

Повреждение органов зрения при лазерных косметологических процедурах на лице

AMY HUANG, MD; ARIANNA PHILLIPS, BS; TONY ADAR, MD; and ANDREA HUI, MD

Drs. Huang, Adar, and Hui are with the Department of Dermatology at the State University of New York Downstate Medical Center in Brooklyn, New York. Ms. Phillips and Dr. Hui are with Bay Area Cosmetic Dermatology in San Francisco, California.

J Clin Aesthet Dermatol. 2018;11(2):15–18

Финансирование: Финансирование настоящей статьи не предоставлялось.

Раскрытие информации: У авторов нет конфликта интересов в отношении содержания настоящей статьи.

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ: Andrea M. Hui, MD; Email: hui.andrea@gmail.com

АБСТРАКТ

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: Глаз является уязвимым и часто повреждаемым при проведении эстетических лазерных процедур на лице органом. Работа на веках и в периорбитальной области повышает риск повреждения, особенно если средства защиты при этом не используются или снимаются в ходе процедуры. Исследование показало, что травмы глаз при лазерной эпиляции в периорбитальной области являются распространенным в лазерной косметологии явлением.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: Цель настоящего обзора - выявить причины повреждения глаз при косметологических лазерных процедурах и сделать выводы относительно критичных мер безопасности, необходимых для предупреждения травм в будущем.

МЕТОДЫ: Мы провели анализ клинических отчетов о травмах органов зрения при эстетических лазерных процедурах на лице через поиск на ресурсе PubMed. Анализ проводился на основании 21 клинического кейса.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Более чем в 62% случаев при процедурах в области век защитные средства не использовались или снимались в ходе процедуры. Однако, несмотря на использование окулярных защитных дисков или специальных очков для защиты от лазерного излучения соответствующих длин волн, осложнения случались и в остальных 33% случаев.

ВЫВОДЫ: Средства защиты глаз необходимы для предупреждения большинства повреждений органов зрения. Использование высокого флюенса и длинноволновых лазеров повышает риск повреждений за счет глубокого воздействия лазерного луча. Несоответствующее охлаждение между импульсами так же может приводить к травмам при эстетических лазерных процедурах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лазеры, повреждение, эстетический, безопасность, периорбитальный, веко, лазерное удаление волос, ремоделирование.

Лазеры используются в дерматологии более 50 лет. Характерная для лазеров, работающих с кожей, технология селективного фототермолиза повреждает специфические мишени, такие как кровеносные сосуды, оставляя интактными окружающие ткани. Селективному фототермолизу свойственны следующие характеристики: 1) Длина волны, позволяющая воздействовать на глубину, достаточную для поглощения излучения нужными хромоформами 2) длительность воздействия (ширина и длительность импульса), меньшая и равная времени термической релаксации (TRT) и 3) энергия (флюенс), достаточная для того, чтобы вызывать полное разрушение мишени¹. При лечении сосудистых поражений соответствующий сосуд разрушается за счет нагрева оксигемоглобина, приводя к коагуляции, повреждению коллагена вокруг сосуда, некрозу стенок сосуда, при этом окружающий эпидермис, капилляры, дерма повреждаются лишь минимально². Селективный фототермолиз позволяет врачам и прошедшим обучение косметологам работать с пигментными и сосудистыми поражениями, проводить ремоделирование кожи лица, удалять волосы на определенных участках.

Хотя один отчет приводил данные против использования лазеров в окологлазничной области, на практике лазерные процедуры, особенно лазерная эпиляция, очень часто проводятся на веках и в области глаз,³. Глаза подвержены повреждению за счет более тонкой кожи век. Кроме того, присутствует несколько насыщенных пигментом хромофоров, таких как пигментный эпителий сетчатки и радужки, которые также могут поглощать лазерную энергию⁴. Одно из исследований показало, что меланин в пигментном эпителии сетчатки поглощает больше энергии на малых длинах волн, чем на больших⁵. Принимая во внимание эту анатомическую особенность, следует с осторожностью работать в периорбитальной области во избежание риска термического повреждения и наступления слепоты. Пациентов, глаза которых не защищены окулярными дисками, специальными экранами или очками, подходящими для защиты от

