

## ИЗМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЛАЗА ПОСЛЕ КРУГОВОГО ВДАВЛЕНИЯ СКЛЕРЫ

*С.В. Анкудинова, Л.И. Балашевич*

Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования, Россия  
Санкт-Петербургский филиал ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова  
Росмедтехнологии», Россия

## OPTICAL CHANGES OF THE EYE AFTER ENCIRCLING BUCKLING SURGERY

*S.V. Ankudinova, L.I. Balashevich*

St. Petersburg Medical Academy of Postgraduate Studies, Russia  
The S.N. Fyodorov Federal State Institution «Eye Microsurgery Complex», St. Petersburg, Russia

© С.В. Анкудинова, Л.И. Балашевич, 2011

**Цель:** исследовать изменения оптических элементов глаза. **Материалы и методы:** обследовано 36 пациентов (36 глаз с отслойкой сетчатки и 36 здоровых глаз). У всех пациентов были определены основные анатомо-топографические соотношения оптических элементов глаза и уровень аберраций высшего порядка роговицы и глаза в целом. **Результаты:** мы наблюдали статистически значимые изменения формы роговицы на периферии, передне-задней оси глаза, аберрациях высших порядков как роговицы, так всего глаза в целом. **Выводы:** Круговое вдавление склеры вызывает увеличение передне-задней оси глаза за счет заднего отрезка глаза, что приводит к миопическому сдвигу рефракции и нивелированию сферических аберраций высшего порядка по типу Z (4,0). Из-за изменений периферии передней поверхности роговицы возникает неправильный астигматизм, увеличиваются роговичные аберрации высшего порядка, в частности, по типу квадрифола, и, как следствие, увеличивается общий уровень аберраций высшего порядка.

**Ключевые слова:** круговое вдавление склеры, оптическая система глаза.

**Purpose:** To determine the optical changes of the eye after encircling surgery.

**Materials and methods:** 36 consecutive eyes (36 patients) with retinal detachment and 36 healthy eyes of the same patients were observed. Corneal topography changes, changes of corneal shape, higher order aberrations of anterior and posterior surface of the cornea, anterior chamber morphometry and axial values were evaluated preoperatively and at 2 weeks postoperatively. **Results:** In encircling group we observed statistically meaningful changes in peripheral curvature of the anterior corneal surface, axial length of the eye, higher order spherical aberrations both total and corneal. **Conclusions:** Encircling buckling causes axial elongation of the eye due to posterior pole elongation, the leads to myopic shift and reduction of spherical higher order aberrations Z (4,0). Peripheral anterior surface corneal changes causes irregular astigmatism and induced higher order aberrations.

**Key words:** encircling scleral buckling, refractive errors.

Одним из методов лечения ретинальной отслойки сетчатки является круговое вдавление склеры. Эта операция вызывает нарушение геометрии глазного яблока, включая изменения формы роговицы, и приводит к удлинению передне-задней оси глаза [1–4]. Изменение анатомо-топографического соотношения структур глаза может вызывать оптические погрешности, снижающие зрительные функции пациента после операции (Randleman J.B., 2004) [5]. Давно известны грубые оптические погрешности, индуцированные этим типом операции, такие как сдвиг рефракции в сторону миопии и возникновение индуцированного астигматизма. Однако мало изучены труднодиагно-

стируемые оптические погрешности, такие как индуцированный неправильный астигматизм и аберрации высшего порядка во взаимосвязи с анатомо-топографическими изменениями, которые претерпевает оптическая система глаза после операции.

**Материалы и методы.** Материалом для исследования послужило наблюдение за 36 пациентами (72 глаза) с ретинальной отслойкой сетчатки, которым была проведена операция круговое вдавление склеры в Санкт-Петербургском филиале ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова. Операция осуществлялась при помощи силиконового жгута диаметром 2 мм. Среди обследованных было 10 мужчин

и 26 женщин. Возраст пациентов варьировал от 23 до 68 лет, средний возраст составил  $46,3 \pm 3,1$  лет. Пациенты были прооперированы врачами одной хирургической бригады. Все исследования выполнены после информированного согласия больных и в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации (2000 г.). В качестве контрольной группы исследовался парный здоровый глаз пациентов.

