

Влияние гипотензивных операций на кератометрические параметры

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, 5;

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

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи. Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Белов Д.Ф., Николаенко В.П. Влияние гипотензивных операций на кератометрические параметры. *Национальный журнал глаукома.* 2020; 19(3):59-65.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить изменения кератометрических параметров после трех типов гипотензивных операций: синустрабекулэктомии (СТЭ), имплантации шунта Ex-PRESS и клапана Ahmed.

МЕТОДЫ. Исследуемую группу составили 196 пациентов, разделенных на три подгруппы: 1-я — пациенты, которым выполнена СТЭ (n=116); 2-я — пациенты после установки шунта Ex-PRESS (n=28); 3-я — пациенты, перенесшие имплантацию клапана Ahmed (n=52). Всем обследуемым до операции, а также через 30 дней и 6 месяцев после вмешательства выполнялись кератометрия (Торсон-8800) и кератотопография (Томеу RT-7000) для визуализации роговичного астигматизма (РА).

РЕЗУЛЬТАТЫ. Выявлено статистически достоверное (на 0,3 дптр) увеличение РА в группах СТЭ и Ex-PRESS спустя полгода. Установлена достоверная корреляция ($r=-0,497$, $p=0,002$; $r=-0,405$, $p=0,006$) между уровнем РА и некорригированной остротой зрения (НКОЗ) для СТЭ и Ex-PRESS. В группе Ahmed изменения РА были незначимыми. СТЭ вызывала достоверное увеличение преломляющей силы

«крутого» меридиана (с $44,79 \pm 1,79$ до $45,08 \pm 1,12$ дптр, $p=0,002$) спустя полгода после операции. У пациентов с Ex-PRESS наблюдалось уменьшение преломляющей силы «плоского» меридиана через 6 месяцев после вмешательства (с $44,28 \pm 1,01$ до $44,0 \pm 1,09$ дптр, $p=0,002$). Имплантация Ahmed приводила к уменьшению преломляющей силы «плоского» (с $43,59 \pm 1,04$ до $43,44 \pm 1,19$ дптр, $p=0,036$), а также изменению оси «крутого» меридиана (от условно прямого в $88,6 \pm 50,5^\circ$ до косого в $71,4 \pm 48,9^\circ$, $p=0,057$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Увеличение роговичного астигматизма после СТЭ и Ex-PRESS является важной причиной снижения НКОЗ. Для пациента это означает необходимость подбора новых корректирующих очков или коррекции астигматизма с помощью торических ИОЛ в ходе факоэмульсификации. Имплантация Ahmed практически не влияет на роговичный астигматизм и, как следствие, не снижает НКОЗ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кератометрия, хирургически индуцированный астигматизм, синустрабекулэктомия, шунт Ex-PRESS, клапан Ahmed, глаукома.

ENGLISH

Keratometric values changes following different types of glaucoma procedures

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.

Для контактов:

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

Поступила в печать: 19.06.2020

Received for publication: June 19 2020

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):59-65.

Abstract

PURPOSE: To assess keratometric changes after trabeculectomy (TE), Ex-PRESS shunt (EXP) and Ahmed glaucoma valve (AGV) implantation.

METHODS: The study included 196 patients divided in 3 groups: TE group (n=116), EXP group (n=28) and AGV group (n=52). Each patient underwent keratometry (Topcon-8800) and corneal topography (Tomey RT-7000) prior to the surgery, 1 month and 6 months after intervention. Preoperative and postsurgical data were compared to assess keratometric values changes.

RESULTS: Corneal astigmatism (CA) magnitude increased by 0.3 D 6 months after TE and EXP. There was a significant correlation between CA magnitude and uncorrected visual acuity (UCVA) in TE and EXP groups ($r=-0.497$, $p=0.002$; $r=-0.405$, $p=0.006$, respectively). AGV implantation did not lead to significant changes in CA magnitude. Steep corneal meridian increased from 44.79 ± 1.79 to 45.08 ± 1.12 D

($p=0.002$) 6 months after TE. EXP implantation decreased flat meridian from 44.28 ± 1.01 to 44.0 ± 1.09 D ($p=0.002$). There was a decrease of flat corneal meridian from 43.59 ± 1.04 to 43.44 ± 1.19 D ($p=0.036$), as well as a change of the steep meridian axis from 88.6 ± 50.5 to 71.4 ± 48.9 deg ($p=0.057$) in AGV group.

