



Ситник Г.В.

Белорусская медицинская академия последипломного образования,
Минск, Беларусь

Фемтоассистированное хирургическое лечение посткератопластического астигматизма: показания и результаты

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 23.11.2022

Принята: 28.11.2022

Контакты: drhalinasitnik@gmail.com

Резюме

Посткератопластический астигматизм – одна из ведущих причин низкого зрения после пересадки роговицы.

Цель исследования. Изучить эффективность хирургического лечения посткератопластического астигматизма высокой степени после пересадки роговицы по поводу кератоконуса.

Материалы и методы. В исследование включены 24 пациента (24 глаза) с посткератопластическим астигматизмом. В 1-ю группу вошли 15 пациентов с правильным астигматизмом, которым выполняли фемтоассистированную дугообразную кератотомию (ФАДК); 2-ю составили 9 пациентов, у 6 из которых астигматизм был неправильным. Во 2-й группе выполняли фемтоассистированную циркулярную клиновидную резекцию роговицы (ФЦКР).

Результаты. У пациентов обеих групп получено достоверное улучшение кератотопографических индексов, а также улучшение НКОЗ и КОЗ после операций. В 1-й группе $КОЗ_{исх}$ составляла 0,2 (0,10–0,3), $КОЗ_{итог}$ – 0,6 (0,5–0,7) ($T=0$, $Z=3,408$, $p<0,001$). Во 2-й группе $КОЗ_{исх}$ составляла 0,1 (0,09–0,2), $КОЗ_{итог}$ – 0,6 (0,55–0,7) ($T=0$, $Z=2,521$, $p=0,012$).

Выводы. Выполнение ФАДК при правильном посткератопластическом астигматизме позволяет уменьшить величину кератометрического цилиндра на 61%, значимо повысить как НКОЗ, так и КОЗ. ФЦКР эффективна при неправильном астигматизме и может являться альтернативой повторной пересадке роговицы.

Ключевые слова: фемтосекундный лазер, пересадка роговицы, кератопластика, посткератопластический астигматизм, дугообразная кератотомия, фемтоассистированная пересадка роговицы



Halina V. Sitnik

Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

Femtosecond Laser-Assisted Surgical Management of Postkeratoplasty Astigmatism: Indications and Results

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 23.11.2022

Accepted: 28.11.2022

Contacts: drhalinasitnik@gmail.com

Abstract

Post-keratoplasty astigmatism is one of the leading causes of low vision after corneal transplantation.

Purpose. To study the effectiveness of surgical management of high post-keratoplasty astigmatism after corneal transplantation for keratoconus.

Materials and methods. The study included 24 patients (24 eyes) with post-keratoplasty astigmatism. Group 1 included 15 patients with regular astigmatism who underwent femtosecond laser-assisted arcuate keratotomy (FLAK); the 2nd consisted of 9 patients, 6 of whom had irregular astigmatism. In group 2, femtosecond laser-assisted circular wedge resection of the cornea (FCWR) was performed.

Results. In patients of both groups, a significant improvement in keratotopography indices was obtained, as well as an improvement in UCVA and BCVA after surgery. In group 1, initial BCVA was 0.2 (0.10–0.3), final BCVA was 0.6 (0.5–0.7) ($T=0$, $Z=3.408$, $p<0.001$). In group 2, initial BCVA was 0.1 (0.09–0.2), final BCVA – 0.6 (0.55–0.7) ($T=0$, $Z=2.521$, $p=0.012$).

Conclusions. FLAK in patients with regular high post-keratoplasty astigmatism helps reduce the keratometric cylinder by 61%, significantly increase both UCVA and BCVA. FCWR is effective for irregular astigmatism and may be an alternative to corneal retransplantation.

Keywords: femtosecond laser, corneal transplantation, keratoplasty, postkeratoplasty astigmatism, arcuate keratotomy, femto-assisted wedge resection

■ ВВЕДЕНИЕ

Посткератопластический астигматизм – одна из ведущих причин низкого зрения и неудовлетворенности результатом лечения при прозрачном приживлении роговичного трансплантата и отсутствии патологии со стороны сетчатки и зрительного нерва у пациентов, перенесших пересадку роговицы.

Биологические результаты пересадки роговицы зависят как от исходной патологии, так и от лечения в послеоперационном периоде и сроков наблюдения. Прозрачное приживление трансплантата наблюдается в 53–97% [1].

