

# Эффективность сочетанного применения интенсивного импульсного света (IPL) и фракционного аблятивного CO<sub>2</sub>-лазера при лечении больших гипертрофических рубцов: проспективное рандомизированное контролируемое исследование

Alexander A. Daoud, MD,<sup>1</sup> Chloe Gianatasio,<sup>2</sup> Ashley Rudnick,<sup>2</sup> Mary Michael,<sup>3</sup> and Jills Waibel, MD<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Dermatology, Stony Brook University, Stony Brook, New York, 11794

<sup>2</sup>Miami Dermatology & Laser Institute, Miami, Florida, 33173

<sup>3</sup>Lake Erie College of Osteopathic Medicine, Bradenton, Florida, 34211

**Актуальность и цели.** Коррекция рубцов – это комплексный процесс, включающий медицинские, хирургические и физиотерапевтические мероприятия, направленные на восстановление функциональности и внешнего вида пораженного участка. Лазеры стали основным инструментом лечения рубцов благодаря их способности влиять на размер рубца, нарушение пигментации, неровности рельефа. Поскольку для лечения различных признаков рубцовой ткани требуются разные типы лазеров, воздействия несколькими источниками во время одного лечебного сеанса может содействовать более комплексному решению проблемы. В данном исследовании мы намеревались сравнить эффективность сочетанного применения в ходе одной процедуры IPL и фракционного аблятивного CO<sub>2</sub>-лазера с монотерапией CO<sub>2</sub> фракционным лазером и контрольной группой зрелых гипертрофических рубцов.

**Материалы и методы.** В это одобренное институциональным советом рандомизированное контролируемое исследование были вовлечены 23 здоровых взрослых субъекта с обширными (>100 см<sup>2</sup>) гипертрофическими рубцами, которые случайным образом распределяли в одну из групп: (i) группа комбинированной терапии IPL и аблятивным фракционным CO<sub>2</sub>-лазером; (ii) группа монотерапии CO<sub>2</sub>-лазером; и (iii) контрольная группа (без применения лазерной терапии). Субъектам проводили в общей сложности по 4 процедуры с интервалом 6–8 недель и контрольные осмотры через 1, 3 и 6 месяцев после последней процедуры курса. Первичные конечные точки исследования включали слепую оценку фотографий «до и после» по Манчестерской шкале оценки рубцов (MSS). Вторичные – субъективную оценку по Шкале оценки рубцов пациентом и наблюдателем (POSAS).

**Результаты.** По сравнению с контрольной группой и результатами монотерапии фракционным аблятивным CO<sub>2</sub>-лазером сочетание фракционного аблятивного CO<sub>2</sub>-лазера и IPL демонстрировало статистически значимое улучшение по гораздо большему количеству параметров

---

“Сообщения о конфликте интересов: Все авторы заполнили и предоставили форму Международного комитета редакторов медицинских журналов о раскрытии потенциального конфликта интересов и сообщили, что исследование финансировалось корпорацией Lumenis.

\*Для корреспонденции: Jill S. Waibel, MD, Miami Dermatology and Laser Institute, 7800 SW 87th Street, Ste. B200, Miami, FL 33173. E-mail: jwaibelmd@miamidermlaser.com

Принято 8 апреля 2019

Опубликовано онлайн в библиотеке Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com).

DOI 10.1002/lsm.23092

---

при оценке по шкале MSS. У 100 % субъектов в обеих терапевтических группах наблюдалось статистически значимое уменьшение показателей по шкале POSAS после курса из 4 процедур. О побочных эффектах не сообщалось.

**Выводы.** Сочетанная терапия IPL и фракционным аблятивным CO<sub>2</sub>-лазером демонстрировала более высокие средние показатели улучшений по большему количеству признаков, чем в контрольной группе и группе монотерапии CO<sub>2</sub>. При оценке по шкале MSS разница баллов не была статистически значимой, по всей видимости, за счет роли CO<sub>2</sub> как основного источника улучшений. Однако только в группе, где применялась комбинированная терапия, наблюдалось статистически значимое улучшение и цвета, и текстуры рубца. Эти наблюдения поддерживают предположение о том, что сочетание фототермолиза, производимого несколькими источниками — IPL и фракционным аблятивным CO<sub>2</sub>-лазером — может играть положительную роль в терапии гипертрофических рубцов за счет использования множества длин волн для максимизации взаимодействия лазера с кожей в плане воздействия на разные хромофоры, присутствующие в тканях рубца.

**Ключевые слова:** лазер; многофункциональный лазер; гипертрофический рубец; изменение рубца; интенсивный импульсный свет; фракционный лазер; фототермолиз.

## ВВЕДЕНИЕ

Коррекция рубцов является мультидисциплинарным процессом, направленным на восстановление как функциональности, так и внешнего вида поврежденных тканей. Благодаря достижениям медицины наблюдается рост выживаемости среди жертв травматизма, и особое внимание уделяется разработке оптимального лечения рубцов, остающихся после тяжелых травм. Посттравматические рубцы, вызванные ожогами или другими серьезными внешними факторами, могут быть осложнены высоким процентом поврежденной поверхности, а также большим количеством симптоматических проявлений, связанных со свойствами рубцовой ткани. Хирургическое вмешательство остается первичным методом лечения стягивающих рубцов большого объема и рубцов, влияющих на функциональность пораженного участка; дополнительно пациентам назначаются физиотерапия/реабилитационная терапия, медикаментозное лечение тканей рубца, лазерные процедуры [1]. Лазеры и другие источники света стали незаменимыми инструментами в лечении рубцов благодаря их способности селективно воздействовать на разные компоненты рубцовой ткани. В связи с ее сложным строением рекомендуется персонализированный анализ и подбор индивидуального лечения для каждого пациента.

