

С.В. Кирносов
**ИНТРАОКУЛЯРНАЯ КОРРЕКЦИЯ АСТИГМАТИЗМА.
СПОСОБЫ РАЗМЕТКИ ЕГО ОСИ**

*ГБУЗ «Самарская областная клиническая офтальмологическая больница
им. Т.И. Ерошевского», г. Самара*

Астигматизм является чрезвычайно актуальной проблемой современной медицины. Лидерство в лечении пациентов с аномалиями рефракции занимают хирургические методы. Имплантация торических интраокулярных линз является наиболее эффективным методом лечения астигматизма. Однако нередко погрешности в расчете оптической силы линзы и в разметке осей могут приводить к плохим результатам лечения и проведению дополнительных хирургических вмешательств. Необходимы проведение дальнейших клинических испытаний, чтобы исследовать точность, которую можно достичь в позиционировании торической интраокулярной линзы с применением существующих систем ее выравнивания, а также разработка высокоэффективных, точных, надежных, безопасных и экономически выгодных методов маркировки с целью улучшения результатов лечения пациентов с астигматизмом.

Ключевые слова: астигматизм, торические интраокулярные линзы, разметка оси астигматизма.

S.V. Kirnosov
**INTRAOCULAR CORRECTION OF ASTIGMATISM. METHODS
OF AXIS MARKING OF ASTIGMATISM**

Astigmatism is an extremely urgent problem of modern medicine. Surgical methods hold leadership in the treatment of patients with refractive disorders. Implantation of toric intraocular lenses is the most effective treatment of astigmatism. However, errors in the calculation of the optical power of a lens and the axis marking can lead to poor treatment results and additional surgical interventions. Further clinical trials are needed to investigate the accuracy that can be achieved in the positioning of the toric intraocular lens using existing toric intraocular lens alignment systems and the development of high-performance, accurate, reliable, safe and cost-effective labeling methods to improve the treatment outcomes of patients with astigmatism.

Key words: astigmatism, toric intraocular lenses, marking the axis of astigmatism.

Согласно данным литературы практически половина населения нашей планеты (45-55%) страдает астигматизмом [4,8]. Крупное исследование, проведенное в Германии, включившее 13 959 человек в возрасте от 35 до 74 лет, показало наличие существенного рефракционного астигматизма свыше 0,5 диоптрий у 32,3% обследованных [22]. При этом астигматизм – это довольно тягостное состояние больного, обуславливающее снижение остроты зрения, что в свою очередь неизбежно приводит к снижению качества жизни пациента [4]. При астигматизме пациент нередко не может определить расстояние между предметами. Наличие астигматизма более 1,5 диоптрии значительно осложняет адекватное восприятие окружающего мира, поскольку больной видит не просто размытый контур предметов как при миопии, при этом предметы приобретают двойной контур, причем как вблизи, так и вдали [8].

Нередко астигматизм является сопутствующей патологией при различных заболеваниях органа зрения или развивается после хирургических вмешательств. Около 30% пациентов с катарактой имеют дооперационный роговичный астигматизм – от 0,75 диоптрии [12]. При лечении пациентов с катарактой нередко возникают трудности с коррекцией астигматизма. Наличие исходного роговичного астигматизма у больных, оперируемых по поводу катаракты, оказывает негативное влияние

на функциональный результат операции [8]. Даже астигматизм в 0,75 диоптрии отрицательно сказывается на функциональных результатах лечения возрастной катаракты в большей степени, чем другие аберрации. Высокий процент астигматизма у больных катарактой позволяет рассматривать эту категорию пациентов как потенциальных кандидатов для выполнения коррекции астигматизма [19].

За последние годы были достигнуты большие успехи в лечении астигматизма. В отечественной и зарубежной литературе опубликовано множество исследований, посвященных изучению эффективности различных методов лечения рефракционных нарушений, их безопасности и надежности [4, 8]. Прогрессивное развитие рефракционной хирургии и стремление избавить пациента от зависимости в дополнительных оптических устройствах определило лидерство хирургических методов коррекции астигматизма. Были разработаны и внедрены в практику лимбальные послабляющие разрезы, эксимерлазерные процедуры, фемтосекундная лазерная кератотомия, а также внутриглазная имплантация линз [1,20]. Однако, несмотря на большой выбор методик для коррекции астигматизма, многие из них либо не дают стабильных прогнозируемых результатов, либо требуют многоэтапного вмешательства [1].

