

Оглавление

| | |
|------------------------|---|
| Список сокращений..... | 8 |
| Вступление | 9 |

ЧАСТЬ I

ТАТУИРОВКИ И ПЕРМАНЕНТНЫЙ МАКИЯЖ. БАЗОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

| | |
|--|----|
| Глава 1. Особенности строения кожи и пигментация <i>(Эрнандес Е.И., Юцковская Я.А., Висягина М.А.)</i> | 11 |
| 1.1. Строение кожи..... | 11 |
| 1.2. Естественная и искусственная пигментация кожи | 13 |
| 1.3. Искусственная пигментация..... | 15 |
| Неорганические пигменты | 15 |
| Органические пигменты..... | 15 |
| Глава 2. Татуировки с медико-биологической точки зрения | 17 |
| 2.1. Виды татуировок | 17 |
| 2.2. Техника нанесения татуировок | 19 |
| 2.3. Взаимодействие красящего пигмента с кожей <i>(Юцковская Я.А., Висягина М.А., Раханская Е.М.)</i> | 22 |
| 2.3.1. Фаза воспаления | 22 |
| 2.3.2. Фаза пролиферации..... | 22 |
| 2.3.3. Фаза эпителизации..... | 23 |
| 2.4. Татуировки и барьерные функции кожи: отдаленные эффекты | 25 |
| 2.5. Противопоказания к выполнению татуировок..... | 26 |
| 2.6. Этапы выполнения татуировки / перманентного макияжа / дермапигментации | 27 |
| Этап 1. Консультация (сбор анамнеза)..... | 27 |
| Этап 2. Отрисовка эскиза | 27 |
| Этап 3. Подбор цвета будущего татуажа..... | 27 |
| Этап 4. Нанесение анестезии | 27 |
| Этап 5. Собственно татуаж..... | 28 |
| 2.7. Особенности анестезии <i>(Иванова Л.А., Владимирова Д.Д.)</i> | 28 |
| 2.7.1. Предварительная (поверхностная) анестезия..... | 28 |
| 2.7.2. Вторичная анестезия | 29 |
| 2.7.3. Особенности нанесения анестезии на разные зоны лица | 30 |
| Нанесение анестезии на брови | 30 |

| | |
|---|-----------|
| Нанесение анестезии на губы..... | 30 |
| Нанесение анестезии на веки..... | 31 |
| 2.8. Постпроцедурный уход | 32 |
| Глава 3. Осложнения татуировок..... | 33 |
| 3.1. Инфекционные осложнения татуировок..... | 34 |
| 3.1.1. Бактериальные инфекции..... | 35 |
| 3.1.2. Вирусные инфекции..... | 36 |
| 3.2. Аллергические реакции | 37 |
| 3.2.1. Спонгиозный дерматит..... | 38 |
| 3.2.2. Лихеноидная реакция | 38 |
| 3.2.3. Саркоидные гранулематозные реакции..... | 39 |
| 3.2.4. Некробиотическая гранулематозная реакция..... | 39 |
| 3.2.5. Фотоиндуцированные реакции..... | 39 |
| 3.3. Неаллергические воспалительные реакции..... | 39 |
| 3.3.1. Псевдолимфома..... | 40 |
| 3.3.2. Обострение существующих дерматозов — феномен Кёбнера | 41 |
| 3.3.3. Гангренозная пиодермия..... | 41 |
| 3.3.4. «Травма иглы» | 41 |
| 3.4. Злокачественные новообразования..... | 41 |
| 3.5. Реакции после магнитно-резонансной томографии (МРТ)..... | 42 |
| 3.6. Профилактика осложнений татуировок | 42 |

