Вестник офтальмологии
2025, Т. 141, №4, с. 73–79
https://doi.org/10.17116/oftalma202514104173

Russian Annals of Ophthalmology
2025, vol. 141, №4, pp. 73–79
https://doi.org/10.17116/oftalma202514104173

Фемтолазерная интрастромальная кератопластика с имплантацией биосинтетического комплекса при кератоконусе (предварительное сообщение)

© Ю. ЮСЕФ, Г.А. ОСИПЯН, Е.А. БУДНИКОВА, Н.А. МЕЛИКСЕТЯН

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Современные подходы к хирургическому лечению кератоконуса направлены на стабилизацию процесса прогрессирования и коррекцию индуцированных рефракционных нарушений. Эффективное и одновременное достижение двух данных задач остается актуальной проблемой. Представленный клинический случай фемтолазерной интрастромальной кератопластики с имплантацией биосинтетического комплекса демонстрирует эффективность оперативного лечения кератоконуса. Использование биосинтетического комплекса помимо стабилизации процесса кератэктазии направлено на уменьшение иррегулярности центральной зоны роговицы со снижением величины аметропии. Полученные показатели рефракции и остроты зрения позволяют использовать его в дальнейшей клинической практике.

Ключевые слова: *кератоконус, роговичный сегмент, роговичный аллотрансплантат, фемтолазер, биосинтетический комплекс (БСК), кератопластика, бандажная лечебно-оптическая кератопластика (БЛОК).*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Юсеф Ю. — https://orcid.org/0000-0003-4043-456X
Осипян Г.А. — https://orcid.org/0000-0002-1056-4331
Будникова Е.А. — https://orcid.org/0000-0001-7721-7652
Меликсетян Н.А. — https://orcid.org/0009-0004-9270-8563
Автор, ответственный за переписку: Будникова Екатерина Андреевна — e-mail: e.budnikova@niigb.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Юсеф Ю., Осипян Г.А., Будникова Е.А., Меликсетян Н.А. Фемтолазерная интрастромальная кератопластика с имплантацией биосинтетического комплекса при кератоконусе (предварительное сообщение). *Вестник офтальмологии*. 2025;141(4):73–79. https://doi.org/10.17116/oftalma202514104173

Femtosecond laser-assisted intrastromal keratoplasty with biosynthetic complex implantation for keratoconus (preliminary report)

© YU. YUSEF, G.A. OSIPYAN, E.A. BUDNIKOVA, N.A. MELIKSETYAN

Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia

ABSTRACT

Modern surgical strategies for keratoconus aim to both stabilize disease progression and correct induced refractive errors. Effectively and simultaneously achieving both goals remains a relevant challenge. This study presents a clinical case of femtosecond laser-assisted intrastromal keratoplasty with implantation of a biosynthetic complex, demonstrating the efficacy of this surgical approach in treating keratoconus. The use of a biosynthetic complex stabilizes corneal ectasia and reduces irregularities in the central corneal zone and the degree of ametropia. The resulting refractive parameters and visual acuity support the potential application of this method in future clinical practice.

Keywords: *keratoconus, corneal segment, corneal allograft, femtosecond laser, biosynthetic complex (BSC), keratoplasty, bandage therapeutic-optical keratoplasty (BTOK).*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Yusef Yu. — https://orcid.org/0000-0003-4043-456X
Osipyan G.A. — https://orcid.org/0000-0002-1056-4331
Budnikova E.A. — https://orcid.org/0000-0001-7721-7652
Meliksetyan N.A. — https://orcid.org/0009-0004-9270-8563
Corresponding author: Budnikova E.A. — e-mail: e.budnikova@niigb.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Yusef Yu, Osipyan GA, Budnikova EA, Meliksetyan NA. Femtosecond laser-assisted intrastromal keratoplasty with biosynthetic complex implantation for keratoconus (preliminary report). *Russian Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2025;141(4):73–79. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/oftalma202514104173

Согласно классическому определению, кератоконус (КК) — двустороннее дистрофическое заболевание роговицы, имеющее прогрессирующий характер течения и проявляющееся постепенным ее выпячиванием и истончением, в результате чего роговица принимает коническую форму. Такая деформация препятствует нормальной фокусировке света на сетчатке, что вызывает снижение зрения [1, 2].