Стремление достичь одномоментной коррекции афакии и роговичного астигматизма

ма привело к созданию и внедрению в практическую офтальмологию торических интраокулярных линз. На данный момент имплантация торических интраокулярных линз является весьма перспективным направлением при лечении пациентов с различной патологией органа зрения [1,3,11]. Проблемой широкого применения торических интраокулярных линз является их высокая стоимость по сравнению со сферическими линзами. Но все финансовые затраты окупаются высокой остротой и качеством зрения, не требующими дополнительной коррекции на протяжении всей последующей жизни.

Дизайн интраокулярных линз постоянно улучшается для того, чтобы повысить остроту зрения, удовлетворенность пациентов и добиться независимости от очковой коррекции после хирургического лечения катаракты. На сегодняшний день на рынке представлены различные модели интраокулярных линз. Сочетание в торических интраокулярных линзах сферического и цилиндрического компонентов обеспечивает достижение требуемого оптического результата [6]. Данный метод коррекции аномалий рефракции обладает рядом бесспорных преимуществ по сравнению с другими способами. Применение торических интраокулярных линз позволяет избежать проблем, которые нередко возникают при проведении оперативных вмешательств на роговице, а также не требует владения специальными навыками вмешательств на роговице. Кроме того, данный метод имеет предсказуемый результат и стабильность эффекта [18]. Операция проводится по стандартной технологии и позволяет одномоментно провести экстракцию катаракты и полную коррекцию оптической системы глаза, существенно сокращая сроки реабилитации пациента [20].

Имплантация интраокулярных линз не всегда позволяет добиться ожидаемого пациентом и хирургом результата, особенно в отдаленном периоде наблюдения. Как правило, снижение эффективности лечения связано с ротационной дестабилизацией положения линзы в капсульном мешке, что приводит к снижению послеоперационной остроты зрения. По данным различных авторов ротационная нестабильность довольно нередкое явление. Поворот торической интраокулярной линзы более чем на 10 градусов отмечается у 24% прооперированных, более чем на 20 градусов линза отклоняется в 12% случаев, а у 8% пациентов регистрируется смещение, превышающее 30 градусов [19, 20]. А отклонение цилиндрического меридиана всего на 10 градусов приво-

дит к значительному снижению остроты зрения. Одной из наиболее частых причин ротационной нестабильности интраокулярных линз, является фиброз капсульного мешка, который, как правило, развивается в течение первых 3-6 месяцев после операции [19].

Для получения желаемой рефракции в послеоперационном периоде при применении торической интраокулярной линзы необходимо обязательное четкое соблюдение инструкции ее имплантации, одним из ключевых условий которой является маркировка горизонтального меридиана роговицы в вертикальном положении пациента. Правильно зафиксированный на дооперационном этапе горизонтальный меридиан в дальнейшем служит оперирующему хирургу оправданным ориентиром для интраоперационной разметки основного меридиана расположения торической интраокулярной линзы [2].

Точность при проведении разметки в предоперационном периоде имеет определяющее значение, поскольку для устранения астигматизма необходимо четкое совпадение цилиндрического компонента торической интраокулярной линзы с осью сильного или слабого меридиана роговицы. Расхождение осей даже на 1 градус уменьшает астигматическую коррекцию на 3,3%. Ошибка в 3 градуса приводит к потере около 10% астигматизмредуцирующего эффекта, а отклонение в 30 градусов приводит к полной его потере [16].

Разметка может выполняться как в один, так и в два этапа и как вручную (при помощи щелевой лампы), так и посредством специальных разметчиков [17]. Как правило, разметку производят в два этапа [3,6]. Вначале отмечают ось 0-180° в положении сидя для исключения циклоторсии, которая представляет собой поворот глазного яблока по направлению часовой стрелки или против него при смене вертикального положения тела на горизонтальное. Далее интраоперационно с учетом отметки 0-180° отмечают ось расположения торической интраокулярной линзы и производят хирургическое вмешательство [3,6].

