

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2021-3-37-40>

## Сравнительный анализ точности расчета интраокулярных линз с использованием семи формул на глазах с аксиальной длиной менее 20,00 мм

К.Б. Першин<sup>1</sup>, Н.Ф. Пашинова<sup>1</sup>, И.А. Лих<sup>2</sup>, А.Ю. Цыганков<sup>1</sup>, С.Л. Легких<sup>1</sup><sup>1</sup>Офтальмологический центр «Эксимер», Москва<sup>2</sup>Офтальмологический центр «Эксимер», Новосибирск

### РЕФЕРАТ

**Цель.** Выбор оптимальной формулы для расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с аксиальной длиной глаза менее 20 мм.

**Материал и методы.** В дизайне проспективного исследования обследовано 78 пациентов (118 глаз). В опытную группу (I) вошли 30 пациентов (52 глаза) со средней аксиальной длиной глаза  $19,60 \pm 0,42$  (18,54-20,0) мм, группу сравнения (II) составили 48 пациентов (66 глаз) со средней аксиальной длиной глаза  $22,75 \pm 0,46$  (22,0-23,77) мм. Всем пациентам имплантировали различные модели монофокальных ИОЛ. Средний период наблюдения составил 13 месяцев. Расчет оптической силы ИОЛ проводили по формуле SRK/T, ретроспективное сравнение – по формулам Hoffer-Q, Holladay II, Olsen, Haigis, Barrett Universal II и Kane.

**Результаты.** В группе I средняя абсолютная погрешность определена для формул: Haigis, Olsen, Barrett Universal II, Kane, SRK/T,

Holladay 2 и Hoffer-Q (0,85; 0,78; 0,21; 0,17; 0,79; 0,73; 0,19 соответственно). При сравнении формул значимые различия выявлены для формул Hoffer-Q, Barrett Universal II и Kane в сравнении с формулами Haigis, Olsen, SRK/T и Holladay II ( $p < 0,05$ ). В группе II средняя абсолютная погрешность определена для формул: Haigis, Olsen, Barrett Universal II, Kane, SRK/T, Holladay 2 и Hoffer-Q (0,15; 0,16; 0,23; 0,10; 0,19; 0,23; 0,29 соответственно). В группе II значимых различий между исследуемыми формулами не выявлено ( $p > 0,05$ ).

**Заключение.** В настоящей работе представлен анализ эффективности семи формул для расчета оптической силы ИОЛ на коротких (менее 20 мм) глазах в сравнении с нормальной аксиальной длиной. Показано преимущество формул Hoffer-Q, Barrett Universal II и Kane по сравнению с Haigis, Holladay 2, Olsen и SRK/T.

**Ключевые слова:** катаракта, гиперметропия, короткие глаза, расчет оптической силы ИОЛ. ■

Точка зрения. Восток – Запад. 2021;3: 37–40.

### ABSTRACT

#### Intraocular lenses optic power calculation with seven formulas in short eyes

K.B. Pershin<sup>1</sup>, N.F. Pashinova<sup>1</sup>, I.A. Likh<sup>2</sup>, A.Yu. Tsygankov<sup>1</sup>, S.L. Legkikh<sup>1</sup><sup>1</sup>«Eximer» eye center, Moscow<sup>2</sup>«Eximer» eye center, Novosibirsk

**Purpose.** The choice of the optimal formula for calculating the IOL optical power in patients with an axial eye length of less than 20 mm.

**Material and methods.** A total of 78 patients (118 eyes) were included in the prospective study. Group I included 30 patients (52 eyes) with short eyes (average axial eye length of  $19.60 \pm 0.42$  (18.54-20.0) mm), group II consisted of 48 patients (66 eyes) with an axial length ( $22.75 \pm 0.46$  (22.0-23.77) mm). Various monofocal IOL models were used. The average follow-up period was 13 months. IOL optical power was calculated using the SRK/T formula, retrospective comparison – according to the formulas Hoffer-Q, Holladay II, Olsen, Haigis, Barrett Universal II and Kane.

