врач _____

Дата _____

ПРИЛОЖЕНИЕ В

СОГЛАСИЕ НА ОБСЛЕДОВАНИЕ

« ____ » _____ 20 ____ года

Я, _____,

(Фамилия, Имя, Отчество полностью)

удостоверение личности № _____ от _____ выдано _____

проживающий (ая) по адресу _____

являясь законным представителем (матерью, отцом, усыновителем, опекуном, попечителем - подчеркнуть)

(фамилия, имя, отчество ребенка - полностью)

настоящим даю свое согласие на офтальмологическое обследование ребенка, включающее в себя проверку остроты зрения, определение авторефракции с использованием капель для медикаментозного расширения зрачка; а также даю свое согласие на тестирование моего ребенка с использованием Программы для дистантного скринингового обследования зрения (ДВС) / Software tool for distant screening vision examination.

Я информирован о целях, объеме, характере предлагаемого тестирования;

Я даю свое согласие на обработку и использование результатов тестирования.

Я имел возможность задать любые интересующие меня вопросы касательно предстоящего тестирования и получил на них исчерпывающие ответы;

Я подтверждаю, что решение о проведении тестирования является моим собственным, добровольным и было принято без принуждения или навязывания чьей-либо воли и мысли.

Подпись: _____ / _____

(Ф.И.О. полностью, подпись)

ТЕКСЕРУГЕ КЕЛІСІМ

« ____ » _____ 20 ____ жыл

Мен, _____,

(толық аты-жөні)

жеке куәлік № _____ берілген кезі _____ берген мекеме _____

тұрғылықты мекен-жайы _____,

Занды өкілі бола тұра (анасы, әкесі, асырап алушы, қорғаншы, қамқоршы)

(баланың толық-аты жөні)

осымен баламды көз көргіштігін тексеруді, қарашықты дәрі-дәрмекпен кеңейтуге арналған тамшыларды пайдалана отырып авторефракцияны анықтауды қамтитын офтальмологиялық тексеруге өз келісімді бермін; және де баламды көру қабылетін зерттеу үшін (ДВС) / Software tool for distant screening vision examination дистантты скринингті бағдарламаны пайдалана отырып тестілеуге келісімді бермін.

Ұсынылған тестілеу бағдарламасының мақсаты, көлемі, мазмұны туралы ақпарат алдым;

Мен тестілеудің қорытындысына өз келісімді бермін.

Мен тестілеу бағдарламасының өзіме қызықтырған сұрақтарыма өз жауабымды алдым.

Мен тестілеуді өткізудегі шешімді өз қалауыммен, өз еркіммен, сырттан ешкімнің мәжбірлеуінсіз, басқа біреудің кезқарасынсыз, өз еркіммен қабылдағанымды растаймын.

Қолы _____ / _____

(Толық аты-жөні, қолы)

СОГЛАСИЕ НА ОБРАБОТКУ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

«___» _____ 20__ года

Я, _____,

(Фамилия, Имя, Отчество полностью)

удостоверение личности № _____ от _____ выдано _____

проживающий (ая) по адресу: _____,

являясь законным представителем (матерью, отцом, усыновителем, опекуном, попечителем - подчеркнуть)

(фамилия, имя, отчество ребенка - полностью)

настоящим даю свое согласие ТОО «Казахский Научно-исследовательский институт глазных болезней» на обработку персональных данных моего ребенка (включая получение от меня и/или от любых третьих лиц, с учетом требований действующего законодательства РК), и подтверждаю, что, давая такое согласие, я действую своей волей и в своем интересе.

Согласие дается мною для целей использования в Программе для дистантного скринингового обследования зрения (ДВС)/Software tool for distant screening vision examination (DVS) и распространяется на следующую информацию: фамилия, имя, отчество, год, месяц, дата рождения, домашний адрес и телефон, учебное заведение и класс (далее - «Персональные данные»).

