

Изменение биометрических параметров глаза после гипотензивных операций

Белов Д.Ф., врач-офтальмолог¹;

Николаенко В.П., д.м.н., заместитель главного врача по офтальмологии^{1,2}.

¹СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», 194354, Российская Федерация, Санкт-Петербург, пер. Учебный, д. 5;

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Белов Д.Ф., Николаенко В.П. Изменение биометрических параметров глаза после гипотензивных операций. *Национальный журнал глаукома*. 2020; 19(3):35-41.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценка изменений биометрических параметров глаза после трех видов гипотензивных операций — синустрабекулэктомии (СТЭ), установки шунта Ex-PRESS, имплантации клапана Ahmed.

МЕТОДЫ. В исследуемую когорту вошли 196 пациентов, которые были разделены на три группы: 1-я — пациенты, которым выполнена СТЭ (116 человек); 2-я — пациенты после установки шунта Ex-PRESS (28 человек); 3-я — пациенты с имплантацией клапана Ahmed (52 человека). Всем обследуемым до операции, а также через 30 дней и 6 месяцев после вмешательства выполнялись стандартное офтальмологическое обследование, авторефрактокератометрия (Торсон-8800), а также измерение длины переднезадней оси (ПЗО) и глубины передней камеры (ГПК) (IOL-Master 500), тонометрия (iCare) с последующим сравнением до- и послеоперационных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Выявлено уменьшение средних показателей кератометрии (с $44,08 \pm 1,06$ до $43,94 \pm 1,21$ дптр, $p=0,023$) спустя 6 месяцев после имплантации клапана Ahmed. У пациентов после СТЭ, наоборот, наблюдалось некоторое увеличение (с $44,39 \pm 1,13$ до $44,55 \pm 1,09$ дптр, $p<0,001$) преломляющей силы роговицы через месяц. В группе Ex-PRESS колебания средних значений кератометрии были незначимыми. Преломляющая сила «крутого» меридиана роговицы через месяц после СТЭ стала больше на $0,37 \pm 0,51$ дптр ($p<0,001$), а спустя 6 месяцев на $0,28 \pm 0,59$ дптр ($p=0,002$). В группе Ex-PRESS наблюдалось

достоверное уменьшение силы «плоского» меридиана (на $0,29 \pm 0,36$ дптр через месяц, $p=0,002$; на $0,28 \pm 0,37$ дптр спустя полгода, $p=0,003$). В группе Ahmed произошло уменьшение преломляющей силы «плоского» меридиана роговицы через 6 месяцев на $0,14 \pm 0,38$ дптр, $p=0,036$. Ось сильного меридиана роговой оболочки в группах СТЭ и Ex-PRESS практически не меняется. У пациентов с Ahmed предоперационная условно вертикальная ($88,6 \pm 50,5^\circ$) ось прямого астигматизма через 6 месяцев после вмешательства смещается в косые меридианы ($71,4 \pm 48,9^\circ$, $p=0,057$). В группах СТЭ и Ex-PRESS укорочение ПЗО спустя полгода составило $0,09 \pm 0,19$ ($p<0,001$) и $0,08 \pm 0,1$ мм ($p<0,001$) для групп соответственно. У пациентов после имплантации клапана Ahmed укорочение аксиальной длины глаза было незначимым ($0,08 \pm 0,4$ мм через 6 месяцев). Полгода спустя у всех пациентов наблюдался практически полный регресс измельчения передней камеры и возвращение ГПК к исходному предоперационному уровню.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Индуцированные гипотензивной операцией изменения ключевых параметров расчета ИОЛ (кератометрия, ПЗО, ГПК) могут приводить к ошибкам в выборе оптической силы искусственного хрусталика. Поэтому расчет ИОЛ желательно производить не ранее чем через 6 месяцев после гипотензивной операции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, биометрия, расчет ИОЛ, факоэмульсификация, шунт Ex-PRESS, клапан Ahmed.

Для контактов:

Белов Дмитрий Федорович, e-mail: belovd1990@gmail.com

ENGLISH

Changes in biometric parameters of the eye following glaucoma surgery

BELOV D.F., ophthalmologist¹;

NIKOLAENKO V.P., Med.Sc.D., Deputy Chief Physician of Ophthalmology^{1,2}.

¹Saint-Petersburg Multifield Hospital N 2, 5 Uchebnyi pereulok, Saint-Petersburg, Russian Federation, 194354;

²Saint Petersburg State University, 7/9 University Embankment, Saint-Petersburg, Russian Federation, 199034.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Belov D.F., Nikolaenko V.P. Changes in biometric parameters of the eye following glaucoma surgery. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2020; 19(3):35-41.

