

# Нюансы предоперационной подготовки пациентов перед экстракцией катаракты. Что мы упускаем из виду при проведении биометрии, расчете ИОЛ и оценке состояния глаза?

А.Б. Мовсисян<sup>1,2</sup>, А.Е. Егоров<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ «ГВВ № 2 ДЗМ», Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

## РЕЗЮМЕ

В настоящее время хирургическое вмешательство по поводу катаракты все больше носит характер рефракционной операции. От отработки и совершенствования выполнения этапов хирургического вмешательства взгляд практикующих врачей сместился в сторону необходимости индивидуального подбора интраокулярной линзы (ИОЛ) с учетом параметров глаза каждого отдельно взятого пациента. Первоочередной задачей стало получение наилучшего возможного рефракционного результата. Все элементы биометрического анализа вносят определенный вклад в расчет преломляющей силы линзы, поэтому любые погрешности, метод оценки каждого параметра, а также опыт исследователя играют весьма важную роль в предоперационной подготовке и прогнозировании рефракционного результата. Помимо этого, особенности рефракции, наличие макулярной патологии и имеющиеся в анамнезе хирургические вмешательства могут повлиять на тактику подбора линзы, предоперационной подготовки и объем оперативного вмешательства. Также необходимо учитывать последующее изменение положения ИОЛ в глазу, которое может привести к недостижению планируемого результата, что зависит в том числе и от выбора формулы расчета преломляющей силы. На сегодняшний день точность расчета силы ИОЛ страдает из-за погрешностей существующих методов биометрии и послеоперационных изменений глаза. Персонализация теоретических формул может дать требуемое увеличение точности расчета, что будет соответствовать современным трендам интраокулярной коррекции, а применение современных препаратов с повышенным содержанием макулярных пигментов позволит провести профилактику макулярной патологии и протекцию данной области сетчатки.

**Ключевые слова:** катаракта, рефракция, хирургия катаракты, биометрия, расчет ИОЛ, формулы расчета, сетчатка, возрастная макулярная дегенерация.

**Для цитирования:** Мовсисян А.Б., Егоров А.Е. Нюансы предоперационной подготовки пациентов перед экстракцией катаракты. Что мы упускаем из виду при проведении биометрии, расчете ИОЛ и оценке состояния глаза? Клиническая офтальмология. 2021;21(3):159–163. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-3-159-163.

## Nuances of preoperative care before cataract extraction. What do we overlook when performing biometry, calculating IOL power, and examining the eye?

A.B. Movsisyan<sup>1,2</sup>, A.E. Egorov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Hospital for War Veterans № 2, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

Modern cataract surgery is increasingly regarded as a refractive procedure. The focus has shifted from practicing and refining surgical steps towards personalized intraocular lens (IOL) choice based on the eye parameters of each individual. The best possible refractive outcome is now the priority. All components of biometry contribute to IOL power calculation accuracy. Therefore, any errors, a method of evaluating each parameter, and a technician's experience are important. In addition, refraction, macular disorders, and prior surgical procedures affect IOL choice, preoperative care, and the extent of surgery. Moreover, subsequent changes in the IOL position that results in refractive errors after cataract surgery (this depends on the formula for IOL power calculation) should also be considered. The accuracy of IOL power calculation is affected by the inaccuracy of current biometry techniques and postoperative changes of the globe. Personalization of theoretical formulas provides better accuracy of IOL power calculations to meet modern trends in intraocular correction. Supplements containing macular pigments prevent macular degeneration and protect the macular zone.

**Keywords:** cataract, refraction, cataract surgery, biometry, IOL power calculation, IOL power calculation formulas, retina, age-related macular degeneration.

**For citation:** Movsisyan A.B., Egorov A.E. Nuances of preoperative care before cataract extraction. What do we overlook when performing biometry, calculating IOL power, and examining the eye? Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2021;21(3):159–163 (in Russ.). DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-3-159-163.