Настоящее согласие дается сроком на один год, после чего может быть отозвано путем направления мною соответствующего письменного уведомления не менее чем за два месяца до момента отзыва согласия. Об уничтожении персональных данных меня можно уведомить посредством одной из доступных средств связи (почта, телефон, эл. почта).

Настоящее согласие предоставляется на осуществление любых действий в отношении персональных данных, которые необходимы или желаемы для достижения указанных выше целей, включая, без ограничения: сбор, систематизацию, накопление, хранение, уточнение (обновление, изменение), использование, распространение (в том числе передача), обезличивание, блокирование, уничтожение, а также осуществление любых иных действий с Персональными данными с учетом действующего законодательства.

Обработка Персональных данных осуществляется с применением следующих основных способов (но, не ограничиваясь ими): хранение, запись на электронные носители и их хранение, составление перечней, маркировка.

Настоящим я признаю и подтверждаю, что в случае необходимости предоставления Персональных данных для достижения указанных выше целей третьему лицу, ТОО «Казахский Научно-исследовательский институт глазных болезней» вправе в необходимом объеме раскрывать для совершения вышеуказанных действий информацию о моем ребенке (включая его Персональные данные) таким третьим лицам, их агентам и иным уполномоченным ими лицам, а также предоставлять таким лицам соответствующие документы, содержащие такую информацию.

(Ф.И.О. полностью, подпись)

ДЕРБЕС МӘЛІМЕТТЕРДІ ТАЛДАУҒА КЕЛІСІМ

«___» _____ 20__ жыл

Мен, _____,

(толық аты-жөні)

жеке куәлік № _____ берілген кезі _____ берген мекеме _____

тұрғылықты мекен-жайы _____,

Занды өкілі бола тұра (анасы, әкесі, асырап алушы, қорғаншы, қамқоршы)

(баланың толық аты-жөні)

осымен балама тестілеуді талдауға келісімді беремін (ҚР қолданыстағы заңнамасының талаптарын ескере отырып, менен, және /немесе кез - келген үшінші тұлғадан) баламаның дербес деректерін алуға, келісімді бере отырып, ерікті және өз мүдделіме әрекет еттім.

Келісім берудегі мақсатым, көздің көру қабылетін зерттеу, дистанциондық скринингтік бағдарламаға (ДВС)/ Software tool for distant screening vision examination (DVS) және мына мәліметтер мен таратылады: тегі, әкесінің аты, жасы, және ұялы телефоны, оқитын жері мен сыныбы (жеке мәліметтер).

Осы келісім бір жыл мерзімге беріледі, бұдан кейін келісімді кері қайтарудан екі ай бұрын мерзімнен кем емес уақытта тиісті жазбаша хабарлама жолдауы жолымен кері қайтаруға болады. Дербес деректерін жою туралы мені қол жетімді байланыс түрлерінің түрімен (почта, телефон, эл. почта) хабарлар етуге болады.

Осы келісім арқылы жеке мәліметтерге, кез-келген іс әрекеттерді жүзеге асыруға болады, жету мақсатында немесе қажет жағдайда шексіз қолдануға.

Жүйелендіру, құру, сақтау, дәлелдеу, жинау, тарату, бұзғаттау, жою, сонымен қатар заң аясында жеке мәліметтерді өңдеу келесі жолдар арқылы жүзеге асырылды, сақтау, эл жүйемен жазу және оны сақтау, тісімізді құрастыру, танбалау.

Осымен мен жоғарыда көрсетілген мақсаттарға қол жеткізу үшін дербес деректерді үшінші тұлғаға беру қажет болған жағдайда, "Қазақ көз аурулары ғылыми-зерттеу институты" ЖШС жоғарыда көрсетілген әрекеттерді жасау үшін менің балам туралы ақпаратты (оның дербес деректерін қоса алғанда) осындай үшінші тұлғаларға, олардың агенттеріне және олар уәкілеттік берген өзге де тұлғаларға қажетті көлемде ашуға құқылы екенін мойындаймын және растаймын сондай-ақ мұндай тұлғаларға осындай ақпаратты қамтитын тиісті құжаттарды ұсынуға міндетті.