**Results.** In group I, the mean absolute error was determined for the formulas Haigis, Olsen, Barrett Universal II, Kane, SRK / T, Holladay 2 and Hoffer-Q (0.85; 0.78; 0.21; 0.17; 0.79; 0.73; 0.19 respectively). When

comparing the formulas, significant differences were found for the formulas Hoffer-Q, Barrett Universal II and Kane in comparison with the formulas Haigis, Olsen, SRK / T and Holladay II ( $p < 0.05$ ) in all cases, respectively. In group I, the mean absolute error was determined for the formulas Haigis, Olsen, Barrett Universal II, Kane, SRK / T, Holladay 2 and Hoffer-Q (0.15; 0.16; 0.23; 0.10; 0.19; 0.23; 0.29 respectively) In group II, there were no significant differences between the studied formulas ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion.** This paper presents an analysis of data on the effectiveness of seven formulas for calculating the IOL optical power in short (less than 20 mm) eyes in comparison with the normal axial length. The advantage of the Hoffer-Q, Barrett Universal II and Kane formulas over Haigis, Holladay 2, Olsen, and SRK / T is shown.

**Key words:** cataract, hypermetropia, short eyes: calculation of the IOL optical power. ■

Point of View. East – West. 2021;3: 37–40.

В последние годы в связи с прогрессом в хирургии хрусталика значительно увеличилось ожидания пациентов от результатов хирургии катаракты. К основополагающим этапам подготовки к подобным операциям относятся: выбор интраокулярной линзы (ИОЛ) и расчет оптической силы [1].

В случае с глазами с аксиальной длиной менее 20,00 мм, возникает сложность с точным расчетом оптической силы ИОЛ, т.к. используемые в широкой практике формулы менее точны [2-5]. Эволюционное развитие формул по улучшению точности алгоритмов включало использование большего количества переменных и новых методик анализа [6].

Проведенные ранее сравнительные анализы, представленные в литературе, не позволяют сделать полный и точный вывод о предпочтении той или иной формулы в случае «коротких» глаз (менее 20,00 мм) [6-10].

### ЦЕЛЬ

Выбор оптимальной формулы для расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с аксиальной длиной глаза менее 20 мм.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В дизайне проспективного исследования обследовано 78 пациентов (118 глаз). В опытную группу (I) вошли 30 пациентов (52 глаза) с короткой передне-задней осью (средняя аксиальная длина глаза – 19,60±0,42; 18,54-20,0 мм), которым была проведена факоэмульсификация катаракты или рефракционная ленсэктомия с имплантацией ИОЛ в офтальмологических клиниках «Эксимер». Женщины составили 56,7% (n=17), мужчины – 43,3% (n=13). Средний возраст пациентов – 58,9±13,8 (27-80) лет.

Группу сравнения (II) составили 48 пациентов (66 глаз) с аксиальной

длиной 22,75±0,46 (22,0-23,77) мм с имплантацией различных моделей ИОЛ. Женщины составили 60,4% (n=29), мужчины – 39,6% (n=19); возраст больных варьировал от 33 до 84 лет (68,6±9,7).

Всем пациентам проведено комплексное стандартное и специальное офтальмологическое обследование.

Клинико-функциональные параметры пациентов двух групп представлены в *таблице 1*. Статистически значимых различий между группами в дооперационном периоде не выявлено, за исключением аксиальной длины глазного яблока и сферического компонента рефракции (7,5 дптр. в группе I против -0,4 дптр. в группе II, p<0,05).

Операцию факоэмульсификации проводили с использованием микрохирургических систем Stellaris (Bausch and Lomb, США) через роговичный височный туннельный разрез 1,8 мм. Во всех случаях имплантированы различные монофокальные ИОЛ (Alcon, США), для группы I

Таблица 1

#### Клинико-функциональные параметры в дооперационном периоде

Параметр	Группа I	Группа II	p
Количество пациентов Количество глаз	30 52	48 66	-
Возраст (годы) M (Min - Max)SD	58,9 (27 - 80) 13,8	68,6 (33-84) 9,7	>0,05
Передне-задняя ось (мм) M (Min - Max) SD	19,6 (18,5 - 20,0) 0,4	22,8 (22,0 - 23,8) 0,5	<0,05
Глубина передней камеры (мм) M (Min - Max) SD	2,8 (2,1-3,7) 0,4	3,0 (1,9 - 4,6) 0,4	>0,05
Сферический эквивалент (Дптр.) M (Min - Max) SD	7,5 (0,5-11) 2,2	-0,4 (-12,0 - 6,0) 3,1	<0,05
Цилиндрический эквивалент (Дптр.) M (Min - Max) SD	1,1(-3,0 - 5,5) 1,6	-0,4 (-4,0 -2,0) 1,2	>0,05
Показатели кератометрии K1 M SD	44,2 (40,1 - 47,2) 1,8	44,6 (40,4 - 48,6) 1,	>0,05
	K2 M SD	45,4 (42,8 - 48,6) 1,5	45,2 (41,3 - 49,4) 1,3
Период наблюдения (месяцы) M SD	12,3 (6,0 - 60,0) 2,9	14,1 (8,0 - 72,0) 5,5	>0,05

