

Содержание

Оглавление

Список сокращений	10
ЧАСТЬ I	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ	
Глава 1. Физические основы действия лазерного излучения	12
1.1. Что такое свет	12
1.2. Что такое лазерное излучение	13
1.3. Лазеры в дерматокосметологии	14
1.4. Принцип работы лазеров	16
1.5. Основные характеристики лазерного излучения	17
1.6. Основные параметры лазерного излучения	18
1.6.1. Длина волны генерируемого излучения	18
1.6.2. Плотность энергии (флюенс) и мощность	20
1.6.3. Длительность и режим (импульсный или непрерывный) облучения	20
1.6.4. Световое пятно и возможность фокусировки энергии	23
1.6.5. Источник излучения (виды лазеров)	24
Глава 2. Взаимодействие лазерного излучения с кожей	27
2.1. Мишени лазерного воздействия	27
2.2. Механизмы лазерного воздействия	28
2.3. Селективный фототермолиз	31
2.4. Неселективный фототермолиз	32
2.4.1. Лазерная шлифовка	34
2.4.2. Фракционный фототермолиз	37
Глава 3. Интенсивный импульсный свет (IPL)	40
Глава 4. Низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ)	44
Глава 5. Фотодинамическая терапия (ФДТ)	47
Источники и рекомендуемая литература	48

ЧАСТЬ II

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ И КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ	
Глава 1. Лазерное омоложение	52
1.1. Как работают лазеры для омоложения кожи (Шептий О.В.)	52
1.2. Особенности аблтивного и неаблтивного фракционного омоложения	55
1.3. Важные параметры лазерного омоложения	56
1.4. Аппараты для лазерного омоложения	58
1.5. Фотоомоложение	58
Источники и рекомендуемая литература	59
Глава 2. Лазеры и удаление образований кожи	61
Источники и рекомендуемая литература	63
Глава 3. Лазеры и сосудистые дефекты (Шептий О.В.)	64
3.1. Диагностика сосудистого поражения кожи	64
3.2. Как работают сосудистые лазеры и IPL	66
3.3. Важные параметры сосудистых лазеров	67
3.4. Аппараты для лечения сосудистой патологии	70
3.5. Факторы, влияющие на результаты лазерного лечения сосудистой патологии	70
3.6. Практические рекомендации	73
3.7. Рекомендации по лазерному лечению отдельных видов сосудистой патологии	76
3.8. Лазеры и розацеа (Уракова Д.С., Калашникова Н.Г.)	79
3.8.1. Алгоритм лечения розацеа	80
3.8.2. Коррекция сосудистых образований	81
3.8.3. Коррекция соединительной ткани	83
3.8.4. Лазеры, применяемые для ремоделирования ткани	84
Источники и рекомендуемая литература	84
Глава 4. Лазеры и пигментные дефекты	87
4.1. Диагностика пигментного поражения кожи	88
4.2. Как работают пигментные лазеры и IPL	89
4.3. Аппараты для лечения пигментной патологии	90
4.4. Эффективность лазерной терапии пигментной патологии	96
4.5. Лазерная коррекция гипопигментации	98
Источники и рекомендуемая литература	98

Глава 5. Лазеры и рубцы (Калашникова Н.Г.)	102
5.1. Диагностика рубцовых изменений	103
5.2. Как работают лазеры в случае коррекции рубцов	104
5.3. Аппараты для коррекции рубцов	105
5.3.1. Лазерная коагуляция сосудов	105
5.3.2. Лазерная шлифовка	105
5.3.3. Фракционный фототермолиз	106
5.3.4. Лазерное удаление гиперпигментации.....	107
5.4. Алгоритм лазерной коррекции рубцов	108
5.5. Когда начинать коррекцию свежих рубцов?	109
5.6. Комплексный подход к коррекции рубцов	109
Источники и рекомендуемая литература	110
Глава 6. Лазеры, акне и другие дерматозы	112
6.1. Как работают лазеры и IPL при акне (Калашникова Н.Г.)	112
6.2. Аппараты для терапии акне	114
6.3. Лазеры и ретиноиды при акне	117
6.4. Некоторые особенности применения лазеров при псориазе (Калашникова Н.Г., Уракова Д.С.)	118
6.5. Лазерное лечение онихомикоза	121
Источники и рекомендуемая литература	121
Глава 7. Лазерное удаление татуировок (Калашникова Н.Г.)	125
7.1. Как работают лазеры для удаления татуировок	125
7.2. Аппараты для удаления татуировок	127
7.3. Параметры, влияющие на эффективность лазерного удаления татуировки	128
7.4. Факторы, осложняющие лазерное удаление татуировки	130
7.5. Факторы, ограничивающие лазерное удаление татуировки	132
7.6. Уход за областью татуировки после обработки	134
7.7. Осложнения при лазерном удалении татуировок	134
7.8. Что сделано для модернизации лазерного удаления татуировок	134
Источники и рекомендуемая литература	138
Глава 8. Лазерная и фотоэпиляция	140
8.1. Как работает лазерная и фотоэпиляция	141
8.2. Важные особенности волос и кожи при эпиляции	142
8.3. Важные параметры лазеров и IPL-устройств для эпиляции	144

