

Возможности применения световых технологий при коррекции возрастных изменений кожи

Ж. Ю. Юсова, д.м.н., проф. кафедры дерматовенерологии и косметологии¹

Д. В. Демидион, главный врач²

М. А. Авагумян, соискатель кафедры¹, врач-дерматовенеролог³

¹ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва

²Академия косметологии Premium Aesthetics, г. Москва

³Университетская клиника ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва

Possibility of using light technology in correction of age-related skin changes

J. Y. Yusova, M. A. Avagumyan

Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia, Academy of Cosmetology 'Premium Aesthetics', University Clinic of Moscow State University n.a. M. V. Lomonosov; Moscow, Russia

Резюме

Световые технологии широко представлены в эстетической медицине и решают большой спектр проблем. На сегодняшний день широкополосное световое излучение или IPL-воздействие активно изучается и исследования различных спектров волн на кожу продолжаются, что свидетельствует об актуальности проблемы. Представлены новейшие тенденции использования аппаратных световых технологий и технические решения для коррекции эстетических проблем в зависимости от спектра излучения, что позволяет дифференцированно назначать необходимое лечение и решать задачи в зависимости от индивидуальных особенностей.

Ключевые слова: IPL-воздействие, световые технологии, хромофоры кожи, инволюционные изменения кожи.

Summary

Light technologies are widely represented in aesthetic medicine and solve a wide range of problems. To date, broadband light radiation or IPL-effect is actively studied and studies of various spectra of waves on the skin continue, which indicates the relevance of the problem. The article presents the latest trends in the use of hardware light technologies and technical solutions for the correction of aesthetic problems depending on the radiation spectrum, which allows to assign the necessary treatment differentially and solve problems depending on individual characteristics.

Key words: IPL light technologies, chromophores of the skin, involutional changes of the skin.

На сегодняшний день аппаратные технологии являются ведущими в коррекции возрастных изменений кожи. Среди аппаратных технологий ведущие позиции занимает использование световых воздействий, среди которых можно выделить IPL-воздействие. IPL — англ. аббревиатура Intense Pulsed Light, что переводится как интенсивный импульсный свет. IPL-воздействием более корректно называть «процедуры с использованием источников широкополосного оптического излучения». Это определение описывает суть метода — испускание света в широком диапазоне волн. В иностранной литературе встречается еще один термин, обозначающий IPL — flashlamp (в переводе с англ. flash — вспышка, lamp — лампа), что

отражает пульсирующую природу излучения — генерирование вспышек света, управляемых врачом [1].

Можно сказать, что история IPL-технологии началась в апреле 1983 г., когда американские ученые Ричард Рокс Андерсон (R. R. Anderson) и Джон Пэрриш (J. Parrish) опубликовали в журнале Science свою концепцию селективного фототермолиза [2], согласно которой световое излучение может избирательно поглощаться веществами-мишенями (меланином, гемоглобином и пр.). На практике это означало, что у врачей эстетической медицины появилась возможность целенаправленно воздействовать на те структуры кожи, в которых концентрация мишеней значительно выше, чем в окружающей ткани (например, на пигментные

пятна и сосудистые образования) [3, 4]. Основываясь на этом принципе, в 1990 г. два других американских ученых — флеболог Митчел П. Голдман (M. P. Goldman) и дерматолог Ричард Е. Фицпатрик (R. E. Fitzpatrick) описали использование импульсных ламп высокой интенсивности в качестве инструмента для лечения телеангиэктазий [5]. В 1994 г. был создан первый IPL-аппарат. В 1995 г. он получил одобрение Управления по контролю за продуктами и лекарствами США (US Food and Drug Administration, FDA) в качестве устройства для терапии телеангиэктазий на нижних конечностях. Первый научный доклад об использовании IPL в дерматологии сделали в 1996 г. немецкие исследователи — они сообщили об успешном применении новой методики для ле-