Несмотря на то, что дооперационная маркировка опорной точки в вертикальном положении пациента является наиболее распространенным методом [11,14,21], его сравнительная точность зависит от опыта хирурга и имеет присущие ему ограничения точности, такие как изменение положения головы пациента во время кератометрии или при исследовании в щелевой лампе. Не так давно были внедрены объективные методы маркировки с использованием рисунка радужки или сосу-

дов конъюнктивы [11,21], регистрация оси с помощью топографии роговицы [15], интраоперационная aberрометрия [14], которые обеспечивают очень точное выравнивание и хорошие рефракционные результаты, но эти высокотехнологичные методы являются дорогостоящими [16].

В рутинной практике выравнивание торических интраокулярных линз, как правило, проводят с помощью дооперационной маркировки чернилами [17]. Однако точное выравнивание может быть нарушено недостаточной видимостью в результате растворения чернил или слишком широкой и неточной разметки. Смещение и несовершенство центрирования также может произойти при вращении глазного яблока во время нанесения чернил. Кроме того, большинство чернильных ручек, используемых в глазной хирургии, не тестируются на токсичность в отношении роговицы. Размещение маркировки центрально может быть затруднено ввиду того, что некоторые пациенты не в состоянии удержать фиксацию во время маркировки, а также инструментом, используемым для нанесения маркировки, можно повредить роговицу [10].

На сегодняшний день доступны несколько вариантов маркировки оси: метод трехточечной маркировки [13,17]; 3- и 9-часовой маркировочный метод [14]; маркировки с применением рисунка радужки [21]; маятниковой маркировки [17]; метод регистрации оси с использованием топографии роговицы [15]; способы маркировки, использующие сосуды конъюнктивы или рисунок радужной оболочки глаза в качестве исходной точки [9].

В современной офтальмохирургии для предварительной разметки роговицы применяются различные инструменты-разметчики. Среди них выделяют гравитационные и нивелирные разметчики, а также разметчики, крепящиеся на аппланационный тонометр Гольдмана. Существенным недостатком этих разметчиков является то, что они не являются индивидуальными или одноразовыми инструментами и наносят метки только в момент их непосредственного контакта с роговицей пациента [2].

Ряд авторов отдают предпочтение разметке роговицы с помощью YAG-лазера [2,5]. Так, Ю.Н. Кондратенко (2009) был предложен бесконтактный способ разметки роговицы с помощью YAG-лазера. По данным авторов данный способ обладает преимуществами по сравнению с другими существующими способами разметки. Он позволяет наглядно зафик-

сировать горизонтальный меридиан независимо от положения тела пациента. Полученные метки были точно расположены, хорошо контрастировались и визуализировались под операционным микроскопом, а также характеризовались стойкостью по времени, а методика их нанесения была бесконтактной. По мнению авторов данный способ разметки роговицы многофункционален и может применяться при маркировке области выполнения будущего роговичного тоннельного разреза для исключения вероятности смещения роговичных разрезов от предполагаемой оси [2].

В работе Н.В. Dick (2016) описаны техника маркировки роговицы с применением фемтосекундного лазера и результаты применения данной методики у 10 пациентов. По мнению автора фемтосекундная лазерная маркировка роговицы позволяет достичь надежной центровки торических интраокулярных линз. В отличие от других методов лазерная маркировка надежна, качественна и безопасна. Кроме того, автором не было зарегистрировано ни одного случая перфорации роговицы, а также не было выявлено негативного влияния на зрение. По мнению ученого с помощью лазера маркировка безопасна и дает возможность точно разметить оси и выровнять торическую интраокулярную линзу [10].

Существующие на сегодняшний день разметчики торической оси выполняют разметку в лимбальной зоне роговицы и склеры, что может стать причиной существенных погрешностей при имплантации торических интраокулярных линз [7].

Многие исследователи предлагают авторские методики разметки при имплантации интраокулярных линз [5,7]. Так, В.Н. Трубиным (2014) была предложена методика одновременной маркировки астигматической оси торической интраокулярной линзы и проекции капсулорексиса на поверхности роговицы у пациентов с осложненной увеальной катарактой при узком зрачке. Проанализировав результаты собственного исследования, автор доказал возможность проведения оперативного лечения катаракты с имплантацией торических интраокулярных линз у пациентов с наличием спаечного процесса, функциональной блокадой угла передней камеры, псевдоэксфолиативного синдрома, хронического увеита и вторичной глаукомы. Предложенная автором методика разметки астигматической оси торической интраокулярной линзы и капсулорексиса в условиях узкого зрачка показала свою эффективность и позволила добиться максимально точ-

ного позиционирования торической интраокулярной линзы в капсульном мешке в условиях недостаточного миопии [7].

