

UOT: 617.753.2-053.2

Səmədova C.H., Vəlizadə N.A., Əmirova A.Y.

MƏKTƏBƏQƏDƏR VƏ AZYAŞLI MƏKTƏBLİ UŞAQLARDA MİOPIYANIN İNKİŞAFINDA İRSİ MEYİLLİLİYİN VƏ HİPERMETROPIYA EHTİYATININ ROLUNUN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ. MİOPIYA XXI ƏSRİN "VƏBASİ" KİMİ

<https://doi.org/10.71110/ajo791020251702532738>

Akademik Zərifə Əliyeva adına
Milli Oftalmologiya Mərkəzi,
Cavadxan küç., 32/15
AZ1114, Bakı şəh., Azərbaycan

Korrespondensiya üçün:

Səmədova Cəmilə Heybər, t.ü.f.d,
Akademik Zərifə Əliyeva adına
Milli Oftalmologiya Mərkəzinin
"Refraktiv patologiya və
oftalmoerqonomika"
şöbəsinin elmi işçisi
E-mail: jemasam@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0003-7590-7651>

İstinad üçün:

Səmədova C.H., Vəlizadə N.A.,
Əmirova A.Y. Məktəbəqədər
və azyaşlı məktəbli uşaqlarda
miopiyanın inkişafında irsi
meyilliliyin və hipermetropiya
ehtiyatının rolunun
qiymətləndirilməsi. Miopiya XXI
əsrin "Vəbası" kimi. Azərbaycan
Oftalmologiya Jurnalı, 2025, 17; 2
(53): 27-38. (Rus dilində)

Müəlliflərin iştirakı:

Tədqiqatın anlayışı və dizaynı:
Səmədova D.X., Vəlizadə N.A.,
Əmirova A.Y.
Materialın toplanması və işlənməsi:
Səmədova D.X., Vəlizadə N.A.,
Əmirova A.Y.
Mətnin yazılması:
Səmədova D.X., Vəlizadə N.A.,
Əmirova A.Y.
Redaktə:
Səmədova D.X., Vəlizadə N.A.,
Əmirova A.Y.

*Müəlliflər münafiqələrin
(maliyyə, şəxsi, peşəkar və digər
maraqları) olmamasını təsdiqləyirlər*

Daxil olmuşdur 09.02.2025
Çapa qəbul olunmuşdur 13.06.2025

XÜLASƏ

Məqsəd – məktəbəqədər və ibtidai məktəb yaşlı uşaqlarda irsi meyilliliyin və hipermetropiya ehtiyatının miopiyanın inkişafı riskinə təsirini qiymətləndirmək.

Material və metodlar

Tədqiqata orta yaşlı $6,0 \pm 0,8$ olan 200 emmetropik refraksiyaya malik uşaq daxil edilmişdir. Müşahidə müddəti ən azı 2 ildir. Uşaqlar hipermetropiya ehtiyatının səviyyəsinə əsasən iki qrupa bölünmüşdür: $(+0,75$ D (miopiyanın inkişaf riski aşağı) və $(+0,75$ D (miopiyanın inkişaf riski yüksək). Əlavə olaraq, valideynlərdən birində və ya hər ikisində miopiyanın olması nəzərə alınmışdır. Statistik analiz üçün təsviri statistika, Pirsən korelyasiya əmsalı, logistik reqressiya, OR (odds ratio), RR (relative risk), RERI (Relative Excess Risk due to Interaction) istifadə edilmişdir.

Nəticələr

Miopiya uşaqların 62%-də inkişaf etmişdir. Miopiya ilə irsi meyillilik ($r = 0,394$) və aşağı hipermetropiya ehtiyatı ($r = -0,371$) arasında statistik əhəmiyyətli əlaqə müəyyən edilmişdir ($p < 0,001$). Hər iki amil müstəqil prediktor kimi qiymətləndirilmişdir: irsi meyillilik üçün düzəldilmiş OR = 4,71, hipermetropiya ehtiyatı üçün OR = 4,29. Hər iki risk amilinin birgə mövcudluğu halında OR 20,0-ə çatmışdır. Lakin logistik modellərdə qarşılıqlı təsir dəyişəni statistik əhəmiyyət kəsb etməmişdir ($B = -0,07$; $p = 0,916$) və RERI göstəricisi (-0,41) mənfi olmuşdur ki, bu da amillərin sinergetik deyil, additiv təsirə malik olduğunu göstərir.

Yekun

Bu tədqiqatda əlçatan və obyektiv şəkildə qiymətləndirilə bilən iki əsas parametərə – irsi meyillilik və hipermetropiya ehtiyatına diqqət yetirilmişdir. Hər iki amil statistik cəhətdən müstəqil olmuş və yüksək proqnostik əhəmiyyət göstərmiş, ümumi riskin qiymətləndirilməsində bir-birini tamamlamışdır. Əldə olunan məlumatların gələcək tədqiqatlarda praktik uşaq oftalmologiyasında istifadə üçün miyopiya riskinin qiymətləndirilməsi üzrə ballı modelin hazırlanmasında tətbiqi planlaşdırılır.

Açar sözlər: uşaqlarda miopiya, miopiyanın inkişafının prediktorları, miopiyaya irsi meyillilik, uşaqlarda hipermetropiya ehtiyatları, logistik reqressiya

Samadova J.Kh., Valizadeh N.A., Amirova A.Y.