Астигматизм до 3 диоптрий после кератопластики считается хорошим оптическим результатом. Частота посткератопластического астигматизма более 5 диоптрий, когда для повышения остроты зрения требуется подбор контактных

линз, варьирует от 15 до 31%. Частота неправильного астигматизма, при котором оптическая коррекция зрения затруднительна, составляет еще 10–15% [1, 2].

Причины, приводящие к развитию индуцированного астигматизма после пересадки роговицы, разнообразны: эксцентричное расположение трансплантата, различие в толщине донорской роговицы и роговичного ложа реципиента, несовершенное выкраивание трансплантата и формирование роговичного ложа реципиента (перекос, овальная форма ложа/трансплантата, деформирующие насечки и т. п.), несоответствие по глубине при наложении швов и неравномерное натяжение швов, наличие недиагностированной патологии в донорской роговице (эктазии, астигматизм), несовпадение сторон донорской роговицы с соответствующими сторонами роговицы реципиента, исходная деформация роговичного ложа реципиента по причине эктазии, длительное заживление роговичной раны, несвоевременное снятие роговичных швов, формирование неравномерного по плотности послеоперационного рубца и другие [1].

При невозможности оптической коррекции зрения приходится прибегать к хирургическому лечению вплоть до повторной пересадки роговицы у таких пациентов, невзирая на прозрачное состояние роговичного трансплантата. В настоящее время для повышения остроты зрения при посткератопластическом астигматизме выполняют эксимерлазерные операции, имплантацию интрароговичных сегментов, дугообразную кератотомию (мануальную и фемтолазерную), а также различные другие виды кератотомий, в том числе с последующим наложением компрессионных швов, по методу, впервые описанному R.C. Troutman в 1973 г. [1–7]. Эффективность таких операций вариабельна, в связи с этим дальнейший поиск решений по хирургическому лечению посткератопластического астигматизма остается актуальной задачей.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить эффективность хирургического лечения посткератопластического астигматизма высокой степени после пересадки роговицы по поводу кератоконуса.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективное исследование были включены 24 пациента, 17 мужчин и 7 женщин, которые ранее перенесли пересадку роговицы по поводу кератоконуса. Основной жалобой пациентов было низкое зрение. Критериями включения в исследование были: прозрачное состояние роговичного трансплантата, наличие посткератопластического астигматизма высокой степени (7–23 D) при невозможности коррекции очками или контактными линзами; минимальный срок после полного снятия роговичных швов после пересадки роговицы 6 мес.; информированное согласие на проведение хирургического лечения и последующее участие в исследовании. Характеристики пациентов представлены в табл. 1.

На протяжении наблюдения всем пациентам проводили полное офтальмологическое обследование, включающее в том числе визометрию без коррекции и с наилучшей переносимой коррекцией, тонометрию, кераторефрактометрию, кератотопографию, оптическую когерентную томографию переднего отрезка глаза, эндотелиальную биомикроскопию с подсчетом плотности эндотелиальных клеток.

Пациенты были разделены на две группы. В первую группу вошли 15 человек с правильным астигматизмом, которым выполняли фемтоассистированную



Таблица 1
Характеристики пациентов
Table 1
Patient characteristics

Параметр	Значение
Количество пациентов / количество глаз, n	24/24
Возраст, лет	
– Me (25%-75%)	43,5 (33–53)
– Min-Max	22–78
Пол, n/%	
– мужчины	17/70,8
– женщины	7/29,2
Тип пересадки роговицы, n/%	
– мануальная	16/66,7
– фемтоассистированная	8/33,3
– СКП	22/91,7
– ГППК	2/8,3
Срок после полного снятия роговичных швов после кератопластики, мес. Me (25%-75%)	12 (10–18,5)
Некорригированная острота зрения (НКОЗ), Me (25%-75%)	0,06 (0,04–0,08)
Корригированная острота зрения (КОЗ), Me (25%-75%)	0,1 (0,1–0,2)
Плотность эндотелиальных клеток, клеток/мм ² Me (25%-75%)	1450 (1401–1670)
Посткератопластический астигматизм, n/%	
– правильный	18/75
– неправильный	6/25
Кeratотопографические индексы, D (TMS-5), Me (25%-75%)	
– K _s	49,84 (47,99–51,12)
– K _F	38,5 (37,85–40,49)
– Cyl	9,88 (8,59–11,87)

дугообразную кератотомию. Вторую группу составили 9 пациентов, у 6 из которых астигматизм был неправильным. Во второй группе выполняли фемтоассистированную циркулярную клиновидную резекцию роговицы. Распределение пациентов по полу, возрасту и типу СКП не различалось.

