

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТА ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ ДО И ПОСЛЕ ГИПОТЕНЗИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ

© 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. Сравнение результатов расчёта интраокулярных линз до и после гипотензивных операций // Офтальмологические ведомости. — 2020. — Т. 13. — № 4. — С. 15–20. <https://doi.org/10.17816/OV42296>

Поступила: 09.08.2020

Одобрена: 12.12.2020

Принята: 21.12.2020

✦ **Цель** — сравнение результатов расчёта интраокулярных линз (ИОЛ) до и после различных гипотензивных операций.

Материал и методы. В исследование вошло 115 пациентов, которые были разделены на три группы: 1-я — пациенты, которым была выполнена синустрабекулэктомия ($n = 86$), 2-я — пациенты с установленным шунтом Ex-PRESS ($n = 19$), 3-я — пациенты после имплантации клапана Ahmed ($n = 10$). Всем обследуемым накануне гипотензивной операции была выполнена биометрия на приборе IOL-Master 500 и расчёт оптической силы ИОЛ по формуле Barrett Universal II (целевая рефракция — эметропия). Исходные данные сравнивались с результатами аналогичных исследований, полученными спустя 6 мес. после гипотензивного вмешательства, для оценки его влияния на основные биометрические параметры глаза и точность расчёта оптической силы ИОЛ.

Результаты. Несмотря на значимые изменения оптико-анатомических показателей, средние значения целевой рефракции до и после гипотензивной операции достоверно не различались: $0,00 \pm 0,03$ против $0,03 \pm 0,52$ дптр ($p = 0,628$), $0,00 \pm 0,10$ против $0,19 \pm 0,61$ дптр ($p = 0,173$), $-0,04 \pm 0,08$ против $0,11 \pm 0,42$ дптр ($p = 0,269$) для групп соответственно. Однако наблюдалась явная тенденция к увеличению разброса значения рефракции цели.

Заключение. Операции по поводу глаукомы приводят к изменениям биометрических параметров глаза, снижающим точность расчёта ИОЛ. В связи с этим при выборе искусственного хрусталика следует полагаться на измерения, выполненные после гипотензивных операций.

✦ **Ключевые слова:** интраокулярная линза; расчёт ИОЛ; глаукома; синустрабекулэктомия; шунт Ex-PRESS; клапан Ahmed; биометрия; факоэмульсификация; переднезадняя ось; глубина передней камеры; кератометрия.

COMPARISON OF INTRAOCULAR LENS POWER CALCULATION RESULTS BEFORE AND AFTER GLAUCOMA SURGERY

© D.F. Belov¹, V.P. Nikolaenko^{1,2}

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

² Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

For citation: Belov DF, Nikolaenko VP. Comparison of intraocular lens power calculation results before and after glaucoma surgery. *Ophthalmology Journal*. 2020;13(4):15-20. <https://doi.org/10.17816/OV42296>

Received: 09.08.2020

Revised: 12.12.2020

Accepted: 21.12.2020

✦ **Aim** — to compare intraocular lens (IOL) power calculation before and after different types glaucoma procedures.

Material and methods. Into the study, 115 patients were included, divided into 3 groups: group 1 — patients, in whom sinustrabeculectomy was performed ($n = 86$); group 2 — patients with implanted Ex-PRESS shunt ($n = 19$), group 3 — patients after Ahmed glaucoma valve implantation ($n = 10$). For each patient before surgery optical biometry (IOL-Master 500) was performed and IOL power calculation using Barrett Universal II Formula (target refraction — emmetropia). Baseline data were compared with corresponding examinations results

obtained in 6 months after glaucoma procedure, to evaluate its effect on main biometric parameters of the eye and the IOL calculation accuracy.

Results. Despite significant changes of optical and anatomic indices, mean values of target refraction before and after glaucoma surgery did not differ significantly: 0.00 ± 0.03 versus 0.03 ± 0.52 D ($p = 0.628$), 0.00 ± 0.1 versus 0.19 ± 0.61 D ($p = 0.173$), -0.04 ± 0.08 versus 0.11 ± 0.42 D ($p = 0.269$) for groups, respectively. However, there was a pronounced trend to the increase of target refraction data scattering.

