

DOI: <https://doi.org/10.17816/dv89495>

Оригинальное исследование



Высокоинтенсивная лазеротерапия у пациентов с атрофическими рубцами: сравнительное проспективное интервенционное когортное исследование

И.Г. Курганская, С.В. Ключарёва

Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Рубцы, различные по площади и локализации, формируются более чем у 100 млн пациентов ежегодно. Атрофические рубцовые дефекты кожи верифицируют более чем у 80% пациентов с акне и у 30% пациентов с иными повреждениями. Различные технологии ремоделирования кожи обладают неодинаковой эффективностью, что актуализирует поиск оптимальных методов коррекции рубцов. Наиболее перспективными из них являются комбинации высокоинтенсивного лазерного излучения.

Цель — определение лечебных эффектов высокоинтенсивной лазеротерапии у пациентов с атрофическими рубцами кожи.

Материал и методы. Проведено проспективное интервенционное когортное сравнительное исследование лечебных эффектов высокоинтенсивной лазеротерапии у пациентов с атрофическими рубцами кожи. У пациентов с формирующимися рубцами применяли комбинацию гомогенного фототермолиза излучением длинноимпульсного Nd:YAG лазера ($\lambda=1,064$ мкм) с последующим фракционным аблятивным фототермолизом CO_2 лазера ($\lambda=10,6$ мкм), а у пациентов со зрелыми рубцами — комбинацию гомогенного фототермолиза длинноимпульсного Nd:YAG лазера ($\lambda=1,064$ мкм) и плоскостной лазерной фотодеструкции CO_2 лазером ($\lambda=10,6$ мкм). Обследовано 115 пациентов с диагнозом «Атрофические рубцы» (МКБ-Х, Класс XII «Болезни кожи и подкожной клетчатки», L90.5), среди которых были выделены группы с формирующимися ($n=49$) и зрелыми ($n=66$) рубцами. Применены методы исследования эмпирического уровня — клинические, инструментальные и медико-социологические. Анализ полученных данных выполнен с помощью методов описательной, параметрической и многофакторной статистики с определением удельного веса изученных признаков.

Результаты. Выявлено улучшение клинического статуса, выраженное ремоделирование кожи в области атрофических рубцов под действием различных комбинаций высокоинтенсивной лазеротерапии. Отмечено повышение показателей качества жизни по шкале Skindex-29 и дерматологическому индексу качества жизни, более выраженное в группах пациентов с формирующимися атрофическими рубцами по сравнению с группой пациентов со зрелыми рубцовыми деформациями. Комбинации высокоинтенсивной лазеротерапии обладают благоприятным профилем безопасности, характеризуются высокой степенью комплаентности и удовлетворённости результатами лечения. Эффективность вариантной высокоинтенсивной лазеротерапии пациентов с атрофическими рубцами составляет 86–90%.

Заключение. Комбинации высокоинтенсивной лазеротерапии у пациентов с формирующимися атрофическими рубцами вызывают дермопластический и фибромодулирующий, а у пациентов со зрелыми — реэпителизирующий и фиброкорректирующий лечебные эффекты.

Ключевые слова: атрофические рубцы; фракционный аблятивный фототермолиз; гомогенный фототермолиз; лазерная фотодеструкция; лечебные эффекты.

Для цитирования:

Курганская И.Г., Ключарёва С.В. Высокоинтенсивная лазеротерапия у пациентов с атрофическими рубцами: сравнительное проспективное интервенционное когортное исследование // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2021. Т. 24, № 5. С. 509–518. DOI: <https://doi.org/10.17816/dv89495>

Рукопись получена: 30.11.2021

Рукопись одобрена: 11.12.2021

Опубликована: 18.12.2021

DOI: <https://doi.org/10.17816/dv89495>

Original study

High-intensity laser therapy of patients with atrophic scars: results of a comparative prospective interventional cohort study

Inga G. Kurganskaya, Svetlana V. Kluchareva

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Scars of various sizes and localization are formed in more than 100 million patients annually. Atrophic scarring defects of the skin are verified in more than 80% of patients with acne and in 30% of patients with other injuries. Different skin remodeling technologies have different effectiveness, which actualizes the search for optimal methods of scar correction. The most promising of them are combinations of high-intensity laser radiation.

AIMS: Determination of therapeutic effects of high-intensity laser therapy in patients with atrophic skin scars.

