



ВЛИЯНИЕ СОПУТСТВУЮЩЕЙ ГЛАУКОМЫ НА ТОЧНОСТЬ РАСЧЁТА ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ

© Д.Ф. Белов¹, В.П. Николаенко^{1, 2}

¹ Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская многопрофильная больница № 2», Санкт-Петербург;

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург

Для цитирования: Белов Д.Ф., Николаенко В.П. Влияние сопутствующей глаукомы на точность расчёта интраокулярных линз // Офтальмологические ведомости. — 2020. — Т. 13. — № 1. — С. 5–9. <https://doi.org/10.17816/OV19025>

Поступила: 14.01.2020

Одобрена: 12.03.2020

Принята: 23.03.2020

✧ **Цель** — оценить влияние сопутствующей глаукомы (в том числе, оперированной) на точность расчёта силы интраокулярной линзы (ИОЛ) перед выполнением факэмульсификации. **Материалы и методы.** В исследование вошли 413 пациентов, которые были разделены на четыре группы: 1-я — пациенты с катарактой без сопутствующей глаукомы (251 человек); 2-я — пациенты с катарактой и первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) на гипотензивной терапии (103 человека); 3-я — пациенты с катарактой после выполненной синустрабекулэктомии (42 человека); 4-я — пациенты с катарактой и первичной закрытоугольной глаукомой (ПЗУГ) на гипотензивной терапии (17 человек). Всем обследуемым производился расчёт ИОЛ с помощью оптической биометрии на аппарате IOL-Master 500. Через 1 мес. сравнивались показатели расчётной рефракции по формуле Barrett Universal II и полученной рефракции по данным авторефрактометра Topcon-8800. **Результаты.** В исследуемых 1–3-й группах не было выявлено значимых различий в точности расчёта ИОЛ (ошибка расчёта составила $-0,09 \pm 0,39$ дптр, $-0,08 \pm 0,45$ дптр, $-0,03 \pm 0,49$ дптр для каждой группы соответственно). Однако в 4-й группе был выявлен большой миопический сдвиг рефракции ($-0,47 \pm 0,48$ дптр, $p = 0,095$). **Заключение.** Наличие у пациента с катарактой сопутствующей ПОУГ на гипотензивной терапии, так же как и перенесённая синустрабекулэктомия, не вносит никаких поправок в алгоритм расчёта ИОЛ. Однако у пациентов с ПЗУГ рекомендуется выбирать ИОЛ меньшей оптической силы на 0,5 дптр для того, чтобы избежать чрезмерной миопической рефракции после факэмульсификации.

✧ **Ключевые слова:** расчёт силы интраокулярной линзы (ИОЛ); оптическая биометрия; глаукома.

THE INFLUENCE OF CONCOMITANT GLAUCOMA ON IOL POWER CALCULATION ACCURACY

© D.F. Belov¹, V.P. Nikolaenko^{1, 2}

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

² Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

For citation: Belov DF, Nikolaenko VP. The influence of concomitant glaucoma on IOL power calculation accuracy. *Ophthalmology Journal*. 2020;13(1):5-9. <https://doi.org/10.17816/OV19025>

Received: 14.01.2020

Revised: 12.03.2020

Accepted: 23.03.2020

✧ **Aim.** To estimate the influence of concomitant glaucoma (including that after surgery) on IOL power calculation accuracy before phacoemulsification. **Materials and methods.** 413 patients were included in the study divided in 4 groups: 1st — patients with cataract and no concomitant glaucoma (251 cases); 2nd — patients with cataract and primary open-angle glaucoma (POAG) on medical therapy (103 cases); 3rd — patients with cataract and prior trabeculectomy (42 cases); 4th — patients with cataract and primary angle-closure glaucoma (PACG) on medical therapy (17 cases). In all patients, the IOL power calculation was performed using optical biometry (IOL-Master 500). 1 month after surgery, desired refraction according to Barrett Universal II Formula and real obtained refraction estimated by automatic refractometry (Topcon-8800) were compared. **Results.** There was no significant difference between study groups 1–3 in IOL power calculation accuracy (the calculation error was -0.09 ± 0.39 D, -0.08 ± 0.45 D, -0.03 ± 0.49 D, for each

group respectively). However, we found a higher myopic shift (-0.47 ± 0.48 D, $p = 0.095$) in the 4th group. **Conclusion.** The presence of concomitant POAG on medical therapy, same as earlier trabeculectomy, does not demand any modification of the IOL calculation algorithm. However, in PACG patients we recommend taking -0.5 D lower optical power IOLs to avoid excessive myopic refraction after phacoemulsification.