Abstract

PURPOSE: To assess the impact of trabeculectomy, Ex-PRESS shunt and Ahmed valve implantation on biometrical values of the eye.

METHODS: The study included 196 patients divided in 3 groups: trabeculectomy (TE) group (n=116), Ex-PRESS shunt (EXP) group (n=28) and Ahmed glaucoma valve (AGV) group (n=52). Each patient underwent optical biometry (keratometry, axial length, anterior chamber depth), autorefractometry (Topcon-8800) intraocular pressure (iCare) and standard ophthalmological examination prior to the surgery, 1 month and 6 months after. Preoperative and postsurgical data were compared to assess biometric values changes.

RESULTS: There was a mild decrease of mean keratometry 6 months after AGV implantation (from 44.08 ± 1.06 to 43.94 ± 1.21 D, $p=0.023$). On the contrary, TE increased corneal refractive power (from 44.39 ± 1.13 to 44.55 ± 1.09 D, $p<0.001$) 1 month after the surgery. There were no significant changes in EXP group. Steep meridian curvature increases by 0.28 ± 0.59 D ($p=0.002$) 6 months after TE. EXP implantation induced flattening of weak corneal meridian (by 0.28 ± 0.37 D 6 months

after the surgery, $p=0.003$) as well as AGV group (decrease on 0.14 ± 0.38 D, $p=0.036$). There were no significant changes in steep meridian axis in TE and EXP groups. However, AGV implantation leads to steep meridian axis bias from 88.6 ± 50.5 to $71.4 \pm 48.9^\circ$ ($p=0.057$). TE and EXP induced mild axial length (AL) reduction (by 0.09 ± 0.19 mm, $p<0.001$ and by 0.08 ± 0.1 mm, $p<0.001$ for groups respectively) 6 months after the surgery. AL shortening in AGV group was insignificant (by 0.08 ± 0.4 mm 6 months after procedure). There was no significant difference in anterior chamber depth (ACD) before and after the surgery for all study groups.

CONCLUSION: Impact of glaucoma surgery on main biometrical values used to IOL power calculation (keratometry, AL, ACD) could lead to refractive errors after phacoemulsification. Thus, biometry for patients who require cataract extraction should be performed not earlier than 6 months after glaucoma surgery.

KEYWORDS: glaucoma, biometry, IOL power calculation, phacoemulsification, Ex-PRESS shunt, Ahmed glaucoma valve.

Гипотензивные операции нередко сопровождаются многомесячным снижением остроты зрения, ощущаемым пациентами с достаточно высоким (не менее 0,3) исходным уровнем этого показателя [1]. Оно обусловлено изменениями биометрических параметров глаза, выражающимися в появлении транзитного или усилении имеющегося роговичного астигматизма, укорочении длины переднезадней оси (ПЗО) глаза, уменьшении глубины передней камеры (ГПК).

Кроме того, любая гипотензивная операция, даже при ее неосложненном течении, приводит к возникновению или прогрессированию катаракты в 21-78% случаев [2-9]. Послеоперационная гипотония, так же как и вялотекущее внутриглазное воспаление, ускоряют катарактогенез [2].

Таким образом, многие пациенты, оперированные по поводу глаукомы, впоследствии нуждаются в экстракции катаракты. Одной из многочисленных проблем, сопровождающих хирургию катаракты у пациентов с глаукомой, являются уже упомянутые биометрические изменения, снижающие точность расчета интраокулярных линз (ИОЛ). Основными параметрами, используемыми в современных формулах определения оптической силы ИОЛ, являются длина ПЗО, ГПК, данные кератометрии. Таким образом, изучение флюктуации этих показателей после гипотензивных операций представляет несомненный практический интерес, так как поможет избежать ошибок расчета ИОЛ, неизбежно снижающих качество зрения и, соответственно, жизни пациентов.

Цель настоящей работы — оценка длительности и выраженности изменений биометрических параметров глаза после трех видов гипотензивных операций — синустрабекулэктомии (СТЭ), установки шунта Ex-PRESS, имплантации клапана Ahmed.

Материалы и методы

В исследуемую когорту вошли 196 пациентов, которые были разделены на три группы:

– 1-я группа — пациенты, которым выполнена синустрабекулэктомия (116 человек, 53 мужчины и 63 женщины, средний возраст $69,8 \pm 7,89$ года);

– 2-я группа — пациенты после установки шунта Ex-PRESS (28 человек, 12 мужчин и 16 женщин, средний возраст $73,1 \pm 9,8$ года);

– 3-я группа — пациенты, перенесшие имплантацию клапана Ahmed (52 человека, 20 мужчин и 31 женщина, средний возраст $73,3 \pm 9,49$ года).