Conclusion. Glaucoma procedures cause changes of biometrical parameters of the eye, which leads to decrease in accuracy of IOL calculation. Consequently, when choosing intraocular lens, it is recommended to use measurement results obtained after glaucoma surgery.

✦ **Keywords:** intraocular lens; IOL power calculation; glaucoma; sinustrabeculectomy; Ex-PRESS shunt; Ahmed glaucoma valve; biometry; phacoemulsification; axial length; anterior chamber depth; keratometry.

ВВЕДЕНИЕ

Хирургия глаукомы сопряжена с неизбежными изменениями ключевых биометрических параметров, необходимых для расчёта оптической силы интраокулярных линз (ИОЛ). Известные эффекты гипотензивных операций — флуктуация преломляющей силы роговицы [1–3], изменение длины переднезадней оси (ПЗО) [4–6] и глубины передней камеры глаза (ГПК) [7, 8].

Приходится признать, что выполненная ранее гипотензивная операция представляется несомненным фактором риска возникновения ошибок расчёта искусственного хрусталика [9]. Однако современные высокие требования к оптическим исходам факоэмульсификации (ФЭ) — попадание в целевую рефракцию с точностью до $\pm 0,5$ дптр в 62 % и $\pm 1,0$ дптр в 89 % случаев [10] — должны соблюдаться и в осложнённых глаукомой случаях.

Небольшое количество работ, касающихся точности расчёта ИОЛ на фоне изменившихся после гипотензивных операций биометрических параметров, ограничивается уже хорошо отработанной в этом плане синустрабекулэктомией (СТЭ). В то же время, современные методики хирургического лечения глаукомы (установка шунта Ex-PRESS и имплантация клапана Ahmed) в подобном контексте не изучались.

Цель работы: оценить влияние изменённых биометрических параметров после гипотензивных операций (СТЭ, установки шунта Ex-PRESS и имплантации клапана Ahmed) на целевую рефракцию имплантации ИОЛ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данная работа проводилась на базе офтальмологического центра Санкт-Петербургского городского бюджетного учреждения здравоохранения «Городская многопрофильная больница № 2».

В исследование вошло 115 пациентов (115 глаз, 55 мужчин и 60 женщин), которые были разделены на 3 группы:

- 1-я группа — пациенты, которым была выполнена синустрабекулэктомия ($n = 86$, средний возраст $67,6 \pm 8,89$ года);
- 2-я группа — пациенты после установки шунта Ex-PRESS ($n = 19$, средний возраст $72,2 \pm 8,9$ года);
- 3-я группа — пациенты, которым выполнена имплантация клапана Ahmed ($n = 10$, средний возраст $73,2 \pm 8,94$ года).

Всем обследуемым накануне гипотензивной операции были выполнены биометрия на приборе IOL–Master 500 и расчёт оптической силы ИОЛ по формуле Barrett Universal II (целевая рефракция — эмметропия). Исходные данные сравнивали с результатами аналогичных исследований, полученными спустя 6 мес. после вмешательства (оптическая сила ИОЛ соответствовала дооперационному значению), для оценки его влияния на основные биометрические параметры глаза и расчётную рефракцию имплантации ИОЛ.

В табл. 1 представлена выборка пациентов, исследуемых групп, относительно стадии глаукомного процесса и интенсивности гипотензивного режима.

Критерии исключения: низкая острота зрения, препятствующая фиксации взора, терминальная стадия глаукомы, изменения переднего отрезка (предшествующие рефракционные операции, помутнения роговицы), тяжёлые интра- и послеоперационные осложнения (геморрагическая отслойка сосудистой оболочки, увеит).

Статистическая обработка

Статистическую обработку проводили в программе Jamovi [The jamovi project (2020). jamovi (Version 1.2)]. Использовали следующие статистические методики: критерий Шапиро–Уилкса (для проверки гипотезы о нормальном распределении выборки), парный t -тест (t -критерий Стьюдента), непараметрический дисперсионный анализ (one-way ANOVA Kruskal–Wallis), коэф-

фициент ранговой корреляции Спирмена. Различия при $p < 0,05$ расценивались как статистически значимые.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 2 представлены средние значения биометрических параметров, внутриглазного давления (ВГД), максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ) и целевой рефракции пациентов исследуемых групп до гипотензивной операции и спустя полгода после неё.

