

аппаратная косметология

Лазеры и ANTI-AGE



4 606453 849072

Особенности неаблятивного омоложения с использованием Nd:YAG лазера с длиной волны 1440 нм



**Алексеев Николай
Анатольевич**

Директор центра биомедицинских лазерных технологий Томского политехнического университета, руководитель ООО «Центр оптических и лазерных технологий» (Томск)

Nd:YAG лазер с длиной волны 1440 нм обеспечивает сочетание неаблятивного лазерного воздействия и фракционной технологии. При каких изменениях кожи можно использовать его преимущества?

Сегодня в косметологии наблюдаются две тенденции: отказ от агрессивных методов воздействия и баланс между комфортом процедуры, ее эффективностью и риском постпроцедурных осложнений [1]. И довольно часто, выбирая между аблятивными и неаблятивными методами лазерного омоложения, врач склоняется в пользу последних. С одной стороны, аблятивные методы дают хорошие результаты, но требуют больше времени для восстановления и характеризуются потенциально более серьезными побочными эффектами. С другой стороны, неаблятивные технологии, как правило, обеспечивают более умеренные результаты, зато вызывают меньшее количество побочных эффектов и характеризуются более легким восстановлением.

Врачам-косметологам хорошо известны неодимовые Nd:YAG лазеры с длиной волны 1064 нм. Но такие лазеры имеют и альтернативные линии генерации. Это означает, что при определенных технических условиях из кристалла Nd:YAG можно получать длины волн 1320 нм и 1440 нм [2].

Технология с использованием линии генерации Nd:YAG лазера 1320 нм стала одной из первых в поколении неаблятивных лазеров. По мере развития промышленности и улучшения качества Nd:YAG стержней появились лазеры с длиной волны 1440 нм. Именно такие лазерные системы обеспечивают оптимальное сочетание неаблятивного лазерного воздействия и фракционной технологии (разделение лазерного луча на множество микролучей, действующих на кожу точечно-фракционно) [3]. Это позволяет получить результаты, соизмеримые по эффективности с лазерной абляцией.

Как это работает?

При лазерном омоложении в качестве основного хромофора рассматривается вода, она обеспечивает передачу энергии в ткани. От уровня поглощения лазерного излучения водой зависят характер и степень воздействия этого излучения на биоткань. Поэтому для прогнозирования «травматич-

ности» технологии анализ поглощения излучения водой играет ключевую роль [4]. Чем выше уровень поглощения, тем меньше глубина проникновения, а значит, и поврежденный слой потенциально меньше (рис. 1).

На длине волны 1064 нм поглощение лазерного излучения в воде слабое. В силу значительной глубины проникновения (5–10 мм) тепловое повреждение ограничено величиной тепловой диффузии, а поскольку объем нагреваемой ткани велик — температура усредняется. Это не позволяет коагулировать целевые ткани и запускать первичный процесс ускоренной регенерации. В результате процесс ограничивается тепловым воздействием. В случае применения длины волны 1064 нм ключевым механизмом стимуляции выработки коллагена может быть фотомеханический эффект. Для его достижения требуется использование коротких импульсов (менее 1 мс) со значительной величиной мощности в пределах каждого импульса — для создания необходимого уровня акустического воздействия на ткани.

Действие лазерного излучения с длиной волны 1440 нм на ткань происходит за счет трех ключевых механизмов:

- 1) фототермический — стимуляция синтеза фибробластов, обусловленная нагревом ткани до некротических температур;
- 2) сосудистый — активация выработки цитокинов эндотелиальными клетками, стимулирующая реакцию регенерации поврежденной дермы;
- 3) регенеративный — прямое замещение поврежденных клеток, нагретых до критических температур.

Традиционно вода, взаимодействующая с белками, относится к категории «структурированной» или «связанной». Например, гипотетическая ткань, состоящая из 35% коллагена и 65% воды, содержит лишь 10% «структурной»/«связанной» воды. Остальная часть воды находится в сво-

При фракционном лазерном воздействии интактная кожа окружает зоны повреждения, что в значительной степени обуславливает скорость реабилитации, обеспечивая запас жизнеспособных кератиноцитов, а также процесс латеральной миграции в рану.

