

Первый опыт применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в Российской Федерации

К.Б. Першин^{1,2}Н.Ф. Пашинова^{1,2}
А.А. Панов^{1,2}А.Ю. Цыганков¹¹ Офтальмологический центр «Эксимер»

ул. Марксистская, 3, стр. 1, Москва, 109147, Российская Федерация

² Академия последипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр»

Федерального медико-биологического агентства

Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):582–588

Цель: анализ результатов сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в краткосрочном периоде наблюдения. **Пациенты и методы.** В исследование включены 68 пациентов (90 глаз) после имплантации различных моделей ИОЛ. Средний возраст составил $70,43 \pm 9,55$ года (44–89 лет). В выборке преобладали женщины ($n = 49$; 72 %). Оптическую биометрию проводили на приборах Argos (Alcon, США) и IOLMaster700 (Zeiss, Германия). ИОЛ рассчитывали на основании данных с Argos по формулам: Barrett Universal II, Cooke H6, EVO, Hill-RBF, Hoffer QST, Kane, Pearl DGS. Фактоэммульсификацию с имплантацией ИОЛ проводили по стандартной методике. Срок наблюдения составил 1 месяц. **Результаты.** Через 1 месяц после операции отмечено значимое увеличение НКОЗ вдаль с 0,1 (0,04; 0,2) до операции до 0,7 (0,188; 1,00), НКОЗ вдаль с 0,5 (0,3; 0,8) до 1,0 (0,9; 1,0) и снижение ВГД с 15 (13; 16,25) до 13 (11; 15) мм рт. ст. Величина абсолютной ошибки была значимо ниже для формулы Cooke H6 по сравнению с Kane (0,230 (0,130; 0,389) и 0,268 (0,143; 0,405) дптр соответственно, $p = 0,0005$) и для формулы Hill-RBF по сравнению с Hoffer QST (0,190 (0,086; 0,399) и 0,248 (0,133; 0,478) дптр соответственно, $p = 0,0007$). Доля глаз с рефракцией в пределах $\pm 0,25$ дптр от прогнозируемой была значимо выше для формулы Hill-RBF по сравнению с Kane (62,22 и 45,56 % соответственно, $p = 0,002$). Доля глаз с рефракцией в пределах $\pm 0,5$, $\pm 1,0$ и $\pm 1,5$ дптр от прогнозируемой значимо не отличалась между формулами. Аксиальная длина (AL), измеренная на Argos, была значимо больше на «коротких» глазах ($AL \leq 22,0$ мм) и меньше на «средних» и «длинных» глазах ($AL \geq 26,0$ мм) по сравнению с IOLMaster 700. **Заключение.** В работе представлен анализ первого в Российской Федерации опыта применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы разных типов ИОЛ. Отмечены благоприятный клинико-функциональный эффект, высокая частота достижения целевых значений рефракции. Формула Hill-RBF демонстрирует некоторое преимущество над формулами Kane и Hoffer QST, формула Cooke H6 — над Kane.

Ключевые слова: биометрия, сегментная оптическая биометрия, Argos, фактоэммульсификация, хирургия катаракты, расчет ИОЛ

Для цитирования: Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Панов А.А. Первый опыт применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в Российской Федерации. *Офтальмология*. 2025;22(3):582–588. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-582-588>

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

Конфликт интересов отсутствует.



First Experience of Using Segmental Optical Biometry for IOL Power Calculation in the Russian Federation

K.B. Pershin^{1,2}, N.F. Pashinova^{1,2}, A.Iu. Tsygankov¹, A.A. Panov^{1,2}

¹“Eximer” Eye Center

Marksistskaya str., 3/1, Moscow, 109147, Russian Federation

²Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical-Biological Agency
Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):582–588

