

# Оценка морфологических изменений и уровня светорассеяния роговицы при глаукоме по данным конфокальной микроскопии роговицы

Г.Б. Егорова, В.В. Аверич

ФГБНУ «НИИ глазных болезней», Москва

## РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** оценить морфологические изменения и уровень светорассеяния роговицы при глаукоме с некомпенсированным ВГД без использования гипотензивных препаратов, при медикаментозно компенсированном ВГД и при использовании средств слезозаместительной терапии в комбинации с антиглаукомными препаратами.

**Материал и методы:** были обследованы 1-я группа (20 пациентов) для определения уровня светорассеяния в норме, 2-я группа (22 пациента) – с некомпенсированным ВГД, 3-я группа (24 пациента) – с медикаментозно компенсированным ВГД. 24 пациентом в дополнение к медикаментозному режиму был назначен слезозаменитель Стиллавит в течение 3–6 мес. Конфокальная микроскопия была выполнена на микроскопе Confoscan-4. Интенсивность светорассеяния оценивали в режиме Z-сканирования.

**Результаты исследования:** обследование группы больных с впервые выявленной глаукомой и некомпенсированным ВГД выявило повышение интенсивности светорассеяния в эпителии и во всех слоях стромы роговицы по сравнению с нормой ( $p < 0,05$ ). Наибольшие отклонения максимальной интенсивности светорассеяния (69,5%) наблюдали в задних слоях стромы роговицы, слое эпителия (33,5%) и передней строме (38,7%).

Результаты обследования пациентов на фоне компенсированного ВГД свидетельствовали о некотором снижении интенсивности светорассеяния по сравнению с нормальными величинами. Наибольшие изменения зафиксированы в слое заднего эпителия роговицы.

Оценка интенсивности светорассеяния на фоне инстилляций слезозаменителя Стиллавит совместно с антиглаукомными препаратами показала снижение максимального и минимального уровня интенсивности светорассеяния в эпителиальных слоях и строме роговицы. Наибольшее снижение максимальной интенсивности светорассеяния выявлено в слое эпителия (на 21%) и передней строме (на 23,2%).

**Заключение:** величина интенсивности светорассеяния может быть использована в качестве дополнительного критерия для оценки морфологических изменений роговицы, а также оценки эффективности использования медикаментозных средств. Результаты конфокальной микроскопии свидетельствуют о благоприятном эффекте использования слезозаменителя Стиллавит в комбинации с гипотензивными препаратами при глаукоме.

**Ключевые слова:** роговица, глаукома, конфокальная микроскопия, интенсивность светорассеяния роговицы, бензалконий хлорид, Стиллавит.

**Для цитирования:** Егорова Г.Б., Аверич В.В. Оценка морфологических изменений и уровня светорассеяния роговицы при глаукоме по данным конфокальной микроскопии роговицы // РМЖ «Клиническая офтальмология». 2018;1:1–6.

## ABSTRACT

Evaluation of morphological changes and level of light scattering of the cornea in glaucoma patients by confocal corneal microscopy

Egorova G.B., Averich V.V.

Scientific Research Institute of Eye Diseases, Moscow

**Aim:** to assess morphological changes and the level of light scattering of the cornea in glaucoma patients with noncompensated IOP without using antihypertensive drugs, with medically compensated IOP and with tear-replacement therapy in combination with antiglaucoma drugs.

**Patients and methods:** the first group (20 patients) was examined to determine the normal level of light scattering, the second group (22 patients) had uncompensated IOP, the third group (24 patients) had medically compensated IOP. For 24 patients, in addition to the drug regimen, the artificial tear "Stillavit" was prescribed for 3-6 months. Confocal microscopy was performed on "Confoscan-4". The light scattering intensity was evaluated in the Z-scan mode.

**Results:** the examination of a group of patients with newly diagnosed glaucoma and uncompensated IOP revealed an increase in the intensity of light scattering in the epithelium and in all layers of the corneal stroma as compared with the norm ( $P < 0.05$ ). The largest deviations in the maximum intensity of light scattering (69.5%) were observed in the posterior layers of the corneal stroma, in the epithelium (33.5%) and in the anterior stroma (38.7%).

The results of the examination of patients with compensated IOP indicated a slight decrease in the intensity of light scattering, compared with normal values. The largest changes were recorded in the layer of the posterior epithelium of the cornea.