Понимание принципов взаимодействия лазерного излучения с кожей является ключевым моментом, обеспечивающим оптимальные результаты лазерной терапии, поскольку рубцовая ткань содержит несколько хромофоров, на которые необходимо воздействовать, в том числе воду (фиброзированный коллаген), кровь (гемоглобин, гемосидерин), меланин (пигментные дисхромии) и часто компоненты травматических татуировок (вследствие попадания частиц шrapнели, асфальта). Из-за присутствия множества целевых хромофоров воздействие разными источниками света в ходе одной процедуры может давать лучшие результаты. Лазерная

---

терапия также показала преимущества и при лечении симптоматических жалоб, связанных с тканями рубца. Импульсный лазер на красителе (PDL) и другие устройства, воздействующие на гемоглобин, эффективны в отношении эритемы и зуда [1]; IPL применяется для лечения гиперпигментации и дисхромий; как аблятивный, так и неаблятивный лазеры, производящие фракционный фототермолиз, стали революционными методами нехирургического лечения гипертрофии рубцов [2–4]. Из предложенных алгоритмов лечения рубцов общепринятый заключается в том, что при первой процедуре необходимо воздействовать на эритему при помощи сосудистого лазера, а затем, в ходе последующих сеансов, следует работать с рельефом и текстурными деформациями при помощи аблятивного или неаблятивного фракционных лазеров [2–10]. Так как оба терапевтических метода воздействуют на эритему и толщину рубца, они могут быть неэффективны в отношении меланина в случае депигментации, наблюдаемой во многих гипертрофических рубцах. Поэтому в последнее десятилетие большую роль в лечении гипертрофических рубцов стал играть нелазерный метод терапии — IPL. Неспецифический широкий диапазон длин волн (500–1300 нм) дает IPL множество преимуществ, свойственных фототермолизу, позволяя одновременно воздействовать на хромофоры, являющиеся причиной как эритемы, так и нарушения пигментации в зрелых рубцах. Использование фильтров, отсекающих определенный диапазон длин волн, и большая площадь пятна (1 см и более) позволяет лучше персонализировать лечение, лечить рубцы с неоднородными характеристиками и воздействовать на рубцы по мере их развития на протяжении курса процедур. Кроме роли в лечении дисхромий, исследования показали улучшения и в текстуре рубцов, и в степени их возвышения над кожей после IPL-процедур [11–14]. Большая площадь пятна IPL также позволяет сокращать время процедуры по лечению рубцов, что особенно важно при работе с детьми. Сочетание IPL с лазерными процедурами продемонстрировало клинические преимущества в отношении множества заболеваний, сопровождающихся образованием рубцов, таких как *acne vulgaris* (акне) или дискоидная красная волчанка [15, 16]. При травматических рубцах метод, сочетающий IPL и фракционный аблятивный CO<sub>2</sub>-лазер, теоретически дает преимущество, поскольку параллельно лечит эритему, депигментацию и неровности рельефа рубца. В этом рандомизированном контролируемом исследовании мы изучали преимущества сочетания в одной процедуре IPL и неаблятивного фракционного CO<sub>2</sub>-лазера в сравнении с монотерапией CO<sub>2</sub> при лечении больших эритоматозных гипертрофических рубцов.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

### ***Популяция исследования***

В этом проспективном, одобренном институциональным советом, рандомизированном контролируемом исследовании участвовали 19 взрослых пациентов в возрасте 18–60 лет с типами кожи по Фицпатрику I–IV, с как минимум 12-месячной историей одного большого (более 100 см<sup>2</sup>) эритематозного гипертрофического рубца или трех похожих между собой гипертрофических рубцов размером ≥ 30 см<sup>2</sup>. В исследование были вовлечены 23 субъекта, четверо выбыли из него до начала третьей процедуры (поскольку связь с ними была утрачена). Рубцы разделяли на три сегмента одинакового размера, которые рандомным образом распределяли для монотерапии лазером, комбинированного лечения или оставляли в качестве

контрольного образца (лечение не проводилось). Применяли наружную анестезию препаратом BLT (20%/8%/4%). На выбранных участках проводили по 4 процедуры только лазером CO<sub>2</sub> (Lumenis UltraPulse Encore™, Yokneam, Israel, энергия 15–20 мДж, плотность 10 %, частота повторения импульсов 200–300 Гц, диаметр микрозоны абляции 120 микрон) или совмещали в одной процедуре IPL (Lumenis M22 IPL, Yokneam, Israel, размер пятна 15 × 35 мм, параметры зависели от характеристик рубца) и аблятивный фракционный CO<sub>2</sub>-лазер. Параметры приведены в Таблице 1. Пациенты возвращались на контрольные осмотры через 1, 3 и 6 месяцев после последней процедуры курса.

