

# Сравнительный анализ анатомо-топографических и рефракционных изменений после операций фильтрующего и фистулизирующего типов

ПЕТРОВ С.Ю., д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела глаукомы;

ВОЛЖАНИН А.В., аспирант отдела глаукомы;

РЫЖКОВА Е.Г., младший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии;

САФОНОВА Д.М., к.м.н., младший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии;

АВЕРИЧ В.В., к.м.н., младший научный сотрудник отдела рефракционных нарушений.

ФГБНУ «НИИ глазных болезней», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11А.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

**Для цитирования:** Петров С.Ю., Волжанин А.В., Рыжкова Е.Г., Сафонова Д.М., Аверич В.В. Сравнительный анализ анатомо-топографических и рефракционных изменений после операций фильтрующего и фистулизирующего типов. *Национальный журнал глаукома*. 2020; 19(2):23-29.

## Резюме

**ЦЕЛЬ.** Сравнить биометрические, биомеханические и кераторефрактометрические изменения после синустрабекулэктомии (СТЭ) и непроникающей глубокой склерэктомии (НГСЭ).

**МЕТОДЫ.** В исследование были включены 45 пациентов, перенесших СТЭ, и 45 пациентов, перенесших НГСЭ. Пациентов обследовали до операции, на 1 неделю, 1 и 3 месяца после операции.

Определяли внутриглазное давление (ВГД) и биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза, длину переднезадней оси (ПЗО), глубину передней камеры (ПК), толщину хрусталика (ТХ), ширину зрачка (ШЗр). Исследовали рефракцию и кератометрические показатели — кривизну роговицы в сильном (R1) и слабом (R2) меридианах, среднюю кривизну (Avg), а также значение роговичного цилиндра.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** После СТЭ и НГСЭ происходят сравнимые изменения ВГД, биомеханических и рефракционных показателей. В двух группах достоверно отличаются следующие значения: через 1 неделю после операции —

глубина ПК (2,39 [1,95; 2,65] после СТЭ, 2,62 [2,33; 2,89] мм после НГСЭ), на 1-й месяц — глубина ПК (2,42 [2,24; 2,70] после СТЭ, 3,11 [2,68; 3,17] мм после НГСЭ), ПЗО (23,70 [22,70; 24,11] после СТЭ, 25,11 [23,95; 26,25] мм после НГСЭ), R1 (7,53 [7,36; 7,70] после СТЭ, 7,93 [7,89; 8,05] мм после НГСЭ) и Avg (7,47 [7,27; 7,65] мм после СТЭ, 7,88 [7,60; 7,92] мм после НГСЭ). В сроки через 3 месяца после хирургического вмешательства не выявлено достоверных различий между группами.

В группе НГСЭ выявлена корреляция между изменением рефракции с развитием астигматизма и значением фактора резистентности роговицы.

**ВЫВОДЫ.** Наиболее значимыми послеоперационными различиями в глазах, перенесших СТЭ и НГСЭ, являются глубина ПК через 1 неделю, а также длина ПЗО, ПК и кривизна роговицы на 1 месяц. Изменение рефракции и появление астигматизма после НГСЭ зависят от исходных биомеханических показателей роговицы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глаукома, рефракция, синустрабекулэктомия, непроникающая глубокая склерэктомия.

## Для контактов:

Волжанин Андрей Вячеславович, e-mail: [avolzhanin@mail.ru](mailto:avolzhanin@mail.ru)

## ENGLISH

## Comparison of the anatomical, topographic and refractive shift in the eyes after the penetrating and non-penetrating glaucoma surgery

**PETROV S.YU.**, Med.Sc.D., senior research associate of Glaucoma Department;

**VOLZHANIN A.V.**, postgraduate student of Glaucoma Department;

**RYZHKOVA E.G.**, junior research associate of Modern Treatment in Ophthalmology Department;

**SAFONOVA D.M.**, Ph.D., junior research associate Modern Treatment in Ophthalmology Department;

**AVERICH V.V.**, Ph.D., junior research associate of Refraction Department.

Scientific Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo st., Moscow, Russian Federation, 119021.

*Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.*

**For citations:** Petrov S.Yu., Volzhanin A.V., Ryzhkova E.G., Safonova D.M., Averich V.V. Comparison of the anatomical, topographic and refractive shift in the eyes after the penetrating and non-penetrating glaucoma surgery. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2020; 19(2):23-29.

### Abstract

**PURPOSE:** To compare the biometric, biomechanic and keratorefractive shift after trabeculectomy and non-penetrative deep sclerectomy (NPDS).

**METHODS:** 45 patients after trabeculectomy and 45 patients after NPDS were included into the study. The patients were examined prior to surgery, one week, one month and three months after the surgery.

