

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV321678>

Научная статья



Метод расчёта остаточного астигматизма при имплантации монофокальной неторической интраокулярной линзы

Д.Ф. Белов^{1, 2}, В.П. Николаенко^{1, 2}, А.Г. Алексеева²¹ Городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург, Россия;² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. На сегодняшний день факоэмульсификация с имплантацией монофокальной неторической интраокулярной линзы — самая распространённая операция по поводу катаракты. Существенное влияние на некорригированную остроту зрения после факоэмульсификации оказывает остаточный астигматизм, в связи с чем представляется актуальной разработка метода его оценки, с возможностью расширения показаний для установки торической интраокулярной линзы.

Цель — выработка формулы расчёта остаточного астигматизма при имплантации монофокальной неторической интраокулярной линзы.

Материалы и методы. В исследование вошел 351 пациент (391 глаз, 105 мужчин и 246 женщин, средний возраст $75,3 \pm 8,5$ года), которым выполнялась факоэмульсификация с имплантацией монофокальной неторической интраокулярной линзы. Биометрия проводилась на аппарате IOL-Master 500, послеоперационная рефрактометрия — на приборе Topcon-8800.

Результаты. При проведении регрессионного анализа, где зависимой переменной выступил остаточный послеоперационный астигматизм, а ковариантами — исходный астигматизм роговицы и синус угла оси её сильного меридиана, обнаружена значимая связь ($p < 0,001$) средней силы ($R^2 = 0,51$) между этими параметрами, на основании чего была разработана формула расчёта остаточного цилиндрического компонента рефракции при имплантации монофокальной неторической интраокулярной линзы: $Ast = K_{Ast} \cdot 0,71 - 0,62 \cdot \sin K_{ax} + 0,73$.

Заключение. Разработанная формула позволяет рассчитать ожидаемый остаточный астигматизм и обосновать решение о целесообразности имплантации торической интраокулярной линзы.

Ключевые слова: факоэмульсификация; астигматизм; интраокулярная линза (ИОЛ); торические ИОЛ; формула расчёта ИОЛ; биометрия; задняя поверхность роговицы; Barrett toric calculator; Kane formula.

Как цитировать:

Белов Д.Ф., Николаенко В.П., Алексеева А.Г. Метод расчёта остаточного астигматизма при имплантации монофокальной неторической интраокулярной линзы // Офтальмологические ведомости. 2023. Т. 16. № 3. С. 45–52. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV321678>

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV321678>

Research Article

Residual astigmatism calculation method in implantation of a monofocal non-toric intraocular lens

Dmitrii F. Belov^{1, 2}, Vadim P. Nikolaenko^{1, 2}, Angelina G. Alekseeva²

¹ Saint Petersburg Multifield Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia;

² Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Nowadays, phacoemulsification with monofocal non-toric intraocular lens (IOL) implantation is a most common procedure in cataract surgery. Residual astigmatism has an important impact on uncorrected visual acuity. Therefore, development of residual astigmatism assessment method is relevant and may expand indications for toric IOL implantation.

AIM: To develop a method for calculating residual astigmatism in cases when non-toric monofocal IOL is implanted.

MATERIALS AND METHODS: The study included 351 patients (391 eyes, 105 men and 246 women, mean age 75.3 ± 8.5 years) who underwent phacoemulsification with non-toric monofocal IOL implantation. Biometry was performed by IOL-Master 500, postoperative refraction was assessed by autorefractometer Topcon-8800.

RESULTS: Using regression analysis, where the depended variable was residual astigmatism, and preoperative corneal astigmatism and steep corneal meridian axis location served as covariates, we revealed a significant relation ($p < 0.001$) with medium strength ($R^2 = 0.51$) between these parameters, which formed residual astigmatism calculation formula for monofocal non-toric IOL implantation: $Ast = K_{Ast} \cdot 0.71 - 0.62 \cdot \sin K_{ax} + 0.73$.

CONCLUSIONS: This formula may allow to evaluate the residual astigmatism and justify a decision on the advisability of toric IOL implantation.

Keywords: phacoemulsification; astigmatism; intraocular lens (IOL); toric IOL; IOL calculation formula; biometry; posterior corneal surface; Barrett toric calculator; Kane formula.