CONCLUSION: Decline of UCVA is associated with an increased CA magnitude after TE and EXP. Thus, patients should be informed that prescribing new spectacles or toric intraocular lens implantation due to upcoming phacemulsification is a frequent perspective after these types of glaucoma procedures. Nevertheless, AGV implantation has no significant impact on CA magnitude and does not affect UCVA.

KEYWORDS: keratometry, surgically induced astigmatism, trabeculectomy, Ex-PRESS shunt, Ahmed glaucoma valve, glaucoma.

Снижение остроты зрения после гипотензивных операций является частой жалобой пациентов [1-3]. Основу данных изменений могут составлять многие факторы, начиная от типичных для этих вмешательств осложнений (цилиохориоидальная отслойка, птоз верхнего века, ускорение катарактогенеза) и заканчивая незаметными при биомикроскопии биометрическими изменениями.

«Золотым стандартом» хирургии глаукомы является синустрабекулэктомия (СТЭ), разработанная J. Cairns в 1968 г. [4]. Однако если в 2006 г., по данным Американского глаукомного общества, СТЭ с применением митомицина С (ММС) служила операцией выбора в 74% случаев, то спустя 10 лет ее доля снизилась до 59%. Освободившуюся нишу заняли дренажные устройства, имплантация которых в 23% случаев выступила в качестве первого вмешательства при глаукоме [5, 6].

Полувековое применение СТЭ позволило детально оценить особенности ее влияния на анатомо-оптические параметры глаза, чего нельзя сказать о современных методах лечения. Имплантация различных дренажных устройств изучена значительно слабее ввиду их меньшей распространенности, во многом обусловленной высокой стоимостью и более сложной хирургической техникой.

Основные этапы гипотензивных операций (выкраивание и ушивание поверхностных склеральных лоскутов, выполнение фистулы и задней трепанации склеры, диатермокоагуляция сосудов, фиксация дренажных устройств) могут приводить к

значительным биометрическим изменениям, которые в конечном счете влияют на качество зрения, что приводит к весьма частой неудовлетворенности пациентов результатами операции, особенно при отсутствии у них информации о возможных изменениях зрения после вмешательства.

Роговица является основной линзой, обеспечивающей две трети преломляющей силы оптической системы глаза [7]. Следовательно, даже транзиторные изменения ее параметров после гипотензивных операций могут существенно повлиять на остроту зрения, а понимание этих механизмов, особенно в малоизученной когорте пациентов после имплантации шунта Ex-PRESS и клапана Ahmed, требует углубленного анализа.

Цель настоящей работы — оценка выраженности и длительности изменений преломляющей силы роговицы, в том числе хирургически индуцированного астигматизма, после перечисленных выше гипотензивных вмешательств.

Материалы и методы

Исследуемую группу составили 196 пациентов (99 мужчин и 97 женщин), которые были разделены на следующие подгруппы:

– 1-я подгруппа — пациенты, которым выполнена синустрабекулэктомия (116 человек, средний возраст $69,8 \pm 7,89$ года);

– 2-я подгруппа — пациенты после установки шунта Ex-PRESS (28 человек, средний возраст $73,1 \pm 9,8$ года);

Таблица 1. Взаимоотношение средних значений роговичного астигматизма, НКОЗ и МКОЗ в исследуемых группах