MATERIALS AND METHODS: A prospective interventional cohort comparative study of the therapeutic effects of high-intensity laser therapy in patients with atrophic skin scars was conducted. In patients with emerging scars, a combination of homogeneous photothermolysis by long-pulse Nd:YAG laser radiation ($\lambda=1.064$ microns) followed by fractional ablative photothermolysis of CO₂ laser ($\lambda=10.6$ microns) was used, and in patients with mature scars, a combination of homogeneous photothermolysis of long-pulse Nd:YAG laser ($\lambda=1.064$ microns) and planar laser photodestruction of CO₂ laser ($\lambda=10.6$ microns).

115 patients with the diagnosis of "atrophic scars" (ICD-X, Class XII "Diseases of the skin and subcutaneous tissue", L90.5) were examined, among which groups with emerging (49 patients) and mature (66 patients) scars were identified. Empirical research methods — clinical, instrumental, and medico-sociological — have been applied. The analysis of the obtained data was carried out using the methods of descriptive, parametric and multifactorial statistics with the determination of the specific weight of the studied features.

RESULTS: The improvement of the clinical status, pronounced remodeling of the skin in the area of atrophic scars, under the influence of various combinations of high-intensity laser therapy was revealed. An increase in the quality of life indicators according to the Skindex-29 and Dermatology Life Quality Index (DLQI) scales was determined, more pronounced in the groups of patients with atrophic scars in comparison with the group of patients with mature scar deformities. Combinations of high-intensity laser therapy have a favorable safety profile, are characterized by a high degree of compliance and satisfaction with the results of treatment. The effectiveness of variant high-intensity laser therapy in patients with atrophic scars is 86–90%.

CONCLUSIONS: Combinations of high-intensity laser therapy in patients with developing atrophic scars cause dermoplastic and fibromodeling therapeutic effects, in patients with mature ones — reepithelizing, fibrocorrecting therapeutic effects.

Keywords: atrophic scars; fractional ablative photothermolysis; homogeneous photothermolysis; laser photodestruction; therapeutic effects.

For citation:

Kurganskaya IG, Kluchareva SV. High-intensity laser therapy of patients with atrophic scars: results of a comparative prospective interventional cohort study. *Russian journal of skin and venereal diseases*. 2021;24(5):509–518. DOI: <https://doi.org/10.17816/dv89495>

Received: 30.11.2021

Accepted: 11.12.2021

Published: 18.12.2021

ОБОСНОВАНИЕ

Частота формирования атрофических рубцов после акне, преимущественно в области лица, и иных повреждений кожи составляет 80–85% [1–3]. Рубцовые деформации различных, особенно открытых, участков тела существенно ограничивают подвижность кожи, вызывают зуд, болезненные ощущения, психоэмоциональные расстройства и значимо ухудшают качество жизни пациентов [4–6]. Несмотря на широкий арсенал медикаментозных и немедикаментозных методов коррекции атрофических рубцов, стандартизованные протоколы ведения таких пациентов не разработаны. Данные вопросы составили предпосылки для проведения настоящего исследования.

Цель исследования — определить лечебные эффекты высокоинтенсивной лазеротерапии (ВИЛТ) у пациентов с атрофическими рубцами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Выполнено сравнительное проспективное интервенционное когортное исследование.

Критерии соответствия

Критерии включения: возраст пациентов 18–65 лет; наличие атрофических рубцов со сроками существования от 6 мес до 15 лет, возникших спонтанно в результате инфекционных и воспалительных заболеваний кожи, после хирургических вмешательств, эстетических процедур, травм, ожогов, ампутаций; отсутствие противопоказаний для проведения высокоинтенсивной лазеротерапии; добровольное информированное согласие участника; высокая комплаентность (выполнение назначений врача) пациентов.

Критерии не включения: недавнее (до 1 мес) рубцевание; местные аппликации дефиброзирующих наружных средств; активные инсоляции; сопутствующие тяжёлые соматические и острые инфекционные заболевания или состояния; беременность и лактация; злокачественные новообразования; хронические кожные заболевания в стадии обострения; индивидуальная непереносимость процедур.

Условия проведения

Базами для проведения настоящего исследования являлись кафедра физической и реабилитационной медицины и кафедра дерматовенерологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России; клиника и институт протезирования и ортезирования ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов имени Г.А. Альбрехта» Минтруда России; СПб

ГБУЗ «Кожно-венерологический диспансер № 4» Приморского района (Санкт-Петербург); Северо-Западный центр лазерной медицины (Санкт-Петербург).

