

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(37)

2026 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в

Перечень научных изданий
Республики Беларусь
для опубликования
диссертационных исследований
по медицинской
и биологической
отраслям науки
(31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 19.03.26
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 100 экз.
Усл. печ. л. 14,5. Уч.-изд. л. 9,34.
Зак. 158.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в
КУП «Редакция газеты
«Гомельская праўда»
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., профессор)

Редакционная коллегия

В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), К.Н. Буздалкин (к.т.н., доцент), Н.Г. Власова (д.б.н., профессор, научный редактор), А.В. Велчико (к.м.н., доцент), И.В. Веялкин (к.б.н., доцент), Н.Н. Веялкина (к.б.н., отв. секретарь), А.В. Воропаева (к.б.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.), М.О. Досина (к.б.н., доцент), А.В. Жарикова (к.м.н.), С.В. Зыблева (д.м.н., доцент), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаяев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макавич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), В.М. Мицура (д.м.н., профессор, зам. гл. редактора), Я.Л. Навменова (к.м.н., доцент), И.В. Назаренко (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), А.С. Подгорная (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н., доцент), А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н., доцент), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), Р.М. Тахауов (д.м.н., профессор), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (д.м.н., доцент)

Редакционный совет

А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), О.В. Алейникова (д.м.н., чл.-кор. НАН РБ, Минск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Е.Л. Богдан (Минск), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), В.И. Жарко (Минск), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., профессор, Пинск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), А.Л. Усс (д.м.н., профессор, Минск), В.А. Филонюк (д.м.н., профессор, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Корректор

Н.Н. Юрченко

Адрес редакции 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: mbp@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека», 2026

№ 1(37)

2026

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

ISSN 2074-2088

40 лет после аварии на Чернобыльской атомной электростанции

А.В. Рожко, В.М. Мицура, А.В. Жарикова, С.В. Зыблева, Н.Н. Багинская, И.В. Назаренко
40 лет после аварии на ЧАЭС: роль ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» в совершенствовании качества оказания медицинской помощи пострадавшему населению 5

К.Н. Буздалькин, Н.Г. Власова
Закономерности формирования доз внутреннего облучения населения, подвергшегося радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС 16

С.А. Подберезко, С.Б. Мельнов
Цитогенетические эффекты ионизирующего излучения на гемоциты моллюсков из зоны отчуждения ЧАЭС 23

Ю.В. Чайкова, И.В. Веялкин
Анализ риска развития злокачественных новообразований у персонала Полесского государственного радиационно-экологического заповедника 30

Обзоры и проблемные статьи

О.П. Логинова
Микроэкология влагалища при цервикальной дисплазии: характеристика основных показателей (обзор литературы) 35

М.М. Сулейко, Е.Г. Жук
Ультразвуковое исследование периферических нервов нижних конечностей, дополненное сдвиговой эластографией при диабетической полинейропатии (обзор литературы) 46

Медико-биологические проблемы

К.Ю. Булда, Е.Л. Гасич, А.Д. Коско
Генотипический портрет SARS-COV-2 в Республике Беларусь в период 2020–2021 гг. 54

40 years after Chernobyl nuclear power plant accident

A.V. Rozhko, V.M. Mitsura, A.V. Zharikova, S.V. Zybleva, N.N. Baginskaya, I.V. Nazaranka
40 years after the Chernobyl accident: the role of the State Institution «Republican Research Center for Radiation Medicine and Human Ecology» in improving the quality of medical care for the affected population 5

C.N. Bouzdalkin, N.G. Vlasova
formation of internal irradiation doses to the population exposed to radiation as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant 16

S.A. Podberezko, S.B. Melnov
Cytogenetic effects of ionizing radiation on hematocytes of mollusks from the Chernobyl exclusion zone 23

Yu.V. Chaikova, I.V. Veyalkin
The risk of malignant neoplasms in the personnel of the Polesie State Radiation and Ecological Reserve 30

Reviews and problem articles

V.P. Lohinava
Vaginal microecology in cervical dysplasia: characteristics of the main parameters (literature review) 35

M.M. Suleiko, E.G. Zhuk
Ultrasound examination of the peripheral nerves of the lower extremities supplemented by shear wave elastography in diabetic polyneuropathy 46

Medical-biological problems

K.Y. Bulda, E.L. Gasich, A.D. Kosko
Genotypic portrait of SARS-COV-2 in the Republic of Belarus in 2020–2021 54