Patients underwent tonometry and measurements of corneal biomechanic properties, axial length (AL), anterior chamber depth (ACD), lens thickness and pupil width. Keratorefractometry was performed to define refractive data and corneal curvature in the steep meridian (R1), flat meridian (R2), the average curvature (Ave), and the corneal cylinder.

**RESULTS:** The changes of intraocular pressure, biomechanical and refractive properties after trabeculectomy and NPDS were comparable. The following parameters were statistically different between two groups: during the first week — ACD (2.39 [1.95; 2.65] mm after trabeculectomy, 2.62 [2.33; 2.89] mm after NPDE); by the end of the first

month — ACD (2.42 [2.24; 2.70] mm after trabeculectomy, 3.11 [2.68; 3.17] mm after NPDE), AL (23.70 [22.70; 24.11] mm after trabeculectomy, 25.11 [23.95; 26.25] mm after NPDE), R1 (7.53 [7.36; 7.70] mm after trabeculectomy, 7.93 [7.89; 8.05] mm after NPDE), and average curvature (7.47 [7.27; 7.65] mm after trabeculectomy, 7.88 [7.60; 7.92] mm after NPDE). No significant intergroup differences were noted by the end of the third month of follow-up.

It is also worth noting, that a correlation between refraction shift with astigmatism development and corneal resistance change was observed in the NPDE group.

**CONCLUSION:** Significant differences between eyes after trabeculectomy and NPDE can be found in ACD values one week post-surgery and in ACD, AL and cornea curvature by the end of the first month. Refraction shift and astigmatism development after NPDE depends on the initial biomechanical properties of the cornea.

**KEY WORDS:** glaucoma, refraction, trabeculectomy, non-penetrating deep sclerectomy.

Глаукома является одной из наиболее распространенных причин необратимого снижения зрения. На сегодняшний день продолжается рост инвалидизации вследствие глаукомы: к 2040 году прогнозируемое количество больных глаукомой составит 111,8 млн человек [1, 2]. Целью лечения глаукомы является сохранение зрительных функций с помощью снижения внутриглазного давления (ВГД) до уровня целевого, что приводит к предотвращению развития глаукомы. Методами достижения целевого ВГД являются фармакотерапия, лазерное лечение и антиглаукомная хирургия [3, 4].

Антиглаукомные операции направлены на создание нового пути оттока внутриглазной жидкости и могут быть разделены на проникающие (фистулизирующие) и непроникающие. В ходе проникающей хирургии создается соустье между передней камерой и субконъюнктивальным пространством; наиболее распространенной операцией такого типа является синустрабекулэктомия (СТЭ), описанная впервые в 1968 году Cairns [5] и ставшая после ряда модификаций «золотым стандартом» хирургии глаукомы на сегодняшний день [6]. Ранее, в 1964 году, М.М. Краснов и W.M. Walker независимо друг от друга описали хирургическое вмешательство на

Таблица 1. Динамика ВГД и биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза по данным ORA, мм рт.ст. (медиана, Q25%, Q75%)

Table 1. Change of IOP and biomechanical properties of the fibrous tunic, obtained with ORA, mmHg (median, Q25%, Q75%)

Показатели Indicators	До опер. Baseline	1 неделя Week 1	1 месяц Month 1	3 месяца Month 3
<b>Группа СТЭ/Trabeculectomy group</b>				
IOPcc	26,20 [22,03; 29,70]	8,95 [5,17; 15,73]	14,20 [10,20; 17,18]	13,65 [11,00; 15,36]
IOPg	24,20 [20,75; 29,28]	7,35 [2,08; 11,55]	11,45 [7,13; 14,63]	11,65 [9,28; 13,58]
CRF	11,10 [9,68; 11,98]	8,20 [5,36; 9,63]	8,25 [6,93; 9,45]	8,50 [7,65; 9,80]
CH	8,05 [6,73; 9,15]	9,80 [8,60; 11,23]	9,05 [8,20; 10,08]	9,15 [8,63; 10,40]
<b>Группа НГСЭ/NPDS group</b>				
IOPcc	25,20 [21,00; 19,30]	11,50 [6,40; 18,80]	15,95 [11,65; 10,38]	19,60 [15,48; 23,20]
IOPg	25,01 [19,30; 31,60]	11,10 [6,00; 16,20]	14,15 [10,38; 24,05]	18,01 [14,78; 20,10]
CRF	11,00 [9,20; 12,70]	8,50 [7,60; 9,80]	10,05 [8,08; 12,23]	9,70 [9,25; 10,38]
CH	7,60 [5,80; 9,40]	9,40 [8,40; 11,20]	10,05 [8,93; 10,90]	9,00 [7,48; 10,30]

Таблица 2. Динамика биометрических показателей, мм (медиана, Q25%, Q75%)

Table 2. Change of biometrical properties, mm (median, Q25%, Q75%)