ЧАСТЬ II

МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ТАТУИРОВОК И ПЕРМАНЕНТНОГО МАКИЯЖА

| | |
|---|-----------|
| Глава 1. Механическое удаление татуировок..... | 46 |
| 1.1. Дермабразия | 46 |
| 1.2. Хирургическое удаление | 48 |
| Глава 2. Химическое удаление татуировок | 50 |
| 2.1. Химический пилинг..... | 50 |
| 2.2. Биохимический метод (Юцковская Я.А., Висягина М.А.) | 51 |
| 2.3. Другие методы..... | 53 |
| 2.3.1. Криодеструкция | 53 |
| 2.3.2. Электрокоагуляция..... | 54 |
| 2.3.3. Кремы для удаления татуировок..... | 54 |
| Глава 3. Лазерное удаление татуировок (Калашникова Н.Г., Эрнандес Е.И., Раханская Е.М.) | 55 |
| 3.1. Основные параметры лазерного излучения..... | 57 |
| 3.1.1. Длина волны генерируемого излучения..... | 57 |

| | |
|--|----|
| 3.1.2. Плотность энергии (флюенс) и мощность | 59 |
| 3.1.3. Длительность и режим (импульсное или непрерывное) облучения | 59 |
| 3.1.4. Световое пятно и возможность фокусировки энергии | 62 |
| 3.2. Как работают лазеры для удаления татуировок? | 64 |
| 3.3. Лазеры с модулированной добротностью и удаление татуировок | 65 |
| 3.4. Параметры, влияющие на эффективность лазерного удаления татуировки | 67 |
| 3.4.1. Длина волны | 67 |
| 3.4.2. Плотность энергии | 69 |
| 3.4.3. Длительность межпроцедурного интервала | 69 |
| 3.5. Факторы, осложняющие лазерное удаление татуировки | 70 |
| 3.5.1. Фотохимический эффект | 70 |
| 3.5.2. Многослойно перекрытые татуировки | 71 |
| 3.5.3. Объемные 3D-татуировки | 72 |
| 3.5.4. Татуировки, осложненные рубцовой деформацией кожи | 72 |
| 3.6. Факторы, ограничивающие лазерное удаление татуировки | 73 |
| 3.6.1. Нечувствительность красителей татуировки | 73 |
| 3.6.2. Травматические татуировки | 74 |
| 3.6.3. Татуировки, осложненные аллергической реакцией на краситель | 74 |
| 3.6.4. Отсутствие гарантии безопасности красителя при его разрушении | 75 |
| 3.7. Уход за областью татуировки после обработки | 75 |
| 3.8. Осложнения при лазерном удалении татуировок | 76 |
| 3.9. Оценка пациентами результатов лазерного удаления татуировки | 76 |
| 3.10. Как повысить эффективность лазерного удаления татуировок: модернизации подходов | 78 |
| 3.10.1. Техника многократной последовательной обработки татуировки в один сеанс | 78 |
| Метод R20 | 78 |
| Метод R0 (оптимизация R20) с использованием перфтордекалина (ПФД) | 78 |
| 3.10.2. Сочетанные протоколы применения селективного лазерного удаления красителя татуировки с аблятивными методами | 79 |
| 3.10.3. Изменение режима подачи Q-switch-импульса | 80 |
| 3.11. Развитие пикосекундных лазерных технологий и их сравнение с наносекундными | 80 |
| 3.12. Ударно-волновая терапия для ускорения выведения пигмента после лазерных процедур | 88 |
| 3.13. Перспективные тренды лазерного удаления татуировок | 90 |

| | |
|--|------------|
| Глава 4. Опыт удаления перманентного макияжа лазерными технологиями (Чеботарева Ю.Ю.) | 92 |
| 4.1. Основные проблемы удаления перманентного макияжа | 93 |
| 4.1.1. Глубина залегания пигмента | 93 |
| 4.1.2. Частицы пигмента разного размера | 93 |
| 4.1.3. Использование пигментов разных цветов, относящихся к разным химическим группам | 94 |
| 4.1.4. Изменение цвета пигмента под воздействием разных длин волн .. | 94 |
| 4.2. Лазерная коррекция перманентного макияжа: что нужно знать косметологу | 95 |
| 4.3. Противопоказания для удаления перманентного макияжа: | 98 |
| 4.4. Как оценить перспективы лечения? | 98 |
| 4.5. Межпроцедурные интервалы | 99 |
| 4.6. Клинические примеры успешного удаления перманентного макияжа Q-switched Nd:YAG-лазером | 100 |
| 4.7. Камуфляж | 101 |
| 4.8. Защитные линзы | 102 |
| Заключение | 104 |
| Источники и рекомендуемая литература | 105 |

Глава 2

Татуировки с медико-биологической точки зрения

2.1. Виды татуировок

Выделяют 5 различных видов татуировок:

- 1) любительские художественные;
- 2) профессиональные художественные;
- 3) косметические (перманентный макияж);
- 4) медицинские (дермапигментация);
- 5) травматические.