Статистическую обработку проводили с использованием статистических пакетов Statistica 10 (StatSoft Inc.) и Microsoft Excel для Windows 10. Оценивали нормальность распределения количественных переменных. Описание количественных данных представляли в виде медианы и интерквартильного размаха – Me (25%-75%), качественных признаков – в виде абсолютных величин и относительных частот в процентах (%). При множественных сравнениях повторных измерений количественной переменной применяли критерий Fridman ANOVA, попарные сравнения проводили с использованием критерия Вилкоксона (T) с поправкой Бонферрони, сравнение двух независимых групп проводили по критерию Манна – Уитни (U). Для оценки различий абсолютных частот и долей в двух независимых выборках были использованы: критерий χ^2 Пирсона (Pearson Chi-square), двухсторонний вариант точного критерия Фишера (Fisher exact p). Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез принят $p \leq 0,05$.

Хирургические вмешательства в обеих группах были проведены с использованием фемтосекундного лазера IntraLase 60 kHz или IntraLase iFS (Abbott Laboratories,

США) под местной анестезией после получения информированного согласия пациента.

Особенности хирургической техники фемтоассистированной дугообразной кератотомии (ФАДК). Основной идеей операции является уплощение роговицы за счет выполнения двух дугообразных разрезов, перпендикулярных сильному меридиану роговицы. При этом может наблюдаться содружественный эффект увеличения преломляющей способности по слабому меридиану. В настоящее время общепринятая номограмма для данной операции отсутствует, для расчетов параметров резов используются различные номограммы [3, 5, 8, 9]. Оптический результат астигматической кератотомии увеличивается с увеличением глубины разреза, сокращение расстояния до центра оптической области (уменьшение диаметра насечки), а также зависит от длины дуги насечки в градусах и от возраста пациента. Однако у пациентов после пересадки роговицы на итоговый результат может влиять неравномерность рубца роговицы, овальная форма трансплантата, смещение трансплантата относительно оптической оси и другие. Кроме того, необходимо учитывать неравномерность толщины роговичного трансплантата. В данной работе для расчетов были использованы подходы, предложенные в номограммах С. Cleary et al. (2013), а также R.M. St Clair et al. (2016) [7, 9]. При программировании параметров резов фемтосекундного лазера глубину насечки планировали до 85–90% от толщины роговичного трансплантата в целевой зоне, диаметр насечки был меньше на 1–1,5 мм, чем диаметр трансплантата, рез выполняли под углом 45 градусов в большинстве случаев (в отличие от традиционной перпендикулярной к поверхности роговичной насечки), длина дуги насечки варьировала от 80 до 100 градусов. На операционном столе производили верификацию размеров роговичного трансплантата при помощи циркуля и маркировали границы трансплантата. На основании результатов кератотопографии и пахиметрии вводили параметры программы операции (рис. 1А). После установки вакуумного фиксатора проводили операцию, затем под микроскопом при помощи шпателя раскрывали роговичные насечки, контролировали отсутствие перфорации

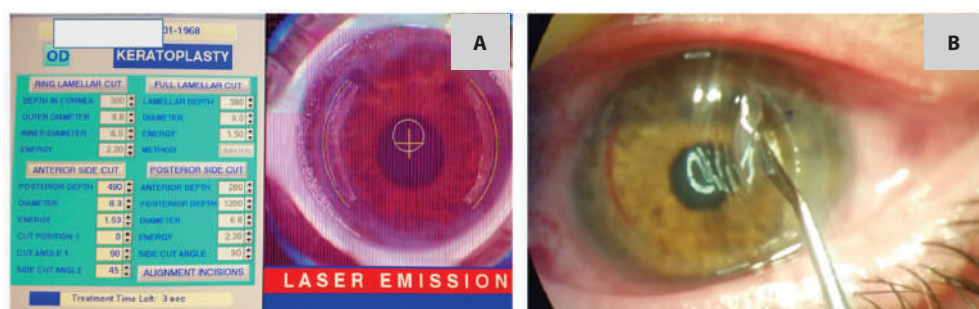


Рис. 1. Фемтоассистированная дугообразная кератотомия при посткератопластическом астигматизме: А – хирургические параметры операции, элементы программного обеспечения фемтосекундного лазера IntraLase 60 kHz, В – передний отрезок глаза пациента под операционным микроскопом: контроль глубины выполненной насечки (объяснения в тексте)
Fig. 1. Femtosecond laser-assisted arcuate keratotomy in postkeratoplasty astigmatism: A – surgical parameters, software elements of the IntraLase 60 kHz femtosecond laser, B – anterior segment of the patient's eye under the operating microscope: control of the depth of the incision (explanations in the text)



роговицы, инстиллировали глазные капли офтаквикс, накладывали асептическую повязку (рис. 1В).