излучения соответствующих длин волн, часто просят закрыть глаза при работе в периорбитальной области. Однако веки слишком тонкие, чтобы защитить глаза от повреждения⁵. Кроме того, Феномен Белла, подразумевающий естественную ротацию глазного яблока вверх при закрытии века, может привести к тому, что пигментная часть радужки окажется в зоне воздействия лазерного луча и поглотит случайную дозу излучения, что может привести к повреждению заднего сегмента радужной оболочки⁶. Светлоглазые пациенты особенно подвержены повреждению заднего сегмента, поскольку в их случае пигментный эпителий сетчатки, а не радужки, может поглощать лазерное излучение⁶.

ПОВРЕЖДЕНИЯ ГЛАЗ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Механизм повреждения. Лазеры, работающие на коротких длинах волн, такие как КТП (калий-титанил-фосфат) или импульсные лазеры на красителях (PDL), вызывают фотокоагуляцию (фототермолиз), тогда как длинноволновые, инфракрасные, и лазеры ближнего инфракрасного диапазона (в том числе диодные, Nd:YAG лазеры) вызывают или фотодеструкцию или фотокоагуляцию⁷. При фотокоагуляции ткань накапливает достаточно тепла для разрушения белков, и температура сетчатки увеличивается до 40-60°C⁵. При фотодеструкции высокая энергия разрезает, разрушает, надрезает ткань.

Клинически Nd:YAG лазер (1064нм), который упоминается в большинстве случаев, связанных с травмами глаз, способен вызывать ретинальное кровоизлияние, кровоизлияние в стекловидное тело, рубцевание, формирование эпиретинальной мембраны и ретинопатию, когда излучение поглощается пигментным эпителием сетчатки, насыщенным меланином⁵. Nd:YAG лазер может вызывать более значительные повреждения глаз и кожи вокруг них по сравнению с лазерами, работающими на меньших длинах волн, поскольку проникает на большую глубину. Излучение длинноволновых лазеров (Александритовый 755-795нм – Nd:YAG 1064нм) практически не видимо для глаза, в отличие от коротковолновых (например, КТП), и может представлять невидимую опасность⁸. Для оценки рисков повреждения органов зрения разработаны различные модели математических расчетов температуры, достигаемой в глазу при воздействии лазерного излучения⁹⁻¹².

Структуры глаза, повреждаемые при лазерном воздействии. Лазерное излучение способно повреждать различные элементы глаза, травма может быть как минимальной, так и значительной. Легкое термическое повреждение роговицы сопровождается значительными болевыми ощущениями, поскольку в ней присутствует множество болевых рецепторов¹³. Однако повреждение роговицы, особенно ближе к ее эпителию, редко приводит к значительным нарушениям зрения¹⁴. Хрусталик и сетчатка – два компонента, которые существенно влияют на функции органа. Повреждение хрусталика может привести к снижению зрения поврежденного глаза за счет образования катаракты. Сетчатка, отвечающая за преобразования световых импульсов в визуальный сигнал, подаваемый в мозг, особенно чувствительна к лазерам, излучающим в видимом – ближнем инфракрасном диапазоне (400-1400нм), известном как опасный для сетчатки диапазон⁷. Свет в этом диапазоне преломляется хрусталиком и передается на сетчатку, где его интенсивность в 105 раз выше, чем на роговице¹⁵. Поскольку многие лазеры в косметологии работают в этом спектре, следует быть осторожными при работе с ними, особенно в верхней части лица.

Отчеты, приведенные в литературе. Поскольку эстетические лазерные процедуры на лице в последнее десятилетие приобрели особую популярность, увеличилось и количество случаев повреждений органов зрения. К наиболее часто встречающимся травмам относятся связанные с процедурами лазерной эпиляции в периорбитальной области^{3, 6, 16-22}. Наиболее распространенными для такого вида процедур являются александритовый 755нм и диодный лазеры (800-983нм). То есть все те длинноволновые лазеры, которые могут приводить к серьезным повреждениям. На самом деле с 1985 по 2012 гг одно исследование выявило, что лазерное удаление волос было наиболее спорной лазерной процедурой на лице, и приводило четыре случая повреждения глаз²³. Что касается других лазерных процедур на лице, сообщалось о повреждении глаз при лечении сосудистых поражений в периорбитальной зоне²⁴, шлифовке кожи²⁵ и других косметологических процедурах^{7, 26, 27}. Так же сообщалось о повреждениях глаз при процедурах с использованием интенсивного импульсного света (IPL)²⁸.