Любительские художественные татуировки выполняются людьми, не прошедшими какого-либо специализированного обучения и часто некачественными иглами (тату-машинами), которые продаются в свободном доступе. Наибольшей проблемой является отсутствие надлежащей стерилизации и последующего ухода за татуировкой, что создает риск инфицирования и рубцевания. Также зачастую пигмент вводится неравномерно, что ухудшает внешний вид татуировки и затрудняет ее последующее удаление (**рис. 1-2-1**).

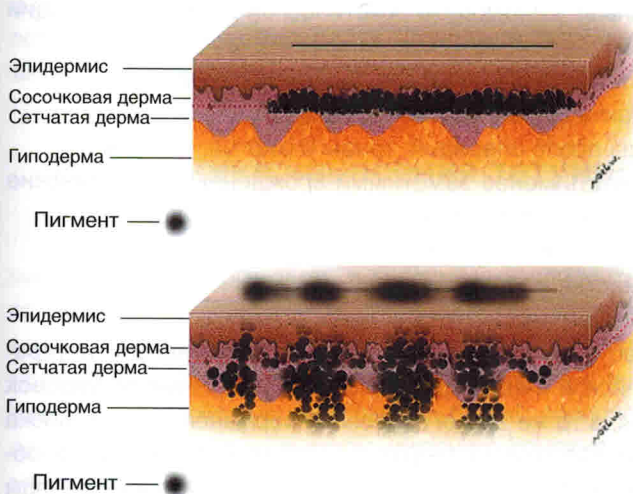


Рис. 1-2-1.

Распределения пигмента в профессиональной (сверху) и любительской (снизу) татуировке. Неравномерность расположения пигмента в последнем случае приводит к быстрому выцветанию поверхностных участков и проявлению эффекта Тиндаля (свечения синим цветом) глубоко расположенного красителя (Malca N., et al., 2017)

Профессиональные художественные татуировки наносятся специалистами в стерильных условиях и с помощью качественного оборудования, используются стойкие красители, глубина введения пигмента составляет 1,5–2 мм. Цель нанесения таких татуировок — украшение собственного тела, самовыражение. Существует множество техник и подходов к выполнению подобных татуировок.

Косметические татуировки (перманентный макияж) — это процедуры введения в кожу лица полуперманентных красителей с целью имитировать обычный макияж или подчеркнуть, выделить, скорректировать, улучшить некоторые его черты. Перманентный макияж сохраняется меньше, чем художественная татуировка, причем это сделано специально. Дело в том, что эстетические предпочтения в обществе часто меняются, в связи с чем меняются и идеалы макияжа, поэтому маловероятно, что макияж, бывший актуальным 20 лет назад, будет востребован в настоящее время (самый показательный пример — изменение отношения к виду бровей). Обеспечить такую относительную недолговечность перманентного макияжа позволяют как особенности техники нанесения, так и с меньшей стойкостью красителей. Кроме того, пигмент на лице интенсивно подвергается разрушительному солнечному воздействию.

Перманентный макияж обычно наносится с целью (Маркова Е.В., 2016):

- повышения самооценки (чувство удовлетворенности собственной внешностью и оптимистичный взгляд в будущее);
- значительного расширения возможностей для отдыха, работы и самореализации в связи с экономией времени на нанесение макияжа;
- решения проблем с нанесением макияжа на лицо в связи с ухудшением или потерей зрения.

Лечебные татуировки (дермапигментация) — медицинские процедуры, которые позволяют корректировать эстетические недостатки кожи (как врожденные, так и приобретенные). С помощью эстетической дермапигментации можно (Маркова Е.В., 2016):

- замаскировать участки витилиго (потеря пигмента кожи);
- изменить или исправить форму красной каймы губ;
- замаскировать рубцы после операций, травм и ожогов;
- замаскировать и сделать менее заметными врожденные эстетические недостатки (заячья губа, асимметрия бровей);
- изменить форму и цвет ареол сосков;
- зрительно скрыть участки алопеции;
- замаскировать стрии (растяжки).

