



ТАШКЕНТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ

# MED UNION

МЕДИЦИНСКИЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ

Volume 2, Issue 1

ISSN-2181-3183



## ҚАДРЛИ ҲАМКАСБЛАР!

Маълумки, Ўзбекистонда ёшларга оид сиёсатга катта эътибор қаратилмоқда, айниқса, сўнгги йилларда Президентимиз ва ҳукуматимизнинг қатор меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатлари қабул қилиниб, ёшларнинг илм-маърифат эгаллаши, меҳнат фаолияти ва бўш вақтини мазмунли ўтказиши учун кўпгина шарт-шароит яратишга хизмат қилмоқда.

Таклиф этилаётган «**MedUnion**» илмий-амалий журнали ёш олимлар, магистрлар, клиник ординаторлар, докторантлар, мустақил изланувчилар ва талабалар учун профессионал мулоқот майдони бўлиб хизмат қилади. Журнал электрон шаклда нашр этилади, чунки ушбу формат бир қатор афзалликларга эга: нашр этилган материаллар ҳажмига чекловлар олиб ташланади, муаллифдан ўқувчига бўлган йўл сезиларли даражада қисқаради, бу бизнинг динамик замонамизда жуда аҳамиятли, шунингдек ҳаражатлар ҳам анча камайтиради. Ҳар бир мақолага оригинал ДОИ рақами берилади.

Ушбу электрон илмий журналнинг мақсадлари:

- стоматология, умумий клиник, фундаментал фанлар, шунингдек, тиббиётда педагогика ва психология соҳасидаги замонавий тадқиқотларни ёритиш.
- ёш олимларнинг интеграциялашуви ва ушбу фанларнинг илмий ва амалиётчи мутахассислари ўртасидаги яқин ҳамкорлик.
- академик анъаналар давомийлигини сақлаш, илмий-педагогик кадрларни тарбиялаш.

Журналда ўзбек, рус ва инглиз тилларида ёш олимлар диссертацияларининг оригинал эмпирик тадқиқотлари ва умумий илмий-назарий мақолалар чоп этилади. Ишонаманки, ушбу журнал ҳақиқий мунозара майдонига айланади, илмий мулоқотни таъминлашга ёрдам беради, шунингдек, тиббиёт соҳасида янги илмий ва педагогик кадрларни тарбиялашга ўз хиссасини қўшади. Сизни ушбу лойиҳада турли материаллар муаллифи ва шарҳловчи сифатида иштирок этишга таклиф қиламиз.

**Бош муҳаррир**

**Н. Ҳайдаров**

**Главный редактор:**

**Хайдаров Н.К.** – д.м.н., ректор Ташкентского государственного стоматологического института (Узбекистан)

**Заместитель главного редактора: Шомуродов К.Э.**

– д.м.н., проректор по научной работе и инновациям ТГСИ (Узбекистан)

**Ответственный секретарь:**

**Мун Т. О.** – PhD, доцент ТГСИ (Узбекистан)

**Редакционная коллегия:**

**Баймаков С.Р.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Амануллаев Р.А.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Ходжиметов А.А.** – д.б.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Мухамедов И.М.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Рустамова Х.Е.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Полатова Д.Ш.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Шамсиев Д.Ф.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Муртазаев С.С.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Вахидов У.Н.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Янгиева Н.Р.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Раимова М.М.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Салимов О.Р.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Хамдамов Б.З.** – д.м.н., доцент БухГМИ (Узбекистан)  
**Собиров М.А.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Султонов Ш.Х.** – д.м.н., доцент (Узбекистан)  
**Алимова Д.М.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Мирсалихова Ф.Л.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Пахомова Н.В.** – к.м.н. доцент кафедры хирургической стоматологии и ЧЛХ ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Россия)  
**Халматова М.А.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Махкамова Н.Э.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Нишанова А.А.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Туйчибаева Д.М.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Мухамедов Б.И.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Нугманова У.Т.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Дадабаева М.У.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Арипова Г.Э.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Шомухамедова Ф.А.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Махсумова С.С.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Содикова Х.К.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Алиева Н. М.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Скосырева О.В.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)

**Chief editor:**

**Khaydarov N.K.** – DSc, Rector of the Tashkent State Dental Institute (Uzbekistan)

**Deputy Editor:**

**Shomurodov K.E.** – DSc, Vice-Rector for Research and Innovation TSDI (Uzbekistan)

**Executive assistant:**

**Mun T. O.** – PhD, assoc.prof of TSDI (Uzbekistan)

**Editorial team:**

**Baymakov S.R.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Amanulaev R.A.** – DSc, prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Khodjimetrov A.A.** – DSc, prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Mukhamedov I.M.** – DSc, prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Rustamova Kh.E.** – DSc, prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Polatova D.Sh.** – DSc, prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Shamsiev D.F.** – DSc, prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Murtazaev S.S.** – DSc, assoc prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Vakhidov U.N.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Yangieva N.R.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Raimova M.M.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Salimov O.R.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Khamdamov B.Z.** – DSc, assoc.prof. of BSMI (Uzbekistan)  
**Sobirov M.A.** – DSc, assoc.prof. (Uzbekistan)  
**Sultanov Sh.Kh.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Alimova D.M.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Mirsalikhova F.L.** – DSc, prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Pakhomova N. V.** – PhD, assoc.prof. The First Saint Petersburg State medical university named after Academician Pavlov I.P. (Russia)  
**Khalmatova. M. A.** – PhD, assoc.prof. of TSDI Uzbekistan)  
**Makhkamova N.E.** – DSc, prof. of TSDI Uzbekistan)  
**Nishanova A.A.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Tuychibaeva D.M.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Mukhamedov B.I.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Nugmanova U.T.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Dadabaeva M.U.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Aripova G.E.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Shomukhamedova F.A.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Makhsumov S.S.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Sodikova Kh.K.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Alieva N.M.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)

**Реймназарова Г.Д.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Аляви С. Ф.** – к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Каримова М.У.** - к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Акрамова Л.Ю.** – к.п.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Бабакулов Ш. Х.**- PhD, доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Хасанова Л.Э.**- д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Балтабаев У.А.**- д.х.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Буранова Д.Д.**-к.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Исраилова М.Н.**- PhD, доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Хикметов Б.А.** - PhD, доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Абдукодиров Э.И.** - PhD, доцент ТГСИ (Узбекистан)

#### Редакционный совет:

**Jaе Hoon Lee** – д.м.н., профессор Университет Ёнсей (Южная Корея)  
**Kavinda Sudharaka Tissera** – PhD, Университет Рухуна (Шри Ланка)  
**Ермак О.А.** – к.м.н., доцент Белорусской медицинской академии последилового образования (Беларусь)  
**Бекжанова О.Е.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Даминова Л.Т.**– д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Дусмухамедов М.З.** – д.м.н., профессор ТГСИ (Узбекистан)  
**Азизов Б.С.** – д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)  
**Пулатова Б.Д.**– д.м.н., доцент ТГСИ (Узбекистан)

#### Дизайн и технические работы:

**Мирхайидов М.М.**  
**Жураев Б.Н.**  
**Мусаев Ш.Ш.**

**Skosireva O.V.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Reimnazarov G.D.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Alyavi S.F.** – PhD., assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Karimova M.U.** - PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Akramova L.Yu.** – PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Babakulov Sh.Kh.** - PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Khasanova L.E.**- DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Baltabayev U.A.** - DSc, professor in TSDI (Uzbekistan)  
**Buranova D. D.**- PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Israilova M. N.**- PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Khikmetov B.A.**- PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Abdukodirov E.I.**- PhD, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)

#### Editorial Council:

**Jaе Hoon Lee** – DSc, Prof. of Yonsei University (South Korea)  
**Kavinda Sudharaka Tissera** – PhD, Ruhuna University (Sri Lanka)  
**Ermak O.A.** – PhD, assoc.prof. of the Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education (Belarus)  
**Bekjanova O.E.** – DSc, prof. in TSDI (Uzbekistan)  
**Daminova L.T.** – DSc, prof.in TSDI (Uzbekistan)  
**Dusmukhamedov M. Z.** – DSc, prof. in TSDI (Uzbekistan)  
**Azizov B. S.** – DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)  
**Pulatov B. D.**– DSc, assoc.prof. of TSDI (Uzbekistan)