Многие ученые изучали ротационную погрешность при использовании различных методов маркировки [11,13,14,17]. В своем исследовании Н. Onishi с соавт. (2016) сравнили ротационные ошибки при выравнивании торических интраокулярных линз, а также функциональные результаты при использовании 3 методов предоперационной маркировки осей роговицы. Данная работа продемонстрировала наличие наибольших ротационных погрешностей в группе пациентов с трехточечной маркировкой по сравнению с группой, где использовался маятниковый метод маркировки, и с группой с использованием рисунка радужки в качестве ориентира. Однако, несмотря на выявленные различия, рефракционные результаты у пациентов всех трех групп не имели существенных различий [16].

По мнению К. Miyata методы с использованием биомаркеров в качестве ориентира, или методы, где ось регистрируется по топографическим параметрам, наиболее точные, потому что при их проведении минимизируются неизбежные движения головы пациента [15]. Однако их применение достаточно сложно и трудоемко [16].

Таким образом, проблема коррекции астигматизма на протяжении многих лет остается актуальной и, несмотря на существенный прогресс в данной области офтальмологии,

ряд вопросов остаются нерешенными по сегодняшний день. Бесспорное лидерство в лечении пациентов с аномалиями рефракции занимают хирургические методы, среди которых основным является имплантация торических интраокулярных линз. Однако нередко погрешности в расчете оптической силы линзы и разметке осей могут приводить к плохим результатам лечения и проведению дополнительных хирургических вмешательств. Избежать возможных ошибок, связанных с разметкой горизонтальной оси, возможно. Однако до сих пор способов разметки, полностью удовлетворяющих хирургов, нет. Некоторые методы зарекомендовали себя как высокоточные, однако их применение ограничено высокой стоимостью и требует специального оборудования. Разметчики, использующие краситель, являются более доступными, но имеют значительные погрешности. Многие методы нуждаются в доработке. Предложенные авторские методики апробированы, как правило, на малом количестве пациентов. Необходимы проведение дальнейших клинических испытаний, чтобы исследовать точность, которую можно достичь в позиционировании торической интраокулярной линзы с применением существующих систем их выравнивания, а также разработка высокоэффективных, точных, надежных, безопасных и экономически выгодных методов маркировки с целью улучшения результатов лечения пациентов с астигматизмом.

Сведения об авторе статьи:

Кирнос Сергей Викторович – врач-офтальмолог, зав. операционным блоком ГБУЗ СОКОБ им. Т.И. Ерошевского. Адрес: 443066, г. Самара, ул. Запорожская, 26. E-mail: skirnosov@list.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт фактоэммульсификации катаракты с имплантацией торической ИОЛ на глазах с иррегулярным астигматизмом / Л.Н. Борискина [и др.] // Вестник ОГУ. – 2010. – № 12. – С. 42-43.
2. Кондратенко, Ю.Н. Способ разметки роговицы при имплантации торической интраокулярной линзы в ходе фактоэммульсификации катаракты / Ю.Н. Кондратенко, А.Н. Новицкий, Т.Б. Хоменко // Офтальмологический журнал. – 2009. – № 4. – С. 91-93.
3. Пирогова, Е.С. Коррекция астигматизма торическими интраокулярными линзами / Е.С. Пирогова // Актуальные проблемы естественных наук: материалы Международной заочной научно-практической конференции. – М., 2015. – С. 89-93.
4. Стройко, М.С. Фемтосекундная астигматическая кератотомия в коррекции роговичного астигматизма (обзор литературы) / М.С. Стройко, С.В. Костенев // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – №1. – С. 260-269.
5. Темиров, Н.Э. Новый способ разметки горизонтальной оси глаза перед имплантацией торической ИОЛ с помощью горизонтально стабилизированного Nd: YAG – лазера / Н.Э. Темиров, П.Б. Вакарев // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: сб. науч. ст. – М., 2013. – С. 165-167.
6. Трубилин, В.Н. Интраокулярная коррекция роговичного астигматизма в процессе хирургического лечения катаракты. Обзор / В.Н. Трубилин, И.А. Ильинская, А.В. Трубилин // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2014. – Т. 14, № 3. – С. 4-10.
7. Трубилин, В.Н. Оптимизированная методика разметки оси имплантации торической интраокулярной линзы у пациента с увеальной катарактой (клинический случай) / В.Н. Трубилин, С.Ю. Копеев, И.А. Ильинская // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2014. – Т. 34, № 5. – С. 93-96.
8. Шантурова, М.А. Имплантация торических ИОЛ – эффективный, предсказуемый способ коррекции роговичного астигматизма / М.А. Шантурова, Н.Я. Сенченко // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской Академии медицинских наук. – 2011. – Т. 6(82). – С. 113-115.
9. New axis-marking method for a toric intraocular lens: mapping method / D. Cha [et al.] // J. Refract. Surg. – 2011. – Vol. 27. – P. 375-379.
10. Dick, H.B. Laser-assisted marking for toric intraocular lens alignment / H. B. Dick, T. Schultz // J. Cataract Refract. Surg. – 2016. – Vol. 42. – P. 7-10.
11. Hirnschall, N. Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens: a pilot study / N. Hirnschall, S. Maedel, M. Weber [et al.] // Am J Ophthalmol. – 2014. – Vol. 157. – P. 405-411.
12. Hoffmann, P.C. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes / P.C. Hoffmann, W.W. Hutz // J. Cataract Refract. Surg. – 2010. – Vol. 36. – P. 1479-1485.

