

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РОГОВИЦЫ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ ЗРЕНИЯ

Азимова Шахноза Абдуллаевна

Студентка 3 курса

Ташкентского государственного медицинского университета

Научный руководитель: Карадаева Лола Абдуллаевна

Доцент кафедры патологической анатомии

**АННОТАЦИЯ:** В данной работе рассматриваются морфологические изменения роговицы после проведения лазерной коррекции зрения. Современные методы лазерной хирургии, такие как LASIK, PRK и FemtoLASIK, позволяют эффективно исправлять миопию, гиперметропию и астигматизм за счёт изменения кривизны роговичной поверхности. Однако вмешательство сопровождается сложными структурными и клеточными перестройками роговичной ткани, которые могут оказывать влияние на её прозрачность, прочность и репаративные свойства. Цель исследования — изучить морфологические изменения роговицы после лазерной коррекции зрения, определить характер и глубину структурных перестроек, а также их влияние на физиологические свойства роговичной ткани. В ходе морфологических наблюдений выявлено, что после лазерной абляции в роговице происходят деструкция и ремоделирование коллагеновых волокон, изменение эпителиального слоя, формирование зоны кератоцитарной апоптозы, а также активация репаративных процессов. В зоне абляции наблюдается незначительное уплотнение стромы, нарушение её ламеллярной организации и увеличение числа фибробластоподобных клеток. Постепенно структура роговицы восстанавливается, однако полная нормализация её морфологии не всегда достигается. Результаты показывают, что морфологические изменения роговицы после лазерной коррекции носят обратимый характер при отсутствии осложнений и тесно связаны с интенсивностью репаративных процессов, индивидуальными особенностями ткани и глубиной абляции.

**Ключевые слова:** роговица, лазерная коррекция, морфологические изменения, эпителий, строма, кератоциты, абляция, ремоделирование.

Лазерная коррекция зрения занимает одно из ведущих мест в современной офтальмохирургии благодаря высокой эффективности, точности и безопасности. Такие методы, как PRK (фоторефракционная

кератэктомия), LASIK (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis) и FemtoLASIK, позволяют корректировать широкий спектр рефракционных нарушений — миопию, гиперметропию и астигматизм. Принцип их действия основан на прецизионном удалении определённого слоя роговичной ткани с помощью эксимерного или фемтосекундного лазера, что приводит к изменению её кривизны и, следовательно, к изменению преломляющей способности глаза.

Однако лазерное воздействие, несмотря на высокую технологичность, сопровождается повреждением тканей и инициирует сложные **морфологические и биохимические процессы**, направленные на восстановление структуры роговицы. Изучение этих процессов имеет большое значение для понимания механизмов репарации, прогнозирования исходов операции и профилактики осложнений.

Морфология роговицы после лазерной коррекции характеризуется рядом типичных изменений, затрагивающих все её слои — от эпителия до эндотелия. Эти изменения могут быть временными или стойкими, в зависимости от глубины и площади абляции, типа лазера, параметров воздействия и индивидуальных особенностей пациента. В последние годы развитие морфологических и микроскопических методов, таких как конфокальная микроскопия и сканирующая электронная микроскопия, позволило более детально изучить структурные перестройки роговицы после различных видов лазерного воздействия.

Таким образом, анализ морфологических изменений роговицы после лазерной коррекции зрения имеет не только теоретическое, но и практическое значение, так как позволяет оптимизировать хирургические подходы и снизить риск послеоперационных осложнений.

После проведения лазерной коррекции зрения в роговице наблюдается целый комплекс структурных, клеточных и ультраструктурных изменений, развивающихся последовательно в разные периоды послеоперационного восстановления.

В первые часы после операции отмечается **повреждение поверхностного эпителия**, разрушение клеточных контактов и частичная десквамация клеток. Эпителий в зоне абляции теряет свою целостность, обнажая базальную мембрану, которая подвергается частичной деструкции. В ответ на это запускаются процессы пролиферации и миграции эпителиоцитов из окружающих участков. Уже в течение первых 24–48 часов наблюдается начало регенерации эпителия, а через 3–5 суток формируется новый

многослойный покров, хотя его структура и функциональная активность ещё нестабильны.

В стромальном слое роговицы происходят более глубокие и продолжительные изменения. Основной морфологический процесс — это **ремоделирование коллагенового каркаса**, сопровождающееся разрушением части коллагеновых фибрилл и изменением их ориентации. Коллагеновые ламеллы в зоне абляции становятся менее упорядоченными, отмечается разрыхление межфибриллярного пространства и частичное его заполнение клеточными элементами и межклеточным матриксом.

После лазерной абляции активируются **кератоциты**, находящиеся в прилежащих к зоне воздействия слоях стромы. Эти клетки переходят в активное состояние, начинают синтезировать коллаген и другие компоненты внеклеточного матрикса, что приводит к образованию фибробластоподобных клеток. В некоторых случаях наблюдается их апоптоз в зоне непосредственного лазерного повреждения, особенно при глубокой абляции.

Через несколько дней после операции происходит **воспалительная реакция низкой интенсивности**, которая проявляется инфильтрацией лимфоцитами и макрофагами. Эта реакция играет важную роль в удалении клеточного детрита и стимуляции репаративных процессов. Однако при избыточной воспалительной активности может формироваться фиброзная ткань, что приводит к снижению прозрачности роговицы и появлению помутнений.