Table 1. Mean values of corneal astigmatism, UCVA, BCVA in study groups

Параметр Parameter	До операции Before surgery	Через 1 месяц 1 month	p	Через 6 месяцев 6 months	p
СТЭ/ТЕ					
РА, дптр / CA, D	0,81±0,62	1,24±0,78	<0,001	1,11±0,68	<0,001
НКОЗ / UCVA	0,27±0,25	0,25±0,23	0,029	0,27±0,25	0,284
МКОЗ / BCVA	0,44±0,29	0,46±0,29	0,628	0,49±0,3	0,076
Ех-PRESS					
РА, дптр / CA, D	0,89±0,70	1,19±0,56	0,011	1,19±0,48	0,005
НКОЗ / UCVA	0,46±0,25	0,41±0,23	0,068	0,46±0,23	0,888
МКОЗ / BCVA	0,57±0,21	0,55±0,21	0,456	0,55±0,23	0,184
Ahmed					
РА, дптр / CA, D	0,98±0,69	1,04±0,69	0,489	1,0±0,71	0,77
НКОЗ / UCVA	0,32±0,2	0,33±0,2	0,012	0,29±0,19	0,003
МКОЗ / BCVA	0,4±0,19	0,38±0,19	0,117	0,38±0,18	0,196

Примечание/Note: РА – роговичный астигматизм/CA – corneal astigmatism;
p <0,05 – имеются значимые различия/statistically significant changes.

– 3-я подгруппа — пациенты, перенесшие имплантацию клапана Ahmed (52 человека, средний возраст 73,3±9,49 года).

Всем пациентам до операции, а также через 30 дней и 6 месяцев после вмешательства выполняли стандартное офтальмологическое обследование и кератометрию (Торсон-8800). Для визуализации роговичного астигматизма (РА) использовали кератотопограммы (Томеу RT-7000).

Критерии включения: наличие некомпенсированной, несмотря на проводимое консервативное лечение, глаукомы; готовность пациента соблюдать протокол исследования; возможность выполнения лазерной биометрии.

Критерии исключения: отсутствие фиксации зрения; изменения переднего отрезка (предшествующие рефракционные операции, помутнения роговицы); тяжелые интра- и послеоперационные осложнения (геморрагическая отслойка сосудистой оболочки).

Техника операций: СТЭ выполнялась с формированием лоскута основанием к своду, выкраиванием на 12 часах поверхностного лоскута склеры величиной 4×4 мм на 1/3 ее толщины. Производилось иссечение трабекулы 1,2×0,8 мм в зоне хирургического лимба. Поверхностный лоскут склеры фиксировался двумя узловыми швами (шелк 8-0). Конъюнктура и тенонова оболочка ушивались послойно. Антиметаболиты в ходе операции не применялись.

Имплантация шунта Ех-PRESS (P-50) осуществлялась по схожей с СТЭ технике, за исключением этапа установки дренажа в переднюю камеру взамен выкраивания склеральной фистулы.

Имплантация клапана Ahmed (модель FP-7) производилась с отсечением конъюнктивы от лимба в верхненазальном либо темпоральном квадрантах и фиксацией пластинки (резервуара) клапана в 8-10 мм от лимба узловыми швами (шелк 8-0). Для профилактики обнажения трубочку помещали под поверхностный (на 1/3 толщины) склеральный лоскут (3×6 мм), который впоследствии фиксировался двумя узловыми швами (шелк 8-0). Доступ в переднюю камеру в зоне хирургического лимба производился с помощью иглы 23 G, трубочка клапана имплантировалась в переднюю камеру параллельно радужке, перед этим укорачиваясь (длина видимого в свете щелевой лампы фрагмента не превышала 1-1,5 мм) для предотвращения контакта с эндотелием роговицы.

В послеоперационном периоде назначались инстилляцией фторхинолонового антибиотика (0,5% левофлоксацин) на 14 дней и 0,1% дексаметазона по убывающей схеме на 1 месяц. Послеоперационный период у всех пациентов прошел без осложнений.

Статистическая обработка

Статистическая обработка производилась в программе Jamovi (The jamovi project (2020). jamovi (Version 1.2) [Computer Software]). Использовались следующие статистические методики: критерий Шапиро - Уилка, парный t-тест (t-критерий Стьюдента), коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Различия при p <0,05 расценивались как статистически значимые.