В разных странах существуют разные требования к выполнению татуировок разного вида. В Российской Федерации выполнение обычных татуировок не требует лицензирования, в то же время нанесение перманентного макияжа и дермапигментации должен выполнять специалист — квалифицированный, обученный данному методу и имеющий соответствующую документацию (диплом

или сертификат), которая дает право на осуществление данной деятельности. Наличие медицинского образования (среднего или высшего) необходимо, в приказе Минздрава России № 804н от 13 октября 2017 г. «Об утверждении номенклатуры медицинских услуг» имеется медицинская услуга А17.30.001 «Дермапигментация (перманентный татуаж)». Там же в пункте А16.01.021 отмечено «Удаление татуировки».

Обучение перманентному макияжу и дермапигментации должно проводиться в специализированных школах, осуществляющих свою деятельность на основании договора об эксклюзивном дистрибьюторстве на территории Российской Федерации и лицензионного соглашения в области обучающих услуг (Маркова Е.В., 2016).

Травматические татуировки — это непреднамеренная пигментация кожи в результате попадания глубоко под кожу угольной пыли, сажи или других красителей вследствие бытовых, производственных травм или ранений. Например, частиц асфальта при падении с велосипеда, авариях, взрывах и т.д.

Есть еще один вид рисунков на теле, которые также называют татуировками, — **мехенди** (или менди). Это татуировка с использованием натурального природного компонента **хны**, характерные окрашивающие свойства которого обусловлены соединением 2-гидрокси-1,4-нафтохиноном, также известным как лавсон, хеннотаниновая кислота или натуральный апельсин 6. Молекулы красителя, которые примерно такого же размера, как молекулы аминокислот, мигрируют из пасты хны в роговой слой и закрепляются там. Именно поэтому срок существования мехенди составляет около 3–4 нед с постепенным исчезновением к этому времени, что обусловлено отшелушиванием прокрашенных корнеоцитов и полным обновлением рогового слоя. В черной хне, которая также используется для мехенди, содержится пара-фенилендиамин (PPD), который, хотя и придает краске насыщенный цвет, является токсичным, аллергенным и потенциально канцерогенным веществом. В рамках данной книги мы не будем останавливаться на этих видах татуировок, поскольку они являются нетравматичными и временными (если, конечно, не вызывают осложнений).

2.2. Техника нанесения татуировок

Процесс нанесения татуировки включает в себя введение чернильного пигмента желаемого цвета в дермальный слой кожи. Размещение инородного пигмента в дермальном слое кожи осуществляется путем прокалывания кожи с помощью игл. Первоначально для этого использовались обычные иглы, но в настоящее время процедуры проводятся с помощью специальных тату-машин — устройств с несколькими близко расположенными иглами, которые переносят чернила за счет капиллярного притяжения между соседними зубцами. Игольчатый тату-инструмент сначала окунается в цветные чернила, а затем