To cite this article:

Belov DF, Nikolaenko VP, Alekseeva AG. Residual astigmatism calculation method in implantation of a monofocal non-toric intraocular lens. *Ophthalmology Reports*. 2023;16(3):45–52. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV321678>

Received: 27.03.2023

Accepted: 05.09.2023

Published: 29.09.2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

На сегодняшний день факоэмульсификация (ФЭ) с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) — одна из наиболее распространённых операций как в Российской Федерации, так и в мире [1, 2]. Основным критерием качества её выполнения является достижение запланированной рефракции, отклонение от которой в минимально допустимых пределах (0,25 дптр) до сих пор отмечается всего в 50–60 % случаев [3–5].

Помимо сложностей с попаданием в целевой сферозэквивалент рефракции важным фактором, снижающим некорригированную остроту зрения (НКОЗ), считается роговичный астигматизм [6] (рис. 1). Наиболее эффективный метод зрительной реабилитации пациентов с катарактой и астигматизмом — ФЭ с имплантацией торической ИОЛ [7, 8].

К сожалению, в реальной клинической практике лишь 11 % пациентов со значимым астигматизмом имплантируются торические ИОЛ [9], а 55 % хирургов не владеют техникой установки торических хрусталиков [10]. К тому же большая стоимость операции с использованием торической ИОЛ [11] нередко заставляет пациента выбирать неторическую монофокальную ИОЛ исключительно по финансовым соображениям.

Современные формулы расчёта оптической силы ИОЛ прогнозируют послеоперационный астигматизм только при планируемой имплантации торической ИОЛ. В связи с этим актуальной становится разработка метода расчёта астигматизма, сохраняющегося после имплантации монофокальной неторической ИОЛ.

Цель исследования — создание формулы расчёта остаточного астигматизма при имплантации монофокальной неторической ИОЛ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном бюджетном учреждении здравоохранения «Городская многопрофильная больница № 2».

В исследование участвовал 351 пациент (391 глаз, 105 мужчин и 246 женщин, средний возраст составил $75,3 \pm 8,5$ года).

Всем участникам проводилась ФЭ с имплантацией монофокальной неторической ИОЛ (AcrySof® SA60AT, США). До операции пациентам выполнялась бесконтактная биометрия на аппарате IOL-Master 500 (Carl Zeiss, Германия), с помощью которой определялись кератометрические параметры (сила крутого и плоского меридианов роговицы, расположение их осей), аксиальная длина и глубина передней камеры глаза. Расчёт сферозэквивалента и торического компонента ИОЛ производили с помощью формул Barrett toric calculator v2.0 (BTC) и Kane без учёта астигматизма задней поверхности роговицы. Ось основного разреза во всех случаях располагалась в меридиане 150° ,

хирургически индуцированный астигматизм принимали равным 0,1 дптр, выбирали максимальный торический компонент ИОЛ, не приводящий к ротации сильной оси послеоперационного астигматизма на 90° .

Через месяц после выполненной ФЭ производилась объективная рефрактометрия на аппарате Torcon-8800 (Япония). При оценке остаточного астигматизма использовалось его значение по модулю. В качестве критерия точности расчёта сферозэквивалента ИОЛ, а также правильности оптимизации А-константы использовавшейся модели ИОЛ брали среднюю ошибку её расчёта (разница между полученным через месяц после ФЭ сферозэквивалентом рефракции и её расчётной величиной).

Для анализа влияния расположения исходной оси сильного меридиана роговицы на послеоперационный астигматизм было выделено 9 групп пациентов:

- группа 1 — от 0 до 20° ($n = 60$);
- группа 2 — от 21 до 40° ($n = 30$);
- группа 3 — от 41 до 60° ($n = 16$);
- группа 4 — от 61 до 80° ($n = 47$);
- группа 5 — от 81 до 100° ($n = 83$);
- группа 6 — от 101 до 120° ($n = 47$);
- группа 7 — от 121 до 140° ($n = 17$);
- группа 8 — от 141 до 160° ($n = 22$);
- группа 9 — от 161 до 180° ($n = 69$).

Стоит отметить, что использование синуса угла сильного меридиана роговицы при выработке формулы расчёта остаточного астигматизма позволило уравнивать симметричные (относительно 90°) положения его оси — $\sin(180^\circ) = \sin(0^\circ) = 0$; $\sin(89^\circ) = \sin(91^\circ) = 0,99$ и т. д.

Критерии включения в исследование: наличие катаракты, снижающей качество зрения и жизни пациента, готовность последнего соблюдать протокол исследования.

Критерии исключения: планируемая имплантация торической ИОЛ, отсутствие фиксации зрения, невозможность выполнения бесконтактной биометрии, предшествующие кераторефракционные операции и помутнения роговицы, витреальные вмешательства в анамнезе, интраоперационные (разрыв задней капсулы хрусталика, выпадение стекловидного тела, потребовавшее витрэктомии), а также послеоперационные (uveит, суб/люксияция ИОЛ) осложнения.

