

# Оглавление

Список сокращений .....	10
Вступление .....	11

## ЧАСТЬ I

### УЛУЧШЕНИЕ ЗАЖИВЛЕНИЯ КОЖИ И ПРОФИЛАКТИКА ПАТОЛОГИЧЕСКИХ РУБЦОВ В ПРАКТИКЕ КОСМЕТОЛОГА

<b>Глава 1. Как происходит заживление .....</b>	<b>13</b>
1.1. Гемостаз .....	13
1.1.1. Сужение сосудов (вазоконстрикция) .....	14
1.1.2. Формирование тромбоцитарной пробки (первичный гемостаз) .....	15
1.1.3. Коагуляция и формирование тромба (вторичный гемостаз) .....	15
1.2. Воспаление .....	15
1.2.1. Роль нейтрофилов в процессе заживления раны .....	16
1.2.2. Макрофаги — главные дирижеры процесса заживления и рубцевания .....	16
1.2.3. Вклад тучных клеток в процесс заживления раны и патологического рубцевания .....	20
1.3. Пролиферация .....	21
1.3.1. Образование новых сосудов (Альбанова В.И.) .....	22
1.3.2. Выраженный воспалительный ответ и неэффективный ангиогенез как предикторы патологического рубцевания .....	24
1.4. Ремоделирование и реэпителизация (Альбанова В.И.) .....	27
1.5. Роль микробиома кожи в заживлении ран. Перспективы применения пробиотиков .....	28
<b>Глава 2. Как обеспечить нормальное заживление (Альбанова В.И.) .....</b>	<b>32</b>
2.1. Сроки заживления .....	32
2.2. Общие принципы обеспечения нормального заживления .....	32
2.3. Факторы, нарушающие нормальное заживление .....	33
2.4. Как устранить препятствия к нормальному заживлению .....	34
2.5. Что могут сделать косметолог и пластический хирург, чтобы улучшить заживление .....	37
2.6. Нутрицевтическая поддержка процесса заживления кожи: что может посоветовать косметолог .....	40
2.6.1. Аминокислоты .....	41
Аргинин .....	41
Пролин .....	42
N-ацетилцистеин .....	43
Глутамин .....	43

2.6.2. Сывороточные белки .....	43
2.6.3. Цинк .....	43
2.6.4. Витамины .....	44
Витамин А .....	44
Витамин Е .....	44
Витамин С .....	44
2.6.5. Растительные экстракты и натуральные соединения .....	45

### **Глава 3. Косметологические подходы к профилактике патологического рубцевания и коррекции рубцов .....**

3.1. Предпроцедурная подготовка. Оценка регенераторного потенциала и риска патологического рубцевания при помощи генетического тестирования (Юцковская Я.А.) .....	47
3.1.1. Оценка воспалительного потенциала .....	48
3.1.2. Оценка регенераторного потенциала .....	49
3.1.3. Оценка рисков патологического рубцевания .....	50
3.2. Интраоперационная профилактика .....	51
3.2.1. Бесшовное соединение краев раны .....	53
3.3. Постпроцедурные меры профилактики .....	54
3.3.1. Уменьшение натяжения краев раны .....	54
3.3.2. Увлажнение кожи .....	54
3.3.3. Применение местных средств, содержащих луковый экстракт .....	55
3.3.4. Профилактическое применение лазерной терапии (Брагина И.Ю., Шарова А.А.) .....	55
3.3.5. Защита от солнечного излучения .....	55

## ЧАСТЬ II

### ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗНООБРАЗИЕ КЛИНИЧЕСКИХ ФОРМ РУБЦОВ

<b>Глава 1. Этиопатогенез и классификация рубцов .....</b>	<b>58</b>
1.1. Основополагающие факторы патологического рубцевания .....	58
1.2. Классификация рубцов .....	60
1.3. Как формируется патологический рубец .....	62
1.3.1. Строение дермального слоя .....	63
Базальная мембрана .....	63
Дермальный слой .....	64
Клетки дермы .....	65
1.3.2. Изменение в строении дермы и базальной мембраны при рубцевании .....	66