Особенности хирургической техники фемтоассистированной циркулярной клиновидной резекции роговицы (ФЦКР). Основной задачей данной операции является иссечение при помощи фемтосекундного лазера послеоперационного рубца на максимально возможном протяжении, ушивание раны роговицы для формирования новой оптической зоны в роговичном трансплантате. Прототипами данной операции являются ранее предложенные виды мануальных кератотомий для лечения посткератопластического астигматизма, а также операция ФРАК [2, 6, 8, 10].

На первом этапе операции измеряли фактический размер роговичного трансплантата в двух перпендикулярных направлениях и маркировали область послеоперационного рубца. Программировали параметры роговичных резов фемтосекундного лазера при использовании протокола «Кератопластика». Глубину циркулярных резов планировали до 85–90% от толщины роговичного трансплантата в зоне рубца, при этом первый кольцевой рез выполняли перпендикулярно к поверхности диаметром на 0,15 мм меньше фактического диаметра трансплантата, второй рез – на 0,15 мм кнаружи от края рубца, под углом к поверхности (55–57°), чтобы резы пересеклись за заданной глубине (рис. 2А). Затем кольцевидный лоскут рубцовой ткани удаляли (рис. 2В), наносили разметку при помощи шовного разметчика, роговичную рану ушивали с равномерным натяжением узловыми швами (нейлон 10-0) (рис. 2С). Инстиллировали глазные капли офтаквикс, накладывали асептическую повязку.

В послеоперационном периоде пациентам обеих групп назначали местное противовоспалительное лечение, включающее инстилляцию глазных капель офтаквикс 4 раза в день – 7 дней, дексаметазон 0,1% с постепенным снижением кратности закапывания: 3 раза в день – 10 дней, затем 2 раза в день 10 дней, 1 раз в день – 10 дней, а также слезозаместительную терапию (окутиарз, катионорм), кратность инстилляций в зависимости от состояния глазной поверхности (3–6 раз в сутки).

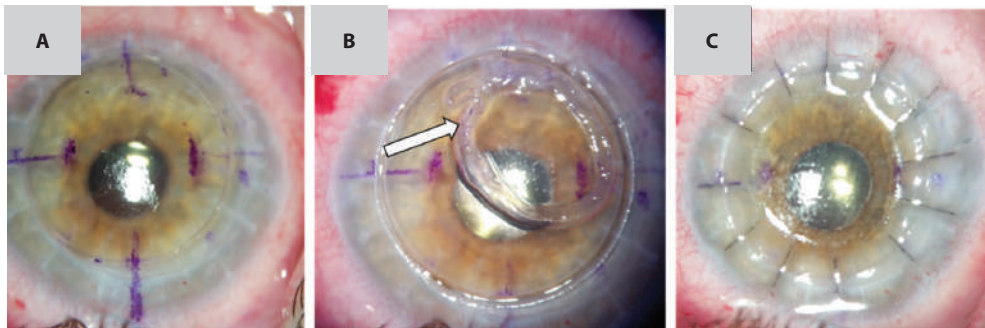


Рис. 2. Фемтоассистированная циркулярная клиновидная резекция роговицы при посткератопластическом астигматизме: А – выполнены 2 циркулярных реза роговицы при помощи фемтосекундного лазера IntraLase 60 kHz, В – сформированный клиновидный лоскут роговичной ткани удален, показан стрелкой, С – наложены узловые швы (объяснения в тексте)
Fig. 2. Femto-assisted circular wedge resection of the cornea in postkeratoplasty astigmatism: А – 2 circular cuts of the cornea were performed using the IntraLase 60 kHz femtosecond laser, В – the wedge-shaped corneal tissue flap was removed, shown by an arrow, С – single interrupted sutures were performed (explanations in the text)

Контрольные осмотры назначали через 1, 3, 6 месяцев, а также в анализе учитывали данные итогового обследования пациента (7 мес. – 6 лет).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Все пациенты, включенные в исследование, ранее перенесли пересадку роговицы по поводу кератоконуса. Для оценки эффективности хирургического лечения астигматизма были приняты следующие критерии: увеличение НКОЗ и КОЗ, достоверные различия в величине кератотопографических индексов и величине цилиндра. Период наблюдения после хирургического лечения астигматизма составил 2,75 (1–5) года, варьировал от 6 месяцев до 6 лет.