В мировой практике в арсенале офтальмологов существует большое многообразие методов и подходов к лечению КК. Современные способы его лечения можно условно разделить на оптические и хирургические [3, 4]. При сохранении прозрачности оптической зоны роговицы и отсутствии прогрессирования заболевания может быть достаточным использование очковой коррекции зрения и/или специальных склеральных газопроницаемых контактных линз. Применение склеральных линз способствует нивелированию иррегулярной поверхности роговицы и достижению высоких зрительных функций [5—7].

На начальной стадии прогрессирующего КК с помощью ультрафиолетового света и капель с рибофлавином проводят кросслинкинг роговичного коллагена, включая различные его модификации. В основе технологии лежит фотополимеризация коллагеновых волокон, приводящая к усилению биомеханических свойств и, соответственно, резистентности роговицы, что способствует снижению риска прогрессирования КК [8—11].

В последние годы активно развивается направление интрастромальной хирургии роговицы. Широко используемым способом коррекции астигматизма при КК является интрастромальная имплантация роговичных сегментов (РС), или полуколец, из полиметилметакрилата. Методика предполагает интрастромальное дополнение определенным материалом парацентральных и периферических отделов роговицы, что приводит к уплощению ее центральной зоны и, следовательно, к ослаблению рефракции. Недостатком данного метода является отсутствие стабилизации кератэктазии и недостаточная прочность связи между синтетическим материалом и стромой роговицы, что может приводить к смещению полуколец или их прорезыванию как в ранние, так и в поздние послеоперационные сроки [12—14].

Основным и радикальным методом хирургического лечения КК считают сквозную и переднюю послойную кератопластику, выполнение которой оправданно на развитых стадиях заболевания при наличии рубцовых изменений в оптической зоне роговицы [15].

Известен способ хирургического лечения КК, разработанный специалистами ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова», который получил название фемтолазерной интрастромальной кератопластики с имплантацией аллотрансплантата, или бандажной лечебно-оптической кератопластики (БЛОК). Использование сегмента кольца из донорской роговицы толщиной от 200 до 350 мкм, помещенного в сформированный интрастромальный карман в области наибольшего истончения и выпячивания, способствует укреплению роговицы в зоне эктазии. Благодаря утолщению периферической части происходит уплощение центральной зоны роговицы, что улучшает оптические свойства и повышает остроту зрения [16—18]. Однако сформированная зона уплощения остается иррегулярной, что снижает качество зрения. Исходя из этого, разработана и предложена модификация данной операции, включающая имплантацию биосинтетического комплекса (БСК), состоящего из роговичного аллотрансплантата и РС из полиметилметакрилата. При этом аллотрансплантат обеспечивает укрепление роговицы в зоне эктазии, а предварительно имплантированные в него РС способствуют уменьшению иррегулярности центральной зоны роговицы и снижению величины аметропии. Таким образом, методика одновременно обеспечивает стабилизацию кератэктазии и снижение уровня неправильного роговичного астигматизма в оптической зоне.

Представленный клинический случай демонстрирует возможность проведения БЛОК в модифицированном варианте — БЛОК с имплантацией БСК.

Больная *Н.*, 38 лет, обратилась в ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова» в феврале 2024 г. с диагнозом КК III стадии на обоих глазах (по классификации Amsler—Krumeich). На момент осмотра предъявляла жалобы на снижение зрения и появление радужных кругов вокруг источника света перед глазами. Из анамнеза известно, что диагностированный сложный миопический астигматизм имел прогрессирующее течение. Использование очковой коррекции не приводило к улучшению зрения, а попытка ношения жестких контактных линз вызывала сильный дискомфорт.

При биомикроскопии глаза обращала на себя внимание коническая деформация роговицы в виде истончения и выпячивания в нижнецентральной зоне. В проекции верхушки конуса определялись вертикальные заднестромальные линии натяжения (стрии Фогта), а на средней периферии роговицы — отложение гемосидерина в форме кольца светло-коричневого цвета (кольцо Флейшера). В оптической зоне роговица сохраняла прозрачность. Дооперационные показатели клинической рефракции, остроты зрения и величина передне-задней оси глаза представлены в **таблице**. Величина передне-задней оси правого и левого глаза составляла 26,32 мм и 26,18 мм соответственно. Кератотопограммы обоих глаз до операции показаны на **рис. 1**.