ASSESSMENT OF THE ROLE OF HEREDITARY PREDISPOSITION AND HYPEROPIA RESERVE IN THE DEVELOPMENT OF MYOPIA IN PRESCHOOL AND EARLY SCHOOL-AGE CHILDREN. MYOPIA AS THE "PLAGUE" OF THE 21ST CENTURY

<https://doi.org/10.71110/ajo791020251702532738>

National Ophthalmology
Centre named after
Academician Zarifa Aliyeva,
32/15, Javadkhan str.,
AZ1114, Baku, Azerbaijan

For correspondence:
Samedova Jamila Heybar, Ph.D.,
research fellow at the Department
of Refractive Pathology and
Ophthalmogeriatrics at the
National Ophthalmology Centre
named after
Academician Zarifa Aliyeva
E-mail: jemasam@mail.ru
[https://orcid.org/
0009-0003-7590-7651](https://orcid.org/0009-0003-7590-7651)

For citation:
Samedova J.H., Valizadeh N.A.,
Amirova A.Y. Assessment of the
role of hereditary predisposition
and hyperopia reserve in the
development of myopia in preschool
and early school-age children.
Myopia as the "Plague" of the 21st
century. Azerbaijan Journal of
Ophthalmology,
2025, 17; 2 (53): 27-38.
(In Russian).

Authors participation:
Concept and design of investigation:
Samadova J.Kh., Valizadeh N.A.,
Amirova A.Y.

Material collection and processing:
Samedova D.Kh., Valizadeh N.A.,
Amirova A.Y.

Spelling text:
Samedova D.Kh., Valizadeh N.A.,
Amirova A.Y.

Editing:
Samedova D.Kh., Valizadeh N.A.,
Amirova A.Y.

*The authors confirm that there are
no conflicts (financial, personal,
professional and other interests).*

Received 09.02.2025
Accepted 13.06.2025

SUMMARY

Purpose – to evaluate the impact of hereditary predisposition and hyperopic reserve on the risk of myopia development in preschool and early school-age children.

Material and methods

The study included 200 children with emmetropic refraction, with a mean age of 6.0 ± 0.8 years. Observation period at least 2 years. The groups were stratified according to the level of hyperopia reserve: (+) 0.75 D (low risk) and (+) 0.75 D (high risk). Additionally, the presence of myopia in one or both parents was recorded. Descriptive statistics, the following methods were used: descriptive statistics, Pearson correlation coefficient, logistic regression, OR (odds ratio), RR (relative risk), RERI (Relative Excess Risk due to Interaction) calculations.

Results

Myopia developed in 62% of children during follow-up. Hereditary predisposition ($r = 0.394$) and low hyperopia reserve ($r = -0.371$) were significantly correlated with myopia onset ($p < 0.001$). Both factors proved to be independent predictors: adjusted OR=4.71 for heredity and OR=4.29 for hyperopia reserve. In cases where both risk factors were present, the combined OR reached 20.0. However, the variable interactions in the logistic model were not statistically significant ($B = -0.07$; $p = 0.916$), and the RERI value (-0,41) was negative, indicating an additive rather than synergistic effect.

Conclusion

This study focused on two easily and objectively measurable parameters — hereditary predisposition and hyperopia reserve. Both factors demonstrated statistical independence and high predictive value, complementing each other in the assessment of cumulative risk. The obtained data are planned to be used in future research to develop a scoring-based model for assessing the risk of myopia, designed for use in practical pediatric ophthalmology.

Key words: *myopia in children, predictors of myopia development, hereditary predisposition to myopia, hyperopia reserves in children, logistic regression*

УДК: 617.753.2-053.2

Самедова Д.Х., Вализаде Н.А., Амирова А.Ю.

ОЦЕНКА РОЛИ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ И ГИПЕРМЕТРОПИЧЕСКОГО РЕЗЕРВА В РАЗВИТИИ МИОПИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА. МИОПИЯ КАК «ЧУМА» XXI ВЕКА

<https://doi.org/10.71110/ajo791020251702532738>

Национальный Центр
Офтальмологии имени
академика Зарифы Алиевой,
ул. Джавадхана, 32/15,
г. Баку, AZ1114, Азербайджан

Для корреспонденции:
Самедова Джамиля Хейбар гызы,
д.ф.п.м., научный сотрудник
отдела «Патологии рефракции
и офтальмоэргономики»
Национального Центра
Офтальмологии имени
академика Зарифы Алиевой
E-mail: jemasam@mail.ru
[https://orcid.org/
0009-0003-7590-7651](https://orcid.org/0009-0003-7590-7651)

Для цитирования:
Самедова Д.Х., Вализаде
Н.А., Амирова А.Ю. Оценка
роли наследственной
предрасположенности и
гиперметропического резерва
в развитии миопии у детей
дошкольного и младшего
школьного возраста.
Миопия как «Чума» XXI
века. Азербайджанский
Офтальмологический Журнал,
2025, 17; 2 (53): 27-38.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования:
Самедова Д.Х., Вализаде Н.А.,
Амирова А.Ю.
Сбор и обработка материала:
Самедова Д.Х., Вализаде Н.А.,
Амирова А.Ю.
Написание текста:
Самедова Д.Х., Вализаде Н.А.,
Амирова А.Ю.
Редактирование:
Самедова Д.Х., Вализаде Н.А.,
Амирова А.Ю.

*Авторы заявляют об отсутствии
конфликта интересов
(финансовых, личных,
профессиональных и других).*

Поступила 09.02.2025
Принята к печати 13.06.2025

РЕЗЮМЕ

Цель – оценить роль факторов наследственной предрасположенности и гиперметропического резерва в развитии миопии у детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Материал и методы

В исследование включены 200 детей с эмметропической рефракцией, средний возраст — $6,0 \pm 0,8$ лет. Период наблюдения не менее 2 лет. Группы формировались по уровню гиперметропического запаса: $(+)0,75$ Д (низкий риск развития миопии) и $(+)0,75$ Д (высокий риск развития миопии). Дополнительно учитывалось наличие миопии у одного или обоих родителей. Использовались методы описательной статистики, коэффициент корреляции Пирсона, логистическая регрессия, расчёты OR (odds ratio), RR (relative risk), RERI (Relative Excess Risk due to Interaction).