Продолжительность исследования

Исследование осуществлялось в период 2014–2020 гг. Обследование пациентов проводили до, после курса высокоинтенсивной лазеротерапии и спустя 1 мес. Продолжительность периода наблюдения за обследованной выборкой пациентов составила 4 мес без смещения запланированных временных интервалов.

Описание медицинского вмешательства

В обследовании 115 пациентов с атрофическими рубцами использован комплекс клинических, функциональных и медико-социологических методов исследования. Клинические методы обследования пациентов включали оценку анамнеза, верификацию факторов риска и predisposing факторов развития патологического рубцевания, оценку жалоб и объективного статуса пациентов. Балльную оценку состояния рубца выполняли врач и пациент по шкале POSAS (Patient and Observer Scar Assessment Scale, Draaijers, 2004) [7, 8].

Микрорельеф, пигментацию, чувствительность, эластичность, влажность и жирность кожи оценивали методом видеодерматоскопии (прибор Aramo SG, Южная Корея); конфигурацию и размеры рубцов — методом высокочастотной ультрасонографии (ультразвуковая доплеровская цифровая система Affiniti 70, линейный датчик Transducer L12-5 50 с частотой 13 МГц; компания Philips, Нидерланды); поперечную упругость — методом динамометрии с помощью модифицированного дюрометра Шора; продольную упругость — методом тензометрии при помощи специально разработанного оригинального устройства поверхностного растяжения рубца *in situ*, калиброванного по вторичному эталону с поправочным коэффициентом [9].

Оценку окислительного метаболизма тканей рубцов выполняли путём определения температурного поля рубца с помощью медицинского тепловизора (TBC300-мед) с точностью 0,03°C [10]. Состояние микроциркуляции тканей рубцов оценивали методом лазерной доплеровской флоуметрии на диагностическом комплексе «ЛАКК-М» (ЛАЗМА, Россия) [11].

Оценку качества жизни пациентов выполняли при помощи специального опросника Skindex-29 и дерматологического индекса качества жизни (ДИКЖ, Dermatology Life Quality Index, DLQI) [12, 13].

Удовлетворённость результатами лечения оценивали по модифицированной международной шкале GAIS (Global Aesthetic Improvement Scale). Оценку приверженности пациентов к проведению процедур выполняли с помощью четырёхбалльной шкалы комплаентности Мориски–Грин (Morisky D.E. и соавт., 1986); профиль безопасности оценивали с помощью

регистрации нежелательных явлений, возникающих после процедур, посредством визуальной аналоговой шкалы.

Эффективность оценивали как долю пациентов с выраженным регрессом клинических проявлений в обследованных выборках пациентов (ГОСТ Р 52379-2005).

Выбор физических методов лечения осуществлён на основе комплексного наукометрического анализа полученной научной информации по специальным библиографическим дескрипторам в базах данных оригинальных исследований (Кокрановский центральный регистр контролируемых исследований, CENTRAL Cochrane database), PubMed, PEDro, систематических обзоров (Cochrane Library, DARE) и клинических рекомендаций (NGC, GERIC, NZGG, NICE) [14–17]. Параметры процедур рассчитывали индивидуально в зависимости от фототипа кожи.

Гомогенный фототермолиз выполняли с помощью Nd:YAG-лазера Friendly light NEO (Aerolase, США) с длиной волны 1,064 мкм, плотность энергии излучения 25–40 Дж/см², длительность импульса 0,6 мс. Использовали коллимированный объектив 6 мм с частотой повторения 1,5 Гц, по 1–3 прохода на одну область лечения. Продолжительность процедур составила 5–10 мин, курс — 3–4 процедуры, проводимые через 3–4 нед.

Фракционный аблятивный фототермолиз и плоскостную аблятивную фотодеструкцию выполняли импульсами высокоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона ($\lambda=10,6$ мкм) с максимальной мощностью 3–5 Вт от газового импульсного углекислотного лазера АЛМ-30-01 «Л'Мед-1» в режимах сканера для косметологии СК-К-03 или «сфокусированного луча» диаметром 0,25–0,5 мм. Длительность процедуры составила 5–12 мин, курс лечения — 3–4 процедуры, которые выполняли через 3–4 нед.

