

УДК 617.7-007.681-089:615.849.19

# Влияние лазерной иридэктомии на анатомо-функциональные показатели при первичной закрытоугольной глаукоме с относительным зрачковым блоком

Даниленко О.В., аспирант;

Большунов А.В., д.м.н., профессор, руководитель научно-исследовательской лаборатории новых лазерных технологий;

Ильина Т.С., к.м.н., старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории новых лазерных технологий.

ФГБУ «НИИ глазных болезней» РАМН, 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11 А, Б.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

## Резюме

**ЦЕЛЬ.** Изучить влияние лазерной иридэктомии на анатомо-топографические и функциональные показатели при первичной закрытоугольной глаукоме с относительным зрачковым блоком.

**МЕТОДЫ.** Обследовали 20 пациентов (34 глаза) с первичной закрытоугольной глаукомой (ПЗУГ) и относительным зрачковым блоком: 1-я стадия — 28 глаз, 2-я — 3 глаза, 3-я — 3 глаза. Офтальмологическое обследование включало визометрию, биомикроскопию, гониоскопию, тонометрию, периметрию, ультразвуковую биометрию. Всем пациентам выполняли одномоментную лазерную иридэктомию (ЛИРЭ) с использованием излучения Nd:YAG лазера SYL-9000 Premio («LightMed», Taiwan). Для исследования глубины и объема передней камеры глаза использовали Pentacam HR («Oculus», Germany). Для исследования анатомо-топографического взаимоотношения структур угла передней камеры и иридоцилиарной зоны проводили ультразвуковую биомикроскопию (УБМ) с использованием прибора UBM Hi-scan («Optikon», Italy). Измеряли следующие параметры: глубину передней камеры, угол передней камеры (УПК), дистанцию «трабекула – радужка» 500 мкм, дистанцию «трабекула – цилиарные отростки», дистанцию «радужка – цилиарные отростки», площадь сечения задней камеры. Исследование вязко-эластических свойств фиброзной оболочки глаза и внутриглазного давления (ВГД) выполняли с помощью динамической двунаправленной пневмоаппланации роговицы Ocular Response Analyser («Reichert», США).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Профилактическая ЛИРЭ у пациентов с относительным зрачковым блоком при ПЗУГ приводит к увеличению объема передней камеры в среднем на 19,57 мм<sup>3</sup> и практически не влияет на изменение ее

глубины. По данным УБМ, во всех случаях после ЛИРЭ отмечали увеличение УПК с височной стороны в среднем на 17,49°, с носовой — на 16,52°; дистанция «трабекула – радужка» увеличилась в среднем на 0,21 мкм с височной и на 0,18 мкм с носовой стороны; дистанция «трабекула – цилиарные отростки» в среднем увеличилась на 0,09 мкм с височной и на 0,07 мкм с носовой стороны; дистанция «радужка – цилиарные отростки» уменьшилась в среднем на 0,08 мкм с височной и на 0,12 мкм с носовой стороны. После ЛИРЭ площадь сечения задней камеры уменьшилась на 0,25 мм<sup>2</sup> с височной и на 0,27 мм<sup>2</sup> с носовой стороны. ЛИРЭ приводит к снижению ВГД в среднем на 3,29 мм рт.ст.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Выявленные методом УБМ специфические анатомо-топографические соотношения структур иридоцилиарной зоны, присущие относительному зрачковому блоку при ПЗУГ, и их изменение после проведения профилактической ЛИРЭ: открытие УПК передней камеры и увеличение дистанции «трабекула – радужка», уменьшение дистанции «радужка – цилиарные отростки» и площади задней камеры — позволяют объяснить увеличение объема передней камеры при сохранении исходного значения ее глубины. Профилактическая ЛИРЭ, выполненная при относительном зрачковом блоке у пациентов с ПЗУГ, приводит к улучшению функционального пространства структур иридоцилиарной зоны и к снижению ВГД.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** первичная закрытоугольная глаукома, относительный зрачковый блок, лазерная иридэктомию, анатомо-топографические и функциональные показатели, ультразвуковая биомикроскопия, внутриглазное давление, вязкоэластические свойства фиброзной оболочки.

## Для контактов:

Даниленко Ольга Викторовна, e-mail: [olga02051983@mail.ru](mailto:olga02051983@mail.ru)

## ENGLISH

## LASER IRIDECTOMY INFLUENCE ON ANATOMICAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS IN PRIMARY ANGLE-CLOSURE GLAUCOMA AND RELATIVE PUPILLARY BLOCK

DANILENKO O.V., postgraduate<sup>1</sup>;

BOL'SHUNOV A.V., Med.Sc.D., Professor, Head of Research Laboratory of New Laser Technologies<sup>1</sup>;

IL'INA T.S., Ph.D., Senior Research Associate of Research Laboratory of New Laser Technologies<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of Eye Diseases of the Russian Academy of Medical Sciences, 11 Rossolimo st., Moscow, Russian Federation, 119021.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

### Abstract

**PURPOSE:** To research the effect of laser peripheral iridectomy (LPI) on anatomical, topographical and functional indicators in primary angle-closure glaucoma with relative pupillary block.