Оценка полученных результатов показала наличие значимого укорочения аксиальной длины спустя полгода в группах СТЭ (с $23,21 \pm 0,91$ до $23,15 \pm 0,90$ мм, $p < 0,001$) и Ex-PRESS (с $23,34 \pm 0,92$ до $23,25 \pm 0,88$ мм, $p = 0,003$). Данный факт обусловлен наличием значимой прямой корреляции между уменьшением ПЗО и снижением офтальмотонуса ($r = 0,495$, $p = 0,004$ и $r = 0,515$, $p = 0,005$ для групп соответственно). Тем не менее у пациентов с имплантацией клапана Ahmed не было найдено достоверного укорочения аксиальной длины глаза ($23,70 \pm 1,40$ против $23,68 \pm 1,43$ мм, $p = 0,288$) на фоне уменьшения ВГД, что может быть связано с отличной техникой операции (фиксация пластинки клапана

Таблица 1 / Table 1

Распределение пациентов исследуемых групп относительно стадии глаукомного процесса и интенсивности гипотензивного режима
Distribution of patients in the study groups in relation to the stage of glaucoma process and the intensity of hypotensive regimen

Параметр	Группа		
	СТЭ	Ex-PRESS	Ahmed
Стадия глаукомы, n (%)			
Начальная	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Развитая	49 (57)	17 (89)	2 (20)
Далекозашедшая	36 (42)	2 (11)	8 (80)
Гипотензивный режим, количество препаратов, n (%)			
0	3 (3)	1 (5)	0 (0)
1	17 (20)	1 (5)	1 (10)
2	22 (26)	9 (47)	8 (80)
3	33 (38)	5 (26)	1 (10)
4	11 (13)	3 (17)	0 (0)

Примечание. СТЭ — синустрабекулэктомия.

к склере в экваториальной зоне может вызывать её локальную компрессию и приводить к искусственному удлинению ПЗО по аналогии со склеральном пломбированием) от СТЭ и установки шунта Ex-PRESS.

Таблица 2 / Table 2

Средние значения биометрических параметров, внутриглазного давления, максимально скорректированной остроты зрения и целевой рефракции до и после операции в исследуемых группах

Mean biometrical values, intraocular pressure, best-corrected visual acuity and target refraction before and after surgery in study groups

Группа	Параметр	До операции	Через 6 месяцев	p
СТЭ	Кератометрия, дптр	$44,42 \pm 1,31$	$44,58 \pm 1,26$	0,009
	ПЗО, мм	$23,21 \pm 0,91$	$23,15 \pm 0,90$	<0,001
	ГПК, мм	$2,97 \pm 0,51$	$2,95 \pm 0,50$	0,198
	ВГД, мм рт.ст.	$25,40 \pm 5,34$	$17,70 \pm 3,42$	<0,001
	МКОЗ	$0,44 \pm 0,29$	$0,49 \pm 0,30$	0,005
	Расчётная рефракция, дптр	$0,00 \pm 0,025$	$0,03 \pm 0,52$	0,628
Ex-PRESS	Кератометрия, дптр	$44,79 \pm 1,27$	$44,81 \pm 1,32$	0,903
	ПЗО, мм	$23,34 \pm 0,92$	$23,25 \pm 0,88$	0,003
	ГПК, мм	$2,84 \pm 0,33$	$2,83 \pm 0,27$	0,732
	ВГД, мм рт.ст.	$27,20 \pm 2,41$	$15,90 \pm 3,20$	<0,001
	МКОЗ	$0,57 \pm 0,21$	$0,55 \pm 0,23$	0,184
	Расчётная рефракция, дптр	$0,00 \pm 0,1$	$0,19 \pm 0,61$	0,173
Ahmed	Кератометрия, дптр	$44,59 \pm 0,98$	$44,46 \pm 1,15$	0,456
	ПЗО, мм	$23,70 \pm 1,40$	$23,68 \pm 1,43$	0,288
	ГПК, мм	$3,14 \pm 0,37$	$3,12 \pm 0,36$	0,513
	ВГД, мм рт.ст.	$26,40 \pm 3,92$	$16,10 \pm 4,23$	<0,001
	МКОЗ	$0,40 \pm 0,19$	$0,38 \pm 0,18$	0,196
	Расчётная рефракция, дптр	$-0,04 \pm 0,08$	$0,11 \pm 0,42$	0,269

Примечание. СТЭ — синустрабекулэктомия, ПЗО — переднезадняя ось, ГПК — глубины передней камеры глаза, ВГД — внутриглазное давление, МКОЗ — максимально скорректированная острота зрения.