## ВВЕДЕНИЕ

Современное хирургическое вмешательство по поводу катаракты все больше носит характер рефракционной операции. От совершенствования выполнения этапов хирургического вмешательства, которое за последние годы, по большей части, стало стандартизированным во всем мире, взгляд практикующих врачей сместился в сторону необходимости индивидуального подбора интраокулярной линзы (ИОЛ) с учетом параметров глаза каждого отдельно взятого пациента. Первоочередной задачей стало получение наилучшего возможного рефракционного результата с учетом отсутствия или наличия сопутствующих изменений светопроводящей и световоспринимающей систем глаза. В связи с этим важными факторами успешного оперативного лечения катаракты являются точность биометрии и состояние сетчатки, в первую очередь ее центральной зоны [1–4].

## ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА И НЮАНСЫ БИОМЕТРИИ

На сегодняшний день основными элементами точного биометрического исследования являются: измерение переднезадней оси (ПЗО), преломляющей способности роговицы, расчет точки положения ИОЛ (эффективного положения линзы), выбор наиболее подходящей формулы и ее клиническое применение. Каждый из вышеуказанных факторов по отдельности вносит весомый вклад в результат послеоперационной рефракции. Наибольшее значение имеет правильное измерение ПЗО и радиуса кривизны роговицы, так как ошибка в 1 мм дает наибольшее изменение рефракции в 5,7 и 2,7 дптр соответственно [5–8].

Одним из немаловажных параметров в формулах последних поколений долгое время была глубина передней камеры (ГПК). При ошибке измерения в 1 мм изменение рефракции составляло 1,5 дптр. На смену ГПК для описания положения ИОЛ в послеоперационном периоде пришли такие переменные, как эффективное положение линзы (ELP), фактор линзы (Lens Factor) и «фактор хирурга» (Surgeon Factor), которые, по данным литературы, в некоторых случаях повышают точность расчета [7, 10–12].

## РАСЧЕТ ПЗО

Помимо модификаций формул расчета ИОЛ остается актуальным вопрос измерения ПЗО. Методики измерения (бесконтактная частично когерентная лазерная интерферометрия и биометрическое ультразвуковое исследование (УЗИ) в А-режиме контактным или иммерсионным методом) широко применяются в клинической практике. Каждый из них имеет свои хорошо известные преимущества и недостатки. Разница в значениях ПЗО в связи с различными точками фокусировки при использовании разных методик (при оптической биометрии до внутренней пограничной мембраны, при ультразвуковой — до пигментного эпителия сетчатки) составляет 130 мкм и не вносит существенного вклада в погрешность измерения. Решающими являются выбор метода измерения ПЗО с учетом прозрачности и характеристик оптических сред глаза и опыт врача, проводящего измерение. В оптических биометрах установлена поправка для глаз с авитрией и при тампонаде витреальной полости силиконовым маслом, в то время как при измерении ПЗО ультразвуковым методом ошибка неизбежна из-за изменения скорости прохождения волны в этих средах, что не учиты-

вается в настройках прибора. Тем не менее в случае нарушения прозрачности роговицы и увеличенной плотности хрусталика предпочтение отдается биометрическому УЗИ в А-режиме иммерсионным методом.

Измерение ПЗО должно проводиться с учетом анамнеза больного, предоперационных данных по рефракции и оценки симметричности полученных параметров обоих глаз. В норме разница ПЗО между глазами не должна превышать 0,3 мм [9, 13–19]. При наличии разницы в биометрических параметрах глаз требуются дополнительные методы обследования. Одним из них является оптическая когерентная томография (ОКТ). Зачастую это обследование проводится уже в послеоперационном периоде в случае получения невысокой остроты зрения при достаточной прозрачности оптических сред. При этом могут быть выявлены изменения заднего отрезка, требующие дополнительного оперативного вмешательства для повышения остроты зрения. В биометрах нового поколения используется технология Swept Source OCT, позволяющая не только измерить, но и визуализировать измеряемые структуры (роговицу, хрусталик, макулу). Биометр IOL Master 700 (Carl Zeiss, Германия) из семейства «ИОЛ-мастер» за счет наличия технологии ОКТ имеет ряд преимуществ перед другими лазерными биометрами. Например, возможность измерять индивидуальную кривизну задней поверхности роговицы и оценивать состояние центральной зоны сетчатки, что позволяет более точно определять объем необходимого оперативного вмешательства и прогнозировать послеоперационный результат [20–23]. По этой причине данный аппарат можно считать «золотым стандартом» биометрии на сегодняшний день.