В 21 описанном в литературе случае (PubMed) у пациентов были зафиксированы различные повреждения, включая атрофию радужки, катаракту, передний увеит, глаукому, дефекты поля зрения, задний синехий, дефекты зрачка (Таблица 1). Во всех случаях повреждения возникали непосредственно после лазерной процедуры. Распространенными признаками и симптомами являлись существенные болевые ощущения, временная потеря зрения, гиперемия конъюнктивы. В 13 из 21 рассмотренных случаев (62%) средства защиты глаз не применялись или снимались в ходе процедуры, чтобы обработать зоны, доступ к которым мешает наличие таких средств. Эти данные призваны показать врачам и косметологам, насколько важно обеспечивать надлежащую защиту глаз пациентов при проведении лазерных процедур на лице, а пациентам – насколько важно, чтобы средства защиты закрывали глаза на протяжении всей процедуры.

Однако окулярные средства защиты глаз не обеспечивают абсолютную безопасность. В 33% случаев, когда использовались^{16, 25} металлические окулярные диски и очки, защищающие от воздействия лазерного излучения соответствующих длин волн, так же наблюдались серьезные повреждения, включая двухстороннюю буллезную кератопатию у пациентки после процедуры CO2 шлифовки кожи лица²⁵. Механизм повреждения был связан с

перегревом металлического диска во время длительной процедуры и несоответствующего охлаждения между лазерными импульсами²⁵.

ЗАЩИТА ГЛАЗ И МЕХАНИЗМЫ ЛАЗЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Защитные экраны и очки. Различные меры безопасности обеспечивают защиту глаз и иных уязвимых частей тела от повреждения в результате воздействия лазерного излучения. Одной из основных мер является использование защитных экранов или очков, защищающих от лазерного излучения соответствующих длин волн. В одном исследовании только 6 (15%) из 40 пациентов с травмами глаз использовали средства защиты при лазерных процедурах; 5 из 6 использовали защиту, несоответствующую длине волны лазера¹⁴. Защитные средства должны плотно прилегать коже, быть комфортными для пациента, и не должны сниматься в ходе процедуры, особенно во время калибровки лазера. Для процедур с использованием Nd:YAG лазеров излучение может также отражаться от поверхности слизистой, составляя риск повреждения для оператора²⁹. Таким образом, защита необходима и для персонала, и для других присутствующих на процедуре лиц.

Окулярные диски. Окулярные диски различных цветов, изготовленные из различных материалов, предназначены для размещения непосредственно на глазном яблоке, как контактная линза. При работе в зоне вокруг глаз металлические диски, через которые лазерный луч не проникает, должны находиться в глазах на протяжении всей процедуры. Рекомендуется подбирать правильный размер диска, чтобы он не смещался во время процедуры³⁰. Существует множество доступных моделей, в том числе Cox II (Oculo-Plastik; Монреаль, Канада), Stefanovsky (Bernsco; Сиэтл, Вашингтон) и Khan (Storz; Сент Луис, Миссури). Диски Cox тоньше, чем Stefanovsky, поэтому подвержены большему нагреву в результате лазерного импульса, что может приводить к повреждению при использовании высокого флюенса и больших длин волн за счет проведения тепла в окружающие ткани³¹. Это могло быть причиной термических повреждений у пациентов, проходивших процедуру с использованием надлежащим образом размещенных и неподвижных окулярных металлических дисков. Мы рекомендуем проводить один импульс на одном участке и переходить на другой, чтобы дать тканям достаточно остыть, и предотвратить накопление тепла в тонком металлическом диске. Металлический диск может вызывать раздражение глаз, а также оставлять незащищенными некоторые зоны, такие как верхний свод конъюнктивы³². Для предотвращения повреждения этой части глаза между верхним веком и глазным яблоком можно разместить металлическую пластину и закрепить расширителем, например моделей David Baker (Oculo-Plastik) или Khan-Baker (Storz) на верхнем веке³⁰. Использование таких инструментов может быть некомфортным для пациента и вызывать механическое повреждение верхнего века³⁰.