Результаты

Миопия развилась у 124 из 200 детей (62%). Оба фактора риска — наследственность ($r=0,394$) и низкий гиперметропический запас ($r = -0,371$) — показали статистически значимую корреляцию с развитием миопии ($p < 0,001$) и оказались независимыми предикторами: adjusted OR=4,71 для наследственности и OR=4,29 для гиперметропического резерва. При их сочетании OR достигало 20,0, однако переменная взаимодействия в логистической модели была статистически незначима ($B=-0,07$; $p=0,916$), а RERI составил $-0,41$, что указывает на аддитивный характер действия факторов.

Заключение

В представленном исследовании акцент сделан на двух легко и объективно определяемых параметрах — наследственной предрасположенности и гиперметропическом запасе. Оба фактора показали статистическую независимость и высокую прогностическую значимость, дополняя друг друга в оценке совокупного риска. Полученные данные планируется использовать в будущих исследованиях для создания балльной модели оценки риска развития миопии, ориентированной на применение в практической педиатрической офтальмологии.

Ключевые слова: миопия у детей, предикторы развития миопии, наследственная предрасположенность к миопии, запасы гиперметропии у детей, логистическая регрессия

*Как когда-то человечество победило чуму, осту,
так сейчас мы победили заболевания глаз*
Святослав Федоров

Всемирная организация здравоохранения в программе «Профилактика слепоты в мире к 2020 году» определила близорукость как одну из пяти наиболее приоритетных нозологий, требующих активной профилактики [1]. Систематический обзор и мета-анализ с использованием данных 145 исследований, охватывающих 2,1 млн участников, показал, что к 2050 г. число близоруких составит 4,8 млрд человек. Это значит, что 49,8 % населения мира будут близорукими [2]. Предлагаемое нами метафорическое сравнение миопии с «чумой» XXI века призвано привлечь внимание к глобальной проблеме роста близорукости, широкомасштабное и стремительное распространение которой делает такую аналогию уместной. Миопия перестала быть исключительно офтальмологической проблемой и приобрела характер глобального вызова для общественного здравоохранения. Профилактике и контролю близорукости стоит уделять приоритетное внимание, сопоставимое с мерами по борьбе с другими опасными для человечества заболеваниями [3-5]. Среди многочисленных работ, посвященных изменениям рефракции у детей до начала развития миопии, наиболее известным является обсервационное когортное исследование, в котором участвовало 4512 детей в возрасте от 6 до 14 лет [3]. В нем оценивалась степень достоверности 13 вероятных предикторов миопии, включая сферический эквивалент рефракции, наследственность, биометрические параметры, средовые и поведенческие факторы. С внедрением технологий искусственного интеллекта в медицину, включая офтальмологию, все больший интерес вызывает изучение предикторов миопии с помощью алгоритмов машинного обучения (Machine learning Algorithms)

для оценки совокупного влияния как традиционных, так и новых факторов риска развития миопии. Эти подходы позволяют обрабатывать большие массивы данных и учитывать широкий спектр переменных – от давно и хорошо изученных до самых, казалось бы, неожиданных и ранее не включавшихся в модели [6-7]. Данная работа является частью нашего исследования, объединенного концепцией под общим названием «Миопия-«чума» 21 века?». В предыдущих разделах были проанализированы биометрические и поведенческие факторы, влияющие на развитие миопии [8,9]. Среди предлагаемых методов контроля миопии рассматривался метод альтернирующей коррекции, тренировка аппарата аккомодации с применением зрительных тренажеров [10, 11]. Анализируя данные литературы и обобщая наши собственные исследования, мы разделили предикторы миопии на 2 группы. 1-я группа – неконтролируемые риски; 2-я группа – контролируемые (управляемые риски). К неконтролируемым факторам следует отнести наследственную предрасположенность, гиперметропию $<0,75$ Д, осевую длину глаза более 23,5 мм, увеличение соотношения длины передне - задней оси глазного яблока к радиусу кривизны роговицы (AL/CR) более 3, снижение аккомодационных резервов (“accommodative lag”) $>1,0$ Д. К управляемым рискам следует отнести факторы внешней среды и образа жизни. Такая классификация позволяет вычлени мишени для адресной профилактики и персонализированного подхода к наблюдению за детьми. Идея предварительной оценки риска в целях профилактики миопии не является новой [12]. В условиях роста общей офтальмологической заболеваемости и увеличения числа пациентов с

инвалидностью по зрению в Азербайджане [13, 14, 15] вопросы раннего выявления и профилактики миопии приобретают особую актуальность.

Цель – оценить роль факторов наследственной предрасположенности и гиперметропического резерва в развитии миопии у детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Материал и методы

В исследование включены 200 детей, обратившихся в детскую поликлинику Национального Центра Офтальмологии имени академика Зарифы Алиевой. На момент первого обращения все дети имели эмметропическую рефракцию и остроту зрения вдаль 1,0. Возраст участников варьировал от 4 до 9 лет, средний возраст составил $6,0 \pm 0,8$ лет. Период наблюдения не менее 2 лет. Пациенты были разделены на 2 равные группы в зависимости от величины гиперметропического запаса. I группу составили дети с запасом гиперметропии $\geq 0,75$ Д – группа с низким риском развития миопии; II дети – с запасами гиперметропии $< 0,75$ Д – группа с высоким риском развития миопии (**табл.1**). Семейная история (наличие миопии хотя бы у одного из родителей) определялась методом опроса, а при необходимости дополнительным офтальмологическим обследованием родителей. Диагноз близорукости устанавливался, если в условиях циклоплегии определялась миопическая рефракция $\geq 0,75$ Д по сферическому эквиваленту. Для исследования рефракции использовали

метод скиаскопии и авторефрактометрию (педиатрический авторефрактометр «PlusOptix», авторефрактометр «Tomey») в условиях циклоплегии. Для статистической обработки данных применялись методы описательной статистики, корреляционного анализа и регрессионного моделирования. Статистическая значимость принималась при уровне $p < 0,001$. Обработка данных проводилась с использованием современных программных средств для статистического анализа.

