

Опыт применения лазерного аппарата на парах меди «Яхрома-Мед» для коррекции доброкачественных эпидермальных пигментных образований



**Ключарева
Светлана Викторовна**

Д.м.н., профессор кафедры дерматовенерологии ГБОУ ВПО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова» (Санкт-Петербург)



**Пономарев
Игорь Владимирович**

К.ф.-м.н., руководитель проекта, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (Москва)



**Андрусенко
Юрий Николаевич**

Дерматоонколог, клиника «Институт здоровья» (Харьков, Украина)

Выбор лазера и оптимального режима его работы — необходимое условие для получения хорошего косметического эффекта. В статье обобщен клинический опыт лечения эпидермальной гиперпигментации с помощью лазера на парах меди «Яхрома-Мед».

Источник света для лечения пигментных дефектов кожи должен удовлетворять следующим критериям.

1. **Длина волны должна соответствовать области высокого поглощения света меланином.** Согласно концепции селективного фототермолиза, световой импульс определенной длины волны способен нагреть и провести деструкцию отдельных компонентов кожи без повреждения окружающих тканей, например только пигментных клеток без повреждения покровного эпителия [1]. Поглощение света меланином происходит в широком диапазоне длин волн — от 400 до 1100 нм, т.е. простирается от ближнего ультрафиолета через видимую область спектра к ближней инфракрасной (**рис. 1**). Из графика видно, что для селективного воздействия на неглубоко расположенные пигментные дефекты кожи наиболее эффективными являются лазеры с длинами волн *зеленого* или *красного спектров*, для которых характерно высокое поглощение меланином и сравнительно низкое — другими хромофорами кожи.
2. **Длительность светового импульса должна быть меньше времени термической релаксации,** чтобы удалось нагреть пигмент-мишень до нужной температуры, но при этом не перегреть и не повредить окружающие ткани. Поскольку время тепловой релаксации меланосомы составляет около 1 мкс (10^{-6} с), то для селективного воздействия необходимо использовать длительность лазерных импульсов наносекундного диапазона (от 10^{-6} до 10^{-9} с). Этому критерию соответствуют *импульсные лазеры зеленого спектра* (лазер на парах меди с длиной волны 511 нм, Nd:YAG лазер в режиме модуляции добротности (длительность выходного импульса 50 нс) на второй гармонике 532 нм), а также *лазеры красного спектра* (режим модуляции добротности рубинового лазера с длиной волны 694 нм, александритового — 755 нм, неодимового — 1060 нм). Типичная длительность лазерного импульса в режиме модуляции добротности составляет десятки наносекунд. Использование вышеперечисленных лазеров в режиме «длинного» импульса (порядка 200 мкс), например, режим свободной генерации александритового лазера, используемый для эпиляции, при работе с пигментом даст заведомо худшие результаты.