В послеоперационном периоде после БЛОК стандартно назначены инстилляции кортикостероидов, антибиотиков и любрикантов. Через 1 нед по-

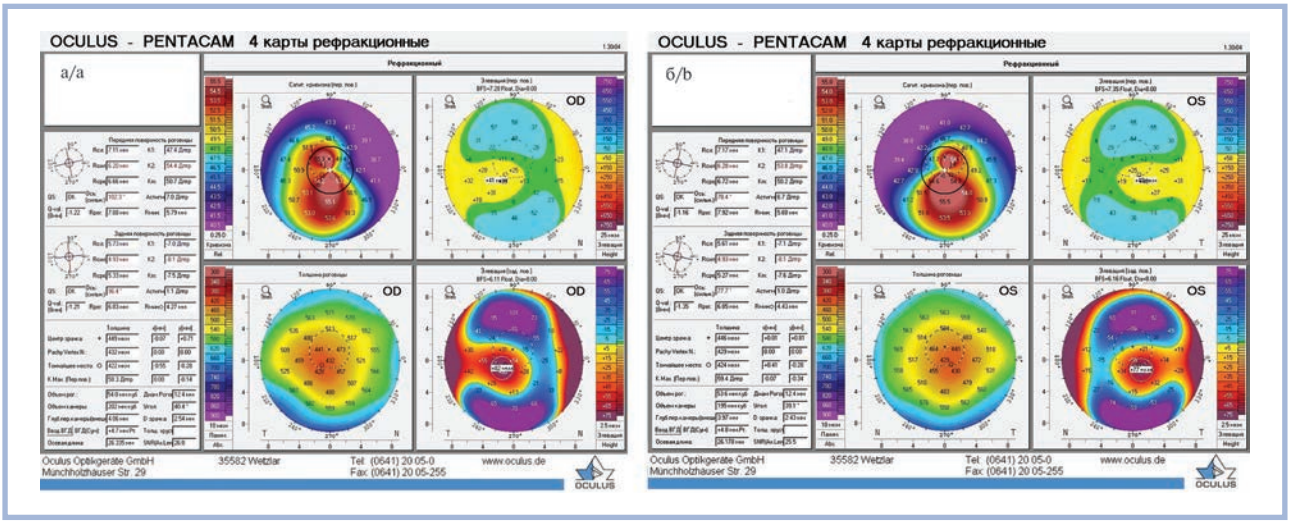


Рис. 1. **Кератотопограмма на момент обращения.**

а — правый глаз; б — левый глаз.

Fig. 1. **Corneal topography at initial presentation.**

a — right eye; b — left eye.

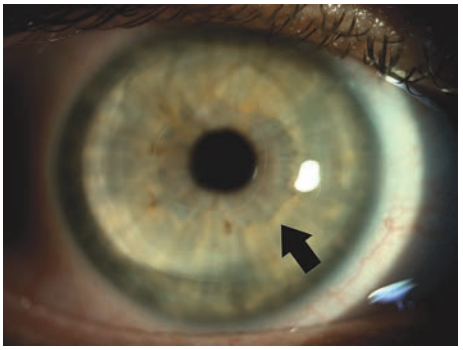


Рис. 2. **Биомикроскопическая картина правого глаза через 1 мес после бандажной лечебно-оптической кератопластики.**

Межслойный аллотрансплантат отмечен стрелкой.

Fig. 2. **Biomicroscopic view of the right eye 1 month after bandage therapeutic-optical keratoplasty.**

The interlamellar allograft is indicated by the arrow.

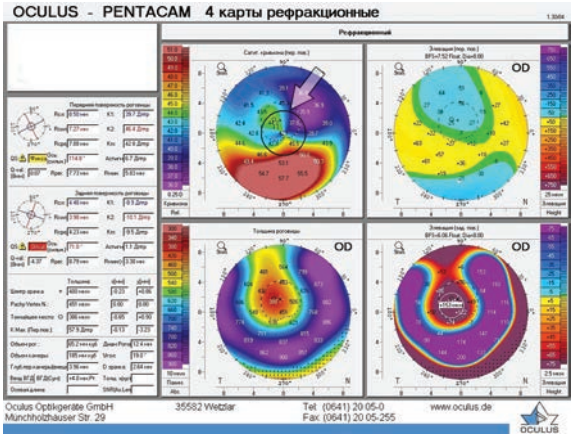


Рис. 3. **Кератотопограмма правого глаза через 1 мес после бандажной лечебно-оптической кератопластики.**

Стрелкой отмечена зона уплощения, имеющая иррегулярную поверхность.