**METHODS:** We examined 20 patients (34 eyes) with primary angle-closure glaucoma (PACG) and relative pupillary block. Stages of glaucoma: I — 28 eyes, II — 3 eyes and III — 3 eyes. Ophthalmologic examination included visometry, biomicroscopy, gonioscopy, tonometry, perimetry, ophthalmoscopy, ultrasound biometry. All patients underwent a single-stage LPI with the use of laser Nd:YAG SYL-9000 Premio ("LightMed", Taiwan). To investigate the depth and volume of the anterior chamber we used Pentacam HR ("Oculus", Germany). To investigate anatomic and topographic relationships of anterior chamber angle and iridociliary zone structures we used ultrasound biomicroscopy (UBM) on UBM Hi-scan ("Optikon", Italy). Obtained measurements included the anterior chamber depth (ACD), trabecular-iris angle (TIA), trabecular-iris distance at 500 micrometers (TID), trabecular-ciliary process distance (TCPD), iris-ciliary processes distance (ICPD), cross-sectional area posterior chamber. We measured viscoelastic properties of the corneal scleral capsule of the eye and intraocular pressure with Ocular Response Analyzer ("Reichert", США).

**RESULTS:** LPI in patients with relative pupillary block in PACG leads to an increase in anterior chamber volume

by 19.57 mm<sup>3</sup> on average and practically doesn't change its depth. According to UBM an increase in the TIA was noted in all cases after LPI, on average by 17.49° temporally, and 16.52° nasally; TID increased on average by 0.21 microns from the temporal and 0.18 microns from the nasal side; TCPD increased on average by 0.09 microns from the temporal and 0.07 microns from the nasal side; ICPD decreased on average by 0.08 microns from the temporal and 0.12 microns from the nasal side. After LPI posterior chamber cross-sectional area decreased by 0.25 mm<sup>2</sup> temporally and 0.27 mm<sup>2</sup> nasally. LPI lead to intraocular pressure lowering of 3.29 mm Hg on average.

**CONCLUSION:** UBM revealed specific anatomic and topographic features of the iridociliary zone structures, inherent relative pupillary block in PACG, and their change after LPI. Increase of TIA and TID values, decrease of ICPD and the posterior chamber cross-sectional area values explain the increase in anterior chamber volume and the invariance of its depth reference value. LPI carried out in at patients with PACG and relative pupillary block, leads to an improvement of the functional space of the iridociliary zone structures and a decrease in perfusion pressure.

**KEYWORDS:** primary angle-closure glaucoma, relative pupillary block, laser iridectomy, anatomic, topographic and functional parameters, ultrasound biomicroscopy, intraocular pressure, viscoelastic properties of the fibrous tunic of the eye.

Цель настоящего исследования — изучение особенностей анатомо-топографических и функциональных показателей у пациентов с первичной закрытоугольной глаукомой (ПЗУГ) и относительным зрачковым блоком после проведения лазерной иридэктомии (ЛИРЭ).

### Материалы и методы

Под наблюдением находились 20 пациентов (34 глаза) в возрасте от 46 до 76 лет (средний возраст 66,3 года) с ПЗУГ и относительным зрачковым блоком. По стадиям заболевания выделяли:

начальную — 28 глаз, развитую — 3 глаза и далекозашедшую — 3 глаза. Корригированная острота зрения до ЛИРЭ в среднем составила  $0,79 \pm 0,27$ . При гониоскопии угол передней камеры был закрыт без визуализации его структур (31 глаз) или имел узкий неравномерный профиль (3 глаза), 0-I степень открытия по Shaffer. В 2 случаях отмечали отек роговицы. Коррекцию медикаментозного режима перед проведением ЛИРЭ не проводили.

Всем пациентам выполняли одномоментную лазерную иридэктомию с использованием излучения Nd:YAG лазера SYL-9000 Premio («LightMed», Taiwan) на длине волны 1064 нм с энергией в импульсе

Параметры передней камеры до и после ЛИРЭ (по данным Pentacam HR)

Параметры	До ЛИРЭ	После ЛИРЭ		
		через 1 нед.	через 1 мес.	через 3 мес.
Глубина передней камеры, мм (min-max)	1,89±0,32 (1,31-2,36)	1,90±0,3 (1,37-2,36)	1,91±0,31 (1,36-2,39)	1,91±0,31 (1,34-2,39)
Объем передней камеры, мм <sup>3</sup> (min-max)	73,58±18,92 (37-111)	89,56±18,31 (45-129)	93,15±19,43 (51-136)	93,64±19,58 (54-134)

0,2-10 мДж, длительностью 4 нс и диаметре светового пятна в фокальной плоскости системы наведения щелевой лампы 8 мкм.

В исследование не включали глаза, перенесшие операции, травму, воспалительные заболевания, а также клинически диагностируемую набухающую катаракту, т. к. всё перечисленное могло быть ведущей причиной изменения анатомо-топографических параметров.

Использовали стандартные методы обследования, включавшие визометрию, биомикроскопию, гониоскопию, тонометрию, периметрию, ультразвуковую биометрию. Для исследования глубины и объема передней камеры глаза использовали Pentacam HR («Oculus», Germany).