**Таблица 1.** Рекомендации по выбору параметров лечения с применением фракционного аблятивного CO<sub>2</sub>-лазера и M22 IPL

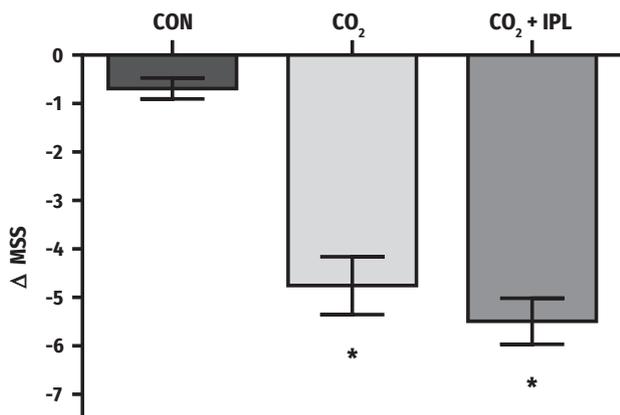
DeepFX		SCARFX		M22 IPL			
Глубина (микрон)	Энергия (мДж)	Глубина (микрон)	Энергия (мДж)	Фильтр, (нм)	Флюенс (Дж/см <sup>2</sup> )	Длительность импульса (мс)	Интервал между импульсами (мс)
5	150	1800	60	560/590	14–19	3,5–4,5	15–30
10	300	2300	80				
20	600	2750	100				
30	900	3150	130				
40	1200	3500	150				
50	1500						

### Критерии эффективности

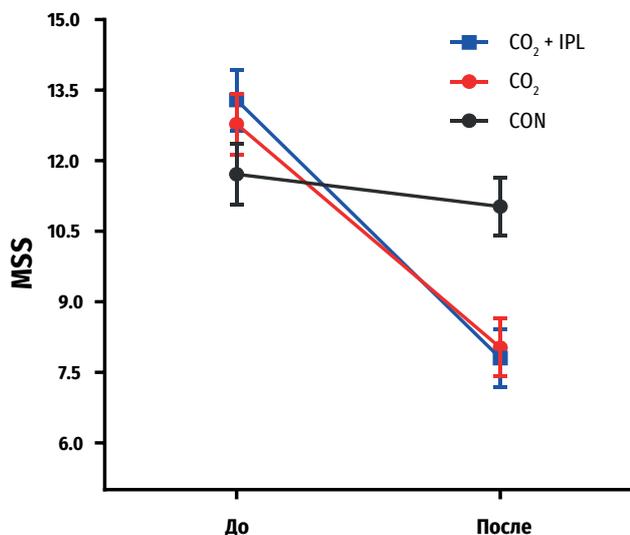
Анализ эффективности включал слепую оценку исследователем по шкале MSS, субъективную оценку рубцов пациентом и наблюдателем POSAS, а также оценку на основе цифровых фотографий. Улучшения соответствующих сегментов рубца оценивали на контрольных визитах через 3 и 6 месяцев.

### Статистические методы

Данные анализировали методом параметрического анализа переменных (ANOVA) в трех группах (контрольная, монотерапия CO<sub>2</sub>, комбинированная терапия CO<sub>2</sub>+IPL) и двумя временными периодами (до и после лечения). Данные 2X3 ANOVA с повторными замерами использовали для статистического сравнения.

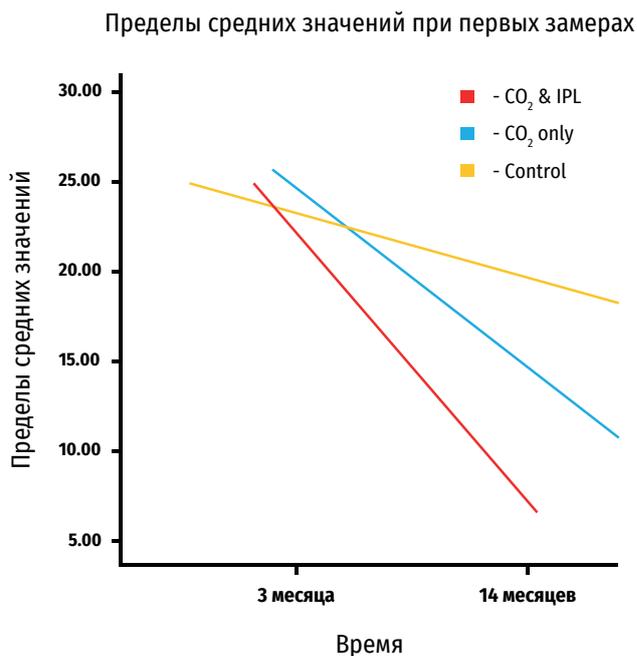


**Рисунок 1.** На этом рисунке показаны изменения по Манчестерской шкале у контрольной группы, группы монотерапии CO<sub>2</sub> и группы комбинированной терапии CO<sub>2</sub>+IPL. Изменения между исходными показателями и значениями после лечения (P значение) статистически значимы при сравнении с использованием анализа ANOVA. Связь между группами CO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>+IPL. Статистическая значимость отсутствует между CO<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>+IPL.



**Рисунок 2.** На этом рисунке представлено графическое изображение улучшений по Манчестерской шкале MSS в контрольной и лечебных группах. В контрольной группе изменения отсутствуют, в лечебных группах наблюдается существенное уменьшение баллов после терапии по сравнению с исходными. [Цветные изображения можно посмотреть на сайте [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)].