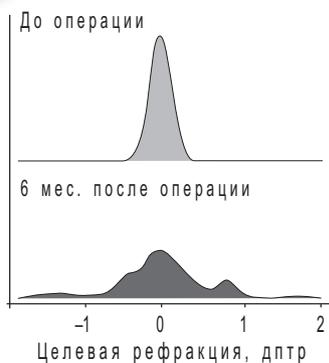


Рис. 1. Распределение значений целевой рефракции до и после синустрабекулэктомии

Fig. 1. Distribution of target refraction before and after sinustrabeculectomy

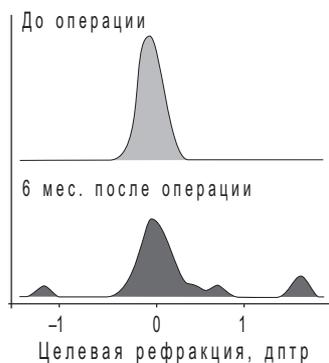


Рис. 2. Распределение значений целевой рефракции до и после установки шунта Ex-PRESS

Fig. 2. Distribution of target refraction before and after Ex-PRESS shunt implantation

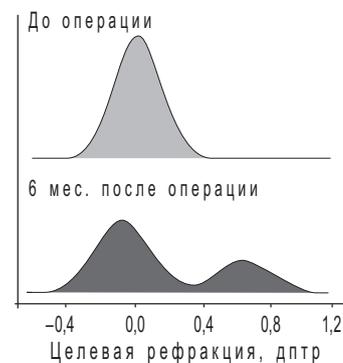


Рис. 3. Распределение значений целевой рефракции до и после имплантации клапана Ahmed

Fig. 3. Distribution of target refraction before and after Ahmed valve implantation

У пациентов с СТЭ также наблюдалось статистически достоверное увеличение преломляющей силы роговицы через 6 мес. после вмешательства (с $44,42 \pm 1,31$ до $44,58 \pm 1,26$ дптр, $p = 0,009$). Однако, несмотря на наличие значимых биометрических изменений, статистический анализ не обнаружил достоверных различий целевой рефракции до и спустя полгода после гипотензивных операций. В то же время, наблюдалась явная тенденция к увеличению стандартного отклонения данного параметра, что отразилось в снижении сопоставимости до- и послеоперационных результатов расчёта ИОЛ (рис. 1–3).

Изложенное выше сравнение целевой рефракции до и после операции опирается на изменение значений исследовавшихся биометрических пара-

метров без учёта их направленности (в сторону уменьшения или увеличения). На наш взгляд, в практическом отношении полезна оценка точности расчёта ИОЛ в рамках предложенных нами возможных вариантов сочетания паттернов флуктуации оптико-анатомических параметров глаза у пациентов с выполненной СТЭ (табл. 3).

Обнаружен значимый миопический сдвиг целевой рефракции через полгода в сравнении с её исходным уровнем, соответствовавший паттернам ААА — увеличение всех биометрических параметров ($0,00 \pm 0,1$ против $-0,55 \pm 0,43$ дптр, $p < 0,001$) и ААВ — увеличение аксиальной длины и преломляющей силы роговицы на фоне уменьшения ГПК ($-0,02 \pm 0,06$ против $-0,49 \pm 0,37$ дптр, $p = 0,03$). Статистический анализ выявил достоверный сдвиг целевой рефракции в гиперметропию через 6 мес. при паттернах ВВА — уменьшение ПЗО и преломляющей силы роговицы на фоне увеличения ГПК ($-0,02 \pm 0,1$ против $0,8 \pm 0,5$ дптр, $p = 0,002$) и ВВВ — уменьшение всех биометрических параметров ($0,05 \pm 0,1$ против $0,52 \pm 0,26$ дптр, $p < 0,001$). Остальные представленные паттерны не приводили к значимым различиям целевой рефракции спустя полгода после СТЭ.