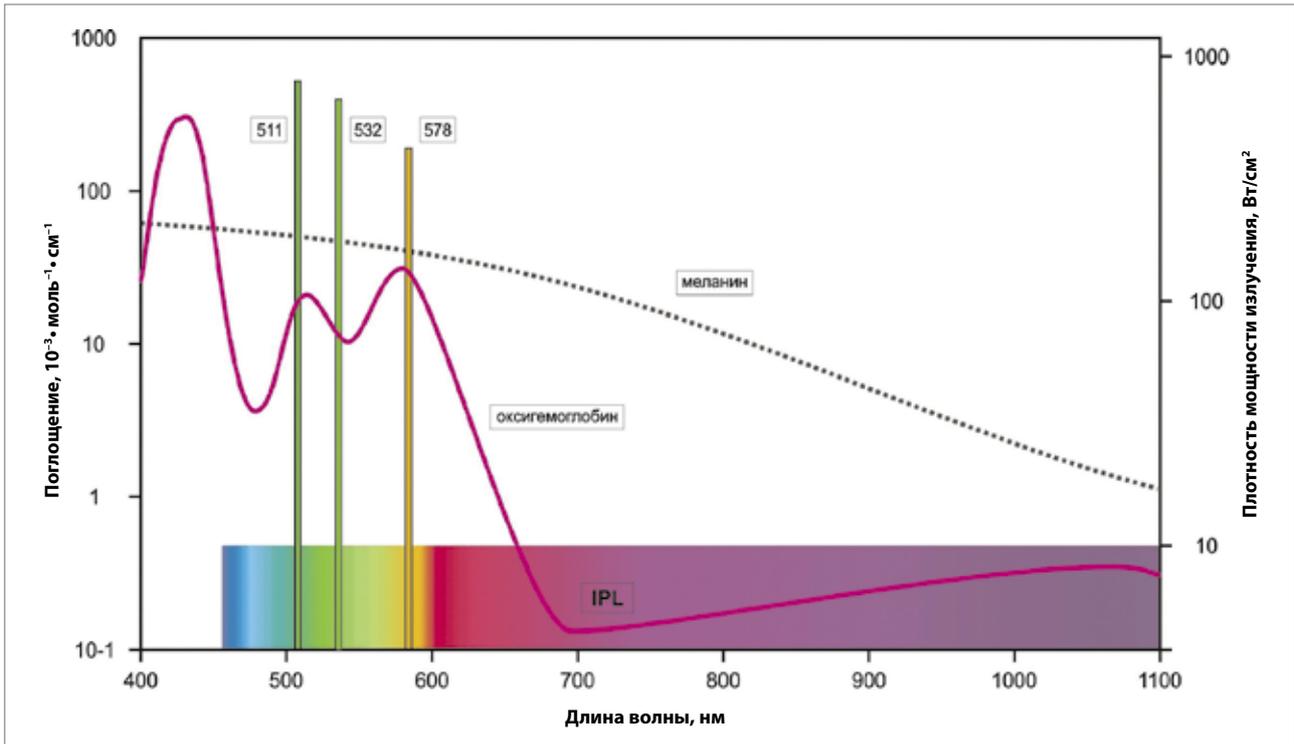


Рис. 1. Спектр поглощения основных хромофоров кожи (меланина и оксигемоглобина) и длины волн, соответствующие лазеру на парах меди (511 и 578 нм), неодимовому калий-титанил-фосфатному (КТП) лазеру (532 нм) и аппарату IPL (от 550 до 1100 нм)

3. **Глубина проникновения излучения в кожу должна соответствовать глубине залегания пигмента.** Важно учитывать, что глубина проникновения в кожу *лучей зеленого спектра* составляет доли миллиметра, в то время как излучение рубинового и alexandrite лазеров способно воздействовать на пигментированные образования (в т.ч. и на темные волосяные фолликулы), залегающие глубже, — до 1 мм. Свет *видимой области спектра* (от 400 до 760–780 нм) способен проникать в кожу на глубину до нескольких миллиметров.

Таким образом, для лечения (удаления) доброкачественных пигментных образований могут применяться источники излучения, которые работают в необходимом спектральном диапазоне, обладают достаточной пиковой мощностью и глубиной воздействия. **IPL** не удовлетворяет требованиям как по длительности импульса (у IPL миллисекундный диапазон), так и по спектральным характеристикам (**рис. 1**). Все длины волн в диапазоне 550–1100 нм излучаются одновременно и поглощаются разными хромофорами на различной глубине, и процесс воздействия на пигмент перестает быть селективным. IPL-лечение пигментации требует многократного повторения сеансов для достижения желаемого эффекта и отличается риском осложнений, включая рубцевание и развитие вторичных гипо- и гиперпигментаций.