*Estimation of the light scattering intensity during the instillations of the artificial tear "Stillavit" combined with antiglaucoma drugs, showed a decrease in the maximum and minimum intensity of light scattering in the epithelium and stroma of the cornea. The greatest decrease in the maximum intensity of light scattering was found in the layer of epithelium (by 21%) and in the anterior stroma (by 23.2%).*

**Conclusion:** *the intensity of light scattering can be used as an additional criterion for evaluating the morphological changes in the cornea, as well as evaluating the effectiveness of the use of medications. The results of confocal microscopy indicate a favorable effect of the use of artificial tear "Stillavit" in combination with antihypertensive drugs in glaucoma.*

**Key words:** *cornea, glaucoma, confocal microscopy, intensity of light scattering of the cornea, benzalkonium chloride, Stillavit.*

**For citation:** *Egorova G.B., Averich V.V. Evaluation of morphological changes and level of light scattering of the cornea in glaucoma patients by confocal corneal microscopy // RMJ "Clinical ophthalmology". 2018;1:1–6.*

## ВВЕДЕНИЕ

Роговая оболочка – это высокоорганизованная структура, выполняющая ряд важнейших функций для поддержания полноценной работы глаза как органа, и, вместе с тем, главная преломляющая среда в оптической системе глаза. Традиционно в роговице принято выделять пять слоев: передний эпителий роговицы, переднюю пограничную пластинку (боуменову мембрану), собственное вещество роговицы (строму), заднюю пограничную пластинку (десцеметову мембрану) и задний эпителий роговицы (эндотелий). 90% толщины всей роговой оболочки составляет ее собственное вещество, состоящее из коллагеновых волокон, организованных в стромальные пластины, кератоциты и внеклеточного матрикса. Благодаря строгой упорядоченности расположения стромальных пластин, их одинаковому диаметру и расстоянию относительно друг друга, а также равномерному распределению внеклеточного матрикса между ними роговица имеет высокую степень прозрачности. Протеогликаны и гликопротеины, представляющие собой основу внеклеточного матрикса стромы роговицы, обеспечивают равномерное распределение ее водной составляющей.

Водный баланс роговицы поддерживается за счет барьерной функции переднего и заднего эпителия. Передний эпителий, являющийся плотным барьером благодаря межклеточным контактам – десмосомам, имеет низкую ионную проводимость и ограничивает поступление воды из прекорнеальной слезной пленки в переднюю строму. Задний эпителий представляет собой неполный барьер, т. е. избирательный, за счет различных типов межклеточных соединений (плотных и щелевидных). Баланс между объемом поступающей в роговицу влаги и ее возвратом обратно в переднюю камеру по градиенту осмотического давления обеспечивается функцией активно-го метаболического насоса (эндотелиальных помп) [1].

При глаукоме могут иметь место несколько факторов, вызывающих нарушение водного баланса роговицы. Гидростатическое давление водянистой влаги может усилить ток жидкости через неполный эндотелиальный барьер в роговицу, а также создать препятствие для осуществления нормального тока жидкости из роговицы в переднюю камеру через слой эндотелия. В результате избыточного давления на клетки эндотелиального слоя могут возникнуть структурные и функциональные нарушения эндотелиоцитов с дисфункцией метаболических помп, что приводит к набуханию стромы роговицы и возникновению ее отека [2, 3]. Является доказанным и факт снижения плотности, изменения формы клеток эндотелия на фоне глаукомного процесса [4, 5].

Как биологическая ткань роговица относится к слабо рассеивающим (прозрачным) тканям и описывается моделью малократного рассеивания упорядоченной среды с плотной упаковкой рассеивателей, содержащих поглощающие центры [6]. Оптические свойства роговицы определяются строгой ориентацией и упорядоченностью ее структур, расстояние

между которыми не превышает 200 нм (менее половины длины волны), что позволяет световым лучам проходить сквозь все слои роговой оболочки, не отклоняясь, и практически исключает их рассеивание. Степень светорассеяния роговицы в норме очень мала и составляет всего 1%.

Любые изменения морфологии роговичной ткани, в т. ч. нарушение водного баланса, снижают ее анизотропные оптические свойства и приводят к повышению эффекта светорассеяния и снижению прозрачности [6, 7].

При отеке роговицы расстояние между коллагеновыми волокнами увеличивается вследствие накопления воды в строме. Результатом хронического отека являются потеря протеогликанов и агрегация коллагеновых фибрилл. Данные нарушения приводят к появлению оптических неоднородностей, размер которых превосходит половину длины волны света, к дифракции света, увеличению светорассеяния [7].