Для исследования анатомо-топографического взаимоотношения структур угла передней камеры и иридоцилиарной зоны проводили ультразвуковую биомикроскопию (УБМ) с использованием прибора UBM Hi-scan («Ortikon», Italy). Исследование выполняли до и через 1 месяц после ЛИРЭ при комнатном освещении по методике, описанной С. J. Pavlin, по меридианам 3 и 9 ч [1, 2].

Исследовали следующие параметры.

1. Глубину передней камеры (мм) измеряли по перпендикуляру от эндотелия роговицы в центральной зоне до передней поверхности хрусталика.

2. Измеряли угол передней камеры (в градусах), образованный пересечением линии, проходящей по касательной к эндотелию роговицы в зоне трабекулы, и линии, проходящей по передней поверхности радужки.

3. Дистанцию «трабекула – радужка» (мм) определяли по перпендикуляру от эндотелия роговицы до передней поверхности радужки на расстоянии 500 мкм от склеральной шпоры.

4. Дистанцию «трабекула – цилиарные отростки» (мм) измеряли по перпендикуляру от эндотелия роговицы через радужку в 500 мкм от склеральной шпоры.

5. Дистанцию «радужка – цилиарные отростки» определяли от задней поверхности радужки по продолжению перпендикуляра от эндотелия роговицы через радужку в 500 мкм от склеральной шпоры.

6. Площадь сечения задней камеры (мм<sup>2</sup>) определяли, используя тип измерения «зона».

Исследование вязкоэластических свойств фиброзной оболочки глаза и внутриглазного давления (ВГД) с помощью динамической двунаправленной аппланации роговицы выполняли на приборе Ocular Response Analyzer (ORA) («Reichert», США). Оценивали стандартные показатели: тонометрические (близкий к тонометрии по Гольдману — IOPg и так называемое роговично-компенсированное ВГД — IOPcc), а также два параметра, отражающих биомеханические свойства роговицы — фактор резистентности роговицы (CRF), характеризующий ее упругие свойства, и роговичный гистерезис (CH), который отражает способность роговицы поглощать энергию воздушного импульса. Измерение центральной толщины роговицы проводили с помощью встроенного в биомеханический анализатор ультразвукового пахиметра с рабочей частотой 20 МГц.

## Результаты

Длина оптической оси глаза в группе наблюдения колебалась от 20,2 до 23,44 мм, в среднем составляя  $22,31 \pm 0,89$  мм. Толщина хрусталика колебалась в пределах от 4,2 до 5,5 мм, в среднем составила  $4,9 \pm 0,38$  мм.

В ходе исследования с помощью Pentacam HR были выявлены изменения параметров после ЛИРЭ в группе наблюдения (табл. 1). Исследование проводили до, через 1 нед., 1 и 3 мес. после ЛИРЭ. Глубина передней камеры до ЛИРЭ в среднем составила  $1,89 \pm 0,32$  мм. Через 1 нед. наблюдения глубина ПК в среднем увеличилась на 0,01 мм, через 1 и 3 мес. — в среднем на 0,02 мм от исходного значения. На рис. 1 представлена зависимость изменения глубины ПК от исходного значения через 1 мес. после ЛИРЭ. Отмечено незначительное увеличение, уменьшение или сохранение исходной глубины передней камеры после ЛИРЭ. В группе наблюдения уменьшение глубины передней камеры отмечали в глазах с изначально большей глубиной ПК.

Объем передней камеры до ЛИРЭ в среднем составил  $73,58 \pm 18,92$  мм<sup>3</sup>. Через 1 нед. после ЛИРЭ во всех случаях отмечали увеличение объема передней камеры в среднем на  $15,98$  мм<sup>3</sup>. Через 1 мес. наблюдения данный показатель в среднем составил  $19,57$  мм<sup>3</sup>, через 3 мес. —  $20,06$  мм<sup>3</sup>. Окончательное

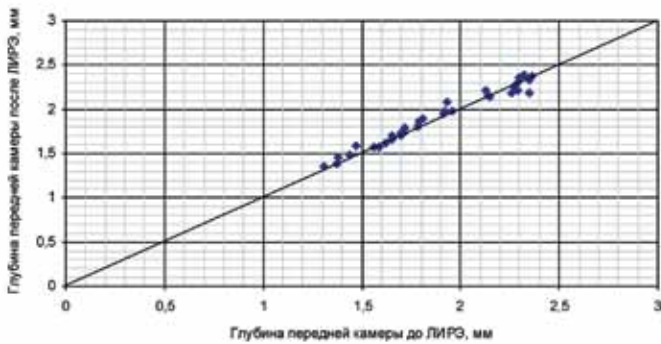


Рис. 1. Глубина передней камеры до и через 1 мес. после ЛИРЭ (по данным Pentacam HR)