Статистическую обработку производили в программе Jamovi (The jamovi project (2021). jamovi (Version 2.2.5.0) [Computer Software]). Данные представлены в виде среднего значения (M) и его стандартного отклонения (SD). Критерий Шапиро – Уилка использовали для определения нормальности распределения выборок. Непараметрический критерий Краскела – Уоллиса применяли для сравнения средних значений остаточного астигматизма в группах. При анализе линейной регрессии использовали скорректированный коэффициент детерминации R^2 . Различия расценивались как статистически значимые при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средняя ошибка расчёта ИОЛ для формул ВТС и Капе была близка к нулю и составляла $-0,03 \pm 0,44$ и $0,04 \pm 0,84$ дптр соответственно, что говорит об адекватной оптимизации А-константы использованной в нашей работе модели ИОЛ.

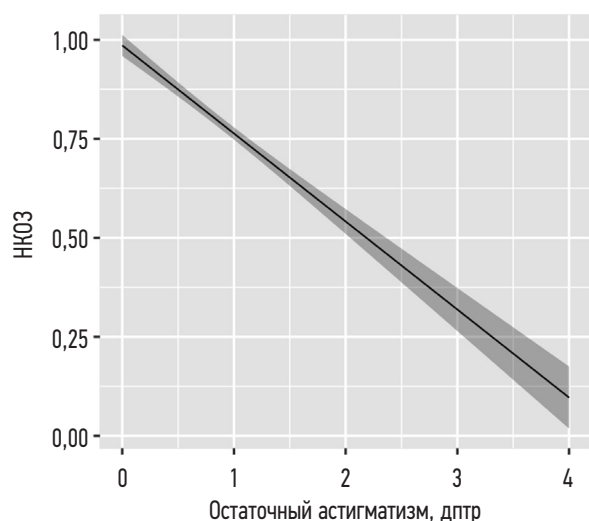


Рис. 1. Зависимость некорректированной остроты зрения (НКОЗ) от остаточного астигматизма ($R^2 = 0,46$, $p < 0,001$)

Fig. 1. Uncorrected visual acuity dependance on residual astigmatism ($R^2 = 0.46$, $p < 0.001$)

На рис. 1 представлено влияние остаточного астигматизма на НКОЗ.

На рис. 2 представлено распределение роговичного астигматизма у пациентов, включенных в исследование.

В табл. 1 представлен расчётный торический компонент по формулам ВТС и Капе в зависимости от силы

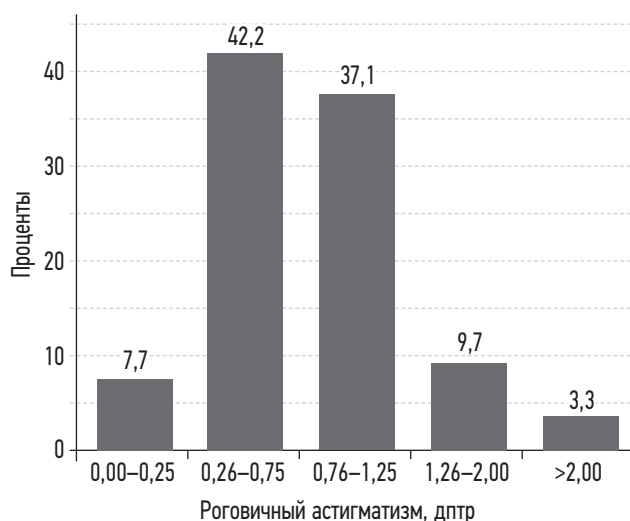


Рис. 2. Распределение роговичного астигматизма у пациентов исследуемой группы

Fig. 2. Corneal astigmatism distribution in patients

Таблица 1. Расчётный торический компонент по формулам Barrett toric calculator и Капе в зависимости от силы роговичного астигматизма, n (%)

Table 1. Estimated toricity (cylinder power) in dependance to corneal astigmatism power by Barrett toric calculator and Kane formula, n (%)