Таблица 2. Изменение параметров преломляющей силы роговицы в исследуемых подгруппах
 Table 2. Keratometric values 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
Ex-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
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

Примечание/Note: K1 — слабый меридиан (flat meridian); K2 — сильный меридиан (steep meridian);
 p < 0,05 — имеются значимые различия/ statistically significant changes.

Для анализа хирургически индуцированного роговичного астигматизма (ХИА) после гипотензивных операций применялась методика векторного анализа на калькуляторе SIA Calculator Version 2.1, © 2010, Dr. Saurabh Sawhney, Dr. Aashima Aggarwal.

Результаты

Взаимоотношения некорригированной остроты зрения (НКОЗ), максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) и РА после трех типов гипотензивных операций представлены в *табл. 1*.

Анализ полученных данных выявил значимое усиление магнитуды РА в подгруппах СТЭ и Ex-PRESS (в среднем на 0,3 дптр для обоих типов операций) спустя полгода. НКОЗ через 1 месяц была достоверно ниже, чем до вмешательства, в подгруппе СТЭ (0,27±0,25 против 0,25±0,23, p=0,029). Выявлена значимая обратная корреляция между уровнем РА и НКОЗ спустя полгода после СТЭ и Ex-PRESS (r=-0,497, p=0,002; r=-0,405, p=0,006 соответственно). В подгруппе Ahmed изменения уровня РА (с 0,98±0,69 до 1,0±0,71 дптр через 6 месяцев после операции, p=0,77) были несущественными, однако НКОЗ статистически достоверно снизилась (с 0,32±0,2 до 0,29±0,19, p=0,003) спустя полгода после имплантации клапана. Тем не менее взаимосвязи между остротой зрения и флуктуацией магнитуды РА в подгруппе Ahmed найдено не было. МКОЗ в исследуемых подгруппах на протяжении полугодия практически не менялась.

В *табл. 2* представлена динамика средних значений преломляющей силы роговицы по сильному и слабому меридиану, а также оси «крутого» меридиана.

В подгруппе СТЭ наблюдалось значимое увеличение преломляющей силы «крутого» меридиана (с 44,79±1,79 до 45,08±1,12 дптр, p=0,002) даже спустя полгода после операции. Его ось, изначально имеющая ориентацию близкую к 90°, после операции практически не изменилась (91,7±50,4 против 87,2±47,6°, p=0,348).

У пациентов после имплантации Ex-PRESS наблюдалась противоположная динамика: преломляющая сила «плоского» меридиана спустя полгода после имплантации шунта значительно уменьшилась (с 44,28±1,01 до 44,0±1,09 дптр, p=0,002), а «крутая» ось роговицы несколько усилилась (с 44,98±0,88 до 45,19±0,91 дптр, p=0,147). Ось сильного меридиана в группе Ex-PRESS через 6 месяцев практически соответствовала дооперационному уровню (95,3±48,1 против 92,5±45,3°, p=0,378).

В подгруппе с имплантацией дренажа Ahmed наблюдалось уменьшение преломляющей силы «плоского» (с 43,59±1,04 до 43,44±1,19 дптр, p=0,036), а также изменение оси «крутого» меридиана (от практически вертикальной в 88,6±50,5° к косой в 71,4±48,9°, p=0,057).

Для более детальной оценки влияния клапана Ahmed на ось роговичного астигматизма пациенты данной подгруппы были разделены, в зависимости от зоны имплантации трубочки, на два подтипа: 1-й — имплантация трубочки на 1 ч и 2-й — на 11 ч (*табл. 3*).