CO<sub>2</sub> и комбинированной терапии CO<sub>2</sub>+IPL наблюдалось уменьшение баллов по шкале MSS после лечения по сравнению с контрольной группой, где изменений не наблюдалось. По шкале



**Рисунок 3.** На этом рисунке представлено уменьшение по шкале POSAS в ходе исследования. У всех пациентов наблюдается существенное уменьшение значений с большим уменьшением в группе комбинированной терапии CO<sub>2</sub>+IPL. [Цветные изображения можно посмотреть на сайте [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В группе, где применяли во время одной процедуры и IPL, и фракционный аблятивный CO<sub>2</sub>-лазер, наблюдалось самое высокое среднее улучшение по 4 из 5 показателей Манчестерской шкалы (P < 0,001), наиболее примечательным из которых был цвет (Таблица 2). В группе монотерапии лазером наблюдались статистически значимые улучшения по всем оцениваемым параметрам, кроме цвета (P < 0,001), с немного меньшими, но сравнимыми улучшениями показателей смещения и плотности по сравнению с группой комбинированной терапии. Значимые результаты отмечались тогда, когда в группах

**Таблица 2.** Средний показатель уменьшения по всем параметрам Манчестерской шкалы (MSS) во всех трех группах: контрольной, группе монотерапии CO<sub>2</sub>, группе комбинированной терапии CO<sub>2</sub>+IPL

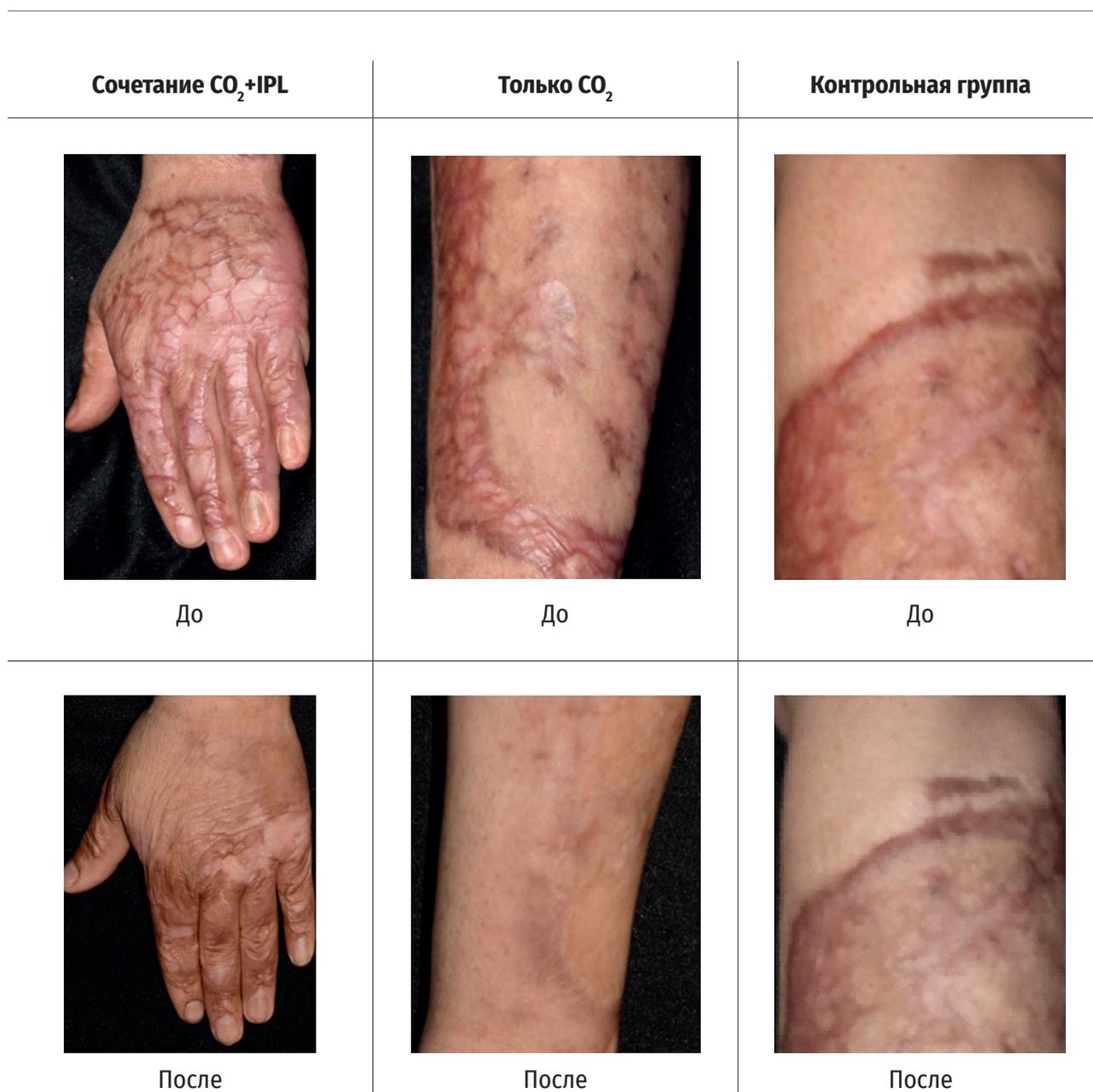
Параметры MSS	Средние показатели по шкале MSS					
	Контрольный показатель	P значение	CO <sub>2</sub>	P значение	CO <sub>2</sub> +IPL	P значение
Цвет	0,17	>0,001	1,20	>0,001	2,21	>0,001
Текстура (матовая/глянцевая)	0,73	>0,001	0,87	>0,001	0,67	>0,001
Рельеф	0,00	>0,001	1,50	>0,001	1,87	>0,001
Смещение окружающих тканей	0,00	>0,001	1,60	>0,001	1,83	>0,001
Плотность	0,57	>0,001	1,30	>0,001	1,97	>0,001

