

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра оптики и биофотоники

**Особенности фемто-секундного эксимерлазерного  
интростромального кератомилеза**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

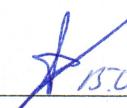
студента 4 курса 4082 группы

направления 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Института физики

Камаловой Виктории Андреевны

Научный руководитель  
к.ф.-м.н., доцент  
кафедры оптики и биофотоники

 13.06.2023 Акчурин Г.Г.

Зав. кафедрой оптики и биофотоники  
д.ф.-м.н., профессор, чл.-корр. РАН

 15.06.2023 Тучин В.В.

Саратов 2023 г.

**Введение.** Лазерная коррекция зрения - это хирургическая процедура, целью которой является восстановление зрительной функции у пациентов с патологией. Аномалии рефракции включают миопию (близорукость), дальнозоркость (гиперметропия) и астигматизм. Человек, который проходит данную процедуру, начинает гораздо лучше видеть за счет изменения формы роговицы — одной из естественных линз человеческого глаза.[1]

Преломляющая способность человеческой роговицы составляет в среднем  $\pm 43$  диоптрии (D). Это почти 80% от общей оптической силы глаза, которая составляет около  $58\text{--}60^\circ$ . Другими словами, кривизна роговицы моделируется с помощью хирургического вмешательства для коррекции аномалий рефракции в офтальмологии.

Проблема несовершенного зрения всегда была поводом для дискуссий, в настоящий момент она также актуальна, ведь с развитием технического прогресса причин снижения, несовершенства зрения становится все больше. Однако методы ее решения остаются традиционными. Поэтому единственным решением для устранения близорукости является назначение пациентам очков. Лазерная коррекция зрения стала актуальным решением этой проблемы. [2]

Сегодня в России 45-50% людей от 14 и старше имеют нарушения зрения и пользуются очками или контактными линзами. К счастью, современные технологии позволяют достаточно быстро полностью восстановить зрение с помощью коррекции.[3]

Целью данной работы является изучить установки WaveLight FS200 и Allegretto. Сравнить способ образования роговичного клапана при помощи Фемтосекундного лазера и микрокератома Moria evolution m3, выявить их плюсы и минусы. Узнать какой метод будет более актуален в наше время.

В данной работе представлен эксимерный лазер для коррекции зрения, показан результат после работы с микрокератомом Moria evolution m3 и Фемтосекундного лазера.

**Основное содержание работы.** Кератомилёз (др.-греч. κέρας — роговица и σμίλευμα — резьба) — хирургическая процедура, которая изменяет форму роговицы глаза и корректирует ее рефракционные характеристики, в процессе которой тонкий слой роговичной ткани (стромы) иссекается при помощи микрокератома или испаряется с помощью фемтосекундного лазера или другого устройства.[4]

Я рассмотрела установки каждого лазера и провела практику на образцах. В офтальмологической практике для коррекции зрения используются два типа лазеров: эксимерные и фемтосекундные устройства. У них много отличий, поэтому врачи могут использовать их для решения различных задач.

**Эксимерное устройство** представляет собой газовый лазер. Смесь, используемая в качестве рабочей среды, состоит из галогена и инертного газа. В то же время в процессе работы образуются особые молекулы, называемые эксимерными молекулами. [5]

Лазерная установка Allegretto Wave Eye-Q относится к эксимерному лазеру с частотой импульсов 400 Гц. Эта особенность делает Allegro Wave Eye-Q одним из самых быстрых лазерных устройств для коррекции зрения в мире.



Рисунок 7. Установка Allegretto Wave Eye-Q.

Allegro wave eye-Q формирует очень тонкий лазерный луч плавной формы. Благодаря фотоабляции этим лазером роговица приобретает идеальную поверхность и сокращается период реабилитации. Оптическая система оборудования Allegretto Wave Eye-Q полностью изолирована, что исключает влияние внешних факторов (температура воздуха, влажность) на установку.