Учитывая меньший размер групп и невозможность проведения статистического анализа среди пациентов с установкой шунта Ex-PRESS и имплантации клапана Ahmed, данные паттернов изменений биометрических параметров глаза и целевой рефракции представлены в виде описания серии случаев (табл. 4, 5).

Выявлено, что наиболее часто встречаемый (№ 10) паттерн ВАВ практически не сопровождался явными изменениями расчётной рефракции (изменения в пределах $\pm 0,25$ дптр). Замечено явное отклонение в исследуемом параметре (рефракция цели до

Таблица 3 / Table 3

Сравнение целевой рефракции относительно паттернов изменений биометрических параметров до и спустя полгода после синустрабекулэктомии

Comparison of target refraction related with patterns of biometrical changes before and after sinustrabeculectomy

Паттерн изменений*	Целевая рефракция до операции, дптр	Целевая рефракция через 6 месяцев, дптр	p
ААА	$0,00 \pm 0,10$	$-0,55 \pm 0,43$	$<0,001$
ААВ	$-0,02 \pm 0,06$	$-0,49 \pm 0,37$	0,03
АВА	$-0,09 \pm 0,10$	$0,1 \pm 0,09$	0,04
АВВ	$-0,09 \pm 0,10$	$0,1 \pm 0,14$	0,32
ВАА	$-0,01 \pm 0,10$	$0,01 \pm 0,32$	0,36
ВАВ	$0,01 \pm 0,10$	$-0,06 \pm 0,4$	0,16
ВВА	$-0,02 \pm 0,10$	$0,8 \pm 0,50$	0,002
ВВВ	$0,05 \pm 0,10$	$0,52 \pm 0,26$	$<0,001$

* Первая буква — изменение переднезадней оси, вторая — кератометрии, третья — глубины передней камеры глаза; А — увеличение, В — уменьшение.

операции 0,05 дптр, а спустя полгода $-1,16$ дптр) у пациента № 7, обусловленное усилением преломляющей силы роговицы на 1,65 дптр. Второй по частоте встречаемости (№ 4) паттерн ВВВ — уменьшение всех биометрических параметров — во всех случаях приводил к выраженному (свыше 0,25 дптр) гиперметропическому сдвигу рефракции цели. Реже встречающиеся модели ААА (№ 3) и ВАА (№ 2) явным образом не влияли на расчётную рефракцию спустя полгода после вмешательства.

Анализ полученных данных выявил явную гиперметропизацию (более 0,25 дптр) расчётной рефракции спустя полгода после имплантации клапана Ahmed у пациентов под номерами: 3 (паттерн АВВ — увеличение аксиальной длины, уменьшение преломляющей силы роговицы и уменьшение ГПК), 9 (модель ВВА — укорочение ПЗО, ослабление рефракции роговой оболочки и увеличение ГПК) и 10 (паттерн ВВВ — уменьшение всех биометрических параметров). Наиболее часто встречаемым (№ 5) паттерном биометрических изменений, как и в случае с установкой шунта Ex-PRESS, был ВАВ, который, однако, не приводил к ощутимым сдвигам целевой рефракции (колебания в пределах $\pm 0,25$ дптр). Остальные модели (ААА, АВА) также не продемонстрировали явной разницы в исследуемом параметре.

ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении целевой рефракции, полученной на основании исходных и изменившихся в результате СТЭ, установки шунта Ex-PRESS или имплантации клапана Ahmed послеоперационных биометрических параметров у пациентов значимой разницы обнаружено не было. Сходные данные получили М. Rакгван и соавт. [1], не выявившие достоверных различий в целевой рефракции, рассчитанной с помощью трёх формул (Holladay, Hoffer Q, SRK/T), несмотря на выраженное укорочение аксиальной длины глаза у пациентов после выполнения СТЭ.