Показатели Indicators	До опер. Baseline	1 неделя Week 1	1 месяц Month 1	3 месяца Month 3
<b>Группа СТЭ/Trabeculectomy group</b>				
ПЗО AL	23,71 [22,80; 24,16]	23,64 [22,66; 24,18]	23,70 [22,70; 24,11]	23,99 [23,31; 24,54]
ПК ACD	2,49 [2,24; 2,64]	2,39 [1,95; 2,65]	2,42 [2,24; 2,70]	2,56 [2,28; 3,17]
ТХ Lens thickness	4,13 [3,78; 4,45]	4,14 [3,51; 4,76]	4,17 [3,89; 4,46]	4,12 [3,87; 4,71]
ШЗр Pupil width	3,04 [2,69; 3,39]	3,58 [3,19; 3,98]	3,32 [3,04; 3,85]	3,20 [2,71; 3,96]
<b>Группа НГСЭ/NPDS group</b>				
ПЗО AL	24,43 [23,42; 25,60]	23,93 [22,73; 24,94]	25,11 [23,95; 26,25]	23,79 [22,40; 24,45]
ПК ACD	2,68 [2,56; 3,04]	2,62 [2,33; 2,89]	3,11 [2,68; 3,17]	3,13 [2,28; 3,13]
ТХ Lens thickness	4,24 [3,96; 4,54]	4,21 [3,79; 4,40]	4,35 [4,13; 4,48]	4,38 [3,82; 4,47]
ШЗр Pupil width	2,85 [2,61; 3,14]	3,46 [2,95; 3,71]	3,00 [2,89; 3,33]	3,25 [3,00; 3,51]

Таблица 3. Динамика рефракционных и кератометрических показателей (медиана, Q25%, Q75%)  
 Table 3. Change of refraction and keratometry parameters (median, Q25%, Q75%)

Показатели Indicators	До опер. Baseline	1 неделя Week 1	1 месяц Month 1	3 месяца Month 3
<b>Группа СТЭ/Trabeculectomy group</b>				
Сфера, дптр Sph, D	-0,23 [-1,29; 1,25]	0,50 [-2,25; -1,20]	-0,76 [-2,45; 0,29]	-1,68 [-2,43; -0,3]
Цилиндр, дптр Cyl, D	-0,52 [-1,05; -0,15]	-1,12 [-1,75; -0,52]	-0,79 [-1,52; -0,40]	-0,81 [-1,70; -0,32]
Ось, град Axis, degree	87,0 [47,7; 107,0]	76,0 [24,0; 112,0]	81,0 [26,3; 113,0]	85,5 [12,5; 132,0]
R1, мм/мм	7,59 [7,35; 7,78]	7,49 [7,25; 7,70]	7,53 [7,36; 7,70]	7,62 [7,42; 7,96]
R2, мм/мм	7,43 [7,24; 7,63]	7,27 [7,11; 7,57]	7,38 [7,22; 7,62]	7,42 [7,12; 7,68]
Avg, мм/мм	7,50 [7,31; 7,70]	7,40 [7,21; 7,66]	7,47 [7,30; 7,65]	7,49 [7,32; 7,63]
Роговичный цилиндр, дптр Corneal cylinder, D	-0,75 [-0,94; -0,42]	-1,25 [-2,12; -0,79]	-0,92 [-1,36; -0,41]	-1,05 [-1,87; -0,91]
<b>Группа НГСЭ/NPDS group</b>				
Сфера, дптр Sph, D	-1,87 [-4,78; -0,32]	-1,32 [-5,51; 0,05]	-1,88 [-2,92; -1,21]	-2,11 [-0,61; 1,92]
Цилиндр, дптр Cyl, D	-0,76 [-1,41; -0,25]	-0,75 [-1,94; -0,37]	-0,39 [-1,92; -0,33]	-0,60 [-1,45; -0,29]
Ось, град Axis, degree	90,0 [66,0; 126,0]	59,5 [14,5; 108,0]	118,0 [32,0; 173,0]	34,0 [6,6; 70,5]
R1, мм/мм	7,63 [7,48; 7,92]	7,77 [7,58; 7,88]	7,93 [7,89; 8,05]	7,88 [7,84; 7,91]
R2, мм/мм	7,49 [7,31; 7,68]	7,49 [7,06; 7,67]	7,82 [7,35; 7,84]	7,84 [7,78; 7,85]
Avg, мм/мм	7,56 [7,60; 7,92]	7,58 [7,08; 7,79]	7,88 [7,60; 7,92]	7,87 [7,81; 7,84]
Роговичный цилиндр, дптр Corneal cylinder, D	-0,83 [-1,34; -0,50]	-1,14 [-5,28; -0,57]	-0,75 [-1,34; -0,16]	-0,25 [-0,33; -0,19]