Два исследования оценивали безопасность окулярных дисков при лазерных процедурах. В ходе одного из них было обнаружено, что при излучении PDL лазера (585нм) температура поверхности дисков, металлических или пластиковых, не превышает 0,2°C³³. Авторы отметили, что, несмотря на то, что металлический диск (Stefanovsky) не пропускал свет и не нагревался до значимого уровня, его отражающая металлическая поверхность представляла риск для оператора. Кроме того, грубые, резкие углы металлического диска могли поцарапать роговицу пациента. Был опубликован только один кейс двухстороннего повреждения роговицы в результате использования металлических окулярных дисков после лазерной шлифовки кожи³⁴. Однако в другом исследовании пластиковые диски плавилась или загорались под воздействием Nd:YAG или CO₂ лазеров^{31,35}. Таким образом, длинноволновые лазеры потенциально могут вызывать серьезные термические повреждения у пациентов при использовании пластиковых дисков.

Охлаждающие устройства. Встроенные охлаждающие опции, присутствующие в большинстве лазерных аппаратов, предлагают защиту от повреждения эпидермиса и уменьшения боли при лазерных процедурах. Охлаждение эпидермиса до, во время и после процедуры способно защитить от термического повреждения пациентов с темной кожей, склонной к изменению пигментации, образованию корочек, рубцов и более чувствительной к боли³⁶. Применяются два метода охлаждения: контактное и неконтактное. Контактное охлаждение происходит активным (через медный или сапфировый наконечник) или пассивным (лед, охлаждающий гель) способами, при этом охлаждение при помощи гелей на водной основе наименее эффективно и не приводит к ожидаемому эффекту³⁶. Неконтактное охлаждение подразумевает использование холодного воздуха или криогена (жидкого азота или фреона R-134a в спрее). Такие устройства трудно использовать вокруг глаз. Использование контактного охлаждения в периорбитальной области неудобно за счет ее анатомических особенностей, при которых трудно обеспечивать полный и постоянный контакт с кожей. Неконтактное охлаждение так же спорно, поскольку интенсивный поток воздуха может случайно повредить глаз.

В настоящее время в литературе нет исследований, упоминающих использование охлаждающих устройств при проведении косметологических лазерных процедур в периорбитальной области и на веках. Однако охлаждение иногда применяется при офтальмологических лазерных процедурах во избежание повреждения роговицы. При таких процедурах хирурги закапывают в глаз охлажденный сбалансированный солевой раствор между пассами, непосредственно после абляции, или же непрерывно^{37,38}. Охлаждение роговицы показало эффективность в предотвращении повреждения глаз³⁹. В то время как охлаждение охлажденной водой может быть непрактичным в условиях косметологии, использование неконтактного охлаждения совместно с окулярными дисками вполне доступно.