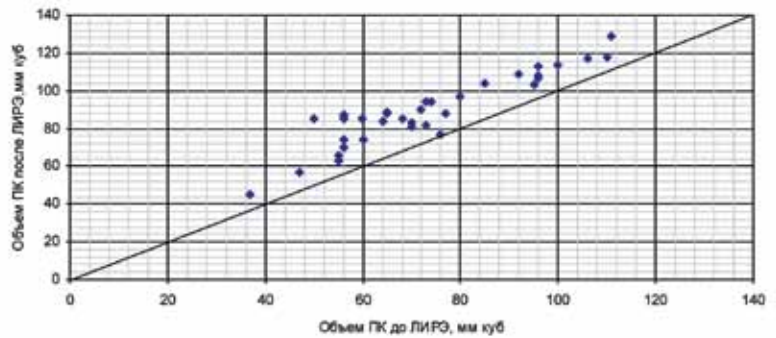


Рис. 2. Объем передней камеры до и через 1 мес. после ЛИРЭ (по данным Pentacam HR)



Рис. 3. УБМ изображение относительного зрачкового блока до ЛИРЭ. УПК закрыт с отсутствием дистанции «трабекула – радужка». Дистанция «радужка – цилиарные отростки» увеличена и составляет 0,4 мм



Рис. 4. УБМ изображение относительного зрачкового блока после ЛИРЭ. УПК открылся до  $12,9^\circ$ , дистанция «трабекула – радужка» увеличилась до 0,23 мм

становление объема ПК отмечали к 1 мес. наблюдения после ЛИРЭ, в дальнейшем — колебание данного показателя. На рис. 2 представлена зависимость изменения объема передней камеры от исходных данных через 1 мес. после ЛИРЭ, во всех случаях отмечали увеличение объема передней камеры.

На сканограммах УБМ до ЛИРЭ отмечалось закрытие УПК и исчезновение или уменьшение дистанции «трабекула – радужка», проминенция преимущественно прикорневой зоны радужки, сохранность треугольной формы задней камеры, что свидетельствовало о наличии относительного зрачкового блока (рис. 3).

На сканограммах УБМ после ЛИРЭ отмечалось уплощение прикорневой зоны радужки с открытием угла передней камеры и уменьшением площади сечения задней камеры (рис. 4).

Результаты изменения угловых и линейных параметров по данным УБМ представлены в табл. 2. При анализе изменений взаимного соотношения внутриглазных структур переднего отрезка глаза глубина передней камеры увеличилась с 1,95 мм

до 2,03 мм. УПК с височной стороны в среднем составил  $3,66^\circ$ , с носовой —  $3,07^\circ$ . Во всех случаях после ЛИРЭ отмечали увеличение УПК, с височной стороны в среднем на  $17,49^\circ$  и на  $16,52^\circ$  — с носовой. Как видно из представленной табл. 2, после проведения ЛИРЭ дистанция «трабекула – радужка» увеличилась в среднем на 0,21 мкм с височной стороны, на 0,18 мкм — с носовой стороны. Дистанция «трабекула – цилиарные отростки» в среднем увеличилась на 0,09 мкм с височной стороны и на 0,07 мкм — с носовой стороны. В то же время после ЛИРЭ наблюдали уменьшение параметра дистанция «радужка – цилиарные отростки» в среднем на 0,08 мкм с височной стороны и на 0,12 мкм — с носовой стороны. Площадь сечения задней камеры с височной стороны до ЛИРЭ в среднем составила 0,78 мм<sup>2</sup>, с носовой — 0,8 мм<sup>2</sup>. После ЛИРЭ данный показатель в среднем уменьшился с височной стороны на 0,25 мм<sup>2</sup>, с носовой — на 0,27 мм<sup>2</sup>.

Открытие угла передней камеры, увеличение дистанций «трабекула – радужка» и «трабекула – цилиарные отростки», уменьшение дистанции «радужка –

Угловые и линейные параметры до и после ЛИРЭ (по данным УБМ)

Параметры	До ЛИРЭ		После ЛИРЭ	
	с височной стороны	с носовой стороны	с височной стороны	с носочной стороны
Угол передней камеры, град (min-max)	3,66±4,8 (0-15,13)	3,07±4,24 (0-14,78)	21,15±6,43 (10,4-36,27)	19,59±6,33 (10,44-32,75)
Дистанция «трабекула – радужка» 500 мкм, мм (min-max)	0,07±0,1 (0-0,33)	0,06±0,08 (0-0,26)	0,28±0,09 (0,16-0,47)	0,24±0,06 (0,12-0,44)
Дистанция «трабекула – цилиарные отростки» 500 мкм, мм (min-max)	0,98±0,19 (0,34-1,36)	0,96±0,13 (0,64-1,25)	1,07±0,16 (0,8-1,36)	1,03±0,16 (0,75-1,37)
Дистанция «радужка – цилиарные отростки», мм (min-max)	0,43±0,11 (0,2-0,7)	0,46±0,09 (0,29-0,71)	0,35±0,08 (0,19-0,54)	0,34±0,07 (0,17-0,48)
Площадь сечения задней камеры, мм <sup>2</sup> (min-max)	0,78±0,19 (0,53-1,23)	0,8±0,2 (0,51-1,21)	0,53±0,16 (0,33-0,96)	0,53±0,12 (0,34-0,79)
Глубина передней камеры, мм (min-max)	1,95±0,29 (1,43-2,5)		2,03±0,3 (1,43-2,5)	