Высокоэнергетические импульсы ультрафиолетового света проникают только в очень тонкий слой роговицы и имеют способность удалять всего лишь 0,25 мкм ткани за один раз. (Один микрон - тысячная часть миллиметра.)

С помощью эксимерного лазера можно корректировать близорукость, для чего роговицу делают более плоской. А при исправлении дальнозоркости роговице придают более крутую форму. Астигматизм также поддается лечению, благодаря тому, что в процессе операции роговица приобретает правильную сферическую форму.[6]

Большинство современных эксимерных лазеров имеют автоматизированные системы слежения за глазами, которые контролируют движения глаз идерживают лазерный луч на цели во время операции.



Рисунок 9.Установка компьютеров Allegretto Wave Eye-Q.

**Фемтосекундный лазер.** FS200 WaveLight – это фемтосекундный лазер, обладающий самой большой скоростью формирования лоскута роговицы.

Время, необходимое для выполнения этой операции, составляет всего 6 секунд, а другие модели лазеров справляются с той же задачей в течение 20 секунд. С помощью эксимерлазерной коррекции FS200 WaveLight формирует роговичный лоскут, применяя молниеносные импульсы лазерного излучения. [7]

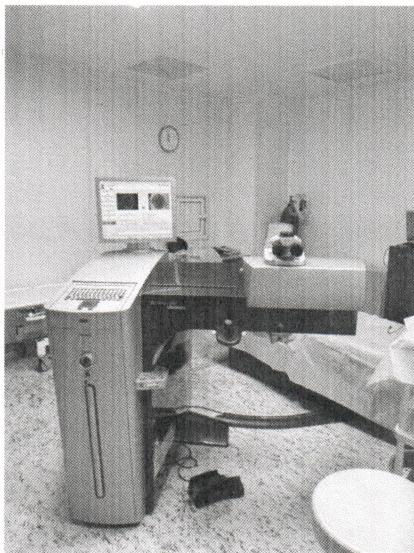


Рисунок 10. Установка WaveLight FS200.

WaveLight FS200 работает с лучом инфракрасного света, что позволяет точно разделять ткани на заданной глубине. Это делается с помощью процесса, называемого "фоторазрыв". Операция выполняется следующим образом: импульс лазерной энергии фокусируется в заданном месте роговицы, а затем тысячи лазерных импульсов располагаются поблизости, чтобы создать необходимую плоскость разреза. Поскольку набор лазерных импульсов подается на выбранную глубину роговицы в соответствии с определенным алгоритмом, роговичный лоскут желаемой формы может быть вырезан на любой глубине. Другими словами, особые характеристики этого фемтосекундного лазера позволяют офтальмологам формировать роговичные лоскуты, полностью контролировать их диаметр, толщину, морфологию и выравнивание, а также минимизировать структурные изменения. [7]

FS200 wavelet представляет собой единую систему с другим устройством - эксимерным лазером Allegretto. Таким образом, время

выполнения эксимерлазерной коррекции при использовании двух лазерных устройств становится минимальным. Вследствие своих поистине уникальных свойств в процессе сформирования индивидуального роговичного лоскута, FS200 WaveLight также нашел применение при проведении операций кератопластики, его используют для создания роговичного туннеля, что необходимо для последующей имплантации внутристромальных сегментов.[8]

**Операция LASIK.** Технология включает в себя синтезирующее воздействие хирургических инструментов и лазеров на роговицу. Хирург-офтальмолог срезает фрагмент тканей роговицы и аккуратно отгибает его с помощью микрokerатома. После, врач с помощью эксимерного производит коррекцию зрения по заданным параметрам, создавая, таким образом, новую форму поверхности эпителия. Роговица глаза обновляется и формируется улучшение зрения.[8]