<b>Глава 2. Определение клинических характеристик рубцов как основа для выбора метода коррекции и оценки достигнутых результатов</b> .....	68
2.1. Инструментальная диагностика (Парамонов Б.А.) .....	68
2.1.1. Оценка цвета .....	68
2.1.2. Оценка метрических параметров .....	69
2.1.3. Оценка биомеханических свойств кожи .....	69
2.1.4. Акустические методы .....	70
2.1.5. Другие методы исследования .....	70
2.2. Ванкуверская шкала оценки рубцов .....	71
2.3. Дифференциальная диагностика .....	72

### ЧАСТЬ III

#### ГИПЕРТРОФИЧЕСКИЕ И КЕЛОИДНЫЕ РУБЦЫ

<b>Глава 1. Причины появления и клинические особенности</b> .....	75
<b>Глава 2. Консервативные методы коррекции</b> .....	79
2.1. Компрессионная терапия .....	79
2.1.1. Силиконовые пластины и гель в лечении рубцов .....	80
Механизм действия .....	81
Способ применения .....	84
Основные терапевтические эффекты .....	84
2.2. Наружная и внутриочаговая лекарственная терапия (Парамонов Б.А.) .....	85
2.2.1. Использование топических препаратов .....	85
Влияние различных факторов на проницаемость кожи .....	86
Усилители проникновения лекарственных препаратов (энхансеры) .....	87
2.2.2. Физические способы введения лекарственных препаратов в рубцы .....	88
Фонофорез (сонофорез) .....	88
Электрофорез (ионофорез) .....	88
Электропорация .....	89
Фото- и лазерофорез .....	89
2.2.3. Инъекционное введение препаратов .....	89
2.3. Характеристика основных местных и инъекционных препаратов для терапии патологических рубцов .....	90
2.3.1. Глюкокортикостероидные препараты (Парамонов Б.А.) .....	90
2.3.2. Ферментные препараты (Парамонов Б.А.) .....	93
2.3.3. Экстракт лука .....	94
2.3.4. 5-Фторурацил .....	95
2.3.5. Иммуномодуляторы .....	96
2.3.6. Ботулинотерапия .....	97

<b>Глава 3. Лазерная терапия</b> .....	<b>98</b>
3.1. Характеристика основных типов лазерного излучения, применяемых для коррекции патологических рубцов .....	99
3.1.1. Сосудистые лазеры .....	99
3.1.2. Лазерная шлифовка .....	100
3.1.3. Аблятивные фракционные лазеры .....	100
3.1.4. Пространственно-модулированная абляция (Калашникова Н.Г., Уракова Д.С.) .....	102
3.1.5. Неаблятивные фракционные лазеры .....	102
3.2. Коррекция клинических проявлений гипертрофических и келоидных рубцов при помощи лазерной терапии .....	104
3.2.1. Нарушения пигментации .....	104
Гиперпигментация .....	104
Гипопигментация .....	104
3.2.2. Эритема .....	104
3.2.3. Текстура, эластичность, высота/толщина рубца .....	105
3.2.4. Боль и зуд .....	106
3.3. Тенденция к раннему старту лазерной терапии .....	107
3.4. Подготовка и реабилитация после лазерной терапии .....	107
3.4.1. Подготовка области предстоящей коррекции и превентивная антибиотикотерапия .....	108
3.4.2. Обезболивание .....	108
3.4.3. Постпроцедурный уход .....	108
3.5. Особенности лазерной терапии у пациентов с темными фототипами кожи .....	109
3.6. Профиль безопасности лазерной коррекции рубцов .....	109
<b>К вопросу о выборе лазерной методики при работе с рубцами и стриями</b> .....	<b>110</b>
<b>Глава 4. Другие аппаратные и физиотерапевтические методы</b> (Брагина И.Ю., Шарова А.А.) .....	<b>114</b>
4.1. Лучевая терапия .....	114
4.2. Криотерапия .....	114
4.2.1. Внутривошковая криотерапия .....	116
4.3. Механовакуумная терапия .....	118
4.4. Ультразвуковая терапия .....	118
4.5. Микротоковая терапия .....	119
4.6. Контролируемая микрокристаллическая дермабразия .....	119

<b>Глава 5. Стратегия лечения</b> .....	120
5.1. Незрелые эритематозные гипертрофические рубцы .....	120
5.2. Линейные гипертрофические рубцы .....	120
5.3. Обширные ожоговые гипертрофические рубцы .....	121
5.4. Малые келоидные рубцы .....	122
5.5. Крупные келоидные рубцы .....	123