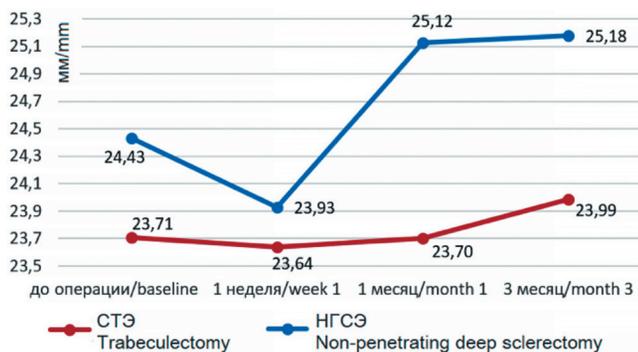


Рис. 1. Динамика изменения ПЗО  
 Fig. 1. AL change

наружной стенке шлеммова канала без перфорации передней камеры [7, 8]. После ряда модификаций — в частности, добавления второго, полностью иссекаемого склерального лоскута под первым — операция приняла название непроникающей глубокой склерэктомии (НГСЭ) и начала применяться наравне с СТЭ [9].

В долгосрочном периоде СТЭ является более эффективным вмешательством, чем НГСЭ, однако НГСЭ ассоциируется с меньшей травматичностью и меньшим количеством осложнений [10, 11]. Вместе с тем, так как обе операции сопровождаются вмешательством в целостную структуру фиброзной оболочки глаза, для обеих операций характерно

преходящее изменение рефракции с развитием роговичного астигматизма и последующим снижением остроты зрения. Даже при успешной операции ухудшение некорригированной остроты зрения может влиять на трудоспособность и качество жизни [12, 13]. К текущему моменту опубликована единственная работа, посвященная изучению качества жизни, связанного со зрением (VR-QOL, Vision-Related Quality Of Life) после хирургии глаукомы: авторы делают вывод о незначительном ухудшении, однако после дооперационного анкетирования следующее было выполнено только через 3 месяца после операции [14].

На сегодняшний день имеется большое количество работ, посвященных изменению рефракции и биометрических показателей после СТЭ, они объединены в ряд системных обзоров [15-17]. Вместе с тем почти не изучены вторичные анатомо-топографические изменения глаза после НГСЭ, а также не оценена их роль в развитии индуцированного рефракционного сдвига.

### Материалы и методы

Исследовали больных с декомпенсированной первичной открытоугольной глаукомой II и III стадий, которым была показана антиглаукомная хирургия. Включили 45 (45 глаз) пациентов, перенесших СТЭ, и столько же больных (глаз), перенесших НГСЭ. Учитывали больных, у которых послеоперационный период протекал без осложнений. Средний возраст пациентов составил  $69 \pm 7,3$  года; мужчин — 43, женщин — 47.

Операции выполняли по стандартной методике с доступом через лимбальный разрез конъюнктивы. Выкраивали склеральный лоскут размером  $5 \times 5$  мм, затем в случае СТЭ с помощью парацентеза снижали офтальмотонус для предотвращения перепада ВГД в момент создания фистулы. В случае НГСЭ выкраивали и иссекали глубокий склеральный лоскут, после чего убрали юкстаканаликулярную ткань. После СТЭ ушивали склеральный лоскут двумя узловыми швами (полипропилен 8/0), затем как после СТЭ, так и после НГСЭ ушивали конъюнктиву.

Помимо специальных исследований, всем пациентам проводили офтальмологическое обследование: визометрию, статическую периметрию, тонометрию, офтальмоскопию, биомикроскопию, оптическую когерентную томографию. Дополнительные обследования для данной работы проводили до операции, на 1-й неделе, через 1 и 3 месяца.

С помощью прибора Ocular Response Analyzer (ORA) («Reichert», США; бессрочный регистрационный номер ФСЗ 2008/03079 от 27.11.2008) исследовали ВГД и биомеханические особенности фиброзной оболочки. Оценивали IOPcc, IOPg (ВГД с поправкой на жесткость роговицы и ВГД, приведенное к измерению по Гольдману), CH (corneal hysteresis,

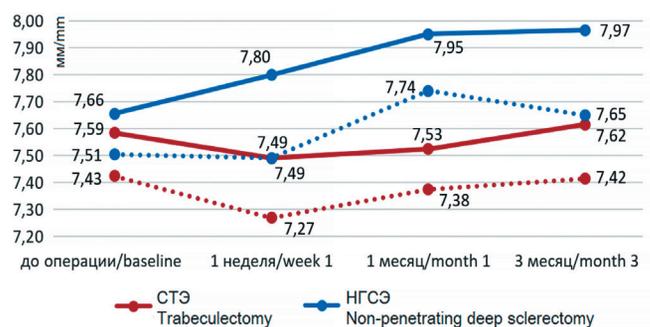


Рис. 2. Динамика кератометрических показателей. Сплошная линия – R1, прерывистая – R2  
 Fig. 2. Keratometry change. Solid line – R1, dotted line – R2