Этическая экспертиза

Индивидуальная регистрационная карта (Case Report Form, CRF) пациента, форма информированного согласия на участие в исследовании, методы оценки и коррекции рубцов одобрены локальным этическим комитетом ГБОУ ВПО СПбГМА им. И.И. Мечникова 03.11.2010 (разрешение на проведение исследования получено в 2010 году; в настоящее время институт расформирован, номера протокола нет).

Статистический анализ

Полученные результаты подвергали статистическому анализу согласно единому стандарту представления результатов рандомизированных контролируемых исследований (CONsolidated Standards of Reporting Trials, CONSORT). Выполняли сравнительный анализ показателей с оценкой уровней значимости различий при помощи непараметрических и параметрических критериев с использованием пакета программ Statistica for Windows v. 10.0. Для оценки различий между двумя

независимыми выборками по уровню количественного признака использовали критерий Манна–Уитни; для проверки равенства средних значений в двух выборках — критерий Стьюдента. Для проверки гипотезы о принадлежности наблюдаемой выборки нормальному закону применяли критерий Колмогорова–Смирнова. Сравнение частоты бинарного признака в двух независимых группах выполняли с применением точного критерия Фишера (χ^2) с поправкой Йейтса (для качественных признаков). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез составлял $p < 0,05$.

Сравнительный анализ показателей эффективности ВИЛТ выполняли с применением многопольных таблиц и критерия хи-квадрат Пирсона. Определение внутренних закономерностей реализации механизмов действия ВИЛТ выполняли при помощи факторного анализа, определявшего дисперсию наблюдавшихся признаков главных компонент [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Обследовано 115 пациентов с диагнозом «Атрофические рубцы» (МКБ-Х, Класс XII «Болезни кожи и подкожной клетчатки», L90.5), среди которых выделены группы с формирующимися ($n=49$) и зрелыми ($n=66$) рубцами. При анализе фототипа кожи по Фитцпатрику у большинства пациентов с атрофическими рубцами выявлено преобладание II фототипа кожи в обеих группах (59 и 58% соответственно). Ведущими причинами образования рубцов являлись акне (55 и 59% соответственно) и травмы (25 и 24% соответственно).

Основные результаты исследования

Под действием ВИЛТ выявлена значимая динамика показателей функциональных свойств кожи по оценкам пациента и врача. Сумма баллов оценки внешнего вида рубца у пациентов с формирующимися рубцами уменьшилась с $6,59 \pm 0,16$ до $1,65 \pm 0,07$ баллов ($p < 0,05$), а у пациентов со зрелыми рубцами — с $5,24 \pm 0,14$ до $2,56 \pm 0,12$ баллов ($p < 0,05$). Изменения регистрируемых показателей были выше в группе пациентов с формирующимися, чем в группе со зрелыми рубцами, и значительно отличались по динамике микрорельефа кожи.

Улучшение клинического статуса (рис. 1, 2) пациентов с атрофическими рубцами под действием ВИЛТ сопровождалось значимым улучшением морфофункциональных показателей у пациентов обеих групп исследования (табл. 1). Величина изменений показателей до и через 3 мес по окончании курса лечения в обеих группах достоверно ($p < 0,05$) отличалась между собой, тогда как межгрупповые различия динамики показателей не достигали уровня достоверной значимости ($p > 0,05$).



Рис. 1. Динамика клинических признаков формирующихся атрофических рубцов под действием высокоинтенсивной лазеротерапии.

Fig. 1. Dynamics of clinical signs of developing atrophic scars under the influence of high-intensity laser therapy.



Рис. 2. Динамика клинических признаков зрелых атрофических рубцов под действием высокоинтенсивной лазеротерапии.

Fig. 2. Dynamics of clinical signs of mature atrophic scars under the influence of high-intensity laser therapy.

Таблица 1. Динамика функциональных показателей у пациентов с атрофическими рубцами**Table 1.** Dynamics of functional parameters in patients with atrophic scars