Таблица 3. Влияние зоны имплантации трубочки клапана Ahmed на ось сильного и слабого меридианов роговицы

Table 3. Impact of the tube position on corneal meridians axis

Положение трубочки, часы условного циферблата Tube position, hour	Ось сильного меридиана через 6 месяцев, град Steep meridian axis, deg	Ось слабого меридиана через 6 месяцев, град Flat meridian axis, deg
1	78,7±49,9	71,2±55,6
11	58,7±43,6	84,4±56,4

Таблица 4. Динамика значений изменений ХИА, его оси и когерентности в исследуемых подгруппах

Table 4. SIA dynamics and coherence in study groups

Группы Groups	1 месяц / 1 month			6 месяцев / 6 months		
	ХИА, дптр SIA, D	Ось, град Axis, deg	Когерентность % Coherence %	ХИА, дптр SIA, D	Ось, град Axis, deg	Когерентность % Coherence %
СТЭ/TE	0,4	92	41	0,21	90	25
Ex-PRESS	0,15	47	18	0,13	61	16
Ahmed	0,17	77	19	0,13	95	15

Таким образом, особых закономерностей между зоной фиксации клапана и изменением положения осей основных меридианов роговицы выявлено не было.

Для оценки хирургически индуцированного астигматизма (ХИА) был проведен векторный анализ кератометрических параметров, включавший динамическое изменение сильного и слабого меридианов, а также их оси, результаты которого представлены в табл. 4.

Анализ полученных данных выявил ХИА магнитудой в 0,4 дптр и осью в 92° через 1 месяц после СТЭ при когерентности в 41%. Однако эта тенденция спустя полгода несколько уменьшается,

что выражается в снижении когерентности до 25% и ХИА — до 0,21 дптр. В подгруппах Ex-PRESS и Ahmed явной динамики индуцированного роговичного астигматизма спустя полгода найдено не было (ХИА составил 0,13 дптр для обеих групп, а когерентность — всего 16 и 15% соответственно).

Если количество пациентов с уровнем роговичного астигматизма свыше 1 дптр до СТЭ составляло 34,5% (40/116), то спустя полгода — 52,6% (61/116). На рис. 1 представлены кератотопограммы пациента, у которого выполнение СТЭ индуцировало появление прямого роговичного астигматизма, сохранявшегося на протяжении минимум 6 месяцев послеоперационного периода.

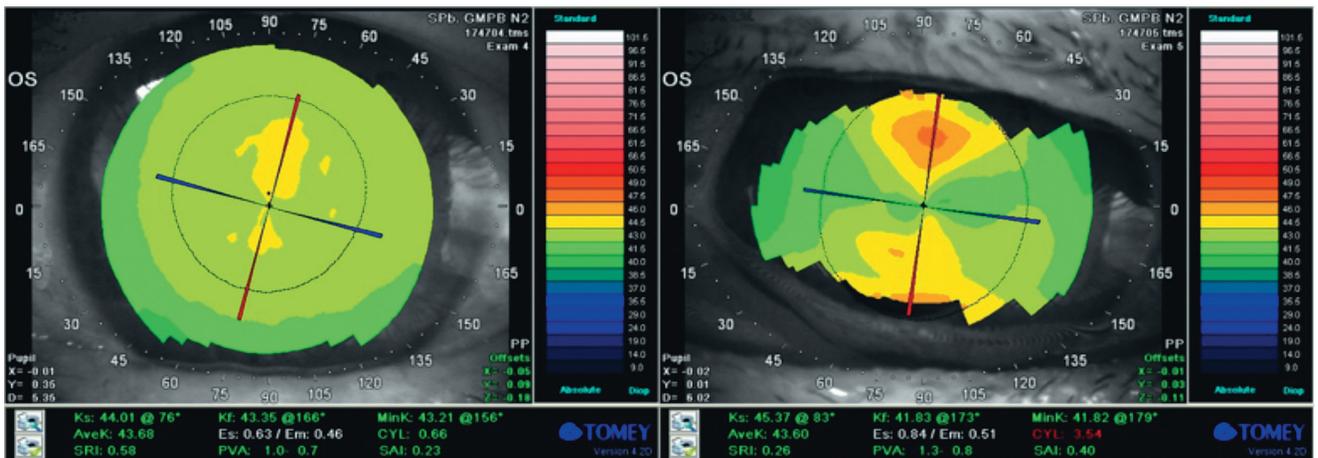


Рис. 1. Усиление прямого роговичного астигматизма через 6 месяцев после СТЭ
Fig. 1. Increase of with-the-rule corneal astigmatism 6 months after TE

В подгруппе Ex-PRESS через 6 месяцев после операции также наблюдается увеличение доли пациентов с роговичным астигматизмом свыше 1 дптр до 71% (20/28) по сравнению с исходным уровнем 39% (11/28).