Таблица 1

Отчет	Лазер	Процедура	Повреждение	Защита глаз
Widder и соавт25	Импульсный CO2	Laser skin resurfacing of face, including upper и lower eyelids	Язва роговицы, буллезная кератопатия и интрастомальное кровоизлияние	Окулярные диски
Brilakis и Holli3	800нм диодный	Лазерная эпиляция бровей	Атрофия радужки, нуклеарный склероз левого глаза	Отсутствует
	755нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Повреждение зрачка, передний увеит, задний синехий, атрофия радужки	Защитные экраны, которые были сняты в ходе процедуры
	755нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Повреждение зрачка, светобоязнь	Окулярные диски
	800нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Задняя субкапсулярная катаракта, задний синехий	Не уточняется
	755нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Повреждение зрачка, гиперемия конъюнктивы, блики, и дефект трансиллюминации радужной оболочки	Защитные очки
Herbold и соавт19	800нм диодный	Лазерная эпиляция верхних век	Передняя субкапсулярная катаракта и атрофия радужки	Защитные экраны, которые были сняты в ходе процедуры
Carrim и соавт20	755нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Передний увеит	Отсутствует
Sheikh и соавт18	800нм диодный	Лазерная эпиляция верхних век	Передний увеит и нарушение периферического зрения	Металлические экраны
Hammes и соавт24	755нм александритовый	Лазерное лечение винного пятна в периорбитальной зоне	Нарушение подвижности зрачка, светобоязнь	Отсутствует
Park и Kim27	1,064нм Nd: YAG	Неконкретизированная процедура на лице	Ожог макулярной области и кровоизлияние в стекловидное тело	Отсутствует
Lee и соавт28	IPL	Лазерная коррекция пигментных поражений в окологлазничной зоне	Боль, выраженная светобоязнь, стойкая атрофия радужки, повреждение зрачка, рубцы роговицы	Защитные экраны, которые были сняты в ходе процедуры
	IPL	Лазерная коррекция веснушек на веках	Атрофия радужки, повреждение зрачка, светобоязнь	Защитные очки, которые были сняты в ходе процедуры
Lin и соавт6	755нм александритовый	Неконкретизированная косметологическая процедура на верхнем веке левого глаза	Острый передний увеит, ирит и повреждение зрачка	Отсутствует
Parver и соавт16	800нм диодный	Лазерная эпиляция бровей	Повреждение зрачка	Не конкретизировано
Yalçındağ & Uzun	755нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Передний увеит	Отсутствует
Chen и соавт26	1,064нм Nd: YAG	Неконкретизированная процедура на лице	Ожоги сетчатки и кровоизлияние в стекловидное тело	Отсутствует
Karabela & Eliaçık22	755нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Передний увеит	Отсутствует
Gunes и соавт21	755нм александритовый	Лазерная эпиляция бровей	Передний увеит	Отсутствует
Shum и соавт7	1,064нм Nd: YAG	Неконкретизированная процедура на лице	Скотома, преретинальное кровоизлияние	Солнечные очки
Huang и соавт. (не опубликовано)	532/1,064нм Nd: YAG	Лазерная коррекция сосудов на веках и в периорбитальной области	Повреждение эпителия роговицы	Металлические окулярные диски

ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Схема лечения глаз при повреждении в результате воздействия лазерного излучения выбирается в зависимости от степени повреждения, и может предполагать медикаментозное и/или хирургическое вмешательство. Легкие повреждения эпителия роговицы можно лечить местными антибиотиками, с использованием контактных линз или патчей¹⁴. Повреждение эндотелиального слоя роговицы, приводящее к буллезным изменениям, утолщению роговицы, потере зрения, требует хирургического вмешательства с пересадкой поврежденного участка. Также при повреждениях органов зрения и для уменьшения воспалительной реакции назначают топические стероиды (в том числе метилпреднизолон)¹⁵. После терапии стероидами наблюдается быстрое восстановление сосудов роговицы и сосудистой оболочки глаза, приводя к заживлению пигментного эпителия роговицы, меньшей активности макрофагов и уменьшению повреждений фоторецепторов^{40,41}. Лечение вызванных лазером травм глаз может сочетать применение поверхностных антибиотиков, местных или системных стероидов, витаминов, хотя в настоящее время нет рекомендаций относительно дозировки или предпочтительных препаратов. Витамины в виде местного нанесения или приема препаратов аскорбиновой кислоты (витамин С) способствуют стимулированию активности фибробластов⁴². Всем пациентам необходимо обращаться к офтальмологу для детального обследования.