Purpose. To evaluate the results of segmented optical biometry for IOL power calculation in a short-term follow-up period. **Patients and methods.** 68 patients (90 eyes) after implantation of various IOL models were included in the study. The mean age was 70.43 ± 9.55 years (44–89 years). Women predominated in the sample ($n = 49$; 72 %). Optical biometry was performed with the Argos device (Alcon, USA) and IOLMaster 700 (Zeiss, Germany). IOL calculation was performed based on Argos data using the formulas: Barrett Universal II, Cooke H6, EVO, Hill-RBF, Hoffer QST, Hane, Pearl DGS. Phacoemulsification with IOL implantation was performed using the standard technique. The observation period was 1 month. **Results.** One month after the operation there was a significant increase in the distance UCVA (from 0.1 [0.04; 0.20] before the operation to 0.7 [0.188; 1.00]), distance BCVA (from 0.5 [0.3; 0.8] to 1.0 [0.9; 1.0]), and a decrease in IOP from 15 [13; 16.25] to 13 [11; 15] mmHg. The absolute error was significantly lower for the Cooke H6 formula compared with Hane [0.230 (0.130; 0.389) and 0.268 (0.143; 0.405) D, respectively, $p = 0.0005$] and for the Hill-RBF formula compared with Hoffer QST [0.190 (0.086; 0.399) and 0.248 (0.133; 0.478) D, respectively, $p = 0.0007$]. The share of eyes with refraction within ± 0.25 D of the predicted value was significantly higher for the Hill-RBF formula compared with Hane [62.22% and 45.56%, respectively, $p = 0.002$]. The proportion of eyes with refraction within ± 0.5 , ± 1.0 , and ± 1.5 D of the predicted value did not differ significantly between the formulas. Axial length (AL) measured with Argos, was significantly longer in “short” eyes ($AL \leq 22.0$ mm) and shorter in “average” and “long” eyes ($AL \geq 26.0$ mm) compared to IOLMaster 700. **Conclusion.** This work presents an analysis of the first experience of using segmented optical biometry for calculation of various types of IOLs in the Russian Federation. A favorable clinical and functional effect and a high frequency of achieving target refraction values were noted. The Hill-RBF formula demonstrates some advantage over the Hane and Hoffer QST formulas, and the Cooke H6 formula over Hane.

Keywords: biometry, segmented optical biometry, Argos, phacoemulsification, cataract surgery, IOL calculation

For citation: Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A.Iu., Panov A.A. First Experience of Using Segmental Optical Biometry for IOL Power Calculation in the Russian Federation. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):582–588. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-582-588>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Катаракта является основной причиной слепоты и слабовидения в мире [1], и метод ее лечения — факоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) — является одной из самых распространенных операций [2].

В последние годы требования пациентов к качеству зрения после хирургического вмешательства по поводу катаракты значительно возросли [3]. Несмотря на значительный прогресс хирургической техники при катаракте и медицинских технологий в офтальмологии, до сих пор нередко значительные рефракционные ошибки после операции [4], особенно на «коротких» [5] и «длинных» глазах [6]. Биометрия — измерение параметров глазного яблока — является одним из наиболее важных этапов современного хирургического лечения катаракты [7]. Погрешности при измерении различных показателей: аксиальной длины (axial length, AL), глубины передней камеры (anterior chamber depth, ACD), толщины хрусталика (lens thickness, LT), кератометрии (K1 и K2), диаметра роговицы (white-to-white, WTW), пахиметрии

(central corneal thickness, CCT) — приводят к неточным расчетам оптической силы ИОЛ и рефракционным ошибкам после операции [8].

На большинстве применяемых в настоящее время оптических биометров для всех структур глаза используется один рефракционный индекс [9]. Теоретические исследования показали, что применение дифференцированных рефракционных индексов для роговицы, влаги передней камеры глаза, хрусталика и стекловидного тела увеличивает точность расчета ИОЛ [10]. Недавно вышедший на рынок прибор Argos (Alcon, США) работает на принципе сегментной оптической биометрии (использует дифференцированные рефракционные индексы) [11].

Эффективность расчета оптической силы ИОЛ с применением аппарата Argos подтверждена в ряде зарубежных работ. Отмечается меньшая величина абсолютной ошибки прогноза рефракции по сравнению с другими оптическими биометрами [11, 12]. Вместе с тем в настоящее время отсутствуют опубликованные научные статьи о применении биометра Argos в Российской Федерации.

K.B. Pershin, N.F. Pashinova, A.Iu. Tsygankov, A.A. Panov

Contact information: Tsygankov Alexander Iu. alextsygankov1986@yandex.ru

First Experience of Using Segmental Optical Biometry for IOL Power Calculation in the Russian...

Цель — проанализировать результаты применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в краткосрочном периоде наблюдения.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В проспективное исследование включены 68 пациентов (90 глаз) после монолатеральной или билатеральной имплантации различных моделей монофокальных, мультифокальных ИОЛ и ИОЛ с усиленной глубиной фокуса (Enhanced depth of focus, EDOF). Распределение по полу характеризовалось преобладанием женщин ($n = 49$; 72 %) по сравнению с мужчинами ($n = 19$; 28 %). Средний возраст составил $70,43 \pm 9,55$ года (диапазон от 44 до 89 лет). В 66,7 % случаев (60/90 глаз) расчет ИОЛ производился на эметропию; в 33,3 % (30/90 глаз) — на миопию слабой степени (от $-0,75$ до $-3,0$ дптр).