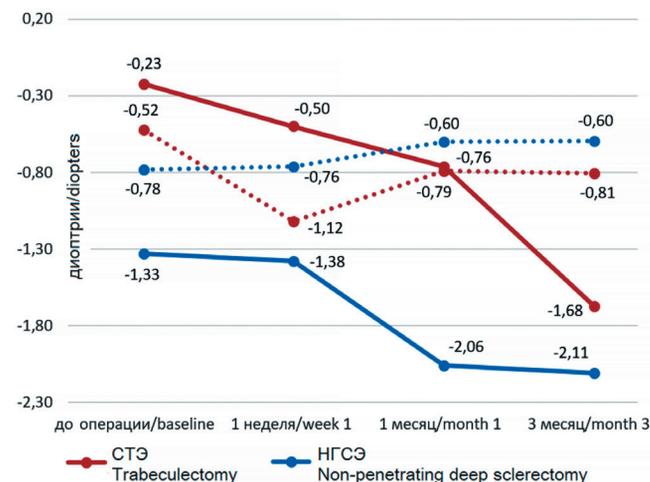


Рис. 3. Динамика рефракции. Сплошная линия — сфера, прерывистая — цилиндр  
 Fig. 3. Refraction change. Solid line — sphere, dotted line — cylinder

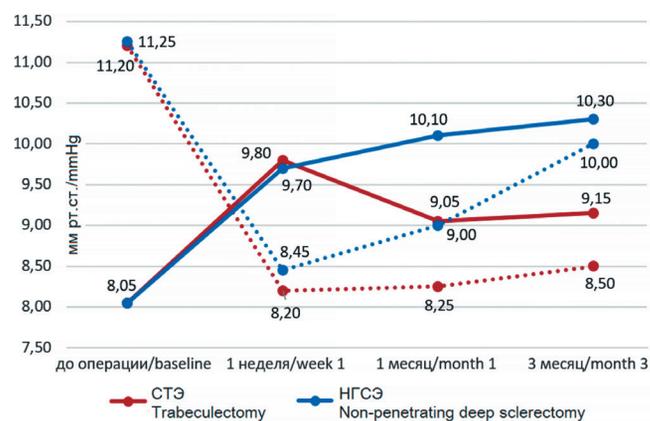


Рис. 4. Динамика биометрических показателей. Сплошная линия — CH, прерывистая — CRF  
 Fig. 4. Refraction change. Solid line — CH, dotted line — CRF

роговичный гистерезис), CRF (corneal resistance factor, фактор резистентности роговицы).

С помощью aberrometra OPD Scan ARK-10000 («Nidek», Япония; бессрочный регистрационный номер ФСЗ 2012/12617 от 02.08.2012) получали

данные рефрактометрии (сфера, цилиндр, ось) и кератометрии (кривизна сильного (R1) и слабого меридианов (R2), средняя кривизна (Avg), роговичный цилиндр).

С помощью шаймпфлюг-камеры Pentacam («Oculus Inc.», США; бессрочный регистрационный номер ФСЗ 2008/00005 от 28.01.2008) исследовали глубину передней камеры (ПК) и ширину зрачка. Длину переднезадней оси (ПЗО) и толщину хрусталика (ТХ) измеряли с помощью бесконтактно-оптического биометра Tomey OA-2000 («Tomey GmbH», Германия; бессрочный регистрационный номер ФСЗ 2011/08923 от 31.01.2011). Бесконтактный оптический биометр работает по принципу, схожему с оптическим когерентным томографом, и использует внутреннюю пограничную мембрану в качестве точки отсчета. Таким образом, в отличие от контактных ультразвуковых методов, нивелируется влияние исследователя и обеспечивается большая повторяемость результатов.

Статистическая обработка материала проводилась с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2013 (базовая описательная статистика; версия программы 15.0.5153.1000) и IBM SPSS Statistics (статистическая обработка; версия программы 21.0.0.0). Для оценки значимости изменений использовали двухфакторный ранговый дисперсионный анализ Фридмана для связанных выборок; значимость межгрупповых различий оценивали с помощью критерия Краскала - Уоллиса. Уровень значимости был принят не превышающий 0,05.

## Результаты

Помимо остроты зрения, полученные результаты не принадлежат нормальному распределению и представлены в формате Ме [Q25%; Q75%].

Максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) была сравнима в обеих группах во все периоды наблюдения и составляла в среднем  $0,74 \pm 0,14$ . Вместе с тем некорректированная острота зрения (НКОЗ) снизилась в обеих группах на одну неделю в среднем с  $0,67 \pm 0,13$  до  $0,34 \pm 0,12$  после СТЭ и до  $0,63 \pm 0,08$  после НГСЭ. Далее наблюдался недостоверный тренд к её восстановлению, более выраженный после НГСЭ.

Результаты проведенных измерений во все сроки наблюдения представлены в табл. 1-3. После операции все достоверные изменения ( $p < 0,005$ ) происходят в сроки 1 неделя; изменения на 1 и 3 месяца недостоверны. Как после СТЭ, так и после НГСЭ достоверно изменяются ВГД и биомеханические показатели роговицы (динамика отображена на рис. 1), ПЗО (рис. 2), ПК, ширина зрачка и величина роговичного цилиндра. Показатели рефрактометрии (сфера и цилиндр) достоверно меняются только после СТЭ, динамика изменений кераторефракционных параметров представлена на рис. 3-4.

Межгрупповые отличия выявлены на 1 неделе в глубине ПК, через 1 месяц в ПЗО, глубине ПК, R1 и Avg.

## Обсуждение

Обе операции обладают сравнимой гипотензивной эффективностью. После нормализации ВГД в раннем послеоперационном периоде уменьшение ПЗО было более выраженным после НГСЭ, чем после СТЭ, вероятнее всего, из-за применения вискоэластика при СТЭ. Изменения СН и CRF как после СТЭ, так и после НГСЭ соответствуют снижению напряженности фиброзной оболочки глаза вследствие компенсации ВГД. S. Casado получил такие же результаты при сравнении биомеханических показателей глаза после НГСЭ и НГСЭ, переведенной в проникающую операцию: в первом случае, как и в нашей работе, при дальнейшем наблюдении наблюдались статистически недостоверное увеличение значений СН и CRF [18].

Ширина зрачка изменялась симметрично в обеих группах. Глубина передней камеры достоверно различалась в исследуемых группах на 1 неделю и 1 месяц; также в течение 1 месяца, после завершения раннего послеоперационного периода и возможных колебаний ВГД, выявляются остальные различающиеся показатели — общая кривизна роговицы и кривизна роговицы в сильном меридиане.

В обеих группах изначально преобладал прямой астигматизм. После СТЭ он по-прежнему остается преобладающим, после НГСЭ в ряде случаев происходит переход в астигматизм с косыми осями.

На сегодняшний день работ, описывающих изменение рефракции после НГСЭ, опубликовано гораздо меньше, чем исследований, посвященных СТЭ; они также дают противоречивые результаты. По нашим результатам, НГСЭ ассоциируется с меньшим индуцированным астигматизмом: после НГСЭ астигматизм увеличивается в среднем на 0,14 дптр, после СТЭ — на 0,50 дптр. Egrilmez et al. описывают меньший индуцированный прямой астигматизм после НГСЭ, чем после СТЭ (0,62 против 1,06 дптр), а также меньший обратный астигматизм в дальнейшем (0,62 против 1,24 дптр). Однако НГСЭ проводилась вместе с дренажным устройством T-Flux, а в группе было всего 10 пациентов [19]. Corcostegui et al. описывали индуцированный астигматизм после сочетанной процедуры НГСЭ с абсорбируемым имплантатом и фактоэмulsionификации и выявил увеличение астигматизма на 0,5 дптр, что не оказалось статистически значимым [20]. El-Saeid et al. сравнивали рефракционные изменения после усиленных митомидином СТЭ и НГСЭ; в каждой группе было по 60 человек. На 6 месяц после СТЭ астигматизм увеличился на 0,82 дптр, после НГСЭ — на 0,67 дптр [21]. В.В. Нероев с соавт. сравнили изменения после глубокой склерэктомии (15 глаз) и НГСЭ (23 глаза). НГСЭ ассоциировалась с меньшим рефракционным

сдвигом, при этом пиковые изменения наблюдались на 3 день после вмешательства. На 1 и 3 месяца не было выявлено разницы в астигматизме после глубокой склерэктомии и НГСЭ. Также авторы отметили увеличение вертикальной кривизны роговицы в обеих группах; в нашем исследовании уплощение роговицы развилось только после НГСЭ, после СТЭ наблюдалось укручение вертикального меридиана [22].