Клиническая медицина

- С.М. Гридюшко, В.Л. Красильникова, О.Н. Дудич, А.М. Прудник**
Дистанция «диск зрительного нерва — макула» как независимый предиктор рефракционных исходов после факоэмульсификации с имплантацией иол 61
- А.О. Жарикова, Я.В. Мордовкина, Т.В. Бобр**
Клинический случай обнаружения напяржённой кисты хиазмально-селлярной области при обследовании пациента с глаукомой 69
- С.Н. Коваль, Е.В. Писпанен, О.А. Худякова, О.С. Ивашкевич**
Анестезиологические аспекты оперативной коррекции ретинопатии недоношенных 76
- К.С. Комиссаров, О.В. Красько, В.С. Пилотович**
Иммуноглобулин А-нефропатия: эпидемиология и клинические фенотипы в Республике Беларусь 85
- Ян Сунь, Вэнь Чэнь, Ли Чжан, Цзин Су, И.В. Назаренко, Д.И. Гавриленко, Лиган Цуй**
Ультразвуковые характеристики лимфомы скелетных мышц (ретроспективное исследование) 92

Обмен опытом

- А.В. Доманцевич, Е.В. Давыдова, В.А. Доманцевич**
Верификация диагноза при транзиторном остеопорозе и асептическом некрозе: сравнительный анализ возможностей современных методов лучевой диагностики 104
- Е.Ф. Мицура, Е.С. Тихонова, И.П. Ромашевская, С.А. Ходулева, А.Н. Демиденко, Е.В. Борисова**
Синдром Фишера — Эванса в практике детского гематолога 112

Clinical medicine

- S.M. Gridjushko, V.L. Krasilnikova, O.N. Dudich, A.M. Prudnik**
The «optic disc — macula» distance as an independent predictor of refractive outcomes after phacoemulsification with IOL implantation
- A.O. Zharikova, Ya.V. Mordovkina, T.V. Bobr**
A clinical case of a tension cyst in the chiasmatal-sellar region during examination of a patient with glaucoma
- S.N. Koval, E.V. Pyspanen, V.A. Hudiakova, V.S. Ivashkevich**
Anesthesiological aspects of surgical correction of retinopathy of prematurity
- K.S. Komissarov, O.V. Krasko, V.S. Pilotovich**
Immunoglobulin A nephropathy: epidemiology and clinical phenotypes in the Republic of Belarus
- Yang Sun, Wen Chen, Li Zhang, Jing Su, I.V. Nazaranka, D.I. Haurylenka, Ligang Cui**
Ultrasound Features in Skeletal Muscle Lymphoma: A Retrospective Observational Study

Experience exchange

- A.V. Domantsevich, E.V. Davydova, V.A. Domantsevich**
Verification of the diagnosis of transient osteoporosis and aseptic necrosis: a comparative analysis of the possibilities of modern methods of radiation diagnosis
- E.F. Mitsura, E.S. Tihonova, I.P. Romashevskaya, S.A. Khoduleva, A.N. Demidenko, E.V. Borisova**
Evans syndrome in the practice of a pediatric hematologist

ДИСТАНЦИЯ «ДИСК ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА — МАКУЛА» КАК НЕЗАВИСИМЫЙ ПРЕДИКТОР РЕФРАКЦИОННЫХ ИСХОДОВ ПОСЛЕ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ С ИМПЛАНТАЦИЕЙ ИОЛ

¹УЗ «Гомельская областная специализированная клиническая больница», г. Гомель, Беларусь;

²УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Беларусь;

³УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Беларусь

Современные методы расчёта интраокулярных линз не всегда позволяют достичь идеальной рефракции, что связано с влиянием дополнительных анатомических факторов. В данном ретроспективном когортном исследовании оценивалось влияние дистанции «диск зрительного нерва – макула», измеренной методом оптической когерентной томографии, на рефракционные исходы после фактоэмульсификации с имплантацией ИОЛ у пациентов с катарактой. Измерение дистанции проводилось на ОКТ-изображениях, после чего были выполнены корреляционный, регрессионный и ROC-анализы с последующей валидацией на контрольной выборке. Установлено, что изучаемый анатомический параметр является независимым предиктором рефракционной ошибки. Определено пороговое значение, позволяющее с высокой чувствительностью прогнозировать риск клинически значимого отклонения от целевой рефракции. Характер влияния дистанции различается в зависимости от исходной рефракции: в гиперметропических глазах с короткой осью выявлена выраженная обратная корреляция с остаточной гиперметропией, тогда как при миопии эффект опосредован аксиальной длиной глаза. Полученные данные обосновывают целесообразность предоперационного измерения дистанции «диск зрительного нерва – макула» для персонализации расчёта ИОЛ, особенно у пациентов с гиперметропией, что позволит минимизировать риск непредвиденных рефракционных ошибок и повысить удовлетворённость пациентов