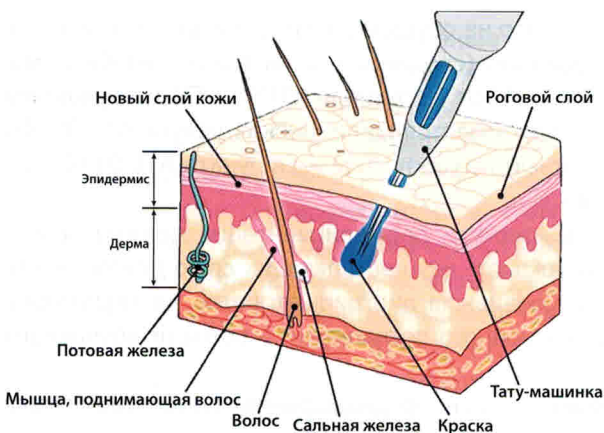


Рис. 1-2-2. Схема нанесения татуировки

колеблющаяся возвратно-поступательными игла, покрытая чернилами, прокалывает кожу с множеством раз в секунду, осаждавая татуировочные пигменты на 1,5–2 мм ниже ее поверхности (глубина и частота проникновения варьируются в зависимости от машинки и действий мастера). Таким образом, игла проникает через эпидермис в сосочковый слой дермы, где накапливаются частицы чернил, которые со временем могут перемещаться и в более глубокие слои (**рис. 1-2-2**). При этом часть чернил не достигает нужных слоев кожи. Иглы не могут перенести весь объем чернил в кожу, поэтому остатки краски постоянно вытираются во время процедуры. Также некоторая часть чернил достигает только эпидермиса, и затем просачиваться через проколы обратно на поверхность кожи.

Существуют множество вариантов тату-машин (**рис. 1-2-3**), однако в целом их можно разделить на два типа:

- контурные тату-машины — с их помощью наносятся тонкие линии. Иглы таких машин очень быстро входят и выходят из кожи, не задерживаясь в ней и не давая красителю распространяться вне места вкола;
- тату-машины для заполнения — позволяют закрашивать («забивать») большие площади кожи. Данные устройства работают гораздо медленнее, чем контурные тату-машины, что позволяет в место вкола попасть большому количеству красителя.



Рис. 1-2-3. Пример тату-машинки

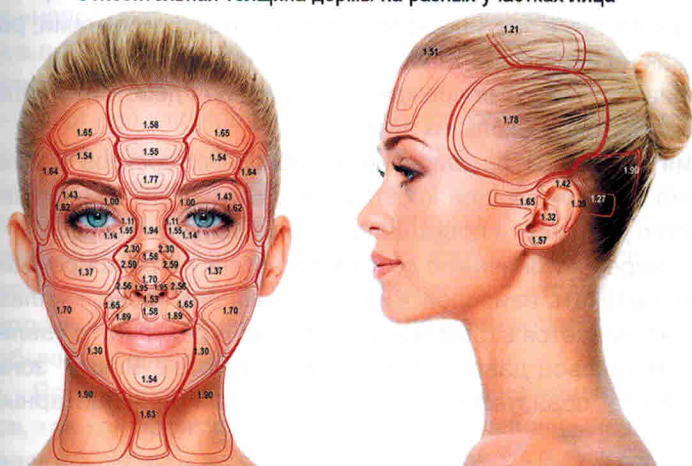
Поскольку перманентный макияж требует большей тонкости выполнения, то для него применяются иные устройства, которые позволяют специалисту самому регулировать частоту прокола, глубину и количество введенного пигмента (**рис. 1-2-4**). В таких машинках игла обычно расположена под углом,

что компенсирует удары. Глубина введения пигмента будет меньшей (0,1–1 мм, чаще 0,5–0,8 мм), чем в случае обычной татуировки, что обусловлено как меньшей толщиной кожи на лице (и существенными отличиями ее толщины на разных участках, **рис. 1-2-5**), так и желанием сохранить пигмент не столь длительное время, как в случае обычной татуировки.



Рис. 1-2-4. Пример машинки для выполнения перманентного макияжа

Относительная толщина дермы на разных участках лица



Относительная толщина эпидермиса на разных участках лица

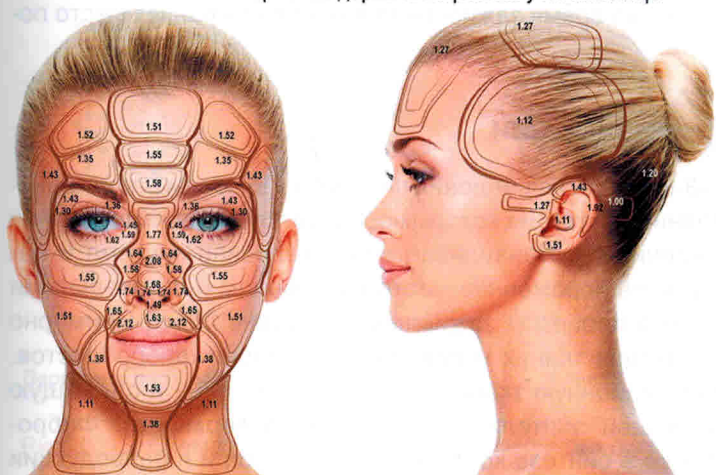


Рис. 1-2-5. Толщина эпидермиса и дермы на разных участках лица относительно участков с наименьшей толщиной: эпидермис — медиальная часть верхнего века; дерма — заднеушная область (Chopra K., et al., 2015)

3.10. Как повысить эффективность лазерного удаления татуировок: модернизации подходов

Существует целый ряд подходов, позволяющих повысить эффективность и безопасность лазерного удаления татуировок.