13. Igarashi, A. Clinical evaluation of accuracy of horizontal meridian limbal marking / A. Igarashi, K. Kamiya, K. Shimizu // *Optom Vis Sci.* – 2013. – Vol. 90. – P. 540-545.
14. Intraoperative, real-time aberrometry during refractive cataract surgery with a sequentially shifting wavefront device / R.R. Kruger [et al.] // *J. Refract. Surg.* – 2013. – Vol. 29. – P. 630-635.
15. Limbal relaxing incisions using a reference point and corneal topography for intraoperative identification of the steepest meridian / K. Miyata [et al.] // *J Refract Surg.* – 2011. – Vol. 27. – P. 339-344.
16. Onishi, H. Comparison of clinical outcomes among 3 marking methods for toric intraocular lens implantation / H. Onishi, H. Torii, K. Watanabe // *Jpn. J. Ophthalmol.* – 2016. – Vol. 60. – P. 142-149.
17. Popp, N. Evaluation of 4 corneal astigmatic marking methods / N. Popp, N. Hirschschall, S. Maedel [et al.] // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2012. – Vol. 38. – P. 2094-2099.
18. Changes in rotation after implantation of a bag-in-the-lens intraocular lens / J. Rozema [et al.] // *Journal of Cataract and Refractive Surgery.* – 2009. – Vol. 35, № 8. – P. 1385-1388.
19. Relation between Uncorrected Astigmatism and Visual Acuity in Pseudophakia / A. Singh [et al.] // *Optom. Vis. Sci.* – 2013. – Vol. 90. – P. 378-384.
20. Visser, N. Toric intraocular lenses: historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications / N. Visser, N.J. Bauer, R.M. Nuijts // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2013. – Vol. 39. – P. 624-637.
21. Simple and accurate alignment of toric intraocular lenses and evaluation of their rotation errors using anterior segment optical coherence tomography / K. Watanabe [et al.] // *Jpn. J. Ophthalmol.* – 2012. – Vol. 56. – P. 31-37.
22. Prevalence of refractive errors in the European adult population: the Gutenberg Health Study (GHS) / C. Wolfram [et al.] // *Br. J. Ophthalmol.* – 2014. – Vol. 98. – P. 857-861.