Компенсация ВГД при глаукоме в большинстве случаев предполагает длительное использование медикаментозных средств, содержащих консерванты. Бензалконий хлорид (БХ), наиболее часто используемый из них, оказывает разрушающее действие на слезную пленку. Токсическое воздействие консерванта не ограничивается эпителиальным слоем глазной поверхности. БХ накапливается в строме роговицы, что может приводить к структурным изменениям при его длительном использовании [8, 9]. С целью защиты глазной поверхности от действия консерванта и снижения его токсического воздействия возможно использование средств слезозаместительной терапии [10–12].

Оценить состояние роговицы и, в определенной степени, возникающие морфологические нарушения в настоящее время возможно с помощью конфокальной микроскопии. Данный метод позволяет также определить уровень светорассеяния роговицы, который зависит от изменений оптической плотности и однородности ее различных слоев [13, 14]. Определение уровня интенсивности светорассеяния может служить дополнительным критерием для регистрации степени морфологических нарушений роговицы и оценки лечебного эффекта от назначаемых медикаментозных средств.

**Цель работы:** оценить морфологические изменения и уровень светорассеяния роговицы при глаукоме: а) при некомпенсированном ВГД без использования гипотензивных препаратов, б) при компенсированном ВГД на фоне длительного применения антиглаукомных препаратов, в) при использовании средств слезозаместительной терапии в комбинации с гипотензивными антиглаукомными препаратами.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Всего было обследовано 66 пациентов (132 глаза), из них 46 (92 глаза) больных с глаукомой, возраст – от 40 до 80 лет. Работа была проведена в 2 этапа.

**Первый этап работы** заключался в обследовании 3 групп пациентов.

# СТИЛЛАВИТ®

гиалуронат натрия + D-пантенол + хондроитина сульфат натрия

## ПОМОГАЕТ РЕШАТЬ ТРИ ЗАДАЧИ



Увлажнение



Защита



Восстановление

1-я группа пациентов была обследована для определения уровня светорассеяния в норме. Данная группа состояла из 20 пациентов (40 глаз) в возрасте от 40 до 70 лет, без признаков глаукомы и каких-либо заболеваний роговицы в анамнезе. 2-я группа включала 22 первичных больных (44 глаза) с некомпенсированным ВГД, у которых диагноз был установлен впервые, и пациенты не использовали антиглаукомные препараты. 3-ю группу обследуемых составили 24 пациента (48 глаз) с различным стажем (от 2 мес. до 17 лет) использования антиглаукомных препаратов, содержащих в качестве консерванта БХ. Обследование в данной группе проводили на фоне компенсированного ВГД.

На втором этапе были обследованы 24 пациента (48 глаз), которым в дополнение к медикаментозному режиму был назначен слезозаменитель Стиллавит (натрия гиалуронат 0,16%, хондроитина сульфат натрия 0,05%, D-пантенол 1%, консервант – тетраборат натрия 0,05%). Инстиллякции данного слезозаменителя были рекомендованы за 3–5 мин до закапывания гипотензивных средств. Все пациенты применяли данную комбинацию не менее 3–6 мес. Выбор слезозаменителя был обусловлен его трехкомпонентным составом и комплексным воздействием на ткани глаза. Натрия гиалуронат восстанавливает смачиваемость эпителия роговицы и обеспечивает механическую защиту тканей глаза. D-пантенол (провитамин В<sub>5</sub>) превращается в живых клетках в пантотеновую кислоту, которая в составе коэнзима А участвует во многих клеточных реакциях, в результате чего ускоряется деление клеток, и эпителизация проходит в более ранние сроки. Хондроитина сульфат натрия снижает активность воспалительного процесса, стимулирует выработку собственных гликозаминогликанов роговицы, которые регулируют процесс заживления и предотвращают излишнее рубцевание и помутнение роговицы.

Конфокальная микроскопия была выполнена на микроскопе Confoscan-4 фирмы Nidek. Уровень интенсивности светорассеяния оценивали во всех слоях роговицы в режиме Z-сканирования на основе анализа денситометрической кривой. Регистрировали минимальные и максимальные значения интенсивности светорассеяния во всех слоях роговицы. Оценивали также величину диапазона между максимальным и минимальным уровнями светорассеяния как косвенный критерий оптической однородности исследуемой зоны роговичной ткани.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета программ SPSS Statistica 17.0 с определением значимости различий по критерию Уилкоксона при связанных выборках и по критерию Манна – Уитни при несвязанных выборках.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования с помощью конфокальной микроскопии выявили определенные закономерности морфологических изменений в слоях роговицы при первичном обследовании пациентов на фоне повышенного ВГД и при длительном использовании гипотензивной терапии. Результаты подробно описаны в предыдущей публикации [15].