✧ **Keywords:** IOL power calculation; optical biometry; glaucoma.

ВВЕДЕНИЕ

Точность расчёта ИОЛ является актуальной для офтальмологов темой с 1949 г., когда выполненная Н. Ridley первая имплантация искусственного хрусталика была омрачена ошибкой расчёта, составившей 20 дптр.

В настоящее время требования к рефракционным исходам хирургии катаракты существенно повысились. Так, если в 2009 г. по стандартам Британской национальной службы здравоохранения (British National Health Service) отклонение от рефракции цели после факэмульсификации (ФЭ) на глазах с интактной роговицей не должно было превышать 0,5 дптр в 55 % и 1,0 дптр в 85 % случаях [3], то с 2017 г. критерием качества ФЭ является попадание в рефракцию цели с точностью до $\pm 0,25$ дптр в 49,8 %, $\pm 0,5$ дптр в 80,8 %, $\pm 0,75$ дптр в 93,7 % и до $\pm 1,0$ дптр в 97,8 % случаев [1].

В эпоху ультразвуковой биометрии основным источником неточностей расчёта интраокулярной линзы (ИОЛ) являлась погрешность самой методики, связанная с компрессией роговицы. Т. Olsen [8] показал, что самые распространенные причины ошибок расчёта ИОЛ крылись в неправильном измерении длины переднезадней оси (ПЗО) глаза (54 % случаев) и неверной оценке глубины передней камеры (38 %), в то время как кератометрические погрешности влияли на точность расчёта хрусталика в гораздо меньшей степени (8 % наблюдений) [8]. В настоящее время ультразвуковые методики оценки длины ПЗО используются редко (лишь при наличии плотной катаракты), и методом выбора стала оптическая биометрия, лишённая упомянутых выше погрешностей [13].

С внедрением бесконтактных методов определения ПЗО основным источником ошибок расчёта ИОЛ стала неправильная оценка эффективного положения линзы в глазу, которое зависит от большого числа переменных, определяемых анатомией переднего отрезка глаза (глубины передней камеры, кератометрические показатели, горизонтальный диаметр роговицы, толщина хрусталика), а также предоперационной рефракции, размера капсулорексиса, состояния стекловидного тела, гравитации, пола, возраста и др. [5–7, 14].

В связи с этим, пациенты с нестандартным передним отрезком глаза требуют особенно тщательной биометрии. Зачастую это кандидаты на ФЭ с сопутствующим первичным закрытием радужно-роговичного угла / первичной закрытоугольной глаукомой, а также пациенты, незадолго до этого перенесшие гипотензивную операцию, вызывающую биометрические изменения глаза (укорочение длины ПЗО, уменьшение глубины передней камеры, изменение преломляющей силы роговицы), чреватые ещё бóльшими погрешностями расчёта ИОЛ, нежели у пациентов без предшествующих антиглаукомных вмешательств [4, 8]. А неправильный выбор оптической силы ИОЛ вкупе с характерной для глаукомы сниженной контрастной чувствительностью неизбежно ухудшит качество их жизни [11].

Учитывая распространённость первичной глаукомы (около 60 млн человек в мире, из которых $\frac{3}{4}$ приходится на первичную открытоугольную глаукому (ПОУГ) и $\frac{1}{4}$ — на первичную закрытоугольную глаукому (ПЗУГ)) и малое количество исследований (4 статьи в базе данных PubMed), посвящённых расчёту ИОЛ у данной категории пациентов, тема является крайне актуальной для практикующих врачей.