#### Design and technical work:

**Mirkhayidov M.M.**  
**Juraev B.N.**  
**Musaev Sh.Sh.**

## Содержание

1. Абдуқодиров Э.И., Абдуллаева М.Б., Чориева Ф.Н., Дустмуродов О.Ҳ., Ходжаева К. А. <b>Тригеминал невралгияларда замонавий даво усулларини қўллаш</b> .....	6-12
2. Абдурахмонов И.Р., Шамсиев Дж.Ф. <b>Бош мия фалажи фондаги параназал синуситларни даволашда ўзига хос ёндашиш</b> .....	13-25
3. Абдусаматова И. И., Шамсиев Д.Ф., Тастанова Г.Э. <b>Буруннинг нафас ўтказувчанлиги бузилишида механорецепторларнинг клиник аҳамияти (адабиёт шарҳи)</b> .....	26-34
4. Азизов Б.С., Нурматова И.Б., Саиткулов Э.Х. <b>Клинический случай туберозного склероза</b> .....	35-44
5. Акрамова Л.Ю., Акрамов Н.М. <b>О гуманитарной составляющей в современной подготовке врача</b> .....	45-51
6. Арифов С.С., Тухтаев М.Б. <b>Актуальные вопросы диагностики болезни Меньера</b> .....	52-61
7. Ахмадалиев Н.Н., Режаббоева Н.Л. <b>Вирусли гепатитларда холестатик синдром ва апоптознинг биокимёвий маркерлари</b> .....	62-68
8. Babayev J., Kurbanniyazova Sh., Sultonov Sh. <b>O'smirlar ruhiy salomatligi: raqamli dunyoda xavf va imkoniyatlar</b> .....	69-73
9. Билял Н.М., Арипова Г.Э. <b>Особенности лечения дистального прикуса аппаратом твин-блок</b> .....	74-80
10. Газарян Л.Г., Ордиянц И.М., Савичева А.М., Мухаммаджанова М.О. <b>Аминокислоты и их метаболиты как маркеры прогнозирования акушерских и перинатальных осложнений при гестационном сахарном диабете</b> .....	81-87
11. Ибрагимов Д.Д., Мардонова Н.П., Исматов Н.С., Кучкоров Ф.Ш., <b>Жағ кисталарини даволашда тромбоцитлар билан тўйинган фибриннинг қўллаш авзаллиги</b> .....	88-93
12. Ибрагимов Д.Д., Отабоев Р.Ш. <b>Профилактика деформации альвеолярного отростка челюстей с применением костного регенератора стимул</b> .....	94-99
13. Каюмова С.А., Туйчибаева Д.М., Урманова Ф.М. <b>Анализ эффективности применения ксенотрансплантата в хирургическом лечении пациентов с возрастной макулярной дегенерацией</b> .....	100-105
14. Ким А.А., Туйчибаева Д.М. <b>Распространенность и факторы риска кератоконуса (обзор литературы)</b> ....	106-114
15. Khvan O.I., Don A.N. <b>Spleen injuries during blunt trauma of the abdominal</b> .....	115-119
16. Мамырбекова С.А., Раушанова А.М., Рустамова Х.Е., Нурмаматова К.Ч. <b>Казахский национальный университет им. аль-фараби – путь к элитному образованию и межеуззовским сотрудничествам</b> .....	120-124
17. Мизомов Л.С., Азимов А.М. <b>Тепловизионное исследование лица взрослых больных острым одонтогенным остеомиелитом челюстей</b> .....	125-131
18. Мирсалихова Ф.Л., Эронов Ё.Қ. <b>Имконияти чекланган болаларда пародонт касалликларни ташхислаш ва стоматологик текширув усуллари</b> .....	132-138

19. Мухаммаджанова М., Курбанов А.К., Буранова Д.Д., Хасанова Х.Ж., Акбарова Г.П. <b>Коррекция артериальной гипертензии у пациентов пожилого возраста</b> .....	139-154
20. Мухутдинов Э.Р. Атабекова Ш.Н., <b>Изменения стоматологического статуса у спортсменов при синдроме перетренированности организма</b> .....	155-160
21. Nurmatov U.B., Nurmatova N.F., Baxodirova I.U. <b>Study of the microflora and ph of the skin environment in patients with zooanthropontic trichophytosis of the pubic region</b> .....	161-169
22. Орипова А.А., Шарипова А.У. <b>Состояние верхнечелюстной пазухи у пациентов с «перелом скуловой кости»</b> .....	170-176
23. Otamuratov R.U. <b>Internet ijtimoiy tarmoqlari foydalanuvchilari faoliyatining o'ziga xos xususiyatlari bilan shaxsiy xususiyatlarning aloqasi</b> .....	177-182
24. Раимова М.М., Мухамедсаидова И.А., Бабашева Д.Р. <b>Безовта оёқлар синдроми клиник кўринишлари, диагностика ва давоси</b> .....	183-190
25. Рахимова Г.Ш. Шамсиев Д.Ф. <b>Современные принципы профилактики и лечения беременных с аллергическим ринитом</b> .....	191-201
26. Рустамова Х.Е., Нурмаматова К.Ч., Рахимжонов А.А., Рустамова М.А. <b>Охрана здоровья женщин как медико-социальная проблема</b> .....	202-207
27. Сафарова Э.М., Юнусов Р.А., Рахимова И.И. <b>Суицид как медико-социальный аспект: сравнительный анализ суицида</b> .....	208-215
28. Тахирова К.А., Кадирова М.Н., Разакова Н.Б. <b>Проблема сочетанной патологии полости рта и органов пищеварения у подростков</b> .....	216-221
29. Туйчибаева Д.М., Ким А.А. <b>Современные подходы в лечении кератоконуса в разных странах мира (обзор литературы)</b> .....	222-240
30. Тилляшайхов М.Н, Бойко Е.В., Саламов М.С., Юсупов Ш.Х., Бобокулов Ш.Х. <b>Метастатический рак простаты - рандомизированное исследование ципротерон ацетата в сравнении с флутамидом</b> .....	241-246
31. Усманбекова Г.К. <b>Системный анализ уровня подготовки последипломного образования среднего медицинского персонала стоматологических учреждений</b> .....	247-253
32. Усманова Н.А., Махаматова Н.Э. <b>Обзор анатомических и морфологических данных о слуховой трубе, возможных причинах ее дисфункций</b> .....	254-260
33. Xusanxodjaeva F.T., Daminova K.M. <b>Lyupus nefrit rivojlanishning patogenetik mexanizmlari</b> .....	261-270
34. Xusanxodjaeva F.T., Xasanova X.Dj., Buranova D.Dj., Salyatova F.E. <b>Zamonaviy gadgetlarning talabalarning o'quv jarayoniga salbiy ta'siri</b> .....	271-276
35. Шукпаров А.Б., Шомуродов К.Э. <b>Результаты направленной костной регенерации после предварительного расширения мягких тканей</b> .....	277-285
36. Якубходжаева М.Р. <b>Синтез и биологическая активность 1,2,3-триазолов на основе ацетеленсодержащих производных карбаматов</b> .....	286-291

УДК: 713. 591.484.3 - 617.7-007.681

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ЛЕЧЕНИИ КЕРАТОКОНУСА В РАЗНЫХ СТРАНАХ МИРА (обзор литературы)

Туйчибаева Д.М., Ким А.А.

Ташкентский государственный стоматологический институт

Ташкент, Узбекистан

### Резюме

Лечение кератоконуса значительно изменилось за последние два десятилетия. Появление новых вмешательств, таких как кросслинкинг роговицы, интрастромальные роговичные сегменты и комбинированные методы лечения, предоставляет специалистам по роговице множество вариантов лечения для зрительной реабилитации пациентов с кератоконусом. В этом обзоре обобщаются текущие данные об этих методах лечения и подчеркивается их место в лечении кератоконуса, в то время как новые многообещающие новые методы лечения находятся в стадии изучения.

**Ключевые слова:** эктазия роговицы, ускоренный кросслинкинг, CXL плюс; Epi-on кросслинкинг, интрастромальные роговичные сегменты, лечения кератоконуса.

### Summary

. Keratoconus management has significantly changed over the last two decades. The advent of new interventions such as cornea cross-linking, intrastromal corneal ring segments, and combined treatments provide corneal clinicians a variety of treatment options for the visual rehabilitation of keratoconus patients. This review summarizes current evidence for these treatments and highlights their place in keratoconus management while new promising emerging therapies are being investigated.

**Keywords:** Corneal ectasia, Accelerated cross-linking, Corneal cross-linking, CXL plus, Epi-on cross-linking, Intrastromal corneal ring segments, Keratoconus treatment.

### Хулоса

Кератоконусни даволаш сўнги йигирма йил ичида сезиларли даражада ўзгарди. Шох парданинг ўзаро боғланиши, интрастромал шох парда сегментлари ва комбинатцияланган терапия каби янги аралашувларнинг пайдо бўлиши корнеа мутахассисларига кератоконусли беморларни визуал реабилитация қилиш учун кўплаб даволаш усулларини тақдим этади. Ушбу шарҳ, даволаш усуллари бўйича жорий маълумотларни умумлаштиради ва уларнинг кератоконусни даволашдаги ўрнини таъкидлайди, шу билан бирга истиқболли янги даволаш усуллари ўрганилмоқда.

**Калит сўзлар:** шох парда эктазияси, тезлаштирилган кросслинкинг, CXL плюс; Epi-on кросслинкинг, интрастромал шох парда сегментлари, кератоконусни даволаш.