На первом этапе работы при обследовании пациентов с первично выявленной глаукомой (без медикаментозного режима) основные изменения, определяемые при конфокальной микроскопии, локализовались в средних и задних слоях стромы, что является результатом нарушения водного баланса роговицы. Наиболее характерными были признаки отека с диффузным снижением прозрачности межклеточно-

**ДЛЯ ТЕХ, КТО  
ЕЖЕДНЕВНО  
ПОЛЬЗУЕТСЯ  
ГЛАЗАМИ**

- Обладает защитным, увлажняющим и восстанавливающим действием на поверхность роговицы и конъюнктивы
- Не вызывает «затуманивания» зрения<sup>1</sup>
- Не содержит консервант бензалкония хлорид
- Можно закапывать, не снимая контактные линзы

**3  
В ОДНОМ**

КОМПАНИЯ  
ОФТАЛЬМ-РЕНЕССАНС

**СТИЛЛАВИТ®**

Раствор увлажняющий  
для ухода за глазами,  
стерильный

10 мл

Реклама

<sup>1</sup> СТИЛЛАВИТ® не вызывает снижения остроты зрения при закапывании (согласно инструкции по применению)

**ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО  
ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ**



го матрикса. В задней строме в зоне, прилежащей к десцеметовой мембране, наблюдали появление характерного свечения как следствие эффекта отражения света от слоя эндотелия.

На фоне длительного медикаментозного режима при компенсированном ВГД максимальные изменения морфологической картины были отмечены в слоях эпителия и передних отделах стромы роговицы. Эпителиопатия была выражена в различной степени. В передних отделах стромы наблюдали резкое снижение прозрачности вещества роговицы с тенденцией к уменьшению количества визуализированных ядер кератоцитов. Регистрируемые патологические изменения, по-видимому, связаны с токсическим действием консервантов, являющихся составляющей частью медикаментозных средств, используемых при глаукоме.

Таким образом, на основании результатов конфокальной микроскопии выявлены определенные закономерности морфологических изменений при глаукоме, что дает возможность предположить наличие характерных изменений интенсивности светорассеяния в различных слоях роговицы. Результаты исследования интенсивности светорассеяния при глаукоме на фоне повышенного ВГД и при условии его компенсации на фоне длительного медикаментозного режима (в сравнении с нормой) представлены в таблицах 1, 2.

Полученные результаты свидетельствуют о повышении интенсивности светорассеяния при некомпенсированном ВГД во всех слоях роговицы (как минимальных, так и максимальных его значений) по сравнению с нормальными величинами ( $p < 0,05$ ). Незначительное снижение минимального уровня в слое заднего эпителия роговицы было статистически незначимым.

Наибольшие отклонения от нормы максимальной интенсивности светорассеяния наблюдали в задних слоях стромы роговицы, превышение составило 69,5%. Также значительно был превышен данный показатель в слое эпителия (33,5%) и передней строме (38,7%). Зарегистрировано также увеличение диапазона значений между максимальным и минимальным уровнем светорассеяния в задних слоях стромы в 4 раза, в эпителии – в 1,6 раза, в передней строме – в 2,2 раза.

Повышение интенсивности светорассеяния при прохождении света через слои роговицы при высоком ВГД обусловлено нарушением ее водного баланса, что приводит к хроническому отеку, нарушению оптической однородности

**Таблица 1.** Уровень интенсивности светорассеяния роговицы при глаукоме при некомпенсированном ВГД (без медикаментозного режима)  
**Table 1.** Level of corneal light scattering intensity in glaucoma patients with non-compensated IOP (without antiglaucomatous treatment)

	Уровень светорассеяния Level of a light scattering	Интенсивность светорассеяния в единицах яркости Intensity of a light scattering in Units for Luminance ( $m \pm \delta$ )		Диапазон значений Range of values	
		При некомпенсированном ВГД Non-compensated IOP	Норма Norm	При некомпенсированном ВГД Non-compensated IOP	Норма Norm
Эпителий Epithelium	Мин. Min	79±9,9	62±15,8	22,5	14
	Макс. Max	101,5±15,2	76±20		
Передняя строма Anterior stroma	Мин. Min	78±13,1	60,6±12,3	20,6	9,5
	Макс. Max	98,6±18	71,1±13,2		
Средняя строма Medium stroma	Мин. Min	64,2±8	55,4±11,5	11	9,3
	Макс. Max	75,2±10,4	64,7±12		
Задняя строма Posterior stroma	Мин. Min	78,9±15,2	68±9,3	63,1	15,8
	Макс. Max	142±22,2	83,8±11,9		
Задний эпителий Posterior epithelium	Мин. Min	80,4±13	98,2±9,6	59,6	33,9
	Макс. Max	140±37	132,1±11,3		