Исследование проведено в период с января по март 2025 года. Срок наблюдения после операции составил 1 месяц.

Критерии включения пациентов в исследование: отсутствие предшествующих офтальмохирургических операций.

Критерии невключения: травмы глаз, кератоконус, роговичный астигматизм > 1 дптр, необходимость проведения комбинированных операций, наличие тяжелой

сопутствующей патологии зрительного анализатора (центральные помутнения роговицы, поздняя стадия ВМД, диабетический макулярный отек, гемофтальм любой этиологии, глаукома III–IV стадий, отслойка сетчатки (любой локализации), эпиретинальный фиброз 2–4-й стадий, макулярное отверстие, кортикальная слепота, амблиопия средней степени и выше и др.), любые воспалительные процессы глазного яблока, МКОЗ через 1 месяц после операции $< 0,5$.

Перед операцией всем пациентам были проведены следующие исследования: авторефрактометрия, пневмотонометрия, визометрия, определение плотности эндотелиальных клеток роговицы, оптическая биометрия с помощью приборов IOLMaster 700 (Zeiss, Германия) и Argos (Alcon, США), сканирующая кератотопография Pentacam (Oculus, Германия), биомикроскопия, офтальмоскопия в условиях медикаментозного мидриаза, оптическая когерентная томография (ОКТ) макулы (RTVue XR Avanti (Optovue, США)). При наличии показаний дополнительно проводилась гониоскопия, статическая периметрия, ОКТ-сканирование диска зрительного нерва (RTVue XR Avanti, Optovue, США), В-сканирование. Внешний вид оптического биометра Argos представлен на рис. 1.

Как было отмечено выше, Argos, в отличие от других моделей оптических биометров, использует дифференцированные рефракционные индексы: 1,376 для роговицы, 1,336 для влаги передней камеры и стекловидного тела, 1,41 для хрусталика [11]. Argos относится к группе биометров с применением оптической когерентной томографии с переменной длиной волны (swept source optical coherence tomography, SS-OCT), что позволяет получать двумерное изображение глазного яблока от лимба до лимба и от передней поверхности роговицы до пигментного эпителия сетчатки, что дает возможность учитывать определенные особенности анатомии (например, наклон хрусталика), измерять параметры задней поверхности роговицы, проводить измерения при недостаточной зрительной фиксации за счет визуализации центральной ямки [9]. К другим преимуществам данной модели относится режим усиленной визуализации сетчатки, который позволяет провести биометрию при плотной катаракте [13]. По данным исследования Таñá-Rivero и соавт., по сравнению с другими оптическими биометрами Argos обеспечивает более высокую частоту успешного измерения AL [14].

Длина волны излучения составляет 1050–1080 нм [13], ширина сканирующего луча — 1 мкм [9], скорость сканирования — 3000 А-сканов в секунду [13], что выше, чем у других моделей оптических биометров [9].

Измеряемые параметры включают: AL, ACD, LT, WTW, K1, K2, CCT, ось астигматизма, диаметр зрачка. Измерение AL производится от передней поверхности роговицы до пигментного эпителия сетчатки [15]. AL является геометрическим расстоянием и рассчитывается



Рис. 1. Внешний вид оптического биометра Argos

Fig. 1. External appearance of the Argos optical biometer

из оптической дистанции путем применения поправки на дифференцированные рефракционные индексы [11]. Для оценки показателей кератометрии в Argos имеется кольцо из 16 светодиодов. Данные о кривизне роговицы формируются путем объединения сигнала ОКТ с изображением со светодиодов [16]. WTW определяется путем измерения расстояния между диаметрально противоположными областями угла передней камеры глаза на ОКТ-изображении [11].

В проведенном нами исследовании для расчета оптической силы ИОЛ использовались константы с сайта <https://iolcon.org/>. Список моделей ИОЛ, их абсолютное и относительное количество, а также используемые константы представлены в таблице 1.

Расчет оптической силы ИОЛ проводили с применением формул из калькулятора ESCRS (<https://iolcalculator.es CRS.org/>): Barrett Universal II, Cooke K6, EVO, Hill-RBF, Hoffer QST, Kane, Pearl DGS.