Излучение **абляционного эрбиевого и углекислотного лазеров** также не обладает селективностью к меланину, однако может использоваться для удаления эпидермального пигмента благодаря высокой степени поглощения этих длин волн водой, содержащейся в эпидермисе. Возникающее в этом случае тепловое повреждение тканей приводит к разрушению новообразо-



8(495) 851-06-09
www.yachroma.com

Механизм разрушения меланосом в настоящее время обсуждается. Наиболее вероятно, что при поглощении меланином лазерных импульсов пиковой мощности возникает резкий перепад температур, который вызывает акустическую ударную волну и/или кавитацию пигмента, что и приводит к деструкции последнего (рис. 2).

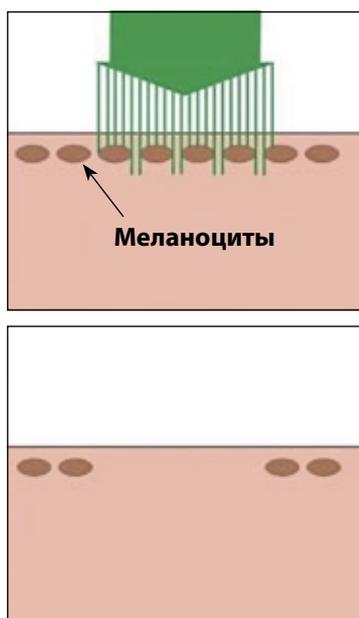


Рис. 2. Схема селективной лазерной деструкции пигмента

вания с уменьшением толщины эпидермиса. Таким образом, пигмент удаляется опосредованно, и процедура может вызвать рецидив гиперпигментации и текстурные (рубцовые) изменения кожи.

Лазер на парах меди (излучающий свет с длинами волн 511 и 578 нм, с длительностью импульса 15 нс) — это оптимальный инструмент для коррекции эпидермальных пигментаций [2]. За годы, прошедшие с начала его медицинского применения, он зарекомендовал себя как эффективный и безопасный аппарат.

Клинический опыт

Представляем обобщенный клинический опыт лечения эпидермальных гиперпигментаций с помощью лазера на парах меди в Северо-Западном центре лазерных технологий, базирующемся на кафедре кожных и венерических болезней СЗГМУ им. И.И. Мечникова. Период наблюдения — более 5 лет.

Описание метода

1. Сбор анамнеза

Тщательный сбор анамнеза перед процедурой играет существенную роль в диагностике пигментных нарушений. Важно выяснить время начала заболевания (с рождения, в детстве или позднее), семейный анамнез, влияние таких факторов, как патология внутренних органов, прием медикаментов, воздействие химических и разного рода профессиональных агентов, солнечных лучей, ионизирующей радиации.

2. Диагностика кожи

Исследование кожи должно включать оценку локализации очагов поражения, их цвета и очертаний.

3. Обезболивание

Необходимо отметить, что данная процедура *не требует анестезии* (пациенты могут почувствовать только легкое покалывание). Это имеет огромное значение по ряду причин:

- *мнение аллерголога*: на подкожное введение анестетика у пациентов отмечается все больше аллергических реакций, вплоть до анафилактического шока;
- *мнение косметолога*: при местной анестезии изменяются объем и границы новообразования кожи, отчего удаляется больший объем, чем необходимо; соответственно, косметический результат будет хуже.

4. Характеристики лазерного воздействия

Для лечения эпидермальных пигментных дефектов кожи мы использовали лазер на парах меди «Яхрома-Мед» (рис. 3; длина волны — 511 нм), излучающий свет сериями коротких наносекундных импульсов: длительность импульса — 15 нс, паузы — 60 мкс. Длительность каждого цуга импульсов регулируется затвором и составляет 0,1–0,2 с. Эти чрезвычайно короткие наносекундные импульсы производят *фотоакустическое* разрушение меланина и меланоцитов. Тепло же, накопленное после каждой последовательности импульсов, вызывает *фототермическую* деструкцию меланина. Варьируя мощность и длительность воздействия на пигментное пятно, можно регулировать соотношение между фотоакустическим и фототермическим эффектом. Комбинация таких воздействий обеспечивает эффектив-

ное устранение пигментного дефекта кожи: режим позволяет прицельно воздействовать на патологический элемент, не травмируя здоровую кожу и не повреждая волосяной фолликул.