Преимущества	Недостатки
Операцию можно проводить на оба глаза	Существует риск микротравм
Все процедуры и процесс заживления проходят в течение суток	Операция не проводится лицам, моложе 18 лет
Хирург использует местную анестезию в виде глазных капель, не вызывающих аллергию и неприятных ощущений	В некоторых случаях пациенты могут чувствовать боль во время операции, или дискомфорт в глазах
Работа проходит в среднем слое роговицы, поэтому поверхностный слой глазного эпителия не повреждается	Первые сутки после процедуры есть ощущение «песка» в глазах и сухость
После операции не	Пациенту неприятен яркий

накладываются хирургические швы	свет после процедуры
Риск проявления каких-либо осложнений сведён к минимальному	Редко могут произойти воспалительные процессы, в основном из-за несоблюдения рекомендаций офтальмолога-хирурга

Таблица 1. Преимущества и недостатки метода Lasik.

**Операция FEMTOLASIK.** Фемтоласик — более инновационная методика операции для коррекции зрения. Здесь разрез роговицы проводится лазером, а не хирургическим инструментом. В остальном, действия те же, что и при Ласик — часть роговицы срезают и отгибают. Болевые ощущения у пациента полностью отсутствуют.

**Что общего между операциями Lasik и Femtolasik :**У методик работает один и тот же принцип: точечное воздействие на промежуточную область роговицы, её шлифовка и, как следствие — улучшение зрения. [8]

### **Отличия:**

При методике Ласик операцию проводят при помощи медицинского инструмента — микрokerатома. С помощью него отделяют необходимый слой эпителия, а после, уже лазерными лучами, воздействуют на его форму.

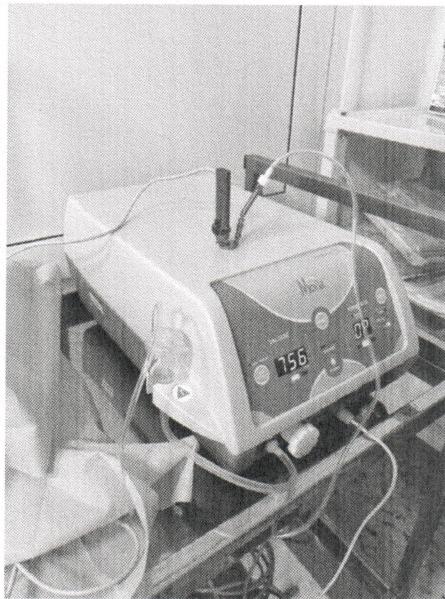


Рисунок 11. Микрокератор Moria evolution m3.

При методике фемтоласик (безножевой) используют только лазеры, два вида: Фемтосекундный — высокоточное устройство, создающее тончайший роговичный слой необходимой толщины; Эксимерный — лазер, который перешлифовывает поверхность роговицы и изменяет радиус её кривизны.[8]

Оцениваемые параметры	LASIK	Femto LASIK
Используемое оборудование	Микрокератом (механическое лезвие), эксимерный лазер	Фемтосекундный лазер, эксимерный лазер
Способ формирования лоскута	Механический	Бесконтактный лазерный
<b>ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАРАНЕЕ “НАСТРОИТЬ” ЛОСКУТ:</b>		
Толщина	Нет	Да
Диаметр	Нет	Да
Выбор положения формируемого лоскута	Нет	Да

и его центрация во время процедуры		
Выбор угла бокового реза лоскута	Нет	Да
<b>ВОЗМОЖНЫЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ</b>		
Неправильный (неполный) рез лоскута	Да	Нет
Неравномерная толщина лоскута	Да	Нет
Неровные края лоскута	Да	Нет
Срыв вакуумного кольца	Да	Нет
Сроки возможности второй попытки формирования лоскута при вышеперечисленных осложнениях	от 1-2 месяцев до года. Либо отсутствие такой возможности	от 1-2 минут до 1-2 недель
Возможность коррекции при “кругой”, “плоской”, тонкой роговице	Нет	Да

Таблица 2. Отличия методов LASIK и Femto LASIK.

