

Коррекция посттравматической пигментации после агрессивных лазерных процедур

Брагина Ирина Юрьевна, к.м.н., врач - дерматолог, косметолог, физиотерапевт, геронтолог. Эксперт-инструктор Европейской Лазерной Академии Здоровья LA&NA, вице-президент Медицинской Лазерной Академии России (МЛАР), член Американского общества лазерной медицины и хирургии (ASLMS), член Общества эстетической медицины России (ОЭМ) специалист в области лазерных технологий и реабилитации. Научный руководитель лазерного направления и куратор бренда Fotona ГК "СпортМедИмпорт".

Поствоспалительная гиперпигментация (PIH) – наиболее часто встречающееся приобретенное нарушение пигментации. Распространенность и интенсивность данной эстетической проблемы связаны с причиной, длительностью и интенсивностью предшествующего пигментации воспаления.

Поствоспалительная гиперпигментация – потемнение кожи, происходящее после воспалительного высыпания или кожной травмы. Данное состояние является результатом ответа меланоцитов на повреждение кожи, что вызывает увеличение производства меланина и/или его перераспределение.

Патогенез PIH

Гиперпигментация имеет следующий механизм развития. Воспалительные процессы в дерме и эпидермисе приводят к выделению и окислению арахидоновой кислоты с образованием простагландинов, лейкотриенов и др. Эти факторы воспаления повреждают работу иммунных клеток и меланоцитов. В зависимости от глубины поражения развивается эпидермальный или дермальный меланоз.

Эпидермальная форма поствоспалительной пигментации характеризуется увеличением производства и переноса меланина в окружающие кератиноциты. Клинически отложение гранул меланина реализуется в потемнении кожи.

Внутридермальная форма ПВГ является следствием вызванного воспалением повреждения базальных кератиноцитов, которые выделяют большое количество меланина. Свободный пигмент фагоцитируется в верхней дерме макрофагами, которые теперь называются меланофагами, и придает коже сине-серый вид в месте повреждения.

Другие факторы формирования PIH:

- влияние УФ-излучения, провоцирующее тирозиназозависимый меланогенез. Происходит перенос меланом в кератиноциты;

- генетика, прием медикаментов, антибиотиков. В данных случаях происходит выброс меланостимулирующего гормона, что приводит к повышению чувствительности кожи к УФ;
- эндокринопатии, КОК (эстроген), беременность. Активируется выработка тирозиназы, вследствие чего повышается синтез меланина.

У женщин предрасположенность к развитию РИН в разы выше, чем у мужчин.

Роль эндокринной и иммунной систем в развитии посттравматической пигментации

Формирование РИН в значительной мере зависит от работы иммунной и эндокринной систем.

Весомую роль в образовании посттравматической пигментации играют гормоны стресса. Кортикотропин стимулирует секрецию адренокортикотропного гормона гипофиза и кортизола. Кроме того, под его влиянием из нервных ганглиев и нервных окончаний высвобождаются гормоны симпатической нервной системы.

При стрессе в крови повышается концентрация андрогенных гормонов. Тестостерон вызывает спазм сосудов кожи в зонах с повышенным содержанием рецепторов. Наблюдается ухудшение местной реактивности тканей. Данные процессы даже при незначительной травматизации или воспалении кожи могут привести к хронизации воспаления и появлению келоидных рубцов.

Стресс оказывает на иммунитет подавляющее действие, главным образом, за счет повышения концентрации глюкокортикоидов. Они угнетают выработку ряда провоспалительных цитокинов (ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО-а и др.), снижают количество циркулирующих лимфоцитов, макрофагов и базофилов, при длительной экспозиции вызывают апоптоз лимфоцитов и атрофию тимуса.

При депрессии наблюдается переизбыток секреции кортизола в коре надпочечников. Этот гормон не может повлиять на гипоталамус и гипофиз и прекратить выработку гормонов стресса. Иммунитет оказывается ослабленным, поскольку длительное время все силы организма были брошены на преодоление стрессовой ситуации, пренебрегая интересами иммунной системы.