#### ЧАСТЬ IV

### ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ АТРОФИЧЕСКИЕ РУБЦЫ

<b>Глава 1. Причины появления и клинические особенности</b> .....	126
<b>Глава 2. Методы косметологической коррекции</b> .....	127
2.1. Фракционная лазерная терапия .....	127
2.2. Волюметрическая коррекция при помощи филлеров .....	128
2.3. Реструктуризация дермального матрикса .....	129
2.3.1. Коллаген .....	129
2.3.2. Гидроксипатит кальция .....	130
2.4. Липофилинг (трансплантация аутологичной жировой ткани) .....	131
2.5. Комбинированная коррекция .....	132

#### ЧАСТЬ V

### СТРИИ (РАСТЯЖКИ)

<b>Глава 1. Причины появления и клинические особенности</b> .....	135
1.1. Распространенность и факторы риска появления растяжек .....	135
1.2. Механизмы развития и классификация .....	136
<b>Глава 2. Профилактика образования стрий</b> .....	139
<b>Глава 3. Методы косметологической коррекции</b> .....	140
3.1. Местная терапия .....	140
3.2. Методы аппаратной косметологии .....	142
3.2.1. Лазерная терапия .....	142
Аблятивный фракционный фототермолиз (Уракова Д.С.) .....	142
Неаблятивный фракционный фототермолиз .....	142
Клинические случаи из практики (Уракова Д.С.) .....	144
3.2.2. Интенсивный импульсный свет (IPL) (Уракова Д.С.) .....	145
3.2.3. Радиочастотная терапия .....	145
3.2.4. Микронидлинг .....	147
3.2.5. Микродермабразия .....	147
3.3. Инъекционные методы .....	148

3.3.1. Обогащенная тромбоцитами плазма	148
3.3.2. Карбокситерапия	149
3.3.3. Коллагенотерапия	149
3.3.4. Гидроксиапатит кальция	149
3.3.5. Поли-L-молочная кислота	149
3.4. Выбор тактики при коррекции стрий	150

## ЧАСТЬ VI РУБЦЫ ПОСТАКНЕ

<b>Глава 1. У кого возникает постакне</b>	<b>153</b>
<b>Глава 2. Патогенез постакне и общие подходы к его профилактике и коррекции</b>	<b>155</b>
2.1. Расширенные поры	155
2.2. Рубцы постакне	155
2.3. Нарушение пигментации и застойные пятна	158
<b>Глава 3. Световые методы (Уракова Д.С., Калашникова Н.Н.)</b>	<b>159</b>
3.1. Коррекция рубцов и рельефа кожи	159
3.1.1. Атрофические рубцы	160
3.1.2. Гипертрофические и келоидные рубцы	162
3.2. Коррекция пигментации	163
3.3. Комбинация лазерной терапии с другими методами	164
3.3.1. Лазерная терапия и филлеры мягких тканей	164
3.3.2. Комбинированная коррекция атрофических рубцов постакне с использованием фракционного Er:YAG-лазера и обогащенной тромбоцитами плазмы	167
3.4. Постпроцедурные рекомендации	169
<b>Глава 4. Другие аппаратные методы</b>	<b>170</b>
4.1. RF-терапия	170
4.2. Микронидлинг	173
4.3. Дермабразия и микродермабразия	173
<b>Глава 5. Инъекционные методы и местные средства</b>	<b>175</b>
5.1. Дермальные филлеры	175
5.2. Мезотерапия, биоревитализация, карбокситерапия	176
5.3. Химический пилинг	176
5.4. Косметические средства	177
<b>Источники и рекомендуемая литература</b>	<b>181</b>

## Глава 2

# Определение клинических характеристик рубцов как основа для выбора метода коррекции и оценки достигнутых результатов

Рубцовая деформация ткани в зоне повреждения может иметь различную площадь и выраженность в зависимости от характеристик повреждающего фактора и индивидуальных особенностей пациента. Оценка состояния рубца крайне важна как для контроля за динамикой процесса рубцевания, так и для оценки эффективности проводимой терапии. Для этого могут быть применены как объективные методы диагностики, так и субъективные шкалы.