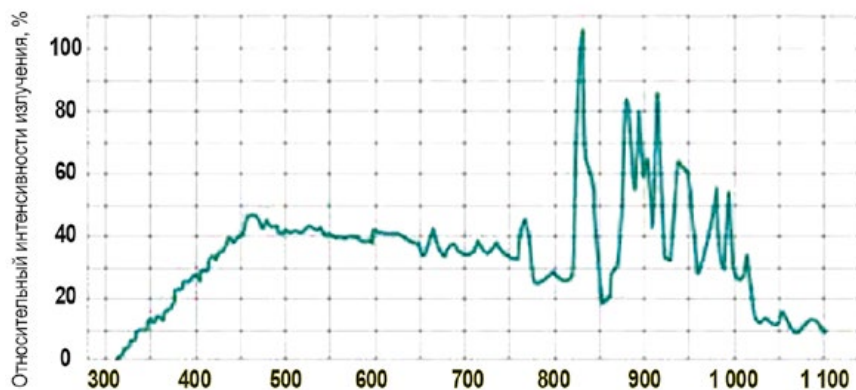


Рисунок 1. Диапазон излучения ксеноновой лампы-вспышки.

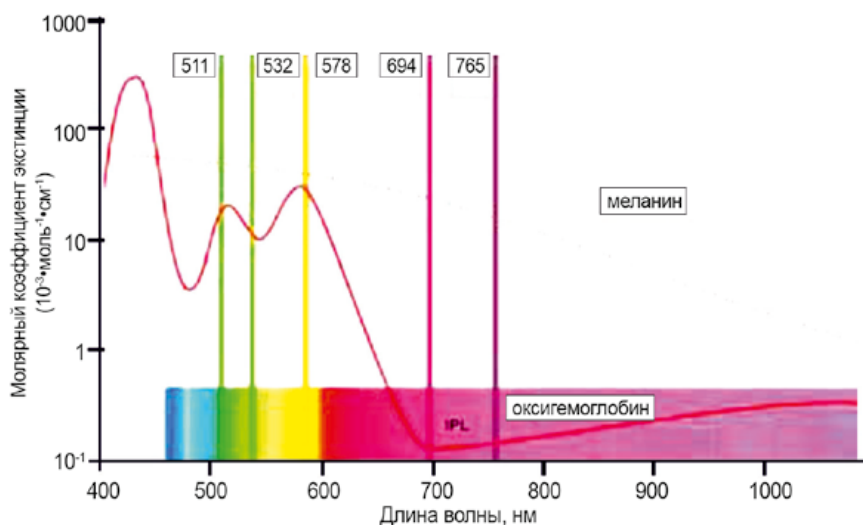


Рисунок 2. Спектры поглощения хромофоров при IPL-воздействии.

чения 80 пациентов с наличием резистентных к терапии «винных пятен» на лице [6, 7]. В 1997 г. создана усовершенствованная версия аппарата. И в том же году данная версия была одобрена FDA в качестве первого устройства для фотоэпиляции. В Россию подобный аппарат был впервые ввезен и сертифицирован в 1998 году.

Современные IPL-аппараты претерпели некоторые технические изменения: появились система охлаждения и технология дробления импульса, усовершенствовалась и одновременно упростилась настройка параметров. Все это сделало применение технологии более комфортным и безопасным, а также расширило перечень показаний для их использования (в 2000-х гг. к ним добавилось фотоомоложение и устранение пигментных пятен) [8, 9].

Главная составляющая IPL-

аппарата — лампа из кварцевого стекла, заполненная газом ксеноном с электродами внутри. В момент прохождения между ними разряда происходит ионизация газа и возникает световой импульс, который включает в себя электромагнитные волны, относящиеся к разным частям спектра. Таким образом, для IPL характерно полихроматическое излучение с длиной волны от 515 до 1200 нм — это видимый свет и ближняя часть инфракрасного. Впрочем, можно встретить аппараты с нижней границей испускаемого излучения 390–400 нм. Работая с подобным IPL-устройством, врач с помощью специальных светофильтров может сам выбирать необходимую для конкретной процедуры длину волны или же использовать весь представленный диапазон в полной мере. [10, 11] Вторая особенность IPL технологии — неко-

герентность. Это значит, что испускаемые лампой электромагнитные волны не совпадают друг с другом по фазе, колеблются несогласованно — т.е. вразнобой, что не лучшим образом отражается на фокусировке луча. И, наконец, третья черта IPL-технологии — неколлимированность. В отличие от лазера, который характеризуется узкой направленностью, IPL-аппараты формируют расходящиеся пучки света. Это несколько уменьшает интенсивность их воздействия, однако расширяет зону облучения — за одну вспышку, т.е. обрабатывается гораздо более значительная область (рис. 1).