Влияние гормонов на процессы в коже

Кортикостероиды и адренокортикотропный гормон гипофиза	Ингибируют митотическую активность фибробластов, но ускоряют их дифференцировку
Минералокортикоиды	Усиливают воспалительную реакцию, стимулируют развитие всех элементов соединительной ткани, ускоряют эпителизацию
Соматотропный гормон гипофиза	Усиливает пролиферацию клеток, образование коллагена, формирование грануляционной ткани

Гормоны щитовидной железы	Стимулируют метаболизм соединительнотканых клеток и их пролиферацию, развитие грануляционной ткани, коллагенообразование и ранозаживление
Половые гормоны (эстрогены)	Недостаток гормонов замедляет репаративные процессы
Половые гормоны (андрогены)	Активизируют деятельность фибробластов

Нарушение гормонального баланса приводит к ухудшению микроциркуляции и снижению способности кожи к регенерации. Последствия данных процессов:

- снижение эластичности стенок сосудов и увеличение их проницаемости. Это продлевает период отечного синдрома после процедуры;
- дисфункция нейрогуморальной регуляции, которая вызывает стойкое расширение сосудов. Данные процессы приводят к стазу крови;
- расширение капилляров поверхностной сосудистой сети, которое запускает развитие эритемы, сосудистой сеточки, телеангиэктазий;
- увеличение периода эпителизации раны.

Профилактика образования РИН:

1. Тщательный сбор анамнеза (и его запись в карту пациента).
2. Избегание активной работы высокими параметрами у пациентов III – IV фототипов.
3. Обязательное применение солнцезащитных средств после любых процедур, связанных с травмой кожи.
4. Контроль назначения медикаментов с фотосенсибилизирующими свойствами.

Для профилактики РИН применяют вещества, выполняющие следующие функции:

- предотвращение поствоспалительной гиперпигментации (противовоспалительное, антисептическое, вяжущее действие). Применяют транексамовую кислоту, экстракт папоротника (Fernblok);
- защита от УФ-излучения, стимулирующего развитие пигментации (солнцезащитные средства);
- антиоксидантное действие. Его обеспечивают: экстракт папоротника (Fernblok), процианидин (витамин Р, катехины);
- вмешательство в гормональную регуляцию меланогенеза.

Применение аппаратных технологий (НИЛИ, LED, МКТ, УЗТ) позволяет предотвратить поствоспалительную гиперпигментацию, а также оказывает антиоксидантное действие на кожу.

Подготовка к работе с посттравматической пигментацией

Подготовительный период перед коррекцией РИН особенно важен при работе с пациентами, находящимися в группе риска:

- курильщики;
- пациенты в состоянии гормонального, витаминного, микроэлементного дефицита;
- лица, испытывающие хронический стресс;
- пациенты с симптомокомплексом нарушения микроциркуляции (отеки).

Задачи подготовительного периода:

1. Сокращение времени реабилитации пациента:
 - восстановление микроциркуляции;
 - усиление антиоксидантного статуса;
 - контроль воспаления.
2. Уменьшение риска побочных эффектов и осложнений после лазерных процедур:
 - повышение иммунитета;
 - улучшение микроциркуляции;
 - повышение антиоксидантного статуса;
 - нормализация меланогенеза.
3. Повышение эффективности процедур:
 - увеличение количества «адресного» хромофора;
 - уменьшение количества конкурентных хромофоров;
 - введение профильных сенсibilизаторов.

В процессе подготовки к коррекции РИН применяют наружные средства, фармакотерапию, физические факторы, инъекционные методы. Их задачи:

- повышение антиоксидантного статуса;
- активация коллаген-синтетической функции;
- снижение реактивности кожи;
- профилактика пигментации.

Ведение пациента: выбор технологий с учетом фазы раневого процесса

Ведение пациента на острой стадии

Технология	АФТ (теплый и горячий режимы)	Пилинг (теплый и горячий режимы)
Фаза раневого процесса	Острая фаза	

Задачи реабилитационного периода	Контроль воспалительного процесса, формирование корочек, поддержание влажной среды в ране, защита от попадания инфекции	
Форма лекарственного средства	Аэрозоли, спреи, гели, эмульсии, бальзамы, повязки	
Средства по механизму действия	<ul style="list-style-type: none"> - Репаративные и ранозаживляющие препараты. - Обезболивающие препараты. - Противовоспалительные препараты. - Противовирусные препараты. - Антиоксиданты. 	<ul style="list-style-type: none"> - Репаративные и ранозаживляющие препараты. - Противовирусные препараты. - Антибактериальные препараты. - Противовоспалительные средства. - Антиоксиданты.