Таблица 3

Глубина передней камеры (по данным Pentacam и УБМ) до и через 1 мес. после ЛИРЭ

Показатель	До ЛИРЭ	Через 1 мес. после ЛИРЭ
Глубина передней камеры по данным Pentacam HR, мм (min-max)	1,89±0,32 (1,31-2,36)	1,91±0,31 (1,36-2,39)
Глубина передней камеры по данным УБМ, мм (min-max)	1,95±0,29 (1,43-2,5)	2,03±0,3 (1,43-2,5)

цилиарные отростки» и площади сечения задней камеры на фоне восстановления конфигурации задней камеры и ровного профиля радужки свидетельствовали об улучшении функционального пространства для структур иридоцилиарной зоны.

Сравнительная характеристика изменения глубины передней камеры по данным УБМ и Pentacam HR представлена в табл. 3. Глубина ПК, по данным УБМ, до ЛИРЭ была в пределах от 1,43 до 2,5 мм, в среднем составила 1,95±0,29 мм. Через 1 мес. после ЛИРЭ данный показатель колебался в пределах от 1,43 до 2,5 мм и составил в среднем 2,03±0,3 мм. Больше увеличение глубины ПК после ЛИРЭ по данным УБМ в сравнении с Pentacam HR, очевидно, связано с тем, что после создания колобомы радужки и уравнивания давления в задней и передней камерах, происходит провисание иридохрусталиковой диафрагмы в положении лежа.

Результаты исследования влияния ЛИРЭ на биомеханические свойства глаза представлены в табл. 4. Через 1 нед. после ЛИРЭ отмечали снижение роговично-компенсированного давления в среднем на 2,84 мм рт.ст. Через 1 мес. наблюдения ВГД снизилось в среднем на 3,29 мм рт.ст. по сравнению с исходным значением. Отмечали

снижение фактора резистентности роговицы в среднем на 1,22 мм рт.ст. через 1 мес. после ЛИРЭ, что, очевидно, было связано со снижением текущего уровня офтальмотонуса. После ЛИРЭ отмечали колебание корнеального гистерезиса.

На двух глазах индивидуальная норма ВГД, по данным флуометрии, составила 33,6 мм рт.ст. На 1 из 34 глаз (3% случаев) через 1 мес. наблюдения после ЛИРЭ дополнительно потребовалось проведение лазерной циклодеструкции.

ЛИРЭ у всех пациентов прошла без осложнений с сохранением или улучшением зрительных функций в связи со снижением ВГД и восстановлением прозрачности роговицы. Корригированная острота зрения после ЛИРЭ в среднем составила 0,81±0,26. При гониоскопии после ЛИРЭ УПК открылся с визуализацией трабекулы до I-II степеней по классификации Shaffer. На 1 из 34 глаз (3% случаев) в послеоперационном периоде сохранялось сегментарное закрытие УПК в зоне гониосинехий, не превышающей 1/4 окружности, что не препятствовало нормализации офтальмотонуса.

В ближайшем после ЛИРЭ периоде на 2 из 34 глазах (6% случаев) имела место гифема в виде мазков крови на радужке в области постлазерной

Показатели двунаправленной пневмоаппланации роговицы до и после ЛИРЭ

Показатели	До ЛИРЭ	После ЛИРЭ		
		через 1 нед.	через 1 мес.	через 3 мес.
ИОР <sub>g</sub> , мм рт.ст. (min-max)	18,68±6,74 (9,9-35,7)	15,58±4,67 (8,8-34,9)	14,87±3,35 (8,1-24,4)	15,16±3,24 (8,1-24)
ИОР <sub>сс</sub> , мм рт.ст. (min-max)	18,21±6,27 (10-34,7)	15,37±4,13 (7,1-31,6)	14,92±2,97 (8,8-25,6)	15,1±3,08 (10,2-24,1)
ССТ, мкм (min-max)	576±38 (526-681)	576±38 (526-681)	576±38 (526-681)	576±38 (526-681)
СН, мм рт.ст. (min-max)	10,84±1,43 (7,5-13,2)	10,95±1,55 (7,1-15)	10,72±1,27 (7,2-13,9)	10,88±1,3 (7,5-13,9)
CRF, мм рт.ст. (min-max)	11,71±2,35 (8,1-18,6)	10,85±2,15 (7,4-17,7)	10,49±1,6 (6,8-14,2)	10,72±1,47 (7,9-14,8)

колобомы. Всем пациентам назначали медикаментозную терапию (ацетазолamid внутрь и ингибиторы простагландинов в виде инстилляций индометацина). В течение 3 мес. наблюдения не потребовалось коррекции медикаментозного режима.

## Обсуждение

С момента выполнения von Graefe базальной иридектomie и последующей ее лазерной модификации, операция стала базовой в лечении ПЗУГ [3-5].

Доказана эффективность ЛИРЭ как самостоятельной операции в стойкой нормализации офтальмотонуса и открытии УПК в случаях относительного зрачкового блока и как профилактики развития острого приступа при ПЗУГ [3, 6-9].