8.4. Аппараты для лазерной и фотоэпиляции	146
8.4.1. Лазерная эпиляция	146
8.4.2. Широколосная импульсная фотоэпиляция	151
8.5. Гормональный фон при лазерной и фотоэпиляции	151
8.5.1. Гирсутизм	151
8.5.2. Гиперпролактинемия	152
8.6. Противопоказания к проведению лазерной и фотоэпиляции	152
8.7. Побочные эффекты лазерной и фотоэпиляции	153
Источники и рекомендуемая литература	154
Глава 9. Лазерный липолиз	156
9.1. Инвазивный лазерный липолиз	156
9.2. Неинвазивный лазерный липолиз	157
Источники и рекомендуемая литература	159
Глава 10. Трансдермальная лазерная доставка	160
Источники и рекомендуемая литература	160
Глава 11. Лазеры и филлеры	161
Источники и рекомендуемая литература	163
Глава 12. Осложнения лазерных процедур (Калашникова Н.Г.)	164
12.1. Ошибки, допущенные при отборе пациентов на лазерные процедуры	165
12.2. Неправильный выбор оборудования	167
12.3. Некорректные параметры лазерного излучения	168
12.4. Нарушение протокола процедуры	169
12.5. Неадекватный постпроцедурный уход	170
12.6. Индивидуальная реакция пациента на лазерное излучение	171
Источники и рекомендуемая литература	172
Лазеры Candela в практике косметолога и дерматолога	174
Глава 13. Подготовка к лазерному воздействию и реабилитация после процедур	178
13.1. Профилактика инфекционных осложнений	178
13.2. Профилактика эстетических осложнений	180
Источники и рекомендуемая литература	181

Интегрированный уход SkinCeuticals: «золотой стандарт» сочетанного применения с лазерными процедурами	182
ЧАСТЬ III	
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	
Глава 1. Безопасность лазеров (Дудкина С.Г.)	188
1.1. Как обеспечить безопасную работу с лазерами	190
1.2. Общие меры предосторожности при работе с лазерами	194
1.3. Дополнительные меры предосторожности при выполнении лазерных процедур	195
1.3.1. Фракционный лазерный термолиз, лазерная шлифовка	195
1.3.2. Лазерная коагуляция сосудов	195
1.3.3. Карбоновый пилинг	196
1.3.4. Фотодинамическая терапия	196
1.3.5. Лазерное удаление татуировок и перманентного макияжа	196
1.4. Основы оказания первой помощи	197
1.5. Об осторожности в выборе оборудования	199
Источники и рекомендуемая литература	200
Глава 2. Выбор лазеров в клинику (Шептий О.В.)	201
2.1. Области применения лазеров в дерматокосметологии	201
2.2. На что нужно обращать внимание при выборе лазерного оборудования	203
2.3. Салоны красоты, СПА/велнес-центры, небольшие косметологические центры	205
2.4. Небольшие медицинские косметологические центры	206
2.5. Медицинские косметологические центры среднего размера	207
2.6. Смешанная дерматокосметологическая практика со специализацией услуг: косметология, дерматология, пластическая хирургия	208
2.7. Центр экспертного класса	208
2.8. Проблемы лазерной практики	209
2.9. Оптимизация работы лазерных центров	210
Источники и рекомендуемая литература	211

Глава 1

Лазерное омоложение

Возрастные изменения кожи характеризуются появлением поверхностных и глубоких морщин, снижением эластичности и упругости, истончением кожи, образованием пигментных и сосудистых дефектов и т.д. И световые методы могут помочь улучшить состояние кожи почти по всем этим показателям.