Всем пациентам до операции, а также через 30 дней (завершение раннего послеоперационного периода) и 6 месяцев (минимальный интервал, позволяющий оценить отдаленные гипотензивные результаты) после вмешательства выполнялись стандартное офтальмологическое обследование, авторефрактокератометрия (Topcon-8800), а также измерение длины ПЗО, ГПК (IOL-Master 500), тонометрия (iCare) с последующим сравнением до- и послеоперационных результатов.

В связи с тем что из-за обусловленных операцией изменений переднего отрезка глаза (отек роговицы, гифема, слизистое отделяемое в конъюнктивальной полости и др.) получить достоверные результаты биометрии на следующий после вмешательства день зачастую не удавалось, первые сутки после операции в качестве контрольной точки исследования не рассматривались.

При оценке ГПК в группе пациентов с клапаном Ahmed учитывались только факические глаза ($n=10$).

Результаты и обсуждение

Изменения кератометрических параметров роговицы в исследуемых группах

Изменения средних параметров кератометрии и роговичного астигматизма представлены в *табл. 1*.

Статистический анализ выявил достоверное уменьшение значений общей кератометрии (на $0,14 \pm 0,41$ дптр, $p=0,023$) спустя 6 месяцев после имплантации клапана Ahmed. У пациентов после СТЭ, наоборот, наблюдалось некоторое увеличение (на $0,16 \pm 0,83$ дптр, $p<0,001$) преломляющей силы роговицы через 1 месяц, однако спустя полгода данные изменения регрессировали. В группе Ex-PRESS колебания общей кератометрии были незначимыми.

Преломляющая сила «крутого» меридиана роговицы через 1 месяц после СТЭ стала больше на $0,37 \pm 0,51$ дптр ($p<0,001$), а спустя 6 месяцев разница

с предоперационным уровнем составила $0,28 \pm 0,59$ дптр ($p=0,002$). Слабый меридиан значимо не изменился. В группе Ex-PRESS наблюдалась похожая, однако статистически незначимая динамика: увеличение сильного меридиана на $0,21 \pm 0,43$ дптр спустя 6 месяцев ($p=0,147$). В то же время у этих пациентов наблюдалось достоверное уменьшение силы «плоского» меридиана (на $0,29 \pm 0,36$ дптр через 1 месяц, $p=0,002$; на $0,28 \pm 0,37$ дптр спустя полгода, $p=0,003$). В группе Ahmed произошло уменьшение преломляющей силы «плоского» меридиана роговицы через 6 месяцев на $0,14 \pm 0,38$ дптр ($p=0,036$).

Ось сильного меридиана в группах СТЭ и Ex-PRESS практически не меняется: и через 1 месяц, и спустя полгода ее локализация тяготеет к вертикальному меридиану, что характерно для прямого астигматизма. У пациентов с Ahmed наблюдается иная динамика: предоперационная условно вертикальная ($88,6 \pm 50,5^\circ$) ось прямого астигматизма через 6 месяцев после вмешательства смещается в косые меридианы ($71,4 \pm 48,9^\circ$, $p=0,057$).

В группах СТЭ и Ex-PRESS наблюдалось достоверное стабильное (вплоть до полугодия) увеличение уровня роговичного астигматизма в среднем на $0,3$ дптр (с $0,81 \pm 0,62$ до $1,11 \pm 0,68$ дптр ($p<0,001$) для СТЭ и с $0,89 \pm 0,70$ до $1,19 \pm 0,48$ дптр ($p<0,001$) для Ex-PRESS). В группе пациентов с клапаном Ahmed схожих изменений не наблюдалось (изменения в пределах $0,02$ дптр: с $0,98 \pm 0,69$ до $1,0 \pm 0,71$ дптр, $p=0,489$).

Изменения ПЗО и ГПК в исследуемых группах

Изменения средних значений длины ПЗО, ГПК и величины ВГД в исследуемых группах представлены в *табл. 2*.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что гипотензивный эффект трех типов операций вызывает укорочение ПЗО. Наибольшую выраженность данные изменения имеют через 1 месяц после вмешательства (уменьшение аксиальной длины в среднем на $0,10 \pm 0,13$ мм). Спустя полгода наблюдается некоторый регресс этих явлений, но в группах СТЭ и Ex-PRESS укорочение ПЗО остается значимым (на $0,09 \pm 0,19$ мм ($p<0,001$) и $0,08 \pm 0,1$ мм ($p<0,001$) для групп соответственно). У пациентов после имплантации клапана Ahmed также происходит некоторое укорочение аксиальной длины глаза (на $0,06 \pm 0,43$ и $0,08 \pm 0,4$ мм через 1 месяц и полгода соответственно), однако статистически незначимое.