Ключевые слова: афакция, катаракта, дистанция «диск — макула», оптическая когерентная томография, рефракционная ошибка, интраокулярная линза, персонализированная хирургия

Введение

Современная хирургия катаракты рассматривается не только как метод восстановления прозрачности оптических сред, но и как рефракционное вмешательство, конечной целью которого является достижение эметропии или иной целевой рефракции, минимизирующей потребность в очковой коррекции [1, 2]. Несмотря на внедрение в клиническую практику формул расчёта ИОЛ четвёртого поколения (Barrett Universal II, Olsen, Hill-RBF) и совершенствование методов оптической биометрии,

частота клинически значимых рефракционных ошибок (отклонение от целевой рефракции более чем на 0,5 дптр) сохраняется на уровне 30–40% [3, 4].

Традиционно основные причины рефракционных «сюрпризов» связывают с неточностью измерения передне-задней оси глаза (AL), глубины передней камеры (ACD) и кератометрии, а также с вариабельностью эффективного положения линзы (ELP) [5]. Однако всё большее число исследователей указывает на роль анатомических особенностей заднего сегмента

глаза, в частности, положения фовеа относительно оптической оси [6, 7].

С середины XX века известно, что зрительная и оптическая оси глаза не совпадают, а величина угла между ними может достигать $5\text{--}7^\circ$. Данное несовпадение определяет астигматизм косо падающих лучей, однако его влияние на рефракционный результат после имплантации ИОЛ долгое время игнорировалось [8]. В последние годы появились единичные работы, демонстрирующие связь между расположением фовеа (дистанцией «диск зрительного нерва — макула») и послеоперационной рефракцией [6, 9].

Tabernero и Artal (2020) на экспериментальной модели показали, что смещение центра фовеа относительно оптической оси сопровождается изменением эффективной оптической длины глаза [6]. Liu с соавт. (2022) подтвердили данную закономерность в клинической группе пациентов с высокой миопией и предложили первые поправочные коэффициенты [9]. Song с соавт. (2023) продемонстрировали, что дистанция «диск — макула» является статистически значимым предиктором послеоперационного сферического эквивалента при аксиальной миопии [10].

Однако остаются неясными вопросы: является ли дистанция «диск зрительного нерва — макула» независимым фактором или лишь производным от осевой длины; различается ли характер влияния ДМД в глазах с гиперметропией и миопией; существуют ли клинически применимые пороговые значения данного параметра.

Таким образом, актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью повышения точности рефракционных расчётов за счёт учёта индивидуальной анатомии заднего полюса глаза.

Цель исследования — оценить влияние ДМД на точность достижения целевой рефракции после факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ, определить количественные характеристики данной связи и клинически значимые пороговые значения для стратификации риска.

Материал и методы исследования

Проведено ретроспективное когортное исследование на базе УЗ «10-я городская клиническая больница» г. Минска и УЗ «Гомельская областная специализированная клиническая больница» в период с 2023 по 2025 год. Протокол исследования одобрен локальными этическими комитетами, все пациенты подписали информированное согласие.

Критерии включения в исследование: наличие возрастной катаракты (H25 по МКБ-10); проведение факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ); наличие полного объёма предоперационных данных, включая результаты оптической биометрии и оптической когерентной томографии (ОКТ) макулярной области и диска зрительного нерва; доступность данных послеоперационной рефракции при сроке наблюдения не менее 4 недель (период стабилизации рефракционного результата).

Критерии исключения из исследования: сопутствующая патология сетчатки, способная повлиять на зрительные функции (возрастная макулярная дегенерация, диабетический макулярный отёк, эпиретинальный фиброз 3–4 стадии); наличие глаукомы (влияние на морфометрические параметры диска зрительного нерва); кератоконус и иные кератэктазии (исходно некорректная рефракция роговицы); перенесённые ранее рефракционные вмешательства (изменённая оптическая геометрия роговицы); интраоперационные осложнения, изменяющие расчётное положение ИОЛ (разрыв задней капсулы, имплантация ИОЛ в цилиарную борозду).