Наличие нескольких патогенетических механизмов блокады УПК при ПЗУГ объясняет кратковременность или отсутствие в ряде случаев должно гипотензивного эффекта ИРЭ [10, 11].

Наибольший эффект при проведении ЛИРЭ наблюдается при зрачковом блоке и начальных формах ПЗУГ без выраженных органических поражений структур УПК [7, 12].

Внедрение в офтальмологическую практику методов ультразвуковой биометрии, начавшееся в 1956 г. после публикаций основополагающих работ G. Mundt и W. Hughes [13], позволило исследователям достоверно оценивать как размеры длины переднезадней оси (ПЗО) глазного яблока, так и параметры его структур, таких как толщина хрусталика и глубина передней камеры.

В настоящее время для исследования структур переднего отдела глаза успешно используют Pentacam HR, высокоинформативный в оценке глубины и объема передней камеры глаза. Однако возможности прибора не позволяют визуализировать УПК, соответственно получаемые данные представляются неправильными и ненадежными [14-17].

Наряду с этим УБМ позволяет в интерактивном режиме с микронной точностью визуализировать основные структуры переднего отдела глазного яблока: роговицу, склеру, радужку, цилиарное тело, переднюю камеру, заднюю камеру, хрусталик, волокна цинновой связки [18-23]. Высокая информативность УБМ вызывает интерес к данному диагностическому методу при изучении специфики изменений топографических соотношений иридоцилиарной зоны после ЛИРЭ [24-26].

В нашем исследовании мы использовали Pentacam HR для оценки и мониторинга объема и глубины передней камеры и УБМ — для изучения анатомо-топографических изменений, происходящих в иридоцилиарной зоне после проведения ЛИРЭ.

Во всех случаях ЛИРЭ приводила к открытию УПК и визуализации трабекулы. После снятия острого зрачкового блока радужка принимала ровный профиль и объем передней камеры увеличивался.

По данным УБМ, конфигурация задней камеры не во всех случаях имела строго треугольную форму, что объясняется утолщением хрусталика с возрастом и смещением его кпереди с усилением ОЗБ [3, 27, 28].

Анатомически выделяют четыре уровня, на которых возникают силы, ведущие к блокаде угла передней камеры (УПК): уровень радужки (зрачковый блок), уровень цилиарного тела (plateau iris), уровень хрусталика (фактоморфическая глаукома, факотопическая глаукома), уровень стекловидного тела (злокачественная глаукома) [3, 29-31].

Наличие «плоской» конфигурации радужки объясняет в ряде случаев возникновение приступа ЗУГ после проведения ЛИРЭ.

I. Policoff et al. [32] изучали с помощью УБМ влияние ЛИРЭ на анатомо-топографические особенности переднего отрезка глаза у пациентов с «плоской» радужкой. Было отмечено, что лазерная ИРЭ не вызывает статистически достоверных изменений

при измерении таких показателей, как глубина передней камеры, трабекуло-радужковый угол, толщина радужки, дистанция «трабекула – цилиарные отростки» в 500 мкм от склеральной шпоры, дистанция «трабекула – радужка» в 500 мкм от склеральной шпоры, однако дистанция «радужка – цилиарные отростки» уменьшалась. Снятие относительного зрачкового блока при плоской конфигурации радужки не изменяет ширину угла передней камеры, измеряемой такими показателями, как дистанция открытия угла и трабекуло-радужковый угол. В нашем исследовании не было пациентов с плоской конфигурацией радужки, что объясняет во всех случаях открытие УПК и увеличение дистанции «трабекула – радужка».

В данном исследовании мы оценивали влияние ЛИРЭ на средние тонометрические показатели (близкий к тонометрии по Гольдману — IOPg и роговично-компенсированное ВГД — IOPcc) и то, как в дальнейшем изменение ВГД влияет на параметры, отражающие биомеханические свойства роговицы — фактор резистентности роговицы (CRF) и роговичный гистерезис (CH). Мы не учитывали возраст пациентов и стадию заболевания, которые влияют на трактовку результатов [33-36].

Таким образом, в случае относительного зрачкового блока при ПЗУГ ЛИРЭ является эффективным способом лечения, позволяющим выравнять давление между задней и передней камерами; в результате радужка принимает ровный профиль, объем передней камеры увеличивается и УПК открывается. Благодаря этим изменениям отток ВГЖ восстанавливается по естественным путям, что приводит к снижению ВГД.

## Заключение

1. Профилактическая ЛИРЭ у пациентов с относительным зрачковым блоком при ПЗУГ приводит к увеличению объема передней камеры в среднем на 19,57 мм<sup>3</sup> и практически не влияет на изменение её глубины.

2. Выявленные методом УБМ специфические анатомо-топографические соотношения структур иридоцилиарной зоны, присущие относительноному зрачковому блоку при ПЗУГ, и их изменение после проведения профилактической ЛИРЭ: открытие УПК передней камеры, увеличение дистанции «трабекула – радужка», уменьшение дистанции «радужка – цилиарные отростки» и площади сечения задней камеры — позволяют объяснить увеличение объема передней камеры при сохранении исходного значения её глубины.