По аналогии с другими работами было обнаружено значимое уменьшение ПЗО и увеличение преломляющей силы роговицы после СТЭ [11–13]. В нашем исследовании уменьшение ПЗО выявлялось спустя полгода и в группе Ex-PRESS. Есть данные, что сокращение осевой длины после установки шунта может отмечаться и через 18 мес. после вмешательства [14]. В ходе нашей работы статистически достоверных изменений после имплантации клапана Ahmed найдено не было, однако А. Miraftebi и соавт. [5] показали, что данный тип операции способен приводить к значимому укорочению ПЗО.

Таблица 4 / Table 4

Серии случаев колебания целевой рефракции относительно паттернов биометрических изменений у пациентов до и после установки шунта Ex-PRESS

Case series of target refraction fluctuation related with patterns of biometrical changes before and after Ex-PRESS shunt implantation

Пациент	Паттерн изменений*	Целевая рефракция до операции, дптр	Целевая рефракция через 6 мес., дптр
1	ААА	0,16	0,14
2	ААА	0,06	0
3	ААА	-0,05	-0,24
4	ВАА	-0,11	0,1
5	ВАА	-0,15	0,07
6	ВАВ	-0,07	0,04
7	ВАВ	0,05	-1,16
8	ВАВ	0,05	-0,06
9	ВАВ	-0,14	-0,14
10	ВАВ	-0,07	-0,05
11	ВАВ	-0,01	0,15
12	ВАВ	-0,09	-0,06
13	ВАВ	0,17	0,24
14	ВАВ	-0,05	-0,01
15	ВАВ	0,09	0,25
16	ВВВ	0,03	1,56
17	ВВВ	-0,12	0,7
18	ВВВ	0,12	1,6
19	ВВВ	0,04	0,45

* Первая буква — изменение переднезадней оси, вторая — кератометрии, третья — глубины передней камеры глаза; А — увеличение, В — уменьшение.

Таблица 5 / Table 5

Серии случаев колебания целевой рефракции относительно паттернов биометрических изменений у пациентов до и после имплантации клапана Ahmed

Case series of target refraction fluctuation related with patterns of biometrical changes before and after Ahmed glaucoma valve implantation

Пациент	Паттерн изменений*	Целевая рефракция до операции, дптр	Целевая рефракция через 6 мес., дптр
1	ААА	-0,14	-0,13
2	АВА	-0,08	-0,08
3	АВВ	0	0,61
4	ВАВ	0,01	-0,24
5	ВАВ	-0,11	-0,16
6	ВАВ	-0,07	-0,15
7	ВАВ	-0,11	-0,34
8	ВАВ	0,11	0,09
9	ВВА	0,01	0,62
10	ВВВ	-0,06	0,83

* Первая буква — изменение переднезадней оси, вторая — кератометрии, третья — глубины передней камеры глаза; А — увеличение, В — уменьшение.

Напрашивается вывод, что гипотензивные операции могут приводить к разнонаправленным изменениям биометрических параметров, необходимых для калькуляции искусственного хрусталика. Это снижает сопоставимость до- и послеоперационного расчёта ИОЛ, свидетельствуя о повышенном риске возникновения рефракционных ошибок после выполнения ФЭ. Данные флуктуации способны вызывать как гиперметропизацию (в связи с укорочением ПЗО, уменьшением преломляющей силы роговицы и углублением передней камеры), так и миопизацию (обусловленную увеличением кератометрии, удлинением аксиальной длины глаза, а также уменьшением ГПК) целевой рефракции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокие рефракционные требования к хирургии катаракты должны соблюдаться и в таких непростых ситуациях, как наличие в анамнезе гипотензивной операции, могущей существенно изменить биометрические параметры глаза и привести к ошибкам расчёта искусственного хрусталика.

В связи с этим при выборе искусственного хрусталика следует полагаться на измерения, выполненные после гипотензивных операций.

