

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ ЗРЕНИЯ: БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ

Каюмова И.А.¹, Рувинская Э.О.²

Казанский государственный медицинский университет
Кафедра медицинской и биологической физики имени академика
Е.Е.Никольского

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Гиматдинов Р.С.

Введение. Лазерная коррекция зрения является одним из наиболее востребованных методов восстановления зрительных функций при таких патологиях, как миопия, гиперметропия и астигматизм. Современные технологии, такие как LASIK, Femto-LASIK и SMILE, позволяют достичь высокой точности и минимального риска осложнений. Однако успех процедуры во многом зависит от понимания биофизических процессов, происходящих при взаимодействии лазерного излучения с тканями роговицы.

Цель исследования. Изучить биофизические принципы, лежащие в основе современных методов лазерной коррекции зрения, а также оценить их клиническую безопасность и рефракционную эффективность.

Задачи исследования: 1. Провести анализ механизмов взаимодействия лазерного излучения с тканями роговицы.

2. Сопоставить основные методы лазерной коррекции (ФРК, LASIK, трансФРК, ReLEx SMILE) с точки зрения их биофизической обоснованности.

3. Оценить безопасность и клинические исходы указанных технологий на основе литературных и экспериментальных данных.

4. Выявить преимущества и ограничения каждого метода в контексте биомеханической стабильности роговицы и риска побочных эффектов.

Материалы и методы. В исследовании были рассмотрены данные научных публикаций, посвященных лазерной коррекции зрения, а также проведен анализ клинических случаев. Основное внимание уделялось физическим принципам работы эксимерных и фемтосекундных лазеров, механизмам абляции роговицы и регенерации тканей. Для оценки безопасности и эффективности использовались данные о послеоперационных осложнениях, таких как синдром сухого глаза, кератоконус и регрессия эффекта.

Результаты исследования. Лазерная коррекция зрения включает методы, основанные на прецизионном ремоделировании роговичной кривизны. Фоторефракционная кератэктомия (ФРК) использует эксимерное излучение для поэтапной абляции поверхностной стромы после удаления эпителия, обеспечивая стабильный рефракционный эффект при сохранении механической прочности роговицы. В методике LASIK создаётся роговичный лоскут с последующей эксимерлазерной абляцией в глуболежащих слоях. Применение фемтосекундного лазера на этапе формирования лоскута улучшает точность процедуры и снижает вероятность осложнений.

ТрансФРК представляет собой модифицированную форму ФРК, при которой удаление эпителия и рефракционная абляция выполняются в рамках единой процедуры. Это способствует более равномерной абляции и ускоренному заживлению. Метод ReLEx SMILE реализует возможность удаления интрастромальной линтики через микроразрез без создания лоскута, обеспечивая минимальное вмешательство в роговичную архитектуру.

Установлено, что эксимерные лазеры, используемые в методиках LASIK и PRK, обеспечивают высокую точность абляции за счет ультрафиолетового излучения с

длиной волны 193 нм. Фемтосекундные лазеры, применяемые в Femto-LASIK и SMILE, позволяют создавать тонкие роговичные лоскуты с минимальным повреждением окружающих тканей. Показано, что риск послеоперационных осложнений снижается при использовании методов, минимизирующих тепловое воздействие на роговицу. Эффективность коррекции зрения достигает 95-98% при соблюдении всех протоколов процедуры.

Закключение. Лазерная коррекция зрения является безопасным и эффективным методом восстановления зрительных функций, основанным на глубоком понимании биофизических процессов. Современные технологии позволяют минимизировать риски и достичь высоких результатов.

Персонализированный выбор метода с учётом индивидуальных параметров роговицы остаётся ключевым фактором успешного хирургического исхода.

Однако для дальнейшего повышения безопасности и эффективности необходимы дополнительные исследования, направленные на оптимизацию параметров лазерного воздействия и улучшение послеоперационной реабилитации.