ВЫВОДЫ

Лазеры эффективны при эстетических процедурах на лице, но могут вызывать повреждение глаз при работе в области век и периорбитальной зоне. Несколько мер безопасности могут предотвратить повреждения органов зрения. Прежде всего, специалист, проводящий процедуру, должен пройти надлежащее обучение работе с лазерным оборудованием, а также должен обладать базовыми знаниями физических основ механизма работы лазеров и мер безопасности. Во-вторых, работать с показаниями вокруг глаз и на веках нельзя без использования металлических окулярных дисков или защитных экранов, подходящих для соответствующей длины волны, а также защитных очков для персонала. Важно, чтобы защитные средства присутствовали на протяжении всей процедуры, не смещались, и не снимались, особенно при длительной процедуре. В-третьих, частое и достаточное охлаждение должно применяться во избежание термического повреждения и перегрева металлических окулярных дисков. И, наконец, мы рекомендуем, чтобы процедуры на веках и в периорбитальной области проводили только врачи (в том числе сертифицированные дерматологи, пластические хирурги, офтальмологи или отоларингологи, прошедшие расширенное обучение по эстетической хирургии или медицине). Несмотря на все эти меры, небольшая вероятность повреждения глаз сохраняется. Незначительные повреждения эпителия роговицы можно лечить местными антибиотиками, топическими стероидами, с использованием контактных линз или патчей. Более серьезные повреждения роговицы требуют пересадки поврежденных участков. Все пациенты, случаи которых описаны в изученных отчетах, проходили лечение топическими стероидами и антибиотиками, некоторые системными стероидами. Пациентам следует незамедлительно обращаться к офтальмологу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*. 1983;220(4596):524–527.
2. Adamic M, Troilius A, Adatto M, et al. Vascular lasers and IPLS: guidelines for care from the European Society for Laser Dermatology (ESLD). *J Cosmet Laser Ther*. 2007;9(2):113–124.
3. Brilakis HS, Holland EJ. Диодный-laser-induced cataract and iris atrophy as a complication of eyelid hair removal. *Am J Ophthalmol*. 2004;137(4):762–763.
4. Vukicevic M GT, Keel S. Laser Pointer Retinal Injury: A Case Report. *Australian Orthoptic Journal*. 2014;46:1.
5. Mainster MA, Stuck B, Brown J. Assessment of alleged retinal laser injuries. *Arch Ophthalmol*. 2004;122(8): 1210–1217.
6. Lin CC, Tseng PC, Chen CC, et al. Iritis and pupillary distortion after periorbital cosmetic alexandrite laser. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011;249(5): 783–785.
7. Shum JW, Lu LP, Cheung DN, Wong IY. A case of accidental ocular injury from cosmetic laser burn. *Retin Cases Brief Rep*. 2016;10(2):115–120.
8. Sliney DH. Eye safety of laser and light-based devices. In: Ahluwalia G, editor. *Cosmetics Applications of Laser and Light-Based Systems*; Elsevier; 2008. p. 506.
9. Mirmezami SA, Jafarabadi MR, Abrishami M. Temperature distribution simulation of the human eye exposed to laser radiation. *J Lasers Med Sci*. 2013;4(4):175–181.
10. Shibib KS. Finite element analysis of cornea thermal damage due to pulse incidental far IR laser. *Lasers Med Sci*. 2013;28(3):871–877.
11. Milsom PK, et al. The effect of ocular aberrations on retinal laser damage thresholds in the human eye. *Health Phys*. 2006;91(1):20–28.
12. Heussner N, Vagos M, Spitzer M, et al. A prediction model for ocular damage - experimental validation. *J Therm Biol*. 2015;52:38-244.
13. Sliney DH, Mellerio J, Gabel VP, et al. What is the meaning of threshold in laser injury experiments? implications for human exposure limits. *Health Phys*. 2002;82(3):335–347.
14. Thach AB. Laser injuries of the eye. *Int Ophthalmol Clin*. 1999;39(2):13–27.
15. Barkana Y, Belkin M. Laser eye injuries. *Surv Ophthalmol*. 2000;44(6):459–478.