## ВЫБОР ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ИОЛ

После получения биометрических параметров глаз встает вопрос о выборе формулы для расчета ИОЛ. По данным литературы, на сегодняшний день универсальными формулами для расчета ИОЛ для любых глаз являются формулы последнего поколения Barret Universal II и Olsen [24]. Однако не все используемые в клинической практике биометры имеют их в своем программном обеспечении. По этой причине часто приходится выбирать между формулами предыдущих поколений, за исключением формул первого поколения, которыми все меньше пользуются ввиду наличия более совершенных методик расчета с хорошо известными преимуществами. Для расчета ИОЛ эметропичного глаза (ПЗО 22,5–24,5 мм, преломляющая сила роговицы 42–44 дптр, астигматизм до 1,0–1,25 дптр) одинаково хорошо работают все формулы, в глазах с миопией — SRK-T и Holliday II, при гиперметропии предпочтение отдается Hoffer Q и Holliday I [25]. По нашим наблюдениям и литературным данным [26, 27], в случае астигматизма более 1,0–1,25 дптр и отягощенного анамнеза целесообразно задуматься о выборе торических линз. Калькуляторы для точного расчета преломляющей силы таких ИОЛ доступны в онлайн-режиме у большинства ведущих производителей.

На практике нередко приходится сталкиваться с проходящей гиперметропией миопических глаз после радиальной кератотомии у пациентов после факоэмульсификации катаракты. Данные изменения связаны не с погрешностями расчета ИОЛ, а с отеком стромы вокруг радиальных надрезов и их «приоткрыванием», что приводит к уплоще-

нию центра роговицы. Преходящая гиперметропия полностью редуцируется через 8–12 нед. [28–30].

В глазах с экстремально высокой гиперметропией полученная при расчете необходимая преломляющая сила ИОЛ может превышать максимально доступную в модельном ряду линз. В таких случаях допустима имплантация двух ИОЛ (техника «piggyback») в капсульный мешок или в капсульный мешок и цилиарную борозду с учетом поправок для второй имплантируемой линзы [31–33].

Тем не менее, несмотря на использование всех самых современных методик и оборудования, все же встречаются случаи, когда значение рефракции в послеоперационном периоде отличается от целевых значений. С чем это может быть связано? Изменение положения оптической части ИОЛ в осевом направлении может приводить к миопическому или гиперметропическому сдвигу показателей преломляющей системы глаза. При увеличении силы ИОЛ отмечается линейное увеличение проявлений оптических эффектов такого смещения [34–36].

### Роль «фактора хирурга» в рефракционном исходе

В последнее время в литературе отдельно рассматривается роль манипуляций хирурга в получаемом рефракционном результате. Большое значение придается методам выполнения капсулорексиса, его конфигурации и размеру, имплантации внутрикапсульных стабилизирующих устройств, особенностям выполнения основного разреза. Все эти факторы напрямую или косвенно могут влиять на положение линзы и рефракционный исход операции [37–39]. При смещении ИОЛ в сторону роговицы наблюдается сдвиг в сторону миопической рефракции, при смещении в сторону сетчатки — в сторону гиперметропии. Исследования описывают сдвиги ожидаемого рефракционного результата не только из-за «фактора хирурга», но и за счет смещения ИОЛ в силу имеющихся изменений со стороны связочного аппарата и капсульно-мешка, особенно у пациентов с высокой гиперметропией и миопией [34–36].