Более высокие значения показывают более низкие баллы по шкале MSS и, следовательно, большее улучшение.

MSS более низкие баллы показывают лучшие характеристики рубца, и поэтому, чем больше уменьшаются баллы, тем значительнее улучшения. На Рисунке 1 показана существенная разница между контрольной и терапевтическими группами в целом по всем параметрам MSS; тогда как статистически значимая разница между двумя терапевтическими группами в целом отсутствует. Таблица 2 показывает разницу по отдельным параметрам. То, что в контрольной группе наблюдалось легкое улучшение текстуры и цвета, может говорить о естественном ходе развития рубца. У 100 % пациентов наблюдалось значительное уменьшение значений по шкале POSAS после 4 процедур, предусмотренных протоколом исследования (Рисунки 2 и 3), с преимущественным улучшением в группе комбинированной терапии. В ходе слепого анализа в 100 % случаев корректно определялись фото «до и после», сделанные на первичном и контрольном (через 6 месяцев) визитах, и у 100 % субъектов наблюдалось улучшение состояния кожи в целом (Рисунки 4–7).

## ОБСУЖДЕНИЕ

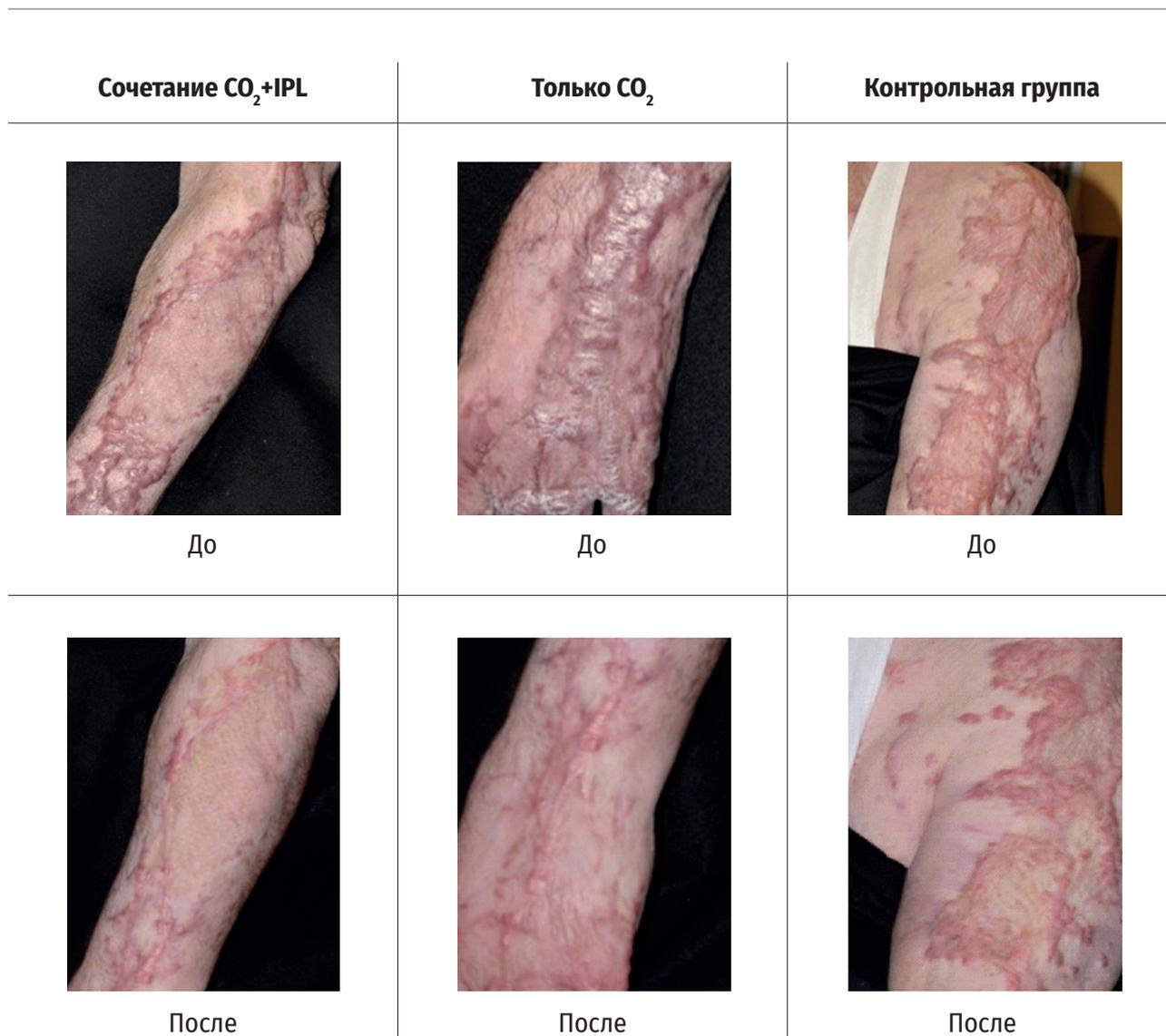
Образование рубца – это практически неизбежное осложнение повреждений кожного покрова, которое ранжируется от легкого бессимптомного поствоспалительного изменения пигментации до патологических процессов, таких как образование гипертрофических и келоидных рубцов. Множественные исследования показали, что пациенты с рубцами страдают как от существенных физических симптомов, таких как зуд, длительные нейропатические боли и стягивающие контрактуры, так и от психосоциальных факторов из-за наличия рубцов [17]. Рост количества ожоговых и травматологических центров увеличили выживаемость пациентов в США до 97%. Однако финансовые затраты, связанные с лечением посттравматических рубцов, увеличили более чем в 5,5 раз стоимость лечения для обычных пациентов; один из немецких