По-видимому, из-за того что имплантация клапана Ahmed в большинстве случаев не являлась первым по счету гипотензивным вмешательством, в данной подгруппе наблюдалась несколько иная картина, выражавшаяся в большем числе пациентов с исходным астигматизмом более 1 дптр — 48% (25/52). Спустя полгода после операции удельный вес наблюдавшихся с РА более 1 дптр был таким же — 48% (25/52).

Обсуждение

Пациенты с исходной остротой зрения свыше 0,3 чаще предъявляют жалобы на ее ухудшение после гипотензивных операций [8]. Выявленная в ходе нашего исследования обратная связь между усилением магнитуды РА и снижением НКОЗ после СТЭ и Ex-PRESS обусловлена усилением преломляющей силы «крутого» меридиана роговицы, ось которого в обоих случаях классифицировалась как вертикальная. Индукция или усиление имеющегося прямого астигматизма — частая находка после СТЭ [9-11]. При непроникающей хирургии глаукомы наблюдается схожая, но менее выраженная тенденция [12]. Причины данных явлений лежат в особенностях техники СТЭ и Ex-PRESS (предполагающей наложение узловых швов на склеральный лоскут [11], диатермокоагуляцию сосудов склеры [13]), гипотонии в послеоперационном периоде, особенно при использовании антиметаболитов [14], а также давлении верхнего века на фильтрационную подушку, приводящем к уменьшению радиуса кривизны роговицы в вертикальном меридиане [13].

Немногочисленные работы о влиянии дренажных устройств на ось роговичного астигматизма подтверждают нашу находку, иллюстрирующую смещение «крутого» меридиана в зону его косой локализации [15].

Литература

1. Levene R.Z. Central visual field, visual acuity, and sudden visual loss after glaucoma surgery. *Ophthalmic Surg.* 1992; 23(6):388-394.
2. Dietze P.J., Oram O., Kohnen T., Feldman R.M. et al. Visual function following trabeculectomy: effect on corneal topography and contrast sensitivity. *J Glaucoma.* 1997; 6(2):99-103.
3. Düll L., Winkler N., Töteberg-Harms M., Funk J. et al. Visual outcome after trabeculectomy — a retrospective study. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2015; 232(4):399-404. (Article in German) doi:10.1055/s-0035-1545813
4. Cairns J.E. Trabeculectomy. Preliminary Report of a New Method. *Am J Ophthalmol.* 1968; 66(4):673-679.
5. Arora K.S., Robin A.L., Corcoran K.J., Corcoran S.L. et al. Use of various glaucoma surgeries and procedures in Medicare beneficiaries from 1994 to 2012. *Ophthalmology.* 2015; 122(8):1615-1624. doi:10.1016/j.ophtha.2015.04.015

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на НКОЗ оказывают СТЭ и в меньшей степени — установка шунта Ex-PRESS. Это отражается в обратной корреляции между увеличением магнитуды роговичного астигматизма и снижением НКОЗ. Практическое значение этой находки заключается в том, что данному контингенту пациентов могут понадобиться новые корректирующие очки, а при прогрессировании катаракты они окажутся кандидатами на коррекцию астигматизма с помощью торических ИОЛ. Имплантация клапана Ahmed не приводит к столь значимым изменениям в силу того, что зачастую исходные кератометрические параметры уже являются измененными под влиянием предшествующего гипотензивного вмешательства.

Заключение

Необходимость хирургического лечения глаукомы всегда является для пациента неприятной новостью. Довольно длительный период реабилитации, подразумевающий частые инстиллязии, ограничение физических нагрузок, нередко дополняется ухудшением остроты зрения. Полученные нами данные показывают, что усиление магнитуды роговичного астигматизма после СТЭ и установки шунта Ex-PRESS является важной причиной снижения НКОЗ, которая сохраняется даже спустя полгода после операции. Для пациента это означает необходимость подбора новых корректирующих очков или предстоящей коррекции астигматизма с помощью торических ИОЛ в ходе факэмульсификации.