При исследовании ГПК выявлена тенденция к ее умеренному измельчению через 1 месяц после любого типа гипотензивной операции. Однако только в группе Ahmed данные изменения были значимыми (уменьшение на $0,19 \pm 0,18$ мм, $p=0,039$). Через полгода у всех пациентов наблюдался практически полный регресс и возвращение ГПК к исходному уровню. Тем не менее после имплантации

Таблица 1. Изменения средних параметров кератометрии и роговичного астигматизма в исследуемых группах

Table 1. Mean keratometric values and corneal astigmatism changes in study groups

Параметр Parameter	До операции Before surgery	Через 1 месяц 1 month	p	Через 6 месяцев 6 months	p
СТЭ/TE					
K1, дптр/D	43,98±1,11	43,93±1,11	0,273	43,97±1,07	0,83
K2, дптр/D	44,79±1,79	45,17±1,16	<0,001	45,08±1,12	0,002
Ось K2, град / K2 axis, deg	91,7±50,4	86,4±44,2	0,312	87,2±47,6	0,348
K, дптр/D	44,39±1,13	44,55±1,09	<0,001	44,52±1,06	0,089
РА, дптр/D	0,81±0,62	1,24±0,78	<0,001	1,11±0,68	<0,001
Ех-PRESS					
K1, дптр/D	44,28±1,01	43,99±1,06	0,003	44,0±1,09	0,002
K2, дптр/D	44,98±0,88	45,18±0,86	0,17	45,19±0,91	0,147
Ось K2, град / K2 axis, deg	95,3±48,1	92,5±46	0,368	92,5±45,3	0,378
K, дптр/D	44,63±0,88	44,58±0,95	0,576	44,59±1	0,421
РА, дптр/D	0,89±0,70	1,19±0,56	0,011	1,19±0,48	0,005
Ahmed					
K1, дптр/D	43,59±1,04	43,47±1,2	0,152	43,44±1,19	0,036
K2, дптр/D	44,57±1,11	44,51±1,26	0,491	44,45±1,26	0,102
Ось K2, град / K2 axis, deg	88,6±50,5	79±52,5	0,24	71,4±48,9	0,057
K, дптр/D	44,08±1,06	43,99±1,2	0,191	43,94±1,21	0,023
РА, дптр/D	0,98±0,69	1,04±0,69	0,489	1,0±0,71	0,77

Примечание/Note: K1 – слабый меридиан (flat meridian); K2 – сильный меридиан (steep meridian); K – средняя преломляющая сила роговицы/mean corneal refractive power; РА – роговичный астигматизм/corneal astigmatism; p <0,05 – имеются значимые различия/statistically significant changes.

Таблица 2. Динамика изменений средних значений ПЗО, ГПК и ВГД в исследуемых группах

Table 2. Mean AL, ACD, IOP changes in study groups

Параметр Parameter	До операции Before surgery	Через 1 месяц 1 month	p	Через 6 месяцев 6 months	p
СТЭ/TE					
ПЗО, мм / AL, mm	23,28±0,97	23,17±0,97	<0,001	23,19±0,97	<0,001
ГПК, мм / ACD, mm	2,95±0,52	2,9±0,59	0,256	2,94±0,57	0,447
ВГД, мм рт. ст. / IOP, mmHg	25,4±5,34	17,2±4,42	<0,001	17,7±3,42	<0,001
Ех-PRESS					
ПЗО, мм / AL, mm	23,41±0,96	23,31±0,96	<0,001	23,33±0,95	<0,001
ГПК, мм / ACD, mm	27,2±2,41	15,7±4,41	<0,001	15,9±3,2	<0,001
ВГД, мм рт. ст. / IOP, mmHg	2,84±0,32	2,83±0,24	0,439	2,82±0,26	0,832
Ahmed					
ПЗО, мм / AL, mm	23,65±1,27	23,59±1,34	0,303	23,57±1,34	0,155
ГПК, мм / ACD, mm	3,14±0,37	2,95±0,15	0,039	3,0±0,15	0,521
ВГД, мм рт. ст. / IOP, mmHg	26,4±3,92	14,7±5,22	<0,001	16,1±4,32	<0,001

клапана Ahmed наблюдалось более выраженное, хотя статистически недостоверное, измельчение ГПК на 0,14 мм ($p=0,521$) по сравнению с другими группами.