Торический компонент ВТС/Капе	Роговичный астигматизм, дптр					Всего
	0–0,25	0,26–0,75	0,76–1,25	1,26–2,00	>2,00	
T0	26/27 (6,6/6,9)	97/134 (24,8/34,3)	52/50 (13,3/12,8)	0	0	175/211 (44,8/54,0)
T2	4/3 (1/0,7)	60/31 (15,3/7,9)	31/66 (7,9/16,9)	8/9 (2,0/2,3)	0	103/109 (26,3/28,0)
T3	0	8/0 (2,0/0)	59/29 (15,1/7,4)	10/20 (2,6/5,1)	2/2 (0,5/0,5)	79/51 (20,2/13,0)
T4	0	0	3/0 (0,8/0)	18/9 (4,6/2,3)	0/1 (0/0,2)	21/10 (5,4/2,6)
T5	0	0	0	2/0 (0,5/0)	3/5 (0,8/1,3)	5/5 (1,3/1,3)
T6	0	0	0	0	5/4 (1,3/1,0)	5/4 (1,3/1,0)
T7	0	0	0	0	2/1 (0,5/0,2)	2/1 (0,5/0,2)
T8	0	0	0	0	0	0
T9	0	0	0	0	1/0 (0,2/0)	1/0 (0,2/0)
Всего	30/30 (7,7/7,7)	165/165 (42,2/42,2)	145/145 (37,1/37,1)	38/38 (9,7/9,7)	13/13 (3,3/3,3)	391 (100)

Таблица 2. Расчётный торический компонент по формулам Barrett toric calculator и Kane в зависимости от расположения оси сильного меридиана роговицы, n (%)**Table 2.** Estimated toricity (cylinder power) in dependance to steep corneal meridian location by Barrett toric calculator and Kane formula, n (%)

Торический компонент ВТС/Кане	Ось сильного меридиана роговицы, град									Всего
	0–20 (группа 1)	21–40 (группа 2)	41–60 (группа 3)	61–80 (группа 4)	81–100 (группа 5)	101–120 (группа 6)	121–140 (группа 7)	141–160 (группа 8)	161–180 (группа 9)	
T0	6/17 (1,5/4,3)	5/9 (1,3/2,3)	9/12 (2,3/3,1)	28/28 (7,2/7,2)	59/57 (15,1/14,6)	39/39 (10,0/10,0)	16/16 (4,1/4,1)	8/14 (2,0/3,6)	5/19 (1,3/4,9)	175/211 (44,8/54,0)
T2	21/24 (5,4/6,1)	12/14 (3,1/3,6)	5/3 (1,3/0,7)	15/16 (3,8/4,1)	15/17 (3,8/4,3)	5/6 (1,3/1,5)	0/1 (0/0,2)	9/7 (2,3/1,8)	21/21 (5,4/5,4)	103/109 (26,3/28,0)
T3	26/15 (6,6/3,8)	11/6 (2,8/1,5)	2/1 (0,5/0,3)	2/3 (0,5/0,7)	5/5 (1,3/1,3)	1/0 (0,2/0)	1/0 (0,2/0)	4/1 (1,0/0,2)	27/20 (6,9/5,1)	79/51 (20,2/13,0)
T4	4/2 (1,0/0,5)	1/0 (0,2/0)	0	2/0 (0,5/0)	1/1 (0,2/0,2)	0	0	1/0 (0,2/0)	12/7 (3,1/1,8)	21/10 (5,4/2,6)
T5	1/2 (0,2/0,5)	0	0	0	1/1 (0,3/0,3)	1/1 (0,2/0,2)	0	0	2/1 (0,5/0,2)	5/5 (1,3/1,3)
T6	2/0 (0,5/0)	0	0	0	2/2 (0,5/0,5)	0/1 (0/0,2)	0	0	1/1 (0,2/0,2)	5/4 (1,3/1,0)
T7	0	0/1 (0/0,2)	0	0	0	1/0 (0,2/0)	0	0	1/0 (0,2/0)	2/1 (0,5/0,2)
T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	0	1/0 (0,2/0)	0	0	0	0	0	0	0	1/0 (0,2/0)
Всего	60/60 (15,3/15,3)	30/30 (7,7/7,7)	16/16 (4,1/4,1)	47/47 (12,0/12,0)	83/83 (21,2/21,2)	47/47 (12,0/12,0)	17/17 (4,3/4,3)	22/22 (5,6/5,6)	69/69 (17,6/17,6)	391 (100)

Таблица 3. Зависимость остаточного астигматизма от исходного положения оси сильного меридиана роговицы**Table 3.** Residual cylinder dependance on preoperative steep corneal meridian axis location

Положение меридиана сильной оси, град	Остаточный астигматизм, дптр, $M \pm SD (Me)$	p
0–20 (группа 1)	1,04 ± 0,61 (1,00)	
21–40 (группа 2)	1,22 ± 0,82 (1,00)	
41–60 (группа 3)	0,81 ± 0,46 (0,88)	
61–80 (группа 4)	0,69 ± 0,43 (0,75)	
81–100 (группа 5)	0,67 ± 0,50 (0,50)	<0,001
101–120 (группа 6)	0,72 ± 0,72 (0,50)	
121–140 (группа 7)	0,75 ± 0,46 (0,75)	
141–160 (группа 8)	1,01 ± 0,56 (1,00)	
161–180 (группа 9)	1,34 ± 0,67 (1,25)	

роговичного астигматизма, в табл. 2 — от исходного расположения оси сильного меридиана роговицы.