Кератоконус — это прогрессирующее, эктатическое заболевание, вызывающее двустороннее, асимметричное, прогрессирующее истончение и

выпячивание роговицы, что приводит к неправильному астигматизму и ухудшению зрения [1]. Термин кератоконус происходит от греческих слов *kerato-idis* (роговица) и *konos* (конус). Джон Ноттингем считается первым автором, описавшим кератоконус и его признаки [2]. Интересно, что предложенный им алгоритм лечения имеет много общего с тем, который используется сегодня: оптические устройства являются предпочтительным вариантом лечения на легких стадиях, а хирургическое вмешательство является крайней мерой [3]. Недавний проект с использованием модифицированного метода Дельфи привлек экспертов со всего мира для выяснения противоречий, существующих в отношении кератоконуса и других эктатических заболеваний [4]. Тридцать шесть офтальмологов поделились своим опытом, чтобы прийти к единому мнению относительно определения, методов диагностики и вариантов лечения кератоконуса и других эктатических заболеваний. В результате кератоконус был отнесен к термину «первичная эктатическая болезнь» в отличие от других патологий роговицы, которые приводят к истончению роговицы без эктатического компонента.

Текущие варианты лечения и ведения кератоконуса.

Очки и контактные линзы при кератоконусе. Очки можно использовать в ранних стадиях кератоконуса. Часто трудно достичь удовлетворительного зрения в очках из-за различных факторов заболевания, таких как высокий неправильный астигматизм и значительная анизометропия. Контактные линзы, с другой стороны, могут обеспечить удовлетворительное

зрение, устраняя аномалии рефракции и аномалии передней части роговицы у пациентов с кератоконусом [5].

Тип назначаемых контактных линз зависит от стадии кератоконуса [6]. Мягкие линзы, мягкие торические или индивидуальные мягкие торические контактные линзы могут быть адекватными на ранних стадиях заболевания для коррекции миопии, правильного астигматизма и умеренно неправильного астигматизма. По мере прогрессирования заболевания могут потребоваться жесткие газопроницаемые (ЖГПЛ) линзы или различные специализированные линзы, такие как гибридные линзы, контрейлерные или склеральные линзы [6].

Мягкие контактные линзы обеспечивают адекватное зрение, достаточный слезообмен, оксигенацию роговицы, а также простоту обращения и низкий уровень инфицирования при правильном обращении. ЖГПЛ обеспечивают лучшее зрение, чем мягкие линзы в более запущенных случаях, но часто связаны с дискомфортом и ощущением инородного тела, трудностями с центрированием оптики в сильно децентрированных вершухах конусов и невозможностью правильной подгонки линзы в некоторых запущенных случаях [7].

Однако последние разработки в области материалов и дизайна линз позволили решить эти проблемы. В случаях непереносимости RGP как комбинация дополнительных линз, так и гибридные линзы могут сократить время ношения [8]. Комбинированный подход включает роговичную линзу ЖГПЛ поверх мягкой силикон-гидрогелевой линзы, сочетая повышенный комфорт пациента с адекватными зрительными

характеристиками. Например, мягкая линза с высокой положительной оптической силой (4D) улучшает центрирование жесткой линзы в случае провисания конуса.

Гибридные линзы состоят из центральной линзы ЖГПЛ и мягкой линзы в виде юбки [8], таким образом сочетая визуальные характеристики жесткой линзы с комфортом и стабильностью мягкой линзы. Склеральные линзы часто используют в запущенных случаях. Современные склеральные линзы обеспечивают хорошее зрение и комфорт [9].

Усовершенствованные материалы линз с высокой кислородопроницаемостью и уникальным дизайном обеспечивают более высокое обеспечение роговицы кислородом. Использование ОКТ переднего сегмента и различных форм инструментов для измерения корнеосклерального профиля способствует индивидуальному подбору, что значительно улучшает переносимость линз и зрительные результаты [10].

Интрастромальные роговичные сегменты (ИСРС) представляют собой медицинские устройства, изготовленные из синтетического материала и предназначенные для изменения морфологии и преломляющей способности роговицы. Имплантация ИСРС — безопасная и обратимая методика, позволяющая добиться уплощения роговицы и улучшения зрения. Несколько факторов, таких как тип ИСРС, техника введения и выбор пациента, влияют на окончательный результат [11].

В настоящее время доступны различные типы ИСРС различной толщины, диаметра и профиля ИСРС (таблица 1). Правильный выбор ИСРС зависит главным образом от аномалии рефракции, толщины роговицы и показателей кератометрии пациента с кератоконусом. Кольца меньшего диаметра обеспечивают повышенный уплощающий эффект и часто используются у пациентов с более высокими аномалиями рефракции [12].

Таблица 1.

### Характеристики различных типов ИСРС

Название	Производитель	Длина дуги (°)	Толщина (мм)	Внутренний диаметр (мм)	Внешний диаметр (мм)	Профиль
Intacs	Addition Technology Inc. Sunnyvale, CA, USA	150	0.25–0.45	6.8	8.1	Гексагональный
Kerarings	Mediphacos Ltd, Belo Horizonte, Brazil	90–210	0.15–0.35	5.0	6.0	Треугольный
Intacs SK	Addition Technology Inc. Sunnyvale, CA, USA	150	0.4–0.45	6.0	7.3	Овальный
MyoRing	Dioptex GmbH, Linz, Austria	360	0.15–0.35	5.0–8.0	5.0–8.0	Треугольный

Правильный отбор пациентов имеет решающее значение для окончательного визуального результата имплантации ИСРС. Не существует общих рекомендаций, но большинство авторов согласны с тем, что пациенты должны соответствовать следующим критериям:

- Корректированная острота зрения вдаль ниже 0,9.

- Непереносимость использования контактных линз

- Отсутствие помутнения роговицы

Создание каналов в глубине роговицы (70–80% от общей толщины роговицы), куда будут вводиться сегменты, может быть достигнуто либо механическим способом, либо с использованием фемтосекундного лазера [13]. Создание фемтосекундного лазерного туннеля повысило безопасность имплантации ИСРС, обеспечив точную глубину имплантации и снизив риск операционных и послеоперационных осложнений.

На сегодняшний день не существует устоявшихся номограмм процедуры, и большинство исследователей используют эмпирические данные и субъективный анализ. Количество имплантированных сегментов, место введения и использование нескольких сегментов разных стилей различаются в разных исследованиях. Что касается количества сегментов, Alio et al. сообщили, что количество имплантируемых сегментов должно определяться в соответствии с топографической картиной кератоконуса: в случаях центральных конусов имплантация двух сегментов дает оптимальные результаты, в то время как в случаях нижнего выпячивания должно быть достаточно одного имплантата [14]. Сиганос и др. сообщили об удовлетворительных

визуальных результатах после имплантации двух сегментов с длиной дуги 160° при корректировке толщины в соответствии с аномалией рефракции пациента [15].

Точно так же нет согласия относительно местоположения имплантата. Некоторые авторы сообщают о лучших визуальных результатах, когда разрез роговицы выполняется на височной стороне роговицы, тогда как другие считают, что разрез следует выполнять по наиболее крутому меридиану [15, 16].

Большинство авторов сообщают об удовлетворительных результатах после имплантации ИСРС с точки зрения остроты зрения и оптического качества. Похоже, что пациенты с плохой остротой зрения во время операции с большей вероятностью получают пользу от процедуры [17, 18]. Кроме того, отдаленные результаты, по-видимому, зависят от прогрессирования заболевания во время операции, при этом стабильные формы демонстрируют благоприятные результаты в течение более длительного периода времени [18].

Кератопластика: сквозная кератопластика (СПК) — Передняя послойная кератопластика (DALK). До недавнего времени СПК была методом выбора при запущенных формах кератоконуса. Однако усовершенствование оперативных методов увеличили популярность DALK. Преимущества DALK по сравнению с классической СПК заключаются в более низкой частоте отторжения трансплантата, сохранении эндотелиальных клеток, отказе от процедуры «открытого неба» и более коротком периоде послеоперационной инстилляции стероидных препаратов, что приводит к более низкой частоте

послеоперационной катаракты и образования глаукомы [19]. Напротив, ограничения метода включают в себя требовательные хирургические навыки, необходимые для выполнения техники DALK, и тот факт, что ее нельзя легко применить на роговицах с помутнениями, неоваскуляризацией или водянкой в анамнезе [20].

Несмотря на популярность DALK среди хирургов при кератоконусе, качественных рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), сравнивающих эти два метода, очень мало. Существующие данные подтверждают уменьшение отторжения и рефракционного астигматизма при DALK, но лучшие результаты зрения при СПК [21]. Однако, кажется, что правильно выполненный DALK дает те же зрительные результаты, что и СКП. В исследованиях, в которых зрительные результаты DALK были хуже, чем СКП, это несоответствие было связано с неполным расслоением стромы и остаточной стромой над десцеметовой мембраной (ДМ). Плохие зрительные результаты, по-видимому, зависят от глубины диссекции (без выявления обнаженной ДМ), а не от регулярности и гладкости остаточного стромального ложа [21], как показано в недавнем исследовании, в котором сравнивали десцеметную и преддесцеметную послойную кератопластику с помощью фемтосекундного лазера [22].