Результаты лечения пациентов 1-й группы (ФАДК). Изменения кератотопографических параметров в результате лечения у пациентов 1-й группы представлены в табл. 2.

При множественных сравнениях трех повторных измерений K_f (исходных, через 1 мес. и итоговых) обнаружены статистически значимые различия (Fridman ANOVA, (N=15, df=2) = 24,965, $p<0,001$). При попарных сравнениях с помощью критерия Вилкоксона (T) с учетом поправки Bonferroni ($p_{\text{крит}}=0,05/3=0,0167$) подтверждены различия между значениями $K_{\text{фисх}}$ и $K_{\text{ф1мес}}$ (T=0, Z=3,408, $p<0,001$), $K_{\text{фисх}}$ и $K_{\text{фитог}}$ (T=0, Z=3,408, $p<0,001$). Различия между $K_{\text{ф1мес}}$ и $K_{\text{фитог}}$ ($p=0,036$), а также различия $K_{\text{сисх}}$ и $K_{\text{ситог}}$ ($p=0,1$) были статистически не значимы. При множественных сравнениях повторных измерений величины цилиндра Cyl (исходных, через 1 мес. и итоговых) обнаружены статистически значимые различия (Fridman ANOVA (N=15, df=2) = 26,00000, $p<0,001$). При попарных сравнениях с помощью критерия Вилкоксона (T) с учетом поправки Bonferroni ($p_{\text{крит}}=0,0167$) подтверждены различия значениями цилиндра $Cyl_{\text{исх}}$ и $Cyl_{\text{6мес}}$ (T=0, Z=3,408, $p<0,001$), $Cyl_{\text{исх}}$ и $Cyl_{\text{итог}}$ (T=0, Z=3,408, $p<0,001$).

Функциональный результат операции в значительной степени зависит именно от уменьшения величины цилиндра. Было установлено, что итоговое уменьшение цилиндра по сравнению с исходным значением составило 61% (45%–75%).

Таким образом, в результате выполнения операции ФАДК у пациентов 1-й группы наблюдалось изменение оптических характеристик роговичного трансплантата

Таблица 2
Результаты кератотопографических исследований в динамике у пациентов 1-й группы, D, Me (25%-75%), критерий Вилкоксона с учетом поправки Bonferroni
Table 2
The results of keratotopography in patients of group 1, D, Me (25%-75%), Wilcoxon test, Bonferroni correction

Параметр	Результаты наблюдения в 1-й группе пациентов (ФАДК)				
	Исходное значение	1 месяц после ФАДК	6 месяцев после ФАДК	Итоговое значение	Статистическая значимость*
K_s	49,5 (47,9–51,2)	47,6 (45,2–49,6)	47 (45,2–48,8)	48 (45,5–49)	$p=0,1$
K_f	38,5 (38–40,6)	42,63 (40–44,2)	42,92 (41–45,4)	43,7 (41,7–45,4)	$p=0,0007$
Cyl	9,3 (8,1–10,8)	5,5 (3,50–6)	3,42 (2,9–5,3)	3,8 (2,9–4,9)	$p=0,0006$

Примечание: * представлена статистическая значимость при сравнении исходного и итогового значения параметра.



преимущественно за счет достоверного увеличения индекса K_f и значимого уменьшения величины цилиндра.

Все пациенты отмечали субъективное улучшение остроты зрения и качества зрения уже на первом контрольном осмотре через 1 месяц после операции.

На рис. 3 представлены диаграммы размаха, характеризующие динамику изменений НКОЗ и КОЗ. Исходные значения НКОЗ_{исх} и КОЗ_{исх} составляли соответственно 0,06 (0,05–0,08) и 0,2 (0,10–0,3). Итоговая НКОЗ_{итог} улучшилась до 0,1 (0,08–0,30), КОЗ_{итог} – до 0,6 (0,5–0,7). При попарных сравнениях подтверждены различия между значениями НКОЗ_{исх} и НКОЗ_{1мес} ($T=0$, $Z=3,296$, $p<0,001$), НКОЗ_{исх} и НКОЗ_{итог} ($T=0$, $Z=3,179$, $p=0,001$), а также КОЗ_{исх} и КОЗ_{1мес} ($T=0$, $Z=3,296$, $p<0,001$), КОЗ_{исх} и КОЗ_{итог} ($T=0$, $Z=3,408$, $p<0,001$). Различия между НКОЗ_{1мес} и НКОЗ_{итог} ($p=0,021$), как и КОЗ_{1мес} и КОЗ_{итог} ($p=0,024$), с учетом поправки Бонферрони ($p_{\text{крит}}=0,05/3=0,0167$), статистически не значимы.