**Таблица 2.** Уровень интенсивности светорассеяния роговицы в норме и при компенсированном ВГД на медикаментозном режиме  
**Table 2.** Normal level and the level of corneal light scattering intensity in glaucoma patients with compensated IOP (on antiglaucomatous treatment)

	Уровень светорассеяния Level of a light scattering	Интенсивность светорассеяния в единицах яркости Intensity of a light scattering in Units for Luminance ( $m \pm \delta$ )		Диапазон значений Range of values	
		При некомпенсированном ВГД Non-compensated IOP	Норма Norm	При некомпенсированном ВГД Non-compensated IOP	Норма Norm
Эпителий Epithelium	Мин. Min	43±19,6	62±15,8	15	14
	Макс. Max	58±28,7	76±20		
Передняя строма Anterior stroma	Мин. Min	48,8±27,2	60,6±12,3	9,3	9,5
	Макс. Max	58,1±35,4	71,1±13,2		
Средняя строма Medium stroma	Мин. Min	44,3±25,9	55,4±11,5	6,6	9,3
	Макс. Max	50,9±28,9	64,7±12		
Задняя строма Posterior stroma	Мин. Min	46,4±17	68±9,3	19	15,8
	Макс. Max	65,4±23,7	83,8±11,9		
Задний эпителий Posterior epithelium	Мин. Min	58,2±26,1	98,2±9,6	25,8	33,9
	Макс. Max	84±27,7	132,1±11,3		

среды. Причем по результатам конфокальной микроскопии изменения наиболее выражены в задних слоях стромы, что согласуется с полученными данными.

При компенсированном ВГД (на длительном медикаментозном режиме) выявлено некоторое снижение интенсивности светорассеяния по сравнению с нормальными величинами. В передних и средних слоях роговицы значения данного показателя сопоставимы, снижение составило от 19,5 до 21,2%. В слое эпителия минимальная интенсивность светорассеяния снизилась на 30,7%, максимальная – на 24%, в слоях задней стромы, соответственно, на 32% и 22%.

Наибольшие изменения зафиксированы в слое заднего эпителия роговицы. Снижение минимального уровня светорассеяния составило 61%, максимального уровня – 36,4% от нормы с уменьшением диапазона между данными показателями в 1,3 раза.

Зависимость интенсивности светорассеяния в различных слоях роговицы от компенсации ВГД при глаукоме продемонстрирована на рисунке 1.

Снижение интенсивности светорассеяния при компенсированном ВГД свидетельствует о восстановлении водно-балакса роговицы. Более низкие показатели относительно нормальных величин могут быть следствием уменьшения количества и снижения контрастности ядер кератоцитов, визуализируемых при исследовании. Ядра кератоцитов обладают высокой рефлексивностью, являются наиболее яркими наблюдаемыми объектами при конфокальной микроскопии и представляют собой основные центры светорассеяния. При определенной сопоставимости степени снижения интенсивности светорассеяния в слоях стромы все-таки наибольшая тенденция к снижению была отмечена в ее задних слоях, что являлось ожидаемым при компенсации ВГД. Достаточно значимое снижение светорассеяния в эпителиальном слое свидетельствует об увеличении его прозрачности и равномерности. Рассеяние света от слоя заднего эпителия роговицы резко снизилось, что может быть связано с уменьшением светорассеяния в подлежащих слоях стромы, которое, суммируясь, может приводить к увеличению светоотражения и светорассеяния в слое эндотелия.

На втором этапе данной работы при анализе результатов конфокальной микроскопии была выявлена положительная динамика при использовании слезозаменителя Стиллавит. В большинстве случаев удалось зафиксировать улучшение состояния поверхностных слоев эпителия роговицы. Рисунок 2 иллюстрирует один из вариантов эпителиопатии, в данном случае поверхностный слой эпителия представлен клетками, ядра которых не визуализируются, что свидетельствует об их недостаточной дифференцировке (рис. 2а). Через 6 мес. использования слезозаместительной терапии эпителиальный слой представлен достаточно дифференцированными клетками с четко контурируемыми ядрами (рис. 2б).

