

**ВОЗМОЖНОСТИ LHE ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СВЕТОТЕПЛОВОЙ ЭПИЛЯЦИИ И  
ОМОЛОЖЕНИЯ КОЖИ.**

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.**

Авторы:

Мельник В.С.,

Соколова Е.В., главный врач ГК СМИ, дерматовенеролог-косметолог, физиотерапевт.

Аравийская Е.Р., профессор, доктор медицинских наук, доцент каф. дерматовенерологии с

Клиникой СПбГМУ им. Акад. И.П.Павлова

ГК СМИ, главный врач Соколова Елена Викторовна, дерматовенеролог-косметолог,  
физиотерапевт.

Учебный центр ГК СМИ, руководитель - главный врач Соколова Елена Викторовна

Соколова Елена Викторовна, 199053, Санкт-Петербург, В.О., 4-я линия, д. 13, ГК СМИ.

Тел/факс(812)320-99-09.

## **ВОЗМОЖНОСТИ LHE ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СВЕТОТЕПЛОВОЙ ЭПИЛЯЦИИ И ОМОЛОЖЕНИЯ КОЖИ.**

### **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.**

В практике эстетической медицины последних лет наблюдается бурное развитие световых методик, применяемых для эпиляции, лечения пигментных и сосудистых патологий. Главной задачей здесь, является, с одной стороны, эффективное решение вышеозначенных проблем, а с другой, стремление к минимальному повреждению окружающих тканей и сокращению периода реабилитации после проведения процедур. Решение предложила израильская фирма Radiancy, создавшая уникальную технологию – LHE. Светотепловая терапия подразумевает использование, как световой, так и тепловой энергии излучения лампы-вспышки.

Светотепловая терапия, применяемая для эпиляции и омоложения по технологии LHE, является многофункциональным, современным методом, простым, эффективным и безопасным для применения в эстетической медицине.

# ВОЗМОЖНОСТИ LHE ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СВЕТОТЕПЛОВОЙ ЭПИЛЯЦИИ И ОМОЛОЖЕНИЯ КОЖИ.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.

### Введение.

В практике эстетической медицины последних лет наблюдается бурное развитие световых методик, применяемых для эпиляции, лечения пигментных и сосудистых патологий. Все эти методы основаны на селективном поглощении широкополосного импульсного света определенными хромофорами кожи, волоса, сосудов, с их последующим фототермолизом. Основными хромофорами, поглощающими свет, а затем преобразующими световую энергию в тепло, являются меланин (в форме эумеланина), гемоглобин (в формах окси – и дезоксигемоглобина), бета-кератин, коллаген, вода. Источником света в аппаратах, используемых в фототерапии, служит лампа-вспышка, заполненная, как правило, инертным газом ксеноном, и излучающая свет в диапазоне длин волн от 400 нм до 1200 нм. Спектры поглощения основных хромофоров показаны на рис. 1. Биофизические основы поглощения света и преобразования его в тепло представлены в работах [1, 2].

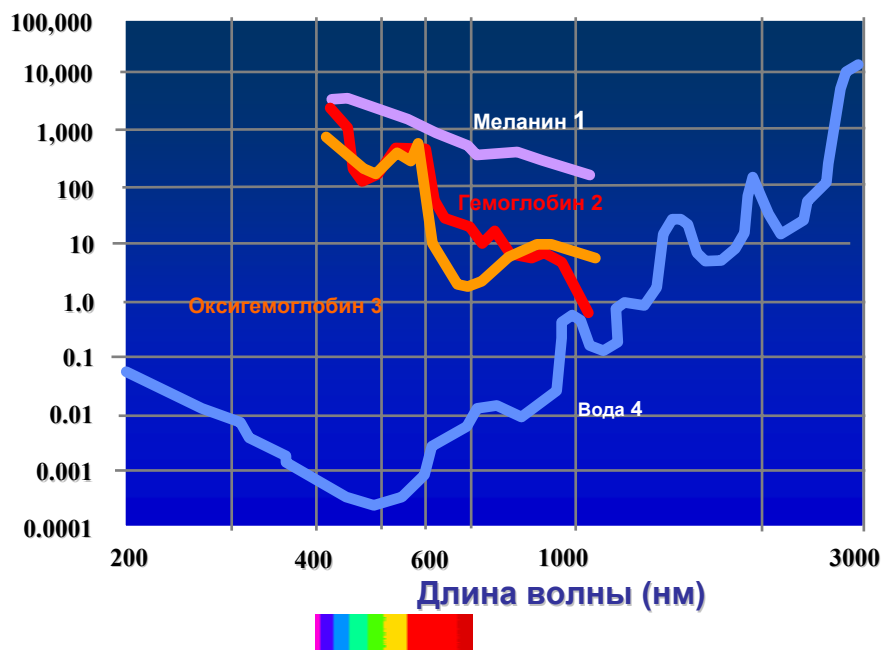


Рис.1. Спектры поглощения основных хромофоров

В основе радикального удаления волос с помощью света лежит тепловое разрушение

основных центров жизнедеятельности и регенерации волос, расположенных в фолликуле: дермальной папиллы (волосяного сосочка) и области bulge. Нагрев волосяного фолликула происходит вследствие поглощения света меланином волоса и водной фракцией дермальной папиллы. Область поглощения меланином светового потока перекрывает весь спектр поглощения (кривая 1а рис № 1), однако оптимальным является область спектра 600-900 нм.

Для лечения сосудистых патологий, таких как телеангиэктазии, гемангиомы, «винные» пятна (PWS), куперозная стадия розацеа, венозные мальформации подходит спектральная область 550-600 нм. Вследствие поглощения света гемоглобином в этом диапазоне спектра, (кривые 1 и 2) кровь в просвете сосудов нагревается до температуры коагуляции, что впоследствии приводит к склерозированию сосудов.