Fig. 3. **Corneal topography of the right eye 1 month after bandage therapeutic-optical keratoplasty.**

The arrow indicates a zone of flattening with an irregular surface.

сле операции острота зрения составила 0,4, а через 1 мес — 0,5 и не поддавалась коррекции. Состояние переднего сегмента правого глаза, данные кератотопограммы через 1 мес после БЛОК представлены соответственно на **рис. 2, 3**.

В результате проведенной первой операции ожидаемый рефракционный эффект не достигнут. Несмотря на повышение остроты зрения, имел место остаточный роговичный астигматизм в 6,7 дптр. На основании этого приняли решение на другом глазу выполнить БЛОК с имплантацией БСК, включающего комбинацию донорского роговичного лоскута и РС из полиметилметакрилата, с целью большего ослабления рефракции в центральной зоне роговицы.

Техника проведения операции

Оперативное вмешательство выполнено с помощью фемтосекундного лазера. После местной инстилляционной анестезии формировали интрастромальный карман в роговице реципиента с внутренним диаметром 3,4 мм и наружным диаметром 9 мм.

Из донорской роговицы выкроили стромальный кольцевидный лоскут толщиной 300 мкм и шириной 2,75 мм. Далее в слоях полученного лоскута формировали карман в форме кольца диаметром 5 мм и шириной 0,8 мм. В образованный карман имплантиро-

Сравнительные предоперационные и послеоперационные показатели
Comparative data before and after surgery

Показатель	БЛОК (OD)		БЛОК с БСК (OS)	
	до	после	до	после
НКОЗ (USVA)	0,05	0,5	0,1	0,8
МКОЗ (BCVA)	0,25	н/корр.	0,3	1,0
Данные авторефрактометрии				
Sph, дптр	−12,0	+0,75	−9,25	+3,25
Cyl, дптр	−8,0	−4,75	−9,50	−0,50
Ax°	3	54	162	32
Данные кератотопограммы				
K min, дптр	47,4	39,7	47,1	38,0
K max, дптр	54,4	46,4	53,8	40,1

Примечание. БЛОК — бандажная лечебно-оптическая кератопластика; БСК — биосинтетический комплекс; НКОЗ — некорригированная острота зрения; МКОЗ — острота зрения с максимальной коррекцией; Sph — сферический компонент рефракции; Cyl — цилиндрический компонет рефракции; Ax° — значение оси наклона цилиндра; K min — минимальный кератометрический показатель; K max — максимальный кератометрический показатель.

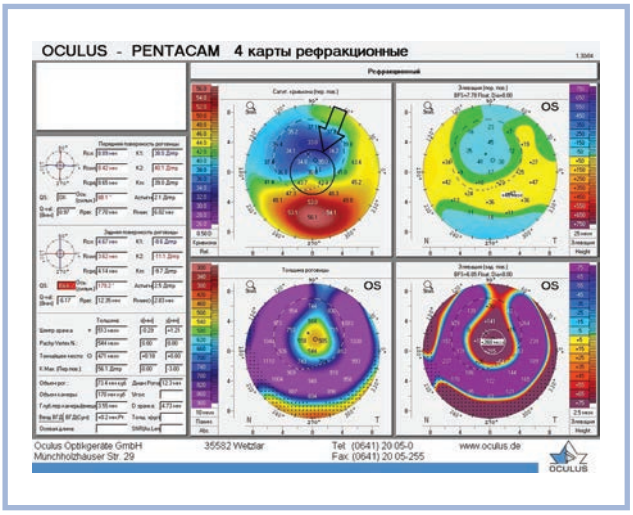


***Рис. 4.* Кератотопограмма левого глаза через 1 мес после бандажной лечебно-оптической кератопластики с имплантацией биосинтетического комплекса.**

Стрелкой отмечена зона уплощения с более регулярной поверхностью.

***Fig. 4.* Corneal topography of the left eye 1 month after bandage therapeutic-optical keratoplasty with biosynthetic complex implantation.**

The arrow indicates a zone of flattening with a more regular surface.

вали роговичные сегменты диаметром 5 мм, высотой 150 мкм и длиной дуги 120°. Сформированный биосинтетический комплекс донорской роговицы и РС имплантировали в ранее подготовленный интрастромальный карман реципиента.

Послеоперационный период протекал без осложнений. В первые сутки после операции наблюдался незначительный локальный отек стромы роговицы и трансплантата.