Обсуждение

Изменения кератометрических параметров

Анализ доступной литературы свидетельствует о том, что СТЭ зачастую вызывает или усиливает имеющийся прямой астигматизм, наиболее выраженный в раннем послеоперационном периоде и практически исчезающий спустя год после операции [1, 10-14]. В нашем исследовании наблюдается схожая динамика: преломляющая сила «крутого» вертикального меридиана роговицы на протяжении полугода была достоверно большей. В группе Ex-PRESS выявлено аналогичное, однако незначимое увеличение сильного меридиана спустя 6 месяцев. В то же время в данной группе обнаружено достоверное уменьшение силы «плоского» меридиана на протяжении по крайней мере шести месяцев послеоперационного периода. Так как локализация сильного меридиана определяется расположением поверхностного склерального лоскута [12], то СТЭ закономерно вызывает статистически достоверный сдвиг оси сильного меридиана с тенденцией к ее локализации на 90° [15]. Схожая техника операции при имплантации шунта Ex-PRESS, очевидно, вызывает подобные СТЭ изменения.

Дополнительным фактором риска возникновения флуктуаций кератометрических параметров является гипотония (истинное ВГД ниже 10 мм рт.ст.), в первую очередь обусловленная применением митомicina C [16, 17].

Но все же основным механизмом развития послеоперационного астигматизма, по-видимому, является плотное ушивание поверхностного склерального лоскута [18]. P. Dietze et al. (1997) считают, что наложенные на 12 часа швы вызывают локальную компрессию тканей и увеличивают преломляющую силу роговицы в вертикальном меридиане [10]. Однако в связи с тем что лазерный лизис швов не приводит к ожидаемому регрессу астигматизма [13, 15], возникло резонное предположение, что не меньшее, а, возможно, и большее значение имеет чрезмерная коагуляция склеры, приводящая к сокращению коллагена в зоне вмешательства (на 12 часах) и, соответственно, появлению прямого роговичного астигматизма [13]. Очевидно, что в реальной клинической практике увеличение преломляющей силы роговицы в вертикальном меридиане вызывается комбинацией чрезмерной коагуляции и слишком плотного ушивания склерального лоскута [19]. Не стоит забывать и о возможной роли верхнего века, оказывающего давление на разлитую фильтрационную подушку [19].

Техника имплантации клапана Ahmed принципиально отличается от СТЭ и Ex-PRESS и подразумевает фиксацию его тела в экваториальной зоне в косых меридианах (верхневисочный или верхне-носовой квадранты), что выражается в достоверном уменьшении преломляющей силы «плоского» меридиана роговицы через 6 месяцев и сдвиге оси «сильного» меридиана практически на 20° .

Динамика ПЗО и ГПК

Изменениям длины ПЗО после гипотензивных операций посвящен ряд исследований. Так, J. Nemeth et al. (1992) впервые отметили уменьшение длины ПЗО на четвертые сутки после СТЭ [20]. B. Francis et al. (2005) изучали влияние СТЭ (1-я группа), а также имплантации клапана Baerveldt (2-я группа) на длину ПЗО, которая измерялась при помощи бесконтактной биометрии. Авторы выявили статистически достоверное уменьшение ПЗО (на 0,16 и 0,15 мм соответственно) через 3 месяца, обусловленное снижением ВГД [21]. A. Miraftebi et al. (2019) обнаружили, что имплантация клапана Ahmed ведет к значимому уменьшению аксиальной длины глаза (с $23,69 \pm 1,95$ до $23,47 \pm 1,91$ мм спустя 3 месяца после операции) на фоне снижения ВГД (с $33,40 \pm 12,34$ до $13,53 \pm 4,33$ мм рт.ст.) [22].

В нашем исследовании выявлена однотипная для всех групп тенденция, выражавшаяся в укорочении ПЗО на фоне снижения офтальмотонуса после гипотензивных операций. Однако если у пациентов с СТЭ и Ex-PRESS изменения были значимыми и спустя полгода, то в группе Ahmed укорочение аксиальной длины глаза через 6 месяцев носило недостоверный характер. Возможным объяснением является инвагинация ретроэкваториальной склеры резервуаром клапана, удлиняющая (аналогично циркулярному жгуту) глазное яблоко и компенсирующая обусловленное снижением ВГД укорочение ПЗО.

Еще одним вероятным механизмом укорочения аксиальной длины глаза является увеличение толщины хориоидеи (ТХ) на фоне снижения ВГД и вялотекущего воспаления в раннем послеоперационном периоде [23-26]. O. Saeedi et al. (2014) оценивали изменение ПЗО и ТХ после выполненной СТЭ и у всех пациентов выявили утолщение хориоидеи на фоне нормализации офтальмотонуса. Каждому миллиметру ртутного столба снижения ВГД соответствовало утолщение хориоидеи примерно на 3,4 мкм ($p < 0,0001$) и укорочение ПЗО в среднем на 6,8 мкм ($p < 0,0001$) [27].