Для теплового разрушения пигментных патологий (веснушки, café-au-lait, посттравматические гиперпигментации, себорейный кератоз) предпочтителен диапазон спектра 530-550 нм, который позволяет разрушать хромофор меланин на различной глубине эпидермиса и дермы.

Главной задачей любого метода, использующего принцип селективного фототермолиза, является, с одной стороны, эффективное решение таких проблем, как удаление нежелательных волос, лечение пигментных и сосудистых патологий, омоложение кожи лица, а с другой, стремление к минимальному повреждению окружающих тканей и сокращению периода реабилитации после проведения процедур.

На сегодняшний день существуют различные технологии формирования светового импульса в системах, использующих широкополосные источники света, таких как , IPL, FPL, I2PL, SPL, а так же используется сочетание действия импульсов света и высокочастотного электрического поля. Эти технологии отличаются друг от друга тем, каким образом решается задача воздействия на проблемные области с учетом сведения к минимуму риска осложнений. Для достижения этих целей необходимо максимально использовать «эффективные» области светового спектра в которых происходит фотодеструкция хромофоров и уменьшить влияние «вредных» участков спектра излучения, где наблюдается избыточный нагрев окружающих

тканей.

Для этого используются:

- поглощающие фильтры, отсекающих «вредные» и бесполезные участки спектра;
- флюоресцирующие матрицы, фильтрующие свет коротковолновой области спектра и трансформирующие его в излучение ближнего ИК (инфракрасного) диапазона;
- генерация серии коротких импульсов света;
- обеспечение активного охлаждения кожи, и другие методы.

Технологии фотоэпиляции и фототерапии, действие которых основано на селективном фототермолизе, имеют ряд недостатков:

- необходимость использования высокой энергии импульса и связанная с этим повышенная опасность повреждения кожи,
- невозможность удаления светлых и рыжих волос,
- ограниченные возможности удаления пушковых волос,
- необходимость использования дорогостоящих расходных материалов и систем охлаждения,
- отсутствие или явный недостаток клинических исследований подтверждающих эффективность и безопасность применяемых технологических решений. Исключение составляет фирма Lumenis, внесшая серьезный вклад в изучение эстетического применения фототехнологий.

Особым образом проблема эффективного воздействия на хромофоры, в сочетании с минимальным риском повреждения окружающих тканей, решена в аппаратах, действие которых основано, на LHE - технологии.

## **Часть I. Теория.**

### **1. Что такое LHE - технология?**

LHE технология (Light (световая) and Heat (тепловая) Eenergy (энергия)) или Светотепловая терапия подразумевает использование, как световой, так и тепловой энергии излучения лампы-

вспышки. Что это означает? Нагрев кожи при облучении ее поверхности световым потоком происходит по двум причинам:

- 1) Вследствие поглощения излучения светового потока меланином и другими хромофорами,
- 2) Вследствие рассеивания света на оптически неоднородных структурах эпидермиса и дермы.

Глубина проникновения света в кожу, а, следовательно, и область эффективного воздействия, определяется поглощающей способностью кожи и фактором рассеивания, величина которых зависит от длины волны источника излучения и характеристик структур эпидермиса и дермы. Глубина проникновения света от лампы-вспышки находится в пределах до 0.5 мм для коротковолновой области спектра (400-450 нм) и от 4,5 мм для инфракрасной области (900 нм и более). Область спектра до 450 нм непригодна для целей эстетической медицины из-за выраженного эффекта рассеивания в эпидермисе и, как следствие значительного нежелательного нагрева и риска теплового повреждения тканей. Все существующие в настоящее время технологии, кроме ЛНЕ, основаны на фототермолизе, т.е. на нагреве до определенной критической температуры сосудистых и пигментных элементов (фототерапия) или волосяного фолликула (фотоэпиляция) в результате поглощенного хромофорами мишени света. В этом случае используется только так называемая, «световая» энергия излучения. Однако мишень можно нагреть до температуры коагуляции не только за счет «световой» составляющей энергии излучения, но и за счет его «тепловой» части, то есть, за счет воздействия на ткани рассеянного света, повышающего температуру зоны воздействия в 4-5 раз больше [3], чем поглощенный свет. Именно этот эффект и использует в своей технологии ЛНЕ-терапия.

## **2. Особенности технологии ЛНЕ:**

- использование не только «световой», но и «тепловой» составляющей излучения лампы-вспышки, связанной с локальным рассеиванием энергии.

-минимизация нежелательного воздействия на окружающие ткани излучения

«вредных» и бесполезных участков спектра без охлаждения кожи, использования оптических фильтров и других, сложных конструктивно-технических решений.

Это достигается тем, что лампа-вспышка, излучающая свет, заполнена не традиционным инертным газом ксеноном, обладающим неизменным спектром свечения, а специально подобранной смесью инертных газов. Спектр излучения такой лампы обладает следующими принципиальными отличиями:

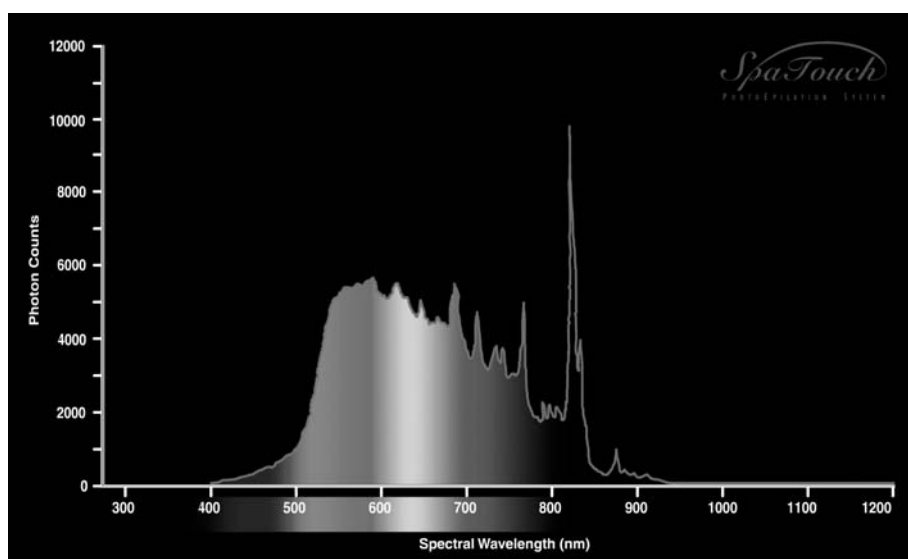


Рис. 2. Спектр излучения лампы.