Через 1 нед острота зрения на левом глазу составила 0,7 н/корр, а через 1 мес — 0,8 со Sph +2,0 = 1,0. Данные кератотопограммы через 1 мес после операции представлены на **рис. 4**, биомикроскопическая картина, оптическая когерентная томограмма переднего сегмента левого глаза — соответственно на **рис. 5, 6**.

Современные подходы к хирургическому лечению КК главным образом направлены на стабилизацию процесса прогрессирования и коррекцию рефракционных изменений. Эффективное и одновременное достижение двух данных задач остается актуальной проблемой.

Для коррекции миопии и астигматизма на развитой стадии КК широко пользуется успехом имплантация инстрастромальных РС. При этом толщина роговицы должна составлять не менее 400 мкм в любой точке ее измерения, так как при меньшем значении пахиметрии увеличивается риск развития различных осложнений [19]. Значимым недостатком данного способа является отсутствие стабилизации кератэктазии. На той же стадии заболевания оправданно проведение БЛОК, которую возможно выполнить и при меньших показателях пахиметрии. Данный способ, напротив, обеспечивает остановку прогрессирования заболевания и способствует уменьшению деформации роговицы [20]. При этом утолщение периферической зоны роговицы обеспечивает уплощение ее центральной зоны, что улучшает оптические свойства и повышает остроту зрения. Тем не менее сформированная зона уплощения остается иррегулярной, что снижает качество зрения. Исходя из этого, нами предложена модифицированная технология БЛОК, которая, по сути, объединяет в себе две данные методики и при этом успешно минимизирует их вышеописанные недостатки. Важно отметить, что расположение роговичных сегментов в слоях аллотрансплантата значительно снижает риск их дислокации или экструзии благодаря увеличенной площади рабочего контакта.

Представленный клинический случай БЛОК с имплантацией БСК за счет роговичного аллотрансплантата обеспечивает укрепление роговицы в зоне эктазии благодаря увеличению толщины ее периферических отделов. Предварительно имплантированные в него РС из полиметилметакрилата, обладающие бóльшим модулем упругости в сравнении

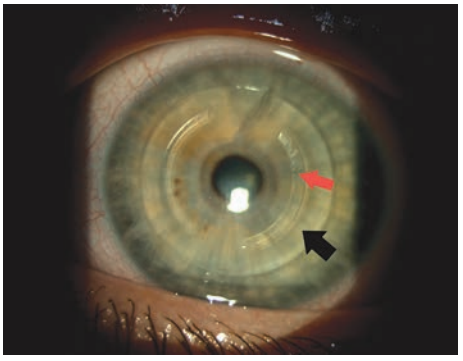


Рис. 5. **Биомикроскопическая картина левого глаза через 1 мес после бандажной лечебно-оптической кератопластики с имплантацией биосинтетического комплекса.**

Роговичные сегменты (отмечены красной стрелкой) в слоях аллотрансплантата (отмечен черной стрелкой).

Fig. 5. **Biomicroscopic view of the left eye 1 month after bandage therapeutic-optical keratoplasty with biosynthetic complex implantation.**

Corneal ring segments (indicated by the red arrow) within the layers of the allograft (indicated by the black arrow).

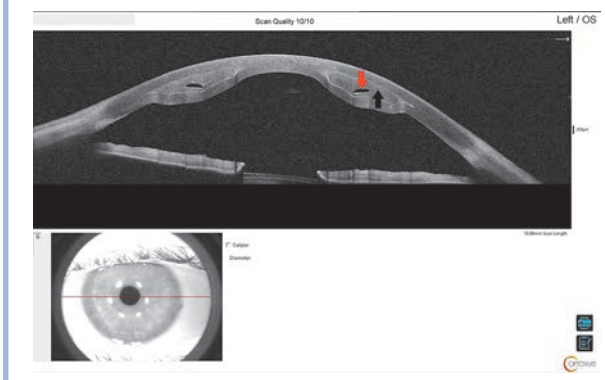


Рис. 6. **Оптическая когерентная томограмма переднего сегмента глаза после бандажной лечебно-оптической кератопластики с имплантацией биосинтетического комплекса.**

Роговичные сегменты (отмечены красной стрелкой) в слоях аллотрансплантата (отмечен черной стрелкой).

Fig. 6. **Anterior segment optical coherence tomography after bandage therapeutic-optical keratoplasty with biosynthetic complex implantation.**

Corneal ring segments (indicated by the red arrow) within the layers of the allograft (indicated by the black arrow).