Параметры	1-я группа (n=49)				2-я группа (n=66)			
	Нормальная кожа	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес	Нормальная кожа	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес
Микрорельеф, усл. ед.	43,2±0,3	72,9±1,5	50,4±0,9*	45,2±0,7*	43,9±0,3	69,1±1,3	49,7±0,5*	47,4±0,7*#
Пигментация, усл. ед.	52,6±0,8	65,7±0,8	53,7±0,6*	49,9±0,7*	51,1±1,0	64,1±1,3	51,2±1,0*	49,8±0,7*
Чувствительность усл. ед.	27,2±0,2	23,1±1,7	24,4±0,9*	26,3±0,7*	25,9±0,5	23,8±1,0	27,6±1,0*	26,2±0,5*
Жирность (поры), усл. ед.	44,4±0,5	63,3±0,9	53,5±1,1*	52,1±1,2*	46,4±1,0	62,1±0,9	50,2±1,1*	51,9±0,9*
Гидратация, усл.ед.	31,5±0,2	18,1±1,0	22,7±0,9*	24,8±0,9*	31,7±0,9	17,2±0,8	24,2±0,6*	25,5±0,6*
Эластичность, усл.ед.	16,3±0,2	10,3±0,3	10,1±0,3*	13,1±0,2*	16,4±0,3	4,3±0,1	11,5±0,3*	12,9±0,2*
Поперечная упругость ΔFy, н	30,7±0,4	48,2±0,5	46,1±0,3*	38,0±0,5*	31,8±0,5	49,9±0,5	41,4±0,4*	38,7±0,4*
Градиент температуры, gradT, град·см ⁻¹	-	0,2±0,01	0,04±0,009*	-	-	0,29±0,01	0,03±0,009*	-
Постоянная составляющая кровотока М, пф. ед.	-	14,2±0,1	13,5±0,2*	12,9±0,1*	-	12,2±0,1	13,3±0,1*	14,0±0,1*
Переменная составляющая кровотока б, пф. ед.	-	4,4±0,1	4,6±0,2*	5,3±0,2*	-	4,3±0,2	4,8±0,1*	5,1±0,1*
Коэффициент вариации кровотока KV	-	34,3±0,2	32,8±0,4*	28,02±0,2*	-	28,0±0,3	32,3±0,4*	33,1±0,3*#

Примечание. Здесь и в табл. 2: * $p < 0,05$ между значениями до и после воздействия; # межгрупповые различия в группах статистически значимы при $p < 0,05$.

Оценка факторной модели, на 41% описывающей дисперсию микрорельефа кожи в группе пациентов с формирующимися атрофическими рубцами, показала, что ведущими факторами, кардинально влияющими на динамику данного показателя, являются эластичность и чувствительность, фототип, а также сроки существования рубцов (рис. 3). Анализ факторной модели, которая

на 56% определяет дисперсию показателя упругости рубцов, выявил факторы, кардинально влиявшие на динамику упругости рубцов, — показатели эластичности и васкуляризации, фототип и наличие в анамнезе акне, а также сроки существования рубца (рис. 4). Динамика факторных моделей свидетельствовала о реализации лечебных эффектов ВИЛТ путём коррекции функциональных

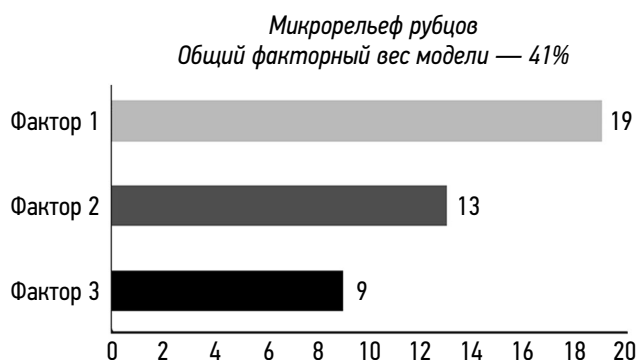


Рис. 3. Удельный вес структуры исходных признаков: эластичности и чувствительности (фактор 1), фототипа (фактор 2), сроков существования рубцов (фактор 3), значительно определяющих дисперсию изменения микрорельефа у пациентов с формирующимися атрофическими рубцами в течение курса высокоинтенсивной лазеротерапии.

Fig. 3. The proportion of the structure of initial signs: elasticity and sensitivity (factor 1), phototype (factor 2), scar life (factor 3), that significantly determine the dispersion of changes in the microrelief in patients with emerging atrophic scars during the course of high-intensity laser therapy.