Значимое уменьшение ГПК наблюдалось только в группе Ahmed через 1 месяц после его имплантации. Спустя полгода этот показатель возвращался к дооперационному уровню, независимо от типа гипотензивного вмешательства. Схожие результаты получили M. Simsek et al. (2018), оценившие состояние переднего отрезка глаза после СТЭ с помощью шеймфлюг-камеры. Выявленное измельчение

ГПК через 1 месяц после операции практически полностью регрессировало через полгода после вмешательства ($2,67 \pm 0,56$ против $2,61 \pm 0,35$ мм, $p=0,411$) [28].

Заключение

Снижение остроты зрения после гипотензивных операций является закономерным следствием биометрических изменений, возникающих в послеоперационном периоде.

Основными ухудшающими остроту зрения факторами являются характерные для СТЭ и установки Ex-PRESS укорочение длины ПЗО и увеличение магнитуды роговичного астигматизма, а также

присущее имплантации клапана Ahmed заметное смещение оси роговичного астигматизма.

Индукцированные гипотензивной операцией изменения ключевых параметров расчета ИОЛ (кератометрия, ПЗО, ГПК) могут приводить к ошибкам в выборе оптической силы искусственного хрусталика. Поэтому расчет ИОЛ желательно производить не ранее чем через 6 месяцев после гипотензивной операции. Особое внимание следует уделять пациентам с гипотонией (истинное ВГД менее 9 мм рт.ст.). Увеличение на протяжении минимум шести месяцев роговичного астигматизма, превышающего 1 дптр в половине случаев, позволяет сделать вывод о его перманентном характере, что может служить показанием к имплантации торической ИОЛ.

Литература

1. Akhtar F. The effect of trabeculectomy on corneal curvature. *Pak J Ophthalmol.* 2008; 24(3):118–121.
2. Rajavi Z., Moezzi-Ghadim H., Kamrava K. The effect of trabeculectomy on cataract formation or progression. *J Ophthalmic Vis Res.* 2009; 4(2):84–89.
3. Keroub C., Hyams S.W., Rath E. Study of cataract formation following trabeculectomy. *Glaucoma.* 1984; 6:117–118, 121–126.
4. Pillai S., Mahmood M.A., Limaye S.R. Transient lenticular opacification following trabeculectomy. *Ophthalmic Surg.* 1988; 19:508–509.
5. Clarke M.P., Vernon S.A., Sheldrick J.H. The development of cataract following trabeculectomy. *Eye.* 1990; 4:577–583.
6. Sugar H.S. Postoperative cataract in successfully filtering glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol.* 1970; 69:740–746.
7. Al Samarrai A.R.A., Noor Sunba M.S. Incidence of post trabeculectomy cataract among Arabs in Kuwait. *Ophthalmic Res.* 1991; 23:21–23.
8. Lamping K.A., Bellows A.R., Hutchinson B.T., Afran S.I. Long-term evaluation of initial filtration surgery. *Ophthalmology.* 1986; 93(1):91–101. doi:10.1016/s0161-6420(86)33771-0
9. Musch D.C., Gillespie B.W., Lichter P.R., Niziol L.M. et al. Visual field progression in the collaborative initial glaucoma treatment study: the impact of treatment and other baseline factors. *Ophthalmology.* 2009; 116(2):200–207. doi:10.1016/j.ophtha.2008.08.051
10. Dietze P.J., Oram O., Kohlen T., Feldman R.M. et al. Visual function following trabeculectomy: effect on corneal topography and contrast sensitivity. *J Glaucoma.* 1997; 6:99–103.
11. Egrilmez S., Ates H., Nalcaci S., Andac K. et al. Surgically induced corneal refractive change following glaucoma surgery: nonpenetrating trabecular surgeries versus trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30:1232–1239. doi:10.1016/j.jcrs.2003.11.055
12. Kook M.S., Kim H.B., Lee S.U. Short-term effect of mitomycin-C augmented trabeculectomy on axial length and corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27:518–523. doi:10.1016/s0886-3350(00)00646-5
13. Rosen W.J., Mannis M.J., Brandt J.D. The effect of trabeculectomy on corneal topography. *Ophthalmic Surg.* 1992; 23:395–398.
14. Vernon S.A., Zambarakji H.J., Potgieter F., Evans J. et al. Topographic and keratometric astigmatism up to 1 year following small flap trabeculectomy (microtrabeculectomy). *Br J Ophthalmol.* 1999; 83:779–782. doi:10.1136/bjo.83.7.779
15. Delbeke H., Stalmans I., Vandewalle E., Zeyen T. The effect of trabeculectomy on astigmatism. *J Glaucoma.* 2016; 25: e308–e312. doi:10.1097/IJG.0000000000000236
16. Chan H.H., Kong Y.X. Glaucoma surgery and induced astigmatism: a systematic review. *Eye Vis (Lond).* 2017; 4:27. doi:10.1186/s40662-017-0090-x
17. Kim G.A., Lee S.H., Lee S.Y., Kwon H.J. et al. Surgically induced astigmatism following trabeculectomy. *Eye (Lond).* 2018; 32(7):1265–1270. Epub 2018 Mar 14. doi:10.1038/s41433-018-0072-9
18. Hugkulstone C.E. Changes in keratometry following trabeculectomy. *Br J Ophthalmol.* 1991; 75:217–218. doi:10.1136/bjo.75.4.217