В отличие от СТЭ и установки шунта Ex-PRESS, имплантация Ahmed практически не влияет на роговичный астигматизм и, как следствие, не снижает НКОЗ. Вероятная причина кроется в уже произошедших изменениях биометрических параметров роговицы, обусловленных предшествующими имплантации клапана гипотензивными операциями.

References

1. Levene R.Z. Central visual field, visual acuity, and sudden visual loss after glaucoma surgery. *Ophthalmic Surg.* 1992; 23(6):388-394.
2. Dietze P.J., Oram O., Kohnen T., Feldman R.M. et al. Visual function following trabeculectomy: effect on corneal topography and contrast sensitivity. *J Glaucoma.* 1997; 6(2):99-103.
3. Düll L., Winkler N., Töteberg-Harms M., Funk J. et al. Visual outcome after trabeculectomy — a retrospective study. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2015; 232(4):399-404. (Article in German) doi:10.1055/s-0035-1545813
4. Cairns J.E. Trabeculectomy. Preliminary Report of a New Method. *Am J Ophthalmol.* 1968; 66(4):673-679.
5. Arora K.S., Robin A.L., Corcoran K.J., Corcoran S.L. et al. Use of various glaucoma surgeries and procedures in Medicare beneficiaries from 1994 to 2012. *Ophthalmology.* 2015; 122(8):1615-1624. doi:10.1016/j.ophtha.2015.04.015

6. Vinod K., Gedde S.J., Feuer W.J., Panarelli J.F. et al. Practice preferences for glaucoma surgery: a survey of the American Glaucoma Society. *J Glaucoma*. 2017; 26(8):687-693. doi:10.1097/IJG.0000000000000720
7. Olsen T. On the calculation of power from curvature of the cornea. *Brit J Ophthalmol*. 1986; 70(2):152-154. doi:10.1136/bjo.70.2.152
8. Akhtar F. The effect of trabeculectomy on corneal curvature. *Pak J Ophthalmol*. 2008; 24(3):118-121. doi:10.36351/pjo.v24i3.693
9. Cunliffe I.A., Dapling R.B., West J., Longstaff S. A prospective study examining the changes in factors that affect visual acuity following trabeculectomy. *Eye (Lond)*. 1992; 6(Pt 6):618-622. doi:10.1038/eye.1992.133
10. Hugkulstone C.E. Changes in keratometry following trabeculectomy. *Br J Ophthalmol*. 1991; 75:217-218. doi:10.1136/bjo.75.4.217
11. Rosen W.J., Mannis M.J., Brandt J.D. The effect of trabeculectomy on corneal topography. *Ophthalmic Surg*. 1992; 23:395-398.
12. 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(6):1232-1239. doi:10.1016/j.jcrs.2003.11.055
13. 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
14. Chan H.H.L., Kong Y.X.G. Glaucoma surgery and induced astigmatism: a systematic review. *Eye Vis (Lond)*. 2017; 4:27. doi:10.1186/s40662-017-0090-x
15. Miraftebi A., Lotfi M., Nilforushan N., Abdolalizadeh P. et al. Ocular biometric changes after Ahmed glaucoma valve implantation. *Eur J Ophthalmol*. 2019 Nov 21;1120672119889528. doi: 10.1177/1120672119889528.

Поступила / Received / 19.06.2020



NEW AUTOMATED PERIMETERS

Fast and precise perimetry at your fingertips

НОВЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПЕРИМЕТРЫ

- Полный набор стандартных стратегий и паттернов исследования поля зрения
- Периметрические индексы и анализ прогрессирования дефектов
- Протоколы HFA и Octopus типа
- Голосовой гид и контроль фиксации

PTS 920 | PTS 2000

Stormoff[®] www.stormoff.com
oko@stormoff.com

(495) 780 0792; (495) 780 7691; (495) 956 0557