Факоэмульсификацию катаракты выполняли по стандартной методике с использованием прибора Stellaris Elite (Bausch&Lomb, США) и под местной инстилляционной анестезией. Во всех случаях применяли роговичный разрез 1,8 мм. Для имплантации с использованием системы AutonoMe® ИОЛ диоптрийностью 26 и выше разрез расширяли на 0,2 мм.

На сроках 1 день, 1 неделя и 1 месяц после операции у всех пациентов выполняли авторефрактометрию, пневмотонометрию и визометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию. Для анализа рефракционных результатов использовались данные субъективной рефракции, полученные через 1 месяц после операции.

Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием приложения Microsoft Excel 2010 и статистической программы SPSS Statistics 23 (IBM, США). Для анализа рефракционных результатов определяли среднюю ошибку прогноза рефракции (mean error, ME), стандартное отклонение ошибки (standard deviation, SD), среднюю абсолютную ошибку прогноза рефракции (mean absolute error, MAE), медианную абсолютную ошибку прогноза рефракции (median absolute error, MedAE), межквартильный размах абсолютной ошибки прогноза рефракции (Q3–Q1), максимальную абсолютную ошибку прогноза рефракции (maximal absolute error, MaxAE), а также процент глаз в диапазоне погрешностей $\pm 0,25$, $\pm 0,5$, $\pm 1,0$ и $\pm 1,5$ дптр. Для проверки гипотезы о нормальности распределения использовали критерий Колмогорова — Смирнова. Для сравнения данных двух зависимых выборок применяли критерии Вилкоксона и *t*-критерий Стьюдента для зависимых выборок (для данных в количественной шкале) и МакНемара (для данных в номинальной шкале), нескольких зависимых выборок — критерии Фридмана (для данных в количественной шкале) и Кохрена (для данных в номинальной шкале). При выявлении статистически значимых различий по критериям Фридмана и Кохрена

Таблица 1. Модели ИОЛ, их количество и используемые константы

Table 1. IOL models, their number and constants used

Модель ИОЛ IOL model	Константа ИОЛ (для всех формул, кроме Hoffer QST) IOL constant (for all formulas except Hoffer QST)	pACD (для формулы Hoffer QST) pACD (for Hoffer QST formula)	Количество глаз Number of eyes	Процент глаз Percentage of eyes
Clareon AutonoMe CNA0T0	119,1	5,76	42	46,7
Clareon PanOptix CNWTT0	119,1	5,61	12	13,3
AcrySof IQ PanOptix TFNT00	119,1	5,61	3	3,3
AcrySof IQ Vivity DFT015	119,2	5,67	6	6,7
Clareon Vivity CNWET0	119,2	5,67	2	2,2
Hoya Vivinex multiSert XY1-SP	119,193	5,7	14	3,3
Hoya iSert Model 250	118,5	5,3	3	6,7
Hoya iSert Model 251	118,5	5,3	6	15,6
Hoya iSert PC-60R	118,5	5,24	1	1,1
Tecnis Eyhance ICB00	119,3	5,7	1	1,1

проводили попарные сравнения по критериям Вилкоксона и МакНемара соответственно (с поправкой Бонферрони). Данные, имеющие нормальное распределение, представлены в виде «среднее $\pm$ стандартное отклонение»; не распределенные нормально — в виде «медиана (нижний квартиль; верхний квартиль)».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Биометрические параметры глаз пациентов, полученные с помощью прибора Argos, представлены в таблице 2.

Глаза с AL $\geq 26,0$ мм составили 13,3 % (12/90), с AL $\leq 22,0$ мм — 7,8 % (7/90).

Через 1 месяц после операции отмечалось статистически значимое увеличение некорригированной остроты зрения вдаль (НКОЗ): 0,7 (0,188; 1,00) по сравнению

Таблица 2. Биометрические параметры

Table 2. Biometric parameters

Показатель Parameter	Среднее $\pm$ стандартное отклонение Mean $\pm$ standard deviation	Диапазон Range
Оптическая сила роговицы в плоском меридиане, K1, дптр Corneal power in the flat meridian, K1, D	43,63 $\pm$ 1,40	40,45–46,52
Оптическая сила роговицы в крутом меридиане, K2, дптр Corneal power in the steep meridian, K1, D	44,31 $\pm$ 1,46	41,01–47,43
Аксиальная длина, мм Axial length (AL), mm	24,07 $\pm$ 1,60	21,39–29,94
Глубина передней камеры глаза, мм Anterior chamber depth (ACD), mm	3,25 $\pm$ 0,41	2,37–4,60
Диаметр роговицы, мм White-to-white (WTW), mm	11,87 $\pm$ 0,41	11,08–12,84
Толщина хрусталика, мм Lens thickness (LT), mm	4,62 $\pm$ 0,51	2,98–5,61