Результаты

Анализ исходных данных показал, что даже при отсутствии семейной истории миопии 32 из 87 (36,8%) детей имели исходно низкий гиперметропический запас ($< 0,75$ Д). Это позволяет сделать вывод, что в условиях современной зрительной среды (раннее и интенсивное обучение, использование гаджетов, практически полное отсутствие прогулки игр на свежем воздухе, использование светодиодных ламп) помимо генетических факторов существенное влияние на развитие миопии оказывают факторы внешней среды и образа жизни ребенка. Миопия развилась у 124 из 200 детей (62%), включенных в исследование. Частота ее возникновения варьировала в зависимости от наличия факторов риска и их сочетаний. В группе с высоким запасом гиперметропии (I группа) миопия развилась у 44 детей. Из них 29 (66%) имели семейную историю миопии. У 15 детей (34%) ни один из ключевых факторов риска выявлен не был, что также

Таблица 1. Характеристика пациентов в зависимости от запаса гиперметропии и семейной истории миопии

Запасы гиперметропии	Семейная история миопии		
	Отсутствие миопии у родителей (n=87)	Миопия у одного из родителей (n=67)	Миопия у обоих родителей (n=46)
I группа Высокие запасы n=100	55	27	18
II группа Низкие запасы n=100	32	40	28

подчеркивает влияние на развитие миопии факторов внешней среды и образа жизни. В группе с низким запасом гиперметропии (II группа) миопия развилась у 80 детей. Из них 60 (75%) имели хотя бы одного родителя с миопией. Таким образом, наличие семейной истории миопии увеличивало риск ее развития в 2 раза – для I группы и в 3 раза – для II группы пациентов (рис.1). Из 87 детей без семейной истории миопии, ее развитие мы наблюдали у 35 (40,2%). В то же время среди 113 детей, имевших хотя бы одного близорукого родителя, миопия развилась у 89 (78,8 %). Таким образом, наследственная предрасположенность увеличивала риск развития миопии в 1,96 раза, независимо от исходной осевой рефракции (рис.2). Среди детей без наследственной предрасположенности к миопии (n=87) частота её развития значительно варьировала в зависимости от исходного уровня гиперметропического запаса (рис.3). Так, в подгруппе с высоким запасом гиперметропии (n = 55) миопия развилась у 15 детей (27,3%), при низком запасае (n = 32) — у 20 детей (62,5%). Таким образом, даже при отсутствии наследственного фактора, у детей с исходно низким запасом гиперметропии риск развития миопии был в 2,3 раза выше. Эти результаты подчёркивают важность учёта рефракционного профиля

как самостоятельного предиктора риска, независимо от семейной истории заболевания. Несмотря на отсутствие обоих ключевых факторов риска, близорукость все же развилась у 15 из 55 детей (27,3%). Вероятно, развитие миопии в этих случаях было связано с началом школьного обучения и увеличением зрительных нагрузок. Наличие одного фактора - наследственности или низкого резерва гиперметропии - приводило к развитию миопии примерно у 2/3 детей (64,4% и 62,5% соответственно). Самая высокая частота развития миопии отмечалась при сочетании обоих факторов - 60 из 68 детей (88,2%). Для более точной оценки силы и направленности связей был проведен корреляционный анализ. Коэффициент Пирсона выявил статистически значимые ассоциации между наличием миопии и ключевыми факторами риска (рис 4). Отрицательная корреляция с гиперметропическим резервом ($r = -0,371$) указывает на обратную зависимость: при снижении резерва гиперметропии вероятность развития миопии увеличивается. Положительная корреляция с наследственностью ($r = 0,394$) подтверждает ее влияние на формирование миопии.

Для количественной оценки связи между развитием миопии у детей и

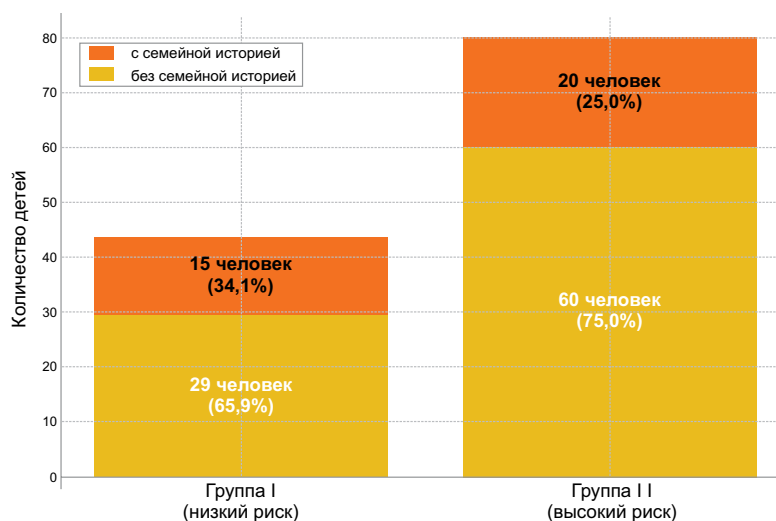


Рисунок 1. Распределение случаев миопии в 1-й и во 2-й группах в зависимости от семейной истории.