включая модели «Natural» и «IQ». Расчет оптической силы ИОЛ проводили по формуле SRK/T, ретроспективное сравнение – по формулам Hoffer-Q, Holladay II, Olsen, Haigis, Barrett Universal II и Kane. Точность каждой из формул рассчитывали, сравнивая различие между целевым и расчетным SE (в идеале равное нулю) через 6 месяцев после хирургического вмешательства. Анализ проводили с помощью программного обеспечения системы VERION© и открытых данных на сайтах исследуемых формул.

Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием приложения Microsoft Excel 2010 и статистической программы Statistica10.1 («StatSoft», США). Проведен расчет среднего арифметического значения (M), стандартного отклонения от среднего арифметического значения (SD), минимальных (min) и максимальных (max) значений, размаха вариации Rv (разность max-min). Для оценки достоверности полученных результатов при сравнении средних показателей использовался t-критерий Стьюдента. При сравнении частот встречаемости признака использовался точный критерий Фишера. Различия между выборками считали достоверными при  $p < 0,05$ , доверительный интервал 95%. Отклонение расчетного значения сферического эквивалента от целевого определяли с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) и регрессионного анализа. Для оценки различий средних погрешностей применяли тест Kruskal Wallis. Различия в средней абсолютной погрешности

для формул были проанализированы, определен процент глаз с величиной средней абсолютной погрешности в пределах  $\pm 0,50$  и  $\pm 1,0$  дптр. для каждой формулы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты статистического анализа в группе I представлены в *таблице 2*. Максимальная средняя погрешность оценки определена для формулы Haigis ( $0,88 \pm 0,35$ ), далее для формулы Olsen, Barrett Universal II, Kane, SRK/T, Holladay 2 и Hoffer-Q ( $0,51 \pm 0,12$ ,  $0,16 \pm 0,38$ ,  $0,13 \pm 0,28$ ,  $0,10 \pm 0,59$ ,  $0,05 \pm 0,54$  и  $-0,12 \pm 0,42$  соответственно). Схожие данные получены и для средней абсолютной погрешности – для формул Haigis, Olsen, Barrett Universal II, SRK/T, Holladay 2, Hoffer-Q и Kane она составила  $0,85 \pm 0,31$ ,  $0,78 \pm 0,25$ ,  $0,21 \pm 0,10$ ,  $0,79 \pm 0,23$ ,  $0,73 \pm 0,24$ ,  $0,19 \pm 0,08$  и  $0,17 \pm 0,06$ , соответственно. Это свидетельствует о преимуществе формул Hoffer-Q, Barrett Universal II и Kane при расчете оптической силы монофокальных ИОЛ у пациентов с аксиальной длиной глаза менее 20,0 мм. Процент глаз с AE в пределах  $\pm 0,50$  дптр. для формул Holladay 2, Hoffer-Q, Haigis, SRK/T, Olsen, Barrett Universal II и Kane составил 23,1%, 65,4%, 19,2%, 26,9%, 34,6%, 61,5% и 71,2%, в пределах  $\pm 1,00$  дптр – 86,5%, 98,1%, 82,7%, 92,3%, 88,5%, 96,2% и 100%, соответственно.

Попарный анализ с учетом каждой из формул определил значимые различия для формул Hoffer-Q, Barrett Universal II и Kane в сравнении с фор-

мулами Haigis, Olsen, SRK/T и Holladay II ( $p < 0,05$ ) во всех случаях. Это свидетельствует о преимуществе указанных формул для группы пациентов с аксиальной длиной глаза менее 22,00 мм. Вместе с тем, применение других указанных формул также не приводило к значимой абсолютной ошибке.

Аналогичный анализ проведен в группе II (сравнения) для глаз с нормальной аксиальной длиной (*табл. 3*).