Когда идет речь о процедурах лазерного омоложения, обычно подразумеваются процедуры лазерной шлифовки и фракционного аблятивного и неаблятивного фототермолиза, о которых мы уже говорили выше. И хотя устранение возрастных пигментных и сосудистых дефектов также является «омоложением», эти технологии мы подробно рассмотрим в следующих разделах, а в этом разделе варианты воздействия, основным хромофором в которых является вода.

1.1. Как работают лазеры для омоложения кожи

Рассмотрим конкретные молекулярные механизмы таких процедур на примере аблятивных CO₂-лазеров, считающихся «золотым стандартом» лазерного омоложения, они будут схожи как для обработки сплошным лазерным лучом, так и для фракционного воздействия.

Биологические реакции кожи в ответ на повреждение CO₂-лазером, с одной стороны, похожи, а с другой — качественно отличаются от заживления других типов ран. Лазерная обработка кожи с помощью CO₂-лазера сопровождается формированием термического повреждения тканей — зон абляции, коагуляции и сублетального теплового шока. Ответные реакции на такое повреждение представляют собой хорошо организованный и высоковоиспроизведенный каскад, который начинается с быстрого повышения уровней IL-1 β и TNF- α . Эти провоспалительные цитокины участвуют в механизмах, связанных с процессом восстановления ткани, и каждый из них индуцирует синтез металлопротеиназ (ММР), необходимых для деградации и очищения от поврежденных компонентов дермы.

Реакции деградации

В разрушении поврежденного коллагена участвует несколько типов ММР — те же, что вовлечены в возрастную деградацию коллагеновых волокон.

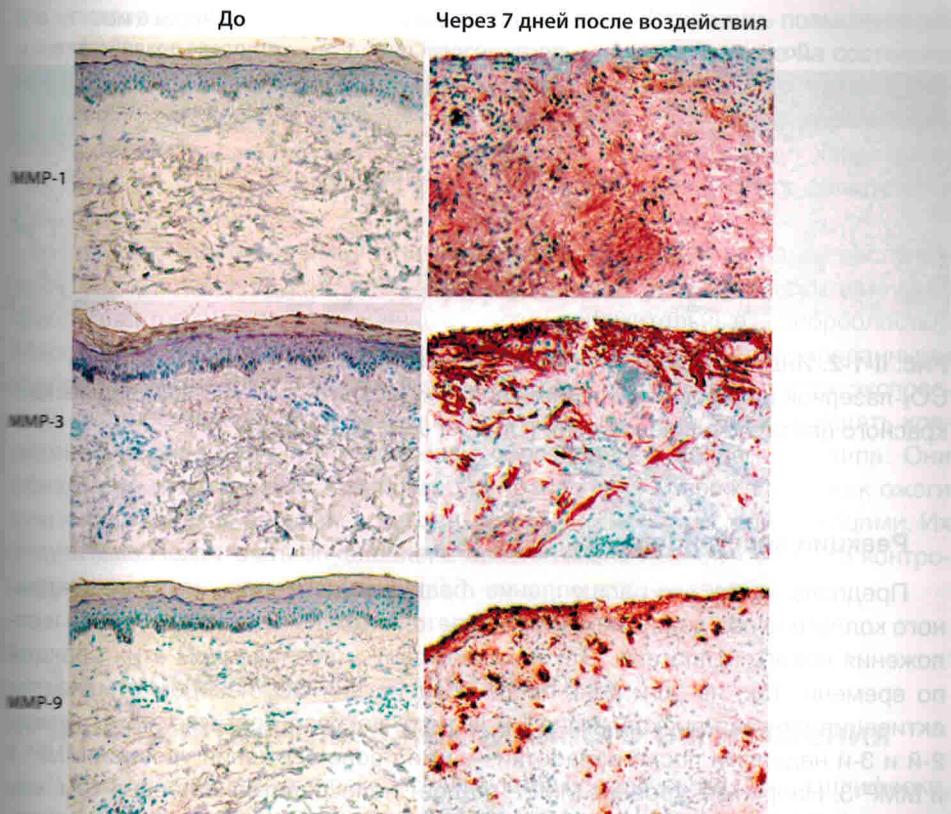


Рис. II-1-1. Индукция синтеза матриксных металлопротеиназ MMP-1, MMP-3 и MMP-9 после СО₂-лазерной шлифовки кожи, иммунофлюоресцентное окрашивание (метки красного цвета), увеличение 100× [12]

За первый этап отвечает коллагеназа 1 (MMP-1), количество которой начинает возрастать через 3 дня после обработки, и спустя неделю ее уровень увеличивается в 40000 раз.