Таким образом, изменения НКОЗ и КОЗ, полученные к 1 месяцу после операции ФАДК, оставались стабильными на протяжении всего дальнейшего периода наблюдения.

Результаты лечения пациентов 2-й группы (ФЦКР). Динамика изменений кератотопографических параметров во 2-й группе представлена на рис. 4. Были выявлены статистически значимые различия при попарных сравнениях с помощью критерия Вилкоксона (T) с учетом поправки Bonferroni ($p_{\text{крит}}=0,05/4=0,0125$) значений $K_{\text{сисх}}$ с данными $K_{\text{с 1мес}}$, $K_{\text{с 6мес}}$, $K_{\text{ситог}}$ (по каждой паре сравнения $T=0$, $Z=2,665$, $p=0,007$), а также $K_{\text{фисх}}$ и $K_{\text{фитог}}$ ($T=0$, $Z=2,520$, $p=0,011$), а также значений $Cyl_{\text{исх}}$ в динамике с $Cyl_{\text{1мес}}$, $Cyl_{\text{6мес}}$, $Cyl_{\text{итог}}$ (по каждой паре сравнения $T=0$, $Z=2,665$, $p=0,007$).

В течение периода наблюдения выявлены достоверные изменения НКОЗ и КОЗ у пациентов 2-й группы при попарных сравнениях (рис. 5). До операции НКОЗ_{исх} составляла 0,04 (0,03–0,06), итоговая НКОЗ_{итог} после ФЦКР улучшилась до 0,2 (0,08–0,2) ($T=0$, $Z=2,665$, $p=0,007$). КОЗ_{исх} до операции составляла 0,1 (0,09–0,2), после – КОЗ_{итог} 0,6 (0,55–0,7) ($T=0$, $Z=2,521$, $p=0,012$).

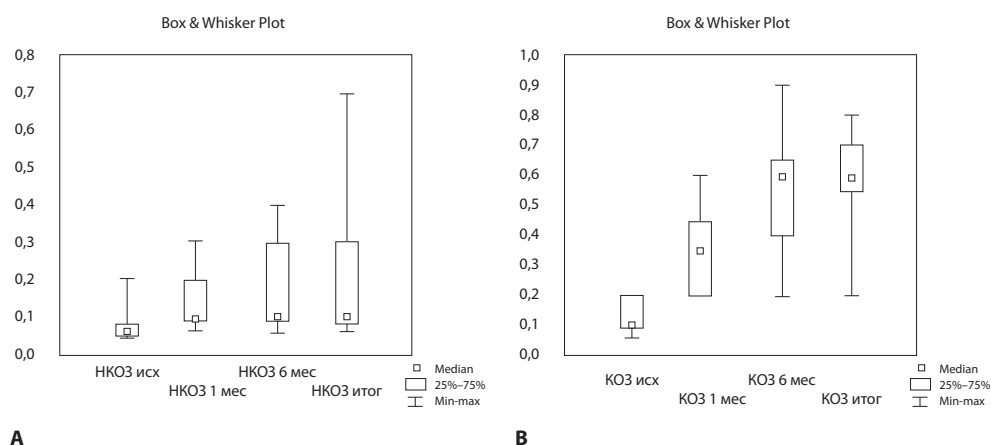


Рис. 3. Динамика изменений остроты зрения у пациентов 1-й группы (ФАДК): А – изменения НКОЗ, В – изменения КОЗ

Fig. 3. Dynamics of changes in visual acuity in patients of group 1 (FLAK): А – UCVA, В – BCVA