Помимо всего вышеуказанного, прогнозируя результаты, необходимо оценивать состояние сетчатки глаза индивидуально у каждого пациента, так как возрастные изменения хрусталика могут сочетаться с изменениями в макулярной области, связанными как с дегенеративными изменениями (возрастная макулярная дегенерация (ВМД), эпиретинальный фиброз и др.), так и с сопутствующими, в том числе общесоматическими, заболеваниями (гипертоническая болезнь, сахарный диабет, окклюзия сосудов сетчатки и др.).

### Катаракта и возрастная макулярная дегенерация

Возраст пациента является главным фактором риска возникновения изменений центральной зоны сетчатки, в частности возрастной макулярной дегенерации, как одной из главных причин снижения центрального зрения в мире [40, 41]. При выявлении соответствующих изменений на этапе предоперационной подготовки пациента перед экстракцией катаракты следует провести дообследование в объеме ОКТ обоих глаз для оценки характера и выраженности имеющихся изменений, выработки тактики дальнейшего ведения пациента и объема оперативного лечения.

Хорошо известно, что принято выделять две основные формы течения ВМД: «сухую» и «влажную». С учетом того, что заболевание носит хронический прогрессирующий характер со снижением центрального зрения, требуются постоянная оценка состояния макулярной области в динамике и проведение соответствующей терапии.

«Сухая» форма ВМД требует назначения консервативного лечения. По данным многоцентровых исследований, таких как AREDS (Age-Related Eye Disease Study) и AREDS2, прием препаратов с зеаксантином и лютеином у пациентов с неэкссудативной формой макулодистрофии имеет положительный эффект в отношении замедления прогрессирования заболевания. Данные метаанализа, включавшего в себя одно когортное и семь кросс-секционных исследований, выявили достоверную обратную корреляцию между развитием ядерной и субкапсулярной катаракты и концентрацией лютеина и зеаксантина в крови и сделали вывод о том, что повышенная концентрация каротиноидов в крови может быть связана со снижением риска ядерной катаракты. При этом связь большей силы отмечается в европейских исследованиях [44, 45]. Прием комплекса витаминов и микроэлементов, содержащего витамин С, витамин Е, каротиноиды, оксид цинка, сопровождался снижением частоты развития поздней стадии ВМД на 25%, а риск потери остроты зрения на 3 и более строчек снижался на 19% [46]. Дополнение рациона лютеином и зеаксантином у пациентов с изначально низким их содержанием, по данным AREDS2, снижало вероятность прогрессирования ВМД на 20% [46–48]. В связи с этим при выявлении соответствующих изменений на сетчатке целесообразно сразу назначать прием витаминных комплексов с высоким содержанием лютеина и зеаксантина [49]. Примером такого комплекса является Окувайт Макс, в состав которого входят каротиноиды, витамины Е, С, цинк и докозагексаеновая кислота, обладающая антиоксидантными свойствами [50]. Назначение его как до оперативного лечения катаракты, так и на постоянной основе в последующем направлено на получение и длительное сохранение индивидуального результата с максимально возможными зрительными функциями.

При «влажной» форме стандартом лечения является проведение интравитреальных инъекций (ИВИ) ингибиторов ангиогенеза [42]. Изменения центральной области на фоне отека в макулярной зоне могут привести к условному уменьшению ПЗО или ошибочному определению аппаратом оптической оси глаза и, следовательно, некорректному расчету преломляющей силы ИОЛ. В таком случае биометрию с последующей экстракцией катаракты следует проводить после ИВИ ингибиторов ангиогенеза, получив соответствующий результат с достижением стабилизации процесса [43].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании определенного опыта и данных литературы были выработаны следующие рекомендации и выводы в отношении биометрии, на которые следует опираться практикующим врачам:

- ♦ рефракционный анамнез пациента является ключевым на всех этапах биометрии: необходимо выявлять и оценивать биометрические параметры, предполагающие

послеоперационные изменения в положении ИОЛ, которые могут быть полезными для выбора линз интраокулярной коррекции, а также для учета возможных рефракционных сдвигов;

- ♦ у автора формулы всегда получаются лучшие результаты (по сравнению с использованием любой другой проверенной теоретической или регрессионной формулы);