3.10.1. Техника многократной последовательной обработки татуировки в один сеанс

Метод R20

3–4-кратная обработка с интервалом 20 мин (после разрешения побеления обработанных тканей в результате образования микроавитационных пузырьков) (Kossida T., et al., 2012). Не получил на практике широкого распространения, поскольку временной интервал между проходами значительно удлиняет процедуру;

Метод R0 (оптимизация R20) с использованием перфтордекалина (ПФД)

Перфтордекалин — это инертная бесцветная фторуглеродная жидкость, которая быстро устраняет побеление за счет поглощения образующихся при разрушении пигментов татуировки газообразных продуктов (Reddy K.K., et al., 2013). Исчезает необходимость во временном интервале между проходами, удаление татуировки можно проводить в одну процедуру. ПФД уменьшает оптическое рассеивание вблизи поверхности кожи, так что повышенная плотность потока достигает глубоко расположенных частиц пигмента. Еще более практичным и эффективным является использованием пластыря (патча) с ПФД: он предотвращает испарение жидкого ПФД и усиливает тепловую защиту эпидермиса, поскольку прямой контакт между кожей, силиконовым материалом и ПФД позволяет более эффективно отводить тепло от поверхности кожи (Biesman B.S., Costner C., 2017).

Предыдущие исследования показали, что пластырь с ПФД (далее ПФД-пластырь) способствует быстрому многопроходному воздействию на татуировку лазерами с модуляцией добротности и пикосекундными лазерами и более быстрому ее очищению. Кроме того, использование ПФД-пластыря улучшало переносимость процедур и уменьшало частоту нежелательных явлений, связанных с повреждением эпидермиса, таких как эритема и отек (Feng H., et al., 2019). Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) в 2015 г. одобрило силиконовый ПФД-пластырь в качестве аксессуара для удаления татуировки с помощью лазера с модулированной добротностью (755 нм) у пациентов



Рис. 11-3-16. Результат применения метода R0: А — до; Б — во время сеанса обработки; В — после 1 сеанса воздействия ND:YAG/QS (Reddy K.K., et al., 2013)

с типами кожи I–III по Фицпатрику. В 2017 г. FDA разрешено использование и пикосекундных лазеров для этих целей, но остальные ограничения сохраняются, поскольку на сегодняшний день эффективность и безопасность ПДФ-пластыря подтверждены только у пациентов с фототипами кожи I–III по Фицпатрику. Вместе с тем потребность в совершенствовании методов лазерного удаления татуировок наиболее велика у пациентов с темной кожей, для которых характерен повышенный риск осложнений после лазерного воздействия, включая диспигментацию и рубцевание (Klein A., et al., 2014). Некоторые специалисты вместо ПДФ-патчей используют обычные гидрогелевые патчи, что также защищает кожу пациента и препятствует выделению в воздух вредных продуктов горения.

В своих исследованиях некоторые авторы показывают увеличение эффективности разрушения красителя за один сеанс, что позволяет сократить длительность курса (**рис. 11-3-16**). Однако другие исследователи не смогли подтвердить на практике подобные результаты. Необходимо также изучить риск увеличения осложнений при многократном воздействии лазера на один и тот же участок татуировки.

3.10.2. Сочетанные протоколы применения селективного лазерного удаления красителя татуировки с аблятивными методами

- Последовательное сочетание аблятивного воздействия, позволяющего частично удалить пигмент вместе с поверхностным слоем кожи, и селективного удаления красителя (после восстановления) (Цепколенко В.А., 2009);
- Сочетание селективной деструкции красителя с фракционными аблятивными методами (Weiss E.T., Geronemus R.G., 2011), SMA, что позволяет увеличить эффективность разрушения красителя, сокращать межпроцедурный интервал за счет активизации макрофагального ответа и минимизировать вероятность негативных побочных явлений.