Улучшение состояния стромы роговицы не всегда было достаточно демонстративным, однако в ряде случаев можно было отметить повышение прозрачности межклеточно-матрикса, яркости и контрастности ядер кератоцитов.

Оценка интенсивности светорассеяния показала статистически значимое снижение как максимального, так и минимального уровня интенсивности светорассеяния в эпителиальных слоях и строме роговицы. Изменения в слое эндотелия не были статистически достоверны (рис. 3). Наибольшее снижение максимальной интенсивности светорассеяния выявлено в слое эпителия (на 21%) и передней строме (на 23,2%) с уменьшением диапазона между максимальным и минимальным уровнем, соответственно, в 2 и 1,6 раза.

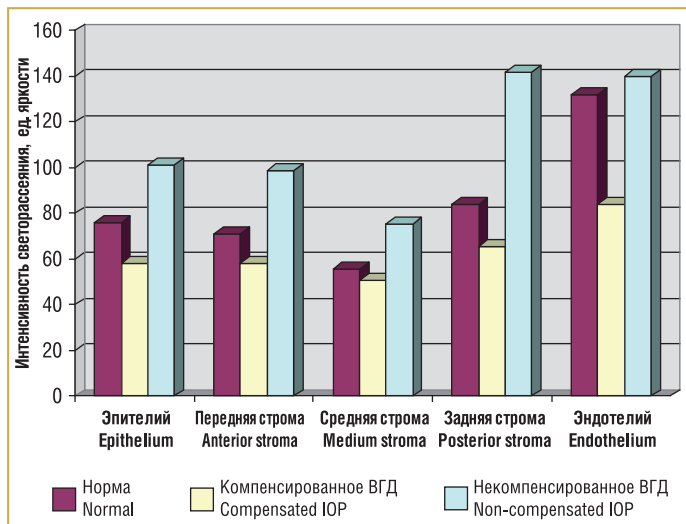


Рис. 1. Уровень максимальной интенсивности светорассеяния роговицы в норме, при некомпенсированном и компенсированном ВГД при глаукоме

Fig. 1. Level of maximal intensity of normal corneal light scattering in glaucoma patients with compensated and non-compensated IOP

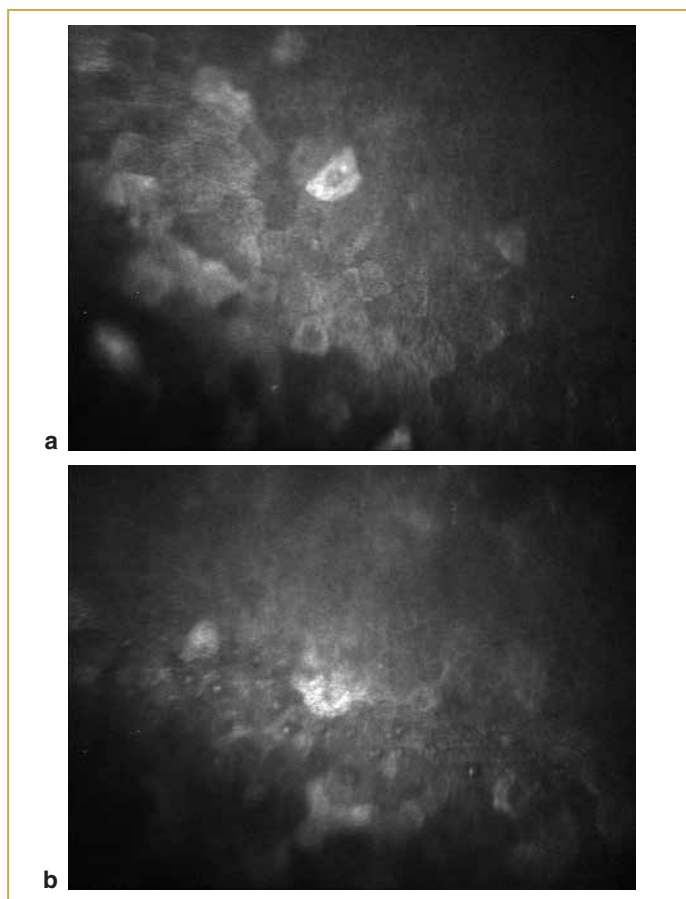
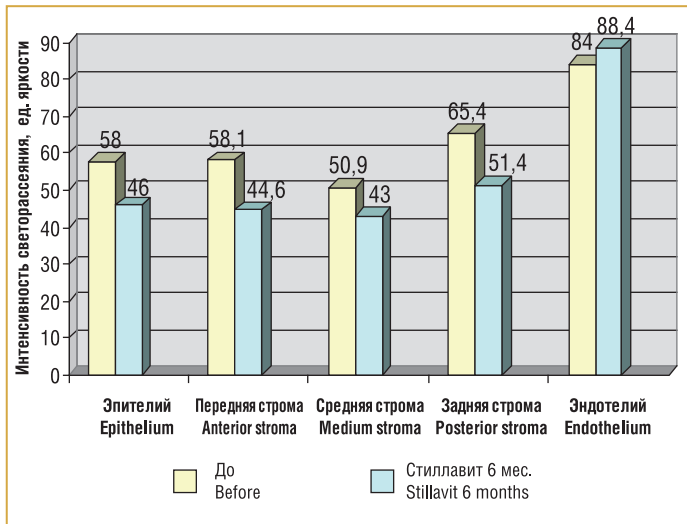