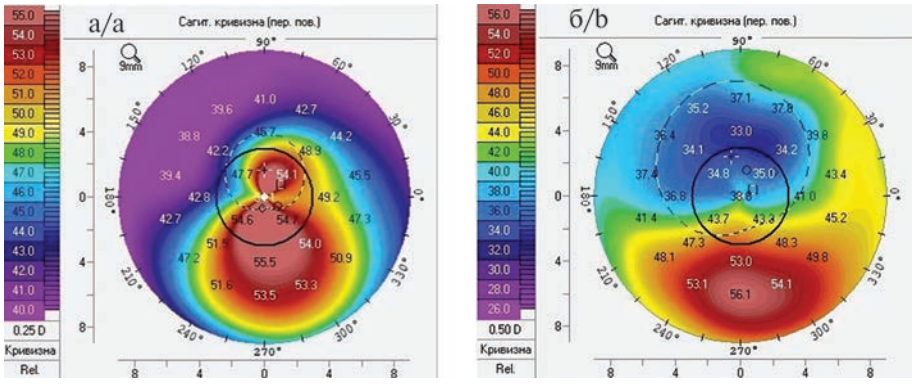


Рис. 7. **Сравнительная кератотопограмма левого глаза до (а) и после (б) бандажной лечебно-оптической кератопластики с имплантацией биосинтетического комплекса.**

Fig. 7. **Corneal topography comparing the left eye before (a) and after (b) bandage therapeutic-optical keratoplasty with biosynthetic complex implantation.**

с роговицей, позволяют уменьшить деформацию ее центральной зоны. Такой комплексный подход направлен одномоментно на стабилизацию кератэктазии и повышение остроты зрения за счет уменьшения иррегулярности центральной зоны роговицы и снижения величины роговичного астигматизма.

На сравнительной кератотопограмме представлено изменение преломляющей силы роговицы в центральной зоне до и после БЛОК с имплантацией БСК **(рис. 7)**. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о значительном уменьшении преломляющей силы роговицы в обоих случаях, но с более регулярным распределением ее показателей в центральной зоне на левом глазу, что подтверждает эффективность данной методики. В то же время послеоперационная сравнительная оценка данных авторефрактометрии **(см. таблицу)** обоих глаз показывает более низкий уровень астигматизма на левом глазу (после БЛОК с имплантацией БСК). При этом сдвиг сферического компонента рефракции в сторону гиперметропии указывает на большее уплощение роговицы в сравнении с правым глазом после БЛОК.

Преимуществом технологии БЛОК с имплантацией БСК является возможность регулировать степень уплощения центральной зоны роговицы. На нее могут влиять следующие факторы: толщина трансплантата, внутренний диаметр трансплантата,

глубина расслоения роговицы реципиента, длина дуги роговичного сегмента.