Когда мы воздействуем на кожу пациента некогерентным неколлимированным полихроматическим излучением, которое создает IPL-аппарат, реализуются эффекты того самого селективного фототермолиза, о котором говорили Ричард Рокс Андерсон и Джон Пэрриш. На подобную стимуляцию реагирует не вся ткань, а в первую очередь находящиеся в ней светочувствительные вещества-мишени (хромофоры), которые начинают:

- активно поглощать фотоны света. В результате реализуется следующая последовательность реакций [12, 13];
- энергия фотонов накапливается в хромофоре, и он переходит в возбужденное состояние;
- из нестабильного высокоэнергетического (возбужденного) состояния хромофор переходит обратно в устойчивую форму, при этом данный процесс сопровождается выделением тепла;
- хромофор и его окружение нагреваются до необратимых уровней, что приводит к их разрушению (коагуляции).

Основными хромофорами при этом являются:

- меланин (при его разрушении бледнеют пигментные пятна);
- гемоглобин и его производные (при его разрушении «закрываются» патологически расширенные сосуды);
- порфирин, который вырабатывают бактерии *Propionibacterium*

Таблица 1
Длины волн в эстетической медицине

Спектральная область, нм	Хромофор	Практическое применение
500–600	Гемоглобин и его производные	Разрушение сосудистых мальформаций
	Меланин (535 нм — один из пиков поглощения)	Удаление эпидермальных пигментных пятен
684–800	Меланин	Эпиляция
800–1 200	Не наблюдается окрашенных хромофоров, которые бы быстро поглощали световые волны, происходит абсорбция излучения молекулами воды, которая значительно увеличивается в среднем и дальнем инфракрасном спектре	Фотоомоложение

acnes (их активность возрастает при угревой болезни);

- пигменты татуировок и специальные препараты, повышающие фотосенсибилизацию;
- вода.

Хромофоры располагаются в различных структурах кожи (волосах, сосудах, эпидермисе) и характеризуются размерами, глубиной залегания, а также способностью поглощать свет определенной длины волны, что является основной их характеристикой (рис. 2).

Получается, что у каждого из вышеперечисленных хромофоров есть свой спектр поглощения, в котором имеются подъемы и спады. Если на хромофор действовать излучением с длиной волны, совпадающей с его спектром поглощения (желательно в области подъема — пика поглощения), то он реагирует максимально активно; в противном случае результата не будет. Подбирать диапазон излучения нужно с осторожностью, поскольку спектры поглощения разных хромофоров могут пересекаться. Впрочем, в этом есть и свои плюсы, например, для такой методики, как фотоомоложение, где задействованы сразу несколько хромофоров: меланин, гемоглобин и вода. В зависимости от показаний в эстетической медицине используются длины волн согласно табл. 1.

Для реализации клинического эффекта IPL-технологий очень важны следующие технические характеристики:

1. *Длина волны.* Поскольку IPL-устройства являются источниками широкополосного излучения в диа-

пазоне от 515 до 1200 нм, то избирательное воздействие на конкретные хромофоры (длинами волн, которые соответствуют их пику поглощения) может регулироваться только фильтрами, которые предоставляет производитель. Среди них наиболее распространены следующие: 515, 550, 560, 570, 590, 615, 645, 690 и 755 нм и фильтры блокировки коротковолнового излучения [14]. Врач может отсечь ненужные длины волн или же работать с полным диапазоном излучения.

2. *Длительность импульса.* Когда хромофоры поглощают излучение, происходит их нагревание. Если выбрать слишком большую длительность импульса, то избыточное тепло будет распространяться на окружающие ткани, что может привести к их нагреванию и нежелательному повреждению. Если выбрать слишком маленькую, хромофор не отреагирует должным образом. Какую длительность импульса использовать, зависит от термодинамических характеристик ткани и времени термической релаксации (ВТР) — это период, за который мишень отдает 63 % полученного тепла окружающим тканям. Если воздействие будет меньше ВТР кожи, то все тепло останется в пределах хромофора, и окружающие ткани не пострадают.