с 0,1 (0,04; 0,20) до операции ($p = 0,000$ — критерий Вилкоксона). Максимально скорректированная острота зрения вдаль (МКОЗ) статистически значимо увеличилась с 0,5 (0,3; 0,8) до операции до 1,0 (0,9; 1,0) через 1 месяц после нее ($p = 0,000$ — критерий Вилкоксона). Кроме того, отмечено статистически значимое снижение ВГД: с 15 (13; 16,25) до 13 (11; 15) мм рт. ст. ($p = 0,000$ — критерий Вилкоксона).

Анализ эффективности формул для расчета оптической силы ИОЛ представлен в таблице 3.

При сравнении семи формул по величине абсолютной ошибки прогноза рефракции были выявлены статистически значимые различия во всех группах в целом ($p = 0,006$ — критерий Фридмана). При попарных сравнениях статистически значимые различия выявлены

Таблица 3. Анализ эффективности формул для расчета оптической силы ИОЛ

Table 3. Analysis of effectiveness of IOL power calculation formulas

Показатель Parameter	Barrett Universal II	Cooke K6	EVO	Hill- RBF	Hoffer QST	Kane	Pearl DGS
ME, дптр ME, D	-0,03	-0,057	-0,134	-0,006	-0,117	-0,123	0,028
SD, дптр SD, D	0,394	0,374	0,39	0,382	0,42	0,391	0,381
MAE, дптр MAE, D	0,297	0,294	0,322	0,281	0,335	0,325	0,288
MedAE, дптр MedAE, D	0,215	0,23	0,26	0,19	0,248	0,268	0,233
Q3-Q1, дптр Q3-Q1, D	0,344	0,259	0,314	0,313	0,345	0,263	0,296
MaxAE, дптр MaxAE, D	1,09	1,19	1,245	1,23	1,39	1,195	1,26
$\pm 0,25$ дптр, % $\pm 0,25$ D, %	56,67	53,33	48,89	62,22	51,11	45,56	57,78
$\pm 0,5$ дптр, % $\pm 0,5$ D, %	76,67	82,22	80,00	82,22	76,67	81,11	83,33
± 1 дптр, % ± 1 D, %	97,75	97,75	97,75	98,88	96,63	97,75	98,88
$\pm 1,5$ дптр, % $\pm 1,5$ D, %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблица 4. Сравнение аксиальной длины, измеренной с помощью биометров Argos и IOLMaster 700

Table 4. Comparison of axial length measured with Argos and IOLMaster 700 biometers

	Argos	IOLMaster 700	p-значение p-value
Все глаза, мм All eyes, mm	24,07 $\pm$ 1,60 23,93 (22,90; 24,88)	24,14 $\pm$ 1,66 24,00 (22,92; 24,96)	0,000 ¹
«Средние» глаза, мм "Average" eyes, mm	23,83 $\pm$ 0,93 23,85 (23,09; 24,50)	23,90 $\pm$ 0,98 23,91 (23,12; 24,72)	0,000 ²
«Короткие» глаза, мм "Short" eyes, mm	21,63 $\pm$ 0,21 21,66 (21,44; 21,80)	21,60 $\pm$ 0,22 21,64 (21,41; 21,78)	0,017 ¹
«Длинные» глаза, мм "Long" eyes, mm	27,00 $\pm$ 1,16 26,51 (26,22; 27,72)	27,15 $\pm$ 1,17 26,68 (26,35; 27,91)	0,003 ¹

Примечание: в верхней строке ячеек данные приведены в формате «Среднее $\pm$ стандартное отклонение», в нижней — «Медиана (нижний квартиль; верхний квартиль)».

¹ критерий Вилкоксона, ² t-критерий Стьюдента для зависимых выборок
Note: the upper row of cells represents "Mean $\pm$ standard deviation", the lower row — "Median (lower quartile; upper quartile)". ¹ Wilcoxon test, ² Student's t-test for dependent samples.

только для пар формул: Cooke K6 — Kane: 0,230 (0,130; 0,389) и 0,268 (0,143; 0,405) дптр соответственно, $p = 0,0005$ — критерий Вилкоксона; Hill-RBF — Hoffer QST: 0,190 (0,086; 0,399) и 0,248 (0,133; 0,478) дптр соответственно, $p = 0,0007$ — критерий Вилкоксона (рис. 2).