- энергия излучения во «вредных» диапазонах длин волн (400-450 нм и 950-1100 нм) невелика, и поэтому риск ожога эпидермиса значительно ниже, чем при облучение кожи светом ламп, которые заполнены обычным ксеноном
- спектр излучения содержит несколько мощных пиков в инфракрасной области (ИК) спектра 800-900 нм. Излучение этого диапазона спектра проникает вглубь кожи на несколько миллиметров и рассеивается на локальных неоднородных структурах дермальной папиллы и верхних слоях дермы, значительно нагревая эти области за счет большой плотности энергии. Таким образом, «тепловая» энергия света, связанная с эффектом рассеивания в диапазоне высокоэнергетических пиков, локально воздействует на мишени (дермальную папиллу, «спайки» коллагеновых волокон) и практически не нагревает окружающие, оптически однородные ткани дермы.

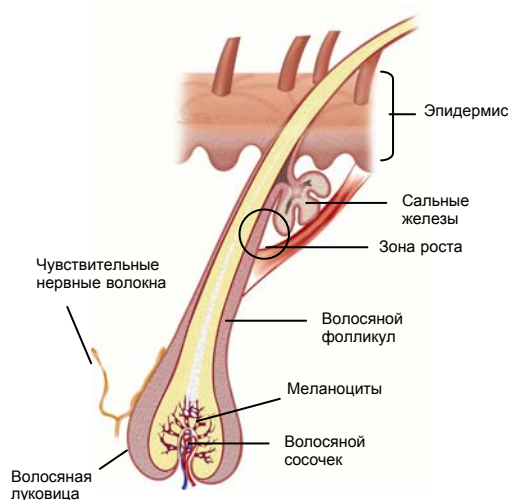
Методы светотепловой терапии и эпиляции, основанные на LHE технологии формирования излучения, обладают следующими преимуществами:

1. Для эффективного лечения не требуется большой плотности энергии светового потока. Аппараты, работающие на принципе LHE технологии, излучают свет с плотностью энергии до 10 Дж/кв. см, в то время как для других технологий требуется плотность энергии источника излучения 45 Дж/кв. см и более. Причина заключается в рациональном использовании полезной энергии излучения благодаря оптимально подобранному спектру: использование не только «световой», связанной с поглощением, составляющей, но и «тепловой», связанной с локальным рассеиванием, энергией;
2. Риск ожога окружающих тканей сведен к минимуму вследствие низкого уровня энергии излучения во «вредных» областях спектра. Как результат - нет необходимости применять пассивное охлаждение кожи при помощи охлаждающих водорастворимых гелей или отводящих тепло волноводов (например, из лейкосапфира). Применение охлаждающих средств снижает эффективность фотометодик в связи с тем, что значительная часть «эффективной» энергии расходуется на нагревание самих охлаждающих средств.
3. Технология LHE дает возможность для лечения Аспе, псориаза и некоторых других патологий, которые в настоящее время не входят в перечень показаний для применения аппаратов, работающих на основе IPL и FPL технологий. Это обусловлено тем, что при изменении состава инертных газов в лампе-вспышке для каждой конкретной патологии можно подобрать оптимальную форму спектра лампы-вспышки, подходящую для решения различных проблем.

Специалистами более чем двадцати российских и иностранных были проведены практические исследования и клинические испытания аппаратов, работающих по технологии LHE . Далее в статье приводятся результаты практических исследований при использовании аппаратов фирмы Radiancey в клинической практике на протяжении последних 5 лет.

### 3. Эпиляция.

#### 1. Структура волоса.



*Рис.3. Анатомия волосяного фолликула*

В структуре волоса можно выделить две основные части: стержень, выступающий над поверхностью кожи, и корень, (или волосяной фолликул) погруженный в кожу. Вблизи дна фолликула расположена луковица, охватывающая со всех сторон дермальную папиллу, осуществляющую питание волоса в процессе его роста. Папилла - соединительнотканое образование, состоящее из коллагеновых и эластиновых волокон, кровеносных капилляров, нервов и меланоцитов. К каждой папилле подходит артерия, распадающаяся на капиллярную сеть (рис. 3). Рост волоса происходит за счет, размножения клеток матрикса луковицы. В процессе роста волоса участвуют стволовые клетки, расположенные в месте, именуемом областью bulge, и, находящиеся с внешней стороны фолликула, на уровне базального слоя эпидермиса. Из области bulge стволовые клетки мигрируют в матрикс, где начинают рост и дифференцировку. При условии сохранения стволовых клеток в области bulge даже при полном разрушении дермальной папиллы, фолликул способен к регенерации. Поэтому мишенью для радикального удаления волос является дермальная папилла и стволовые клетки в области bulge.

Тепловое разрушение жизненно важных для воспроизводства волоса областей волосяного фолликула, происходит при нагревании их до определенной критической

температуры, и поддержания ее в течение времени, необходимого для необратимого термического повреждения этих областей.