References

1. Akhtar F. The effect of trabeculectomy on corneal curvature. *Pak J Ophthalmol.* 2008; 24(3):118–121.
2. Rajavi Z., Moezzi-Ghadim H., Kamrava K. The effect of trabeculectomy on cataract formation or progression. *J Ophthalmic Vis Res.* 2009; 4(2):84–89.
3. Keroub C., Hyams S.W., Rath E. Study of cataract formation following trabeculectomy. *Glaucoma.* 1984; 6:117–118, 121–126.
4. Pillai S., Mahmood M.A., Limaye S.R. Transient lenticular opacification following trabeculectomy. *Ophthalmic Surg.* 1988; 19:508–509.
5. Clarke M.P., Vernon S.A., Sheldrick J.H. The development of cataract following trabeculectomy. *Eye.* 1990; 4:577–583.
6. Sugar H.S. Postoperative cataract in successfully filtering glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol.* 1970; 69:740–746.
7. Al Samarrai A.R.A., Noor Sunba M.S. Incidence of post trabeculectomy cataract among Arabs in Kuwait. *Ophthalmic Res.* 1991; 23:21–23.
8. Lamping K.A., Bellows A.R., Hutchinson B.T., Afran S.I. Long-term evaluation of initial filtration surgery. *Ophthalmology.* 1986; 93(1):91–101. doi:10.1016/s0161-6420(86)33771-0
9. Musch D.C., Gillespie B.W., Lichter P.R., Niziol L.M. et al. Visual field progression in the collaborative initial glaucoma treatment study: the impact of treatment and other baseline factors. *Ophthalmology.* 2009; 116(2):200–207. doi:10.1016/j.ophtha.2008.08.051
10. Dietze P.J., Oram O., Kohlen T., Feldman R.M. et al. Visual function following trabeculectomy: effect on corneal topography and contrast sensitivity. *J Glaucoma.* 1997; 6:99–103.
11. Egrilmez S., Ates H., Nalcaci S., Andac K. et al. Surgically induced corneal refractive change following glaucoma surgery: nonpenetrating trabecular surgeries versus trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg.* 2004; 30:1232–1239. doi:10.1016/j.jcrs.2003.11.055
12. Kook M.S., Kim H.B., Lee S.U. Short-term effect of mitomycin-C augmented trabeculectomy on axial length and corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2001; 27:518–523. doi:10.1016/s0886-3350(00)00646-5
13. Rosen W.J., Mannis M.J., Brandt J.D. The effect of trabeculectomy on corneal topography. *Ophthalmic Surg.* 1992; 23:395–398.
14. Vernon S.A., Zambarakji H.J., Potgieter F., Evans J. et al. Topographic and keratometric astigmatism up to 1 year following small flap trabeculectomy (microtrabeculectomy). *Br J Ophthalmol.* 1999; 83:779–782. doi:10.1136/bjo.83.7.779
15. Delbeke H., Stalmans I., Vandewalle E., Zeyen T. The effect of trabeculectomy on astigmatism. *J Glaucoma.* 2016; 25: e308–e312. doi:10.1097/IJG.0000000000000236
16. Chan H.H., Kong Y.X. Glaucoma surgery and induced astigmatism: a systematic review. *Eye Vis (Lond).* 2017; 4:27. doi:10.1186/s40662-017-0090-x
17. Kim G.A., Lee S.H., Lee S.Y., Kwon H.J. et al. Surgically induced astigmatism following trabeculectomy. *Eye (Lond).* 2018; 32(7):1265–1270. Epub 2018 Mar 14. doi:10.1038/s41433-018-0072-9
18. Hugkulstone C.E. Changes in keratometry following trabeculectomy. *Br J Ophthalmol.* 1991; 75:217–218. doi:10.1136/bjo.75.4.217