### 2.1. Инструментальная диагностика

Объективная количественная оценка состояния рубцов проводится с помощью различных инструментальных методов. Методы инструментальной оценки состояния рубцов условно можно разделить на 4 группы (Парамонов Б.А., 2015):

- 1) оценка цвета (васкуляризация, пигментация);
- 2) метрические переменные (количество, объем, высота);
- 3) биомеханические свойства (прочность, эластичность и т.п.);
- 4) физиологические изменения, отражающие функциональное состояние ткани.

#### 2.1.1. Оценка цвета

Для оценки цвета кожи используют различные варианты **спектрометрии**. Спектрометрия основана на отражении и поглощении цвета и описывает:

- яркость и изменения по осям «красное — зеленое» и «желтое — голубое»;
- абсорбцию красного и зеленого света меланином и гемоглобином соответственно.

Отметим, что даже фотографирование рубцов в стандартизованных условиях не дает полного представления об их состоянии. В связи с этим создаются компьютерные программы для оценки фотографий. Но данные технологии сложны, дорогостоящи и до сих пор не нашли широкого применения в клинической практике.

Для оценки состояния кровообращения используются различные варианты **доплерографии**. Известно, что в растущих рубцах кровообращение значительно более активно, чем в созревших.

К сожалению, и спектрометрия, и доплерография позволяют оценить кровоток лишь на небольших по площади участках рубца. В итоге информативность этих методов относительно невелика, что связано с лабильностью кровообращения в покровных тканях. Кроме того, они нацелены прежде всего на кровотоковую составляющую и скорее оценивают выраженность зритемы.

### 2.1.2. Оценка метрических параметров

Среди метрических методов наиболее широко применяется **планиметрия** — она необходима не только для первичного определения площади рубца, но и для оценки его динамики (контракции, растяжения) с течением времени. Одной из проблем метода является то, что по мере созревания рубца его края меняют форму и четкость переходной зоны.

При развитии гипертрофических рубцов толщина кожи возрастает многократно, а при атрофических рубцах отмечается обратная тенденция. Высота рубца имеет определенное диагностическое значение, но она отражает только видимую его часть. Было бы более правильно применять термин «проекция» — расстояние между наиболее глубокой и высокой точками рубца. Измерить его довольно сложно, поскольку основная часть рубца находится в глубине кожи (в этом плане его можно сравнить с айсбергом). По этой причине попытки измерения лишь выступающей части рубца обладают малой диагностической ценностью.

К перспективным методам диагностики рубцов можно отнести **ультразвуковое исследование** — для этого необходимы УЗ-сканеры, работающие на частоте 20 МГц. С их помощью можно определить границы рубцовой ткани, а также ее структурные особенности.

### 2.1.3. Оценка биомеханических свойств кожи

Методы, направленные на исследование биомеханических свойств кожи, делятся по направлению действия внешней силы на вертикальные, реализующие эффект через давление или сакцию (от англ. suction — втягивать), и горизонтальные, основанные на торсионном растяжении ткани.



**Сакционные методы** реализуются при создании на локальном участке рубца отрицательного давления, в результате чего происходит деформация кожи, степень выраженности которой можно измерить и проанализировать. Методы, основанные на оказании давления на ткань (тонометрия, дюрометрия), могут с успехом применяться на рубце, но при его расположении над костями дают ложный результат.

**Торсионные методы** измеряют силу торсионной (скручивающей) деформации кожи и также могут иметь определенную диагностическую ценность.

Методы, основанные на растяжении кожи (**экстензометрия**), применялись для диагностики рубцов ранее и не дали сколь-нибудь значимых научных результатов.