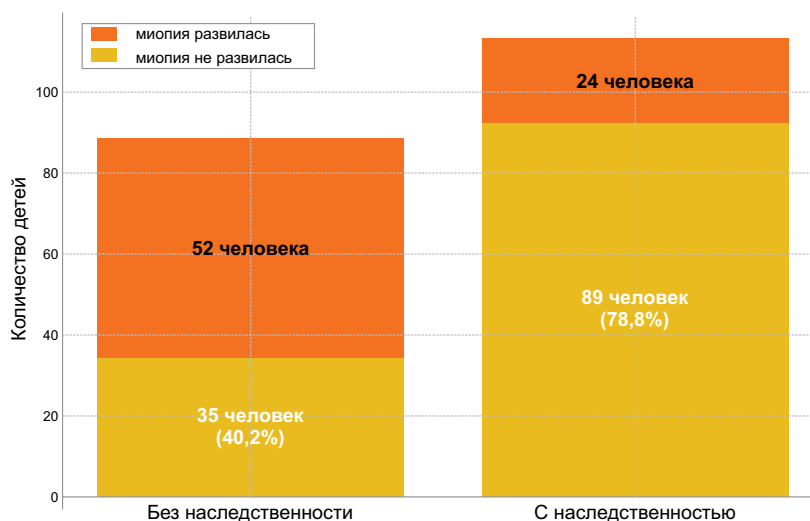


Рисунок 2. Развитие миопии в зависимости от семейной предрасположенности.

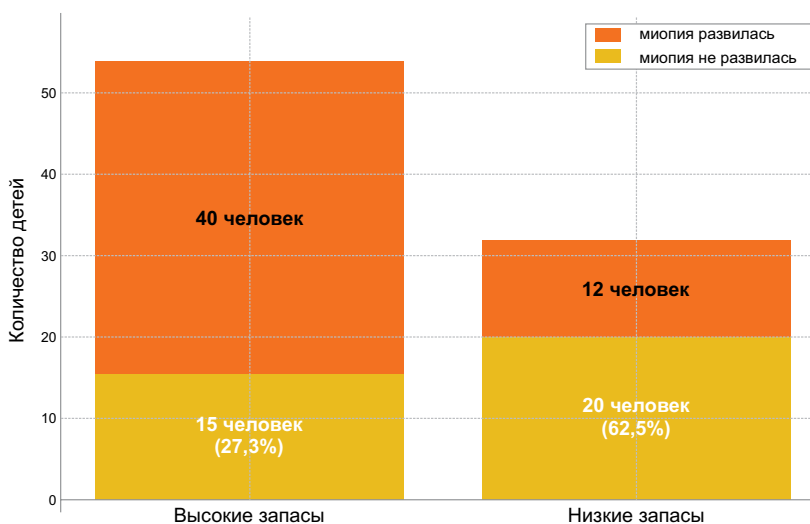


Рисунок 3. Развитие миопии у детей без наследственной предрасположенности в зависимости от гиперметропического запаса.

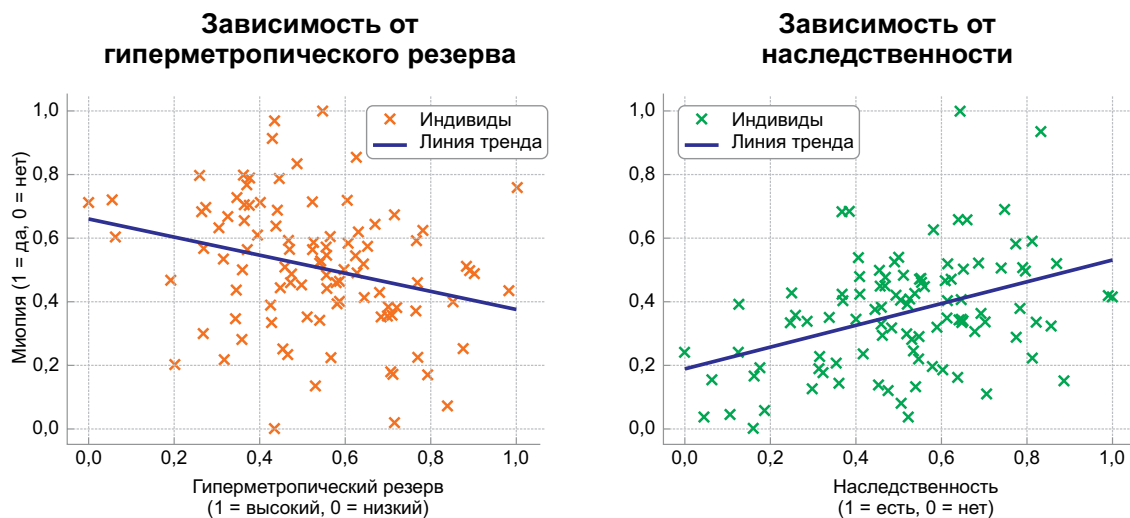


Рисунок 4. Корреляции между факторами риска и развитием миопии.