3. Профилактическая ЛИРЭ, выполненная при ОЗБ у пациентов с ПЗУГ, приводит к улучшению функционального пространства структур иридоцилиарной зоны и к снижению ВГД в среднем на 3,29 мм рт.ст.

## Литература/ References

- Pavlin C.J., Harasiewicz K., Sherar M., Foster S. Clinical use of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology* 1991; 98:287–295.
- Pavlin C.J., Harasiewicz K., Foster F. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 1992; 113:381–389.
- Нестеров А.П. Глаукома. М: МИА 2008; 360. [Nesterov A.P. Glaucoma. [Glaucoma.] Moscow, MIA Publ., 2008. 360 p. (in Russ.)].
- Quigley H.A. Long-term follow-up of laser iridotomy. *Ophthalmology* 1981; 88:218.
- Thomas R., Arun T., Muliyl J., George R. Outcome of laser peripheral iridotomy in chronic primary angle-closure glaucoma. *Ophthalmic Surg Laser Imaging* 1999; 30(7):547–553.
- Дроздова Н.М. Лазерная иридэктомия в системе лечения глаукомы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 1971. [Drozdova N.M. Laser iridectomy in glaucoma treatment system. Cand. Diss. (Med. Sci.) Moscow, 1971. (in Russ.)].
- Краснов М.М. Микрохирургия глауком. М.: Медицина, 1980; 247 с. [Krasnov M.M. Mikrohirurgija glaukom [Microsurgery of glaucoma]. Moscow, Medical Publ., 1980; 247 p. (in Russ.)].
- Saw S.M., Gazzard G., Friedman D.S. Interventions for angle-closure glaucoma: an evidence-based update. *Ophthalmology* 2003; 110(10): 869–878.
- Sun X., Liang Y.B., Wang N.L., Fan S.J., Sun L.P., Li S.Z., Liu W.R. Laser peripheral iridotomy with and without iridoplasty for primary angle-closure glaucoma: 1-year results of a randomized pilot study. *Am J Ophthalmol* 2010; 150(1):68–73.
- Nonako A., Kondo T., Kikuchi M., Yamashiro K., Fujihara M., Iwawaki T., Yamamoto K., Kurimoto Y. Cataract surgery for residual angle closure after peripheral laser iridotomy. *Ophthalmology* 2005; 112:974–979.
- Policoff I.A., Chanis R.A., Toor A., Ramos-Esteban J.C., Fahim M.M., Gaqliuso D.J., Serle J.B. The effect of laser iridotomy on the anterior segment anatomy of patients with plateau iris configuration. *J Glaucoma* 2005; 14(2):109–113.
- Maraffu M., Marchini Y., Bononi L. Ultrasound biomicroscopy and corneal endothelium in YAG-laser iridotomy. *Ophthalmic Surg Laser Imaging* 1995; 26(6):519–521.
- Mundt G., Hughes W. Ultrasonics in ocular diagnosis. *Am J Ophthalmol* 1956; 41:488–498.
- Boker T., Sheqem J., Rauwolf M., Wegener A. Anterior chamber angle biometry: a comparison of Scheimpflug photography and ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmic Res* 1995; 27(Suppl 1):104–109.
- Konstantopoulos A., Hossain P., Anderson D.F. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis? *Br J Ophthalmol* 2007; 91:551–557.
- Kurita N., Mayama C., Tomidokoro A. et al. Potential of the pentacam in screening for primary angle closure and primary angle closure suspect. *J Glaucoma* 2009; 18:506–512.
- Rabsilber T.M., Khoramnia R., Auffarth G.U. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:456–459.
- Аветисов К.С., Маркосян А.Г., Амбарцумян А.Р., Бубнова И.А. Биометрия структур переднего отдела глаза: сравнительные исследования. *Вестник офтальмологии* 2010; 126(6): 21–25. [Avetisov K.S., Markosian A.G., Ambartsumian A.R., Bubnova I.A. Biometrics of the anterior eye segment structures: a comparative study. *Vestn Oftalmol* 2010; 126(6): 21–25. (In Russ.)].
- Аветисов С.Э., Амбарцумян А.Р., Разумова И.Р. Возможности высокочастотной ультразвуковой биомикроскопии в диагностике воспалительных заболеваний склеры.