#### 2.1.4. Акустические методы

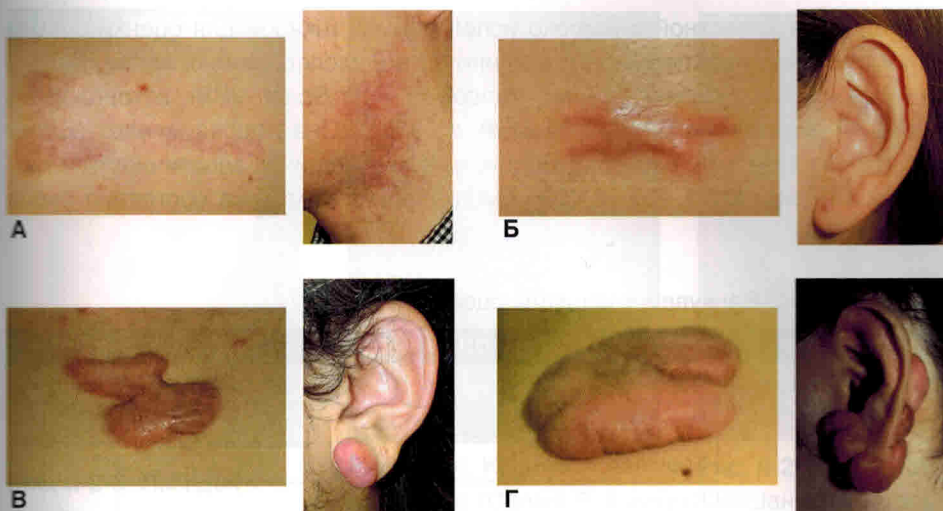
Для оценки гетерогенности рубцовой ткани могут использоваться **методы измерения анизотропии скорости звуковых волн в рубцовых тканях *in situ*** (в диапазоне 5–8 кГц). Более высокая скорость распространения звуковой волны по плотным структурам позволяет выявить анизотропию расположения коллагеновых волокон в интактной коже (например, выявить линии Лангера), а в рубце она отражает особенности расположения соединительной ткани и ее неоднородность.

#### 2.1.5. Другие методы исследования

Известно, что парциальное давление (напряжение) кислорода в тканях коррелирует со степенью зрелости рубца, — выявить это помогает **полярография**. Вместе с тем данный метод не может претендовать на высокую информативность, поскольку напряжение кислорода в тканях легко меняется за секунды на десятки процентов вследствие высокой лабильности кровоснабжения.

Другой подход заключается в исследовании водного баланса рубца, что можно сделать путем определения **импеданса, теплопроводности, инфракрасной спектроскопии, оптической когерентной томографии, дифференциальной сканирующей калориметрии или КВЧ-диэлектрометрии**. Водный баланс кожи необходимо изучать на разных уровнях: в роговом слое, эпидермисе и дерме. В идеале при проведении диагностики все эти методы нужно использовать одновременно. Выявленные нарушения водного баланса в рубцах могут стать критериями для оценки терапевтической эффективности препаратов.

**Гистологические и гистохимические методы** исследования имеют вспомогательное значение.



**Рис. II-2-1.** Оценка толщины рубца: А — плоский; Б — слабовыраженный, < 2 мм; В — умеренный, 2–5 мм; Г — сильновыраженный, > 5 мм (Ogawa R., et al., 2019)



**Рис. II-2-2.** Оценка васкуляризации: А — нормальная; Б — розовая; В — красная; Г — багровая (Ogawa R., et al., 2019)

## 2.2. Ванкуверская шкала оценки рубцов

Перечисленные инструментальные методы малодоступны и используются преимущественно в крупных специализированных центрах и соответствующих клинических исследованиях. В повседневной же клинической практике мониторинг состояния рубцов и оценку эффективности их лечения осуществляют посредством субъективных шкал. С помощью этих шкал определяют размер, цвет, толщину, плотность, эластичность, пигментацию, структуру поверхности и васкуляризацию рубцов, которые оцениваются врачом визуально и пальпаторно.

Наиболее известной и широко используемой шкалой для оценки рубцов как в рутинной практике, так и в клинических исследованиях является Ванкуверская шкала оценки рубцов (Vancouver Scar Scale, VSS), которая была впервые предложена Sullivan T., et al. в 1990 г. Она подразумевает оценку четырех параметров: васкуляризации, высоты/толщины, эластичности и пигментации (**рис. II-2-1, II-2-2**). Чем выше оценка, тем хуже состояние рубца (**табл. II-2-1**).

**Таблица II-2-1.** Ванкуверская шкала оценки рубцов

ПАРАМЕТР	ХАРАКТЕРИСТИКА РУБЦА	ОЦЕНКА В БАЛЛАХ
Васкуляризация	Нормальный	0
	Розовый	1
	Красный	2
	Багровый	3
Пигментация	Нормальный	0
	Гипопигментация	1
	Гиперпигментация	2
Эластичность	Нормальный	0
	Мягкий, податливый	1
	Упругий	2
	Твердый	3
	Плотный, натянутый, но не спаянный с окружающими тканями	4
	Контрактура	5
Высота/толщина	Плоский	0
	< 2 мм	1
	2–5 мм	2
	> 5 мм	3
	Общая оценка	макс. 13

### 2.3. Дифференциальная диагностика

Келоидные и гипертрофические рубцы могут иметь внешнее сходство с доброкачественными (псевдолимфома, смешанная опухоль кожи, ксантогранулема, дерматофиброма, лейомиома) и злокачественными (дерматофибросаркома выбухающая, плоскоклеточный рак и амеланотическая меланома) опухолями кожи (**рис. II-2-3–II-2-7**).