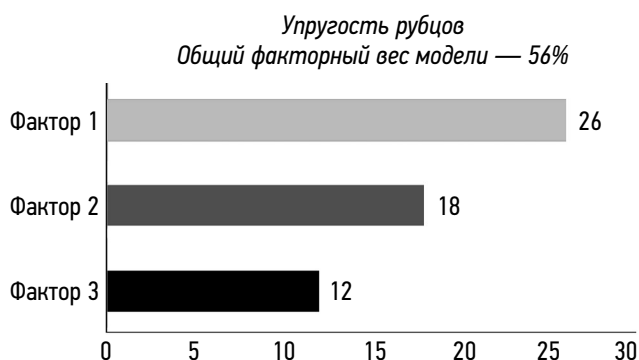


Рис. 4. Удельный вес структуры исходных признаков: показателей эластичности и васкуляризации (фактор 1), фототипа и наличия в анамнезе акне (фактор 2), сроков существования рубца (фактор 3), значительно определяющих дисперсию изменения упругости у пациентов с формирующимися атрофическими рубцами в течение курса высокоинтенсивной лазеротерапии.

Fig. 4. The share of the structure of initial signs: indicators of elasticity and vascularization (factor 1), phototype and history of acne (factor 2), scar life (factor 3), that significantly determine the dispersion of changes in elasticity in patients with developing atrophic scars during the course of high-intensity laser therapy.

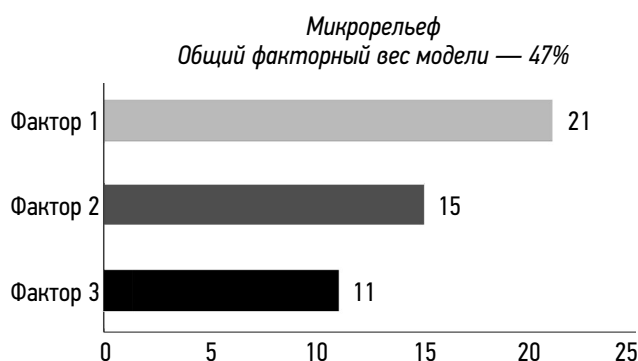


Рис. 5. Удельный вес структуры исходных признаков: глубины и гидратации рубца (фактор 1), этиологического фактора и пигментации (фактор 2), васкуляризации и чувствительности рубца (фактор 3), значимо определяющих дисперсию изменения микрорельефа у пациентов со зрелыми атрофическими рубцами в течение курса высокоинтенсивной лазеротерапии.

Fig. 5. The share of the structure of initial signs: depth and hydration of the scar (factor 1), etiological factor and pigmentation (factor 2), vascularization and sensitivity of the scar (factor 3), that significantly determine the dispersion of changes in the microrelief in patients with mature atrophic scars during the course of high-intensity laser therapy.

показателей, демонстрирующих улучшение механических свойств рубцов, повышение васкуляризации и метаболизма рубцовой ткани с последующим улучшением клинических параметров. Следовательно, реализация лечебных эффектов ВИЛТ происходила путём улучшения фиброзной архитектоники рубца, васкуляризации, повышения эластичности с последующим улучшением общей клинической оценки рубца.

Факторная модель, на 47% определявшая дисперсию микрорельефа зрелых рубцов, показала, что ведущими факторами являются глубина и гидратация рубца, этиологический фактор акне и пигментация, васкуляризация и чувствительность рубца (**рис. 5**). Анализ факторной модели, которая на 58% определяла дисперсию показателя упругости рубцов, выявил факторы, кардинально влияющие на его динамику, глубину и эластичность, васкуляризацию и чувствительность, наряду с признаками акне и пигментацией (**рис. 6**).

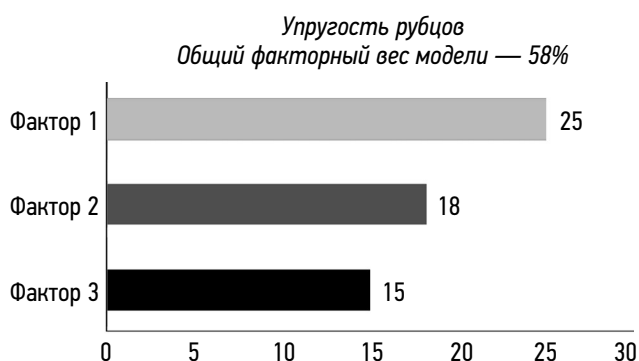


Рис. 6. Результаты факторного анализа структуры исходных признаков: глубины и эластичности (фактор 1), васкуляризации и чувствительности (фактор 2), наличия акне и пигментации (фактор 3), существенно влияющих на дисперсию изменения упругости у пациентов со зрелыми атрофическими рубцами в течение курса высокоинтенсивной лазеротерапии.