## 2. Технология LHE в фотопиляции.

Технология LHE обеспечивает локальный нагрев волосяных фолликулов не только за счет поглощения света меланином волоса, с последующим преобразованием световой энергии в тепло (технологии IPL, FPL, SPL и другие), но и за счет использования «тепловой» составляющей, образованной вследствие рассеяния света на локальных неоднородных структурах дермальной папиллы и в области bulge.

Благодаря рациональному использованию как «световой», так и «тепловой» энергии излучения лампы-вспышки, для эффективной эпиляции волос не требуются энергетический поток большой плотности, что является существенным преимуществом в оценке безопасности технологии.

Рассмотрим механизм воздействия светового потока, сформированного по LHE технологии, более подробно (с учетом особенностей формы спектра излучения, показанного на рисунке 2).

**а) Поглощение.** Меланин, как хромофор, поглощает во всем диапазоне спектра излучения, но наиболее сильно в его коротковолновой части (450-600 нм) и слабее в ближней инфракрасной области спектра (950-1200 нм) (см. рис.1, кривая 1).

Однако оба эти диапазона являются «вредными» из-за риска ожога кожи: первый (450-600 нм) - вследствие сильного рассеяния в эпидермисе, а второй (950-1200 нм) - из-за значительного поглощения света водой.

В технологии LHE спектр излучения оптимизирован (за счет смеси инертных газов в лампе-вспышке) таким образом, что энергия света во «вредных» областях минимальна, и максимальна в «эффективной» области - 600-900 нм.

**в) Рассеивание.** Дермальная папилла представляет собой неоднородную структуру [4], интенсивно рассеивающую свет ближнего ИК диапазона спектра. Известно, что вследствие

эффекта рассеивания при слабом поглощении света, изменение температуры в области воздействия увеличивается в 4-5 раз [3]. Характерной особенностью спектра является наличие высокоэнергетических пиков в области 800 - 900 нм. Свет этой спектральной области, проникая в кожу на глубину до 4,5 мм, рассеивается на микроструктурах папиллы, и, вследствие высокого уровня энергии в пиках спектра, активно нагревает её (папиллу). При этом рассеивание и поглощение энергии, в слоях эпидермиса и сравнительно однородной дерме в диапазоне длин волн 800 - 900 нм незначительно, и риск ожога окружающих волосяной фолликул тканей невелик.

**с) Длительность импульса.** Одним из условий селективного фототермолиза является время воздействия импульса на мишень, оно должно быть равно или меньше времени термической релаксации (ВТР) мишени. ВТР волосяного фолликула зависит от геометрических размеров корня волоса и составляет величину от 40 до 110 мс. Поэтому целесообразно воздействовать на волосяные фолликулы импульсами света длительностью меньше 40 мс. В этом случае риск ожога окружающих волосяной фолликул тканей будет невелик. Однако основной хромофор - меланин - входит также в структуру эпидермиса, в концентрациях, определяющих цвет кожи: от светлой (I - II фототип по классификации Фитцпатрика) до тёмной (VI фототип). Чтобы не вызвать ожога эпидермиса, ВТР которого не превышает 9 мс, время однократного светового воздействия на кожу должно быть меньше этой величины. С другой стороны время однократного воздействия не может быть слишком малым, так как, мишень должна не только достичь критической температуры, но и необходимо это значение температуры удерживать в течение времени достаточного для необратимого разрушения мишени.

Как решается эта проблема? В IPL и других системах, источником излучения в которых служит лампа-вспышка на ксеноне, облучение кожи осуществляется серией коротких (длительностью около 2 мс каждый) импульсов. Применяются и другие технические приемы, однако все они усложняют и удорожают конструкцию аппаратов и технологию проведения процедуры.

Особым образом эта проблема решена в LHE системах. Воздействие на поверхность кожи осуществляется одиночными импульсами света, длительностью 35 мс.

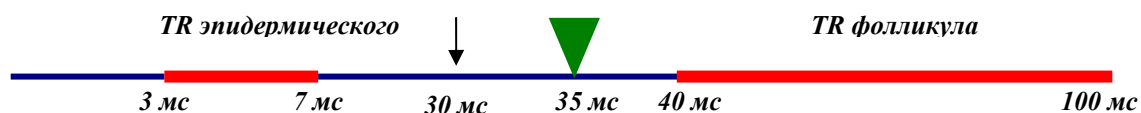


Рис. 4. Время тепловой релаксации (ms)

Такая продолжительность однократного светового воздействия является оптимальной для LHE систем (см. рис 4) и позволяет выполнить основные требования эффективного лечения, в сочетании с минимальным повреждением, окружающих волосяной фолликул участков эпидермиса и дермы:

1. Длительность импульса меньше, чем ВТР волосяного фолликула.
2. Длительность импульса больше времени необратимого теплового разрушения (составляющего примерно 30 мс) центров обеспечения роста и воспроизводства волоса в волосяном фолликуле, т.е. дермальной папиллы и области bulge. Риск ожога кожи вследствие поглощения света меланином эпидермиса - невелик, благодаря форме спектра излучения LHE технологии.

**d) Поток световой энергии.** Поток световой энергии должен быть достаточным, чтобы обеспечить следующие необходимые условия для перманентной эпиляции:

1) Тепловое воздействие должно вызывать коагуляцию сосудов, питающих волосяной фолликул. Это приводит к постепенной атрофии фолликула и прекращению роста волоса.

2) Тепловое воздействие должно вызвать гибель стволовых клеток области bulge, чтобы исключить регенерацию волосяного фолликула даже после его полного разрушения.

3) Воздействие света должно нарушать регуляцию фаз роста волоса, что приводит, со временем, к деструкции волосяного фолликула.