Заключение

Данный клинический случай демонстрирует эффективность фемтолазерной интрастромальной кератопластики с имплантацией биосинтетического комплекса в лечении кератоконуса в виде уменьшения иррегулярности центральной зоны роговицы со снижением величины аметропии. Комбинация биологического материала с роговичными сегментами увеличивает площадь рабочего контакта, что препятствует их дислокации или экструзии. Полученные показатели рефракции и остроты зрения позволяют использовать данную технологию в клинической практике и требуют дальнейших исследований в этом направлении.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования: Юсеф Ю., Осипян Г.А.
Сбор и обработка материала: Осипян Г.А., Будникова Е.А., Меликсетян Н.А.
Статистический анализ данных: Будникова Е.А., Меликсетян Н.А.
Написание текста: Осипян Г.А., Будникова Е.А., Меликсетян Н.А.
Редактирование: Юсеф Ю., Осипян Г.А.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Аветисов С.Э., Аверич В.В., Патеюк Л.С. Кератоконус: основные направления исследований. *Вестник офтальмологии*. 2023;139(3-2):11-20.
Avetisov SE, Averich VV, Pateyuk LS. Keratoconus: main lines of research. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2023;139(3-2):11-20. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202313903211
2. Аветисов С.Э., Аверич В.В., Новиков И.А., Еричев В.П., Косова Д.В., Сипливый В.И. Влияние оптических нарушений при кератоконусе на результаты томографических методов исследования структур заднего сегмента глаза. *Вестник офтальмологии*. 2023;139(5):27-35.
Avetisov SE, Averich VV, Novikov IA, Erichev VP, Kosova DV, Siplivy VI. The effect of keratoconus-associated refractive errors on the results of tomographic methods of studying the posterior structures of the eye. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2023;139(5):27-35. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202313905127
3. Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Демьянченко С.К., Ерина Ю.Д., Голубева Ю.Ю., Паштаев А.Н., Катмаков К.И., Булатов А.Р., Гелястанов А.М. Альтернативные методы хирургического лечения кератоконуса. *Вестник офтальмологии*. 2024;140(2):85-90.
Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, Demianchenko SK, Erina YuD, Golubeva YuYu, Pashtaev AN, Katmakov KI, Bulatov AR, Gelyastanov AM. Alternative methods of surgical treatment of keratoconus. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2024;140(2):85-90. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202414002185
4. Мягков А.В., Федотова К., Митичкина Т.С., Новиков С.А., Фролов О.А., Бунятова Л.Р. Современные возможности «нехирургической» коррекции кератоконуса. *Вестник офтальмологии*. 2020;136(5):289-295.
Myagkov AV, Fedotova K, Mitichkina TS, Novikov SA, Frolov OA, Bunyatova LR. Modern options for non-surgical correction of keratoconus. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2020;136(5):289-295. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma2020136052289
5. Аверич В.В., Егорова Г.Б. Оптические аберрации глаза при кератоконусе. *Клиническая офтальмология*. 2022;22(3):168-174.
Averich VV, Egorova GB. Ocular aberrations in keratoconus. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*. 2022;22(3):168-174 (In Russ.).
https://doi.org/10.32364/2311-7729-2022-22-3-168-174
6. Vincent SJ, Fadel D. Optical considerations for scleral contact lenses: A review. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2019;42(6):598-613.
https://doi.org/10.1016/j.clae.2019.04.012
7. Ханджян А.Т., Иванова А.В., Склярова А.С., Ходжабекян Н.В., Манукян И.В. Сравнительный анализ клинико-функциональных показателей у пациентов со стабильным кератоконусом II—III стадии после имплантации роговичных сегментов и подбора склеральных жестких контактных линз. *Вестник офтальмологии*. 2024;140(2):72-77.
Khanjian AT, Ivanova AV, Sklyarova AS, Khodzhabekyan NV, Manukyan IV. Comparative analysis of clinical and functional parameters in patients with stable stage II—III keratoconus after implantation of corneal segments and fitting of scleral rigid contact lenses. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2024;140(2):72-77. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202414002172
8. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *American Journal of Ophthalmology*. 2003;135(5):620-627.
https://doi.org/10.1016/s0002-9394(02)02220-1
9. Анисимова Н.С., Анисимов С.И., Шилова Н.Ф., Земская А.Ю., Гаврилова Н.А., Анисимова С.Ю. Ультрафиолетовый кросслинкинг в лечении кератоконуса при существенном уменьшении толщины роговицы. *Вестник офтальмологии*. 2020;136(2):99-106.
Anisimova NS, Anisimov SI, Shilova NF, Zemskaya AYu, Gavrilova NA, Anisimova SYu. Ultraviolet crosslinking in the treatment of keratoconus in patients with thin corneas. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2020;136(2):99-106. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202013602199
10. Shajari M, Kolb CM, Agha B, Steinwender G, Müller M, Herrmann E, Schmack I, Mayer WJ, Kohnen T. Comparison of standard and accelerated corneal cross-linking for the treatment of keratoconus: a meta-analysis. *Acta Ophthalmologica*. 2019;97(1):22-35.
https://doi.org/10.1111/aos.13814
11. Pagano L, Gadhvi KA, Borroni D, Iselin KC, Vinciguerra R, Tzamalis A, Kaye SB, Romano V. Bilateral Keratoconus Progression: Immediate Versus Delayed Sequential Bilateral Corneal Cross-linking. *Journal of Refractive Surgery*. 2020;36(8):552-556.
https://doi.org/10.3928/1081597X-20200629-01
12. Мороз З.И., Измайлова С.Б., Калинников Ю.Ю., Гурбанов Р., Легких С.Л., Шормаз И.Н. Хирургическое лечение кератоконуса на ранних стадиях заболевания методом интрастромальной кератопластики с имплантацией сегментов. *Офтальмохирургия*. 2012;(4):22-27.
Moroz ZI, Izmaylova SB, Kalinnikov YuYu, Gurbanov R, Legkikh SL, Shormas IN. Surgical treatment of keratoconus keratoconus in early stages of disease by method of intrastromal keratoplasty with implantation of intrastromal corneal ring segments. *The Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2012;(4):22-27. (In Russ.).
13. Yousif MO, Elkitkat RS, Elmassry A, Hamza MN, Alaarag NA. Comparing the Postoperative Outcomes of Intrastromal Corneal Ring Segments in Three Different Topographic Patterns of Eccentric Keratoconus. *Journal of Refractive Surgery*. 2024;40(9):625-634.
https://doi.org/10.3928/1081597X-20240716-02
14. Шелудченко В.М., Осипян Г.А., Храйстин Х., Джалили Р.А., Абукеримова А.К. Глубокая передняя послойная кератопластика при экструзии неполного интрастромального кольца (клиническое наблюдение). *Вестник офтальмологии*. 2023;139(1):75-79.
Sheludchenko VM, Osipyan GA, Khraystin Kh, Dzhalili RA, Abukerimova AK. Deep anterior lamellar keratoplasty in extrusio of an incomplete intrastromal corneal ring segment (clinical observation). *Russian Annals of Ophthalmology*. 2023;139(1):75-79. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202313901175
15. Малюгин Б.Э., Измайлова С.Б., Айба Э.Э., Дроздов И.В., Паштаев А.Н. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов перед-