Через 7 дней после воздействия достигает максимальных значений количество еще одного важного фермента для разрушения коллагена — желатиназы В (MMP-9), а также стромелизина (MMP-3) — фермента, который разрушает как частично деградированный коллаген, так и другие белковые структуры матрикса — протеогликаны и эластин (рис. II-1-1).

Количество MMP-1 и MMP-3 резко снижается через 2 нед после процедуры, однако концентрация MMP-9 уменьшается намного медленнее. Согласно исследованиям, уровень MMP-9 оставался почти на пиковых значениях (в 42 раза выше, чем в начале) и через 28 дней после процедуры.



Рис. II-1-2. Индукция синтеза проколлагена I типа в разные сроки после CO₂-лазерной шлифовки кожи, иммунофлюоресцентное окрашивание (метки красного цвета), увеличение 400× (Orringer J.S., et al., 2004)

Реакции восстановления

Предполагается, что расщепление фрагментированного фотоповрежденного коллагена под действием MMP является стимулом для образования и отложения нового коллагена. Это подтверждается совпадением этих реакций по времени. Так, на 10-й день после воздействия CO₂-лазером отмечается активация синтеза проколлагена I и III типа, которая достигает пика между 2-й и 3-й неделями после обработки — уже после снижения уровней MMP-1 и MMP-3. Например, уровень MMP-1 падает непосредственно перед тем, как накапливается основная масса нового коллагена, что защищает его от разрушения. Кроме того, образование нового коллагена поддерживает повышенный уровень TGF-β1, обладающего мощными профибротическими свойствами. Его количество достигает пика через 2 дня после лечения и сохраняется повышенным в течение как минимум 28 дней.

Отмечено, что уровень коллагеназы 3 (MMP-13) растет позже, чем MMP-1, -3 и -9, достигнув пика через 2 нед после обработки CO₂-лазером. Предполагается, что MMP-13 участвует в ремоделировании коллагена. Это происходит на более поздних стадиях заживления ран, а не в начальной стадии деградации коллагена и подтверждает концепцию, что работа MMP-13 направлена на реконструирование вновь образовавшегося коллагена, а не на разрушение старого.

Исследования показывают, что уровни проколлагена I и III типа остаются повышенными в течение как минимум 6 мес после лазерной шлифовки (**рис. II-1-2**). Это согласуется с клиническим наблюдением — кожа пациентов продолжает улучшаться в течение многих месяцев после лазерной шлифовки.

Кроме увеличения количества коллагена после воздействия CO₂-лазера исследователи обнаружили сравнительно небольшие, но четкие изменения в уровнях тропоэластина и фибрillin-1 — двух основных компонентов эластиновых волокон. Их уровень возрастал через 28 дней после обработки,

а в некоторых случаях уровни мРНК тропоэластина оставались повышенными и через 6 мес после процедуры. Также положительное влияние на состояние кожи может давать смещение дезорганизованных эластиновых волокон, которые являются признаком фотоповрежденной кожи, глубже в дерму после шлифовки. Все вышеуказанные молекулярные изменения будут характерны как для сплошной лазерной шлифовки, так и для фракционного абллятивного CO₂-лазера.

И наконец, качественным отличием реакций заживления тканей после обработки CO₂-лазером от других видов заживления является отсутствие миофибробластов (α-гладкомышечные актин-положительные фибробласти). Миофибробласты являются специализированными дифференцированными фибробластами, которые отличаются от дермальных фибробластов экспрессией α-гладкомышечного актина, повышенной способностью сокращать коллагеновые фибрillы и повышенным образованием коллагена I типа. Они обнаружаются в ранах, заживающих после таких повреждений, как ожоги или хирургические разрезы, и связаны с раневой контрактурой и рубцами. Их отсутствие может быть обусловлено сравнительно поверхностным и контролируемым характером вызванных CO₂-лазером повреждений.

1.2. Особенности абллятивного и неабллятивного фракционного омоложения

В настоящее время все реже используются процедуры лазерной шлифовки, их практически вытеснил **абллятивный фракционный фототермолиз**.