Целью работы явилась оценка влияния сопутствующей глаукомы (в том числе, оперированной) на точность расчёта ИОЛ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 413 пациентов (средний возраст 76 ± 6 лет) после ФЭ с имплантацией ИОЛ, которые были разделены на четыре группы:

- 1-я группа — пациенты без сопутствующей глаукомы (251 человек);
- 2-я группа — пациенты с ПОУГ на гипотензивной терапии (103 человека);
- 3-я группа — пациенты после выполненной синустрабекулэктомии (СТЭ) (42 человека);
- 4-я группа — пациенты с ПЗУГ на гипотензивной терапии (17 человек).

Во всех случаях расчёт ИОЛ производили с помощью оптической биометрии на аппарате IOL-Master 500. Через месяц после ФЭ осуществлялось сравнение показателей расчётной

(ожидаемой) рефракции по формуле Barrett Universal II и полученной рефракции по данным авторефрактометра Topcon-8800.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во всех четырёх группах наблюдалась слабая миопическая ошибка расчёта ИОЛ (табл. 1), однако в 4-й группе пациентов (с ПЗУГ) её амплитуда была заметно больше по сравнению с 1–3-й группами ($-0,47 \pm 0,48$ дптр против $-0,09 \pm 0,39$ дптр, $-0,08 \pm 0,45$ дптр и $-0,03 \pm 0,49$ дптр соответственно).

Полученные нами результаты коррелируют с данными M. Rakgavan et al. [9], показавшими, что предшествующая СТЭ не влияет существенно образом на точность расчёта ИОЛ. Авторы выявили, что даже на фоне выраженных биометрических изменений через 6 мес. после СТЭ (укорочение ПЗО на $0,14 \pm 0,15$ мм, увеличение преломляющей силы роговицы на $0,27 \pm 0,47$ дптр) значимых ошибок в расчёте ИОЛ после ФЭ не наблюдалось. Отклонение от рефракции цели при использовании формул составило: Hoffer Q — $+0,14 \pm 0,9$ дптр ($p = 0,442$), Holladay — $+0,16 \pm 0,79$ дптр ($p = 0,319$), SRK/T — $+0,2 \pm 0,71$ дптр ($p = 0,17$) [10].

A. Pora-Cherecheanu et al. [12] также выявили слабую, но миопическую ($-0,05 \pm 0,36$ дптр) ошибку расчёта ИОЛ у пациентов с предшествующей удалению хрусталика СТЭ по сравнению

с гиперметропической ошибкой расчёта в глазах без сопутствующей глаукомы ($+0,35 \pm 0,75$ дптр).

N. Zhang et al. [15] исследовали рефракционные результаты ФЭ в группах пациентов с катарактой, с сопутствующей глаукомой на медикаментозном лечении, а также после СТЭ. Авторы выявили гиперметропическую ошибку расчёта ИОЛ в первых двух группах ($+0,23$ и $+0,40$ дптр соответственно) и слабый миопический сдвиг рефракции у пациентов с предшествующей СТЭ ($-0,36$ дптр).

Нами не было найдено каких-либо существенных погрешностей в расчёте ИОЛ у пациентов с ПОУГ, что свидетельствует об адекватной предоперационной биометрической оценке оперируемого глаза и корректном выборе формулы расчёта оптической силы ИОЛ.

Наблюдается статистически незначимая разница между 4-й и 1–3-й группами пациентов, выражающаяся в большем миопическом сдвиге рефракции у пациентов с ПЗУГ (см. рисунок).

Большая миопическая ошибка расчёта ИОЛ в 4-й группе, очевидно, обусловлена биометрическими особенностями пациентов с ПЗУГ, которые выражаются, в первую очередь, в мелкой передней камере и «короткой» длине ПЗО. Однако для более точного анализа данных требуется большее количество наблюдений пациентов с ПЗУГ.

В табл. 2 представлены сравнительные характеристики основных биометрических параметров для расчёта ИОЛ в исследуемых группах.