Исследование проводилось на приборах «Pentacam» фирмы «Oculus», кератотопографе TMS-3 фирмы «Tomey», оптическом когерентном томографе Visante OCT, анализаторе волнового фронта WASCA фирмы «Carl Zeiss-Meditec». Проведен анализ показателей, характеризующих переднюю и заднюю поверхность роговицы, ее толщину и объем; проанализирована кератотопографическая картина роговицы; измерены анатомо-топографические взаимоотношения структур передней камеры глаза. Также исследованы общие и роговичные аберрации высшего порядка. Проведено измерение аксиальных размеров глаза и его структур (передне-задняя ось глаза, величина хрусталика, глубина передней камеры). Макула прилежала до операции у 11 пациентов, у этих пациентов до опера-

ции было возможным получить качественные aberromетрические данные до операции на глазу с отслойкой сетчатки, у других пациентов дооперационный aberromетрический профиль был взят как равный на здоровом глазу. Статистических различий между aberromетрическими данными, полученными на глазах с отслоенной сетчаткой и на здоровых глазах до операции, не было. Исследование проводилось до операции и через 2 недели после операции.

Статистическую обработку результатов исследования проводили, вычисляя среднее арифметическое значение ( $M$ ), ошибку среднего арифметического значения ( $m$ ), и представляли в виде  $M \pm m$ . Различия между группами оценивали с помощью критерия Вилкоксона, достоверными считались результаты при  $p < 0,05$ . Различия между дооперационными и послеоперационными показателями оценивали при помощи критерия Манна – Уитни, достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** До операции острота зрения глаза с отслойкой сетчатки варьировала от 0,04 до 1,2, результаты представлены в таблице 1. Статистических различий между остротой зрения до и после операции не наблюдалось.

Таблица 1

### Острота зрения до и после кругового вдавления склеры

| Острота зрения с коррекцией |                |                                          |                        |                                          |
|-----------------------------|----------------|------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|
| Среднее значение (SD)       |                | Ухудшилась на 2 строчки и более<br>n (%) | Не изменилась<br>n (%) | Улучшилась на 2 строчки и более<br>n (%) |
| до операции                 | после операции |                                          |                        |                                          |
| 0,39 (0,39)                 | 0,36 (0,25)    | 11 (30,6%)                               | 13 (36,1%)             | 12 (33,3%)                               |

Среди пациентов, у которых до операции макула прилежала, острота зрения с коррекцией после операции снизилась с  $0,91 \pm 0,03$  до  $0,6 \pm 0,08$ . Острота зрения с коррекцией снизилась на 2 и более строчек у 10 пациентов из 11, и осталась равной 1,0 только у одного пациента.

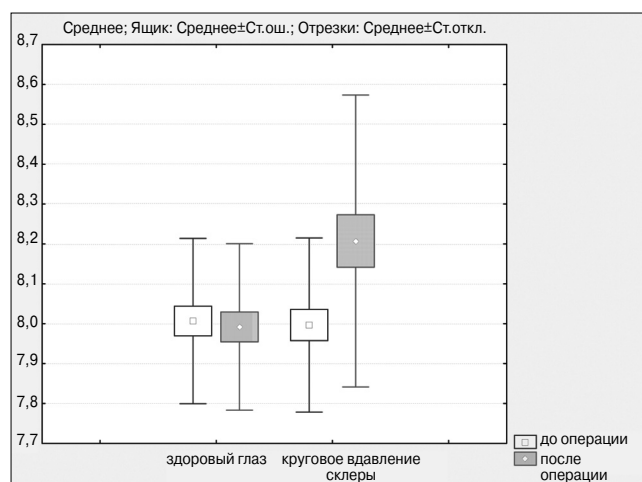
После операции наблюдалось изменение рефракции в сторону миопии на 1 дптр и более у 17 пациентов (47,2%,  $p < 0,05$ ) и на 3 дптр и более у 7 пациентов (19,4%); в среднем, сдвиг рефракции в сторону миопии составил  $1,1 \pm 0,24$  дптр, среднее значение индуцированного миопического астигматизма составило  $0,35 \pm 0,12$  дптр. На парном здоровом глазу изменений не было.

Изменения формы роговицы затронули в основном ее периферическую часть: увеличился периферический радиус кривизны передней

поверхности роговицы и уменьшилось значение индекса асферичности роговицы  $Q$  (рис.).