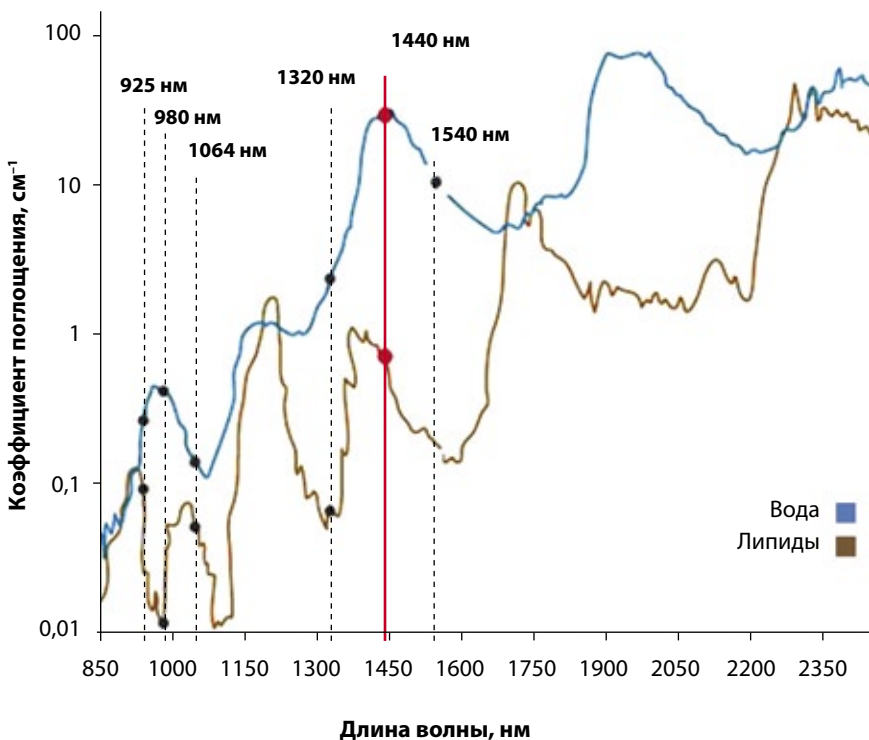


Рис. 1. Спектр поглощения водой и липидами излучения инфракрасного диапазона [4]

бодном состоянии — она и определяет основные каналы переноса тепловой энергии. Кроме того, большую роль играют «пространственные домены» коллагеновых волокон (рис. 2) [5]. Они имеют разное поглощение в силу разной пространственной ориентации и уровня организации волоконных соединений.

Фактически все это означает, что главной мишенью воздействия излучения является свободная вода. В этом смысле целесообразно сочетание всех лазерных технологий (в т.ч. и неаблятивных) с методами, направленными на улучшение гидратации кожи.

Ключевые параметры лазерных систем, необходимые для оценки терапевтического воздействия

Длина волны

Основной характеристикой, качественно определяющей взаимодействие лазерного излучения с кожей, является длина волны. В ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне (излучение с длиной волны от 740 до 3000 нм)