двумя ключевыми предикторами были использованы два статистических подхода — отношение шансов (OR) и относительный риск (RR). В качестве контрольной была выбрана подгруппа детей с высоким гиперметропическим запасом и без семейной истории миопии. Максимальный риск отмечался у детей с низким гиперметропическим запасом и наличием семейной истории миопии – в этой подгруппе вероятность развития миопии оказалась в 20 раз выше (OR = 20,0; 95% ДИ: 7,76–51,55), а относительный риск составил 3,24 (95% ДИ: 2,08–5,02). Даже изолированное наличие одного из факторов — либо семейной истории миопии, либо низкого гиперметропического запаса — сопровождалось достоверным повышением и шанса, и риска развития миопии. Статистически значимость различий между подгруппами подтверждена с помощью критерия χ^2 Пирсона. Для уточнения различий применен точный тест Фишера, который также показал статистически значимые различия во всех попарных сравнениях (табл.2). Графическое изображение значений OR в подгруппах представлено на рисунке 5. Построенный Forest plot (лесной график) демонстрирует 95%

доверительный интервал, рассчитанный относительно контрольной подгруппы.

В дополнение к расчётам OR и RR была проведена логистическая регрессия. Оба фактора оказались статистически значимыми независимыми предикторами миопии. Следует отметить, что значения adjusted OR оказались ниже, чем рассчитанные выше при попарном сравнении с контрольной подгруппой (crude OR). Такая разница обусловлена тем, что логистическая регрессия выделяет отдельный вклад каждого фактора, устраняя эффект перекрытия и взаимодействия между переменными.

В случае настоящего исследования это особенно важно, так как сочетание факторов риска (низкий запас и наследственность) встречается часто, и их одновременное присутствие значительно повышает вероятность развития миопии. Дополнительно были рассчитаны коэффициенты B, отражающие логарифм отношения шансов. Значение B = 1,46 для низкого гиперметропического запаса и B = 1,55 для семейной истории указывают на сопоставимо выраженное влияние каждого из факторов на развитие миопии. Отрицательная константа (B = -0,97) отражает базовый уровень шанса развития

Таблица 2. Частота развития миопии у детей в зависимости от гиперметропического запаса и семейной истории: показатели OR, RR, p (Фишер) и результаты χ^2 Пирсона

Подгруппа	n	Миопия развилась (n, %)	OR (95% ДИ)	RR (95% ДИ)	p (Фишер)	χ^2 Пирсона	p (χ^2 Пирсона)
Высокий гиперметропический запас, без семейной истории	55	15 (27,3%)	-	-	-	-	-
Высокий гиперметропический запас, с семейной историей	45	29 (64,4%)	4.83 (2.06–11.32)	2.36 (1.46–3.83)	0,000257	13.88	0.000195
Низкий гиперметропический запас, без семейной истории	32	20 (62,5%)	4.44 (1.75–11.26)	2.29 (1.38–3.81)	0,001612	10.44	0.001233
Низкий гиперметропический запас, с семейной историей	68	60 (88,2%)	20.00 (7.76–51.55)	3.24 (2.08–5.02)	<0,00001	47.49	<0.000001

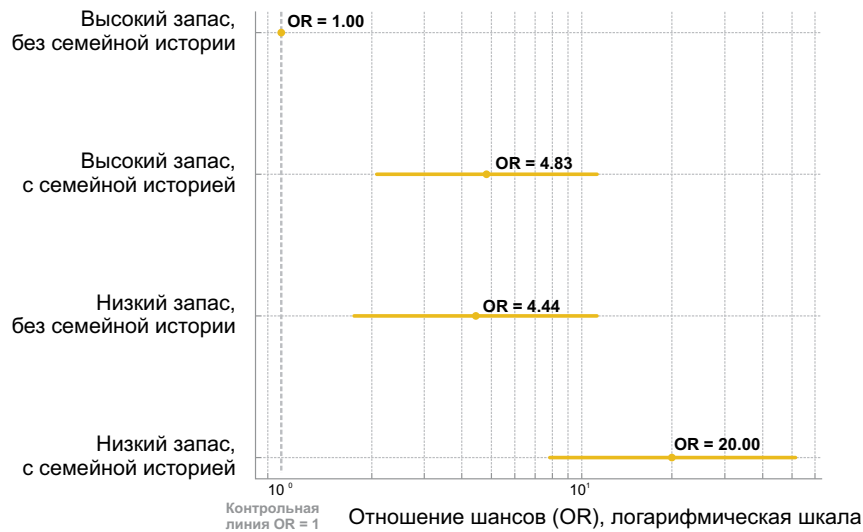


Рисунок 5. Лесной график: отношение шансов (OR; 95% ДИ) развития миопии.

миопии в контрольной подгруппе. Сочетание низкого гиперметропического запаса и семейной истории миопии сопровождалось особенно высоким $OR = 20,0$ (95% ДИ: 7,76–51,55). Это могло свидетельствовать о возможном синергетическом усилении действия факторов. Однако добавленная в логистическую модель переменная взаимодействия оказалась статистически незначимой ($B = -0,07$; $p = 0,916$), что указывает на отсутствие модифицирующего эффекта и позволяет интерпретировать влияние факторов как аддитивное. Результаты логистической регрессии с оценкой независимого и комбинированного влияния гиперметропического запаса и наследственной предрасположенности на развитие миопии представлены в **таблице 3**.

Дополнительно проведенный расчёт Relative Excess Risk due to Interaction

также дал отрицательное значение ($RERI = -0,41$), что подтверждает отсутствие синергетического. При расчете ожидаемого риска $RR_{expected}$ его значение оказалось выше, чем полученный нами $RR_{observed}$ (3,65 vs 3,29). Снижение наблюдаемого риска по сравнению с ожидаемым может быть связано с частичным перекрытием действия факторов: наследственность как предиктор уже включает предрасположенность к формированию низкого гиперметропического запаса.