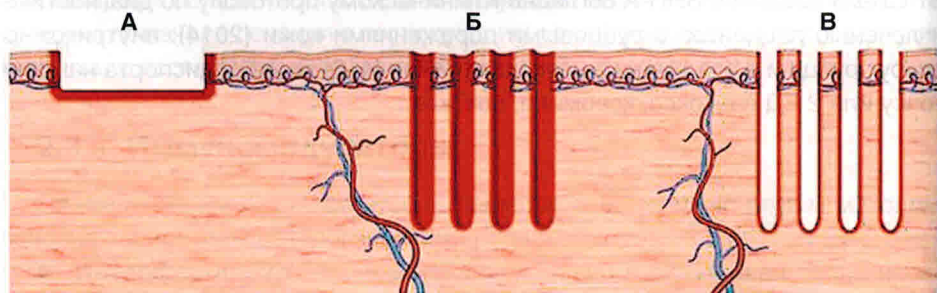
Как правило, в случае патологического рубца пациент может связать его появление с фактом повреждения кожи. Истинные келоидные рубцы могут

## Глава 3

# Лазерная терапия

Все методы лазерного воздействия на рубцовую ткань можно разделить на неаблятивные (диодные лазеры, Nd:YAG, импульсные лазеры на красителях) и аблятивные (Er:YAG и CO<sub>2</sub>). Последние, в свою очередь, делятся на методы, выполняемые полным лучом и фракционированным лучом (фракционные методы) (рис. III-3-1). На уровне кожи хромофором-мишенью для лазерного излучения могут служить гемоглобин, меланин и вода, что позволяет воздействовать на широкий спектр клинических проявлений патологического рубца, таких как эритема, гипопигментация, гиперпигментация, атрофия, гипертрофия, нарушение эпителизации и обусловленные рубцовой деформацией нарушения подвижности, а также субъективные симптомы в виде боли и зуда.

Фракционные лазеры, особенно аблятивные фракционные лазеры (АФЛ), обладают наибольшим потенциалом для коррекции всего спектра клинических проявлений патологического рубца. Однако оптимальный подход к коррекции обычно подразумевает применение нескольких типов лазерного излучения в рамках одной или отдельных процедур.



**Рис. III-3-1.** Различия между лазерной шлифовкой (А), неаблятивным (Б) и аблятивным (В) фракционным лазерным воздействием

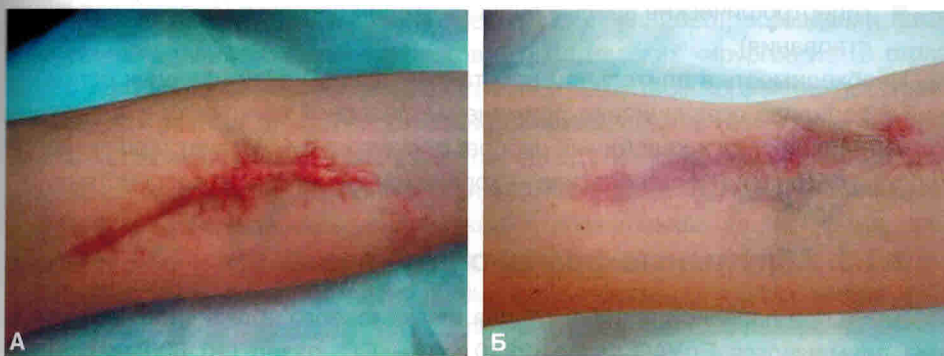
## 3.1. Характеристика основных типов лазерного излучения, применяемых для коррекции патологических рубцов

### 3.1.1. Сосудистые лазеры

Ангиофототермолиз поверхностных тканей выполняют посредством импульсных лазеров на красителях (PDL) с длиной волны 585 нм, диодного (1450 нм), неодимового лазера на алюмоиттриевом гранате (Nd:YAG, 1064 нм) и неодимового лазера с удвоенной частотой Nd:YAG/КТП (532 и 540 нм). Главным хромофором для данных видов излучения являются различные виды гемоглобина, что позволяет селективно воздействовать на сосуды патологической ткани с минимальным повреждением окружающей кожи.