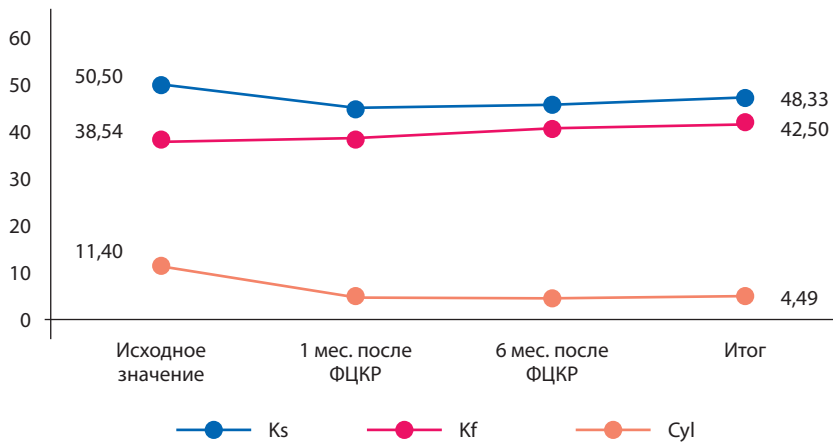
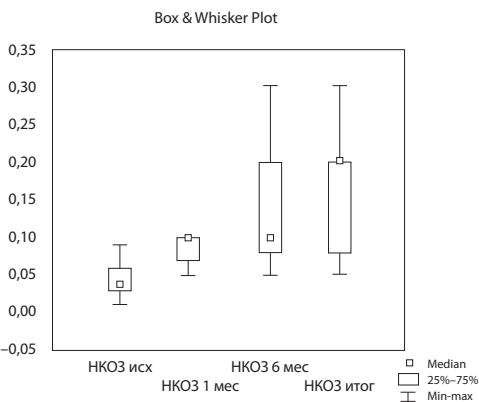


Рис. 4. Динамика изменений кератотопографических индексов во 2-й группе пациентов после ФЦКР
Fig. 4. Dynamics of changes in keratotopographic indices in the 2nd group of patients after femto-assisted wedge resection

В обеих группах выявлено достоверное уменьшение ПЭК в течение периода наблюдения (табл. 3).

Исходные величины ПЭК в 1-й и 2-й группах статистически не различались ($U=45$, $z=1,312$, $p=0,189$). При сравнениях итоговых значений ПЭК выявлены статистически значимые различия ($U=34,0$, $z=1,968$, $p=0,49$).

Особенности и осложнения: интраоперационных осложнений в обеих группах выявлено не было. У 1 пациента 1-й группы через 4 месяца после операции ФАДК на фоне ОРВИ возник аденовирусный кератоконъюнктивит, который не оставил



А



В

Рис. 5. Динамика изменений остроты зрения у пациентов 2-й группы (ФЦКР): А – изменения НКОЗ, В – изменения КОЗ
Fig. 5. Dynamics of changes in visual acuity in patients of group 2 (FCWR): А – UCVA, В – BCVA

Таблица 3
Величина ПЭК в динамике у пациентов до и после хирургического лечения, клеток/мм², Ме (25%-75%), критерий Вилкоксона с учетом поправки Bonferroni
Table 3
Endothelial cell density in patients before and after surgical treatment, cells/mm², Me (25%-75%), Wilcoxon test, Bonferroni correction

Группа	Исходная ПЭК	Итоговая ПЭК	Статистическая значимость
1-я группа (ФАДК)	1450 (1401–1670)	1429 (1380–1650)	T=0, Z=3,408 p=0,0006
2-я группа (ФЦКР)	1290,0 (1255,0–1485,0)	1221 (880,0–1400)	T=0, Z=2,665 p=0,007

последствий. У 1 пациентки 2-й группы через 18 месяцев после операции ФЦКР также на фоне ОРВИ выявлен увеит, торпидное течение которого привело к значимому снижению ПЭК.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Самая высокая частота прозрачного приживления роговичного трансплантата наблюдается у пациентов с кератоконусом – до 97% [1]. И если частота отторжения трансплантата при сквозной кератопластике у пациентов с кератоконусом является низкой и составляет 3–5% в течение 5 лет после кератопластики, то возникновение индуцированного астигматизма регистрируется в большинстве случаев. При этом посткератопластический астигматизм до 4D выявляется в 43%, астигматизм более 6D – в 20% [1]. В то же время при повторной пересадке роговицы риск в отношении возникновения осложнений (воспаление, неоваскуляризация, отторжение трансплантата, вторичная глаукома, катаракта) существенно выше, а 5-летнее выживание роговичного трансплантата снижается до 64% [1].

У пациентов с прозрачным состоянием трансплантата и низкой остротой зрения, обусловленной посткератопластическим астигматизмом, при неэффективности оптической коррекции приходится принимать непростое решение о хирургической коррекции, учитывая ее потенциальные риски. В данном исследовании были получены статистически достоверные результаты по всем критериям эффективности: наблюдалось улучшение показателей кератотопограммы, характеризующих снижение степени астигматизма, а также увеличение НКОЗ и КОЗ. Важно отметить, что достигнутый результат лечения оставался стабильным на протяжении периода наблюдения.