Обсуждение

В последние два десятилетия в мировой офтальмологической литературе накоплен значительный объём данных, посвящённых изучению факторов риска развития миопии у детей. К числу наиболее крупных и влиятельных когортных исследований относятся CLEERE Study

Таблица 3. Результаты логистической регрессии: независимые предикторы миопии

Фактор	Коэффициент B	Adjusted OR	95% CI (нижняя)	95% CI (верхняя)	p-значение
Константа	-0.97	0.38	0.22	0.65	0.00035
Низкий гиперметропический запас	1.46	4.29	2.20	8.37	0.00002
Семейная история миопии	1.55	4.71	2.44	9.04	0.00002
Взаимодействие (запас × наследственность)	-0.07	0.93	-1.41	1.26	0.916

(США), сингапурское SCORM, китайские - BMPS и исследования, опубликованные в журнале PLOS ONE, Sydney Myopia Study (Австралия), европейские когортные проекты Generation R (Нидерланды) и ALSPAC (Великобритания). В этих работах подробно анализируется вклад наследственности, анатомо-биометрических параметров глаза, а также поведенческих и средовых факторов в формировании миопии. Несмотря на большое количество исследований, посвящённых различным предикторам миопии, в настоящей работе мы сознательно сосредоточились на роли наследственной предрасположенности и рефракционного статуса как наиболее клинически значимых и объективно измеримых уже на этапе первичного осмотра факторов риска, что делает их особенно ценными для практического применения. Проведённый статистический анализ подтвердил независимое достоверное влияние обоих факторов на риск развития миопии. Полученные нами данные подтверждают закономерности, описанные в международных исследованиях. Так, в работе Zadnik и соавт. [3], выполненной в рамках проекта CLEERE Study, авторы показали, что наиболее чувствительным предиктором миопии является сферический эквивалент рефракции: значения (+) 0,75 Д (в 6 лет), (+) 0,50 Д (в 7–8 лет) и (+) 0,25 Д (в 9–10 лет) демонстрировали высокую прогностическую точность (AUC от 0,87 до 0,93). В нашем исследовании единый порог гиперметропического запаса (+0,75 D), применённый ко всем возрастным группам, также продемонстрировал свою прогностическую значимость: его снижение оказалось независимым и статистически значимым предиктором развития миопии. Хотя в нашем исследовании по силе ассоциации гиперметропический дефицит уступал наследственному фактору, он сохранил свою прогностическую значимость в многофакторной модели, что подчёркивает его клиническую

ценность при раннем выявлении риска. Наследственная предрасположенность в исследовании Zadnik ассоциировалась с OR = 2,94 (95% ДИ: 1,51–5,76) при одном родителе с миопией и OR = 7,73 (95% ДИ: 3,43–17,41) – при обоих. Авторы особо отмечают, что при сочетании SE (+) 0,75 Д и ≥ 1 родителя с миопией риск развития миопии существенно возрастает, достигая OR >5. Однако оценка характера взаимодействия в данной работе не проводилась. В отличие от этого, в настоящем исследовании выполнен расчет ожидаемого и наблюдаемого рисков для сочетания факторов и определен аддитивный характер их взаимодействия, что позволило более точно охарактеризовать вклад каждого предиктора. В работе Mutti и соавт. [16] было показано, что наличие миопии у одного из родителей достоверно повышает риск ее развития у ребенка: в мультифакторной логистической регрессии скорректированное отношение шансов (adjusted OR) составило 3,32 (95% ДИ: 1,18–9,37). При наличии миопии у обоих родителей риск возрастал более чем в 6 раз (adjusted OR = 6,40; 95% ДИ: 2,17–18,87). Авторы указывают, что наследственная предрасположенность является независимым и наиболее сильным предиктором развития миопии, что согласуется с результатами нашего исследования. Интересной точкой сопоставления с нашим исследованием является работа Liang и соавт. [19], в которой анализировалось влияние семейной отягощенности высокой миопией на риск ее развития, возраст манифестации и анатомические параметры глаза. Авторы продемонстрировали, что наличие ≥ 1 родителя с высокой миопией увеличивает вероятность развития миопии слабой или средней степени у потомков с OR в диапазоне от 2,5 до 3,7 (95% ДИ: 1,1–6,5), в то время как риск развития миопии высокой степени достигал OR >5,5 (95% ДИ: 3,2–12,6). Была определена статистически значимая связь между

миопическим статусом родителей и осевой длиной глаза у потомков ($P = 1,18 \times 10^{-6}$). На основании этих данных авторы допустили, что аксиальное удлинение глазного яблока является основным анатомическим механизмом реализации наследственного влияния. Однако статистический анализ взаимодействия факторов в данной работе не проводился, и характер выявленной связи остался в форме гипотезы. В нашем исследовании биометрическим аналогом аксиальной длины выступает гиперметропический запас — клинически доступный параметр, обратно пропорционально отражающий степень удлинения глаза. В отличие от работы Liang, где взаимосвязь между наследственностью и анатомическими параметрами лишь предполагалась, в нашей работе был выполнен анализ аддитивного взаимодействия факторов с использованием показателя RERI ($-0,41$), а также сопоставлены ожидаемый и наблюдаемый совокупный риск ($RR_{\text{expected}} = 3,65$ против $RR_{\text{observed}} = 3,29$). Это позволило выявить эффект частичного перекрытия действия факторов: наследственный компонент, вероятно, уже включает предрасположенность к формированию менее благоприятного биометрического профиля, в том числе сниженного гиперметропического резерва, что частично снижает независимость их влияния. Таким образом, полученные нами данные количественно подтверждают гипотезу о реализации наследственного влияния через анатомические параметры глазного яблока за счёт частичного перекрытия действия взаимосвязанных факторов риска.