Ведение пациента на острой стадии раневого процесса осуществляется открытым, закрытым и условно закрытым способами. При инфицировании поверхности раны применяют препараты: Актовегин, Диоксизоль, Левосин, Левомеколь, Мефенат, Ацербин, Олазол.

Использование **низкоинтенсивного терапевтического лазера инфракрасного диапазона** позволяет добиться следующих результатов:

- уменьшение интенсивного отека и напряжения в тканях;
- сокращение длительности фаз воспаления;
- повышение скорости кровотока и увеличение поглощения тканями кислорода;
- понижение рецепторной чувствительности;
- увеличение количества новых сосудистых коллатералей;
- активация транспортных веществ через сосудистую стенку;
- анальгезия и снятие воспаления;
- активизация микроциркуляции крови, повышение уровня трофического обеспечения тканей;
- стимуляция иммунитета и репаративных процессов;
- рефлексогенное действие на функциональную активность различных органов и систем;
- активизация метаболизма клеток, повышение их функциональной активности.

Эффекты от применения НИЛИ

Повреждение ДНК	Активируются протеинкиназы, принимающие участие в образовании мРНК, а также синтез белка (РНК, ДНК)
Воспаление	Активизируются накопление и высвобождение АТФ. Снижаются уровни мРНК IL-6, модуляция PDGF, TGF- β , интерлейкинов (IL-13 и IL-15, MMP), которые также являются связанными с аномальным заживлением ран
Иммуносупрессия	Оказывается косвенный эффект на клеточные и гуморальные компоненты иммунной системы, участвующие в противовирусных реакциях, а не прямое инактивирующее действие вируса. Возможно системное ингибирующее действие на реакции замедленной гиперчувствительности. Активация и пролиферация лимфоцитов и макрофагах, а также синтез и экспрессия цитокинов
Повреждение внеклеточного матрикса	Увеличение производства коллагена происходит за счет возрастающего влияния на продукцию PDGF и фибробластов, которая происходит благодаря уменьшению апоптоза, увеличению сосудистой перфузии, bFGF и TGF- β . Снижение IL-6 и увеличение ТИМП, которые, в свою очередь, уменьшают MMP всю помощь в снижении деградации коллагена. Активация накопления и высвобождения АТФ

Ведение пациента на пролиферативной стадии

Требования к препарату	АФТ	Плоскость
Фаза воспаления	2-я, пролиферативная	
Задачи реабилитационного периода	Сохранение формирующийся корки (увлажнение, дальнейшая эпителизация поверхности)	
Форма лекарственного средства	Эмульсии, кремовые формы	Пенные препараты, мазевые формы

Средства по механизму действия	Регенерирующие средства. Антиоксиданты. Препараты, блокирующие синтез меланина
--------------------------------	--

Ведение пациента на реконструктивной стадии

Требования к препарату	АФТ	Плоскость
Фаза воспалительного процесса	3-я, фаза ремоделирования	
Форма лекарственного средства	Эмульсии, крема	
Задачи реабилитационного периода	<ul style="list-style-type: none"> - Качественное восстановление эпидермиса. - Активизация обменных и репаративных процессов в дерме. - Профилактика гиперпигментации. - Уменьшение выраженности посттравматической эритемы. - Восстановление ТЭПВ. 	
Средства по механизму действия	<ul style="list-style-type: none"> - Репаративные. - Антиоксидант. - Блокирующие синтез меланина. - Комплексные препараты 	

Классификация методов коррекции пигментации по механизму действия:

- методы, уменьшающие выработку меланина (депигментирующие препараты, мезотерапия, средства для приема внутрь);
- отшелушивающие процедуры (пилинги, микродермабразия);

- разрушающие меланин (лазеротерапия, терапия IPL (Intense Pulsed Light)).