Что касается частоты осложнений, зарегистрированные случаи отторжения трансплантата при сквозной кератопластике колеблются от 2,3% до 68% [23,24,25], хотя частота отторжения трансплантата в этих глазах, как правило, меньше благодаря немедленному применению кортикостероидной терапии [23]. DALK, с

другой стороны, избавляет от трансплантации эндотелия, тем самым устраняя возможность отторжения эндотелия. Однако эпителиальное, стромальное и смешанное эпителиально-стромальное отторжение трансплантата может происходить с частотой 8-10% [26, 27]. Ожидается, что выживаемость трансплантата будет дольше при использовании DALK [21]. Бордери и др. использование совместной регрессионной модели предсказало среднюю продолжительность жизни для трансплантатов СКП 17,9 лет по сравнению с 49 годами для DALK [28]. Наиболее частым осложнением операции DALK является перфорация десцеметовой мембраны во время операции [29]. Риск меньше у пожилых пациентов, у которых, как правило, более толстая десцеметовая мембрана. В зависимости от стадии операции может потребоваться переход на СПК. Несколько авторов обратились к этой проблеме и предложили варианты техники, снижающие частоту этого осложнения [30, 31]. Недавно было предложено создание туннелей с использованием фемтосекундного лазера в качестве предварительного создания большого воздушного пузыря Diakonis et al. [32], а Siebelmann et al. сообщили о повышенной безопасности интраоперационного использования ОКТ при DALK [33].

Применение фемтосекундного лазера (ФСЛ) показало многообещающие результаты в улучшении послеоперационных результатов при обеих методиках [34, 35]. В СПК ФСЛ может достичь большей точности при разрезании донорской или реципиентной роговицы, сводя к минимуму смещения и повышая стабильность раны [43]. Кроме

того, ФСЛ можно использовать для создания различных конфигураций ран, недостижимых с помощью обычных методов трепанации, таких как цилиндрическая, грибовидная или зигзагообразная конфигурации [35]. Таким образом можно добиться уменьшения послеоперационного астигматизма и ускорения заживления ран. Однако сообщения противоречивы. Фарид и др. [34] сравнили 49 глаз 43 пациентов, перенесших СКП с зигзагообразным разрезом с помощью ФСЛ, и 17 глаз из 14 пациентов, которым была проведена традиционная аспирационная трепанация по Бэррону. Они обнаружили, что наибольшая разница в астигматизме наблюдалась через 1 месяц, а затем через 3 месяца, когда средний астигматизм составлял 4,5 дптр в традиционной группе по сравнению с 3,0 дптр в группе ФСК. С другой стороны, Даниэль и др. [36] не обнаружили существенной разницы в рефракционных и зрительных результатах после СКП с помощью ФСЛ по сравнению с кератопластикой с помощью трепановой системы. Большинство авторов согласны с тем, что СКП с помощью ФСЛ обеспечивает более быстрое и стабильное заживление ран, позволяя раньше полностью снять швы, чем традиционная СКП. Тем не менее, долгосрочные рефракционные результаты двух методов кажутся одинаковыми.

Использование ФСЛ в DALK позволяет создавать точные ламеллярные разрезы и боковые разрезы, облегчая использование ножниц для отсечения остаточной стромы от десцеметовой мембраны и обеспечивая более надежное закрытие раны и более раннее снятие швов [37].

Кросслинкинг роговицы. Внедрение кросслинкинга роговицы (CXL) в конце 1990-х годов значительно изменило тактику ведения пациентов с кератоконусом [38]. Недавние исследования сообщают о значительном снижении ежегодного количества кератопластик, выполняемых после введения CXL [39, 40]. В большинстве исследований сообщается о более чем 90% успешности стабилизации прогрессирования кератоконуса после применения CXL [38].

Для достижения укрепляющего эффекта тканей роговицы и остановки прогрессирования кератоконуса применение рибофлавина (витамина B2) сочетают с ультрафиолетовым (УФ-А) облучением. Рибофлавин играет роль фотосенсибилизатора в процессе фотополимеризации и в сочетании с УФ-А облучением увеличивает образование внутрифибриллярных и межфибриллярных карбонильных ковалентных связей коллагена посредством молекулярного процесса, который до сих пор полностью не выяснен [41]. Эффект кросслинкинга роговицы можно определить по демаркационной линии, наблюдаемой при осмотре с помощью щелевой лампы и при ОКТ переднего сегмента. Многие исследователи считают, что эта демаркационная линия может служить индикатором глубины и объема лечения [42].

Стандартный дрезденский протокол включает удаление центральных 8-10 мм эпителия и нанесение раствора рибофлавина (0,1% рибофлавин-5-фосфата и 20% декстрана Т-500) на поверхность роговицы за 30 мин до облучения и через 5-10 мин. в течение 30-минутного воздействия УФ-А излучения с длиной волны 370 нм и

мощностью 3 мВт/см<sup>2</sup>. Было предложено несколько других протоколов, которые либо сохраняют эпителий роговицы, либо сокращают время воздействия, как описано ниже.

В ряде исследований показаны положительные результаты лечения CXL при кератоконусе с точки зрения остроты зрения и топографических показателей [42, 43, 44, 45, 46, 50]. Проспективное клиническое исследование Hersh et al. продемонстрировало улучшение остроты зрения и максимальной кератометрии у пациентов с прогрессирующим кератоконусом [13]. Винчигерра и др. сообщили об улучшении роговичных и общих аберраций волнового фронта, а также о некоррегированной и коррегированной остроте зрения после 12-месячного наблюдения после CXL [42]. Виттиг-Сильва и др. в их проспективном рандомизированном исследовании сообщалось о статистически значимом выравнивании самого крутого смоделированного значения кератометрии и улучшенной остроте зрения [46]. Интересно, что эффект лечения CXL, по-видимому, распространяется за пределы первых месяцев операции, а долгосрочные наблюдения показывают, что уплощение роговицы продолжалось до нескольких лет после лечения [47, 48, 49]. Предоперационные факторы, которые предсказывают эффективность перекрестного связывания, не были четко установлены, хотя кажется, что крутые роговицы с предоперационными значениями кератометрии выше 58 D и эксцентричным расположением конуса имеют более высокую частоту осложнений [50].

С точки зрения безопасности правильное применение дрезденского протокола у пациентов с толщиной роговицы не менее 400 мкм считается безопасной процедурой [51]. Следует отметить, что измерение толщины роговицы следует проводить после удаления эпителия и до нанесения рибофлавина и облучения УФ-А светом, чтобы предотвратить токсичность УФ-излучения для эндотелия. Применение гипоосмолярного рибофлавина показано пациентам с пограничной толщиной роговицы, вызывающей отек ткани, хотя есть некоторые опасения по поводу повышенной эндотелиальной токсичности и снижения эффективности лечения. Большинство осложнений CXL возникает из-за санации эпителия; к ним относятся инфекция, стерильные инфильтраты, отсроченная реэпителизация, отек роговицы и помутнение роговицы [50]. CXL Plus. На протяжении многих лет кросслинкинг роговицы зарекомендовал себя как эффективная и безопасная процедура для остановки прогрессирования кератоконуса и повышения резистентности роговицы. Тем не менее, зрительная реабилитация при кератоконусе также требует устранения неравномерности кривизны роговицы и уменьшения остаточной аномалии рефракции. Было предложено несколько адьювантных методов лечения в сочетании с лечением CXL, чтобы не только остановить прогрессирование кератоконуса, но также улучшить функциональное зрение и отсрочить или даже предотвратить кератопластику. Термин «CXL plus», введенный в 2011 г. Kymionis, относится к нескольким комбинированным рефракционным процедурам, изученным для улучшения результата CXL [52].

CXL с фоторефрактивной кератэктомией (ФРК) под контролем топографии была первой комбинированной процедурой CXL, выполненной с использованием эксимерного лазера. С тех пор было предложено несколько вариантов этой техники, связанных со сроками проведения двух процедур (одновременных или последовательных), максимальной рекомендуемой глубиной абляции и использованием митомидина С [53, 54, 55, 56].

Что касается последовательности процедур, Kanellopoulos в своем сравнительном исследовании показал, что одновременная ФРК с топографическим контролем в тот же день с последующей CXL более эффективна, чем последовательная CXL с отсроченной (6 месяцев и более) ФРК в зрительной реабилитации эктазии [53]. Комбинация методов лечения, предложенная его командой, включала последовательную эксимерлазерную абляцию эпителия (50 мкм), частичную эксимерлазерную стромальную абляцию под контролем топографии и облучение ультрафиолетом А с высокой плотностью энергии (10 мВт/см<sup>2</sup>), ускоренное (10 мин) CXL (Афинский протокол) [54]. В недавней попытке включить компенсацию циклоторсии в индивидуальное лечение с топографическим контролем последовательность процедур была немного изменена: частичная ФРК выполнялась перед этапом фототерапевтической кератэктомии (ФТК) (расширенный протокол Афин) [55].