Известно [5], что нарушение фаз роста волоса, наиболее заметно, происходит при

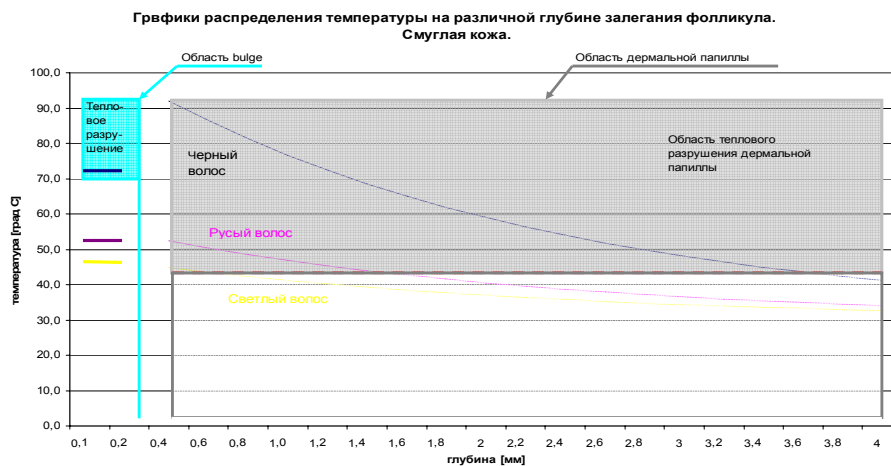
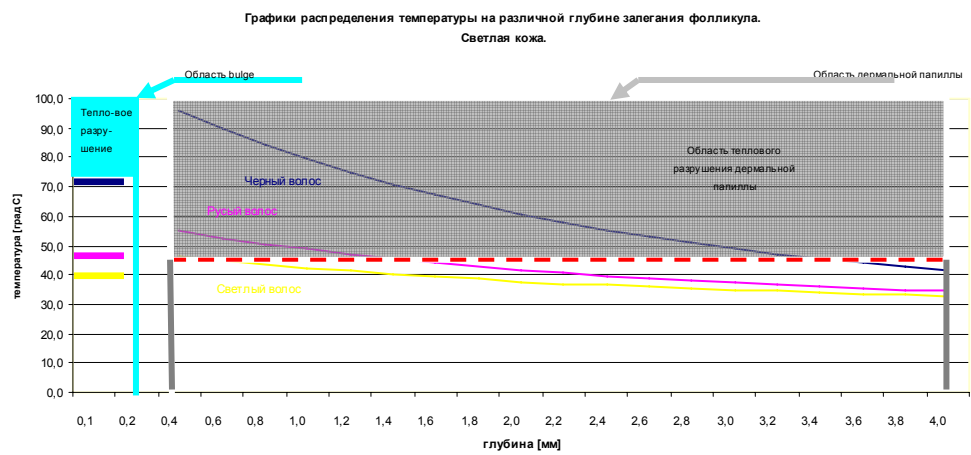
воздействии света в диапазоне длин волн 600 - 800 нм с плотностью энергии, превышающей пороговую плотность - 2 Дж/кв.см.

Особенности технологии LHE таковы, что световой поток обладает оптимальной плотностью энергии, достаточной для обеспечения условий, для проведения эффективной эпиляции. Исключается необходимость использования оптических фильтров, охлаждения и других дорогостоящих способов.

### **3. Эффективность LHE технологий эпиляции.**

Специалистами Группы Компании «СпортМедИмпорт» были проведены детальные исследования и расчеты распределения температуры в эпидермисе и на различных глубинах залегания дермальной папиллы в дерме для разных типов волос и фототипов кожи от I до VI по классификации Фитцпатрика. Значения концентраций меланина, коэффициента поглощения меланина и других хромофоров кожи и волос, коэффициент и фактор рассеивания, а также удельные теплоемкости эпидермиса и волоса были определены по материалам статей [6-11]. В расчетах были учтены различия начальной температуры эпидермиса и дермы, а также особенности спектральных характеристик отражения света от разных фототипов кожи.

Расчеты и анализ эффективности работы производились для аппаратов Spa Touch и Skin Station производства фирмы Radiancy, Израиль. В расчетах принималась форма спектра, показанная на рис. 2, плотность энергии импульса - 10 Дж/кв. см, длительность импульса- 35мс. Результаты расчета распределения температуры после однократного воздействия показаны на графиках рис.5 .



*Рис.5. Графики распределения температур.*

Погрешность вычислений составляет примерно 18%. Это связано со значительным разбросом литературных данных о концентрации меланина в волосах различного цвета и характеристиках спектрально-зависимых величин, входящих в формулы для расчетов. Критерии необратимого разрушения за время действия светового импульса следующие:

- a. Критическая температура коагуляции белков стенок сосудов , питающих дермальную папиллу — 43 С
- b. Критическая температура разрушения стволовых клеток – 70 С
- c. Критическая температура (поддерживаемая в течение 35 мс) приводящая к ожогу эпидермиса-50 С.

Анализ графиков на рис. 5 позволяет сделать следующие выводы:

1. Для светлой кожи (I - II фототип по Фитцпатрику) при однократной световой вспышке дермальная **папилла черных** волос, разрушается полностью, если она расположена на глубине до 3,8 мм от поверхности кожи, для **русых волос** - на глубине до 2 мм.

Стволовые клетки черных волос разрушаются частично, поэтому возможно восстановление роста волос. Расчеты показывают, что радикального удаления черных волос можно достичь при проведении от 4-5 процедур, а русых волос - при проведении от 5-8 процедур.

2. Для смуглой кожи (III-IV фототип по Фитцпатрику) вероятность радикального удаления **черных волос**, корень которых залегает в глубине до 3,5 мм более высокая, по сравнению с другими типами волос. Для получения хороших результатов необходимо проведение от 3-4 процедур. Для **русых, рыжих, пушковых и тонких волос**, дермальная папилла которых залегает на глубине не более 2 мм, для радикального подавления роста волос необходимо (согласно проведенным исследованиям) от 7-9 процедур. Эпиляция светлых волос возможна при модификации методики проведения процедур и курс составляет от 9-11 процедур (см. часть II). Ожог кожи незначителен.

