

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ОКТ ПЕРЕДНЕГО ОТРЕЗКА ГЛАЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АКСЕЛЕРИРОВАННОГО КРОССЛИНКИНГА НА «ТОНКОЙ» РОГОВИЦЕ

Терещенко А.В.¹, Демьянченко С.К.¹, Голубева Ю.Ю.¹, Вишнякова Е.Н.¹

¹Калужский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза”» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Калуга, e-mail: nauka@eye-kaluga.com

В работе дан сравнительный анализ динамики пахиметрии роговицы глаза пациента при проведении акселерированного кросслинкинга при исходной толщине роговицы менее 400 мкм с использованием операционного микроскопа с интегрированным оптическим когерентным томографом и ультразвукового (УЗ) биометра ТОМЕУ А 3000 (Tomey, Япония). Исследование проведено на 20 глазах 20 пациентов с диагнозом «кератоконус», из них со 2-й стадией заболевания – 16 пациентов, с 3-й стадией – 4 пациента, которым был проведен акселерированный кросслиндинг с применением защитного лоскута донорской роговицы. Интраоперационные измерения пахиметрии проводились с использованием операционного микроскопа с интегрированным оптическим когерентным томографом 3-го поколения и УЗ-биометра сразу после деэпителизации роговицы, через 5, 10, 15 и 30 мин после закапывания декстралинка. У пациентов со 2-й стадией кератоконуса различия в данных пахиметрии, полученных при помощи модуля интраоперационной оптической когерентной томографии (iOCT) и УЗ-биометра, в среднем составляли 22 ± 7 мкм, у пациентов с 3-й стадией кератоконуса и наличием выраженной локальной зоны эктазии различия составили 54 ± 12 мкм, при этом данные пахиметрии, полученные на УЗ-биометре, были выше, чем при измерении с помощью модуля iOCT. Применение интраоперационной iOCT позволяет детально оценить изменения пахиметрических параметров роговицы пациента и защитного лоскута донорской роговицы в ходе процедуры акселерированного кросслинкинга на исходно «тонкой» роговице и обеспечивает безопасность методики в целом.

Ключевые слова: акселерированный кросслиндинг, динамика пахиметрии роговицы, донорский лоскут роговицы, интраоперационная оптическая когерентная томография.

USE OF THE INTRAOPERATIVE OCT OF THE ANTERIOR SEGMENT OF THE EYE DURING ACCELERATED CROSSLINKING ON THE «THIN» CORNEA

Tereshchenko A.V.¹, Demyanchenko S.K.¹, Golubeva Y.Y.¹, Vishnyakova E.N.¹

¹Kaluga branch The S.Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Ministry of Health of Russia, Kaluga, e-mail: nauka@eye-kaluga.com

To perform a comparative analysis of the dynamics of the patient's corneal pachymetry during accelerated crosslinking on the «thin» cornea using the Hi-R NEO 900A N / R operating microscope (Haag-Streit Surgical, Germany) with the 3rd generation iOCT integrated optical coherence tomograph and the TOMEMY A 3000 ultrasound biometer (Tomey, Japan). Accelerated crosslinking being used a protective donor corneal flap was performed in 20 patients (20 eyes) with a diagnosis of keratoconus, of which 16 patients had disease of stage 2 and 4 patients had stage 3. Intraoperative measurements of pachymetry were performed using an operating microscope with an integrated optical coherence tomograph of the 3rd generation and an ultrasound biometer, immediately after corneal deepithelialization, 5, 10, 15 and 30 minutes after instillation of Dextralink. For patients with stage 2 of keratoconus, the differences in data of pachymetry obtained by using the iOCT (intraoperative optical coherent tomography) module and an ultrasound biometer were at averaged 22 ± 7 μm . For patients with stage 3 of keratoconus and the presence of a pronounced local zone of ectasia, the differences were 54 ± 12 μm . In both cases the values of pachymetry obtained by the ultrasound biometer were higher than those measured with the iOCT module. The method of intraoperative OCT using a system with an integrated optical coherence tomograph has shown itself to be a necessary tool for a detailed assessment of changes in the patient's cornea and the protective flap of the donor cornea during accelerated crosslinking on a «thin» cornea.

Keywords: accelerated crosslinking, dynamics of corneal pachymetry, donor corneal flap, intraoperative optical coherent tomography.