В табл. 3 приведена зависимость остаточного астигматизма от исходного положения оси сильного меридиана роговицы.

При анализе данных была найдена значимая разница между группами ($p < 0,001$), которая выражалась в больших значениях остаточного цилиндра при имевшемся у пациента астигматизме обратного типа, а также с косыми осями, и его меньшей величине при прямом роговичном астигматизме (рис. 3).

Выполненный регрессионный анализ влияния исходного роговичного астигматизма и расположения оси его сильного меридиана на остаточный цилиндрический компонент клинической рефракции (рис. 4) позволил получить формулу:

$$Ast = K_{Ast} \cdot 0,71 - 0,62 \cdot \sin K_{ax} + 0,73$$

где Ast — остаточный послеоперационный астигматизм, дптр; K_{Ast} — дооперационный роговичный астигматизм, дптр; K_{ax} — дооперационная ось сильного меридиана роговицы, град.

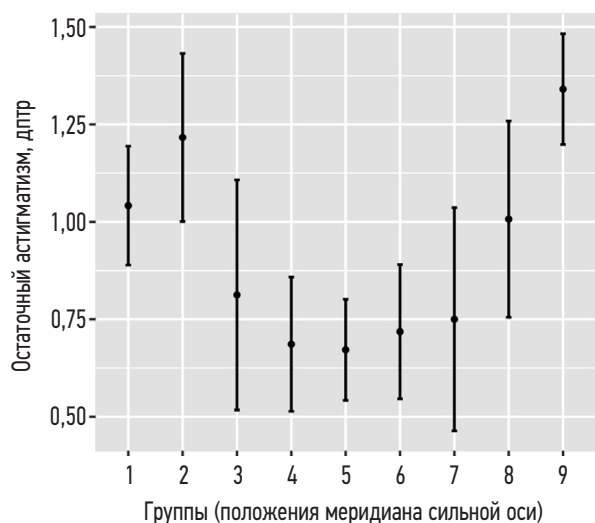


Рис. 3. Зависимость остаточного астигматизма от исходного положения оси сильного меридиана роговицы

Fig. 3. Postoperative astigmatism dependance on preoperative steep corneal meridian axis location

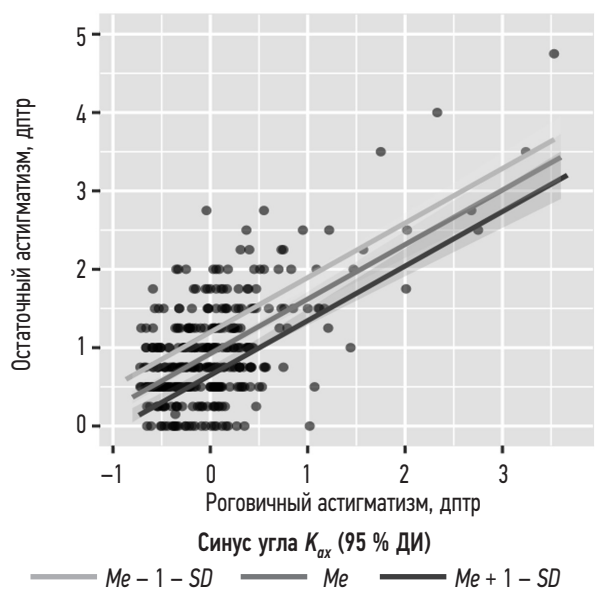


Рис. 4. Зависимость остаточного астигматизма от исходного положения оси сильного меридиана и силы роговичного астигматизма; $R_2 = 0,51$, $p < 0,001$

Fig. 4. Postoperative astigmatism dependance on preoperative steep corneal meridian axis location and corneal astigmatism; $R_2 = 0.51$, $p < 0.001$

ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке распределения силы роговичного астигматизма вошедших в исследование пациентов обнаружено, что у 50 % он превышал 0,75 дптр, у каждого десятого — 1,25 дптр, а у 3 % — 2 дптр. Данные, полученные нами, соотносятся с отечественными [6] и зарубежными исследованиями [12].