У четырех пациентов (12,9%) радиус кривизны передней поверхности роговицы увеличился более чем на 0,5 мм. При этом, изменения были характерны только для передней поверхности роговицы.

У четырех пациентов (12,9%) радиус кривизны передней поверхности роговицы увеличился более чем на 0,5 мм. При этом изменения были характерны больше для передней поверхности роговицы, KPD-фактор, характеризующий вклад задней поверхности роговицы в общую рефракционную картину роговицы, не изменился. Толщина роговицы в центре не изменилась и после операции составила  $562,4 \pm 5,28$  для здорового глаза и  $566,4 \pm 6,06$  для прооперированного.



Изменения периферического радиуса кривизны передней поверхности роговицы

Кератотопографическое исследование показало, что операция привела к возникновению индуцированного неправильного астигматизма: изменились индексы неправильного астигматизма IAI и индекс асимметрии поверхности SAI (табл. 2.). Другие кератотопографические показатели, в том числе показатель симулиро-

ванного кератометрического цилиндра CYL, не изменились.

Величина передне-задней оси глаза после операции возросла с  $24,85 \pm 0,24$  до  $25,5 \pm 0,23$  мм. Изменений размеров хрусталика выявлено не было. После операции кругового вдавления склеры во время оптической когерентной томографии было выявлено полное закрытие угла передней камеры глаза (при обследовании в условиях медикаментозного мидриаза) у одного пациента, которое сопровождалось повышением внутриглазного давления до 28 мм рт. ст., значения глубины передней камеры уменьшились после операции с  $3,05 \pm 0,07$  до  $2,92 \pm 0,06$  мм, однако статистическими методами достоверного уменьшения глубины передней камеры глаза выявить не удалось.

Перечисленные выше структурные изменения сопровождались изменениями aberрометрической картины глаза. После кругового вдавления склеры мы наблюдали появление индуцированных aberраций высшего порядка, в частности, сферические aberрации Z (4,0) (табл. 3.).

Таблица 2

#### Изменения кератотопографических показателей после кругового вдавления склеры

| Показатели                                 | Здоровый глаз   | Круговое вдавление склеры |                        |
|--------------------------------------------|-----------------|---------------------------|------------------------|
|                                            |                 | до операции               | после операции         |
|                                            | M±m             | M±m                       | M±m                    |
| Индекс асимметрии поверхности роговицы SAI | $0,4 \pm 0,04$  | $0,45 \pm 0,04$           | $0,64 \pm 0,07^{*,**}$ |
| Индекс неправильного астигматизма IAI      | $0,44 \pm 0,01$ | $0,45 \pm 0,01$           | $0,5 \pm 0,02^{*,**}$  |

*Примечание:* \* – статистические различия между показателями на здоровых глазах и показателями на глазах после кругового вдавления склеры  $p < 0,05$ ; \*\* – статистические различия между показателями до и после кругового вдавления склеры.

Таблица 3

#### Изменение aberрометрических показателей после кругового вдавления склеры

| Показатели | Здоровый глаз    | Круговое вдавление склеры |                       |
|------------|------------------|---------------------------|-----------------------|
|            |                  | до операции               | после операции        |
|            | M±m              | M±m                       | M±m                   |
| PV OPD     | $20,1 \pm 3,1$   | $17,04 \pm 3,24$          | $19,17 \pm 3,33$      |
| RMS OPD    | $5,17 \pm 0,88$  | $4,38 \pm 0,9$            | $4,97 \pm 0,94^{**}$  |
| PV OPD HO  | $2,31 \pm 0,31$  | $1,58 \pm 0,38$           | $2,5 \pm 0,37^{**}$   |
| RMS OPD HO | $0,31 \pm 0,03$  | $0,27 \pm 0,03$           | $0,36 \pm 0,04^{**}$  |
| Sph        | $-3,9 \pm 0,93$  | $-3,49 \pm 0,86$          | $-4,2 \pm 0,95^{**}$  |
| Z (4,0)    | $-0,24 \pm 0,07$ | $-0,21 \pm 0,06$          | $-0,13 \pm 0,07^{**}$ |

*Примечание:* \*\*  $p < 0,05$ .