При сравнении семи формул по доле глаз с рефракцией в пределах $\pm 0,25$ дптр от прогнозируемой были выявлены статистически значимые различия во всех группах в целом ($p = 0,008$ — Q-критерий Кохрена). При попарных сравнениях статистически значимые различия выявлены только для формул Hill-RBF и Kane (62,22 и 45,56 % соответственно, $p = 0,002$ — критерий МакНемара). При сравнении семи формул по доле глаз с рефракцией в пределах $\pm 0,5$ и $\pm 1,0$ дптр от прогнозируемой не было выявлено статистически значимых различий между группами ($p = 0,145$ и $p = 0,277$ соответственно — Q-критерий Кохрена). Доля глаз с рефракцией в пределах $\pm 1,5$ дптр от прогнозируемой составила 100 % для всех формул.

AL, измеренная с помощью биометров Argos и IOLMaster 700, различалась как при сравнении всех глаз в целом, так и при разделении на подгруппы «средних» (22,0 мм < AL < 26,0 мм), «коротких» (AL $\leq$ 22,0 мм) и «длинных» (AL $\geq$ 26,0 мм) глаз. В подгруппе «коротких» глаз AL, измеренная с помощью Argos, была статистически значимо больше AL, измеренной с помощью IOLMaster 700; в подгруппах «средних» и «длинных» глаз, а также во всей группе в целом — статистически значимо меньше (табл. 4).

Полученная в нашем исследовании точность расчета оптической силы ИОЛ при использовании прибора

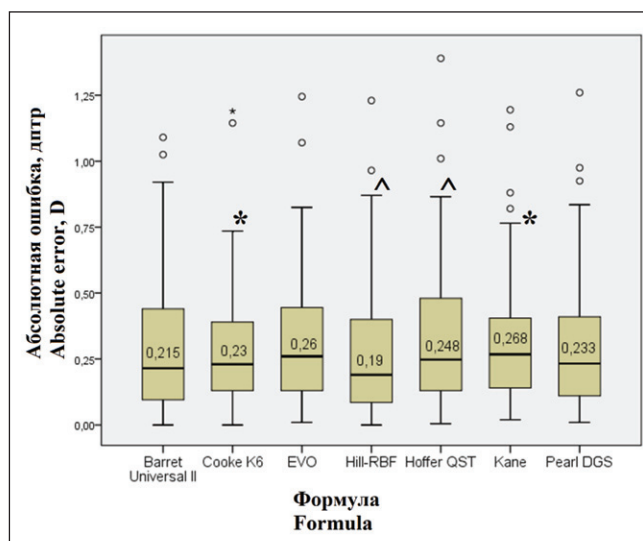


Рис. 2. Величина абсолютной ошибки прогноза рефракции в зависимости от формулы. *, ^ — статистически значимые различия между формулами при попарных сравнениях: * $p = 0,0005$ (критерий Вилкоксона); ^ $p = 0,0007$ (критерий Вилкоксона)

Fig. 2. Absolute prediction error depending on the formula. *, ^ — statistically significant differences between formulas in pairwise comparisons: * $p = 0,0005$ (Wilcoxon test); ^ $p = 0,0007$ (Wilcoxon test)

Argos оказалась сопоставима с таковой при применении других оптических биометров (для таких же моделей ИОЛ) [17, 18]. Полученные нами результаты согласуются с данными зарубежных работ. В исследовании Nata и Kobayashi при применении биометра Argos и расчете оптической силы ИОЛ по формуле Barrett Universal II MAE составила 0,22 дптр, доля глаз с рефракцией в пределах $\pm 0,25$, $\pm 0,5$ и ± 1 дптр составила 54, 80 и 96 % соответственно. Использовалась монофокальная ИОЛ Clareon SY60WF [19]. В работе Multack и соавт. при использовании сегментной биометрии и формулы Barrett для расчета оптической силы ИОЛ AcrySof IQ SN60WF доля глаз с рефракцией в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 91 %, MAE — 0,21 дптр, MedAE — 0,14 дптр, однако из этого исследования исключались пациенты с AL < 22,0 и > 26,0 мм [12].