Что касается использования митомидина С после ФРК, Канеллопулос использовал митомидин С 0,02% в течение 20 с [53]. С другой стороны, Кимионис и соавт.

избегали использования митомидина С на основании гипотезы о том, что кросслинкинг аблированной стромы дает преимущество депопуляции кератоцитов в передней строме, что может уменьшить возможность образования помутнения [56].

Ремоделирование передней части роговицы и регрессия неровностей передней части роговицы с помощью трансэпителиальной фототерапевтической кератэктомии (t-ФТК) до применения CXL оказались ценной альтернативой механической обработке эпителия роговицы. Критский протокол, в котором впервые была описана эта техника, и несколько других последующих исследований показали улучшение зрения и рефракции [57, 58]. Потенциальным объяснением улучшенных результатов является то, что выполнение t-РТК в глазах с кератоконусом позволяет эксимерлазерной абляции удалять эпителий роговицы вместе со стромальной тканью роговицы на вершине конуса, тем самым выравнивая переднюю поверхность роговицы и повышая эффективность перекрестной абляции [57].

Комбинированное лечение кроссликингом роговицы и ИСРС обеспечивает не только стабилизацию кератоконуса, но и улучшение зрительных и топографических результатов у пациентов с кератоконусом. Есть несколько сообщений о многообещающих результатах [59, 60] при комбинированном лечении, хотя некоторые исследования показали, что синергетический эффект не превосходит имплантацию только ИСРС. Например, Sakir et al. [61] и Ferenczy et al. [62] не смогли продемонстрировать

превосходство комбинированного лечения ИСРС и СХЛ над лечением только ИСРС.

Кросслинкинг роговицы можно проводить до, во время или после имплантации ИСРС, но идеальная последовательность и сроки этой комбинации все еще неясны. Лю и др. ретроспективно обследован 41 глаз, которые были разделены на три группы. Группе 1 была проведена единственная имплантация ИСРС, группе 2 сначала была проведена ИСРС, а затем сразу после нее СХЛ, а группе 3 сначала была проведена СХЛ, а затем ИСРС спустя долгое время. Между этими тремя группами не было обнаружено существенных различий [63]. Напротив, в проспективном рандомизированном исследовании Coskunseven et al. показали, что установка ИСРС с последующей СХЛ приводила к статистически лучшим кератометрическим, рефракционным и визуальным результатам, чем СХЛ с последующей имплантацией кольца [64]. Имплантация факичных интраокулярных линз (ФИОЛ) в дополнение к СХЛ является еще одним альтернативным комбинированным лечением кератоконуса, проводимым для оптимизации результатов СХЛ. В настоящее время для внутриглазной рефракционной коррекции доступны три типа ФИОЛ: с угловой опорой, с фиксацией на радужной оболочке и заднекамерной ИОЛ. Хотя предварительные результаты являются многообещающими [65, 66, 67, 68], необходимы долгосрочные рандомизированные сравнительные проспективные исследования с большими когортами, чтобы оценить стабильность и потенциальные осложнения процедуры и предложить

альтернативные методы лечения в случаях прогрессирования кератоконуса и изменения рефракции.

Лечение, сочетающее кросслинкинг с ИСРС и ФРК, также показало многообещающие результаты. Комбинированное лечение показало значительное улучшение нескорректированной остроты зрения вдаль, скорректированной остроты зрения вдаль, значения центральной кератометрии и, следовательно, зрительной функции у пациентов с умеренным кератоконусом [69,70,71,72,73,74]. Долгосрочное

наблюдение будет важно для этих пациентов, чтобы определить стабильность визуальных результатов.

Акселерированный (ускоренный) кросслинкинг роговицы. Учитывая благоприятные результаты стабилизации эктазии с помощью кросслинкинга роговицы, клинические усилия направлены на оптимизацию времени процедуры, интра- и послеоперационного комфорта и эффективности.

Например, новой альтернативой является ускоренный СХЛ с использованием УФ-А более высокой интенсивности излучения для сокращения времени, необходимого для доставки эквивалентной общей дозы энергии [75, 76]. Этот метод основан на законе фотохимической взаимности Бунзена-Роско. То есть тот же фотохимический эффект может быть достигнут путем доставки аналогичной общей энергии за более короткий период времени.

Несколько недавних исследований *in vivo* с использованием различных протоколов показали, что процедура безопасна и эффективна для остановки прогрессирования эктазии. Yildirim et al.

сравнили 74 глаза, подвергнутые предполагаемому УФ-излучению 5,4 Дж/см<sup>2</sup>, и 72 глаза, обработанные излучением 7,2 Дж/см<sup>2</sup>, и обнаружили сходные рефракционные и топографические результаты в двух группах [77]. Alnawaiseh et al. использовали 18 мВт/см<sup>2</sup> для 5-минутного протокола на 28 глазах со средним временем наблюдения 21,7 месяца, сообщая об эффективной остановке прогрессирования кератоконуса [78]. Tomita et al. исследовали два разных времени применения рибофлавина (15 и 30 мин) [79]. В этом исследовании оба протокола имели схожие результаты по сравнению с обычным CXL. Что касается безопасности и времени восстановления после процедуры, Ozgurhan et al. и Hashemian et al. обнаружили меньшее повреждение суббазальных нервов при использовании ускоренных протоколов [80, 81].

Некоторые исследователи наблюдали более мелкую послеоперационную демаркационную линию, что указывает на снижение проникновения рибофлавина и глубины воздействия CXL [89]. Однако Kymionis et al. при использовании модифицированных ускоренных протоколов (18 мВт/см<sup>2</sup> в течение 7 мин и 9 мВт/см<sup>2</sup> в течение 14 мин) не было обнаружено различий в глубине демаркационной линии по сравнению со стандартной CXL [90]. Несмотря на разногласия по поводу эффективности ускоренного сшивания, в последние несколько лет этот метод набирает популярность. Протокол, который обеспечит оптимальные результаты, все еще находится в стадии изучения.

Импульс CXL. Одной из гипотез, объясняющих меньший эффект,

наблюдаемый при протоколах ускоренного кросслинкинга, является более высокое потребление кислорода, ведущее к кислородному истощению. Одним из способов увеличения концентрации кислорода в роговице во время ускоренной CXL является проведение импульсного облучения, позволяющего кислороду диффундировать в строму в периоды без облучения. В результате протоколы включения-выключения могут иметь потенциал для увеличения эффекта укрепления роговицы, получаемого при той же дозе УФ-А, и потенциально могут привести к сокращению времени процедуры за счет повышения эффективности лечения CXL с высокой интенсивностью излучения. Предварительные результаты Reuman et al. и Mazzotta et al. с импульсным облучением являются многообещающими, указывая на безопасность, эквивалентную протоколам непрерывного УФ-облучения, хотя и с большей глубиной демаркационной линии [93, 94]. Park et al. недавно было показано значительно более глубокое воздействие на строму роговицы при использовании ускоренного импульсного УФ-А, чем непрерывного УФ-А [95].

Ери-оп кросслинкинг. В попытке избежать стандартных осложнений лечения CXL и послеоперационной боли было введено несколько методов для усиления проникновения рибофлавина через интактный эпителий. Поиск эффективной методики кросслинкинга с сохранением эпителия является предметом многих исследований. Препараты рибофлавина с добавлением соединений, усиливающих действие роговицы, таких как хлорид бензалкония, этилендиаминтетрауксусная кислота и

тетракаин, могут улучшить диффузию рибофлавина, несмотря на присутствие в эпителии [96, 97, 98]. Также были предложены интрастромальные каналы и лоскуты в качестве альтернативных путей [99, 100]. Сообщалось о значительных противоречивых результатах различных трансэпителиальных методов.

Кросслинкинг роговицы с помощью ионофореза представляет собой неинвазивный подход, при котором электрический ток низкой интенсивности усиливает проникновение рибофлавина в строму и способствует более точной и гомогенной диффузии ионизированной молекулы через эпителий [101]. Исследования *ex vivo* на трупных роговицах кролика и человека показали, что трансэпителиальный кросслинкинг с помощью ионофореза индуцирует повышение биомеханической устойчивости роговицы человека, сравнимое с таковым, полученным при стандартной процедуре кросслинкинга.

Клинические исследования показали улучшение МКОЗ и отсутствие изменений центральной толщины роговицы и плотности эндотелиальных клеток. Тем не менее, недавние исследования показывают, что, хотя кросслинкинг роговицы с помощью ионофореза успешно останавливает прогрессирование кератоконуса, стандартная CXL кажется более эффективной с более глубокими перекрестными связями стромального коллагена роговицы и лучшими средними топографическими результатами [102, 103]. Более того, демаркационная линия, обнаруженная после ионофореза, более тусклая и менее глубокая, чем после традиционных методов удаления эпителия [104].