В основную группу вошли 129 пациентов (129 глаз). Контрольная группа для валидации полученных результатов сформирована из 114 пациентов, отобранных в соответствии с идентичными критериями включения в период 2023–2025 гг.

Офтальмологическое обследование

Всем пациентам выполнено стандартное обследование: визометрия, авторефрактометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия,

тонометрия. Оптическая биометрия проводилась на приборе IOL-Master 500 (Carl Zeiss Meditec, Германия) с фиксацией следующих параметров: длина передне-задней оси глаза (AL), глубина передней камеры (ACD), толщина хрусталика (LT), горизонтальный диаметр роговицы (WTW), средняя кератометрия (K), цилиндрический компонент. Эффективность расчёта ИОЛ оценивали по величине рефракционного отклонения (Δ), определяемого как разность между достигнутым послеоперационным сферическим эквивалентом и целевой рефракцией, рассчитанной по стандартной формуле.

Оптическая когерентная томография

ОКТ выполнялась на спектральном томографе с программным обеспечением версии 9.5. Использовались протоколы Macular Cube 200×200 и Optic Disc Cube 200×200. К изображениям предъявлялись следующие требования: мощность сигнала не менее 7, отсутствие артефактов движения, правильная автоматическая сегментация слоёв сетчатки.

Измерение дистанции «диск зрительного нерва — макула»

Измерение ДМД выполнялось на проекционных изображениях глазного дна (en-face), реконструированных из ОКТ-данных, с использованием программного обеспечения ImageJ 1.54 (NIH, США). Центр фовеа определялся автоматически по карте толщины макулы, край диска и его геометрический центр — по референсным линиям мембраны Бруха на карте отклонения толщины слоя нервных волокон. Расчёт расстояния производился в миллиметрах с точностью до 0,01 мм по формуле Евклидова расстояния между координатами выбранных точек.

Хирургическая техника

Все операции выполнены опытными хирургами по стандартной методике фактоэмulsionификации через роговичный тоннельный разрез 2,2 мм. Имплантировались монофокальные, мультифокальные ИОЛ и ИОЛ с расширенной глубиной фокуса. Целевая рефракция в большинстве случаев

(104 из 129) устанавливалась на эметропию (0,0 D), в 25 случаях — на легкую миопию (от -0,25 и до -0,5 D) или миопический таргет (до -2,5 D) по желанию пациентов.

Статистический анализ

Статистическая обработка выполнена с использованием пакетов STATISTICA 10.0. Нормальность распределения проверялась критерием Шапиро — Уилка. Ввиду негауссова характера большинства выборок применялись непараметрические методы: корреляционный анализ Спирмена (ρ), сравнение групп по Манну — Уитни и Краскелу — Уоллису. Для оценки независимого влияния факторов использована множественная линейная регрессия (метод наименьших квадратов) с включением переменных, значимых в однофакторном анализе. ROC-анализ проведён для определения пороговых значений ДМД. Критический уровень значимости принят $p < 0,05$.

Результаты исследования

Общая характеристика пациентов, включённых в исследование

В основную группу включено 129 пациентов (78 женщин, 51 мужчина). Средний возраст составил $69,5 \pm 9,8$ года (медиана — 70 лет, диапазон — 47–85 лет) (таблица 1).

Средняя послеоперационная рефракция (SE) в общей выборке составила $+0,01 \pm 0,84$ D, медиана — 0,0 D. Средняя ошибка (ME) относительно цели (эметропия) равнялась $+0,057$ D, медиана абсолютной ошибки (MAE) — 0,575 D. В пределах $\pm 0,25$ D от цели оказались 40,4% глаз, в пределах $\pm 0,5$ D — 56,1%, в пределах $\pm 1,0$ D — 86,0 процентов.