Конфликт интересов. Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pakravan M, Alvani A, Yazdani S, et al. Intraocular lens power changes after mitomycin trabeculectomy. *Eur J Ophthalmol.* 2015;25(6):478-482. DOI: <https://doi.org/10.5301/ejo.5000604>
2. Law SK, Mansury AM, Vasudev D, et al. Effects of combined cataract surgery and trabeculectomy with mitomycin C on ocular dimensions. *Br J Ophthalmol.* 2005;89(8):1021-1025. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjo.2004.060053>
3. Нероев В.В., Алиев А.А., Нурудинов М.М. Сравнительный анализ динамики оптических аберраций и анатомо-оптических параметров роговицы в хирургии глаукомы // Российский офтальмологический журнал. – 2018. – Т. 11. – № 4. – С. 24–28. [Neroev VV, Aliev AA, Nurudinov MM. Comparative analysis of optical aberrations, anatomical and optical parameters of the cornea in glaucoma surgery. *Russian Ophthalmological Journal.* 2018;11(4):24-28. (In Russ.).] DOI: <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-4-24-28>
4. Francis BA, Wang M, Lei H, et al. Changes in axial length following trabeculectomy and glaucoma drainage device surgery. *Br J Ophthalmol.* 2005;89(1):17-20. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjo.2004.043950>
5. Mirafzabi A, Lotfi M, Nilforushan N, et al. Ocular biometric changes after Ahmed glaucoma valve implantation. *Eur J Ophthalmol.* 2019;31(11):1120672119889528. DOI: <https://doi.org/10.1177/1120672119889528>
6. Saeedi O, Pillar A, Jefferys J, et al. Change in choroidal thickness and axial length with change in intraocular pressure after trabeculectomy. *Br J Ophthalmol.* 2014;98(7):976-979. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-304433>
7. Husain R, Li W, Gazzard G, et al. Longitudinal changes in anterior chamber depth and axial length in Asian subjects after trabeculectomy surgery. *Br J Ophthalmol.* 2013;97(7):852-856. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2012-302442>
8. Kao SF, Lichter PR, Musch DC. Anterior chamber depth following filtration surgery. *Ophthalmic Surg.* 1989;20(5):332-336.
9. Lundström M, Dickman M, Henry Y, et al. Risk factors for refractive error after cataract surgery: analysis of 282 811 cataract extractions reported to the European registry of quality outcomes for cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(4):447-452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2018.01.03>
10. Brogan K, Diaper CJM, Rotchford AP. Cataract surgery refractive outcomes: representative standards in a National Health Service setting. *Br J Ophthalmol.* 2019;103(4):539-543. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-31220>
11. Dietze PJ, Oram O, Kohnen T, et al. Visual function following trabeculectomy: effect on corneal topography and contrast sensitivity. *J Glaucoma.* 1997;6:99-103. DOI: <https://doi.org/10.1097/00061198-199704000-00005>
12. Kook MS, Kim HB, Lee SU. Short-term effect of mitomycin-C augmented trabeculectomy on axial length and corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:518-523. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(00\)00646-5](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(00)00646-5)
13. Белов Д.Ф., Николаенко В.П. Изменение биометрических параметров глаза после гипотензивных операций // Национальный журнал глаукома. – 2020. – Т. 19. – № 3. – С. 35–41. [Belov DF, Nikolaenko VP. Changes in biometric parameters of the eye following glaucoma surgery. *National Journal glaucoma.* 2020;19(3):35-41. (In Russ.)] DOI: <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.03.04>
14. Costa JC, Alió J. Significant hyperopic shift in a patient with extreme myopia following severe hypotonia caused by glaucoma filtering surgery. *Eur J Ophthalmol.* 2019;29(1): NP6-NP9. DOI: <https://doi.org/10.1177/1120672118794564>

Сведения об авторах

Information about the authors

Дмитрий Фёдорович Белов — врач-офтальмолог отделения микрохирургии (глаза) № 4. Городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург. E-mail: belovd1990@gmail.com

Вадим Петрович Николаенко — д-р мед. наук, заместитель главного врача по офтальмологии, СПбГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», Санкт-Петербург; профессор кафедры оториноларингологии и офтальмологии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург. E-mail: dr.Nikolaenko@mail.ru

Dmitrii F. Belov — ophthalmologist, City Multifield Hospital No. 2, Saint Petersburg, Russia. E-mail: belovd1990@gmail.com

Vadim P. Nikolaenko — MD, PhD, Doc. Sci. (Med.), Head of Ophthalmology Department, City Multifield Hospital No. 2, Saint Petersburg; professor Otorhinolaryngology and ophthalmology department of the Medical Faculty of St. Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia. E-mail: dr.Nikolaenko@mail.ru