CXL с использованием топографически ориентированного излучения энергии УФ-А. В дополнение к изменению глубины кросслинкинга путем изменения таких параметров, как излучение УФ-А, общая доза энергии и частота УФ-А, латеральное распределение образования связей в роговице можно лучше контролировать с помощью индивидуального УФ-излучения. Шаблоны освещения, которые позволили бы целенаправленно повысить жесткость самых слабых областей роговицы, а не традиционный подход к равномерному повышению жесткости всей центральной части роговицы. Ряд текущих исследований оценивает эффективность процедур. Mazzotta et al. ретроспективно исследовали 21 глаз, подвергшихся ускоренному кросслинкингу с использованием воздействия УФ-А с выделением энергии от 7,2 до 15 Дж/см<sup>2</sup> по данным топографической кривизны роговицы с благоприятными результатами через 1 год [105]. Nordström et al. сообщили о подобных многообещающих результатах в своих проспективных клинических испытаниях [106].

Трансплантация Боуеновой мембраны. Первое использование послойной трансплантации Боуеновой мембраны (БМ) заключалось в лечении стойкого субэпителиального помутнения после эксимерлазерной поверхностной абляции [107]. Melles и его команде пришла в голову идея использовать трансплантацию БМ для остановки прогрессирования кератоконуса [108]. Обоснование трансплантации Боумена заключается в том, что, поскольку фрагментация слоя Боумена является патогномичным признаком прогрессирующего кератоконуса,

частичное восстановление анатомии может быть достигнуто с помощью имплантата в средней части стромы изолированного трансплантата слоя Боумана для ремоделирования кривизны роговицы. В то же время стабилизация эктазии может быть достигнута с помощью шины Bowman, а также за счет реакции заживления раны между стромой хозяина и трансплантатом Bowman. Parker et al. выполнили методику на 22 глазах у 19 пациентов с запущенным кератоконусом. Авторы сообщили о снижении средней максимальной кератометрии через 1 месяц после операции, которое в дальнейшем оставалось стабильным, и об улучшении среднего значения лучшей очковой коррекцией остроты зрения без изменения плотности эндотелиальных клеток. При 5-летнем наблюдении трансплантация слоя Боумана стабилизировала заболевание в 90% из 22 глаз с прогрессирующим кератоконусом. Авторы пришли к выводу, что, учитывая низкий риск осложнений, процедура является безопасным и эффективным методом стабилизации кератоконуса и может быть выполнена для отсрочки сквозной или глубокой передней послойной кератопластики [109].

**Заключение.** Распространенность кератоконуса переменна и поражает

до 5% населения в некоторых регионах мира, например на Ближнем Востоке. Оба пола затронуты, достигая различных этнических групп. Факторы окружающей среды, такие как воздействие солнечного света и сухая погода, трение глаз и генетические факторы, способствуют его развитию. Сочетание новых технологий визуализации и алгоритмов искусственного интеллекта позволило провести более раннюю диагностику и более эффективное лечение, улучшить визуальный прогноз и качество жизни пациентов с кератоконусом.

Лечение кератоконуса значительно изменилось за последние несколько лет. В настоящее время врачи-офтальмологи могут выполнять ряд методов лечения, которые могут остановить прогрессирование заболевания и изменить форму роговицы безопасным и эффективным способом, что обеспечивает оптимальные зрительные результаты у пациентов с кератоконусом. Будущие разработки могут еще больше повысить безопасность и эффективность этих методов лечения. Необходимы дополнительные исследования, чтобы предоставить клинические данные, подтверждающие их краткосрочную и долгосрочную эффективность.

## Литература / References

1. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol.* 1998;42:297–319.
2. Grzybowski A, McGhee CN. The early history of keratoconus prior to Nottingham's landmark 1854 treatise on conical cornea: a review. *Clin Exp Optom.* 2013;96(2):140–5.
3. Gokul A, Patel DV, McGhee CN. Dr John Nottingham's 1854 landmark treatise on conical cornea considered in the context of the current knowledge of keratoconus. *Cornea.* 2016;35(5):673–8.
4. Gomes JA, et al. Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea.* 2015;34(4):359–69.
5. Rizaev J.A., Tuychibaeva D.M. Pokazateli zabolovayemosti glaukomoy

- sredi vzroslogo naseleniya Respubliki Uzbekistan. Stomatologiya. 2021;1(82):102–107.
6. Tuychibaeva D.M., Rizaev J.A., Yangiva N.R. Ways to improve the system of medical examination of patients with primary glaucoma. *Journal Medicine and innovations*. 2021;3:11-19.
7. Rizaev, J., & Tuychibaeva, D. (2022). Study of the general state and dynamics of primary and general disability due to glaucoma of the adults in the republic of Uzbekistan and the city of Tashkent. *Journal of Dentistry and Craniofacial Research*, 1 (2), 75-77.
8. Tuychibaeva D., Rizaev J., Malinouskaya I. Dynamics of primary and general incidence due to glaucoma among the adult population of Uzbekistan. *Ophthalmology. Vostochnaya Yevropa*. 2021;11.1:27–38.
9. Tuychibaeva D.M. Main Characteristics of the Dynamics of Disability Due to Glaucoma in Uzbekistan // "Ophthalmology. Eastern Europe", 2022;12.2:195-204.
10. Tuychibaeva D.M., Rizayev J.A., Stozharova N.K. Longitudinal changes in the incidence of glaucoma in Uzbekistan. // *J.ophthalmol.(Ukraine)*. 2021;4:43-7.
11. Heikal MA, Abdelshafy M, Soliman TT, Hamed AM. Refractive and visual outcomes after Keraring intrastromal corneal ring segment implantation for keratoconus assisted by femtosecond laser at 6 months follow-up. *Clin Ophthalmol*. 2016;23(11):81–6.
12. Shetty R, Kurian M, Anand D, Mhaske P, Narayana KM, Shetty BK. Intacs in advanced keratoconus. *Cornea*. 2008;27:1022–9.
13. Shabayek MH, Alió JL. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for keratoconus correction. *Ophthalmology*. 2007;114(9):1643–52.
14. Alió JL, Artola A, Hassanein A, Haroun H, Galal A. One or 2 Intacs segments for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31:943–53.
15. Siganos D, Ferrara P, Chatzinikolas K, Bessis N, Papastergiou G. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28:1947–51.
16. Kanellopoulos AJ, Pe LH, Perry HD, Donnenfeld ED. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus: efficacy and complications. *Cornea*. 2006;25:29–33.
17. Vega-Estrada A, Alio JL, Brenner LF, et al. Outcome analysis of intracorneal ring segments for the treatment of keratoconus based on visual, refractive, and aberrometric impairment. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(3):575–84.
18. Vega-Estrada A, Alió JL, Plaza-Puche AB. Keratoconus progression after intrastromal corneal ring segment implantation in young patients: five-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(6):1145–52.
19. Pramanik S, Musch DC, Sutphin JE, Farjo AA. Extended long-term outcomes of penetrating keratoplasty for keratoconus. *Ophthalmology*. 2006;113:1633–8.
20. Sarnicola V, Toro P, Gentile D, Hannush SB. Descemetica DALK and predescemetica DALK: outcomes in 236 cases of keratoconus. *Cornea*. 2010;29:53–9.
21. Parker JS, van Dijk K, Melles GR. Treatment options for advanced keratoconus: a review. *Surv Ophthalmol*. 2015;60:459–80.
22. Lu Y, Grisolia AB, Ge YR, et al. Comparison of femtosecond laser-assisted descemetica and predescemetica lamellar keratoplasty for keratoconus. *Indian J Ophthalmol*. 2017;65(1):19–23.