ней глубокой послойной и сквозной кератопластики по поводу кератоконуса. *Офтальмохирургия*. 2013;(4):44-49.
Malyugin BE, Izmailova SB, Aiba EE, Drozdov IV, Pashtaev AN. Comparative analysis of clinical and functional outcomes of deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus patients. *The Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2013;(4):44-49. (In Russ.).

16. Мамиконян В.Р., Аветисов С.Э., Осипян Г.А., Егорова Г.Б., Догузов В.А., Митичкина Т.С. Интерламеллярная бандажная кератопластика для лечения прогрессирующего кератоконуса. *Вестник офтальмологии*. 2015;131(1):18-23.
Mamikonyan VR, Avetisov SE, Osipyan GA, Egorova GB, Doguzov VA, Mitichkina TS. Intralamellar bandage keratoplasty for the treatment of progressive keratoconus. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2015;131(1):18-23. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma2015131118-23

17. Аветисов С.Э., Шелудченко В.М., Осипян Г.А., Храйстин Х., Абукеримова А.К., Джалили Р.А. Отдаленные результаты бандажной лечебно-оптической кератопластики при лечении прогрессирующего кератоконуса. *Вестник офтальмологии*. 2022;138(5):39-46.
Avetisov SE, Sheludchenko VM, Osipyan GA, Khraystin Kh, Abukerimova AK, Dzhalili RA. Long-term outcomes of bandage therapeuticoptical keratoplasty in the treatment of keratoconus. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2022;138(5):39-46. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202213805139

18. Шелудченко В.М., Осипян Г.А., Арестова О.Н., Джалили Р.А., Храйстин Х. Сравнительная оценка качества жизни до и после интрастромальной кератопластики при кератоконусе. *Вестник офтальмологии*. 2021;137(5):40-46.
Sheludchenko VM, Osipyan GA, Arestova ON, Djalili RA, Khraystin Kh. Comparative assessment of the quality of life of keratoconus patients before and after intrastromal keratoplasty. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2021;137(5):40-46. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202113705140

19. Калинников Ю.Ю., Иошин И.Э., Григорян А.Р., Беззаботнов А.И. Клинико-функциональные результаты использования кольцевидных интрастромальных роговичных имплантов при кератоконусе. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2017;17(2):31-38.
Kalinnikov YuYu, Ioshin IE, Grigoryan AR, Bezzabotnov AI. Clinical and functional outcomes of the implantation of intrastromal corneal ring segments for keratoconus. *Cataract & Refractive Surgery*. 2017;17(2):31-38. (In Russ.).

20. Шелудченко В.М., Осипян Г.А., Храйстин Х., Джалили Р.А. К вопросу о тактике хирургического лечения кератоконуса при существенных изменениях толщины роговицы. *Вестник офтальмологии*. 2022;138(3):35-40.
Sheludchenko VM, Osipyan GA, Khraystin Kh, Djalili RA. On the tactics for surgical treatment of keratoconus in significantly altered corneal thickness. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2022;138(3):35-40. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/oftalma202213803135

Поступила 16.12.2024
Received 16.12.2024
Принята в печать 13.03.2025
Accepted 13.03.2025