Заклучение

В представленном исследовании акцент сделан на двух легко и объективно определяемых параметрах — наследственной предрасположенности и гиперметропическом запасе. Несомненно, что такие факторы как зрительная нагрузка, длительность пребывания на открытом воздухе и использование цифровых устройств также вносят вклад в формировании миопии. Однако их количественная оценка требует стандартизированных методик и зачастую сопровождается субъективностью. Мы сосредоточились на параметрах, доступных каждому врачу в условиях первичного офтальмологического скрининга. В нашем исследовании у детей дошкольного и младшего школьного возраста был проведён количественный анализ вклада указанных факторов как по отдельности, так и в сочетании. Это позволило выявить их статистическую независимость и подтвердить, что оба параметра сохраняют высокую прогностическую значимость, дополняя друг друга в оценке совокупного риска. Полученные данные планируется использовать в будущих исследованиях для создания балльной модели оценки риска развития миопии, ориентированной на применение в практической педиатрической офтальмологии.

ƏDƏBİYYAT

REFERENCE | ЛИТЕРАТУРА

1. Dandona, R. Refractive error blindness / R.Dandona, L.Dandona // Bull World Health Organ, – 2001. 79(3), – p. 237-243.
2. Holden, B.A. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 / B.A.Holden, T.R.Fricke, D.A.Wilson [et al.] // Ophthalmology, – 2016. 123(5), – p. 1036-1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
3. Zadnik, K. Prediction of Juvenile Onset Myopia / K.Zadnik, L.T.Sinnott, S.A.Cotter [et al.] // JAMA Ophthalmol., – 2015. 133(6), – p. 683-689. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.0471>
4. Almarzouki, H.S. Prevalence of Myopia and Its Associated Risk Factors Among Children Attending a Tertiary Hospital in Saudi Arabia / H.S.Almarzouki, S.Y.Alharbi, D.A.Bakhsh [et al.] // Cureus., – 2023. 15(4), – p. 37045. <https://doi.org/10.7759/cureus.37045>
5. Sánchez-Tena, M.Á. Factors associated with myopia in the Portuguese child population: An epidemiological study / M.Á.Sánchez-Tena, C.Martinez-Perez, C.Andreu-Vázquez [et al.] // Ophthalmic Physiol. Opt., – 2024. 45(2), – p. 542-549. <https://doi.org/10.1111/opo.13429>
6. Barraza-Bernal, M.J. Prediction of refractive error and its progression: a machine learning-based algorithm / M.J.Barraza-Bernal, A.Ohlendorf, P.Sanz Diez [et al.] // BMJ Open Ophthalmol., – 2023. 8(1), – p. 001298. <https://doi.org/10.1136/bmjophth-2023-001298>
7. Mu, J. Machine-learning models to predict myopia in children and adolescents / J.Mu, H.Zhong, M.Jiang // Front Med. (Lausanne), – 2024. 19(11), – p. 1482788. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1482788>
8. Самедова, Д.Х. Сравнительная оценка динамики рефракции у младших школьников, обучающихся в средних общеобразовательных школах и в специальных учебных учреждениях с углубленным изучением предметов / Д.Х.Самедова, Ф.Р.Алиева // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – Bakı: – 2014. №3(16), – s. 89-92.
9. Samadova, J., Amirova, A., Gasanzade, L. Some results of research of biometric indexes of eye ball in children and teenagers with myopia // 3-nd Global Pediatric Ophthalmology Congress, – London: – UK: – 22-23 March, – 2018.
10. Самедова, Д. Эффективность применения офтальмотренажеров «Визотроник М3» и «Каскад» в лечении приобретенной миопии у детей и подростков / Д.Самедова, Т.Мирзоева, У.Джафарова [и др.] // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – Bakı: – 2016. №1(20), – s. 124-128.
11. Самедова, Д.Х. Миопия – чума 21 века? Контроль миопии-возможности и реалии / Д.Х.Самедова, Н.А.Вализаде // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – Bakı: – 2023. №4(47), – s. 47-54. <https://doi.org/10.30546/2709-4634.2023.47.017>.
12. Тарутта, Е.П. Предикторы миопии как отправная точка для начала активных мер по предупреждению её развития / Е.П.Тарутта, О.В.Проскурина, Н.А.Тарасова [и др.] // Российский офтальмологический журнал, – 2018. 11(3), – с. 107-112. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-3-107-112>
13. Qasimov, E.M. Yeniyetmə və gənclərdə covid 19 pandemiyası dövründə miopiyanın rastgəlmə tezliyi / E.M.Qasimov, S.F.Hüseynli // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – Bakı: – 2023. №1(44), – s. 54-63.
14. Касимов, Э.М. Роль Гянджинского филиала Национального Центра Офтальмологии имени Академика Зарифы Алиевой в обследовании и лечении детей с рефракционной офтальмологии / Э.М.Касимов, Э.Ф.Аскеров, С.Р.Меджидова [и др.] // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – 2016. №3(22), – с. 55-60.
15. Агаева, Р.Б. Исследование близорукости на фоне общей заболеваемости болезней глаза и его придаточного аппарата у подростков в возрасте от 14 до 17 лет в Азербайджанской Республике // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – 2013. №2, – с. 18-21.
16. Mutti, D.O. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error / D.O.Mutti, G.L.Mitchell, M.L.Moeschberger [et al.] // Invest Ophthalmol. Vis. Sci., – 2002. Dec; 43(12), – p. 3633-3640.
17. Liang, C.L. Impact of family history of high myopia on level and onset of myopia / C.L.Liang, E.Yen, J.Y.Su [et al.] // Invest Ophthalmol. Vis. Sci., – 2004. Oct; 45(10), – p. 3446-3452. <https://doi.org/10.1167/iovs.03-1058>