- ♦ при расчете ИОЛ необходимо проводить вычисление одновременно по нескольким формулам, что позволит избежать значительных ошибок послеоперационной рефракции;

- ♦ необходимо продолжать поиск новых формул расчета и ввести поправки в существующие в связи с имеющимися погрешностями и отсутствием универсальной формулы, которую можно было бы применять для глаз с широким разбросом биометрических показателей;

- ♦ на сегодняшний день точность расчета силы ИОЛ страдает из-за погрешностей существующих методов биометрии, малой доступности современных вариантов (недостаточное аппаратное обеспечение хирургических центров), вариативности процессов заживления и рубцевания операционной раны, фиброза капсульного мешка и изменения положения ИОЛ в послеоперационном периоде;

- ♦ в предоперационном периоде важно также оценивать состояние сетчатки для прогнозирования возможности получения ожидаемого рефракционного результата и своевременного начала соответствующей терапии, в том числе на ранних стадиях развития ретиальной патологии, препаратами с повышенным содержанием макулярных пигментов, что также позволит провести профилактику макулярной патологии и протекцию данной области сетчатки;

- ♦ персонализация теоретических формул может повысить точность расчета, что будет соответствовать современным трендам интраокулярной коррекции за счет компенсации систематических ошибок и разработки алгоритма расчета эффективного положения ИОЛ.

### Благодарность

Редакция благодарит компанию ООО «Бауш Хелс» за предоставление полных текстов иностранных статей, требовавшихся для подготовки данной публикации.

### Acknowledgement

The Editorial Board is grateful to Bausch Health for providing full-text foreign articles required to write the review.

### Литература/References

- Aristodemou P., Knox Cartwright N.E., Sparrow J.M., Johnston R.L. Intraocular lens formula constant optimization and partial coherence interferometry biometry: refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:50–62. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.07.037.
- Aristodemou P., Knox Cartwright N., Sparrow J., Johnson R. Formula choice: Hoffer Q, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:63–71. DOI: 10.1016/j.jcrs.2010.07.032.
- Kohnen T. First implantation of a diffractive quadrifocal (trifocal) intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41:2330–2332. DOI: 10.1016/j.jcrs.2015.11.012.
- Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Легких С.Л. Особенности расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с аксиальной длиной глаза 24–28 мм без предшествующих рефракционных вмешательств. *Офтальмология.* 2016;13(2):89–96. [Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A. Ju., Legkih S.L. Iol optic power calculation in patients with eye axial length 24–28 mm without preceding refractive surgery. *Ophthalmology in Russia.* 2016;13(2):89–96 (in Russ.)]. DOI: 10.18008/1816509520162-89-96.
- Preussner P.R., Wahl J., Laido H. et al. Ray tracing for intraocular lens calculation. *J Cataract Refract. Surg.* 2002;28:1412–1419. DOI: 10.1016/s0886-3350 (01) 01346-3.