**Рисунок 4.** Представлены фотографии «до и после» субъектов в ходе курса процедур комбинированной терапии CO<sub>2</sub>+IPL, монотерапии CO<sub>2</sub> и контрольной группы. [Цветные изображения можно посмотреть на сайте [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)].

ожоговых центров сообщал, что затраты только лишь на лечение последствий ожогов (включая рубцы) составляют 270 000 евро на пациента в год [18, 19].

Эти данные стимулируют продолжение поиска новых методов реабилитации рубцов. Лазеры стали центральным элементом этого процесса благодаря их способности охватывать большие объемы кожи тела за одну процедуру, воздействовать на различные морфологические и симптоматические признаки за счет использования разных длин волн и возможности подбирать индивидуальные параметры для лечения конкретного пациента. Исследования *in vivo* также предоставили биохимические доказательства преимуществ лазерной терапии рубцов, такие как ограничение перфузии крови за счет прицельного фототермолиза оксигемоглобина лазером на красителе и стимуляция аблятивным фракционным лазером матричных метал-



**Рисунок 5.** Представленные фотографии субъектов «до и после» в ходе курса процедур CO<sub>2</sub>+IPL, монотерапии CO<sub>2</sub> и контрольной группы. [Цветные изображения можно посмотреть на сайте [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)].

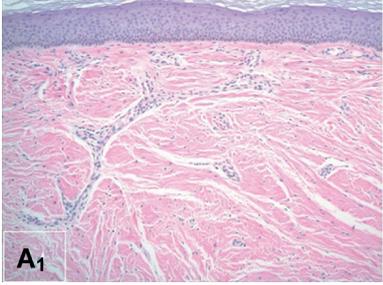
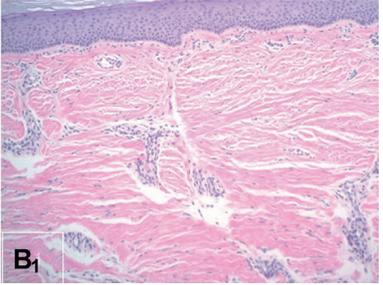
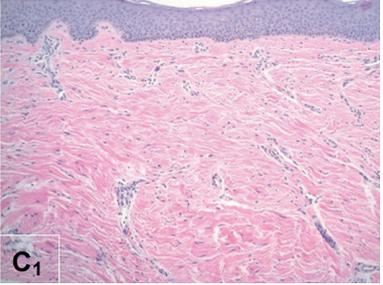
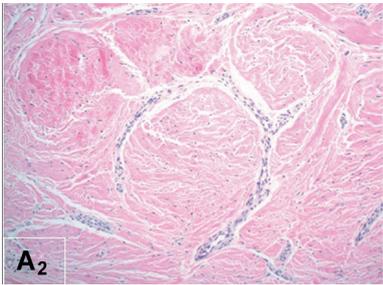
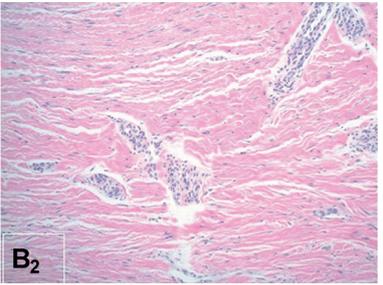
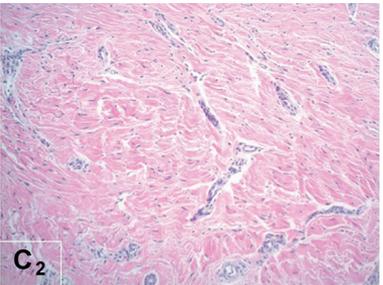
лопротеаз, которые способствуют преимущественному образованию коллагена III типа перед коллагеном I типа [20, 21]. IPL обладает биохимическими характеристиками обоих лазеров, увеличивая уровень матричной РНК проколлагена I и III типа без изменения уровней фактора роста эндотелия сосудов [22, 23]. Поскольку диапазон длин волн IPL охватывает оба хромофора — и оксигемоглобин, и меланин, IPL может параллельно лечить и эритему, и диспигментацию. В данном исследовании лечение эритематозных, гипертрофических рубцов методом, сочетающим IPL и лазерную CO<sub>2</sub>-абляцию, приводило к большим статистически значимым улучшениям общего состояния рубцов при оценке по шкалам MSS и POSAS по сравнению с монотерапией CO<sub>2</sub>. Разница между общим баллом MSS в группах монотерапии CO<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>+IPL не была статистически значимой, как и ожидалось, поскольку CO<sub>2</sub> является главным фактором общего улучшения состояния рубца и представляет собой гораздо более агрессивный метод.