В среднем ВТР для поверхностных слоев кожи составляет около 7 мс, а для волос и крупных сосудов — около 50 мс. Это время будет сильно варьировать в зависимости от степени пигментации кожи — для I–II фототипа оно составляет около 10 мс, а для смуглой или загорелой кожи может достигать 150 мс [15, 16].

3. *Плотность энергетического потока (плотность энергии).* Данный параметр характеризует количество энергии, передаваемое на поверхность насадки. Обычно он составляет от 10 до 50 Дж/см². В русскоязычных источниках этот параметр довольно часто называют мощностью.

4. *Частота* показывает количество импульсов за секунду и измеряется в герцах (Гц). Чем она выше, тем более выражено воздействие. Однако между вспышками IPL должны соблюдаться определенные интервалы, которые зависят от ВТР, чтобы избежать перегрева соседних структур. Современные аппараты используют технологию дробления импульса, когда каждая вспышка разделяется на 2–6 отдельных микроимпульсов, что делает воздействие еще более безопасным для окружающих тканей и продлевает рабочую жизнь лампы.

5. *Площадь насадки.* От размера насадки зависит площадь обрабатываемой поверхности. Поскольку излучение, генерируемое IPL-источниками, является расходящимся, то за одну вспышку можно обработать большой участок кожи (до 3–5 см²). Это позволяет свести общее количество импульсов во время сеанса к минимуму и проводить быструю обработку больших анатомических областей.

То есть, учитывая все параметры, можно решить многие эстетические проблемы, а при коррекции возрастных изменений подобрать индивидуально необходимые технические характеристики процедуры. Эффекты, которые в тканях проявляются при воздействии IPL-

технологии различны. Так, в основе омолаживающего действия IPL лежат два типа эффектов:

- 1) разрушение избыточного количества пигмента и нежелательных сосудистых образований по принципу селективного фототермолиза. Поскольку старение кожи характеризуется не только изменением ее рельефа (морщинами) и истончением, но и неравномерностью пигментации и появлением телеангиэктазий, то выравнивание цвета дает заметный омолаживающий эффект;
- 2) воздействие на дерму и, в частности, на коллаген, что приводит к разглаживанию морщин, сужению расширенных пор, повышению тургора и эластичности кожи. Исследователи до сих пор не пришли к единому мнению, каким именно образом это происходит. Предполагается, что данный эффект реализуется за счет прогревания глубоких слоев кожи длинноволновыми частями широкополосного IPL-спектра (ближе к 1200 нм), возбуждения молекул воды, результатом чего является разрушение старого и синтез нового коллагена и улучшению текстуры кожи [17, 18]. Кроме того, было показано, что тепловая стимуляция фибробластов кожи под действием длинноволнового излучения приводит к увеличению синтеза белков внеклеточного матрикса. Это обуславливает, по крайней мере, частичное восстановление толщины кожи и реализуется за счет стимулирующего влияния IPL на TGF- β и синтез нового коллагена III типа [19, 20]. Клиническими результатами такого действия является разглаживание морщин. При этом более мелкие морщины лучше поддаются воздействию фотоомоложения, чем глубокие, но, чтобы заметить результаты, необходимо провести несколько сеансов. Как правило, для получения видимого эффекта требуется от 3 до 6 процедур с интервалом 3–4 недели, однако точное их количество определяется индивидуально. Повторный курс рекомендуется проводить раз в год.

Несмотря на доказанную эффективность и безопасность IPL-технологий, даже опытный врач не может полностью застраховаться от побочных эффектов, таких как эритема, отек, ожоги, нарушения пигментации и рубцы. При этом во многих странах IPL-аппараты считаются настолько безопасными, что на них работают не обученные квалифицированные врачи, а средний медперсонал, который не имеет достаточной профессиональной компетенции. Это чревато выставлением неадекватных параметров и режимов, несвоевременностью технического обслуживания аппаратов и отсутствием настороженности по онкологическому профилю при работе с пигментными образованиями. IPL представляет собой эффективный метод коррекции множества эстетических дефектов, но чтобы полностью раскрыть его возможности и избежать осложнений, работать на аппаратах должны только высококвалифицированные врачи-дерматологи, косметологи или физиотерапевты. Кроме того, для докторов необходимы дальнейшие исследования по изучению воздействия на кожу в зависимости от морфотипов инволютивных изменений кожи, взаимодействия с лазерными технологиями и разработок различных протоколов и их стандартизаций, что соответствует современным клиническим требованиям к высокотехнологичным методам коррекции в эстетической медицине.