3.10.3. Изменение режима подачи Q-switch-импульса

Вместо одиночного импульса (длительностью порядка десятков наносекунд), характерного для классических лазеров с модулированной добротностью, используют серию (цуг) наносекундных импульсов (длительностью в несколько нс) с миллисекундной последовательностью, реализованных в аппарате «Мультилайн» (Германия — Беларусь) (Хомченко В.В., Котаев Г.Г., 1997; Ляндрес И.Г., Хомченко В.В., 1999). Мощность каждого импульса в серии достаточна для разрушения красителя в тонком слое татуировки. Каждый последующий импульс в цуге воздействует все глубже и глубже, позволяя фрагментировать пигмент на всю глубину его залегания, что повышает эффективность каждого сеанса. При этом повреждение окружающих тканей снижено, так как для разрушения тонкого слоя красителя требуется меньшая плотность энергии (Trelles M.A., 2012). При использовании классического лазера с модулированной добротностью, когда подается одиночный импульс, плотность энергии для эффективного разрушения красителя на всю толщину татуировки должна быть гораздо выше, что увеличивает травматизацию окружающих тканей и риски осложнений. Снижение же мощности приводит к уменьшению эффективности и увеличению количества необходимых процедур для удаления татуировки.

Результаты использования этой технологии представлены на **рис. II-3-17, II-3-18**.

3.11. Развитие пикосекундных лазерных технологий и их сравнение с наносекундными

Пикосекундные лазеры находятся в центре внимания специалистов-косметологов. В настоящее время на рынке представлены в основном лазеры с тремя длинами волн — 755, 532 и 1064 нм. Также появились устройства, генерирующие излучение с длиной от 730 до 795 нм, разработанные непосредственно для разрушения сложноудаляемых пигментов голубых и зеленых цветов. Длительность импульса варьирует от 300 до 900 пс (чаще всего встречаются варианты 375, 550 и 750 пс), что в сравнении с наносекундными лазерами сокращено не на 3 порядка (как это следует из приставок нано- и пико-), а пока на 1–2 порядка.

В современных устройствах предложен новый вариант повышения эффективности технологии — фракционирование пикосекундного лазерного луча с помощью множества дифракционных или голографических линз. Фракционирование позволяет сконцентрировать более высокие пиковые энергии внутри лазерных микропучков, сохраняя при этом соседние ткани. Тканевые эффекты фракционированного пикосекундного лазера основаны