Количество роговичных aberrаций высшего порядка также возросло с  $1,17 \pm 0,12$  до  $1,96 \pm 0,19$ . На здоровых глазах и до, и после операции значение показателя  $Z(4,4)$  передней поверхности роговицы не превышало 0,2. На прооперированном глазу после операции значения  $Z(4,4)$  превысили эту отметку у 9 пациентов (29%), при этом у трех пациентов значения  $Z(4,4)$  были 0,5 и выше. Увеличение сферических aberrаций высших порядков также было отмечено и для задней поверхности роговицы: уровень aberrаций  $Z(4,4)$  увеличился с  $0,29 \pm 0,06$  до  $0,56 \pm 0,15$ . При этом у пациента, острота зрения которого соответствовала 1,0 до операции и сохранилась 1,0 после операции, незначительно уменьшилось отрицательное значение сферических aberrаций  $Z(4,4)$  передней поверхности роговицы и уменьшилось значение  $Z(4,4)$  задней поверхности роговицы с показателя, равного 1,117, что превышало нормальное значение ( $0,17 \pm 0,08$ ), до 0,86. Только у этого пациента наблюдалось высокое внутриглазное давление до операции (30 мм рт. ст.). У двух пациентов до операции внутриглазное давление до операции было 24 мм рт. ст. и отличалось от показателей здорового глаза (в одном случае на 7, в другом случае на 5 мм рт. ст.). И в том, и в другом случае после операции не наблюдалось увеличения сферических aberrаций  $Z(4,4)$ .

**Обсуждение.** Изменение передне-задней оси глаза после кругового вдавления склеры изучалось различными авторами с 1970-х гг. Так, Э.Б. Коваль (1976), Dyszynska-Rosciszewska, Szreterova (1972) наблюдали укорочение глазного яблока, Szczypinski (1974), Flament (1975), Dominguez (1977), Burton (1977), А.А. Юмашева с соавт. (1979) показали, что после хирургического лечения отслойки сетчатки увеличивается передне-задняя ось глаза. Различие в данных связано, прежде всего, с различной техникой хирургических операций, различной величиной и свойствами материала, которыми выполнялось круговое вдавление склеры.

Хотя статистически нам не удалось выявить уменьшение глубины передней камеры, Fiore J.V., Newton J.C. (1970), Hartley R.E., Marsh R.J. (1973), а также современные исследования Fleur Goezzine с соавт. (2010) показали, что после экстрасклеральных вмешательств происходит уменьшение глубины передней камеры. T.R. Smith (1967) обнаружил закрытие угла передней камеры у 4% пациентов из 1000 прооперированных. Отсутствие статистических различий между группами может быть связано с тем, что

все исследования проводились в условиях медиокаментозного мидриаза, и вариация в значении величины угла, таким образом, была снижена.

Согласно исследованию Azar-Arevalo O. и Arevalo J.F. (2001), циркулярж вызывает как одностороннее увеличение центральной кривизны, так и сочетание увеличения кривизны и уплощения ее в противоположных областях [2]. Однако, по нашим данным, изменения кривизны роговицы были более выражены на периферии, хотя в большинстве случаев и сопровождались изменениями центральной зоны. Ранее исследований, изучающих заднюю поверхность роговицы после кругового вдавления склеры не проводилось, и наше исследование показало, что основную роль в развитии индуцированных оптических погрешностей роговицы играет ее передняя поверхность.

Уменьшение отрицательного значения сферических aberrаций высших порядков связано с увеличением миопической рефракции глаза после операции. Ранее было выявлено, что для эметропов характерно значение  $Z(4,0)$  –  $0,23 \pm 0,21$ , для миопов –  $0,08 \pm 0,29$  (Балашевич Л.И., Качанов А.Б., 2008). Отсутствие изменения роговичных сферических aberrаций высшего порядка  $Z(4,0)$  также подтверждает это наблюдение.