## Литература

1. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121(11):2081-2090. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013
2. Wang W., He M., Li Z., Huang W. Epidemiological variations and trends in health burden of glaucoma worldwide. *Acta Ophthalmol*. 2019; 97(3):e349-e355. doi:10.1111/aos.14044
3. Terminology and guidelines for glaucoma: European glaucoma society. 4th edition. Savona, Italy. 2014.
4. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей, 3-е издание, исправленное и дополненное. Под ред. Егорова Е.А., Астахова Ю.С., Еричева В.П. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2015. 456 с.
5. Cairns J.E. Trabeculectomy. Preliminary report of a new method. *Am J Ophthalmol*. 1968; 66(4):673-679.
6. Петров С.Ю., Волжанин А.В. Синустрабекулэктомия: история, терминология, техника. *Национальный журнал глаукома*. 2017; 16(2):82-91.
7. Walker W.M., Kanagasundaram C.R. Surgery of the canal of Schlemm. *Trans Ophthalmol Soc UK*. 1964; 84:427-442.
8. Краснов М.М. Синусотомия при глаукоме. *Вестник офтальмологии*. 1964; 80(2):37-41.
9. Федоров С.Н., Козлов В.И., Тимошкина Н.Т., Шарова А.Б., Ерескин Н.Н., Козлова Е.Е. Непроницающая глубокая склерэктомия при открытоугольной глаукоме. *Офтальмохирургия*. 1989; 3-4:52-55.
10. Rulli E., Biagioli E., Riva I., Gambirasio G., De Simone I., Floriani I., Quaranta L. Efficacy and safety of trabeculectomy vs nonpenetrating surgical procedures: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2013; 131(12):1573-1582. doi:10.1001/jamaophthalmol.2013.5059
11. Егоров Е.А., Городничий В.В., Петров С.Ю., Каменских Т.Г. и др. Ранние и отдаленные результаты хирургического лечения глаукомы (результаты многоцентрового исследования стран СНГ). *РМЖ Клиническая офтальмология*. 2017; 17(1):25-34. doi:10.21689/2311-7729-2017-17-1-25-34
12. Kandel H., Khadka J., Goggin M., Pesudovs K. Patient-reported outcomes for assessment of quality of life in refractive error: a systematic review. *Optom Vis Sci*. 2017; 94(12):1102-1119. doi:10.1097/OPX.0000000000001143
13. Lou L., Yao C., Jin Y., Perez V., Ye J. Global patterns in health burden of uncorrected refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57(14):6271-6277. doi:10.1167/iovs.16-20242
14. Hirooka K., Nitta E., Ukegawa K., Tsujikawa A. Vision-related quality of life following glaucoma filtration surgery. *BMC Ophthalmol*. 2017; 17(1):66. doi:10.1186/s12886-017-0466-7
15. Alvani A., Pakravan M., Esfandiari H., Safi S., Yaseri M., Pakravan P. Ocular biometric changes after trabeculectomy. *J Ophthalmic Vis Res*. 2016; 11(3):296-303. doi:10.4103/2008-322X.188399
16. 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
17. Pakravan M., Alvani A., Esfandiari H., Ghahari E., Yaseri M. Post-trabeculectomy ocular biometric changes. *Clin Exp Optom*. 2017; 100(2):128-132. doi:10.1111/cxo.12477
18. Casado A., Cabarga C., Perez-Sarriegui A., Fuentemilla E. Differences in corneal biomechanics in nonpenetrating deep sclerectomy and deep sclerectomy reconverted into trabeculectomy. *J Glaucoma*. 2017; 26(1):15-19. doi:10.1097/IJG.0000000000000538
19. Egrilmez S., Ates H., Nalcaci S., Andac K., Yagci A. Surgically induced corneal refractive change following glaucoma surgery: nonpenetrating trabeculectomy versus trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg*. 2004; 30(6):1232-1239. doi:10.1016/j.jcrs.2003.11.055
20. Corcostegui J., Rebollada G., Munoz-Negrete F.J. Refractive changes after phacoemulsification combined with deep sclerectomy assisted by corneal topography. *J Cataract Refract Surg*. 2004; 30(11):2391-2396. doi:10.1016/j.jcrs.2004.05.012
21. El-Saied H.M., Foad P.H., Eldaly M.A., Abdelhakim M.A. Surgically induced astigmatism following glaucoma surgery in Egyptian patients. *J Glaucoma*. 2014; 23(3):190-193. doi:10.1097/IJG.0000000000000035
22. Нероев В.В., Алиев А.А.-Г., Нурудинов М.М. Сравнительный анализ динамики оптических aberrаций и анатомо-оптических параметров роговицы в хирургии глаукомы. *Российский офтальмологический журнал*. 2017; 11(4):24-28. doi:10.21516/2072-0076-2018-11-4-24-28

## Заключение

НГСЭ является менее травматичным вмешательством, чем СТЭ, и сопровождается меньшим индуцированным рефракционным сдвигом. Тем не менее изменение рефракции может сохраняться в долгосрочном периоде, что следует учитывать при подборе оптической коррекции и расчете интраокулярных линз.