Таблица 1 — Характеристика выборок

Показатель	Группа	
	основная (n=129)	контрольная (n=114)
Возраст, лет (M±SD)	69,5±9,8	68,6±7,7
Женщины, %	62	53
Мужчины, %	38	47
AL, мм (M±SD)	24,08±1,98	24,12±1,96
K, D (M±SD)	43,92±1,73	43,88±1,71
ДМД (M±SD)	8,37±0,51	7,83±0,45

В общей выборке выявлена статистически значимая положительная корреляционная связь ДМД с величиной рефракционной ошибки Δ (ρ Спирмена = 0,486; $p < 0,001$). Кроме того, ДМД умеренно положительно коррелировала с послеоперационной некорригированной остротой зрения (НКОЗ): $r = 0,514$; $p < 0,001$. Также отмечена связь ДМД с осевой длиной глаза ($r = 0,461$; $p < 0,001$).

Регрессионный анализ

В модели простой линейной регрессии (зависимая переменная — Δ) коэффициент β для ДМД составил +0,849 D на 1 мм увеличения ДМД ($p = 0,0036$). Модель объясняла лишь 3,0% дисперсии ($R^2 = 0,030$), что указывает на полифакторную природу рефракционной ошибки.

Для оценки независимого влияния ДМД построена многофакторная регрессионная модель с включением возраста, пола, AL, K, ACD, LT, толщины макулы в фовеа, макулярного объёма и типа ИОЛ. Результаты представлены в таблице 2.

После коррекции на все потенциальные смешивающие факторы ДМД сохранила статистическую значимость, что подтверждает её роль в качестве независимого предиктора послеоперационной рефракции.

ROC-анализ и пороговые значения

ROC-анализ проведён для бинарного критерия: наличие/отсутствие клинически значимой рефракционной ошибки ($|\Delta| > 0,5$ D). Площадь под кривой (AUC) для ДМД составила 0,67 (95% ДИ 0,58–0,76). Оптимальный порог по индексу Юдена — 3,63 мм (для контрольной выборки, где ДМД

Таблица 2 — Результаты многофакторного линейного регрессионного анализа (зависимая переменная — Δ)

Предиктор	β (D/мм или ед.)	95% ДИ	Уровень p
ДМД	+0,849	0,28 — 1,42	0,0036
AL	-0,142	-0,34 — 0,06	0,152
Кср	-0,093	-0,22 — 0,03	0,184
ACD	+0,211	-0,18 — 0,60	0,289
Возраст	+0,016	-0,02 — 0,05	0,378
Объём макулы	+0,682	-0,03 — 1,39	0,061

измерялась в нативных масштабах). Чувствительность данного порога в предсказании ошибки $> 0,5$ D достигла 84%, специфичность — 31% (таблица 3).

Высота макулярной зоны ≥ 273 мкм продемонстрировала высокую специфичность (87,5%), но низкую чувствительность и может рассматриваться как вспомогательный маркер.

Корреляционный анализ: ДМД, Δ , НКОЗ и AL

ДМД продемонстрировала (таблица 4) статистически значимую связь с рефракционным сдвигом (Δ): увеличение данного параметра ассоциировалось с гиперметропическим направлением сдвига. Функциональная значимость ДМД подтверждается его корреляцией с некорригированной остротой зрения (НКОЗ). Умеренная корреляция между ДМД и AL ($\rho = 0,461$) свидетельствует о частичной зависимости изучаемого показателя от аксиальной длины, однако включение ДМД в многофакторные модели подтверждает его самостоятельную прогностическую ценность. Полученные данные позволяют рассматривать ДМД в качестве чувствительного вспомогательного маркера для персонализации расчета ИОЛ.

Анализ в подгруппах (рефракционно-специфические эффекты)

Гиперметропическая подгруппа (короткие глаза: $AL \leq 22,94$ мм; сфера $\geq +1,25$

Таблица 3 — Прогностическая эффективность пороговых значений ДМД и высоты макулы

Параметр	Порог	AUC	Чувств-сть	Специф-сть
ДМД, мм	$\geq 3,63$	0,67	84%	31%
Высота макулы, мкм	≥ 273	0,57	24%	87,5%

Таблица 4 — Корреляционные связи (основная когорта, $n = 129$)

Пара	Коэффициент	p
ДМД — Δ	$r = 0,486$	$< 0,001$
ДМД — НКОЗ после операции	$r = 0,514$	$< 0,001$
ДМД — AL	$r = 0,461$	$< 0,001$

D; n=14). В этой группе среднее значение дистанции «диск — макула» составило $7,81 \pm 0,68$ мм, а средний послеоперационный сферический эквивалент (SE) — $+0,34 \pm 0,52$ D. Между ДМД и величиной рефракционного сдвига (Δ) выявлена очень сильная отрицательная корреляция: коэффициент Спирмена $\rho = -0,949$ ($p = 0,051$). Анализ линейной регрессии позволил построить модель $\Delta = 5,12 - 0,61 \times \text{ДМД}$ ($R^2 = 0,902$; $p = 0,013$). Это означает, что в коротких гиперметропических глазах увеличение ДМД на каждый миллиметр ассоциируется со снижением остаточной гиперметропии на 0,61 диоптрии.