Кросслиндинг роговичного коллагена является одной из эффективных методик стабилизации кератэктатического процесса при кератоконусе [1, 2]. Безопасное проведение

ультрафиолетового (УФ) кросслинкинга по стандартному протоколу возможно только на роговицах, пахиметрия которых превышает 400 мкм [3–5].

В 2019 г. в Калужском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» была предложена новая методика акселерированного кросслинкинга с применением защитного лоскута донорской роговицы, которая позволяет осуществлять УФ-облучение роговицы с толщиной менее 400 мкм. Эффективность и безопасность данной методики сопоставимы со стандартным протоколом акселерированного кросслинкинга [6]. Предложенная методика базируется на использовании передних слоев донорской роговицы, которые остаются после проведения эндотелиальной кератопластики (Fs DSEK, DMEK). Рациональный подход к использованию донорской роговицы позволяет найти применение тканям, ранее подлежащим утилизации. Защитный лоскут донорской роговицы необходимой толщины формируется для восполнения дефицита толщины роговичной ткани пациента при помощи фемтосекундного лазера.

Для обеспечения безопасности кросслинкинга проведение пахиметрии с определением наитончайшей зоны роговицы пациента играет важную роль. Как правило, в ходе кросслинкинга толщину роговицы пациента до УФ-облучения измеряют при помощи ультразвуковых (УЗ) биометров [6, 7]. Однако, поскольку при кератоконусе толщина роговицы в области эктазии может иметь значительные перепады, определение тончайшей зоны при помощи УЗ-биометрии представляется затруднительным и может быть сопряжено с высокой вероятностью получения ошибочных данных.

Поскольку полученные данные толщины роговицы используются для расчета толщины защитного лоскута донорской роговицы, корректность данных пахиметрии будет определять эффективность и безопасность предлагаемой методики акселерированного кросслинкинга с применением защитного лоскута донорской роговицы. Завышение показателей тончайшей зоны роговицы приведет к выкраиванию защитного лоскута меньшей толщины, что может способствовать повреждению эндотелия роговицы пациента в ходе УФ-облучения. Занижение показателей пахиметрии в тончайшей зоне приведет к выкраиванию защитного лоскута большей толщины, что, в свою очередь, может вызвать снижение эффективности методики.

На сегодняшний день наиболее точным методом исследования для определения минимальной толщины роговицы при кератоконусе в рамках предоперационной диагностики является оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего отрезка глаза [8, 9]. Благодаря появлению интраоперационной ОКТ в клинической практике стало возможно экстраполировать данные предоперационной диагностики в операционную и с высокой точностью отслеживать динамику изменений пахиметрии на этапе насыщения роговицы декстралинком и в ходе облучения при проведении УФ-кросслинкинга.

Применение интраоперационной ОКТ в офтальмохирургии – это инновационная технология, которая получает все большее распространение. Первые микроскопы с встроенным ОКТ-модулем появились в 2013 г. [10, 11]. Система интраоперационной ОКТ-визуализации помогает хирургу в режиме реального времени через окуляры микроскопа визуализировать проекцию топографической картины ультратонких структур глаза [12–15].

В нашей клинике используется операционный микроскоп Hi-R NEO 900A N/R (Haag-Streit Surgical, Германия) с интегрированным оптическим когерентным томографом iOCT 3-го поколения. Данный прибор обладает следующими характеристиками: 10 000 А-сканов в секунду, разрешение 10 мкм, оптика – апохроматическая (прозрачная для ИК), рабочее расстояние – 175 или 200 мм, угол наклона головки окуляров – 200°, стереобаза – 25 мм. Данная система позволяет визуализировать ОКТ-сканы как в окулярах микроскопа хирурга, так и на мониторе микроскопа, производить линейные измерения на мониторе микроскопа, а также осуществлять запись операции (рис. 1).



Рис. 1. Операционный микроскоп Hi-R NEO 900A N/R (Haag-Streit Surgical, Германия) с интегрированным оптическим когерентным томографом iOCT 3-го поколения

Цель данного исследования определило наличие возможности прецизионной интраоперационной оценки пахиметрических показателей роговицы пациента в ходе предложенной методики УФ-кросслинкинга.

Цель исследования – провести сравнительный анализ динамики пахиметрии роговицы пациента в ходе акселерированного кросслинкинга при исходной толщине роговицы менее 400 мкм с использованием операционного микроскопа с интегрированным оптическим когерентным томографом и УЗ-биометра TOMEY A 3000 (Tomey, Япония).