- Drexler W., Findl O., Menapace R. et al. Partial Coherence Interferometry: A Novel Approach to Biometry in Cataract Surgery. *Am. J. Ophthalmol.* 1998;126:524–534. DOI: 10.1016/s0002-9394 (98) 00113-5.
- Olsen T. Calculation of intraocular lens power. *Acta Ophthalmologica.* 2007;85(5):472–85. DOI: ORG/10.1111/J.1600-0420.2007.00879.x 9.
- Olsen T. The Creator's Forum: IOL power calculations for postrefractive surgery eyes. *Cataract & Refractive surgery today*, may 2012. (Electronic resource.) URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/25227527/iol-power-calculations-for-postrefractive-surgery-eyes-oculus> (access date: 10.05.2020).
- Haigis W. Intraocular lens geometry makes a difference. *Acta Ophthalmol Scand.* 2007;85(4):803–804. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2007.01008.x.
- Rong X., He W., Zhu Q., Qian D. et al. Intraocular lens power calculation in eyes with extreme myopia: Comparison of Barrett Universal II, Haigis, and Olsen formulas. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 2019;45(6):732–737. DOI: 10.1016/j.jcrs.2018.12.025.
- Gong X., Xia C., Wang M. et al. Different cataracts caused by combinatorial effects of wildtype and mutant forms of connexins with other lens factor. *Investigative Ophthalmology & Visual science.* 2004;45:477–477.
- Eleftheriadi H. IOL Master biometry: refractive results of 100 consecutive cases. *British Journal of Ophthalmology.* 2003;87:960–963. DOI: 10.1136/bjo.87.8.960.
- Olsen T. The accuracy of ultrasonic determination of axial length in pseudophakic eyes. *Acta Ophthalmol.* 1989;67(2):141–144. DOI: 0.1111/j.1755-3768.1989.tb00743.x.
- Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J. Cataract Refract. Surg.* 1992;18(2):125–129. DOI: 10.1016/s0886-3350 (13) 80917-0.
- Olsen T. Improved accuracy of intraocular lens power calculation with the Zeiss IOL Master. *Acta Ophthalmol Scand.* 2007;85(1):84–87. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2006.00774.x.
- Haigis W. Pseudophakic correction factors for optical biometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2001;239(8):589–598. DOI: 10.1007/s004170100323.
- Hoffer K.J. Accuracy of Ultrasound Intraocular Lens Calculation. *Arch Ophthalmol.* 1981;99(10):1819–1823. DOI: 10.1001/archoph.1981.03930020693014.
- Holladay J.T., Prager T.C., Ruiz R.S., Lewis J.W., Rosenthal H. Improving the Predictability of Intraocular Lens Power Calculations. *Arch. Ophthalmol.* 1986;104(4):539–541. DOI: 10.1001/archoph.1986.01050160095020.
- Holladay J.T. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculation. *J. Cataract Refract. Surg.* 1997;23:1356–1370. DOI: 10.1016/S0886-3350 (97) 80115-0.
- Jansson F., Kock E. Determination of the velocity of ultrasound in the human lens and vitreous. *Acta Ophthalmol.* 1962;40:420–433. DOI: 10.1111/j.1755-3768.1962.tb02390.x.
- Jae Shin Song, Do Yeh Yoon, Joon Young Hyon, Hyun Sun Jeon. Comparison of Ocular Biometry and Refractive Outcomes Using IOL Master 500, IOL Master 700, and Lenstar LS900. *Korean J Ophthalmol.* 2020;34(2):126–132. DOI: 10.3341/kjo.2019.0102.
- Bertelmann T., Blum M., Kunert K. et al. Foveal pit morphology evaluation during optical biometry measurements using a full-eye-length swept-source OCT scan biometer prototype. *Eur. J. Ophthalmol.* 2015;25(6):552–558. DOI: 10.5301/ejo.5000630.
- Hirnschall N., Leisser C., Radda S. et al. Macular disease detection with a swept-source optical coherence tomography-based biometry device in patients scheduled for cataract surgery. *J. Cataract Refract. Surg.* 2016;42(4):530–536. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.02.029.
- Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Коновалова М.М. и др. Особенности расчета оптической силы новой моноблочной асферической дифракционной трифокальной интраокулярной линзы. *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2019;3:171–174. [Pershin K.B., Pashinova N.F., Konovalova M.M. et al. Power calculation of novel single-piece aspheric diffractive trifocal intraocular lens. *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2019;19(3):171–174 (in Russ.)]. DOI: 10.32364/2311-7729-2019-19-3-171-174.
- IOL Power Calculation Formulas (Electronic resource.) URL: <https://doctor-hill.com/iol-main/formulas.htm> (access date: 10.04.2021).
- Ferrer-Blasco T., Montes-Mico R., Peixotode-Matos S.C. et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J. Cataract Refract Surg.* 2009;35(1):70–75. DOI: 10.1007/s10792-016-0201-z.
- Leon P., Pastore M.P., Zanei A. et al. Correction of low corneal astigmatism in cataract surgery. *International Journal of Ophthalmology.* 2015;8(4):719–724. DOI: 10.3980/j.issn.2222-3959.2015.04.14.
- Аветисов С.Э., Антонов А.А., Вострухин С.В. Механизм прогрессирующей гиперметропии после радиальной кератотомии. *Вестник офтальмологии.* 2015;131(2):13–18. [Avetisov S.E., Antonov A.A., Vostukhin S.V. Progressive hyperopic shift after radial keratotomy: possible causes. 2015;131(2):13–18 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2015131213-18.
- Синг А.Д., Хейден Б.К. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии. М.: МЕД-пресс-информ; 2015. [Singh A.D., Hayden B.C. *Ophthalmic Ultrasonography.* М.: MED-press-inform; 2015 (in Russ.)].
- Chen L., Mannis M.J., Salz J.J. et al. Analysis of intraocular lens power calculation in post-radial keratotomy eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(1):65–70. DOI: 10.1016/S0886-3350 (02) 01693-0.
- Gayton J.L., Sanders V., van der Karr M., Raanan M.G. Piggybacking intraocular implants to correct pseudophakic refractive error. *Ophthalmology.* 1999;106(1):56–59. DOI: 10.1016/s0161-6420 (99) 90005-2.
- Gills J.P., Gayton J.L., Raanan M. Multiple intraocular lens implantation. In: J.P. Gills, R. Fenzl, R.G. Martin (Eds.). *Cataract Surgery; the State of the Art.* Slack, Thorofare NJ. 1998:183–195.