Иногда фракционный фототермолиз проводится на уровне выше базальной мембранны, но чаще всего абллятивные воздействия фракционированным лучом применяются для доставки лазерной энергии глубже базальной мембранны, для воздействия на уровне дермы. В этом случае высокозергетический микролуч испаряет ткани на глубину проникновения и, в зависимости от длины волны лазера, длительности импульса и плотности энергии, создает зону коагуляции вокруг (по периметру) абллятивной колонны. Бесспорным преимуществом абллятивных фракционных лазерных технологий является возможность создать идеальные условия для сокращения площади кожи. Абллятивная колонна сразу после процедуры «пуста». Все ткани, которые были на пути лазерного луча, испарены. В этом случае происходит одномоментное сокращение площади кожи, так как для этого имеются физиологические условия — т.е. мгновенный лифтинг-эффект.

Перфорационное отверстие на базальной мемbrane, созданное абллятивным лазерным лучом диаметром до 250 мкм, закрывается за 2–3 дня, что исключает возможность образования рубца и минимизирует риск осложнений. Большая глубина фракционной работы (до 1,5 мм и более) сочетается с выраженным сокращением площади кожи и коротким периодом реабилитации. В сравнении с абллятивной шлифовкой кожи по всей поверхности абллятивные

фракционные процедуры обеспечивают очень быструю повторную эпителизацию с весьма ограниченными неблагоприятными побочными эффектами (легкая посттравматическая эритема в течение 3 мес или менее в зависимости от плотности коагуляции), а также сокращение времени на реабилитацию пациента до 4 дней или менее. Метод эффективен при многократном применении (курс составляет 2–6 процедур).

Механизмы **неаблятивного фракционного воздействия** будут схожими, хотя поскольку изначальных повреждений и реакций на них меньше, то и коучный результат также будет менее выраженным. Поэтому обычно для достижения эффектов, сопоставимых с аблятивным фракционным воздействием, требуется большее количество процедур.

Однако неаблятивные процедуры не сопровождаются повреждением рогового слоя и характеризуются быстрым восстановлением эпидермиса — уже через сутки после воздействия отмечается полное восстановление базального слоя за счет активной пролиферации и миграции стволовых клеток в зоны повреждения. Полное восстановление эпидермиса завершается примерно к седьмому дню. При этом, так же как и в случае аблятивного фракционного воздействия, отмечается улучшение цвета и тона кожи, благодаря тому что новообразованные клетки эпидермиса содержат равномерное и адекватное количество меланина.

Что касается дермы — ее восстановление идет дольше, но также быстрее, чем в случае использования аблятивных лазеров. На седьмой день в неповрежденных зонах, расположенных под МЛЗ, отмечается повышенная экспрессия коллагена III типа, а процессы перестройки коллагенового каркаса дермы протекают на протяжении 2–3 мес, что приводит к уменьшению глубины морщин и снижению количества расширенных пор.

Таким образом, процедуры неаблятивного фракционного омоложения также довольно эффективны, хотя и требуют большего числа сеансов, но при этом практически не требуют реабилитации и имеют очень низкие риски развития осложнений.

1.3. Важные параметры лазерного омоложения

В дополнение к описанным выше основным параметрам лазерного воздействия в случае сплошной **лазерной шлифовки** также будет играть роль такой показатель, как **количество проходов (пассов)** — число обработок одной и той же области кожи. При каждом проходе «снимаются» все более глубокие слои. Также увеличивается глубина остаточного термического повреждения тканей. В случае CO₂-лазеров глубина ограничена из-за образования зоны коагуляции, для Er:YAG-лазеров коагуляция минимальна, происходит преимущественно абляция тканей, поэтому количество проходов и, следовательно, глубина шлифовки теоретически неограничены.

Глава 7

Лазерное удаление татуировок

Искусство татуировки, своеобразное для каждой исторической культуры, существует в течение многих тысячелетий и в настоящее время востребовано во всех возрастных группах, социальных слоях и у представителей разных профессий. В настоящее время примерно одна треть американцев в возрасте 18–25 лет и 40% американцев в возрасте 26–40 лет имеют татуировки. В Германии обладателями татуировок являются 9–12% населения. В возрастной популяции 18–30 лет приблизительная частота выше и составляет около 25%.