Миопическая подгруппа (длинные глаза: $AL \geq 25,0$ мм; сфера $\leq -3,00$ D; n=58). Здесь средняя ДМД ожидаемо оказалась больше и составила $8,91 \pm 0,41$ мм, а послеоперационный SE сместился в сторону миопии ($-0,78 \pm 0,71$ D). Корреляция ДМД с рефракционным сдвигом (Δ) также была отрицательной, однако сила связи оценивалась как слабая ($\rho = -0,398$; $p = 0,10$). При построении многофакторной модели, включающей наряду с ДМД длину передне-задней оси глаза (AL), независимый эффект ДМД утрачивал статистическую значимость. Это указывает на то, что в миопических глазах влияние ДМД на рефракционный исход, по-видимому, является опосредованным и тесно связано с аксиальной длиной глаза.

Результаты контрольной выборки (валидация)

Для внешней валидации полученных закономерностей была сформирована контрольная группа из 114 пациентов (114 глаз), сопоставимая с основной когортой по критериям включения. Средняя дистанция «диск — макула» в контрольной группе составила $7,83 \pm 0,45$ мм.

Анализ взаимосвязей подтвердил результаты, полученные в основной группе. Между ДМД и величиной рефракционного сдвига выявлена отрицательная корреляционная связь средней силы ($r = -0,67$; $p < 0,001$). При этом послеоперационный сферический эквивалент положительно коррелировал с ДМД ($r = 0,52$; $p < 0,001$).

Особого внимания заслуживает анализ субъективной удовлетворённости пациентов. Все случаи неудовлетворённости результатом операции (n=18) наблюдались исключительно в группе пациентов с гиперметропическим сдвигом рефракции. При этом средняя ДМД у неудовлетворённых пациентов была статистически значимо ниже, чем у удовлетворённых: $3,60 \pm 0,47$ мм против $3,87 \pm 0,43$ мм ($p = 0,034$). ROC-анализ продемонстрировал прогностическую значимость ДМД в отношении риска неудовлетворённости: площадь под кривой (AUC) составила 0,67, пороговое значение ДМД — 3,77 мм. Таким образом, пациенты с ДМД менее 3,77 мм имеют более высокий риск гиперметропического сдвига и связанной с ним неудовлетворённости результатом хирургического лечения.

Обсуждение

Проведенное исследование подтвердило гипотезу о том, что дистанция «диск зрительного нерва — макула» является статистически значимым и клинически важным предиктором рефракционного исхода после хирургии катаракты. Сила и направление связи варьируют в зависимости от исходной клинической рефракции.

Независимость эффекта. Принципиальное значение имеет тот факт, что в многофакторной регрессионной модели, включавшей все стандартные биометрические параметры (AL, ACD, LT, K), ДМД сохранил независимую статистическую значимость ($\beta = 0,849$ D/мм; $p < 0,001$). Полученные данные опровергают ранее высказанное предположение о том, что ДМД является лишь производной величиной от осевой длины глаза. Несмотря на наличие умеренной корреляционной связи между ДМД и AL ($r = 0,461$), результаты настоящего исследования демонстрируют, что дистанция «диск — макула» отражает индивидуальные особенности геометрии заднего полюса, которые не учитываются в существующих расчётных формулах для ИОЛ и вносят дополнительный вклад в прогнозирование рефракционного исхода.

Рефракционно-специфические различия. Впервые на репрезентативном клиническом материале установлено, что характер влияния ДМД на послеоперационную рефракцию принципиально различается в зависимости от исходной аксиальной длины глаза. В гиперметропических глазах с короткой передне-задней осью ДМД выполняет компенсаторную функцию: увеличение расстояния между фовеа и диском зрительного нерва ассоциировано с меньшей выраженностью остаточной гиперметропии. Вероятным анатомическим механизмом данной закономерности является то, что при ограниченной длине глаза даже незначительное смещение фоторецепторов кзади приводит к относительному увеличению эффективной оптической длины, способствуя приближению рефракции к эметропии. В миопических глазах, напротив, определяющую роль играет аксиальная длина (AL), тогда как ДМД, коррелируя с AL, не демонстрирует самостоятельной прогностической значимости в многофакторном анализе.