В группе II для формул Holladay 2, Hoffer-Q, Haigis, SRK/T, Olsen, Barrett Universal II и Kane получены сопоставимые значения средней погрешности оценки (соответственно  $0,10 \pm 0,12$ ,  $0,08 \pm 0,19$ ,  $0,02 \pm 0,05$ ,  $0,13 \pm 0,09$ ,  $0,11 \pm 0,04$ ,  $0,06 \pm 0,10$  и  $0,04 \pm 0,07$ ). Схожие данные определены и для средней абсолютной погрешности ( $0,23 \pm 0,09$ ,  $0,29 \pm 0,13$ ,  $0,15 \pm 0,06$ ,  $0,19 \pm 0,12$ ,  $0,16 \pm 0,04$ ,  $0,12 \pm 0,08$  и  $0,10 \pm 0,06$ ), что свидетельствует о сопоставимой эффективности всех исследуемых формул для расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с нормальной аксиальной длиной. Процент глаз с AE в пределах  $\pm 0,50$  дптр. для формул Holladay 2, Hoffer-Q, Haigis, SRK/T, Olsen, Barrett Universal II и Kane составил 100%, 97%, 100%, 100%, 100%, 100% и 100%, соответственно, в пределах  $\pm 1,00$  дптр. – 100% для всех исследуемых формул.

При проведении попарного анализа формул в группе II значимых различий между исследуемыми формулами не выявлено.

Применение статистического анализа эффективности той или иной формулы для расчета оптической

Таблица 2

### Анализ эффективности формул для расчета оптической силы ИОЛ для глаз с аксиальной длиной менее 20,0 мм

Значение	Holladay 2	Hoffer-Q	Haigis	SRK/T	Olsen	Barrett Universal II	Kane
Средняя погрешность оценки (Дптр.) $\pm$ SD	0,05 $\pm$ 0,54	-0,12 $\pm$ 0,42	0,88 $\pm$ 0,35	0,10 $\pm$ 0,59	0,51 $\pm$ 0,12	0,16 $\pm$ 0,38	0,13 $\pm$ 0,28
Средняя абсолютная погрешность MAE (Дптр.) $\pm$ SD	0,73 $\pm$ 0,24	0,19 $\pm$ 0,08	0,85 $\pm$ 0,31	0,79 $\pm$ 0,23	0,78 $\pm$ 0,25	0,21 $\pm$ 0,10	0,17 $\pm$ 0,06
Медианная абсолютная погрешность (Дптр.) MedAE (D)	0,54	0,43	0,57	0,50	0,49	0,46	0,43

Таблица 3

## Анализ эффективности формул для расчета оптической силы ИОЛ для глаз с нормальной аксиальной длиной

Значение	Holladay 2	Hoffer-Q	Haigis	SRK/T	Olsen	Barrett Universal II	Kane
Средняя погрешность оценки (Дптр.)±SD	0,10±0,12	0,08±0,19	0,02±0,05	0,13±0,09	0,11±0,04	0,06±0,10	0,04±0,07
Средняя абсолютная погрешность MAE(Дптр.)±SD	0,23±0,09	0,29±0,13	0,15±0,06	0,19±0,12	0,16±0,04	0,12±0,08	0,10±0,06
Медианная абсолютная погрешность (Дптр.) MedAE (D)	0,20	0,22	0,19	0,12	0,12	0,10	0,09

силы ИОЛ на коротких глазах вызывает сложность из-за небольшой пространственности глаз с аксиальной длиной менее 20,00 мм [11].

Е.А. Gavin и С.Ј. Hammond изучили 41 глаз пациентов с аксиальной длиной менее 22 мм, при этом измерения проводили с помощью IOL-Master. Авторы пришли к заключению, что формула Hoffer-Q обладает преимуществом по сравнению с SRK/T [12], что соответствует полученным нами данным. R.E. MacLaren et al., проанализировав результаты хирургического вмешательства на 72 глазах со средней аксиальной длиной 20,79 мм, сообщили, что наименьшие значения абсолютной погрешности показаны для формул Haigis и Hoffer-Q, а наибольшие – для формул Holladay 1 и SRK/T [13]. Схожие данные описаны и в работе Е.Н. Батькова и соавт. [14]. По нашим данным, лучшие результаты показаны для формул Hoffer-Q, Barrett Universal II и Kane, при этом две последние формулы у R.E. MacLaren et al. не применялись.