Вместе с тем, несмотря на рост популярности татуировок, увеличивается спрос и на их удаление. По данным исследователей, примерно 6% людей обращаются с просьбой о профессиональном удалении татуировки через 10–15 лет после ее нанесения. Основными причинами являются повышение самооценки, социальные, бытовые и семейные обстоятельства. Не меньше, чем возможность удаления татуировок, потребителей волнует и качество этого процесса.

На фоне широко известных методов удаления татуировок, таких как хирургическое иссечение, дермабразия и химическое разрушение, которые приводят к обязательному формированию рубца, лазеры позволили надеяться на возможность бесследного удаления татуировки, на месте которой остается неповрежденная кожа.

7.1. Как работают лазеры для удаления татуировок

Первые сообщения об удалении татуировок с помощью лазера появились в 1965 и 1967 гг., когда Л. Голдман (L. Goldman) представил результаты применения рубинового Ruby/Qsw (694 нм) и неодимового Nd:YAG (1064 нм) короткоимпульсных лазеров. Однако ранние доклады не вызвали должного интереса, и в центре внимания оказались аргоновый и углекислотный лазеры.

Применение аргонового лазера (488 и 514 нм) с длительностью импульса 50–200 миллисекунд (мс) способствовало широкому распространению тепла от поглощающих хромофоров (гранул красителя) и вызывало неселективную термическую деструкцию тканей, которая стала причиной высокого процента рубцевания.

Применение углекислотного лазера (10600 нм), хромофором для которого является вода, и удаление красителя происходит путем послойного выпаривания тканей, также не дало оптимистичных результатов. Процент получения грубых рубцов на фоне сохраняющегося остаточного красителя татуировки был высок. Попытки перейти с непрерывного режима на импульсный (50–200 мс), отказ от идеи удалить краситель за 1 сеанс, уменьшив глубину аблляции, стимуляция трансэпидермального удаления посредством комбинации воздействия углекислотного лазера с аппликациями 50% мочевины не привели к значимому сокращению осложнений. Косметические результаты лечения оставались непредсказуемыми.

И только в 1983 г., когда Ричард Рокс Андерсон и Джон Парриш (R.R. Anderson, J.A. Parrish) сформулировали принцип селективного фототермолиза, произошла революция в применении лазерных методик, в т.ч. и для удаления татуировок. Было замечено, что различные цвета чернил татуировки делают их идеальными мишениями при лазерном селективном фототермолизе. Стало понятно, что для эффективного разрушения гранул красителя необходимо выбирать такую длину волны, которая максимально поглощается ими, сводя к минимуму воздействие излучения на эндогенные хромофоры (окси- и дезоксигемоглобин, меланин, воду). При этом длительность воздействия не должна превышать время термической релаксации мишени, предупреждая отток тепла в окружающие ткани и их повреждение.

В ходе исследований было установлено, что для реализации избирательного воздействия на краситель татуировки длительность импульса должна быть в диапазоне наносекунд (нс) и пикосекунд (пс). Специалисты вновь обратили внимание на ранние доклады Л. Голдмана (L. Goldman) о применении короткоимпульсных лазеров.

В настоящее время ультракороткоимпульсные лазеры, работающие в режиме модулированной добротности (мощного импульса длительностью от единиц до десятков наносекунд и даже пикосекундной длительности), признаны «золотым стандартом» удаления татуировок и позволяют добиваться хороших эстетических результатов без образования рубцов.

Однако на практике до сих пор для удаления татуировок продолжают применяться устройства, которые испускают импульсы световой энергии в диапазоне миллисекунд (длинноимпульсные лазеры и IPL), что практически всегда приводит к неполному удалению со значительным риском рубцевания, в т.ч. формирования гипертрофических и келоидных рубцов. На сегодняшний день удаление татуировок подобными устройствами является недопустимым вследствие малой предсказуемости эстетического результата.

7.2. Аппараты для удаления татуировок

Удаление татуировок может быть наиболее успешным, если применяются следующие типы лазеров:

- QS неодимовые лазеры QS Nd:YAG (1064 нм);
- QS неодимовые лазеры с удвоенной частотой QS Nd:YAG (KTP) (532 нм);
- лазеры на красителях PDL (510 нм);
- QS аллександритовые лазеры QS ALEX (755 нм);
- QS рубиновые лазеры QS RUBY (694 нм).