Жоғарыда көрсетілген сәйкестіктерді есепке ала отырып, және кез келген үшінші тұлға жеке мәліметтерді өңдеуге, талабына сәйкес келісім беремін.

Қолы _____ /

(Толық аты-жөні, қолы)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ПРОГРАММА ПРОФИЛАКТИКИ РАЗВИТИЯ И ПРОГРЕССИРОВАНИЯ АНОМАЛИЙ РЕФРАКЦИИ У ШКОЛЬНИКОВ (ЭТАПНОСТЬ)



*- плеопто-ортоптическое лечение проводится в условиях районной или городской поликлиники при наличии соответствующего оборудования. При его отсутствии - в кабинете охраны зрения детей.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**

**АВТОРЛЫҚ ҚҰҚЫҚПЕН ҚОРҒАЛАТЫН ОБЪЕКТІЛЕРГЕ ҚҰҚЫҚТАРДЫҢ
МЕМЛЕКЕТТІК ТІЗІЛІМГЕ МӘЛІМЕТТЕРДІ ЕНГІЗУ ТУРАЛЫ**

КУӘЛІК

2018 жылғы « 5 » қараша № 414

Автордың (лардың) жөні, аты, әкесінің аты (егер ол жеке басын куәландыратын құжатта көрсетілсе):

ДОШАКАНОВА АСЕЛЬ БАЙДАУЕТОВНА, ИСКАКБАЕВА ДЖУЛДЫЗ СЕЙТХАНОВНА, МУКАЖАНОВА АЙНАГУЛЬ СЕРИКОВНА, БАХЫТБЕК РАУШАН БАХЫТБЕКОВЫ

Авторлық құқық объектісі: ғылыми туынды
«Программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у

Объектінің атауы: школьников (этапность)»

Объектіні жасаған күні: 01.09.2018

СВИДЕТЕЛЬСТВО

**О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР
ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

№ 414 . от « 5 » ноября 2018 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ов):

ДОШАКАНОВА АСЕЛЬ БАЙДАУЕТОВНА, ИСКАКБАЕВА ДЖУЛДЫЗ СЕЙТХАНОВНА, МУКАЖАНОВА АЙНАГУЛЬ СЕРИКОВНА, БАХЫТБЕК РАУШАН БАХЫТБЕКОВЫ

Вид объекта авторского права: произведение науки
«Программа профилактики развития и прогрессирования аномалий рефракции у

Название объекта: школьников (этапность)»

Дата создания объекта: 01.09.2018





Құжат түпнұсқалығын <http://www.kazpatent.kz/ru> сайтының
"Авторлық құқық" бөлімінде тексеруге болады <https://copyright.kazpatent.kz>

Подлинность документа возможно проверить на сайте kazpatent.kz
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

Подписано ЭЦП Оспанов Е. К.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Информационный листок для родителей «Аномалии рефракции. Миопия»

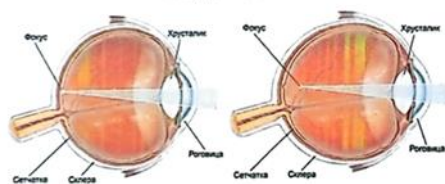
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИСТ ДЛЯ РОДИТЕЛЕЙ

АНОМАЛИИ РЕФРАКЦИИ. МИОПИЯ

Что такое миопия и почему это важно

Миопия (близорукость) — это нарушение зрения, при котором ребёнок чётко видит вблизи, но плохо видит вдаль. Она может быстро прогрессировать, особенно в школьные годы. Высокая степень миопии увеличивает риск серьёзных проблем с глазами во взрослом возрасте — от отслойки сетчатки до глаукомы.

Фокусировка изображения в глазу с нормальным зрением и в глазу при миопии



Что может помочь нашим детям сохранить зрение?