23. Liu H, Chen Y, Wang P, et al. Efficacy and safety of deep anterior lamellar keratoplasty vs. penetrating keratoplasty for keratoconus: a meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10:1.
24. Jones MN, Armitage WJ, Ayliffe W, et al. Penetrating and deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus: a comparison of graft outcomes in the United Kingdom. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009;50:5625–9.
25. Henein C, Nanavaty MA. Systematic review comparing penetrating keratoplasty and deep anterior lamellar keratoplasty for management of keratoconus. *Cont Lens Anterior Eye*. 2017;40(1):3–14.
26. Panda A, Vanathi M, Kumar A, Dash Y, Priya S. Corneal graft rejection. *Surv Ophthalmol*. 2007;52(4):375–96.
27. Watson SL, Tuft SJ, Dart JK. Patterns of rejection after deep lamellar keratoplasty. *Ophthalmology*. 2006;113(4):556–60.
28. Borderie VM, Sandali O, Bullet J, Gaujoux T, Touzeau O, Laroche L. Long-term results of deep anterior lamellar versus penetrating keratoplasty. *Ophthalmology*. 2012;119(2):249–55.
29. Den S, Shimmura S, Tsubota K, Shimazaki J. Impact of the descemet membrane perforation on surgical outcomes after deep lamellar keratoplasty. *Am J Ophthalmol*. 2007;143(5):750–4.
30. Melles GR, Rietveldt FJ, Beekuis WH, Binder PS. A technique to visualize corneal incision and lamellar dissection depth during surgery. *Cornea*. 1999;18:80–6.
31. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28(3):398–403.
32. Diakonius VF, Yoo SH, Hernandez V, et al. Femtosecond-assisted big bubble: a feasibility study. *Cornea*. 2016;35(12):1668–71.
33. Siebelmann S, Steven P, Cursiefen C. Intraoperative optical coherence tomography in deep anterior lamellar keratoplasty. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2016;233(6):717–21.
34. Farid M, Steinert RF, Gaster RN, Chamberlain W, Lin A. Comparison of penetrating keratoplasty performed with a femtosecond laser zig-zag incision versus conventional blade trephination. *Ophthalmology*. 2009;116(9):1638–43.
35. Fung SS, Aiello F, Maurino V. Outcomes of femtosecond laser-assisted mushroom-configuration keratoplasty in advanced keratoconus. *Eye (Lond)*. 2016;30(4):553–61.
36. Daniel MC, Böhringer D, Maier P, Eberwein P, Birnbaum F, Reinhard T. Comparison of long-term outcomes of femtosecond laser-assisted keratoplasty with conventional keratoplasty. *Cornea*. 2016;35(3):293–8.
37. Li S, Wang T, Bian J, Wang F, Han S, Shi W. Precisely controlled side cut in femtosecond laser-assisted deep lamellar keratoplasty for advanced keratoconus. *Cornea*. 2016;35(10):1289–94.
38. Wollensak G. Corneal collagen crosslinking: new horizons. *Expert Rev Ophthalmol*. 2010;5:201–15.
39. Sandvik GF, Thorsrud A, Raen M, Ostern AE, Sathre M, Drolsum L. Does corneal collagen cross-linking reduce the need for keratoplasties in patients with keratoconus? *Cornea*. 2015;34(9):991–5.
40. Godefrooij DA, Gans R, Imhof SM, Wisse RP. Nationwide reduction in the number of corneal transplantations for keratoconus following the implementation of cross-linking. *Acta Ophthalmol*. 2016;94(7):675–8.

41. Zhang Y, Conrad AH, Conrad GW. Effects of ultraviolet-A and riboflavin on the interaction of collagen and proteoglycans during corneal cross-linking. *J Biol Chem.* 2011;286(15):13011–22.
42. Yam JC, Chan CW, Cheng AC. Corneal collagen cross-linking demarcation line depth assessed by Visante OCT after CXL for keratoconus and corneal ectasia. *J Refract Surg.* 2012;28(7):475–81.
43. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2003;135(5):620–7.
44. Vinciguerra P, Albè E, Trazza S, et al. Refractive, topographic, tomographic, and aberrometric analysis of keratoconic eyes undergoing corneal cross-linking. *Ophthalmology.* 2009;116:369–78.
45. Coskunseven E, Jankov MR II, Hafezi F. Contralateral eye study of corneal collagen cross-linking with riboflavin and UVA irradiation in patients with keratoconus. *J Refract Surg.* 2009;25:371–6.
46. Wittig-Silva C, Whiting M, Lamoureux E, Lindsay RG, Sullivan LJ, Snibson GR. A randomized controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: preliminary results. *J Refract Surg.* 2008;24(7):S720–5.
47. Hashemi H, Seyedian MA, Miraftab M, Fotouhi A, Asgari S. Corneal collagen cross-linking with riboflavin and ultraviolet a irradiation for keratoconus: long-term results. *Ophthalmology.* 2013;120:1515–20.
48. Raiskup F, Theuring A, Pillunat LE, Spoerl E. Corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet-A light in progressive keratoconus: ten-year results. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(1):41–6.
49. Caporossi A, Mazzotta C, Baiocchi S, Caporossi T. Long-term results of riboflavin ultraviolet a corneal collagen cross-linking for keratoconus in Italy: the Siena eye cross study. *Am J Ophthalmol.* 2010;149(4):585–93.
50. Koller T, Mrochen M, Seiler T. Complication and failure rates after corneal crosslinking. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(8):1358–62.
51. Kymionis GD, Portaliou DM, Diakonis VF, Kounis GA, Panagopoulou SI, Grentzelos MA. Corneal collagen cross-linking with riboflavin and ultraviolet-A irradiation in patients with thin corneas. *Am J Ophthalmol.* 2012;153(1):24–8.
52. Kymionis GD. Corneal collagen cross linking-PLUS. *Open Ophthalmol J.* 2011;5:10.
53. Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg.* 2009;25:S812–8.
54. Kanellopoulos AJ, Binder PS. Management of corneal ectasia after LASIK with combined, same-day, topography-guided partial transepithelial PRK and collagen cross-linking: the Athens protocol. *J Refract Surg.* 2011;27(5):323–31.
55. Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Novel placido-derived topography-guided excimer corneal normalization with cyclorotation adjustment: enhanced Athens protocol for keratoconus. *J Refract Surg.* 2015;31(11):768–73.
56. Kymionis GD, Portaliou DM, Kounis GA, et al. Simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy followed by corneal collagen cross-linking for keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2011;152:748–55.
57. Kymionis GD, Grentzelos MA, Kankariya VP, Pallikaris IG. Combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal collagen crosslinking for ectatic disorders: Cretan

- protocol. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:1939.
58. Kapasi M, Baath J, Mintsoulis G, Jackson WB, Baig K. Phototherapeutic keratectomy versus mechanical epithelial removal followed by corneal collagen crosslinking for keratoconus. *Can J Ophthalmol.* 2012;47(4):344–7.
59. Alió JL, Toffaha BT, Piñero DP, Klonowski P, Javaloy J. Crosslinking in progressive keratoconus using an epithelial debridement or intrastromal pocket technique after previous corneal ring segment implantation. *J Refract Surg.* 2011;27:737–43.
60. Vicente LL, Boxer Wachler BS. Factors that correlate with improvement in vision after combined Intacs and trans-epithelial corneal crosslinking. *Br J Ophthalmol.* 2010;94(12):1597–601.
61. Cakir H, Pekel G, Perente I, Genç S. Comparison of intrastromal corneal ring segment implantation only and in combination with collagen crosslinking for keratoconus. *Eur J Ophthalmol.* 2013;23(5):629–34.
62. Ferenczy PA, Dalcegio M, Koehler M, Pereira TS, Moreira H, Luciane Bugmann M. Femtosecond-assisted intrastromal corneal ring implantation for keratoconus treatment: a comparison with crosslinking combination. *Arq Bras Oftalmol.* 2015;78(2):76–81.
63. Liu XL, Li PH, Fournie P, Malecaze F. Investigation of the efficiency of intrastromal ring segments with cross-linking using different sequence and timing for keratoconus. *Int J Ophthalmol.* 2015;8(4):703–8.
64. Coskunseven E, Jankov MR 2nd, Hafezi F, Atun S, Arslan E, Kymionis GD. Effect of treatment sequence in combined intrastromal corneal rings and corneal collagen crosslinking for keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(12):2084–91.
65. Antonios R, Dirani A, Fadlallah A, et al. Safety and visual outcome of Visian toric ICL implantation after corneal collagen cross-linking in keratoconus: up to 2 years of follow-up. *J Ophthalmol.* 2015;2015:514834. doi:10.1155/2015/514834.
66. Kymionis GD, Grentzelos MA, Karavitaki AE, Zotta P, Yoo SH, Pallikaris IG. Combined corneal collagen cross-linking and posterior chamber toric implantable collamer lens implantation for keratoconus. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2011;42:e22–5.
67. Fadlallah A, Dirani A, El Rami H, Cherfane G, Jarade E. Safety and visual outcome of Visian toric ICL implantation after corneal collagen cross-linking in keratoconus. *J Refract Surg.* 2013;29:84–9.
68. Shafik Shaheen M, El-Kateb M, El-Samadouny MA, Zaghloul H. Evaluation of atoric implantable collamer lens after corneal collagen crosslinking in treatment of early-stage keratoconus: 3-year follow-up. *Cornea.* 2014;33(5):475–80.
69. Kymionis GD, Grentzelos MA, Portaliou DM, et al. Photorefractive keratectomy followed by same-day corneal collagen cross-linking after intrastromal corneal ring segment implantation for pellucid marginal degeneration. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:1783–5.
70. Kanellopoulos AJ, Skouteris VS. Secondary ectasia due to forceps injury at childbirth: management with combined topography-guided partial PRK and collagen cross-linking (Athens protocol) and subsequent phakic IOL implantation. *J Refract Surg.* 2011;27:635–6.
71. Iovieno A, Légaré ME, Rootman DB, Yeung SN, Kim P, Rootman DS. Intracorneal ring segments implantation followed by same-day photorefractive