Увеличение роговичных aberrаций высшего порядка, в особенности aberrаций по типу квадрифола, отразилось на увеличении aberrаций высшего порядка всего глаза, однако среди aberrаций высшего порядка глаза увеличение aberrаций по типу квадрифола выявить не удалось. F. Okamoto с соавт. (2008) в своем исследовании определил увеличение aberrаций высшего порядка после кругового вдавления склеры коматоподобных и сфероподобных до  $0,385 \pm 0,267$  и  $0,271 \pm 0,156$  соответственно, что сравнимо с увеличением aberrаций высших порядков после катарактальной хирургии, но меньше, чем после эксимерлазерной рефракционной хирургии. Он также выявил корреляцию между роговичными aberrациями и aberrациями глаза; в нашем исследовании эта корреляция также прослеживалась ( $r = 0,54$ ,  $p < 0,01$ ).

**Выводы.** Круговое вдавление склеры вызывает увеличение передне-задней оси глаза за счет заднего отрезка глаза, что приводит к миопическому сдвигу рефракции, в результате чего нивелируются сферические aberrации высшего порядка по типу  $Z(4,0)$ .

Изменение роговицы после кругового вдавления склеры затрагивает как переднюю, так и

заднюю ее поверхность, но более выраженные изменения наблюдаются на передней поверхности роговицы: увеличивается радиус кривизны передней поверхности роговицы на периферии, что приводит к возникновению неправильного астигматизма, реже – правильного астигматизма, увеличению роговичных аберраций высшего порядка, в частности, по типу квадрифоля, и, как следствие, увеличивается общий уровень аберраций высшего порядка.

### Литература

1. *Балашевич, Л.И.* Изменение визометрических показателей после экстрасклеральных вмешательств / Л.И. Балашевич [и др.] // Лазерная рефракционная и интраокулярная хирургия : сборник материалов – М., 2002 – С. 83.
2. *Azar-Arevalo, O.* Corneal topography changes after vitreoretinal surgery / O. Azar-Arevalo, J.F. Arevalo // *Ophthalmic Surg Lasers.* – 2001. – Vol. 32. – N. 2. – P. 168–172.
3. *Smiddy, W.E.* Refractive changes after scleral buckling surgery / W.E. Smiddy [et al.] // *Arch Ophthalmol.* – 1989. – Vol. 107. – N. 10. – P. 1469–1471.
4. *Okamoto, F.* Changes in Higher-Order Aberrations after Scleral Buckling Surgery for Rhegmatogenous Retinal Detachment / F. Okamoto [et al.] // *Ophthalmology.* – 2008. – Vol. 115, N. 7. – P. 2016–2021.
5. *Randleman, J.B.* Refractive changes after posterior segment surgery. / J.B. Randleman, S.M. Hewitt, R.D. Stulting // *Ophthalmol Clin North Am.* – 2004. – Vol. 17, N. 4. – P. 521–526, v-vi.
6. *Dyszynska-Rosciszewska, Br.* Badania ultradźwiękowe chorych z odwarstwieniem siatkówki / Br. Dyszynska-Rosciszewska, M. Szreterowa // *Klin. Oczna.* – 1972, – Vol. 42. – P. 37–44.
7. *Flament, J.* Influence biometrique respective et comparative de quelques techniques de la chirurgie chorio-retinienne / J. Flament, J.P. Gerhard // *Bibl. Ophthalm.* – 1975. – Vol. 83. – P. 328–336.
8. *Dominguez, A.* Ultrasonic control of ocular dimensions and surgical indentations in retinal detachment / A. Dominguez // *Mod Probl Ophthalmol.* – 1977. – Vol. 18. – P. 77–81.
9. *Юмашева, А.А.* Биометрические и морфометрические изменения глаз при циркулярных различных материалами / А.А. Юмашева, В.В. Вит, С.В. Филатов // *Офтальмологический журнал.* – 1979. – № 1. – С. 45–49.
10. *Fiore, J.V.* Anterior segment changes following the scleral buckling procedure / J.V. Fiore, J.C. Newton // *Arch Ophthalmol.* – 1970. – Vol. 84. – N. 3. – P. 284–287.
11. *Hartley, R.E.* Anterior chamber depth changes after retinal detachment / R.E. Hartley, R.J. Marsh // *Br J Ophthalmol.* – 1973. – Vol 57, N8. – P. 546–550.
12. *Балашевич, Л.И.* Клиническая корнеотопография и абберометрия / Л.И. Балашевич, А.Б. Качанов. – М. : 2008. – С. 146–147.

---

*Анкудинова Светлана Викторовна*  
Тел./факс (812)771-34-20  
ankudinova@bk.ru