Для осветления кожи и снятия воспаления применяют растительные антиоксиданты и натуральные экстракты. Ускорению отшелушивания кератиноцитов с накопленным меланином способствует использование ретинола, АНА-кислот, проведение ферментативных пилингов и УЗ-пилинга. Основная идея данных процедур – естественное отшелушивание кожи без воспаления или подавление данного процесса.

Роль фотозащиты в коррекции посттравматической пигментации

Для предотвращения образования пигментации необходимо обязательное использование пациентами солнцезащитных средств. Без применения фотозащиты любые процедуры будут иметь минимальную эффективность. Выделяют следующие типы солнцезащитных средств:

- химическая защита: Авобезин (УФА), Оксibenзон;
- физическая защита: диоксид титана, оксид цинка;
- комбинированная защита (физическая + химическая): Октилметоксицинамат + окись цинка, Парсол, Мексорил, Тиносорб S, M, Eusolex;
- естественные фильтры: масло ши, кофейная кислота, алоэ и др.;
- антиоксиданты;
- репаранты (алоэ, пантенол, гиалуроновая кислота).

Для защиты кожи с посттравматической пигментацией подойдут солнцезащитные средства со степенью защиты от 30 и выше. Пациентам показано избегание солнечных лучей, а также защиты кожи головными уборами, одеждой, очками.

Депигментирующая терапия: аппаратные методы

Применение лазерных технологий для коррекции РИН позволяет достичь клинических эффектов вследствие поглощения энергии света хромофорами кожи. Во время процедур происходит нагревание и повреждение меланоцитов путем термальной диффузии от нагретых меланосом. Пигментное поражение темнеет и отшелушивается через 1-3 недели.

Аппаратные технологии и особенности их применения

Высокую эффективность в лечении РИН показывает применение **Q-Switch-лазеров**. Они сочетают короткую (наносекундную) и ультракороткую (пикосекундную) длительности импульса.

Особенностями пикосекундных лазеров в сравнении с наносекундными является воздействие на хромофоры с более высокой пиковой мощностью и чрезвычайно короткой длительностью импульса.

Длительность лазерных импульсов для удаления наноразмерных мишеней должна располагаться в пикосекундном диапазоне. По этой причине пикосекундная лазерная обработка обеспечивает более эффективную целевую передачу энергии на хромофоры значительно меньшего размера.

Пикосекундные импульсы позволяют использовать меньшие флюенсы за счёт усиления фотоакустического эффекта. Это приводит к уменьшению сопутствующего ущерба вследствие меньшего нагрева окружающих тканей и менее активного формирования кавитационных пузырьков.

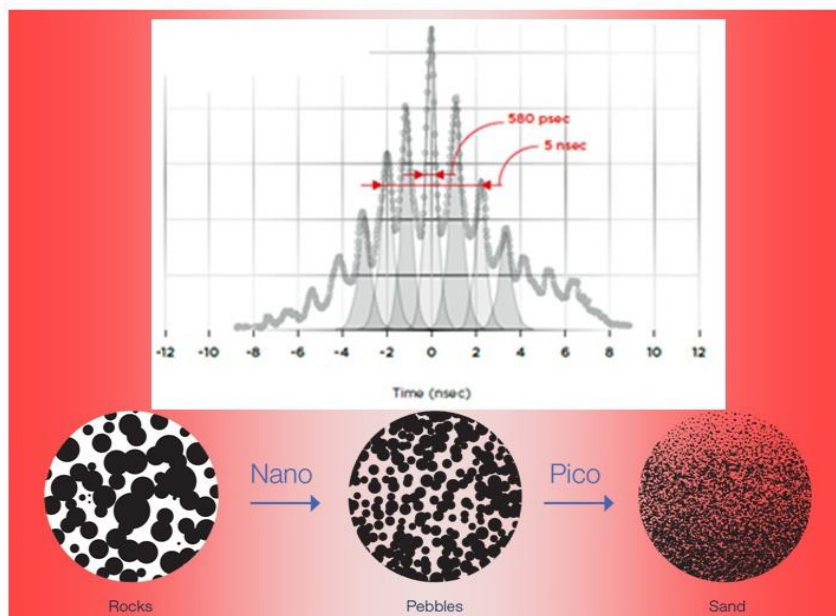
Поглощение огромного количества энергии в краткий промежуток времени приводит к реализации, преимущественно, фотоакустического эффекта. Мишень «взрывается» с образованием множества мельчайших «обломков».