Fig. 6. Results of factorial analysis of the structure of initial signs: depth and elasticity (factor 1), vascularization and sensitivity (factor 2), acne and pigmentation (factor 3), that significantly affect the dispersion of changes in elasticity in patients with mature atrophic scars during the course of high-intensity laser therapy.

Анализ динамики факторных моделей свидетельствует о реализации лечебных эффектов ВИЛТ путём снижения удельного веса клинических показателей при некотором увеличении удельного веса функциональных параметров, которые отражали улучшение механических свойств рубца и повышение метаболизма рубцовой ткани. Следовательно, ведущими лечебными эффектами ВИЛТ у пациентов со зрелыми атрофическими рубцами явились повышение эластичности атрофических рубцов при менее выраженном улучшении клинических показателей.

Курс ВИЛТ вызывал улучшение качества жизни пациентов с атрофическими рубцами. В группе пациентов со зрелыми рубцами, несмотря на количественное снижение средних показателей качества жизни, выявлены менее выраженные внутригрупповые различия. Улучшение всех составляющих качества жизни определило целесообразность разработки модели вариантной высокоинтенсивной лазеротерапии (**табл. 2**).

Таблица 2. Показатели качества жизни пациентов с атрофическими рубцами, баллы ($M \pm m$)

Table 2. Quality of life indicators in patients with atrophic scars, scores ($M \pm m$)

Показатели	1-я группа (n=49)			2-я группа (n=66)		
	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес
Шкала Skindex-29						
Эмоции	35,7±1,2	24,5±0,9*	15,3±0,6*	36,7±1,6	31,0±1,5*	24,6±1,5*#
Функции	32,5±1,0	24,1±0,7*	16,6±0,5*	30,8±1,0	26,9±0,9*	22,9±0,9*#
Симптомы	45,0±0,9	33,8±0,9*	21,8±0,6*	40,1±1,0	33,3±0,9*	26,8±1,0*#
Шкала дерматологического индекса качества жизни						
Сумма баллов	20,7±0,5	17,7±0,4*	9,6±0,3*	16,5±0,4	13,5±0,3*	10,3±0,3*#

Средний показатель комплаентности по шкале Мориски—Грин у пациентов с формирующимися рубцами составил $3,8 \pm 0,4$, со зрелыми — $3,7 \pm 0,5$ балла. Количество приверженных лечению пациентов составило 90 и 82% соответственно. Удовлетворённость пациентов результатами коррекции формирующихся рубцов составила 90%, зрелых — 85%; по оценкам врачей — 96 и 91% соответственно.

Эффективность ВИЛТ у пациентов с формирующимися атрофическими рубцами составила 90%, со зрелыми — 86%. В распределении пациентов с формирующимися и зрелыми рубцами по категориям эффективности ВИЛТ статистически значимой связи между признаками не выявлено ($\chi^2=1,31$; $p > 0,857$, критическое значение $\chi^2=5,991$; $p > 0,857$), что свидетельствует об адекватном научно обоснованном выборе эффективных технологий лазерной коррекции различных видов атрофических рубцов.

Таким образом, комплекс высокоинтенсивных лазерных технологий вызывает регресс клинических признаков, субъективных ощущений пациента (боли, зуда и дискомфорта); уменьшает площадь, толщину, плотность и глубину рубцов; улучшает микрорельеф; уменьшает упругость и увеличивает эластичность рубцовой ткани, что в целом повышает качество жизни пациентов. Комбинации методов гомогенного фототермолиза, фракционного аблятивного фототермолиза и фотодеструкции формируют у пациентов с атрофическими рубцами кожи выраженные дермопластический, реэпителизирующий и рефибромодулирующий лечебные эффекты, манифестирующие выраженным ремоделированием рубцов кожи с уменьшением их размеров, градиента температуры и сосудистого тонуса.

Нежелательные явления

Процедуры ВИЛТ у пациентов с атрофическими рубцами кожи обладают благоприятным профилем безопасности. Нежелательные явления (болезненность, зуд, жжение, эритема, сухость и шелушение) у пациентов с атрофическими рубцами регистрировали через 24 ч после процедуры у 4% пациентов с формирующимися и у 6% со зрелыми атрофическими рубцами, которые полностью исчезали к 14-м суткам наблюдения, что свидетельствует об отсутствии значимого длительного влияния комбинированной лазеротерапии на развитие указанных побочных эффектов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что различные комбинации технологий плоскостной фотодеструкции, фракционного аблятивного фототермолиза, гомогенного фототермолиза обладают синдромно-патогенетическим действием на ведущие

звенья патогенеза формирующихся и зрелых атрофических рубцов. Высокоинтенсивное лазерное излучение вызывает выраженное ремоделирование рубцов кожи со снижением продольной и поперечной упругости, градиента температуры рубцовых тканей и восстановлением микроциркуляции.