3. Для темной кожи и загорелой, проведение процедур по стандартной методике неприемлемо ввиду большого риска ожога эпидермиса. Для работы с V-VI фототипами по Фитцпатрику используется специальная лампа для чувствительной кожи.

#### 4. Фотоомоложение.

В настоящее время в понятие «фотоомоложение кожи» включают, как правило, три положения:

- Термическое повреждение верхнего поперечного слоя коллагеновых волокон и стимуляция синтеза неколлагена. В результате появления новых коллагеновых структур улучшается тургор и текстура кожи, уменьшается ее пористость, цвет кожи становится более здоровым.

- Устранение пигментных образований, таких, как кератоз, веснушки, посттравматические гиперпигментации, нарушение пигментации связанные с фотостарением кожи, и другие;

- Фотокоагуляция сосудистых патологий: телеангиэктазий, гемангиом, «винных» пятен

(PWS), куперозной стадии розацеа, венозных мальформаций.

Мишенями для светового потока в процедурах фотоомоложения, являются хромофоры: оксигемоглобин, меланин, коллаген, вода.

Для получения положительных результатов процедур фотоомоложения, хромофор должен быть нагрет до определенной критической температуры, и находиться нагретым в течение определенного времени.

Так необходимо учитывать что:

- синтез коллагена, активизируется при температуре 55 С,
- коагуляция сосудистых элементов эффективна при температуре 65-70 С,
- пигментных патологий - 60-65 С.

Известно, что коллаген поглощает свет равномерно, по всей области спектра излучения лампы-вспышки. Меланин, также поглощает свет во всей области спектра, но наиболее эффективно в коротковолновой области и значительно слабее в ИК областях (см. рис. 1, кривая 1). Гемоглобин ( в окси- и деокси-формах ) сильно поглощает излучение в ультрафиолетовой области спектра, однако эта область в эстетической медицине не используется. Поэтому рабочим диапазоном является 520-580 нм. Так как поглощение в этой области спектра невелико, то для достижения температуры коагуляции сосудов 70 С, требуются большие плотности энергии светового пучка ксеноновых ламп от 45 Дж/кв. см и выше (IPL, FPL, SPL и др.). Большая часть этой энергии расходуется на нежелательный нагрев кожи, поэтому при использовании этих технологий приходится применять активное охлаждение. Однако результатом воздействия активного охлаждения является рефлекторный спазм сосудов в обрабатываемой области, препятствующий их коагуляции. Совсем по другому принципу в процедурах фотоомоложения работают аппараты, основанные на технологии LHE.

### 1) Спектр.

В отличие от ламп, работающих на ксеноне и излучающих свет с практически неизменной формой спектра, в LHE системах, для каждого конкретного применения, форма спектра подбирается индивидуально.

Форма спектра ламп-вспышек, предназначенных для фотоомоложения, немного сдвинута, по сравнению со спектром, показанным на рис. 2, в коротковолновую область. Максимальная излучаемая энергия приходится на область 520-600 нм, то есть располагается в области активного поглощения оксигемоглобина (гемоглобина).

В инфракрасной области спектра 800 - 900 нм имеются высокоэнергетические пики. Таким образом, максимально используется, как «световая» (вследствие поглощения), так и «тепловая» (связанная с рассеянием на локальных неоднородностях патологий) энергия светового потока лампы-вспышки.

Для LHE-терапии (эффекта фотокоагуляции и активации синтеза коллагена) достаточна плотность энергии светового потока, порядка 10 Дж/кв.см. При мощности энергии данного порядка, не требуется охлаждения кожи или использования оптических фильтров, которые применяются в системах IPL, FPL, SPL.

## **2) Длительность импульса.**

Длительность светового воздействия в технологии LHE, выбрана такой, чтобы, с одной стороны, она была больше, чем время теплового разрушения (ВТР) сосудистых и пигментных образований, а, с другой стороны, была близка к ВТР эпидермиса. Длительность импульса составляет 10 мс.

В научной литературе опубликованы обширные клинические исследования, воздействия света на коллагеновые волокна. Изучалась светотепловая технология (LHE) с использованием аппаратов фирмы Radiancy (Израиль).

Клинические исследования, и проведенные теоретические расчеты доказали, что большой вклад в нагревание верхнего поперечного слоя коллагеновых волокон дает «тепловая» составляющая энергии светового потока. Это объясняется интенсивным рассеиванием света в спектральной области 800-900 нм на «скрутках» коллагеновых волокон, в связи с тем, что энергия света в пиках, расположенных в этой области спектра – значительна.

Нагревание тканей, вследствие рассеяния света, является превалирующим фактором в методиках фотоомоложения. Проведенные клинические испытания показали, что для

улучшения структуры и цвета кожи, уменьшения ее пористости, увеличения эластичности требуется от 2 – 3 процедур. Подробно о клинических результатах LHE-омоложения будет сообщено в части II.

## **Часть II. Клинические исследования.**

Первые клинические исследования в области фотометодик, были проведены на базе Израильских и Американских клиник в соответствии с директивами FDA , начиная с 1998 года. На базе Московских и Санкт-Петербургских клиник, исследования проводились в течение последних 2,5 лет. Анализ проделанной работы дал следующие результаты:

### **1. Эпиляция**

Клинические результаты фотоэпиляции, проведенной по технологии LHE на аппаратах компании Radiance (Израиль). В исследованиях приняли участие 57 человек с различными фототипами кожи (от I до IV по Фитцпатрику) и различным цветом волос на различных участках тела.

Особенности эффектов светотепловой эпиляции:

#### **1. В ходе клинических исследований отмечалось процентное уменьшение числа волос.**

Таблица 1. Процентное соотношение от исходного количества волос.