Таблица 1 / Table 1

Сравнение среднего значения ошибки расчёта интраокулярной линзы в исследуемых группах Comparison of mean IOL power calculation error in study groups

Группа	Количество наблюдений, чел.	Среднее значение ошибки расчёта ИОЛ, дптр
1-я группа (без глаукомы)	251	$-0,09 \pm 0,39$
2-я группа (ПОУГ на медикаментозном лечении)	103	$-0,08 \pm 0,45$
3-я группа (после СТЭ)	42	$-0,03 \pm 0,49$
4-я группа (ПЗУГ на медикаментозном лечении)	17	$-0,47 \pm 0,48$

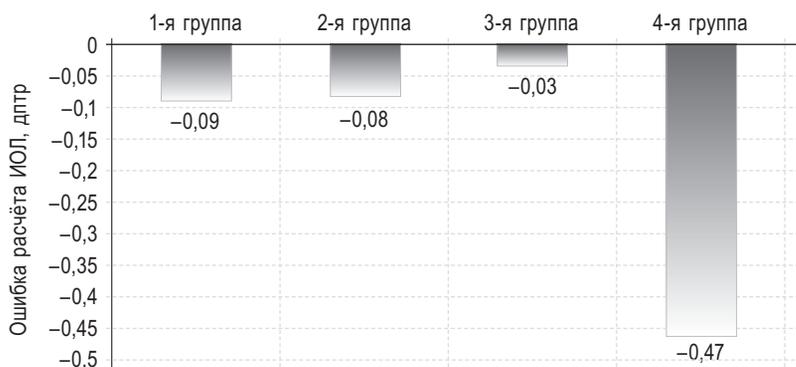
Примечание. $p = 0,095$. ИОЛ — интраокулярная линца, ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома, СТЭ — синустрабекулэктомия, ПЗУГ — первичная закрытоугольная глаукома.

Таблица 2 / Table 2

Сравнение средних значений основных биометрических параметров в исследуемых группах Comparison of mean biometrical parameters in study groups

Группа	Кератометрия, дптр	ПЗО, мм	Глубина передней камеры, мм
1-я группа	$43,92 \pm 1,29$	$23,75 \pm 1,04$	$3,00 \pm 0,32$
2-я группа	$44,82 \pm 1,20$	$23,35 \pm 0,95$	$2,84 \pm 0,33$
3-я группа	$44,46 \pm 1,32$	$23,71 \pm 1,05$	$2,79 \pm 0,30$
4-я группа	$45,02 \pm 1,25$	$22,03 \pm 0,76^*$	$2,34 \pm 0,14^*$

Примечание. * Имеются статистически значимые различия. ПЗО — переднезадняя ось.



Сравнение ошибки расчёта интраокулярной линзы в исследуемых группах
Comparison of IOL power calculation in study groups

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Требования к рефракционным результатам хирургии катаракты неуклонно растут. В полной мере это относится и к достаточно многочисленной группе пациентов с катарактой, развившейся на фоне глаукомы, компенсируемой медикаментозным или хирургическим путём.

В нашем исследовании статистически значимых различий в результатах определения оптической силы ИОЛ у пациентов с катарактой без сопутствующей глаукомы, с катарактой и сопутствующей ПОУГ на консервативной терапии и с катарактой после выполненной СТЭ выявлено не было.

Таким образом, наличие у пациента с катарактой сопутствующей ПОУГ на гипотензивной терапии, так же как и перенесенная СТЭ, не вносит никаких поправок в алгоритм расчёта ИОЛ.

Выявлена большая миопическая ошибка расчёта ИОЛ у пациентов с ПЗУГ, которая, вероятно, обусловлена мелкой передней камерой, приводящей к изменению эффективного положения ИОЛ за счёт её смещения вперёд и миопическому сдвигу. Как следствие, при расчёте ИОЛ с ПЗУГ рекомендуется пересмотреть силу выбранной ИОЛ в сторону её уменьшения на 0,5 дптр в чрезмерной миопизации после ФЭ. Вывод особенно актуален для хирургов, оперирующих пациентов монголоидной расы, среди которых встречаемость ПЗУГ превышает аналогичный показатель ПОУГ почти в 4 раза [2].