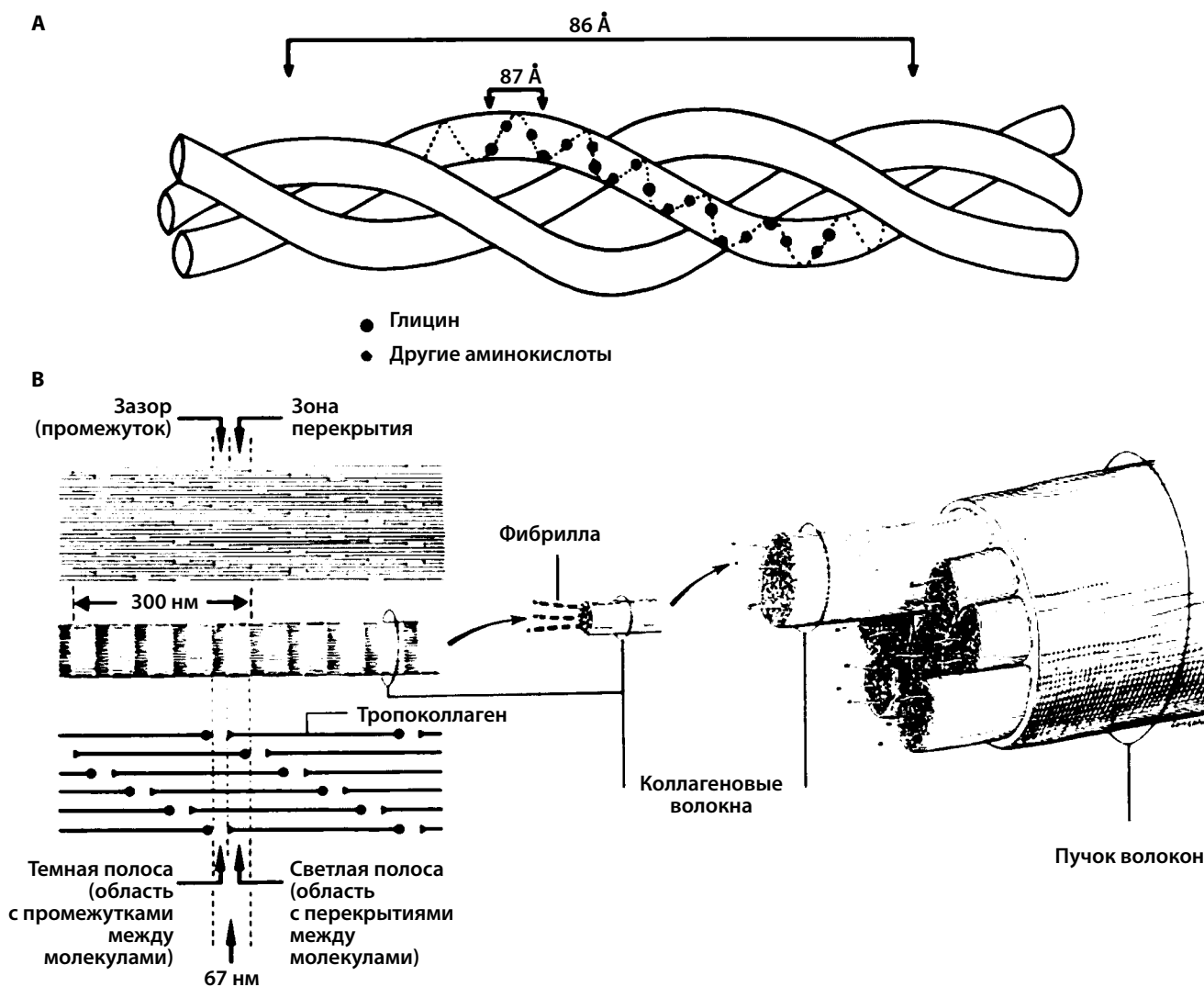


Рис. 2. Молекула тропоколлагена (схема) (А). Пространственная организация коллагена (В). Неустойчивые молекулы тропоколлагена в коллагеновых волокнах создают окаймленную структуру (электронная микроскопия) [5]

оптическое поглощение воды довольно слабое, но оно увеличивается с ростом длины волны. При этом спектр поглощения воды в ближнем ИК-диапазоне имеет ярко выраженные максимумы при 960 нм, 1444 нм (*неодимовый лазер 1440 нм*), 1950 нм и 2940 нм (**рис. 1**).

Глубина проникновения излучения

Глубина проникновения лазерного излучения в ткань является, пожалуй, решающим параметром терапевтического воздействия, — исследованию этого вопроса посвящено большое количество работ [3, 8–16].

При возрастании энергии лазерного излучения и плотности микротермальных зон в пределах луча увеличивается глубина его проникновения в ткани. Примечательно, что при уровнях энергии ниже 20 мДж диаметр фракции (диаметр «микролуча») влияет на проникающую способность незначительно. Однако с дальнейшим увеличением диаметра фракции при энергиях выше 20 мДж резко возрастает глубина проникновения (**рис. 3**) [14, 17]. В исследованиях проводилось сравнение доступных гистологических данных по глубине проникновения лазерного излучения в зависимости от вариантов геометрии луча (диаметр, плотность распределения микротермальных зон и т.д.), длительности импульса, плотности энергии. Установлено, что глубина проникновения неаблятивных лазеров соизмерима с глубиной проникновения аблятивных лазеров [18, 19].

В работе американского лазеротерапевта Дженнифер Ллойд (Lloyd J.R.) в 2008 г. было показано, что лазерное излучение с длиной волны 1440 нм проникает на глубину 300 мкм (уровень дермы). При этом тепловое воздействие может достигать глубины 1 мм за счет диффузного распространения энергии лазерного излучения [20].

Известно, что для эстетической коррекции кожи *при фотостарении* (солнечном эластозе) важно воздействовать именно на верхний слой дермы, чтобы активизировать процессы ремоделирования кожи. То есть глубина проникновения лазерного луча должна быть на уровне 300–400 мкм [21]. *Излучение с длиной волны 1440 нм с успехом подходит для данной цели в силу высокого селективного поглощения водой.*

Впрочем, по мнению ряда авторов, современные методы оценки терапевтического воздействия, основанные на анализе *глубины проникновения*, имеют ряд недостатков и должны учитывать дополнительные факторы и параметры лазерных систем: *длительность импульса и плотность энергии* [22].

На длине волны 2940 нм поглощение воды (μ_a — показатель поглощения) достигает максимума ($\mu_a = 12\,000\text{ см}^{-1}$) [6]. Поглощение излучения водой продолжает быть сильным ($\mu_a \geq 500\text{ см}^{-1}$) и в дальнем ИК-диапазоне спектра (6000–15 000 нм) и имеет еще один максимум при 6100 нм, где $\mu_a = 2740\text{ см}^{-1}$ [7].