- Вестник офтальмологии* 2009; 125(2):26–30. [Avetisov S.E., Ambartsumian A.R., Razumova I.R. The potential of high ultrasound biomicroscopy in the diagnostics of inflammatory diseases of the sclera. *Vestn Oftalmol* 2009; 125(2):26–30. (In Russ.)].
20. Аветисов С.Э., Амбарцумян А.Р. Ультразвуковая биомикроскопия в мониторинге иридокорнеального эндотелиального синдрома. *Вестник офтальмологии* 2009; 125(3):27–31. [Avetisov S.E., Ambartsumian A.R. Ultrasound biomicroscopy in iridocorneal endothelial syndrome monitoring. *Vestn Oftalmol* 2009; 125(3):27–31. (In Russ.)].
  21. Аветисов С.Э., Амбарцумян А.Р. Ультразвуковая визуализация кист плоской части цилиарного тела. *Вестник офтальмологии* 2011; 127(1):3–6. [Avetisov S.E., Ambartsumian A.R. Ultrasound imaging of cysts of the pars plana portion of the ciliary body. *Vestn Oftalmol* 2011; 127(1):3–6. (In Russ.)].
  22. Аветисов С.Э., Амбарцумян А.Р. Ультразвуковая биомикроскопия в оценке условий для проведения вторичной имплантации интраокулярной линзы при афакии. *Вестник офтальмологии* 2011; 127(5):25–30. [Avetisov S.E., Ambartsumian A.R. Ultrasound biomicroscopy in the evaluation of conditions for secondary intraocular lens implantation in patients with aphakia. *Vestn Oftalmol* 2011; 127(5):25–30. (In Russ.)].
  23. Тахчиди Х.П., Егорова Э.В., Узунян Д.Г. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии переднего сегмента глаза. М.: Издательский центр «Микрохирургия глаза», 2007; 128 с. [Tahchidi J.P., Egorova E.V., Uzunyan D.G. Ul'trazvukovaja biomikroskopija v diagnostike patologii perednego segmenta glaza [Ultrasound biomicroscopy in the diagnostics of the anterior segment pathology] Moscow, Publ. Center «Eye Microsurgery», 2007, 128 p.].
  24. Ang G.S., Wells A.P. Factors influencing laser peripheral iridotomy outcomes in white eyes: an anterior segment optical coherence tomography study. *J Glaucoma* 2011; 20(9):577–583.
  25. He M., Friedman D.S., Ge J., Huang W., Jin C., Lee P.S., Khaw P.T., Foster P.J. Laser peripheral iridotomy in eyes with narrow drainage angles: ultrasound biomicroscopy outcomes. The Liwan Eye Study. *Ophthalmology* 2007; 114(8):1513–1519.
  26. Ramani K., Mani B., George R.J., Lingam V. Follow-up of primary angle closure suspects after laser peripheral iridotomy using ultrasound biomicroscopy and A-scan Biometry for a period of 2 years. *J Glaucoma* 2009; 8(7):521–527.
  27. Obstbaum S.A. The lens and angle-closure glaucoma. *Cataract Refract Surg* 2000; 26(7):941.
  28. Roberts T.V., Francis I.C., Lertusumitkui S. et al. Primary phacoemulsification for uncontrolled angle-closure glaucoma. *Cataract Refract Surg* 2000; 26:1012–1016.
  29. Gazzard G., Friedman D.S., Devereux J.G., Chew P.T., Seah S.K. A prospective ultrasound biomicroscopy evaluation of changes in anterior segment morphology after laser iridotomy in Asian eyes. *Ophthalmology* 2003; 110:630–638.
  30. Li P.S., Lai J.S., Lam D.S. Anterior chamber depth in plateau iris syndrome and papillary block as measured by ultrasound biomicroscopy. *Am J Ophthalmol* 2004; 137:1169–1170.
  31. Ritch R., Liebman J. Role of ultrasound biomicroscopy in the differentiation of block glaucomas. *Ophthalmology* 1998; 9(2):39–45.
  32. Policoff I.A., Chanis R.A., Toor A., Ramos-Esteban J.C., Fahim M.M., Gaqliuso D.J., Serle J.B. The effect of laser iridotomy on the anterior segment anatomy of patients with plateau iris configuration. *J Glaucoma* 2005; 14(2):109–113.
  33. Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. Исследование биомеханических свойств роговицы у пациентов с нормотензивной и первичной открытоугольной глаукомой. *Вестник офтальмологии* 2008; 124(5):14–16. [Avetisov S.E., Bubnova I.A., Antonov A.A. Study of the biomechanical properties of the cornea in patients with normal tension glaucoma and primary open-angle glaucoma. *Vestn Oftalmol* 2008; 124(5):14–16. (In Russ.)].
  34. Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. К вопросу о нормальных значениях биомеханических параметров фиброзной оболочки глаза. *Вестник офтальмологии* 2012; 128(3):5–11. [Avetisov S.E., Bubnova I.A., Antonov A.A. On the normal values of the biomechanical parameters of the fibrous tunic of the eye. *Vestn Oftalmol* 2012; 128(3):5–11. (In Russ.)].
  35. Петров С.Ю. Анатомия глаза и его придаточного аппарата. М: ГЭОТАР-МЕД, 2003; 152 [Petrov S.Yu. Anatomy of the eye and adnexa Moscow, GEOTAR-MED, 2003. 152 p.].
  36. Бубнова И.А., Антонов А.А., Новиков И.А., Суханова Е.В., Петров С.Ю., Аветисов К.С. Сравнение различных показателей ВГД у пациентов с измененными биомеханическими свойствами роговицы. *Национальный журнал глаукома* 2011; 10(1):12–16. [Bubnova I.A., Antonov A.A., Novikov I.A., Suhanova E.V., Petrov S.Yu., Avetisov K.S. Comparison of some IOP indices in patients with modified biomechanical properties of the cornea. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2011; 10(1):12–16. (In Russ.)].

Поступила 09.07.2014