По данным литературы, наибольшая потеря эндотелиальных клеток после СКП происходит в течение первого года после операции и составляет около 40% по сравнению с исходной величиной [1, 11]. В течение периода 5–10 лет после СКП скорость потери ПЭК составляет около 4,2% в год, а в дальнейшем, в период 10–20 лет после операции, она увеличивается до 12% в год [11]. Полученные в настоящем исследовании результаты изменения ПЭК после хирургического лечения астигматизма соотносятся со средней скоростью потери ПЭК, что подтверждает безопасность данных операций. Выявленные итоговые различия в ПЭК между группами могут косвенно свидетельствовать об относительно большей операционной травме при выполнении ФЦКР по сравнению с ФАДК. Однако, с учетом малого числа пациентов в группах, дальнейшие исследования позволят подтвердить или опровергнуть данный вывод.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При правильном посткератопластическом астигматизме выполнение с помощью фемтосекундного лазера дугообразных роговичных насечек под углом 45 градусов к поверхности роговицы позволяет добиться уменьшения кератометрического цилиндра на 61%, значимо повысить как НКОЗ, так и КОЗ. У пациентов с неправильным посткератопластическим астигматизмом или правильным астигматизмом очень высокой степени (более 15 D) операция циркулярной клиновидной резекции рубца роговицы с использованием фемтосекундного лазера позволяет эффективно ремоделировать оптическую область роговичного трансплантата, улучшить остроту зрения и может являться предпочтительной альтернативой повторной пересадке роговицы. Важным исходным условием при принятии решения является высокая ПЭК в трансплантате.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Hjortdal J. (2016) *Corneal transplantation*. Springer, 224 p.
2. Ho Wang Yin G., Hoffart L. (2017) Post-keratoplasty astigmatism management by relaxing incisions: a systematic review. *Eye Vis (Lond)*, 6;4:29. doi: 10.1186/s40662-017-0093-7
3. Sorkin N., Mimouni M., Santaella G. (2020) Comparison of manual and femtosecond astigmatic keratotomy in the treatment of postkeratoplasty astigmatism. *Acta Ophthalmol.*, 99 (5): e747–e752. doi: 10.1111/aos.14653
4. Sarhan A., Dua H., Beach M. (2000) Effect of disagreement between refractive, keratometric, and topographic determination of astigmatic axis on suture removal after penetrating keratoplasty. *Br J Ophthalmol.*, 84 (8), pp. 837–41. doi: 10.1136/bjo.84.8.837
5. Mejia L., Gil J., Naranjo S. (2020) Long-term Results of Corneal Wedge Resection for High Postkeratoplasty Astigmatism. *Cornea*, 39 (5), pp. 535–539. doi: 10.1097/ICO.0000000000002176
6. Hanna K., Hayward J., Hagen K. (1993) Keratotomy for astigmatism using an arcuate keratome. *Arch Ophthalmol.*, 111 (7), pp. 998–1004. doi: 10.1001/archophth.1993.01090070118030
7. Cleary C., Tang M., Ahmed H. (2013) Beveled femtosecond laser astigmatic keratotomy for the treatment of high astigmatism post-penetrating keratoplasty. *Cornea*, 32 (1), pp. 54–62. doi: 10.1097/ICO.0b013e31825ea2e6
8. Price F., Grene R., Marks R. (1995) Astigmatism reduction clinical trial: a multicenter prospective evaluation of the predictability of arcuate keratotomy. Evaluation of surgical nomogram predictability. ARC-T Study Group. *Arch Ophthalmol.*, 113 (3), pp. 277–82. doi: 10.1001/archophth.1995.01100030031017
9. St Clair R., Sharma A., Huang D. (2016) Development of a nomogram for femtosecond laser astigmatic keratotomy for astigmatism after keratoplasty. *J Cataract Refract Surg.*, 42(4), pp. 556–62. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.12.053
10. Sitnik G., Slonimsky A., Slonimsky Y. (2019) Femtolaser-assisted refractive autokeratoplasty in the management of advanced keratoconus (three-years outcome). *Vestnik Ophthalmol.*, 1, pp. 28–35. (in Russian)
11. Liu M., Hong J. (2018) Risk Factors for Endothelial Decompensation after Penetrating Keratoplasty and Its Novel Therapeutic Strategies. *J Ophthalmol.*, 15, 2018: 1389486. doi: 10.1155/2018/1389486