В случае применения наносекундных лазеров результатов достигают также, преимущественно, за счет фотоакустического эффекта. Энергия мишени при этом передается более длительно, благодаря чему она дробится на крупные обломки. Вокруг разрушенного целевого хромофора в эпидермисе или дерме образуются высокоинтенсивные зоны микроразрушения, вызванные воздействием «взрывной волны». Предполагается, что эти зоны микротравмирования являются триггером для запуска процессов ремоделирования в дермальном слое и выработки нового коллагена, муцина и эластина. Данные процессы улучшают состояние морщин и атрофических рубцов.

Технология StarWalker, разработанная компанией Fotona, сочетает высокоэнергетические возможности наносекундных лазеров с ультракороткими импульсами пиковых мощностей традиционных пикосекундных лазеров. Данная комбинация позволяет воздействовать на большее число разноразмерных частиц, нежели пико и нано по отдельности. Эта особенность увеличивает эффективность воздействия на ткани-мишени.

Уникальная технология лазерного осциллятора TMD (поперечного режима) StarWalker в сочетании с импульсным управлением ASP обеспечивает передачу очень коротких (5 нсек) импульсов Q-коммутации, состоящих из высокоэнергетического потока сверхкоротких импульсов энергии, за триллионные секунды. Это обеспечивает фотомеханическое воздействие для разрушения крошечных объектов кожи без повреждения окружающей кожи. При использовании данного аппарата применяют манипулы как с полным, так и с фракционным лучом.

Высокоэнергетические возможности наносекундных лазеров с ультракороткими импульсами пиковых мощностей традиционных пикосекундных лазеров



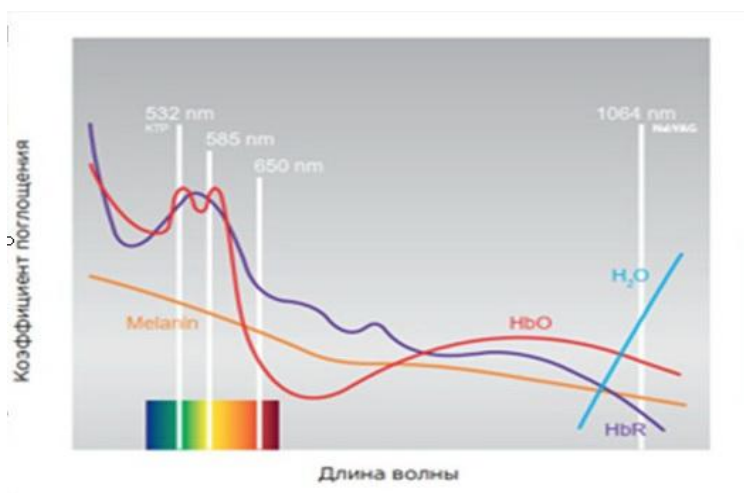
При выборе длины волны руководствуются принципом субклеточного избирательного фототермолиза. В соответствии с данным принципом, необходимо использовать высокую пиковую мощность и длительность ультракороткого импульса [5 нс]. Это приводит к разрушению только меланина в клетке-мишени и оставляет клетку живой. Данная технология кардинально

отличается от традиционных методов лечения. Они были основаны на принципе селективного фототермолиза, который приводит к разрушению и гибели пигментсодержащих клеток.

Выбор длины волны лазерного излучения зависит от глубины залегания меланина

Глубина залегания меланина	Клинические особенности
Эпидермальный	<ul style="list-style-type: none"> ● меланин в базальном и надбазальном слоях эпидермиса; ● четкие границы; ● светлый или темно-коричневый цвет; ● в лампе Вуда четкий контраст; ● хорошо поддается лечению
Дермальный	<ul style="list-style-type: none"> ● гранулы меланина в дерме; ● нечеткие границы; ● серо-голубой оттенок; ● в лампе Вуда границы не очевидны; ● плохо поддается лечению
Смешанный	<ul style="list-style-type: none"> ● наиболее распространенный тип; ● сочетание голубых, светло-коричневых и темных пятен; ● смешанная картина в лампе Вуда; ● лечение с высокой степенью вариабельности

Технология StarWalker позволяет работать всеми возможными длинами волн для коррекции посттравматической пигментации.