19. Claridge K.G., Galbraith J.K., Karmel V., Bates A.K. The effect of trabeculectomy on refraction, keratometry and corneal topography. *Eye (Lond)*. 1995; 9(Pt 3):292-298. doi:10.1038/eye.1995.57
20. Nemeth J., Horoczi Z. Changes in the ocular dimensions after trabeculectomy. *Int Ophthalmol*. 1992; 16:355-357. doi:10.1007/bf00917990
21. Francis B.A., Wang M., Lei H., Du L.T. et al. Changes in axial length following trabeculectomy and glaucoma drainage device surgery. *Br J Ophthalmol*. 2005; 89(1):17-20. doi:10.1136/bjo.2004.043950
22. Miraftebi A., Lotfi M., Nilforushan N., Abdolalizadeh P. et al. Ocular biometric changes after Ahmed glaucoma valve implantation. *Eur J Ophthalmol*. 2019; 21;1120672119889528. doi: 10.1177/1120672119889528.
23. Kara N., Baz O., Altan C., Satana B. et al. Changes in choroidal thickness, axial length and ocular perfusion pressure accompanying successful glaucoma filtration surgery. *Eye (Lond)*. 2013; 27:940-945. doi:10.1038/eye.2013.116
24. Yoshikawa M., Akagi T., Nakanishi H., Ikeda H.O. et al. Longitudinal change in choroidal thickness after trabeculectomy in primary open-angle glaucoma patients. *Japanese J Ophthalmology*. 2017; 61:105-112. doi:10.1007/s10384-016-0482-9
25. Usui S., Ikuno Y., Uematsu S., Morimoto Y. et al. Changes in axial length and choroidal thickness after intraocular pressure reduction resulting from trabeculectomy. *Clin Ophthalmol*. 2013; 7:1155-61. doi:10.2147/OPHTH.S44884
26. Zhang X., Cole E., Pillar A., Lane M. et al. The effect of change in intraocular pressure on choroidal structure in glaucomatous eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017; 58(7):3278-3285. doi:10.1167/iovs.17-21598
27. Saeedi O., Pillar A., Jefferys J., Arora K. 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:10.1136/bjophthalmol-2013-304433
28. Simsek M., Elgin U., Uzel M.M., Sen E. et al. Stabilization time of anterior segment parameters after trabeculectomy surgery. *Eye Contact Lens*. 2018; 44 Suppl 2:S396-S399. doi:10.1097/ICL.0000000000000525
19. Claridge K.G., Galbraith J.K., Karmel V., Bates A.K. The effect of trabeculectomy on refraction, keratometry and corneal topography. *Eye (Lond)*. 1995; 9(Pt 3):292-298. doi:10.1038/eye.1995.57
20. Nemeth J., Horoczi Z. Changes in the ocular dimensions after trabeculectomy. *Int Ophthalmol*. 1992; 16:355-357. doi:10.1007/bf00917990
21. Francis B.A., Wang M., Lei H., Du L.T. et al. Changes in axial length following trabeculectomy and glaucoma drainage device surgery. *Br J Ophthalmol*. 2005; 89(1):17-20. doi:10.1136/bjo.2004.043950
22. Miraftebi A., Lotfi M., Nilforushan N., Abdolalizadeh P. et al. Ocular biometric changes after Ahmed glaucoma valve implantation. *Eur J Ophthalmol*. 2019; 21;1120672119889528. doi: 10.1177/1120672119889528.
23. Kara N., Baz O., Altan C., Satana B. et al. Changes in choroidal thickness, axial length and ocular perfusion pressure accompanying successful glaucoma filtration surgery. *Eye (Lond)*. 2013; 27:940-945. doi:10.1038/eye.2013.116
24. Yoshikawa M., Akagi T., Nakanishi H., Ikeda H.O. et al. Longitudinal change in choroidal thickness after trabeculectomy in primary open-angle glaucoma patients. *Japanese J Ophthalmology*. 2017; 61:105-112. doi:10.1007/s10384-016-0482-9
25. Usui S., Ikuno Y., Uematsu S., Morimoto Y. et al. Changes in axial length and choroidal thickness after intraocular pressure reduction resulting from trabeculectomy. *Clin Ophthalmol*. 2013; 7:1155-61. doi:10.2147/OPHTH.S44884
26. Zhang X., Cole E., Pillar A., Lane M. et al. The effect of change in intraocular pressure on choroidal structure in glaucomatous eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017; 58(7):3278-3285. doi:10.1167/iovs.17-21598
27. Saeedi O., Pillar A., Jefferys J., Arora K. 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:10.1136/bjophthalmol-2013-304433
28. Simsek M., Elgin U., Uzel M.M., Sen E. et al. Stabilization time of anterior segment parameters after trabeculectomy surgery. *Eye Contact Lens*. 2018; 44 Suppl 2:S396-S399. doi:10.1097/ICL.0000000000000525

Поступила / Received / 06.06.2020



Уважаемые читатели!
Вы можете оформить подписку на журнал
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ГЛАУКОМА»
по каталогу «Газеты и журналы» агентства
Роспечать в любом отделении связи.

Подписной индекс:

37353