Рис. 2. Микроскопическая картина поверхностного слоя эпителия роговицы на фоне длительного применения антиглаукомных гипотензивных препаратов (а) и через 6 месяцев их комбинации со слезозаменителем Стиллавит (б)

Fig. 2. Microscopic picture of the superficial epithelial layer of the cornea on the background of prolonged antiglaucomatous treatment (a) and in 6 months after adding the Stillavit instillations to the antiglaucomatous preparations (b)



**Рис. 3.** Уровень интенсивности светорассеяния роговицы при компенсированном ВГД на длительном медикаментозном режиме и через 6 месяцев применения слезозаменителя Стиллавит

**Fig. 3.** Level of the intensity of corneal light scattering in patients with compensated IOP and in 6 months after treatment with Stillavit

Полученный результат данного исследования демонстрирует восстановление структуры эпителиального слоя, повышение прозрачности и оптической однородности передних слоев стромы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что высокий уровень ВГД при глаукоме приводит к нарушению водного баланса роговицы с максимальным нарушением морфологии в средних и задних слоях стромы.

Компенсация ВГД способствует снижению хронического отека роговицы, что ведет к восстановлению ее структуры в задних слоях стромы. Однако длительное использование гипотензивных препаратов, содержащих консерванты, может быть причиной морфологических нарушений в эпителии и передних слоях стромы.

Закономерно, что данные структурные изменения ведут к колебаниям флюктуаций показателей преломления компонентов роговичной ткани и изменению интенсивности светорассеяния. *Причем изменения показателя интенсивности светорассеяния можно зафиксировать в тех случаях, когда визуализированная картина исследуемой зоны не является четко демонстративной, позволяющей с уверенностью судить о положительной или отрицательной динамике.*

Результаты конфокальной микроскопии свидетельствуют о благоприятном эффекте использования слезо-

заменителя Стиллавит в комбинации с гипотензивными препаратами при глаукоме, что подтверждается данными интенсивности светорассеяния.

Таким образом, величина интенсивности светорассеяния может быть использована в качестве дополнительного критерия для оценки морфологических изменений роговицы при воздействии различных неблагоприятных, повреждающих факторов, а также для оценки эффективности использования медикаментозных средств.