Преимущества неаблятивных Q-s-лазеров StarWalker:

- возможность выполнения мягких процедур, не требующих применения анестезии;
- очень короткое время восстановления кожи;
- отсутствие побочных эффектов.

Использующиеся фракционные манипулы:

FS20A (Nd:YAG);

- размер «пятна»: 10 x 10 мм;
- размер пикселя: 200 мкм;
- количество пикселей: 81 (9 x 9 пикселей).

FS50 (КТП):

- размер «пятна»: 10 x 10 мм;
- размер пикселя: 200 мкм;
- количество пикселей: 25 (5 x 5 пикселей).

FS50B (КТП):

- размер «пятна»: 5 x 5 мм;
- размер пикселя: 200 мкм;
- количество пикселей: 25 (5 x 5 пикселей).

Принципы применения лазеров Q-Switch

Лазеры с модуляцией добротности (Q-Switch)	Глубина воздействия в соответствии с уровнем залегания пигмента	Особые показания к применению (виды гиперпигментации)	Примечания
КТП Nd:Yag лазер 532 нм (неодимовый лазер (Nd:YAG) с удвоением частоты и длиной волны 532 нм)	Эпидермальный слой кожи - до базальной мембраны	Эпидермальные пигментации: <ul style="list-style-type: none"> ● эпидермальная мелазма; ● пятна по типу «кофе с молоком»; ● лентиго 	Излучение с длиной волны 532 нм хорошо поглощается оксигемоглобино/ После процедуры могут появиться кровоподтеки и пурпура, которые через 1–2 недели полностью исчезают
Рубиновый лазер 694 нм с QSW (только для светлой кожи)	Верхние отделы дермы	Эпидермальные, дермальные пигментации: <ul style="list-style-type: none"> ● хлоазма; ● лентиго; ● пятна по типу «кофе с молоком» 	I-II ФОТОТИП Оксигемоглобин не выступает в роли конкурирующего хромофора, после облучения не бывает пурпуры и кровоподтеков

Александритовый лазер (755 нм) с QSW (для очень светлой кожи)	Средние отделы	Эпидермальные, дермальные пигментации: <ul style="list-style-type: none"> ● мелазма ● Хлоазма ● лентиго ● пятна по типу «кофе с молоком» ● невус Ота ● невус Беккера 	I-II –III ФОТОТИП
Неодимовый Nd:Yag лазер 1064 нм с QSW (для всех фототипов кожи)	Глубокие слои дермы	Эпидермальные, дермальные пигментации: <ul style="list-style-type: none"> ● мелазма ● хлоазма ● лентиго ● пятна по типу «кофе с молоком» ● невус Ота ● невус Беккера. 	I-IV-VI ФОТОТИП

Комбинированная терапия в лечении PИH

Комбинированная терапия показывает более высокую эффективность при коррекции PИH, чем одиночное применение отдельных препаратов.

Для лечения мелазмы наиболее широко используется формула Клигмана (HQ 5%, третиноин 0,1% и Дексаметазон 0,1%)

Сочетание азелаиновой кислоты с 0,05% третиноином или 15-20% гликолевой кислотой может привести к более раннему и выраженному осветлению кожи.

Койевая кислота 2% в сочетании с HQ 2% превосходит по эффективности гликолевую кислоту 10% и HQ 2%.

Гликолевая кислота 10% плюс HQ 4% в составе крема из витаминов С и Е и солнцезащитного крема была эффективна у 75% пациентов.

Новая комбинация HQ 4%, tretinoin 0,05% и fluocinolone acetonide 0,01% (Tri-Luma ®) показала эффективность у 77% пациентов.

Меры предотвращения образования РИН:

- выбор адекватных параметров работы (обработка кожи без перекрытий; грамотно выбранная площадь покрытия; подбор параметров, соответствующих зоне воздействия);
- учет общего состояния пациента.
- правильный выбор анатомической зоны.

Грамотная подготовка к лазерным процедурам с учетом индивидуального состояния кожи пациента, а также использование подходящих параметров работы позволяет эффективно устранить РИН и предотвратить ее формирование.