33. Holladay J.T., Gills J.P., Leidlein J., Cherchio M. Achieving emmetropia in extremely short eyes with two piggyback posterior chamber intraocular lenses. *Ophthalmology*. 1996;103(7):1118–1123. DOI: 10.1016/s01616420(96)30558-7.
34. Engren A., Behndig A. Anterior chamber depth, intraocular lens position, and refractive outcomes after cataract. *J. Cataract Refract. Surg.* 2013;39(4):572–577. DOI: 10.1016/j.jcrs.2012.11.019.
35. Findl O., Rainer G., Steineck-Engren I.A., Behndig A. Effect of manual capsulorhexis size and position on intraocular lens tilt, centration, and axial position. *J. Cataract Refract. Surg.* 2017;43(7):902–908. DOI: 10.1016/j.jcrs.2017.04.037.
36. Hoffer K.J., Savini G. Anterior chamber depth studies. *J. Cataract Refract. Surg.* 2015;41(9):1898–1904. DOI: 10.1016/j.jcrs.2015.10.010.
37. Nagy Z., Kranitz K., Takacs A. et al. Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011;27(8):564–569. DOI: 10.3928/1081597X-20110607-01.
38. Okada M., Paul E., Straaten D. Effect of centration and circularity of manual capsulorhexis on cataract surgery refractive outcomes. *Cataract Refract. Surg.* 2014;121(3):763–770. DOI: 10.1016/j.optha.2013.09.049.
39. Weber M., Hirschnall N., Rigal K., Findl O. Effect of a capsular tension ring on axial intraocular lens position. *J. Cataract Refract. Surg.* 2015;41(1):122–125. DOI: 10.1016/j.jcrs.2014.04.035.
40. ВОЗ: Слепота и нарушения зрения. (Электронный ресурс.) URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (дата обращения: 15.04.2021) [WHO: Blindness and vision impairment. (Electronic resource.) URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (access date: 13.06.2021) (in Russ.)].
41. Авдеев Р.В., Александров А.С., Басинский А.С. и др. Многоцентровое исследование по определению структурно-функционального статуса зрительного анализатора при одновременном наличии в глазу глаукомы и возрастной макулодистрофии с выявлением их корреляционных связей и степени взаимного влияния. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2013;4(19):15–25. [Avdeev R.V., Alexandrov A.S., Basinsky A.S. et al. Multicentre study of morphofunctional status of visual analyzer in simultaneous presence in eye glaucoma and age-related macular degeneration with determination of correlations and connections. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2013;4(19):15–25 (in Russ.)].
42. Grzybowski A., Told R., Sacu S. et al. 2018 Update on Intravitreal Injections: Euretina Expert Consensus Recommendations. *Ophthalmologica*. 2018;239:181–193. DOI: 10.1159/000486145.
43. Shentu X.C., Cheng Y.L., Chen Z.Q. et al. Differences in intraocular lens power calculation in patients with sub-foveal choroidal neovascularization. *Int J Ophthalmol* 2019;12(1):172–174. DOI:10.18240/ijo.2019.01.26.
44. Liu X.H., Yu R.B., Liu R., Hao Z.X., Han C.C., Zhu Z.H., Ma L. Association between lutein and zeaxanthin status and the risk of cataract: a meta-analysis. *Nutrients*. 2014 Jan 22;6(1):452–65. DOI: 10.3390/nu6010452.
45. Mamatha B.S., Nidhi B., Padmaprabhu C.A. et al. Risk Factors for Nuclear and Cortical Cataracts: A Hospital Based Study. *Ophthalmic Vis Res.* 2015;10(3):243–9. DOI: 10.4103/2008-322X.170356.
46. A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta-carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report no. 8. *Arch. Ophthalmol.* 2001;119(10):1417–1436.
47. Age-Related Eye Disease Study Research Group. A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E and beta carotene for age-related cataract and vision loss: AREDS report no. 9. *Arch. Ophthalmol.* (Chicago, Ill. 1960). 2001;119(10):1439–1452. DOI: 10.1001/archophth.119.10.1439.
48. Lutein + zeaxanthin and omega-3 fatty acids for age-related macular degeneration: the Age-Related Eye Disease Study 2 (AREDS2) randomized clinical trial. *JAMA*. 2013;309(19):2005–2015. DOI: 10.1001/jama.2013.4997.
49. Егоров Е.А. Патогенетические подходы к лечению возрастной макулярной дегенерации. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2017;(4):235–238. [Egorov E.A. Pathogenetic approaches to the treatment of age-related macular degeneration. *RMJ. Clinical ophthalmology*. 2017;(4):235–238 (In Russ.)].
50. Rosell M., Giera M., Brabet P. et al. Bis-allylic Deuterated DHA Alleviates Oxidative Stress in Retinal Epithelial Cells. *Antioxidants (Basel)*. 2019;8(10):447. DOI: 10.3390/antiox8100447.