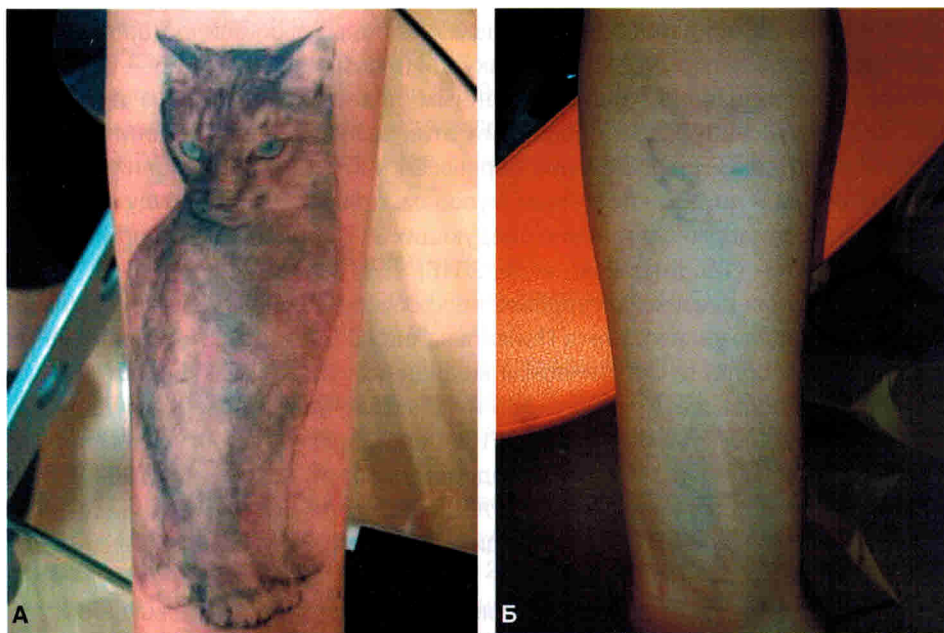


Рис. II-3-17. Результат лазерного удаления татуировки на аппарате «Мультилайн»: А — до; Б — после 4 сеансов с использованием Nd:YAP/QS + Nd:YAP/КТП/QS (фото Калашниковой Н.Г., 2017)



Рис. II-3-18. Результат лазерного удаления татуировки на аппарате «Мультилайн»: А — до; Б — после 5 сеансов с использованием Nd:YAP/QS + RUBY/QS (фото Калашниковой Н.Г., 2017)

на образовании ионизированной плазмы из большого количества оторванных электронов с формированием вакуоли плазменной абляции — явления, которое было названо «индуцированным лазером оптическим пробоем» (Wu D.C., et al., 2021). За пределами этих вакуолей повреждения тканей не наблюдается. Затем в течение первых 24 ч эти вакууоли заполняются меланотическим и другим клеточным мусором, прежде чем они будут перемещены через эпидермис в течение следующих 3–7 дней и после окончательно элиминированы (Tanghetti E.A., et al., 2016).

Для удаления цветных татуировок профессор кафедры дерматологии медицинской школы университета Пенсильвании (США), автор многочисленных публикаций в области эстетической медицины доктор Эрик Бернштейн рекомендует использовать вначале 785-нм пикосекундный лазер для удаления голубого и зеленого пигмента, затем 1064-нм — для удаления черных чернил (и желательно именно в такой последовательности, потому что 1064-нм излучение, хотя и довольно хорошо поглощается зелеными и голубыми чернилами, не разрушает их, а лишь приводит к нагреванию), а затем 532-нм — для удаления красного пигмента.

Многочисленные исследования заявляют о существенном повышении эффективности разрушения красителя за счет его фрагментации на более мелкие частицы (**рис. II-3-19**) (Wu D.C., et al., 2021).

В крупном систематическом обзоре публикаций представлены доказательства относительно большей эффективности и безопасности пикосекундных лазеров для удаления татуировок по сравнению с их наносекундными аналогами (Reiter O., et al., 2016). В 7 исследованиях с участием 160 человек

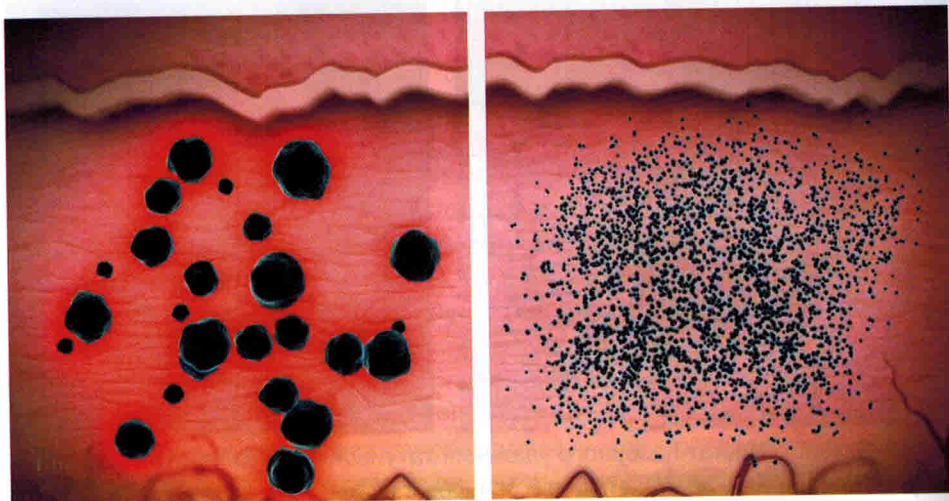


Рис. II-3-19. Сравнительная схема фрагментации красителя татуировки нано- и пикосекундными лазерами