Однако, что важно, статистически значимое улучшение цвета отсутствовало в группе монотерапии аблятивным фракционным CO<sub>2</sub>-лазером, но присутствовало в группе комбинир-

Сочетание CO <sub>2</sub> +IPL	Только CO <sub>2</sub>	Контрольная группа
 <p data-bbox="343 649 391 694">До</p>	 <p data-bbox="774 649 821 694">До</p>	 <p data-bbox="1204 649 1252 694">До</p>
 <p data-bbox="327 1108 406 1153">После</p>	 <p data-bbox="758 1108 837 1153">После</p>	 <p data-bbox="1189 1108 1268 1153">После</p>

**Рисунок 6.** Представлены фотографии «до и после» субъектов в ходе курса процедур комбинированной терапии CO<sub>2</sub>+IPL, монотерапии CO<sub>2</sub>, и контрольной группы. [Цветные изображения можно посмотреть на сайте [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)].

рованной терапии. Соответственно, большинство текстурных изменений является заслугой аблятивного фракционного лазера, и, поскольку IPL воздействует на хромофоры, связанные с депигментацией, улучшения этого показателя происходит за счет IPL, что показывает преимущества сочетанной терапии перед монотерапией лазером. Важно, что при сочетании методов в одной процедуре не было побочных эффектов или осложнений: сочетанные процедуры хорошо переносились, процесс заживления проходил нормально. Помимо терапевтической эффективности, комбинированная терапия потенциально позволяет достигать желаемых результатов лечения быстрее, уменьшая финансовые и временные затраты, характерные для длительных курсов лечения. В этом исследовании для воздействия на эритему рубца мы предпочли IPL лазеру на красителе. Лазер на красителе — очень полезный инструмент в борьбе с эритемой и текстурой рубцов. Его недостаток в том, что максимальная глубина воздействия составляет лишь 300–350 мкм. В одном опубликованном исследовании, применявшем оптическую когерентную томографию, показано, что в среднем толщина ожогового или травматического гипертрофического рубца составляет 600 мкм [24]. Это говорит о том, что IPL — лучший выбор для воздействия на большую глубину при лечении толстых гипертрофических рубцов. Вторым недостатком является то, что лазер на красителе имеет маленький размер пятна (максимально 15 мм) тогда как у IPL большая рабочая площадь, что продуктивнее для лечения

Контрольная группа	Лечебные группы	
	Монотерапия CO <sub>2</sub>	Комбинированная терапия O <sub>2</sub> +IPL
		
		

**Рисунок 7.** На рисунке показана гистология трех сегментов после лечения: контрольная группа (A1, A2), монотерапия аблятивным фракционным CO<sub>2</sub>-лазером (B1, B2) и комбинированная терапия CO<sub>2</sub>+IPL (C1, C2). [Цветные изображения можно посмотреть на сайте [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)].