Материал и методы исследования

Исследование проведено на 20 глазах 20 пациентов с диагнозом «кератоконус» (13 мужчин, 7 женщин), из них со 2-й стадией заболевания – 16 пациентов, с 3-й стадией – 4 пациента, которым был проведен акселерированный кросслинкинг с использованием защитного лоскута донорской роговицы.

До и после операции в сроки 1, 3 и 6 месяцев проводились следующие исследования: визометрия, авторефрактометрия, тонометрия, кератотопография, кератопахиметрия, подсчет плотности эндотелиальных клеток (ПЭК), оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза. Плотность эндотелиальных клеток измерялась на приборе TOMEY SP 3000 (Япония). Кератотопография проводилась на приборе Pentacam HR (Oculus, Германия), кератопахиметрия с определением локализации тончайшей зоны – на приборе ОКТ-RTVue XR Avanti (Optovue, США).

Интраоперационные измерения пахиметрии проводились с использованием операционного микроскопа с интегрированным оптическим когерентным томографом 3-го поколения и УЗ-биометра сразу после дезэпителизации роговицы, через 5, 10, 15 и 30 мин после закапывания декстралинка. Также выполнялась оценка данных пахиметрии сразу после наложения защитного лоскута донорской роговицы на роговицу пациента и по окончании процедуры облучения УФ. Помимо этого, при помощи iOCT модуля измерялась толщина самого защитного лоскута донорской роговицы сразу после аппланации его на роговицу пациента и после проведения УФ-облучения.

Акселерированный кросслинкинг выполнялся на приборе UV-X 2000 (IROC, Швейцария).

Защитный лоскут роговицы формировали при помощи фемтосекундного лазера Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария) из остаточной стромы донорской роговицы после проведения различных видов эндотелиальной кератопластики (задней послойной фемтокератопластики, трансплантации десцеметовой мембраны).

Методика операции. Дезэпителизация роговицы выполнялась одноразовым скарификатором в 7–9-миллиметровой зоне. Далее, с применением интраоперационной ОКТ, выявлялась зона роговицы с минимальной толщиной. Затем в течение 30 мин проводилось насыщение роговицы раствором рибофлавина на декстрановой основе (декстралинк) путем инстилляций с интервалом 1 мин. Через 5, 10, 15 и 30 мин после начала инстилляций

дексралинка проводились повторные измерения толщины роговицы в тончайшей зоне. Измерения проводились двумя методами: с использованием интраоперационной ОКТ и с применением УЗ-биометра. После окончания насыщения роговицы раствором дексралинка рассчитывали необходимую толщину защитного лоскута донорской роговицы. Толщина формируемого защитного лоскута определялась как разница между толщиной роговицы пациента в тончайшей зоне после 30 мин насыщения дексралинком и толщиной в 450 мкм, требуемой для безопасного проведения УФ-облучения. Для расчета толщины защитного лоскута донорской роговицы использовали данные, полученные при помощи интраоперационной ОКТ. Диаметр защитного лоскута составлял 9,4 мм. Сформированный защитный лоскут позиционировали на поверхности роговицы пациента, после чего оценивали толщину комплекса «защитный лоскут + собственная роговица пациента». Измерения проводили при помощи интраоперационной ОКТ и УЗ-биометра. Кроме этого, интраоперационная ОКТ позволяла оценить степень адгезии защитного лоскута к роговице пациента. Во всех случаях отмечалась интимная адаптация защитного лоскута к роговице пациента на всей площади. УФ-облучение осуществляли в течение 10 мин световым пятном 9,0 мм. В ходе УФ-облучения на поверхность защитного лоскута роговицы инсталлировали раствор дексралинка каждые 2 мин. После окончания УФ-облучения проводили финальное измерение толщины роговицы пациента и защитного лоскута донорской роговицы при помощи интраоперационной ОКТ для верификации безопасности проведенной процедуры. Операция заканчивалась инстилляцией антисептика витабакт. На роговицу накладывали мягкую лечебную контактную линзу на 3–5 дней до наступления полной эпителизации.

Статистическая обработка результатов работы проводилась с использованием программы Statistica 13.3 («Tibco Software Inc.», США). Для характеристики количественных данных использовались среднее значение (M) и стандартное отклонение (STD).