Диаметр светового пятна лазера «Яхрома-Мед» — около 1 мм. Для обработки обширных пигментных образований применяют режим сканирования (рис. 4) [3].

Чем темнее пигментное образование, тем более низкая энергия требуется: при интенсивной гиперпигментации выбирают мощность 0,6 Вт и длительность экспозиции 0,2 с, а при светло-коричневом оттенке — 0,8 Вт с той же экспозицией. Для утолщенных пигментных образований иногда используют более высокие плотности энергии. Параметры излучения могут меняться и в зависимости от локализации пигмента.

Оптимальной дозировкой будет та минимальная энергия лазерного импульса, при которой пигментное новообразование начинает реагировать, т.е. сереть. Темные сереют более явственно, светлые — в меньшей степени. Поэтому во избежание передозировки имеет смысл чаще осматривать обрабатываемое пигментное образование во время процедуры.

Важно: изменение цвета новообразования в процессе лазерного лечения нужно определять без защитных очков, потому что защитные очки существенно меняют восприятие оттенков. Врачам без достаточного опыта применения лазеров стоит сначала провести пробную обработку маленького участка и проконтролировать реакцию ткани. Помните, что всегда можно повторить процедуру, если останутся вкрапления пигмента.

5. Постпроцедурный период

Реабилитационные мероприятия после процедуры минимальны. Воздействии лазера на парах меди, в отличие от абляционных лазерных методов, практически не влияет на работоспособность пациента, т.к. обработка не оставляет эрозивных поверхностей, требующих особых условий реабилитации.

В постпроцедурный период мы рекомендуем пациентам применять гидрогель, который обладает противовоспалительным, противоотечным, успокаивающим действием и при этом незаметен на поверхности кожи. Приблизительно в течение недели обработанное пигментное образование будет разрешаться путем шелушения. Нужно предостеречь пациента от попыток самостоятельно избавляться от этих чешуек. Последующая защита от солнца строго обязательна, т.к. возможно развитие послеоперационной гиперпигментации.

Если на обработанном участке сохранилась некоторая гиперпигментация, необходимо запланировать повторную обработку через 2–3 нед. Обычно это требуется при больших размерах образования.

Опыт лечения различных видов гиперпигментации кожи

В общей сложности мы оказали помощь почти 1500 пациентам с разными типами пигментных новообразований (см. таблицу).

Лентиго. Пролечено 440 человек со старческим лентиго и 260 человек с юношеским лентиго. В связи с минимальными болевыми ощущениями предварительное обезболивание не проводили. У всех пациентов получен положительный результат, рецидивов отмечено не было (рис. 5, 6).

Веснушки. Для лечения веснушек хватало однократного воздействия лазерного аппарата «Яхрома-Мед» с обязательным последующим ис-



Рис. 3. Лазерный аппарат на парах меди «Яхрома-Мед»



Рис. 4. Сканер для обработки пигментированных областей кожи в автоматическом режиме

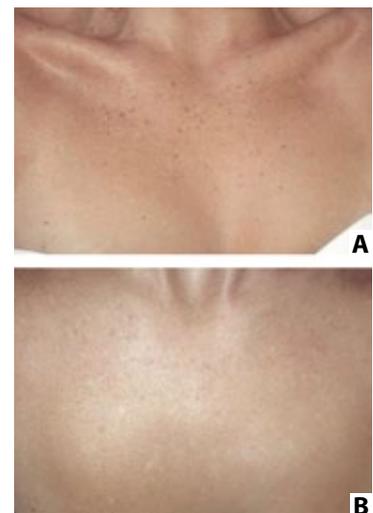


Рис. 5. Солнечное лентиго в области груди до (А) и через 3 нед после лечения лазером на парах меди (однократная процедура, длина волны — 511 нм, мощность — 0,4 Вт, экспозиция — 0,1 с) (В)