В работе Shammas и соавт., посвященной расчету оптической силы ИОЛ с применением биометра Argos и 17 формул (включая 7 формул из калькулятора ESCRS) были получены результаты, сопоставимые с таковыми в нашем исследовании, за исключением формулы Hill-RBF. Она продемонстрировала более низкую точность: MedAE 0,28 дптр, доля глаз с рефракцией в пределах $\pm 0,25$ дптр — 44,4 % (в проведенном нами исследовании эти показатели составили 0,19 дптр и 62,22 % соответственно). Данные различия можно объяснить более крупной выборкой в их работе (595 глаз), другим распределением испытуемых по полу (42 % мужчин и 58 % женщин), разницей в AL (средняя AL $23,58 \pm 1,07$ мм, что меньше, чем в нашем исследовании), модели ИОЛ (AcrySof IQ SN60WF; в нашем исследовании используется несколько моделей ИОЛ) и применением оптимизированных констант [20].

По данным Norrby, из всех биометрических параметров AL оказывает наиболее значительное влияние на ошибку прогноза рефракции, поэтому корректное из-

мерение этого показателя имеет принципиальное значение [21]. Полученные нами при сравнении двух биометров данные отчасти согласуются с результатами зарубежных исследований: в группе «коротких» глаз AL, измеренная на Argos, была больше, чем на IOLMaster 700, в группе «длинных» глаз — меньше [11, 13]. Выявленные нами различия в подгруппе «средних» глаз, а также для всех глаз в целом (не отмеченные в других работах) можно объяснить достаточно небольшим объемом выборки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлен анализ первого в Российской Федерации опыта применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы разных типов ИОЛ. Отмечены благоприятный клинико-функциональный эффект, высокая частота достижения целевых значений рефракции. AL, измеренная на Argos, больше в группе «коротких» глаз и меньше в группах «средних» и «длинных» глаз — по сравнению с измерением на IOLMaster 700. При использовании биометра Argos и констант ИОЛ с сайта <https://iolcon.org/> формула Hill-RBF демонстрирует преимущество над формулами Kane (по доле глаз в пределах $\pm 0,25$ дптр от прогнозируемой рефракции) и Hoffer QST (по величине абсолютной ошибки). По величине абсолютной ошибки формула Cooke K6 также превосходит формулу Kane. Для определения оптимальной формулы для расчета ИОЛ с применением сегментной оптической биометрии необходимы дальнейшие исследования на больших выборках пациентов с применением оптимизированных констант.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Першин К.Б. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Пашинова Н.Ф. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста;
Цыганков А.Ю. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста;
Панов А.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Cicinelli MV, Buchan JC, Nicholson M, Varadaraj V, Khanna RC. Cataracts. Lancet. 2023;401(10374):377–389. doi: 10.1016/S0140-6736(22)01839-6.
- Davis G. The Evolution of Cataract Surgery. Mo Med. 2016;113(1):58–62.
- Grzybowski A. Recent developments in cataract surgery. Ann Transl Med. 2020;8(22):1540. doi: 10.21037/atm-2020-rcs-16.
- Hashemi H, Jamali A, Rezav F, Hashemi A, Khabazkhoob M. Residual refractive errors in pseudophakic eyes and related factors: a population-based study. Int J Ophthalmol. 2023;16(5):778–786. doi: 10.18240/ijo.2023.05.16.
- Першин КБ, Пашинова НФ, Лих ИА, Цыганков АЮ. Особенности расчета оптической силы ИОЛ на «коротких» глазах. Обзор литературы. Офтальмология. 2022;19(2):272–279.
Pershin KB, Pashinova NF, Likh IA, Tsygankov AYU. Intraocular Lens Optic Power Calculation on "Short" Eyes. A Review. Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):272–279 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-272-279.
- Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Легких СЛ. 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 KB, Pashinova NF, Tsygankov AI. 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: 10.18008/1816-5095-2016-2-89-96.
- Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Легких СЛ, Лих ИА. Биометрия при расчете оптической силы ИОЛ как фактор успешной хирургии катаракты. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2016;16(2):15–22.
- Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU Legkih SL, Likh IA. Biometry in IOL optic power calculation as a factor of successful cataract surgery. Cataract and refractive surgery. 2016;16(2):15–22 (In Russ.).
- Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitzingerberger CK. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. Am J Ophthalmol. 1998;126(4):524–534. doi: 10.1016/s0002-9394(98)00113-5.
- Pathak M, Sahu V, Kumar A, Kaur K, Gurnani B. Current Concepts and Recent Updates of Optical Biometry — A Comprehensive Review. Clin Ophthalmol. 2024;18:1191–1206. doi: 10.2147/OPHTH.S464538.
- Wang L, Cao D, Weikert MP, Koch DD. Calculation of Axial Length Using a Single Group Refractive Index versus Using Different Refractive Indices for Each Ocular Segment: Theoretical Study and Refractive Outcomes. Ophthalmology. 2019;126(5):663–670. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.12.046.
- Yang CM, Lim DH, Kim HJ, Chung TY. Comparison of two swept-source optical coherence tomography biometers and a partial coherence interferometer. PLoS One. 2019;14(10):e0223114. doi: 10.1371/journal.pone.0223114.
- Multack S, Plummer N, Smits G, Hall B. Randomized Trial Comparing Prediction Accuracy of Two Swept Source Optical Coherence Tomography Biometers. Clin Ophthalmol. 2023;17:2423–2428. doi: 10.2147/OPHTH.S407538.
- Porwollik M, Porwollik A, Mrukwa-Kominek E. Evaluation of Selected Biometric Parameters in Cataract Patients-A Comparison between Argos* and IOLMaster 700*: Two Swept-Source Optical Coherence Tomography-Based Biometers. Medicina (Kaunas). 2024;60(7):1057. doi: 10.3390/medicina60071057.
- Tañá-Rivero P, Aguilar-Córcoles S, Tañá-Sanz P, Tañá-Sanz S, Montés-Micó R. Axial length acquisition success rates and agreement of four optical biometers and one