больших поверхностей в более короткий срок. Оптическая когерентная томография также показала, что сосуды в ожоговых рубцах больше в диаметре и требуют большей длительности импульса или множественного импульса, чтобы лечение было эффективно [24]. IPL с фильтрами 560/590 нм эффективно воздействует на эритему, меланин и гемосидерин одновременно. Недостатком IPL является то, что этот метод небезопасен для более темных типов кожи и в данном исследовании они не рассматривались. Рукоятка CO<sub>2</sub>-лазера, использовавшаяся в данном исследовании, имеет два разных режима лечения. Первый – Deep FX™ с глубиной воздействия 150–1500 мкм. Для многих гипертрофических рубцов выбор этого режима адекватен. Второй режим – SCAAR FX™ с глубиной воздействия 1800–3500 мкм, оптимальный для лечения гипертрофических ожоговых и посттравматических рубцов тяжелой степени. Доктор должен оценивать каждый рубец и выбирать правильный режим для конкретного случая. Лазерные устройства играют решающую роль в симптомологии и морфологии рубцовой ткани. Изучение роли совместного применения этих устройств в одной процедуре потенциально способно как обеспечивать лучшие результаты, так и ускорять процесс лечения. В данном исследовании сочетание IPL и фракционного аблятивного CO<sub>2</sub>-лазера успешно достигало поставленных целей, что предлагает новейшую опцию фототерапии для лечения больших гипертрофических рубцов.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tan SR, Tope WD. Pulsed dye laser treatment of rosacea improves erythema, symptomatology, and quality of life. *J Am Acad Dermatol* 2004;51(4):592–599. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2004.04.010>.
2. Anderson RR, Donelan MB, Hivnor C, et al. Laser treatment of traumatic scars with an emphasis on ablative fractional laser resurfacing: Consensus report. *JAMA Dermatol* 2014;150(2):187–193.
3. Issler-Fisher AC, Waibel JS, Donelan MB. Laser modulation of hypertrophic scars: Technique and practice. *Clin Plast Surg* 2017;44(4):757–766.
4. Eilers RE, Jr., Ross EV, Cohen JL, Ortiz AE. A combination approach to surgical scars. *Dermatol Surg* 2016;42(Suppl 2):S150–S156.
5. Cohen JL, Geronemus R. Safety and efficacy evaluation of pulsed dye laser treatment, CO<sub>2</sub> ablative fractional resurfacing, and combined treatment for surgical scar clearance. *J Drugs Dermatol* 2016;15(11):1315–1319.
6. Cohen BE, Brauer JA, Geronemus RG. Acne scarring: A review of available therapeutic lasers. *Lasers Surg Med* 2016;48(2):95–115.
7. Manuskiatti W, Fitzpatrick RE, Goldman MP. Treatment of facial skin using combinations of CO<sub>2</sub>, Q-switched alexandrite, flashlamp-pumped pulsed dye, and Er:YAG lasers in the same treatment session. *Dermatol Surg* 2000;26(2):114–120.
8. Vanarase M, Gautam RK, Arora P, Bajaj S, Meena N, Khurana A. Comparison of Q-switched Nd:YAG laser alone versus its combination with ultrapulse CO<sub>2</sub> laser for the treatment of black tattoo. *J Cosmet Laser Ther* 2017;19(5):259–265.
9. Ouyang HW, Li GF, Lei Y, Gold MH, Tan J. Comparison of the effectiveness of pulsed dye laser vs pulsed dye laser combined with ultrapulse fractional CO<sub>2</sub> laser in the treatment of immature red hypertrophic scars. *J Cosmet Dermatol* 2018;17(1):54–60.
10. Martin MS, Collawn SS. Combination treatment of CO<sub>2</sub> fractional laser, pulsed dye laser, and triamcinolone acetonide injection for refractory keloid scars on the upper back. *J Cosmet Laser Ther* 2013;15(3):166–170.
11. Sarkar A, Dewangan YK, Bain J, et al. Effect of intense pulsed light on immature burn scars: A clinical study. *Indian J Plast Surg* 2014;47(3):381–385.
12. Erol OO, Gurlek A, Agaoglu G, Topcuoglu E, Oz H. Treatment of hypertrophic scars and keloids using intense pulsed light (IPL). *Aesthetic Plast Surg* 2008;32(6):902–909.
13. Shamsi Meymandi S, Rezazadeh A, Ekhlasi A. Studying intense pulsed light method along with corticosteroid injection in treating keloid scars. *Iran Red Crescent Med J* 2014;16(2):e12464.
14. Kim DY, Park HS, Yoon HS, Cho S. Efficacy of IPL device combined with intralesional corticosteroid injection for the treatment of keloids and hypertrophic scars with regards to the recovery of skin barrier function: A pilot study. *J Dermatolog Treat* 2015;26(5):481–484.
15. Wang B, Wu Y, Luo YJ, et al. Combination of intense pulsed light and fractional CO<sub>2</sub> laser treatments for patients with acne with inflammatory and scarring lesions. *Clin Exp Dermatol* 2013;38(4):344–351.
16. Byun YS, Son JH, Cho YS, et al. Intense Pulsed Light and Q-Switched 1,064-nm neodymium-doped yttrium aluminum garnet laser treatment for the scarring lesion of discoid lupus erythematosus. *Ann Dermatol* 2017;29(3): 331–333.
17. Brown BC, McKenna SP, Siddhi K, McGrouther DA, Bayat A. The hidden cost of skin scars: Quality of life after skin scarring. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008;61(9): 1049–1058.
18. Mirastschijski U, Sander JT, Zier U, Rennekampff HO, Weyand B, Vogt PM. The cost of post-burn scarring. *Ann Burns Fire Disasters* 2015;28(3):215–222.
19. Mirastschijski U, Sander JT, Weyand B, Rennekampff HO. Rehabilitation of burn patients: An underestimated socio-economic burden. *Burns* 2013;39(2):262–268.
20. Seaton ED, Mouser PE, Charakida A, Alam S, Seldon PM, Chu AC. Investigation of the mechanism of action of nonablative pulsed-dye laser therapy in photorejuvenation and inflammatory acne vulgaris. *Br J Dermatol* 2006;155(4):748–755.

- 
21. Reilly MJ, Cohen M, Hokugo A, Keller GS. Molecular effects of fractional carbon dioxide laser resurfacing on photodamaged human skin. *Arch Facial Plast Surg* 2010;12(5): 321–325.
  22. Wu D, Zhou B, Xu Y, Yin Z, Luo D. Impact of intense pulsed light irradiation on cultured primary fibroblasts and a vascular endothelial cell line. *Exp Ther Med* 2012;4(4): 669–674.
  23. Cao Y, Huo R, Feng Y, Li Q, Wang F. Effects of intense pulsed light on the biological properties and ultrastructure of skin dermal fibroblasts: Potential roles in photoaging. *Photomed Laser Surg* 2011;29(5):327–332.
  24. Waibel JS, Rudnick A, Wulkan J, Holmes J. The diagnostic role of optical coherence tomography (OCT) in measuring the depth of burn and traumatic scars for more accurate laser dosimetry: Pilot study. *J Drugs Dermatol* 2016;15(11): 97–102.