Зрительная нагрузка и отдых

Учёба, чтение, гаджеты — всё это напрягает глаза. Следите за правильной осанкой ребёнка, расстоянием от глаз до книги (не менее 30–40 см), и хорошим освещением. Помогите ребёнку делать перерывы: каждые 20–30 минут нужно 5 минут смотреть вдаль (посмотреть в окно, выйти в коридор школы или во двор).

Прогулки и дневной свет

Свежий воздух и естественный свет — лучшая профилактика миопии. Учёные доказали: дети, которые гуляют минимум 2 часа в день, реже сталкиваются с прогрессирующей близорукостью. Даже в пасмурную погоду полезно выйти на улицу.

Удобное рабочее место

Стол и стул должны соответствовать росту ребёнка. Освещение рабочего места должно быть ярким, но не слепящим (естественным или нейтральным искусственным светом). Освещение должно идти слева (для правой).



Ограничение экранного времени

Чем младше ребёнок — тем чувствительнее его зрение. Телефон, телевизор или планшет — не игрушка на весь день. Старайтесь ограничить общее экранное время до 1–2 часов в день. Лучше предложить настольные игры, прогулку или активные занятия.

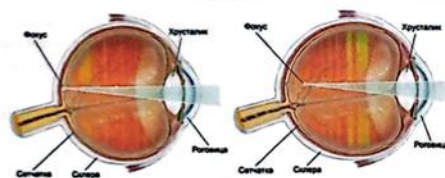
АТАНАЛАРҒА АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ПАРАҚША

РЕФРАКЦИЯ АНОМАЛИЯЛАРЫ. МИОПИЯ

Миопия дегеніміз не және ол неліктен маңызды?

Миопия (жақыннан көргіштік) — бұл алыстағы нысандарды анық көре алмауымен сипатталатын көру қабілетінің бұзылысы. Балаларда, әсіресе мектеп жасында, ол тез дамуы мүмкін. Миопияның жоғары деңгейі ересек шақта көзге байланысты ауыр асқынулардың (торқабықтың ажырауы, глаукома және т.б.) пайда болу қаупін арттырады.

Көру мүшесінде кескіннің қалыпты және миопия кезіндегі фокус түсу ерекшелігі



Баланың көруін сақтауға не көмектесе алады?

Көру жүктемесі мен үзіліс жасау

Сабақ оқу, кітап, гаджеттер — мұның бәрі көзге күш түсіреді. Баланың дұрыс отыруына, көз бен кітап арасындағы қашықтықтың (кем дегенде 30–40 см) сақталуына және жарықтың жеткілікті болуына назар аударыңыз. Әр 20–30 минут сайын 5 минуттық үзіліс жасап, алысқа қарауға көмектесіңіз (мысалы, терезеге қарау, дәлізге немесе мектеп ауласына шығу).

Серуендеу және табиғи жарық

Таза ауа мен күн сәулесі — миопияның алдын алудың ең жақсы тәсілі. Ғалымдардың айтуынша, күніне кемінде 2 сағат серуендейтін балаларда миопия баяу дамиды. Бұлтты күндері де далаға шығу пайдалы.

Ыңғайлы жұмыс орны

Үстел мен орындық баланың бойына сай болуы керек. Жұмыс орнының жарығы жарық әрі көзді шағылыстырмайтын болуы тиіс (табиғи немесе бейтарап жасанды жарық). Жарық оңқай балалар үшін сол жақтан түсуі керек.



Экран алдында өткізетін уақытты шектеу

Баланың жасы неғұрлым кіші болса, оның көзі де соғұрлым сезімтал болады. Телефон, планшет, теледидар — күні бойы ойнайтын ойыншық емес. Экран алдындағы жалпы уақытты күніне 1–2 сағатпен шектеуге тырысыңыз. Оның орнына үстел ойындары, серуен немесе белсенді ойындар ұсыныңыз.