С. Rocha-de-Lossada et al. провели анализ эффективности 12 формул для расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с разной аксиальной длиной глаза и выявили, что в подгруппе с короткой аксиальной длиной формулы Kane и Olsen были более точны [15]. Схожие данные представлены в сообщении, в котором было доказано преимущество формулы Kane как для глаз с нормальной, так и короткой и длинной передне-задней осью [16]. В нашей работе показано преимущество формул Hoffer-Q, Barrett Universal II и Kane по сравнению с другими, включая Olsen.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа собственных данных об эффективности различных формул для расчета оптической силы ИОЛ на коротких (менее 20 мм) глазах в сравнении с нормальной аксиальной длиной показано преимущество формул Hoffer-Q, Barrett Universal II и Kane по сравнению с Haigis, Holladay 2, Olsen и SRK/T.

## ЛИТЕРАТУРА

- Hahn U, Krummenauer F, Kolbl B. et al. Determination of valid benchmarks for outcome indicators in cataract surgery: a multicenter, prospective cohort trial. *Ophthalmology*. 2011; 118: 2105–2112. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.05.011
- Steijns D, Bijlsma W.R., Van der Lelij A. Cataract surgery in patients with nanophthalmos. *Ophthalmology*. 2013; 120: 266–270. DOI:10.1016/j.ophtha.2012.07.082
- Carifi G., Aiello F., Zygoura V., Kopsachilis N., Maurino V. Accuracy of the refractive prediction determined by multiple currently available intraocular lens power calculation formulas in small eyes. *Am. J. Ophthalmol.* 2015; 159: 577–583. DOI: 10.1016/j.ajo.2014.11.036
- Moschos M.M., Chatziralli I.P., Koutsandrea C. Intraocular lens power calculation in eyes with short axial length. *Indian J. Ophthalmol.* 2014; 62: 692–694. DOI:10.4103/0301-4738.129791
- Day A.C., Foster P.J., Stevens J.D. Accuracy of intraocular lens power calculations in eyes with axial length <22.00 mm. *Clin. Experiment. Ophthalmol.* 2012; 40: 855–862. DOI:10.1111/j.1442-9071.2012.02810.x
- Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol. Scand.* 2007; 85(5): 472–485. doi: 10.1111/j.1600-0420.2007.00879.x. Epub 2007 Apr 2. PMID: 17403024.
- Cooke D.L., Cooke T.L. Comparison of 9 intraocular lens power calculation

formulas. *J. Cataract Refract. Surg.* 2016; 42: 1157–1164. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.06.029

8. Darcy K., Gunn D., Tavassoli S., Sparrow J., Kane J.X. Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10930 eyes from the UK National Health Service. *J. Cataract Refract. Surg.* 2020; 46(1): 2–7. DOI: 10.1016/j.jcrs.2019.08.014

9. Connell B.J., Kane J.X. Comparison of the Kane formula with existing formulas for intraocular lens power selection. *BMJ Open. Ophthalmol.* 2019; 4(1): e000251. doi:10.1136/bmjophth-2018-000251. PMID: 31179396; PMCID: PMC6528763.

10. Gökce S.E., Zeiter J.H., Weikert M.P. et al. Intraocular lens power calculations in short eyes using 7 formulas. *J. Cataract Refract. Surg.* 2017; 43(7): 892–897. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.07.004. PMID: 28823434.

11. Aristodemou P., Knox Cartwright N.E., Sparrow J.M., Johnston R.L. 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(1): 63–71. doi:10.1016/j.jcrs.2010.07.032

12. Gavin E.A., Hammond C.J. Intraocular lens power calculation in short eyes. *Eye.* 2008; 22: 935–938. DOI: 10.1038/sj.eye.6702774

13. MacLaren R.E., Natkunarajah M., Riaz Y. et al. Biometry and formula accuracy with intraocular lenses used for cataract surgery in extreme hyperopia. *Am. J. Ophthalmol.* 2007; 143: 920–931. DOI: 10.1016/j.ajo.2007.02.043

14. Батьков Е.Н., Паштаев Н.П., Михайлова В.И. Расчет оптической силы интраокулярной линзы при рефракционной хирургии «экстремальной» гиперметропии. *Вестник офтальмологии.* 2019; 135(1): 21–27.

15. Rocha-de-Lossada C., Colmenero-Reina E. et al. Intraocular lens power calculation formula accuracy: Comparison of 12 formulas for a trifocal hydrophilic intraocular lens. *Eur. J. Ophthalmol.* 2020; 1120672120980690. DOI: 10.1177/1120672120980690. Epub ahead of print.

16. Kane J.X., Van Heerden A., Atik A., Petsoglou C. Intraocular lens power formula accuracy: comparison of 7 formulas. *J. Cataract Refract. Surg.* 2016; 42: 1490–1500. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.07.021