#### Сведения об авторах:

<sup>1,2</sup>Мовсисян Анна Борисовна — врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии им. А.П. Нестерова лечебного факультета; ORCID iD 0000-0001-8233-0385;

<sup>1,2</sup>Егоров Алексей Евгеньевич — д.м.н., профессор, профессор кафедры офтальмологии им. А.П. Нестерова лечебного факультета, заведующий офтальмологическим отделением; ORCID iD 0000-0003-2637-1830.

<sup>1</sup>ГБУЗ «ГВВ № 2 ДЗМ». 109472, Россия, г. Москва, Волгоградский пр-т, д. 168.

<sup>2</sup>ФГАУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России. 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1.

**Контактная информация:** Мовсисян Анна Борисовна, e-mail: [anna.movs@inbox.ru](mailto:anna.movs@inbox.ru).

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

Статья поступила 09.09.2020.

#### About the authors:

<sup>1,2</sup>Anna B. Movsisyan — MD, Assistant of A.P. Nesterov Department of Ophthalmology, ophthalmologist; ORCID iD 0000-0001-8233-0385.

<sup>1,2</sup>Alexey E. Egorov — Dr. of Sc. (Med.), Professor, Professor of A.P. Nesterov Department of Ophthalmology, Head of the Department of Ophthalmology; ORCID iD 0000-0003-2637-1830.

<sup>1</sup>Hospital for War Veterans No. 2. 168, Volgogradskiy av., Moscow, 109472, Russian Federation.

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University. 1, Ostrovityanov str., Moscow, 117437, Russian Federation.

**Contact information:** Anna B. Movsisyan, e-mail: [anna.movs@inbox.ru](mailto:anna.movs@inbox.ru).

**Financial Disclosure:** no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned.

**There is no conflict of interests.**

Received 09.09.2020.