Механизм действия лазера с модулированной добротностью заключается в том, что при воздействии импульса, обладающего большой энергией, длительностью порядка нескольких наносекунд гранулы красителя мгновенно нагреваются до температуры выше 1000 °C. Это ведет к резкому расширению объемов с образованием газообразных продуктов пиролиза, вследствие чего формируется ударная волна, которая фрагментирует частицы красителя. В отличие от исходных больших размеров гранул, не поддающихся фагоцитозу и обуславливающих длительное нахождение их в коже, мелкие частицы красителя уже могут эффективно захватываться макрофагами и выводиться через лимфатическую систему. Цвет татуировки постепенно светлеет за счет уменьшения концентрации красителя, кожа «очищается» от инородных частиц.

Клинически при воздействии лазера с модулированной добротностью на краситель татуировки фрагментация последнего проявляется мгновенным побледнением (рис. II-7-1) его цвета вплоть до почти полного обесцвечивания (или изменением цвета, что чаще происходит при розовых, красных, бежевых красителях). На поверхности кожи при этом может наблюдаться белое прокрашивание, обусловленное образованием газообразных продуктов. По истечении времени от нескольких секунд до нескольких минут белое прокрашивание исчезает и обработанная область татуировки вновь начинает темнеть. Это обусловлено механическим травмированием ударной волной мелких капилляров, находящихся вблизи гранул красителя, и формированием специфического внутрикожного кровоизлияния в зоне татуировки, повторяющей ее форму. Таким образом, в зоне воздействия формируется очаг асептического воспаления, состоящий из макрофагального инфильтрата и внутрикожной гематомы. Постепенно очаг разрешается, что проявляется уменьшением интенсивности окраски татуировки в сравнении с исходной клинической картиной.



Рис. II-7-1. Клинический эффект разрушения гранул красителя татуировки при воздействии лазера с модулированной добротностью

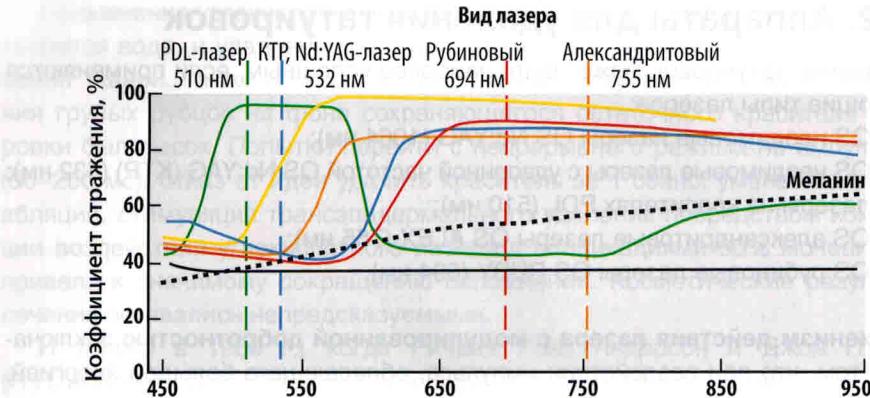


Рис. II-7-2. Характерные спектры поглощения татуировочных пигментов основных цветов

Для удаления татуировки необходим курс процедур, количество сеансов может варьировать в широких пределах, зависит от характера татуировки и красителей, а также от адекватного подбора параметров излучения, техники и режима обработки.

7.3. Параметры, влияющие на эффективность лазерного удаления татуировки

Успех удаления татуировки предопределяют такие параметры:

- длина волны;
- плотность энергии излучения;
- временной интервал между сеансами.

Выбор длины волны определяется спектральными свойствами красителя татуировки. Излучение волн разных длин поглощается одним и тем же красителем по-разному. Цвет красителя лишь с некоторой долей вероятности может рассматриваться как характеристика его спектральных свойств. Зависимость способности цветных пигментов поглощать свет представлена на рис. II-7-2.

Однако на практике используются, как правило, комплексные красители, которые состоят из смеси различных пигментов. Именно их сочетание, а не каждый пигмент в отдельности, обеспечивает цвет татуировки. Поэтому классифицировать краситель татуировки как единый пигмент нельзя — визуально воспринимаемый цвет не может однозначно определять его спектральные свойства, которые могут варьировать в широких пределах и значительно отличаться от представленных выше данных.

Основным подходом при выборе длины волны, обеспечивающей наиболее эффективное разрушение красителя татуировки, считается эмпирический подбор с проведением тестовой процедуры. Суть ее заключается в том, что во время первого сеанса небольшие участки татуировки обрабатывают всеми видами излучения, которые имеются в арсенале врача.