16. Parver DL, Dreher RJ, Kohanim S, et al. Ocular injury after laser hair reduction treatment to the eyebrow. *Arch Ophthalmol*. 2012;130(10):1330–1334.
17. Le Jeune M. Ocular complications after laser epilation of eyebrows. *Eur J Dermatol*. 2007;17(6):553–554.
18. Sheikh A, Hodge W, Koupland S. Двухсторонний лазер-индуцированный увеит и дефект поля зрения. *Ophthalm Plast Reconstr Surg*. 2007;23(4):321–323.
19. Herbold TM, Busse H, Uhlig CE. Bilateral cataract and corectopia after laser eyebrow [corrected] epilation. *Ophthalmology*. 2005;112(9):1634–1635.
20. Carrim ZI, Chohan AW, Devlin HC. Iris damage and acute pigment dispersion following photo-epilation. *Eye (Lond)*. 2006;20(12):1486–1488.
21. Gunes A, Yasar C, Tok L, Tok O. Два случая переднего увеита после лазерной эпиляции бровей. *Cornea*. 2015;34(1):101–102.
22. Karabela Y, Eliacik M. Передний увеит после эпиляции бровей с помощью лазера alexandrite. *Int Med Case Rep J*. 2015;8:177–179.
23. Jalian HR, Jalian CA, Avram MM. Common causes of injury and legal action in laser surgery. *JAMA Dermatol*. 2013;149(2):188–193.
24. Hammes S, Augustin A, Raulin C, et al. Pupil damage after periorbital laser treatment of a port-wine stain. *Arch Dermatol*. 2007;143(3):392–394.
25. Widder RA, Severin M, Kirchof B, et al. Corneal injury after carbon dioxide laser skin resurfacing. *Am J Ophthalmol*. 1998;125(3):392–394.
26. Chen SN, Lu CW, Zhou DD. A case of accidental retinal injury by cosmetic laser. *Eye (Lond)*. 2014;28(7): 906–907.
27. Park DH, Kim IT. A case of accidental macular injury by Nd: YAG laser and subsequent 6 year follow-up. *Korean J Ophthalmol*. 2009;23(3):207–209.
28. Lee WW, Murdock J, Albini TA, et al. Ocular damage secondary to intense pulse light therapy to the face. *Ophthalm Plast Reconstr Surg*. 2011;27(4):263–265.
29. McKenzie AL. Aspects of laser safety in surgery and medicine. *J Radiol Prot*. 1988;8(4):209–219.
30. Biesman BS, Khan JA. Current concepts in aesthetic and reconstructive oculoplastic surgery. Faulkner Clafarr, editor. The Hague: Kugler Publications; 2000.
31. Ries WR, Clymer MA, Reinisch L, et al. Laser safety features of eye shields. *Lasers Surg Med*. 1996;18(3):309–315.
32. David LM, Baker SS. David-Baker eyelid retractor. *American Journal of Cosmetic Surgery*. 1992;9: 141–145.
33. Russell SW, Dinehart SM, Davis I, et al. Efficacy of corneal eye shields in protecting patients' eyes from laser irradiation. *Dermatol Surg*. 1996;22(7):613–616.
34. Litzinger TC, Vastine D. Bilateral corneal opacities in a LASIK patient after the use of titanium eye shields. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(6):1160–1164.
35. Riley J. Safety considerations in the use of the CO2 laser in facial skin resurfacing. *Laser Surg Med*. 1997;9(Suppl):61.
36. Das A, Sarda A, De A. Cooling devices in laser therapy. *J Cutan Aesthet Surg*. 2016;9(4):215–219.
37. Stein HA, Salim AG, Stein RM, et al. Corneal cooling and rehydration during photorefractive keratectomy to reduce postoperative corneal haze. *J Refract Surg*. 1999;15(2 Suppl):S232–S233.
38. Kitazawa Y, Maekawa E, Sasaki S, et al. Cooling effect on excimer laser photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*. 1999;25(10):1349–1355.
39. Kataoka T, Zako M, Takeyama M, et al. Cooling prevents induction of corneal damage by argon laser peripheral iridotomy. *Jpn J Ophthalmol*. 2007;51(5):317–324.
40. Lam TT, Takahashi K, Fu J, et al. Methylprednisolone therapy in laser injury of the retina. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1993;231(12):729–736.
41. Takahashi K, Lam TT, Fu J, et al. The effect of high-dose methylprednisolone on laser-induced retinal injury in primates: an electron microscopic study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1997;235(11): 723–732.
42. Scott R. The injured eye. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2011;366(1562):251–260