Результаты исследования и их обсуждение

Предоперационная диагностика показала следующие результаты: некорригированная острота зрения (НКОЗ) определялась на уровне $0,14 \pm 0,15$; корригированная острота зрения (КОЗ) – $0,45 \pm 0,15$; ВГД – $14,5 \pm 2,8$ мм рт. ст.; пахиметрия в центре – 401 ± 20 мкм, на вершине конуса – 390 ± 30 мкм; ПЭК – 2438 ± 110 кл/мм². Кератотопография демонстрировала характерные изменения роговицы, соответствующие кератоконусу. Анализ элевационных карт показал, что элевация передней поверхности была на уровне 38 ± 5 мкм, задней поверхности – 57 ± 7 мкм, средняя кератометрия – $56 \pm 2,5$ дптр.

Интраоперационная пахиметрия в ходе насыщения роговицы раствором дексралинка показала, что максимальное снижение толщины роговицы пациента отмечалось в течение первых 15 мин закапывания дексралинка и составило в среднем 55 ± 23 мкм (17%) по данным

интраоперационной ОКТ и 39 ± 27 мкм по данным УЗ-биометра. После окончания насыщения роговицы раствором декстралинка (через 30 мин) толщина роговицы уменьшалась в среднем на 66 ± 15 мкм (21%) по данным интраоперационной ОКТ и на 46 ± 24 мкм по данным УЗ-биометра относительно исходной толщины роговицы после деэпителизации (до инстилляций декстралинка). Исходя из данных пахиметрии (iOCT) в тончайшей зоне по окончании насыщения декстралинком рассчитывали толщину защитного лоскута донорской роговицы таким образом, чтобы данные пахиметрии комплекса «роговица пациента + защитный лоскут донорской роговицы» составили 450 мкм.

После аппланации защитного лоскута донорской роговицы на поверхность роговицы пациента пахиметрия полученного комплекса «роговица пациента + защитный лоскут донорской роговицы» в тончайшей зоне составила в среднем 499 ± 15 мм по данным iOCT и 484 ± 37 мкм по данным УЗ-биометра. После проведения процедуры акселерированного кросслинкинга пахиметрия комплекса «роговица пациента + защитный лоскут донорской роговицы» в тончайшей зоне снизилась в среднем на 23 ± 5 мкм, при этом снижение значений пахиметрии защитного лоскута донорской роговицы определялось на уровне 52 ± 9 мкм (25%), в то время как пахиметрия роговицы пациента увеличивалась на 58 ± 5 мкм (18%) относительно толщины до проведения УФ-облучения, что, на наш взгляд, связано с отсутствием контакта собственной роговицы пациента с воздухом внешней среды и, возможно, с частичным пропитыванием влагой из защитного лоскута (рис. 2, 3).

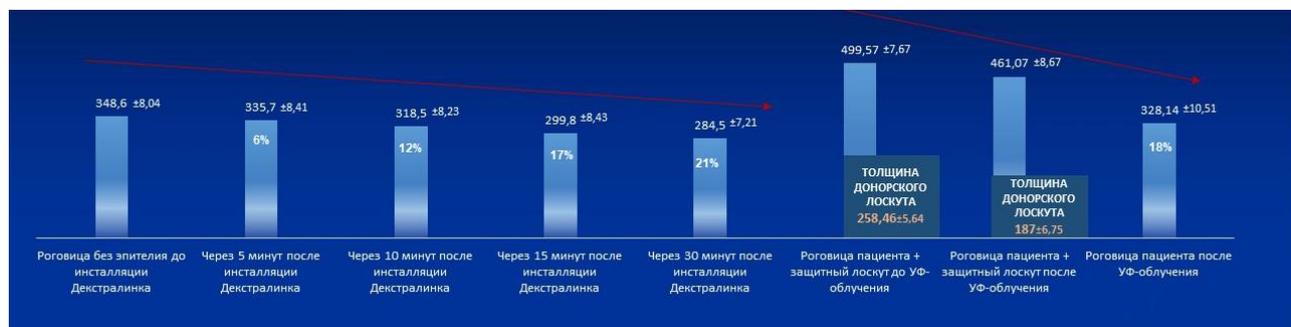


Рис. 2. Динамика изменения пахиметрии роговицы и защитного лоскута донорской роговицы, мкм и процентах



Рис. 3. Динамика изменения пахиметрии роговицы пациента и защитного лоскута донорской роговицы после проведения УФ-облучения и 10 мин закапывания декстралинка, показанная на мониторе микроскопа

Послеоперационные клинико-функциональные показатели в срок 1, 3, 6 и 12 месяцев соответствовали показателям, получаемым после выполнения акселерированного кросслинкинга по стандартному протоколу. По данным эндотелиальной микроскопии, проведенной до операции и через 12 месяцев после операции, значимых различий в показателях плотности эндотелиальных клеток не определялось, что свидетельствовало о безопасности проведенной процедуры. По данным оптической когерентной томографии роговицы в сроки 1 и 3 месяца определялось наличие демаркационной линии на глубине $235 \pm 20,5$ мкм.