Зона воздействия	Светлые	Рыжие	Темно-коричневые	Черные
Верхняя губа	10 / 35	10 / 51	54 / 88	54 / 96
Подбородок	28 / 60	34 / 70	74 / 92	74 / 98
Подмышки	30 / 62	36 / 88	69/93	70 / 94
Предплечья	20 / 56	30 / 80	60 / 84	64 / 88
Бикини	30 / 64	56 / 82	76 / 92	78 / 95
Голень	29 / 71	53 / 88	76 / 94	82 / 95

В числителе указан процент удаленных волос после 1-й процедуры , в знаменателе , после – 5-й процедуры

Таблица 2. Процентное соотношение от исходного количества волос.

Тип	Светлые		Рыжие		Темно-коричневые		Черные	
	пушков.	жесткие	пушков.	жесткие	пушков.	жесткие	пушков.	жесткие

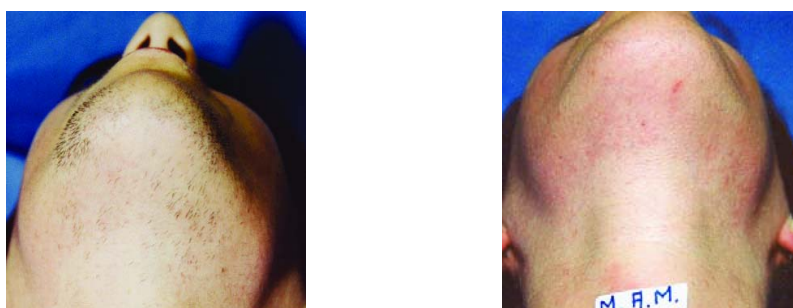
I								
мощность 98 %	10 / 30	18 / 49	30 / 68	59 / 92	52 / 92	74 / 94	54 / 94	77 / 96
II								
мощность 98 %	10 / 27	9 / 45	26 / 56	50 / 82	50 / 90	75 / 91	52 / 89	76 / 93
III								
мощность								
90 %	-	-	12 / 48	37 / 68	48 / 86	71 / 90	50 / 88	76 / 92
IV								
мощность 85 %	-	-	-	-	42 / 64	50 / 72	44 / 72	58 / 78

В числителе указан процент удаленных волос после 1-й процедуры, в знаменателе, после – 5-й процедуры

Каждый пациент прошел от 4 до 11 сеансов лечения. Среднее клиническое значение уменьшения числа волос спустя 6 месяцев от последней процедуры составило 82 %.

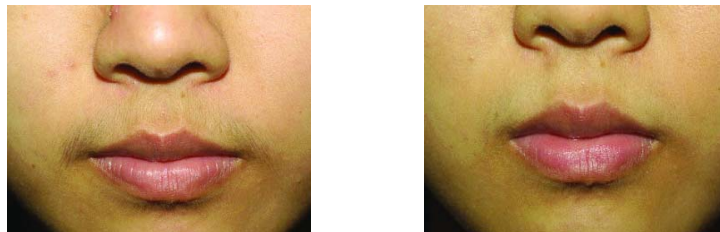


*Фото 1. До и после процедуры ЛНН-эпиляции в области бикини.*



*Фото 2. До и после процедуры ЛНН-эпиляции в области подбородка.*

2. В ходе клинических исследований отмечалось качественное изменение волос – уменьшение диаметра и осветление ствола волоса, что дало дополнительный косметический эффект.



*Фото 3. До и после процедуры LHE-эпиляции в области верхней губы.*

3. В ходе клинических исследований отмечалось изменение качества кожи: улучшение тонуса, тургора и эластичности, сужение пор, уменьшение количества воспалительных элементов и повышение увлажненности ткани.

4. В ходе клинических исследований отмечалась высокая результативность процедур фотоэпиляции у пациентов, страдающих гипертрихозом и гирсутизмом.

Результаты исследований показали, что приобретенные формы гипертрихоза, такие как травматический, неврогенный, климактерический, поддаются лечению с результативностью 85 % эффективности, при условии с коррекцией причины возникновения заболевания. Лечение проблемы гирсутизма (только у женщин) при условии коррекции повышенной секреции андрогенов, дает эффективность лечения до 72 %. Клиентами данной группы отмечены дополнительные, положительные косметические эффекты лечения по изменению качества кожи и волос.

5. В ходе клинических исследований были получены стабильные результаты в эпиляции светлых волос, рыжих, пушковых и светлых волос.

Методика работы по светлым волосам базируется на технологии LHE. Использование поглощения и рассеивания энергии (описанного выше) при эпиляции светлых волос дает

возможность получить положительные результаты (см. таблицу 1, 2).

Методика работы по светлым волосам включает в себя: использование максимальных мощностей, многократную обработку зоны эпиляции и увеличение количества процедур в курсе.

#### 6. В ходе клинических исследований были выявлены побочные эффекты.

Самым частым побочным эффектом, является транзиторная эритема, которая проходит, как правило, в течение 2 часов, максимум 2 дней. У 8 % исследуемых отмечалось появление стойкой эритемы, с последующим образованием корок, которые исчезали в течение двух недель и не вызывали изменений пигментации кожи. Эффект образования корок наблюдался, как правило, в зонах с густыми и жесткими волосами.

## **2. Акне**

P.Асне – анаэробные бактерии, продуктом жизнедеятельности которых является порфирин, который сходен по своей структуре с меланином, и является одним из хромофоров, поглощающих свет.

Возможности технологии LHE позволяют использовать зеленую и ИК части спектра для активизации фотохимического превращения порфирина и инициировать образование бактерицидных реагентов, вызывающих гибель P.Асне. Использование ИК части спектра светового потока, оказывает дополнительно противовоспалительное и рассасывающее действие. Тепловая часть спектра (ИК) открывает поры, улучшает микроциркуляцию, активизирует фагоцитоз.