Анализ частоты встречаемости торического компонента выявил (табл. 1), что калькулятор ВТС рекомендовал

использовать торическую ИОЛ на 9 % чаще по сравнению с формулой Капе. Неторическая ИОЛ (Т0) предлагалась для имплантации в 175 и 211 случаях (45 и 54 % соответственно). Несмотря на такую разницу, литературные данные указывают на сопоставимую точность калькуляторов ВТС и Капе [13, 14]. Тем не менее возможность внесения в формулу ВТС реальных показателей задней кривизны роговицы позволяет достичь несколько более высоких рефракционных результатов [7].

Усиление торического компонента ИОЛ по мере увеличения роговичного астигматизма для обеих формул было ожидаемым, однако интересным фактом явилось то, что при его магнитуде 0–0,25 дптр калькулятор ВТС рекомендовал имплантировать ИОЛ торичностью Т2 4 пациентам, а Капе — 3 (табл. 1), что обусловлено наличием у них обратного роговичного астигматизма.

Обнаружено, что наиболее часто — в 45 % случаев ($n = 177$) — встречался прямой роговичный астигматизм, обратный — в 33 % ($n = 122$), с косыми осями — в 22 % ($n = 92$) (табл. 2). В исследовании [15], проведённом с участием 143 889 пациентов, было показано, что прямой роговичный астигматизм обнаруживался в 33 %, а обратный — в 49 %, что несколько различается с нашими данными. Обращало на себя внимание, что лицам с прямым роговичным астигматизмом чаще по сравнению с обратным рекомендовались неторические ИОЛ. Например, в группе 5 (прямой астигматизм) частота встречаемости Т0 для калькулятора ВТС составила 71 %, а в группах 1 и 9 (обратный астигматизм) — 10 и 7 % соответственно. Эти особенности объясняются влиянием астигматизма задней поверхности роговицы, сильная ось которого в подавляющем большинстве случаев (82 %) близка к меридиану 90° [16], что приводит к уменьшению общего астигматизма при прямом и, наоборот, его усилению при обратном роговичном астигматизме.

При анализе влияния положения исходной оси сильного меридиана роговицы на остаточный послеоперационный астигматизм (табл. 3) выявлена значимая разница между выборками, выражавшаяся в его меньших значениях в группах 4–6 (прямой астигматизм), и, наоборот, в усилении в группах 1, 2, 8 и 9 (обратный). В среднем разница составляла около 0,3 дптр, что соотносится со средней величиной астигматизма задней поверхности роговицы, равной 0,24 дптр [16].

С помощью регрессионного анализа, где зависимой переменной выступил остаточный послеоперационный роговичный астигматизм, а ковариатами — его исходная величина и синус угла оси сильного меридиана роговицы, было выработано уравнение расчёта остаточного цилиндра при выполнении ФЭ с имплантацией монофокальной неторической ИОЛ. Таким образом, данная формула пригодна для всех типов кератометров, не требует оценки астигматизма задней поверхности роговицы, то есть применима при наличии минимальных диагностических средств.

ВЫВОДЫ

На основании исходных данных о положении оси крутого меридиана и астигматизма роговицы была выработана формула, прогнозирующая остаточный астигматизм при выполнении ФЭ с имплантацией монофокальной неоторической ИОЛ. Данный метод позволяет оценить остаточный цилиндрический компонент рефракции и принять решение о целесообразности имплантации торической ИОЛ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: Д.Ф. Белов — концепция и дизайн исследования, написание текста, статистическая обработка данных, обзор литературы; В.П. Николаенко — написание текста, обзор литературы; А.Г. Алексеева — сбор и обработка данных, обзор литературы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Либман Е.С. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России. Национальное руководство. Москва: Офтальмология, 2008.
2. Cataract surgical rates // *Community Eye Health*. 2017. Vol. 30, No. 100. P. 88–89.
3. Белов Д.Ф., Николаенко В.П. Альтернативный способ расчёта оптической силы интраокулярных линз при короткой переднезадней оси глаза // *Вестник офтальмологии*. 2022. Т. 138, № 3. С. 24–28. DOI: 10.17116/oftalma202213803124
4. Белов Д.Ф., Потемкин В.В., Николаенко В.П. Оптимизация расчёта интраокулярных линз при псевдозксфолиативном синдроме // *Вестник офтальмологии*. 2021. Т. 137, № 4. С. 38–42. DOI: 10.17116/oftalma202113704138
5. Melles R.B., Holladay J.T., Chang W.J. Accuracy of intraocular lens calculation formulas // *Ophthalmology*. 2018. Vol. 125, No. 2. P. 169–178. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.08.027
6. Копяев С.Ю., Ильинская И.А., Бессарабов А.Н. Роговичный астигматизм при различной офтальмопатологии // *Вестник офтальмологии*. 2021. Т. 137, № 2. С. 59–65. DOI: 10.17116/oftalma202113702159
7. Бойко Э.В., Шухаев С.В., Кудлахмедов Ш.Ш., Литвин И.Б. Сравнительная оценка хирургической коррекции роговичного астигматизма торическими ИОЛ с использованием различных кератометрических данных и методов расчёта // *Офтальмохирургия*. 2022. № 4. С. 36–44. DOI: 10.25276/0235-4160-2022-4-36-44
8. Рахманов В.В., Хрипун К.В., Астахов С.Ю., Рамазанова А.М. Тактика хирургического лечения катаракты у больных с неправильным астигматизмом на фоне выраженной патологии роговой оболочки // *Офтальмологические ведомости*. 2014. Т. 7, № 4. С. 5–9. DOI: 10.17816/OV201445-9