Механизм действия импульсных сосудистых лазеров заключается в уменьшении васкуляризации рубцовой ткани путем микроваскулярной деструкции, тромбоза с последующей ишемией, ведущей к уменьшению доставки питательных веществ, снижению экспрессии TGF- $\beta$ 1, индукции и урегулированию MMP, имеющихся в ткани келоида, нарушению отложения коллагена. Уменьшение васкуляризации сказывается на внешнем виде рубца — устраняется гиперемия, а в случае гипертрофических и келоидных рубцов индуцируется их более быстрое созревание с целью последующих аблятивных воздействий (рис. III-3-2).

Для пациентов с плоскими красными рубцами сосудистые лазеры являются методом выбора. Когда несколько лазерных устройств используются в рамках одной процедуры в одной и той же области, сосудистые лазеры должны применяться в первую очередь, так как другие вмешательства часто приводят к реактивной эритеме, отеку и выделениям в области коррекции.



**Рис. III-3-2.** Гипертрофический рубец до (А) и через 5 мес после 4 сеансов лазерной коагуляции сосудов Nd:YAG/КТП-лазером (Б)

(фото: Калашникова Н.Г., Уракова Д.С.)

Как правило, после обработки рубца сосудистым лазером прибегают к АФЛ. Когда используется комбинированная лазерная терапия, настройки должны выбираться разумно, чтобы избежать чрезмерного термического повреждения в конкретной области (Seago M., 2020).

### 3.1.2. Лазерная шлифовка

Применение лазерного излучения дальнего инфракрасного диапазона — эрбиевого лазера на алюмоиттриевом гранате (Er:YAG, 2940 нм) и углекислотного лазера (CO<sub>2</sub>-лазер, 10 600 нм) — в виде полного луча получило название лазерной шлифовки. Основным хромофором для данного излучения является вода. Воздействие лазерного излучения на ткани вызывает фототермический эффект в виде абляции (испарения поверхностных слоев ткани) за счет высокого коэффициента поглощения его водой. При этом формируется раневая поверхность, происходит сглаживание неровностей рельефа между рубцовой тканью и окружающей кожей. Лазерная шлифовка позволяет улучшить внешний вид и эластичность рубца на 50–80%. Непосредственно после процедуры наблюдается естественная реакция ткани на повреждение: гиперемия, отек, серозное отделяемое. В зависимости от глубины абляции заживление раны может длиться от 7 до 21 дня.

Основным побочным эффектом является гиперпигментация, которая исчезает в течение 2 мес. К возможным послеоперационным осложнениям относится инфицирование, которое может стать причиной повторного грубого рубцевания. Поэтому так важно после лазерной шлифовки создавать асептические условия для заживления раны (обработка раны антибиотиками, антисептическими средствами, ношение асептической повязки).

Показания к применению лазерной абляции:

- гипо- и атрофические зрелые рубцы;
- гипертрофические зрелые рубцы в стадии регресса (более 2 лет существования).

Необходимость в длительном восстановительном периоде, риск осложнений и рецидива ограничивают применение лазерной шлифовки в коррекции гипертрофических и келоидных рубцов, поскольку существует эффективная и более безопасная альтернатива — фракционное лазерное воздействие.

### 3.1.3. Аблятивные фракционные лазеры

Как и при лазерной шлифовке, для фракционного аблятивного воздействия применяются Er:YAG-лазер (2940 нм) и CO<sub>2</sub>-лазер (10 600 нм), однако облучение кожи происходит не сплошным потоком света, а отдельными микролучами, что приводит к испарению цилиндрических вертикальных микроколонок ткани (абляции) с окружающей их зоной коагуляции, получается,



**Рис. III-3-3.** Гипертрофический рубец в стадии регресса до (А) и через 3 мес после 1 сеанса лазерной абляции Er:YAG-лазером (Б)  
(фото: Калашникова Н.Г., Уракова Д.С.)