## References

1. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121(11):2081-2090. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013
2. Wang W., He M., Li Z., Huang W. Epidemiological variations and trends in health burden of glaucoma worldwide. *Acta Ophthalmol*. 2019; 97(3):e349-e355. doi:10.1111/aos.14044
3. Terminology and guidelines for glaucoma: European glaucoma society. 4th edition. Savona, Italy. 2014.
4. National guidelines of glaucoma for practicing doctors: 3rd edition, revised and updated. Ed. by Egorov E.A., Astakhov Yu.S., Erichev V.P. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2015. 456 p. (In Russ.).
5. Cairns J.E. Trabeculectomy. Preliminary report of a new method. *Am J Ophthalmol*. 1968; 66(4):673-679.
6. Petrov S.Yu., Volzhanin A.V. Trabeculectomy: history, terminology, technique. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2017; 16(2):82-91. (In Russ.).
7. Walker W.M., Kanagasundaram C.R. Surgery of the canal of Schlemm. *Trans Ophthalmol Soc UK*. 1964; 84:427-442.
8. Krasnov M.M. Sinusotomy in glaucoma. *Vestn oftalmol*. 1964; 80(2):37-41. (In Russ.).
9. Fedorov S.N., Kozlov V.I., Timoshkina N.T., Sharova A.B., Ereskin N.N., Kozlova E.E. Non-penetrating deep sclerectomy in open-angle glaucoma. *Ophthalmosurgery (Russ.)*. 1989(3-4):52-55. (In Russ.).
10. Rulli E., Biagioli E., Riva I., Gambirasio G., De Simone I., Floriani I., Quaranta L. Efficacy and safety of trabeculectomy vs nonpenetrating surgical procedures: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2013; 131(12):1573-1582. doi:10.1001/jamaophthalmol.2013.5059
11. Egorov E.A., Kuroyedov A.V., Gorodnichiy V.V., Petrov S.Yu., Kamenskikh T.G. et al. Early and long-term outcomes of glaucoma surgery: the results of multicenter study of CIS countries. *RMJ Clinical Ophthalmology*. 2017; 17(1):25-34 (In Russ.). doi:10.21689/2311-7729-2017-17-1-25-34
12. Kandel H., Khadka J., Goggin M., Pesudovs K. Patient-reported outcomes for assessment of quality of life in refractive error: a systematic review. *Optom Vis Sci*. 2017; 94(12):1102-1119. doi:10.1097/OPX.0000000000001143
13. Lou L., Yao C., Jin Y., Perez V., Ye J. Global patterns in health burden of uncorrected refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57(14):6271-6277. doi:10.1167/iovs.16-20242
14. Hirooka K., Nitta E., Ukegawa K., Tsujikawa A. Vision-related quality of life following glaucoma filtration surgery. *BMC Ophthalmol*. 2017; 17(1):66. doi:10.1186/s12886-017-0466-7
15. Alvani A., Pakravan M., Esfandiari H., Safi S., Yaseri M., Pakravan P. Ocular biometric changes after trabeculectomy. *J Ophthalmic Vis Res*. 2016; 11(3):296-303. doi:10.4103/2008-322X.188399
16. 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
17. Pakravan M., Alvani A., Esfandiari H., Ghahari E., Yaseri M. Post-trabeculectomy ocular biometric changes. *Clin Exp Optom*. 2017; 100(2):128-132. doi:10.1111/cxo.12477
18. Casado A., Cabarga C., Perez-Sarriegui A., Fuentemilla E. Differences in corneal biomechanics in nonpenetrating deep sclerectomy and deep sclerectomy reconverted into trabeculectomy. *J Glaucoma*. 2017; 26(1):15-19. doi:10.1097/IJG.0000000000000538
19. Egrilmez S., Ates H., Nalcaci S., Andac K., Yagci A. Surgically induced corneal refractive change following glaucoma surgery: nonpenetrating trabeculectomy versus trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg*. 2004; 30(6):1232-1239. doi:10.1016/j.jcrs.2003.11.055
20. Corcostegui J., Rebollada G., Munoz-Negrete F.J. Refractive changes after phacoemulsification combined with deep sclerectomy assisted by corneal topography. *J Cataract Refract Surg*. 2004; 30(11):2391-2396. doi:10.1016/j.jcrs.2004.05.012
21. El-Saied H.M., Foad P.H., Eldaly M.A., Abdelhakim M.A. Surgically induced astigmatism following glaucoma surgery in Egyptian patients. *J Glaucoma*. 2014; 23(3):190-193. doi:10.1097/IJG.0000000000000035
22. Neroev V.V., Aliev A.A., Nurudinov M.M. Comparative analysis of optical aberrations, anatomical and optical parameters of the cornea in glaucoma surgery. *Russian Ophthalmological Journal*. 2017; 11(4):24-28. (In Russ.). doi:10.21516/2072-0076-2018-11-4-24-28

Поступила / Received / 23.03.2020