Список литературы

1. Asayama-Kosaka S., Akilov O. E., Kawana S. Photodynamic Therapy with 5% 6-Aminolevulinic Acid is Safe and Effective Treatment of Acne Vulgaris in Japanese Patients. *Laser Ther* 2014; 23(2): 115–20.
2. Anderson R. R., Parrish J. A. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*. 1983; 220 (4596): 524–7.
3. Bitter P. Jr., Pozner J. Retrospective Evaluation of the Long-term Antiaging Effects of BroadBand Light Therapy. *Cosmet Dermatol* 2013; 34–40.
4. Shirakawa M., Ozawa T., Tateishi C., Fujii N., Sakahara D., Ishii M. Intense pulsed light therapy for aberrant Mongolian spots. *Osaka City Med J* 2012; 58(2): 59–65.
5. Goldman M. P., Weiss R. A., Weiss M. A. Intense pulsed light as a nonablative approach to photoaging. *Dermatol Surg* 2005; 31(9 Pt 2):1179–1187.

6. Raulin C., Hellwig S., Schönermark M. P. Treatment of a nonresponding port-wine stain with a new pulsed light source (PhotoDerm VL). // *Lasers Surg Med* 1997; 21(2): 203–8.
7. Goldberg D. J. Current Trends in Intense Pulsed Light. *J Clin Aesthet Dermatol* 2012; 5(6): 45–53.
8. Harris K., Ferguson J., Hills S. A comparative study of hair removal at an NHS hospital: Luminaire intense pulsed light versus electrolysis. *J Dermatolog Treat* 2014; 25(2): 169–73.
9. Hession M. T., Markova A., Graber, E. M. A Review of Hand-Held, Home-Use Cosmetic Laser and Light Devices. *Dermatologic Surgery* 2015; 41(3): 307–320.
10. Kassir R., Kolluru A., Kassir M. Intense pulsed light for the treatment of rosacea and telangiectasias. // *J Cosmet Laser Ther* 2011; 13(5): 216–22.
11. Metelitsa A. I., Green J. B. Home-use laser and light devices for the skin: an update. // *Semin Cutan Med Surg* 2011; 30(3): 144–7.
12. Moreno Arias G. A., Ferrando J. Intense pulsed light for melanocytic lesions. // *J Dermatol Surg* 2001; 27(4): 397–400.
13. Omi T. Photopneumatic technology in acne treatment and skin rejuvenation: histological assessment. *Laser Ther* 2012; 21(2): 113–23.
14. Radmanesh M., Azar-Beig M., et al. Burning, paradoxical hypertrichosis, leukotrichia and folliculitis are four major complications of intense pulsed light hair removal therapy. // *J Dermatolog Treat* 2008; 19(6): 360–363.
15. Wong W. R., Shyu W. L., Tsai J. W., Hsu K. H., Pang J. H. Intense pulsed light effects on the expression of extracellular matrix proteins and transforming growth factor beta-1 in skin dermal fibroblasts cultured within contracted collagen lattices. *Dermatol Surg* 2009; 35(5): 816–25.
16. Деев А. И., Шарова А. А., Брагина И. Ю. Новая косметология. Аппаратная косметология и физиотерапия. М.: ООО ИД «Косметика и медицина», 2014.
17. Ключарева С. В., Пономарев И. В. Леченные сосудистые новообразования кожи с помощью лазеров. *Лечащий врач* 2006; 3: 62–65.
18. Сервули Е. Аппаратная косметология для дома становится реальностью. Аппаратная косметология и физиотерапия 2012; 1: 26–33.
19. Серебряков В. А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии в медицине». СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.
20. Цисанова Н. И. Еще раз про... эпиляцию. *Пластическая хирургия и косметология*, 2010 (3), 481–485.

Для цитирования. Юсова Ж. Ю., Демион Д. В., Авагумян М. А. Возможности применения световых технологий при коррекции возрастных изменений кожи // *Медицинский алфавит*. Серия «Дерматология». — 2019. — Т. 1. — 7 (382). — С. 83–86.