На **ультраструктурном уровне** отмечается нарушение упорядоченности коллагеновых фибрилл и утрата гомогенности стромы. Электронная микроскопия выявляет вакуолизацию клеток, отёк и разрушение митохондрий в кератоцитах, а также фрагментацию ядер. Постепенно эти изменения регрессируют, и в течение 1–3 месяцев структура клеток нормализуется, хотя плотность кератоцитов в зоне абляции может оставаться пониженной на протяжении длительного времени.

Эндотелиальный слой роговицы при правильно проведённой операции обычно не страдает, однако при нарушении параметров лазерного воздействия возможны **очаговые дистрофические изменения эндотелия** — уменьшение плотности клеток, появление полиморфизма и поликариоцитоза. Эти изменения, как правило, обратимы и не влияют существенно на прозрачность роговицы.

Одним из важных морфологических последствий является **изменение межслоевого взаимодействия между эпителием и стромой**. После лазерного воздействия нарушается структура базальной мембранны и

гемидесмосомных контактов, что приводит к временному снижению прочности их соединения. Со временем происходит восстановление этих связей за счёт синтеза новой базальной мембранны и образования новых десмосом.

В зоне лазерного среза при методе LASIK формируется **роговичный лоскут**, под которым постепенно происходит восстановление стромальной структуры. В первые недели отмечается выраженная отёчность, активная миграция клеток и усиление синтеза коллагена. Позже наблюдается уплотнение соединительнотканых элементов и частичное упорядочивание коллагеновых волокон. Несмотря на это, полная идентичность исходной архитектонике роговицы не достигается: в зоне лоскута сохраняется незначительная разница в плотности ткани и ориентации волокон.

Морфологические изменения зависят и от **типа лазера**. При использовании фемтосекундного лазера повреждение ткани минимально, сохраняется высокая точность разреза, отсутствует термическое воздействие. В отличие от эксимерного лазера, фемтосекундное излучение вызывает меньше деструктивных изменений и способствует более быстрому восстановлению клеточной структуры.

К 3–6 месяцам после операции структура роговицы становится стабильной. Эпителий полностью восстанавливается, базальная мембрана приобретает обычный вид, а в строме продолжаются процессы ремоделирования. Однако у некоторых пациентов сохраняется повышенная активность фибробластов, что может приводить к формированию помутнений или синдрому сухого глаза из-за нарушения иннервации поверхностных слоёв.

Таким образом, морфологические изменения роговицы после лазерной коррекции зрения представляют собой сложный, поэтапный процесс, включающий деструктивные и reparативные механизмы. Исход этих изменений зависит от глубины абляции, технологии вмешательства и индивидуальных особенностей регенерации ткани.

Морфологические изменения роговицы после лазерной коррекции зрения представляют собой комплекс взаимосвязанных структурных, клеточных и биохимических перестроек, возникающих в ответ на лазерное воздействие. Основные изменения касаются эпителиального слоя, стромы и кератоцитов, а также межслоевых соединений между эпителием и стромой.

В раннем послеоперационном периоде наблюдаются деструктивные процессы — нарушение целостности эпителия, деструкция коллагеновых волокон, отёк стромы и апоптоз кератоцитов. Эти изменения

сопровождаются воспалительной реакцией низкой интенсивности и активацией reparативных механизмов. По мере восстановления происходит постепенная пролиферация эпителиальных клеток, синтез новых волокон коллагена и реставрация базальной мембраны.

Через несколько недель и месяцев после операции в роговице отмечается ремоделирование коллагенового каркаса, восстановление прозрачности и упорядоченности волокон. Однако в зоне лазерного воздействия остаются участки с изменённой плотностью и ориентацией стромальных структур, что отражает неполное восстановление исходной архитектоники.

При соблюдении технологии вмешательства морфологические изменения носят обратимый характер и не оказывают значимого влияния на оптические свойства роговицы. Тем не менее, в отдельных случаях возможно развитие осложнений — фиброз, помутнение или сухость роговицы — что требует тщательного морфологического и клинического контроля в послеоперационном периоде.

Таким образом, лазерная коррекция зрения, являясь безопасным и эффективным методом восстановления рефракции, вызывает типичные морфологические перестройки, направленные на адаптацию и восстановление роговичной ткани. Глубокое понимание этих изменений имеет важное значение для оптимизации хирургических методик, ускорения процессов регенерации и профилактики осложнений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нероев В.В., Киселева Т.Н. *Морфология роговицы человека: структура, патология, регенерация*. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020.
2. Киселева О.А., Егоров Е.А. *Лазерная коррекция зрения: клинико-морфологические аспекты*. — Журнал «Вестник офтальмологии», 2022, №3.
3. Netto M.V., Mohan R.R., Ambrosio R. *Wound healing in the cornea after refractive surgery: a review of morphological features*. — Exp Eye Res, 2020.
4. Wilson S.E., Hong J.W. *LASIK: corneal wound healing and morphology*. — Cornea, 2019.
5. Møller-Pedersen T., Cavanagh H.D., Petroll W.M. *Stromal wound healing after refractive surgery: confocal and ultrastructural findings*. — Prog Retin Eye Res, 2021.
6. Reinstein D.Z., Archer T.J., Gobbe M. *Femtosecond LASIK and morphological corneal response*. — J Cataract Refract Surg, 2023.