## Литература/References

- Вит В.В. Строение зрительной системы человека. Одесса: Астропринт, 2003;664 [Vit V.V. The structure of the human visual system. Odessa. Astroprint. 2003;664 (in Russ.).]
- Hedby B.O., Mishima S., Maurice D.M. The inhibition pressure of the corneal stroma. *Exp. Eye Res.* 1963;(2):99–111.
- Cho S.W., Kim J.M., Choi C.Y., Park K.H. Changes in corneal endothelial cell density in patients with normal-tension glaucoma. *Japanese journal of ophthalmology.* 2009;53(6):569–573.
- Рожко Ю.И. Континуум эндотелия роговой оболочки при первичной открытоугольной глаукоме. *Проблемы здоровья и экологии.* 2009;(4):116–120 [Rozhko Y.I. Continuum of corneal endothelium in patients with primary open-angle glaucoma. *Problems of health and ecology.* 2009;(4):116–120 (in Russ.).]
- Тучин В.В. Исследование биотканей методами светорассеяния *Успехи физических наук.* 1997;167(5):517–539 [Tuchin V.V. Study of tissues by light scattering methods. *Advances in physical Sciences.* 1997;167(5):517–539 (in Russ.).]
- Орлова А.С., Башкатов А.Н., Генина Э.А., Колбенив И.О., Каменских И.Д., Каменских Т.Г., Тучин В.В. Влияние 40%-го раствора глюкозы на структуру роговицы человека. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Физика.* 2014;14(1):11–19 [Orlova A.S., Bashkatov A.N., Genina E.A., Kolbenedev I.O., Kamenskikh I.D., Kamenskikh T.G., Tuchin V.V. Influence of 40%-glucose solution on a structure of a human cornea. *Izvestiya of Saratov University. New series. Series Physics.* 2014;14(1):11–19 (in Russ.).]
- Burstein N.I. Effect of topical drugs and preservatives on the tears and corneal epithelium in dry eye. *Trans. Ophthalmol. Soc. UK.* 1985;104(4):402–409.
- Dart J. Corneal toxicity: the epithelium and stroma in iatrogenic and factitious disease. *Eye.* 2003;17(8):886–892.
- Егоров Е.А., Романова Т.Б., Рыбакова Е.Г., Оганезова Ж.Г. Современные подходы к профилактике и лечению вторичного синдрома «сухого глаза». *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2017;18(1):61–64 [Egorov E.A., Romanova T.B., Rybakova E.G., Oganezova J.G. Current approaches to prevention and treatment of secondary dry eye syndrome. *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2017;18(1):61–64 (in Russ.).]
- Сафонова Т.Н., Федоров А.А., Забегайло А.О., Егорова Г.Б., Митичкина Т.С. Лечение синдрома «сухого глаза» при первичной глаукоме. *Национальный журнал глаукома.* 2015;14(4):36–43 [Safonova T.N., Fedorov A.A., Zabegaylo A.O., Egorova G.B., Mitichkina T.S. Treatment of dry eye syndrome in primary glaucoma. *National Journal glaucoma.* 2015;14(4):36–43 (in Russ.).]
- Бржеский В.В., Муххамед Р. Глаукома и синдром «сухого глаза». *Офтальмологические ведомости.* 2014;7(2):37–49 [Brzheskij V.V., Radukhan M. Glaucoma and the dry eye syndrome. *Ophthalm. Vedomosti.* 2014;7(2):37–49 (in Russ.).]
- Аветисов С.Э., Егорова Г.Б. Возможности конфокальной микроскопии. *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2006;7(2):45–49 [Avetisov S.Ae., Egorova G.B. Possibilities of confocal microscopy (Preliminary report). *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2006;7(2):45–49 (in Russ.).]
- Егорова Г.Б., Федоров А.А., Бобровских Н.В., Савочкина О.А. Исследование морфологических изменений роговицы и интенсивность светорассеяния при кератоконусе. *Вестник офтальмологии.* 2010;126(4):16–20 [Egorova G.B., Fedorov A.A., Bobrovskikh N.V., Savochkina O.A. Study of corneal morphological changes and light scattering rate in keratoconus. *Bulletin of ophthalmology.* 2010;126(4):16–20 (in Russ.).]
- Егорова Г.Б., Федоров А.А., Аверич В.В. Морфологические изменения при глаукоме на фоне повышенного ВГД и при длительной гипотензивной терапии по результатам конфокальной микроскопии роговицы. *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2016;(3):113–117 [Egorova G.B., Fedorov A.A., Averich V.V. Morphological changes in glaucoma on the background of elevated IOP and prolonged hypotensive treatment by the results of confocal microscopy. *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2016;(3):113–117 (in Russ.).]

**Сведения об авторах:** Егорова Г.Б., д.м.н., главный научный сотрудник отдела рефракционных нарушений; Аверич В.В., м.н.с. отдела рефракционных нарушений. ФГБНУ «НИИ глазных болезней», 119021, Российская Федерация, г. Москва, ул. Россолимо, 11а, б. **Контактная информация:** Егорова Галина Борисовна, e-mail: [egorova1125@gmail.com](mailto:egorova1125@gmail.com); Аверич Вероника Валерьевна, e-mail: [veronikky@mail.ru](mailto:veronikky@mail.ru). **Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. **Конфликт интересов отсутствует.** **Статья поступила 30.01.2018.**

**About the authors:** Galina B. Egorova, senior research associate of the Refraction Disorders Department; Veronica V. Averich, junior researcher of the Refraction Disorders Department. Scientific Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo st., Moscow, Russian Federation, 119021. **Contact information:** Galina B. Egorova, e-mail: [egorova1125@gmail.com](mailto:egorova1125@gmail.com); Veronica V. Averich, e-mail: [veronikky@mail.ru](mailto:veronikky@mail.ru). **Disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned. **There is no conflict of interests.** **Received 30.01.2018.**