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. Contribution of each author: D.F. Belov — research concept and design, text writing, statistical data processing, literature review; V.P. Nikolaenko — text writing, literature review; A.G. Alekseeva — data collection and processing, literature review.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

9. Srinivasan S. ESCRS Clinical trends survey 2017, Toric IOL decisions // *Eyeworld Supplements*. 2017. P. 5–6.

10. Can İ., Takmaz T., Özdamar A., et al. Evaluation of the cataract surgery 2018 survey in terms of achieving refractive cataract surgery targets // *Turk J Ophthalmol*. 2021. Vol. 51, No. 1. P. 7–18. DOI: 10.4274/tjo.galenos.2020.46020

11. Simons R.W.P., Visser N., van den Biggelaar F.J.H.M., et al. Trial-based cost-effectiveness analysis of toric versus monofocal intraocular lenses in cataract patients with bilateral corneal astigmatism in the Netherlands // *J Cataract Refract Surg*. 2019. Vol. 45, No. 2. P. 146–152. DOI: 10.1016/j.jcrs.2018.09.019

12. De Bernardo M., Zeppa L., Cennamo M., et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Caucasian patients // *Eur J Ophthalmol*. 2014. Vol. 24, No. 4. P. 494–500. DOI: 10.5301/ejo.5000415

13. Yang S., Byun Y.-S., Kim H.S., Chung S.-H. Comparative accuracy of Barrett toric calculator with and without posterior corneal astigmatism measurements and the Kane toric formula // *Am J Ophthalmol*. 2021. Vol. 231. P. 48–57. DOI: 10.1016/j.ajo.2021.05.028

14. Reitblat O., Barnir E.M., Qasoom A., et al. Comparison of the Barrett toric calculator using measured and predicted posterior corneal astigmatism, the Kane and Abulafia–Koch calculators // *J Cataract Refract Surg*. 2023. Vol. 49, No. 7. P. 704–710. DOI: 10.1097/jcrs.0000000000001178

15. Li H., Wang Y., Chen M., et al. Distribution of the anterior corneal astigmatism in over 140 000 patients with age-related cataract // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2021. Vol. 57, No. 1. P. 56–62. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20200107-00010

16. Motamed-Gorji N., Jafari A., Mohammadi S.F., et al. Associated factors and distribution of posterior corneal astigmatism in a middle-aged population // *Clin Exp Optom*. 2022. Vol. 105, No. 8. P. 806–812. DOI: 10.1080/08164622.2021.1992249