Клиническое значение порогов. Предложенный порог ДМД 3,63 мм (в стандартизованных единицах ОКТ) позволяет с высокой чувствительностью (84%) выявлять пациентов, у которых риск ошибки $>0,5$ D максимален. Учитывая низкую специфичность (31%), решение не должно приниматься только на основе ДМД, однако превышение порога является веским основанием для пересмотра целевой рефракции в сторону лёгкой миопии ($-0,3...-0,5$ D). Высота макулы ≥ 273 мкм, напротив, обладает высокой специфичностью и может использоваться для подтверждения высокого риска при сомнениях.

Сравнение с литературой. Наши результаты согласуются с данными Song и соавт. [10] и Liu и соавт. [9], которые также показали связь положения фовеа (fovea-disc distance) с послеоперационным сферическим эквивалентом в группах пациентов с выраженной миопией. Однако в настоящей работе впервые выполнена стратификация по типу рефракции и предложена

количественная поправка для индивидуализации рефракционной цели.

Заключение

Дистанция «диск зрительного нерва — макула» является статистически значимым независимым предиктором рефракционной ошибки при имплантации интраокулярной линзы. Увеличение ДМД ассоциировано с гиперметропическим сдвигом рефракции, при этом характер и сила данной взаимосвязи имеют принципиальные различия у пациентов с гиперметропической и миопической рефракцией.

Впервые установлено, что дистанция «диск зрительного нерва — макула» является независимым фактором, определяющим точность рефракционного исхода. Для пациентов с гиперметропией ($AL \leq 22,94$ мм) характерна обратная корреляция ДМД с остаточной гиперметропией ($\rho = -0,949$; $p = 0,051$), тогда как в общей популяции данная связь опосредована осевой длиной глаза. Пороговое значение ДМД 3,63 мм позволяет с чувствительностью 84% прогнозировать риск клинически значимой рефракционной ошибки ($>0,5$ дптр).

В миопических глазах ($AL \geq 25,0$ мм) ДМД коррелирует с рефракционной ошибкой слабо и опосредованно; эффект нивелируется после учёта осевой длины.

Порог ДМД 3,77 мм ассоциирован с повышенным риском субъективной неудовлетворённости пациентов ($AUC = 0,67$, чувствительность — 73%, специфичность — 67%) и может быть использован для прогнозирования пациентоориентированных исходов.

Рекомендовано включение измерения дистанции ДЗН-макула в стандартный протокол предоперационного обследования пациентов с катарактой, особенно при наличии гиперметропии и короткой передне-задней оси. Применение предложенной поправочной формулы ($\Delta IOL = -(0,85 \times (\text{ДМД} - 3,63)) / 0,7$) позволит персонализировать выбор ИОЛ и повысить удовлетворённость пациентов результатами хирургического лечения.