Рис. 6. Солнечное лентиго в области спины до (А) и через 4 нед после лечения (однократная процедура, длина волны — 511 нм, мощность — 0,5 Вт, экспозиция — 0,3 с) (В)



Рис. 7. Невус эпидермальный в области нижнего века до (А) и через 3 нед после лечения лазером на парах меди (однократная процедура, длина волны — 511 нм, мощность — 0,4 Вт, экспозиция — 0,3 с) (В)

Таблица. Количество пролеченных пациентов с различными видами эпидермальной гиперпигментации

Вид нарушения пигментации	Количество пациентов
Хлоазма	540
Лентиго	700
Веснушки	46
Невус Беккера	6
Врожденные эпидермальные невусы сложной локализации	24
Себорейный кератоз	150
Посттравматические импрегнации	12

пользованием фотозащитных средств (SPF 30). Применялись следующие параметры лазерного излучения: длина волны — 511 нм, мощность — 0,6 Вт, время экспозиции — 0,1 с. У 87% пациентов получен хороший косметический эффект.

Невус Беккера (синдром Беккера — Рейтера). Возраст наших пациентов с этой патологией (6 человек) не превышал 6 лет. Раннее лечение при отсутствии явлений гиперкератоза и гипертрихоза гарантирует максимальный успех, что в дальнейшем избавляет ребенка от комплексов, связанных с внешностью.

Врожденные эпидермальные невусы сложной локализации. В подобных случаях хирургическое лечение приводит к нарушению функции и рубцовым изменениям, а лазерное воздействие позволяет достичь положительного результата (**рис. 7**). Перед процедурой обязательно проводится дерматоскопия и назначается консультация онколога. Применяли следующие параметры: длина волны — 511 нм, мощность — 0,5–0,6 Вт, время экспозиции — 0,1–0,3 с. У 98% пациентов получен хороший косметический эффект.

Себорейный кератоз. При воздействии излучением лазера на парах меди с длиной волны 511 нм и мощностью от 0,5 до 1,2 Вт в течение 0,3–0,4 с (в зависимости от экзофитности образования) положительный результат был получен в 94% случаев (**рис. 8**).

Посттравматические импрегнации. Такие дефекты образуются в результате травмы — при попадании под эпидермис частиц небольшого размера: кожные покровы приобретают неестественную и устойчивую окраску за счет цвета этих включений. Размеры частиц красителей обычно составляют 150–200 мкм, что делает невозможным их резорбцию путем фагоцитоза. Под воздействием лазера на парах меди частицы красителя размельчаются до размеров, совместимых с возможностями фагоцитоза. Если из-за неравномерного залегания пигмента приходится использовать высокую мощность, процедуру можно выполнять под местной анестезией. При лечении 12 пациентов мы применяли следующие параметры излучения: длина волны — 511 нм, мощность — 0,7 Вт, время экспозиции — 0,2 с. После окончания процедуры поверхность кожи на 15–20 мин становится белой из-за скопления под ней микропузырьков газа. Позже на месте повреждения формируются чешуйки, которые отторгаются на 6–10-й день после лечения. У 85% наших пациентов получен хороший косметический эффект.

Заключение

Наше многолетнее наблюдение позволяет констатировать высокую эффективность и безопасность лечения доброкачественных пигментных новообразований с помощью лазерного аппарата на парах меди «Яхрома-Мед». Для повышения эффективности и безопасности лазерной коррекции гиперпигментации кожи необходимо создание новых, более совершенных методов предварительной диагностики пигментных дефектов кожи на предмет их дифференциации со злокачественными новообразованиями.