REFERENCES

1. Boriskina L.N. et al. A clinical practice of cataract phacoemulsification with implantation of toric intraocular lens in eyes with irregular astigmatism. *Vestnik of the Orenburg State University.* 2010; (12): 42-43. (in Russ.).
2. Kondratenko, Yu.N. Novitskiy A.N., Khomenko T.B. A way of the corneal division in implantation of the toric intraocular lens during cataract phacoemulsification. *Ophthalmological Journal.* 2009; (4): 91-93. (in Russ.).
3. Pirogova, E.S. Korrektsiya astigmatizma toricheskimi intraokulyarnymi linzami / E.S. Pirogova [Astigmatism correction by toric intraocular lenses]. *Aktual'nye problemy estestvennykh nauk: materialy Mezhdunarodnoi zaochnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems of natural Sciences: proceedings of the international correspondence scientific-practical conference]. Moscow, 2015: 89-93. (in Russ.).
4. Stroyko M.S., Kostenev S.V. Femtosecond astigmatic keratotomy to reduce corneal astigmatism (literature report). *Journal of New Medical Technologies.* 2017; (1): 260-269. (in Russ.).
5. Temirov N.E., Vakarev P.B. Novyi sposob razmetki gorizonta'noi osi glaza pered implantatsiei toricheskoi IOL s pomoshch'yu gorizonta'lnoi stabilizirovannogo Nd: YAG – lazera [A new way of marking the horizontal axis of the eye before implantation of a toric IOL with horizontally stabilized Nd: YAG laser] *Sovremennye tekhnologii kataraktal'noi i refraktsionnoi khirurgii: Sb. nauch. st.* [Modern technologies in cataract and refractive surgery: scientific collection. art.]. Moscow, 2013: 165-167. (in Russ.).
6. Trubilin, V.N., Ilinskaja I.A., Trubilin A.V. Corneal refractive power measurement using different methods. *Cataractal and refractive surgery.* 2014; 14(3): 4-8. (in Russ.).
7. Trubilin V.N., Kopaev S.Ju., Ilyinskaja I.A. The optimized method for marking the axis for toric intraocular lenses implantation in patient with uveal cataract (clinical case). *Bulletin of the Siberian Branch Russian Academy of Medical Sciences.* 2014; 34(5): 93-96. (in Russ.).
8. Shanturova M.A., Senchenko N.Y. Implantation of toric IOL is effective, predictable method of corneal astigmatism correction. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch Russian Academy of Medical Sciences.* 2011; 6(82): 113-115. (in Russ.).
9. Cha D. et al. New axis-marking method for a toric intraocular lens: mapping method. *J. Refract. Surg.* 2011; (27): 375-379. (in English).
10. Dick H.B., Schultz T. Laser-assisted marking for toric intraocular lens alignment. *J. Cataract Refract. Surg.* 2016; (42): 7-10. (in English).
11. Hirschschall N. et al. Rotational stability of a single-piece toric acrylic intraocular lens: a pilot study. *Am. J. Ophthalmol.* 2014; (157): 405-411. (in English).
12. Hoffmann P.C., Hutz W.W. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23,239 eyes. *J. Cataract Refract. Surg.* 2010; (36): 1479-1485. (in English).
13. Igarashi A., Kamiya K., Shimizu K. Clinical evaluation of accuracy of horizontal meridian limbal marking. *Optom Vis Sci.* 2013; (90): 540-545. (in English).
14. Kruger R.R. et al. Intraoperative, real-time aberrometry during refractive cataract surgery with a sequentially shifting wavefront device. *J. Refract. Surg.* 2013; (29): 630-635. (in English).
15. Miyata K. et al. Limbal relaxing incisions using a reference point and corneal topography for intraoperative identification of the steepest meridian. *J. Refract. Surg.* 2011; (27): 339-344. (in English).
16. Onishi H., Torii H., Watanabe K. Comparison of clinical outcomes among 3 marking methods for toric intraocular lens implantation. *Jpn. J. Ophthalmol.* 2016; (60): 142-149. (in English).
17. Popp N. et al. Evaluation of 4 corneal astigmatic marking methods. *J. Cataract Refract. Surg.* 2012; (38): 2094-2099. (in English).
18. Rozema J. et al. Changes in rotation after implantation of a bag-in-the-lens intraocular lens. *Journal of Cataract and Refractive Surgery.* 2009; 35(8): 1385-1388. (in English).
19. Singh A. et al. Relation between Uncorrected Astigmatism and Visual Acuity in Pseudophakia. *Optom. Vis. Sci.* 2013; (90): 378-384. (in English).
20. Visser, N., Bauer N.J., Nuijts R.M. Toric intraocular lenses: historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *J. Cataract Refract. Surg.* 2013; (39): 624-637. (in English).
21. Watanabe K. et al. Simple and accurate alignment of toric intraocular lenses and evaluation of their rotation errors using anterior segment optical coherence tomography. *Jpn. J. Ophthalmol.* 2012; (56): 31-37. (in English).
22. Wolfram C. et al. Prevalence of refractive errors in the European adult population: the Gutenberg Health Study (GHS). *Br. J. Ophthalmol.* 2014; (98): 857-861. (in English).