- keratectomy and corneal collagen cross-linking in keratoconus. *J Refract Surg.* 2011;27:915–8.
72. Kremer I, Aizenman I, Lichter H, Shayer S, Lvinger S. Simultaneous wavefront-guided photorefractive keratectomy and corneal collagen crosslinking after intrastromal corneal ring segment implantation for keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:1802–7.
73. Coskunseven E, Jankov MR II, Grentzelos MA, Plaka AD, Limnopoulou AN, Kymionis GD. Topography-guided transepithelial PRK after intracorneal ring segments implantation and corneal collagen CXL in a three-step procedure for keratoconus. *J Refract Surg.* 2013;29:54–8.
74. Coskunseven E, Sharma DP, Jankov MR II, Kymionis GD, Richoz O, Hafezi F. Collagen copolymer toric phakic intraocular lens for residual myopic astigmatism after intrastromal corneal ring segment implantation and corneal collagen crosslinking in a 3-stage procedure for keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:722–9.
75. Rizayev J., Tuychibaeva D. Forecasting the incidence and prevalence of glaucoma in the Republic of Uzbekistan. *Journal of Biomedicine and Practice.* 2020;6(5):180–186.
76. Tuychibaeva Д.М. Longitudinal changes in the disability due to glaucoma in Uzbekistan // *J.ophthalmol.(Ukraine).* 2022;507.4:12-17.
77. Yıldırım Y, Olcucu O, Gunaydin ZK, et al. Comparison of accelerated corneal collagen cross-linking types for treating keratoconus. *Curr Eye Res.* 2017;30:1–5.
78. Alnawaiseh M, Rosentreter A, Böhm MR, Eveslage M, Eter N, Zumhagen L. Accelerated (18 mW/cm<sup>2</sup>) corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. *Cornea.* 2015;34(11):1427–31.
79. Tomita M, Mita M, Huseynova T. Accelerated versus conventional corneal collagen crosslinking. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(6):1013–20.
80. Ozgurhan EB, Celik U, Bozkurt E, Demirok A. Evaluation of subbasal nerve morphology and corneal sensation after accelerated corneal collagen cross-linking treatment on keratoconus. *Curr Eye Res.* 2015;40(5):484–9.
81. Hashemian H, Jabbarvand M, Khodaparast M, Ameli K. Evaluation of corneal changes after conventional versus accelerated corneal cross-linking: a randomized controlled trial. *J Refract Surg.* 2014;30(12):837–42.
82. Ng AL, Chan TC, Cheng AC. Conventional versus accelerated corneal collagen cross-linking in the treatment of keratoconus. *Clin Exp Ophthalmol.* 2016;44(1):8–14.
83. Razmjoo H, Peyman A, Rahimi A, Modrek HJ. Cornea collagen cross-linking for keratoconus: a comparison between accelerated and conventional methods. *Adv Biomed Res.* 2017;22(6):10.
84. Cinar Y, Cingü AK, Türkcü FM, et al. Comparison of accelerated and conventional corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. *Cutan Ocul Toxicol.* 2014;33(3):218–22.
85. Choi M, Kim J, Kim EK, Seo KY, Kim TI. Comparison of the conventional Dresden protocol and accelerated protocol with higher ultraviolet intensity in corneal collagen cross-linking for keratoconus. *Cornea.* 2017;36(5):523–9.
86. Shetty R, Nagaraja H, Jayadev C, Pahuja NK, Kurian Kummelil M, Nuijts RMMA. Accelerated corneal collagen cross-linking in paediatric patients: two-year follow-up results. *BioMed Res*

- 2014;2014:894095.  
doi:10.1155/2014/894095.
87. Sadoughi MM, Einollahi B, Baradaran-Rafii A, Roshandel D, Hasani H, Nazeri M. Accelerated versus conventional corneal collagen cross-linking in patients with keratoconus: an inpatient comparative study. *Int Ophthalmol*. 2016. doi:10.1007/s10792-016-0423-0.
88. Cummings AB, McQuaid R, Naughton S, Brennan E, Mrochen M. Optimizing corneal cross-linking in the treatment of keratoconus: a comparison of outcomes after standard and high intensity protocols. *Cornea*. 2016;35(6):814–22.
89. Ng AL, Chan TC, Lai JS, Cheng AC. Comparison of the central and peripheral corneal stromal demarcation line depth in conventional versus accelerated collagen cross-linking. *Cornea*. 2015;34(11):1432–6.
90. Kymionis GD, Tsoulnaras KI, Liakopoulos DA, Skatharoudi CA, Grentzelos MA, Tsakalis NG. Corneal stromal demarcation line depth following standard and a modified high intensity corneal cross-linking protocol. *J Refract Surg*. 2016;32(4):218–22.
91. Kamiya K, Shimizu K, Kobashi H, et al. Three-year follow-up of posterior chamber toric phakic intraocular lens implantation for the correction of high myopic astigmatism in eyes with keratoconus. *Br J Ophthalmol*. 2015;99:177–83.
92. Nanavatya MA, Lake DB, Daya SM. Outcomes of pseudophakic toric intraocular lens implantation in keratoconic eyes with cataract. *J Refract Surg*. 2012;28(12):884–9.
93. Peyman A, Nouralishahi A, Hafezi F, Kling S, Peyman M. Stromal demarcation line in pulsed versus continuous light accelerated corneal cross-linking for keratoconus. *J Refract Surg*. 2016;32:206–8.
94. Mazzotta C, Traversi C, Paradiso AL, et al. Pulsed light accelerated crosslinking vs continuous light accelerated crosslinking: one-year results. *J Ophthalmol*. 2014;2014:604731. doi:10.1155/2014/604731.
95. Park YM, Kim HY, Lee JS. Comparison of 2 different methods of transepithelial corneal collagen cross-linking: analysis of corneal histology and hysteresis. *Cornea*. 2017;36(7):860–5.
96. Kissner A, Spoerl E, Jung R, Spekl K, Pillunat LE, Raiskup F. Pharmacological modification of the epithelial permeability by benzalkonium chloride in UVA/riboflavin corneal collagen cross-linking. *Curr Eye Res*. 2010;35(8):715–21.
97. Armstrong BK, Lin MP, Ford MR, et al. Biological and biomechanical responses to traditional epithelium-off and transepithelial riboflavin-UVA CXL techniques in rabbits. *J Refract Surg*. 2013;29(5):332–41.
98. Caporossi A, Mazzotta C, Baiocchi S, Caporossi T, Paradiso AL. Transepithelial corneal collagen crosslinking for keratoconus: qualitative investigation by in vivo HRT II confocal analysis. *Eur J Ophthalmol*. 2012;22(Suppl 7):S81–8.
99. Seiler TG, Fischinger I, Senfft T, Schmidinger G, Seiler T. Intrastromal application of riboflavin for corneal crosslinking. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(7):4261–5.
100. Dong Z, Zhou X. Collagen cross-linking with riboflavin in a femtosecond laser created pocket in rabbit corneas: 6-month results. *Am J Ophthalmol*. 2011;152(1):22–7.
101. Eljarrat-Binstock E, Domb AJ. Iontophoresis: a non-invasive ocular drug

- delivery. *J Controlled Release.* 2006;110(3):479–89.
102. Jouve L, Borderie V, Sandali O, et al. Conventional and iontophoresis corneal cross-linking for keratoconus: efficacy and assessment by optical coherence tomography and confocal microscopy. *Cornea.* 2017;36(2):153–62.
103. Lombardo M, Giannini D, Lombardo G, Serrao S. Randomized controlled trial comparing transepithelial corneal cross-linking using iontophoresis with the Dresden protocol in progressive keratoconus. *Ophthalmology.* 2017;124(6):804–12.
104. Bonnel S, Berguiga M, De Rivoyre B, et al. Demarcation line evaluation of iontophoresis-assisted transepithelial corneal collagen cross-linking for keratoconus. *J Refract Surg.* 2015;31(1):36–40.
105. Mazzotta C, Moramarco A, Traversi C, Baiocchi S, Iovieno A, Fontana L. Accelerated corneal collagen cross-linking using topography-guided UV-A energy emission: preliminary clinical and morphological outcomes. *J Ophthalmol.* 2016;2016:2031031.
106. Nordström M, Schiller M, Fredriksson A, Behndig A. Refractive improvements and safety with topography-guided corneal crosslinking for keratoconus: 1-year results. *Br J Ophthalmol.* 2017;101(7):920–5.
107. Lie J, Droutsas K, Ham L, et al. Isolated Bowman layer transplantation to manage persistent subepithelial haze after excimer laser surface ablation. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(6):1036–41.
108. van Dijk K, Parker J, Tong CM, et al. Midstromal isolated Bowman layer graft for reduction of advanced keratoconus: a technique to postpone penetrating or deep anterior lamellar keratoplasty. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132(4):495–501.
109. van Dijk K, Liarakos VS, Parker J et al. Bowman layer transplantation to reduce and stabilize progressive, advanced keratoconus. *Ophthalmology.* 2015;122(5):909–17.