Отметим, что современное развитие лазерной техники для устранения пигментных нарушений кожи связано с разработкой новых *пикосекундных лазеров*. Эти аппараты за счет крайне короткого импульса и высокой пиковой мощности могут эффективнее осуществлять фотомеханическое разрушение частиц пигмента [4], что позволяет получать лучшие результаты при удалении татуировок. Однако пиковая мощность таких импульсов становится уже мегаваттного диапазона и может приводить к фотохимическому разрушению красителя, зачастую с образованием токсичных соединений. Поэтому перед применением лазерных систем с высокой пиковой мощностью требуется серьезная диагностика состава красителя.

Высокие пиковые мощности пикосекундных лазеров приводят к тому, что при высоких энергиях зачастую наблюдается воздушный пробой, а также образование плазмы на месте частиц красителя в татуировке. При этом образовавшаяся плазма начинает экранировать прохождение излучения на глубину и клиническая эффективность падает. К тому же длина волны существующих на рынке пикосекундных лазеров подходит только для темных татуировок.

В лазерном аппарате на парах меди «Яхрома-Мед» за время открывания затвора (время экспозиции) проходит тысяча коротких импульсов, каждый импульс имеет длительность 15 нс (рис. 9) с паузами 60 мкс. Каждый короткий импульс из этого цуга сам по себе не может нагреть и разрушить пигмент. Его энергии хватает для нагрева ткани лишь на $0,1^{\circ}\text{C}$, а клинический эффект достигается за счет накопления температуры тканью-мишенью, в нашем случае пигментом.

Такой режим, по нашему мнению, является менее травматичным для кожи пациента, чем режим одиночного импульса с высокой энергией.



Литература

1. Anderson R.R., Parrish J.A. Selective photothermolysis: Precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 1983; 220: 524–527.
2. Nemeth, A.J., Reyes B.A. Copper vapour laser treatment of pigmented lesions. *Lasers in Surgery and Medicine, ASLMS Abstract* 1990.
3. Smithies D.J., Butler P.H., Pickering J.W., Walker E.P. A computer controlled scanner for the laser treatment of vascular lesions and hyperpigmentation. *Clinical Physiol Meas* 1991; 12: 261–267.
4. Levin M.K., Ng E., Bae Y.S., Brauer J.A., Geronemus R.G. Treatment of pigmentary disorders in patients with skin of color with a novel 755 nm picosecond, Q-switched ruby, and Q-switched Nd:YAG nanosecond lasers: A retrospective photographic review. *Lasers Surg Med* 2016; 48(2): 181–187.



Рис. 8. Себорейный кератоз в области лица до (А) и через 1 мес после однократного лечения лазером на парах меди (В). Отмечается полное исчезновение патологических высыпаний с отсутствием рубцовых изменений и разглаживание морщин (длина волны — 511 нм, мощность — 0,6 Вт, экспозиция — 0,3 с)

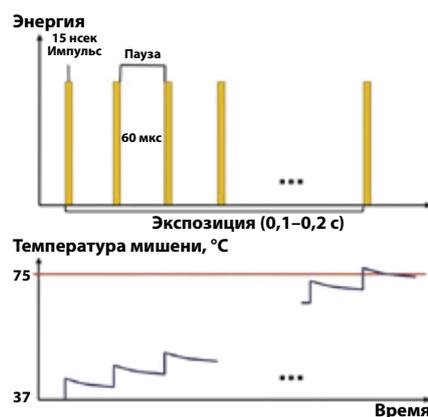


Рис. 9. Схема воздействия световых импульсов лазерного аппарата «Яхрома-Мед» на пигмент

Абстракт. В статье приведены критерии, которым должен удовлетворять источник света для лечения пигментных дефектов кожи. Обобщен и проиллюстрирован опыт применения лазерного аппарата на парах меди «Яхрома-Мед» для лечения доброкачественных эпидермальных пигментных образований. Приведены параметры лазерного излучения для эффективной коррекции подобных дефектов.

Ключевые слова: лазер на парах меди, «Яхрома-Мед», лечение пигментных дефектов кожи, селективный фототермолиз