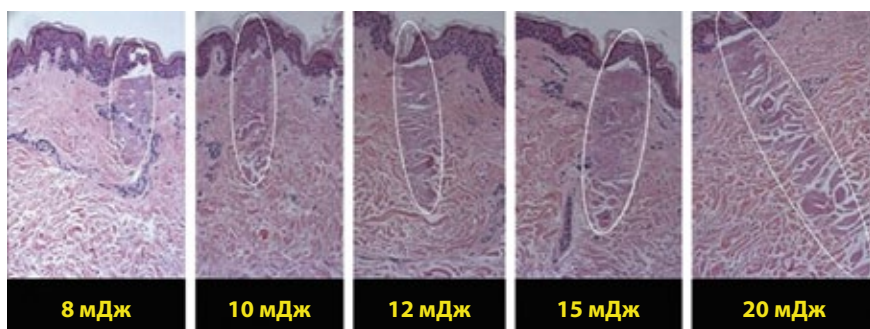


Рис. 3. Увеличение глубины проникновения излучения неаблятивного лазера по мере возрастания энергии [14]

Плотность энергии

Для фракционных систем плотность энергии производители часто указывают в мДж/см², иногда в мДж/микроч. Отсутствие унифицированного подхода не позволяет объективно сравнивать существующие лазерные системы, поэтому необходима разработка единого стандарта обозначений.

Самую большую пиковую мощность обеспечивают лазеры, основанные на твердотельных технологиях: классические Nd:YAG лазеры с длинами волн 1320 и 1440 нм, а также Er:YAG лазеры и диодные лазеры.

Длительность импульса

Чем короче лазерный импульс, тем выше его абляционная составляющая и меньше температурная. Чаще всего в эстетической медицине используются длительности импульса от 2 до 15 мс. Во многих системах эта характеристика фиксирована, что не позволяет ею управлять.

Некоторые диодные системы имеют длительность импульса больше 200 мс, что не подходит для селективного фототермолиза, поскольку с увеличением длительности импульса увеличивается глубина проникновения и невозможно избежать существенного нагрева тканей, окружающих мишень-хромофор. Короткие импульсы (менее 1 мс) обеспечивают омолаживающий эффект, в первую очередь за счет фотоакустического эффекта.

Прикладное значение

Напомним, в естественном состоянии активным хромофором для излучения ИК-спектра является вода. Однако в случае избыточной секреции кожного сала, например, при акне, появляется другой дополнительный хромофор — липиды. В этом случае требуется максимальное селективное воздействие, направленное:

- на уменьшение секреции кожного сала посредством термического воздействия;
- нормализацию процессов кератинизации;
- улучшение структуры и трофики кожи (разглаживание пор, коррекция рельефа);
- термическую стимуляцию коллагеновых волокон — лифтинг.

Некоторые стратегии предполагают поэтапное воздействие на хромофоры, с разной степенью агрессивности [23, 24]. Однако в работах многих авторов продемонстрированы результаты исследований по двум целевым хромофорам вода/липиды, демонстрирующие высокую степень клинической эффективности в случаях **акне** [25, 26]. Для лечебного воздействия на оба хромофора одновременно требуется излучение с такой длиной волны, которое одинаково интенсивно поглощается «нужными» хромофорами. Этот эффект обеспечивает одна из линий генерации классического Nd:YAG лазера с длиной волны 1440 нм (**рис. 1**). Отдельным направлением продуктивного применения технологий на базе длины волны 1440 нм является лазерный **липолиз** [27, 28].

Эффективность лазерного излучения с длиной волны 1440 нм исследовалась при нескольких эстетических проблемах: *рубцы, морщины и выраженные признаки фотостарения кожи* [29]. Полученные результаты (в т.ч. и данные гистологических исследований) показали значительное улучшение состояния кожи пациентов после лазерного воздействия. Это подтверждает, что применение лазеров с длиной волны 1440 нм является оправданным при коррекции рубцов и морщин, а также является эффективным инструментом индуцированного процесса неоколлагенеза.

Ещё один идеальный сотрудник от **Formatk**

№ РЗН 2016/4397



- Комбинация передовых оптических технологий: IPL, диодный и неодимовый лазеры
- Неодимовый лазер последнего поколения, ресурс 1,5 млн вспышек
- Ресурс диодного лазера 3 млн вспышек
- 5 режимов работы диодного лазера
- 2 года гарантии
- Срок окупаемости 9 месяцев

ank-b2b.ru // ankportal.ru

РЕКЛАМА

**Новая
лазерная
платформа**
Magma