Оптимальным считается тот вид лазера, который позволил достичь клинического эффекта разрушения красителя (его мгновенное побеление) при наименьшей плотности энергии. Именно данный вид излучения выбирается для дальнейшего воздействия на оставшуюся необработанную часть татуировки. При полихроматических татуировках тестовая процедура проводится для каждого цвета красителя.

Плотность энергии подбирается до получения клинического эффекта — разрушения красителя гранул татуировки без видимого повреждения кожного покрова в зоне обработки. При недостаточной плотности энергии эффективность воздействия на краситель снижается, что увеличивает количество необходимых сеансов и длительность курса лечения. При избыточной энергии механическому разрушению подвергаются не только целевая мишень, но и окружающие ее ткани, что увеличивает риск получения побочных эффектов, в т.ч. рубцевания.

Длительность межпроцедурного интервала определяется сроками разрешения очага асептического воспаления в проекции татуировки, которые индивидуальны и зависят от множества факторов. В частности, это:

- индивидуальные особенности организма (степень активности макрофагального ответа, состояние свертывающей системы крови, влияющей на объем кровоизлияния, интенсивность локального крово- и лимфообращения);
- особенности татуировки и красителя (концентрация гранул красителя, их размеры и химический состав, общая площадь татуировки, ее локализация);
- физические параметры излучения и техника обработки.

Факторы, увеличивающие площадь очага асептического воспаления, концентрацию разрушенных фрагментов красителя, степень повреждения тканей, а также снижающие фагоцитарную активность макрофагов и лимфоцитов, будут удлинять сроки восстановления.

Преждевременное проведение последующего сеанса лазерной обработки татуировки в условиях неразрешившегося воспаления, с одной стороны, резко увеличивает риск осложнений, поскольку гематома экранирует неповрежденные гранулы красителя. Для его разрушения (получения клинического эффекта в виде побледнения окраски татуировки) требуется значительное повышение плотности энергии, что однозначно усилит степень травматизации окружающих тканей. С другой стороны, несвоевременный последующий сеанс не приведет к повышению эффективности, т.к. будет воздействовать на макрофаги, содержащие фагоцитированные

микрочастицы ранее разрушенного красителя и еще не выведенные из очага воспаления.

На практике сложно учесть все факторы и рассчитать достаточный временной интервал в каждом конкретном случае, поэтому большинство специалистов придерживаются средних сроков, которые составляют около 2 мес. По нашему опыту, мы видим достаточно частое отклонение сроков разрешения очага асептического воспаления от средних значений как в меньшую, так и в большую сторону. Возможность сокращения интервала у части пациентов позволяет уменьшать длительность курса лечения в целом, необходимость же увеличения интервала позволяет избежать вероятных осложнений.

В своей практике для определения оптимальных сроков для проведения следующего сеанса удаления татуировки мы ориентируемся на такие критерии:

- визуальное побледнение окраски татуировки в сравнении с состоянием до предыдущего сеанса;
- достижение клинического эффекта разрушения красителя в виде побледнения при тех же параметрах плотности энергии, что и в предыдущий сеанс. Если клинический эффект достигнут, но слабый (что связано с уменьшением концентрации красителя), то плотность энергии можно увеличить на 1–2 шага шкалы. Если при параметрах предыдущего сеанса клинический эффект отсутствует — необходимо прекратить обработку и отложить сеанс сроком на 2 нед с повторной оценкой критериев разрешения очага асептического воспаления.

7.4. Факторы, осложняющие лазерное удаление татуировки

Фотохимический эффект характеризуется преобразованием химического состава красителя под воздействием лазерного излучения, что внешне проявляется изменением цвета татуировки. Очевидно, что вместе с химическим составом меняются спектральные свойства пигмента, а следовательно, и чувствительность его к выбранному виду лазера. Как правило, фотохимический эффект характерен для красителей, содержащих в своем составе металлы (железо, титан и пр.), под воздействием излучения происходит трансформация их оксидов из одного вида в другой. Чаще всего фотохимическая реакция проявляется у красителей красного, розового, бежевого и белого цвета, которые при обработке лазером меняют свой цвет на серовато-зеленый или черный.

Возможность фотохимического эффекта необходимо учитывать, предварительно предупреждая о ней пациента. Начинать обработку татуировки необходимо с минимального и самого малозаметного участка, чтобы избежать эстетически неприемлемого результата.