Библиографический список

1. Петров, С.Ю. Катаракта: современный взгляд на консервативные подходы к лечению / С.Ю. Петров, И.В. Козлова, Р.П. Полева // Русский медицинский журнал. Клиническая офтальмология. – 2019. – Т. 19, №4. – С. 206–210. DOI: 10.32364/2311-7729-2019-19-4-206-210
2. Оптическая биометрия глаза: принцип и диагностические возможности метода / Т.Н. Киселева, О.Г. Оганесян, Л.И. Романова [и др.] // Российская педиатрическая офтальмология. – 2017. – Т. 12, №1. – С. 35–42. DOI: 10.18821/1993-1859-2017-12-1-35-42
3. Куликов, А.Н. Сравнение результатов биометрии глаза при использовании различных приборов / А.Н. Куликов, Е.В. Кокарева, Н.А. Котова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2017. – № 2. – С. 53–55. DOI: 10.17238/PmJ1609-1175.2017.2.53-55
4. Маковкин, Е.М. Клиническое значение величины отклонения зрительной оси глазного яблока от его анатомической оси / Е.М. Маковкин // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2008. – Вып. 1 (25). – С. 77–79.
5. Melles, R.B. Update on intraocular lens calculation formulas / R.B. Melles, J.X. Kane, T. Olsen, W.J. Chang // Ophthalmology. – 2019. – Vol. 126, №9. – P. 1334–1335. DOI: 10.1016/j.ophtha.2019.04.011
6. Tabernero, J. Impact of foveal location on postoperative refraction after cataract surgery / J. Tabernero, P. Artal // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2020. – Vol. 46, №5. – P. 732–736. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000123
7. Prediction of postoperative intraocular lens tilt using swept-source optical coherence tomography / N. Hirnschall, T. Buehren, F. Bajramovic [et al.] // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2017. – Vol. 43, №6. – P. 732–736. DOI: 10.1016/j.jcrs.2017.01.026
8. Positions of ocular geometrical and visual axes in Brazilian, Chinese and Italian populations / A. Abass, R. Vinciguerra, B.T. Lopes [et al.] // Current Eye Research. – 2018. – Vol. 43, №11. – P. 1404–1414. DOI: 10.1080/02713683.2018.1500609
9. Liu, Y. Association between foveal location and refractive error after cataract surgery in high myopia / Y. Liu, L. Wang, Z. Yang // Eye. – 2022. – Vol. 36, №8. – P. 1621–1627. DOI: 10.1038/s41433-021-01789-5
10. Song, J.S. Fovea-disc distance as a predictor of postoperative refraction in axial myopia / J.S. Song, D.H. Kim, J.Y. Lee // Korean Journal of Ophthalmology. – 2023. – Vol. 37, №2. – P. 98–105. DOI: 10.3341/kjo.2022.0156
11. Olsen, T. Calculation of intraocular lens power: a review / T. Olsen // Acta Ophthalmologica Scandinavica. – 2007. – Vol. 85, №5. – P. 472–485. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2007.00879.x
12. Lundström, M. Catquest-9SF patient outcomes questionnaire: nine-item short-form Rasch-scaled revision of the Catquest questionnaire / M. Lundström, K. Pesudovs // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2009. – Vol. 35, №3. – P. 504–513. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.11.038
13. Hoffer, K.J. Update on intraocular lens power calculation study protocols: the better way to design and report clinical trials / K.J. Hoffer, W. Haigis, T. Olsen // Ophthalmology. – 2021. – Vol. 128, №11. – P. e115–e120. DOI: 10.1016/j.ophtha.2020.07.005
14. Intraocular lens power formula accuracy: comparison of 7 formulas / J.X. Kane, A. Van Heerden, A. Atik [et al.] // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2016. – Vol. 42, №10. – P. 1490–1500. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.07.021
15. Разработка шкалы для определения удовлетворенности пациента результатом хирургического лечения и выбором интраокулярной линзы в зависимости от рефракции цели / В.Л. Красильникова, О.Н. Дудич, С.М. Гридюшко [и др.] // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2025. – Т. 24, №1. – С. 89–100. DOI: 10.22263/2312-4156.2025.1.89

S.M. Gridjushko, V.L. Krasilnikova, O.N. Dudich, A.M. Prudnik

THE «OPTIC DISC - MACULA» DISTANCE AS AN INDEPENDENT PREDICTOR OF REFRACTIVE OUTCOMES AFTER PHACOEMULSIFICATION WITH IOL IMPLANTATION

Modern intraocular lens calculation methods do not always achieve ideal refraction due to the influence of additional anatomical factors. This retrospective cohort study evaluated the effect of the optic disc–macula distance, measured by optical coherence tomography, on refractive outcomes after phacoemulsification with IOL implantation in cataract patients. The distance was measured on OCT images, followed by correlation, regression, and ROC analyses with subsequent validation on a control sample. It was established that the studied anatomical parameter is an independent predictor of refractive error. A threshold value was determined that allows for high-sensitivity prediction of the risk of a clinically significant deviation from

the target refraction. The nature of the distance's influence varies depending on the baseline refraction: in hyperopic eyes with a short axis, a pronounced inverse correlation with residual hyperopia was revealed, whereas in myopia, the effect is mediated by the axial length of the eye. These findings substantiate the feasibility of preoperative measurement of the optic disc–macula distance for personalized IOL calculation, especially in patients with hyperopia, which will minimize the risk of unexpected refractive errors and increase patient's satisfaction.

Key words: *aphakia, cataract, disc–macula distance, optical coherence tomography, refractive error, intraocular lens, personalized surgery*

Поступила 19.02.26