REFERENCES

1. Libman ES. *Slepoty i invalidnost' vsledstvie patologii organa zreniya v Rossii. Natsional'noe rukovodstvo*. Moscow: Oftal'mologiya, 2008. (In Russ.)
2. Cataract surgical rates. *Community Eye Health*. 2017;30(100): 88–89.
3. Belov DF, Nikolaenko VP. Alternative method of intraocular lens power calculation in eyes with short axial length. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2022;138(3):2428. (In Russ.) DOI: 10.17116/oftalma202213803124
4. Belov DF, Potemkin VV, Nikolaenko VP. Optimization of intraocular lens power calculation in pseudoexfoliation syndrome. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2021;137(4):38–42. (In Russ.) DOI: 10.17116/oftalma202113704138
5. Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology*. 2018;125(2):169–178. DOI: 10.1016/j.ophtha.2017.08.027
6. Kopaev SYu, Ilinskaya IA, Bessarabov AN. Corneal astigmatism in patients with various ophthalmic pathologies. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2021;137(2):59–65. (In Russ.) DOI: 10.17116/oftalma202113702159
7. Boiko EV, Shukhaev SV, Kudlakhmedov SS, Litvin IB. Comparative evaluation of surgical correction of corneal astigmatism by toric IOL implantation using various keratometric data and calculation methods. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2022;(4): 36–44. (In Russ.) DOI: 10.25276/0235-4160-2022-4-36-44
8. Rakhmanov VV, Khripun KV, Astakhov SY, Ramazanov AM. Approach to cataract surgery in patients with irregular astigmatism due to pronounced corneal pathology. *Ophthalmology Reports*. 2014;7(4):5–9. (In Russ.) DOI: 10.17816/OV201445-9
9. Srinivasan S. ESCRS Clinical trends survey 2017, Toric IOL decisions. *Eyeworld Supplements*. 2017;5–6.
10. Can İ, Takmaz T, Özdamar A, et al. Evaluation of the cataract surgery 2018 survey in terms of achieving refractive cataract surgery targets. *Turk J Ophthalmol*. 2021;51(1):7–18. DOI: 10.4274/tjo.galenos.2020.46020
11. Simons RWP, Visser N, van den Biggelaar FJHM, et al. Trial-based cost-effectiveness analysis of toric versus monofocal intraocular lenses in cataract patients with bilateral corneal astigmatism in the Netherlands. *J Cataract Refract Surg*. 2019;45(2):146–152. DOI: 10.1016/j.jcrs.2018.09.019
12. De Bernardo M, Zeppa L, Cennamo M, et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Caucasian patients. *Eur J Ophthalmol*. 2014;24(4):494–500. DOI: 10.5301/ejo.5000415
13. Yang S, Byun Y-S, Kim HS, Chung S-H. Comparative accuracy of Barrett toric calculator with and without posterior corneal astigmatism measurements and the Kane toric formula. *Am J Ophthalmol*. 2021;231:48–57. DOI: 10.1016/j.ajo.2021.05.028
14. Reitblat O, Barnir EM, Qasoom A, et al. Comparison of the Barrett toric calculator using measured and predicted posterior corneal astigmatism, the Kane and Abulafia–Koch calculators. *J Cataract Refract Surg*. 2023;49(7):704–710. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001178
15. Li H, Wang Y, Chen M, et al. Distribution of the anterior corneal astigmatism in over 140 000 patients with age-related cataract. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2021;57(1):56–62. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20200107-00010
16. Motamed-Gorji N, Jafari A, Mohammadi SF, et al. Associated factors and distribution of posterior corneal astigmatism in a middle-aged population. *Clin Exp Optom*. 2022;105(8):806–812. DOI: 10.1080/08164622.2021.1992249

ОБ АВТОРАХ

***Дмитрий Фёдорович Белов**, канд. мед. наук, врач-офтальмолог; ассистент, выполняющий лечебную работу, кафедры оториноларингологии и офтальмологии; адрес: Россия, 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., д. 5; ORCID: 0000-0003-0776-4065; eLibrary SPIN: 2380-2273; e-mail: belovd1990@gmail.com

Вадим Петрович Николаенко, д-р мед. наук, заместитель главного врача по офтальмологии; профессор кафедры оториноларингологии и офтальмологии; ORCID: 0000-0002-6393-1289; eLibrary SPIN: 4906-2542; e-mail: dr.nikolaenko@mail.ru

Ангелина Геннадьевна Алексеева, студентка; ORCID: 0009-0000-5852-4999; e-mail: angecoon@icloud.com

AUTHORS' INFO

***Dmitrii F. Belov**, MD, Cand. Sci. (Med.); ophthalmologist; assistant performing medical work, Department of Otorhinolaryngology and Ophthalmology; address: 5, Uchebnyj pereulok, Saint Petersburg, 194354, Russia; ORCID: 0000-0003-0776-4065; eLibrary SPIN: 2380-2273; e-mail: belovd1990@gmail.com

Vadim P. Nikolaenko, MD, Dr. Sci. (Med.), deputy head doctor of Ophthalmological center; professor of the Department of Otorhinolaryngology and Ophthalmology; ORCID: 0000-0002-6393-1289; eLibrary SPIN: 4906-2542; e-mail: dr.nikolaenko@mail.ru

Angelina G. Alekseeva, student; ORCID: 0009-0000-5852-4999; e-mail: angecoon@icloud.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author