Внедрение в хирургическую практику интраоперационной ОКТ – новый шаг как в офтальмохирургии в целом, так и в роговичной хирургии в частности. Интраоперационная ОКТ обладает высоким научно-практическим потенциалом [10].

При проведении кросслинкинга роговицы при кератоконусе особое внимание уделяется исходной толщине роговицы для соблюдения требований безопасности. Наиболее точные данные пахиметрии роговицы в тончайшей зоне обеспечивает предоперационная ОКТ [8, 9].

На наш взгляд, интраоперационный контроль динамики изменения пахиметрии роговицы пациента с использованием УЗ-биометров сопряжен с высокой вероятностью ошибки, так как проведение измерений в одной и той же точке представляется затруднительным.

В данном исследовании в ходе акселерированного кросслинкинга с использованием защитного лоскута донорской роговицы были проведены измерения пахиметрии сразу на 2 приборах: выполнены интраоперационная ОКТ переднего отрезка и измерения на УЗ-биометре. Следует отметить, что у пациентов со 2-й стадией кератоконуса различия в данных пахиметрии, полученных при помощи iOCT модуля и УЗ-биометра, в среднем составляли 22 ± 7 мкм, в то время как у пациентов с 3-й стадией кератоконуса и наличием выраженной локальной зоны эктазии различия составили 54 ± 12 мкм, при этом значения пахиметрии, полученные на УЗ-биометре, были выше, чем при измерении с помощью модуля iOCT, в среднем на 5% (рис. 4). В одном случае разница пахиметрических данных в тончайшей зоне роговицы пациента через 30 мин инстилляции декстралинка, полученных с помощью модуля iOCT и УЗ-биометра, составила 71 мкм.



Рис. 4. Сравнительное определение толщины роговицы посредством УЗ-биометра и интраоперационной ОКТ у пациентов со 2-й стадией кератоконуса

При проведении кросслинкинга на исходно тонкой роговице цена ошибки в оценке пахиметрии возрастает, так как эти данные используются для определения необходимой толщины защитного лоскута, а применение защитного лоскута недостаточной толщины приведет к повреждению эндотелия роговицы пациента. В связи с этим наличие максимально достоверных данных пахиметрии в ходе операции определяет актуальность применения интраоперационной ОКТ в рамках предложенной методики.

В результате проведенной работы выявлены изменения, происходящие с роговицей пациента и защитным лоскутом донорской роговицы при насыщении декстралинком и после облучения УФ. Было установлено, что после проведения УФ-облучения и инстилляций декстралинка в течение 10 мин с интервалом в 2 мин пахиметрия комплекса «роговица пациента + защитный лоскут донорской роговицы» уменьшалась в среднем на 7%, тогда как пахиметрия роговицы пациента увеличивалась в среднем на 18% относительно пахиметрии до операции.

Использование УЗ-биометра не позволяет получить детальную информацию о процессах, происходящих в роговице пациента и защитном лоскуте донорской роговицы, так как измерение пахиметрии возможно только для самого комплекса «роговица пациента + защитный лоскут донорской роговицы», в то время как посредством применения интраоперационной ОКТ при проведении кросслинкинга можно с высокой точностью в ходе операции определять пахиметрию тончайшей зоны роговицы пациента после насыщения раствором декстралинка, что позволяет точно рассчитать индивидуальные параметры

защитного лоскута донорской роговицы.

Выводы

1. Применение УЗ-биометров сопряжено с высокой вероятностью получения ошибочных данных в сторону завышения показателей пахиметрии в среднем на 5% относительно данных, получаемых при помощи интраоперационной ОКТ.

2. Система интраоперационной ОКТ обеспечивает возможность персонализированного подхода при выборе индивидуальных параметров защитного лоскута донорской роговицы с высокой точностью для обеспечения безопасности и эффективности при проведении кросслинкинга по предложенной методике.