#### Клинические исследования.

Процедуры по лечению акне проводились 2 раза в неделю, с итоговым курсом до 20 процедур. Длительность одного сеанса составляет 20 минут.

В 48 % случаях на 2-й и 3-й процедуре отмечалось обострение процесса.

С 2-3 процедуры отмечается положительная динамика:

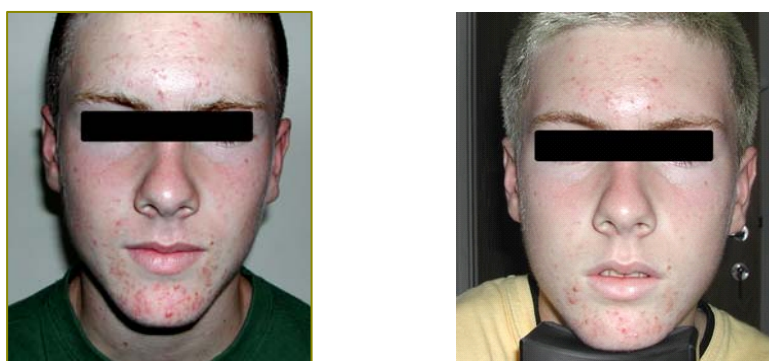
- уменьшение количества воспалительных элементов

- уменьшение явлений гиперкератоза
- уменьшение явлений постакне (застойные пятна, поверхностные рубцовые изменения)
- сглаженность рельефа кожи
- сужение пор

Результаты клинических исследований показали, что улучшения состояния появляются через 1-1.5 недели с начала проведения процедур, что значительно улучшает психологическое состояние клиента. После прохождения полного курса процедур по лечению акне с использованием ЛНЕ-терапии наблюдается ремиссия от 6 месяцев до 3 лет при соблюдении адекватного домашнего ухода.



*Фото 4. До и после процедуры ЛНЕ-терапии акне.*



*Фото 5. До и после процедуры ЛНЕ-терапии акне.*

### **3. Фотоомоложение**

Клинические испытания проводились на базе кафедры Дерматовенерологии с Клиникой СПбГМУ имени акад. И.П.Павлова в клинических исследованиях участвовало 25 физически

здоровых женщин возрастом от 35 – 65 лет с видимыми признаками фотостарения кожи, такими как солнечные веснушки, телеангиэктазия, морщины типа 1 или 2 (от начального до умеренного фотостарения кожи), ухудшение текстуры кожи, расширение пор.

Процедуры проводились:

- с периодичностью 1 раз в неделю для лечения морщин и улучшения тургора кожи. Курс процедур от 3 до 10.

- с периодичностью 2 раза в неделю для лечения сосудистых патологий и пигментации. Курс процедур от 4 до 8.

Результаты исследований показали, что все пациенты, участвующие в этом исследовании, сообщали о положительной реакции своей кожи на процедуры фотоомоложения с использованием LHE-технологии. Временная эритема, появившаяся после лечения, рассосалась через 10-15 минут у всех пациентов, кроме двоих, у которых покраснение продержалось около часа. Кожа становилась мягче с каждым последующим сеансом процедур. Пациенты с эритемой лица сообщили об улучшениях уже после третьего лечебного сеанса.

На основании исследований 25 пациентов, подвергнутых фотоомоложению при помощи LHE-терапии, были получены результаты:

- Значительное улучшение тургора и эластичности кожи. Кожа стала более гладкой и однородной.

- Уменьшился размер и тон солнечных пятен. Исчезли небольшие поражения.

- Улучшение внешнего вида телеангиоэктазий в результате уменьшения числа сосудов и фрагментации сосудов.

- Значительное уменьшение морщин.

- Значительное уменьшение дисхромии и эритемы лица.



*Фото 6. LHE-терапия в лечении гиперпигментаций.*



*Фото 7. До и после процедуры LHE-омоложения.*

Резюме: Светотепловая терапия, применяемая для эпиляции и омоложения по технологии LHE, является многофункциональным, современным методом, простым, эффективным и безопасным для применения в эстетической медицине.

## **Литература**

1. Левкович А.В., Мельник В.С. Аппаратная косметология. Москва, 2004.
2. Lask G., Eckhouse Sh., Slatkine M., Waldman A., Kreindel M., Gottfried V. The role of laser and intense light sources in photo-epilation: a comparative evaluation. *Journal of Cutaneous Laser Therapy*, 1999; 1:3-13.
3. E. Victor Ross, Dilip Paithankar. Comparison of cryogen spray and surface contact cooling through heat transfer modeling. [www.lasernews.net](http://www.lasernews.net),
4. Афанасьев Ю.И., Юрина Н.А. Гистология. Учебник для медицинских ВУЗов. Изд. 5. М:Медицина, 2002.
5. Скобелкин О.К. Применение низкоинтенсивных лазеров в клинической практике. Москва, 1997.
6. Steven L. Jacques. Skin Optics. Oregon Medical Laser Center News. 1998.
7. Extinction coefficient of melanin. <http://omlc.edu/spektra/extcoeff.html>
8. Steven L. Jacques. Optical absorption of melanin. <http://omlc.ogi.edu/spektra/melanin/>
9. Optical Depth of pigmented epidermis. <http://omlc.ogi.edu/spektra/melanin/opticaldepth.html>

10. Melanosome absorption coefficient. <http://omic.ogi.edu/spectra/melanin/mua.html>
11. Modeling skin color image formation. <http://www.vision.auc.dk/mst/publications/fg2000htm/node3.html>
12. Alex Levenberg, M.D., Veit Harofoeem-Клиника пластической хирургии, Апрель 2003
13. Monica Elman, M.D., Joseph Lebzelter, Ph.D.