ЛИТЕРАТУРА

- Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology*. 2018;125(2):169-178. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.08.027>.
- Cook C, Foster P. Epidemiology of glaucoma: what's new? *Can J Ophthalmol*. 2012;47(3):223-226. <https://doi.org/10.1016/j.cjjo.2012.02.003>.
- Gale RP, Saldana M, Johnston RL, et al. Benchmark standards for refractive outcomes after NHS cataract surgery. *Eye (Lond)*. 2009;23(1):149-152. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6702954>.
- Law SK, Riddle J. Management of cataracts in patients with glaucoma. *Int Ophthalmol Clin*. 2011;51(3):1-18. <https://doi.org/10.1097/IIO.0b013e31821e58aa>.
- Li S, Hu Y, Guo R, et al. The effects of different shapes of capsulorrhexis on postoperative refractive outcomes and the effective position of the intraocular lens in cataract surgery. *BMC Ophthalmol*. 2019;19(1):59. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1068-3>.
- Lister LJ, Suheimat M, Verkicharla PK, et al. Influence of gravity on ocular lens position. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(4):1885-1891. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-18533>.
- Muniz Castro H, Tai AX, Sampson SJ, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation using anterior chamber depth from two devices with barrett universal II formula. *J Ophthalmol*. 2019;8172615. <https://doi.org/10.1155/2019/8172615>.
- Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg*. 1992;18(2):125-129. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(13\)80917-0](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(13)80917-0).
- Pakravan M, Alvani A, Esfandiari H, et al. Post-trabeculectomy ocular biometric changes. *Clin Exp Optom*. 2017;100(2):128-132. <https://doi.org/10.1111/cxo.12477>.
- Pakravan M, Alvani A, Yazdani S, et al. Intraocular lens power changes after mitomycin trabeculectomy. *Eur J Ophthalmol*. 2015;25(6):478-482. <https://doi.org/10.5301/ejo.5000604>.
- Paletta Guedes RA, Paletta Guedes VM, Aptel F. [Multifocal, toric, and aspheric intraocular lenses for glaucoma patients. (In French)]. *J Fr Ophthalmol*. 2011;34(6):387-391. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2011.02.003>.
- Popa-Cherecheanu A, Iancu RC, Schmetterer L, et al. Intraocular pressure, axial length, and refractive changes after phacoemulsification and trabeculectomy for open-angle glaucoma. *J Ophthalmol*. 2017;1203269. <https://doi.org/10.1155/2017/1203269>.
- Scholtz SK, Langenbacher A. [Calculating the human eye – the evolution of biometry for cataract surgery. (In German)]. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2019. <https://doi.org/10.1055/a-1002-0136>.

14. Vander Mijnsbrugge J, Fils JF, Jansen J, et al. The role of the vitreous body in effective IOL positioning. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018;256(8):1517-1520. <https://doi.org/10.1007/s00417-018-3994-9>.
15. Zhang N, Tsai PL, Catoira-Boyle YP, et al. The effect of prior trabeculectomy on refractive outcomes of cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(5):858-863. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2012.11.023>.

Сведения об авторах

Дмитрий Фёдорович Белов — врач-офтальмолог, отделение микрохирургии глаза № 4. СПбГБУЗ ГМБ № 2, Санкт-Петербург. E-mail: belovd1990@gmail.com.

Вадим Петрович Николаенко — д-р мед. наук, профессор, кафедра оториноларингологии и офтальмологии. ФГБОУ ВО СПбГУ, Санкт-Петербург; заместитель главного врача по офтальмологии. СПбГБУЗ ГМБ № 2, Санкт-Петербург. E-mail: dr.nikolaenko@mail.ru.

Information about the authors

Dmitrii F. Belov — Ophthalmic Surgeon. Microsurgery Department No. 4. City Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia. E-mail: belovd1990@gmail.com.

Vadim P. Nikolaenko — MD, PhD, Professor, Otorhinolaryngology and Ophthalmology Chair of Medical Faculty, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia; Chief, Ophthalmology Department, Saint Petersburg City Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia. E-mail: dr.nikolaenko@mail.ru.