3. Использование интраоперационной ОКТ показало уменьшение пахиметрии комплекса «роговица пациента + защитный лоскут донорской роговицы» на 7% и уменьшение пахиметрии защитного лоскута донорской роговицы после облучения и закапывания в течение 10 мин декстралинка на 25%, в то время как пахиметрия роговицы пациента увеличилась на 18% относительно показателей пахиметрии до УФ-облучения.

4. Применение интраоперационной ОКТ позволяет детально оценить изменения пахиметрических параметров роговицы пациента и защитного лоскута донорской роговицы в ходе процедуры акселерированного кросслинкинга на исходно «тонкой» роговице и обеспечивает безопасность методики в целом.

Список литературы

1. Аветисов С.Э. Кератоконус: современные подходы к изучению патогенеза, диагностике, коррекции и лечению // Вестник Офтальмологии. 2014. № 130 (6). С. 37-43.
2. Бикбов М.М., Бикбова Г.М., Хабибуллин А.Ф. «Кросслинкинг» роговичного коллагена в лечении кератоконуса // Вестник офтальмологии. 2011. № 127 (5). С. 21.
3. Wollensak G., Spoerl E., Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-A induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. Am. J. Ophthalmol. 2003. vol. 135. no. 5. P. 620-627.
4. Alnawaiseh M., Rosentreter A., Bohm M.R., Eveslage M., Eter N., Zumbach L. Accelerated (18 mW/cm²) corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. Cornea. 2015. vol. 34. no. 11. P. 1427-1431.
5. Бикбов М.М., Суркова В.К. Метод перекрестного связывания коллагена роговицы при кератоконусе. Обзор литературы // Офтальмология. 2014. № 11 (3). С. 13-18.
6. Голубева Ю.Ю., Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Вишнякова Е.Н., Демьянченко С.К. Методика ультрафиолетового кросслинкинга в лечении прогрессирующего кератоконуса при «тонкой роговице» // Современные технологии в офтальмологии. 2019 № 4. С. 59-62.

7. Демьянченко С.К., Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Головач Н.А., Вишнякова Е.Н. Оценка эффективности и безопасности роговичного кросслинкинга при лечении кератоконуса на приборе iros 2000 // Практическая Медицина. 2016. № 6. С. 98.
8. Fukuda S., Yamanari M., Lim Y., Hoshi S., Beheregaray S., Oshika T., Yasuno Y. Keratoconus diagnosis using anterior segment polarizationsensitive optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013. vol. 1. no. 24. P. 1384-1391.
9. Нерпина М.Е., Пожарицкая Е.М., Пожарицкий М.Д. Современный алгоритм ранней диагностики кератоконуса // Вестник ОГУ. 2013. № 4 (153). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyyu-algoritm-ranney-diaagnostiki-keratokonusa> (дата обращения: 14.02.2021).
10. Азнабаев Б.М., Мухамадеев Т.Р., Дибаяев Т.И. Интраоперационная ОКТ-визуализация в хирургии переднего и заднего отрезка глаза // Медицинский вестник Башкортостана. 2016. № 1 (61). С. 151-154.
11. Steven P., Le Blanc C., Velten K., Lankenau E., Krug M., Oelckers S., Cursiefen C. Optimizing Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty Using Intraoperative Optical Coherence Tomography. JAMA Ophthalmology. 2013. vol. 131 no. 9. P. 1135.
12. Eguchi H., Hotta F., Kusaka S., Shimomura Y. Intraoperative Optical Coherence Tomography Imaging in Corneal Surgery: A Literature Review and Proposal of Novel Applications. J. Ophthalmol. 2020. no. 11. P. 149. DOI: 10.1155/2020/1497089.
13. Pujari A., Agarwal D., Chawla R., Kumar A., Sharma N. Intraoperative Optical Coherence Tomography Guided Ocular Surgeries: Critical Analysis of Clinical Role and Future Perspectives. Clin Ophthalmol. 2020. vol 24. no. 14. P. 2427-2440. DOI: 10.2147/OPTH.S270708.
14. Augustin A. Intraoperative Optical Coherence Tomography - an Overview of Current Clinical Data for the Application in the Anterior and Posterior Segments. Klin Monbl Augenheilkd. 2018. vol. 235. no. 7. P. 820-829. DOI: 10.1055/s-0042-122710.
15. Titiyal J., Kaur M., Falera R. Intraoperative optical coherence tomography in anterior segment surgeries. Indian J. Ophthalmol. 2017. vol. 65. no. 2. P. 116-121. DOI: 10.4103/ijo.IJO_868_16.