- ultrasound biometer in eyes with dense cataracts. *Eye Vis (Lond)*. 2023;10(1):35. doi: 10.1186/s40662-023-00352-3.
15. Hussaindeen JR, Mariam EG, Arunachalam S, Bhavatharini R, Gopalakrishnan A, Narayanan A. Comparison of axial length using a new swept-source optical coherence tomography-based biometer — ARGOS with partial coherence interferometry — based biometer — IOLMaster among school children. *PLoS One*. 2018;13(12):e0209356. doi: 10.1371/journal.pone.0209356.
 16. Shamma HJ, Ortiz S, Shamma MC, Kim SH, Chong C. Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(1):50–61. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.07.042.
 17. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Антонов ЕА. Особенности расчета оптической силы недифракционной интраокулярной линзы с расширенной глубиной фокуса. Точка зрения Восток — Запад. 2024;11(1):11–15. doi: 10.25276/2410-1257-2024-1-11-15. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Antonov EA. Non-diffractive intraocular lens with extended depth of focus optical power calculation. *Point of view. East — West*. 2024;11(1):11–15. doi: 10.25276/2410-1257-2024-1-11-15.
 18. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Косова ИВ. Результаты имплантации новой гидрофобной акриловой монофокальной интраокулярной линзы, предустановленной в инжекторе. *Офтальмология*. 2023;20(2):233–238. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Kosova IV. Results of Implantation of a New Hydrophobic Acrylic Monofocal Intraocular Lens in a Preloaded Injector. *Ophthalmology in Russia*. 2023;20(2):233–238 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-2-233-238.
 19. Hata S, Kobayashi M. Refractive accuracy of the new Barrett formula using segmented axial length compared with that of the traditional Barrett Universal II formula. *J Cataract Refract Surg*. 2025;51(4):294–299. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001609.
 20. Shamma HJ, Taroni L, Pellegrini M, Shamma MC, Jivrajka RV. Accuracy of newer intraocular lens power formulas in short and long eyes using sum-of-segments biometry. *J Cataract Refract Surg*. 2022;48(10):1113–1120. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000958.
 21. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(3):368–376. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.10.031.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Першин Кирилл Борисович
доктор медицинских наук, профессор, медицинский директор сети клиник,
профессор кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0003-3445-8899>

Пашинова Надежда Федоровна
доктор медицинских наук, профессор, главный врач, профессор кафедры
офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0001-5973-0102>

Цыганков Александр Юрьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, научный референт
медицинского директора сети клиник
<https://orcid.org/0000-0001-9475-3545>

Панов Андрей Алексеевич
врач-офтальмолог, аспирант кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0002-2547-5913>

ABOUT THE AUTHORS

Pershin Kirill B.
MD, PhD, Professor, medical director, ophthalmology faculty Professor
<https://orcid.org/0000-0003-3445-8899>

Pashinova Nadezhda F.
MD, PhD, Professor, medical director, ophthalmology faculty Professor
<https://orcid.org/0000-0001-5973-0102>

Tsygankov Alexander Yu.
PhD, scientific advisor, ophthalmologist
<https://orcid.org/0000-0001-9475-3545>

Panov Andrey A.
ophthalmologist, postgraduate student
<https://orcid.org/0000-0002-2547-5913>