**Заключение.** Во время практики мы получили сравнительный снимок оптической когерентной томографии с помощью Lasik и Femtolasik.

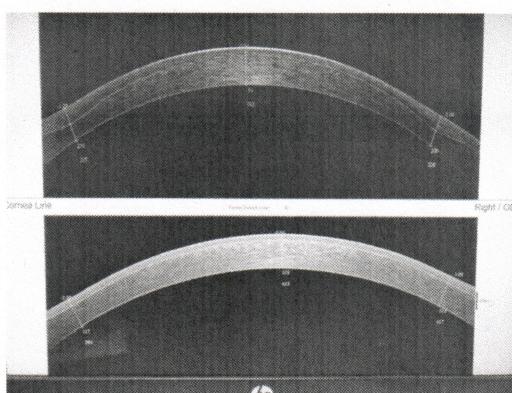


Рисунок 12. Снимок оптической когерентной томографии с помощью Lasik и Femtolasik.

На снимке мы можем наблюдать, что в первом случае при помощи методики Lasik срез выполнен неровно по сравнению со вторым снимком, где операция происходила при помощи методики Femtolasik. Так же видна разная остаточная толщина, что очень важно при операции пациентов с гиперметропией, так остаточная толщина роговицы должна составлять не менее 250 мкм.

#### **Вывод:**

Несмотря на новизну лазеров, метод ФРК так же используется в коррекции зрения, так как у многих глаз невозможно сформировать клапан из-за состояния роговицы. Но все же врачи всегда советуют выбирать Femtolasik. Несмотря на его дороговизну, риск осложнений снижается. Поэтому не потребуется закупка дополнительных дорогостоящих лекарственных средств, оплата других хирургических процедур. Из проведенных исследований обнаружена очевидная разница между методиками Lasik и Femtolasik.

## **Список использованной литературы:**

1. Лазерная коррекция зрения — об операции, противопоказаниях, последствиях // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20210219/korreksiya-%20LASIK%22> (дата обращения: 10.04.2023).
2. История лазерной коррекции зрения // Офтальмологический центр Коновалова URL: [https://www.konovalov-eye-center.ru/info-for-patient/articles/lazernaya\\_korreksiya\\_zreniya/](https://www.konovalov-eye-center.ru/info-for-patient/articles/lazernaya_korreksiya_zreniya/) (дата обращения: 10.04.2023).
3. История лазерной коррекции зрения // ООО МОСКОВСКАЯ ГЛАЗНАЯ КЛИНИКА. URL: <https://mgkl.ru/patient/stati/istoriya-vozniknoveniya-lazernoj-korreksii-zreniya> (дата обращения: 10.04.2023).
4. Кератомилез // ООО МОСКОВСКАЯ ГЛАЗНАЯ КЛИНИКА. URL: <https://mgkl.ru/patient/stati/istoriya-vozniknoveniya-lazernoj-korreksii-zreniya> (дата обращения: 11.04.2023).
5. Эксимерные и фемтосекундные лазеры // Сайт о лазерной коррекции зрения в Москве URL: <https://moslasik.ru/lasers> (дата обращения: 15.04.2023).
6. Эксимерный лазер WaveLight ALLEGRETTO Wave Eye-Q // медкаталог.рф URL: <https://xn--80aaejbe5ajcy1b.xn--p1ai/products/eksimerniy-lazer-wavelight-allegretto-wave-eye-q> (дата обращения: 16.04.2023).
7. Фемтосекундный лазер WaveLight® FS200 // Copyright ООО "АМ-Медикал" © 2014-2021 URL: <http://am-medical.ru/wavelight-fs200.html> (дата обращения: 5.05.2023).
8. Выбираем метод коррекции зрения: супер ласик // glazexpert.ru URL: <https://glazexpert.ru/korreksiya/hirurgija/lasik-i-super-lasik-otlicia-operacij-cto-lucse.html> (дата обращения: 5.05.2023).

МУ

15.06.2023 Кашаева В.А.