точечные зоны повреждения чередуются с интактной кожей. Максимальная глубина абляции, доступная при современных лазерных технологиях, составляет приблизительно 3,5–4 мм. Фракционные CO<sub>2</sub>-лазеры создают несколько бо́льшую зону коагуляции, окружающую подвергшуюся абляции микроколону, чем Er:YAG-лазеры, из-за меньшего удельного поглощения и большей диффузии тепла. Глубина и плотность расположения микроколонок определяется оператором, что позволяет индивидуально подойти к коррекции конкретного патологического рубца.

Накопленный клинический опыт применения АФЛ свидетельствует о значительных клинических улучшениях объективных характеристик патологических рубцов — высоты, текстуры, цвета, эластичности, и субъективных симптомов в виде боли и зуда, что также подтверждается гистологическими признаками нормализации ткани в области рубца (рис. III-3-3).

Согласно Международным консенсусным рекомендациям по лазерной терапии посттравматических рубцов (Seago M., et al., 2020), в создании которых приняли участие 26 дерматологов и пластических хирургов из 13 стран мира, АФЛ являются наиболее эффективным средством коррекции посттравматических рубцов, при этом большинство специалистов (68%) отдают предпочтение фракционному CO<sub>2</sub>-лазеру перед Er:YAG-лазером в связи с большей доступной глубиной проникновения, более эффективным термическим действием и обилием научных публикаций, посвященных клиническому применению CO<sub>2</sub>-лазера. Сопоставление эффективности фракционного Er:YAG и CO<sub>2</sub>-лазера было осуществлено лишь в двух небольших исследованиях, и их результаты также засвидетельствовали превосходство CO<sub>2</sub>-лазера по клинической эффективности (Khatri K.A., et al., 1999; Choi J.E., et al., 2014). Исключением из общей картины может служить лазерная коррекция рубцов у пациентов с IV-VI фототипами кожи по Фицпатрику, в этом случае Er:YAG-лазер предпочтительней, поскольку характеризуется более низким риском развития

поствоспалительной гиперпигментации (ПВГ), возможно, вследствие менее выраженного термического эффекта.

Выбор низкой плотности покрытия микротермальных лечебных зон является общепринятым стандартом среди авторов консенсусных рекомендаций. Такой подход позволяет минимизировать чрезмерное термическое повреждение при применении АФЛ для коррекции гипертрофических травматических рубцов и контрактур, особенно при использовании высоких показателей энергии импульса (**табл. III-3-1**). Сочетание высоких показателей энергии импульса и плотности покрытия ведет в большинстве случаев к усугублению патологического рубца (Seago M., et al., 2020).

**Таблица III-3-1.** Оптимальное соотношение показателей энергии импульса и плотности покрытия для распространенных аблятивных фракционных лазерных устройств (Lumenis UltraPulse™, Deep FX™, SCAAR FX™, Израиль) (Seago M., 2020)

ПАРАМЕТР	ВЫСОКОЕ ЗНАЧЕНИЕ	УМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ	НИЗКОЕ ЗНАЧЕНИЕ
Энергия импульса	> 80 мДж (глубина абляции > 1,8 мм; применять только с низкой плотностью покрытия)	30–80 мДж (глубина абляции 0,9–1,8 мм; применять с низкой/умеренной плотностью покрытия)	< 30 мДж (глубина абляции < 0,9 мм; применять с умеренной плотностью покрытия)
Плотность покрытия	≥ 10% (применять с осторожностью, только с низким показателем энергии импульса)	5%	1–3%

### 3.1.4. Пространственно-модулированная абляция

Пространственно-модулированная абляция (SMA-метод) — это особый вид воздействия, который условно можно отнести к группе методов фракционного фототермолиза. SMA-воздействие осуществляется на всю поверхность рубца с чередованием зон с максимальным и минимальным повреждением. В отличие от всех фракционных методов, ведущим механизмом, реализующим эффект ремоделирования тканей при SMA-воздействии, является фото-механический, а не фототермический (**рис. III-3-4**).

### 3.1.5. Неаблятивные фракционные лазеры

Излучение среднего инфракрасного диапазона умеренно поглощается содержащейся в тканях водой, при этом происходит не абляция ткани, а коагуляция в виде вертикальных микроколонок на глубине приблизительно до 1,5 мм, по этой причине лазерное излучение с подобным механизмом действия получило название неаблятивного.