Высокоинтенсивная лазеротерапия вызывает выраженное улучшение клинических показателей атрофических рубцов, способствует восстановлению васкуляризации, уменьшению пигментации и повышению растяжимости рубцов, что позволяет рекомендовать данные протоколы для коррекции формирующихся и зрелых атрофических рубцов.

Учёт факторов, определяющих эффективность технологий высокоинтенсивной лазеротерапии, целесообразно проводить по алгоритму выбора лазерных технологий на основе наукометрического анализа, оценки качества жизни пациентов, клинических и морфофункциональных показателей рубцов с последующим определением наиболее информативных показателей (детерминант эффективности), оценкой их вклада в формирование лечебных эффектов высокоинтенсивной лазеротерапии и прогнозом таких эффектов.

Динамика суммарной оценки клинических признаков рубцов выявила улучшение их состояния у пациентов обеих групп. Вместе с тем число пациентов с улучшением рельефа кожи и внешнего вида рубца было больше среди лиц с формирующимися, чем со зрелыми атрофическими рубцами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексная оценка клинических и функциональных показателей рубцовой ткани и медико-социологических характеристик состояния пациента позволяет прогнозировать выраженные лечебные эффекты и улучшение качества жизни пациентов с атрофическими рубцами кожи. Дальнейшее развитие и внедрение в практику, фенотипического и морфофункционального тестирования позволит разработать оптимальную индивидуальную стратегию ВИЛТ, подобрать наиболее эффективные параметры процедуры, режим дозирования, что снизит риск развития нежелательных побочных реакций, повысит безопасность и эффективность ВИЛТ, а также комплаентность пациентов.

Перспективным является исследование клинических особенностей и динамики морфофункциональных свойств патологических рубцов под действием инновационных технологий ВИЛТ, включающих использование лазеров, генерирующих излучение с другими длинами волн (эрбиевый, пико- и наносекундные, эксимерный и др.), доказательная база по которым активно формируется.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование проведено за счёт бюджетных средств организации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. С.В. Ключарева — концепция и дизайн исследования, одобрение направления рукописи на публикацию; И.Г. Курганская — поисково-аналитическая работа, написание статьи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The research was carried out at the expense of the organization's budgetary funds.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author contribution. S.V. Klyuchareva — concept and design of the study, approval of the submission of the manuscript for publication; I.G. Kurganskaya — search and analytical work, writing an article. The authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis of literature, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалёва Л.Н. Клинико-морфологические параллели у пациентов с рубцовой патологией кожи // Дерматовенерология. Косметология. Сексопатология. 2016. № 1-4. С. 108–117.
2. Tosti A., de Padova M.P., Fabbrocini G., et al. Acne scars: classification and treatment. CRC Press, 2018. 189 p. doi: 10.1201/9781315179889
3. Deflorin C., Hohenauer E., Stoop R., et al. Physical management of scar tissue: a systematic review and meta-analysis // J Altern Complement Med. 2020. Vol. 26, N 10. P. 854–865. doi: 10.1089/acm.2020.0109
4. Дороженко И.Ю., Матюшенко Е.Н., Олисова О.Ю. Дистморфобия у дерматологических больных с фациальной локализацией процесса // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2014. Т. 17, № 1. С. 42–47.
5. Мантурова Н.Е., Круглова Л.С., Стенько А.Г. Рубцы кожи. Клинические проявления, диагностика и лечение. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. 208 с.
6. Connolly D., Vu H.L., Mariwalla K., et al. Acne scarring-pathogenesis, evaluation, and treatment options // J Clin Aesthetic Dermatol. 2017. Vol. 10, N 9. P. 12–23.
7. Vercelli S., Ferriero G., Sartorio F., et al. Clinimetric properties and clinical utility in rehabilitation of postsurgical scar rating scales: a systematic review // Int J Rehabil Res. 2015. Vol. 38, N 4. P. 279–286. doi: 10.1097/MRR.000000000000134
8. Carrière M.E., Kwa K.A., de Haas L.E., et al. Systematic review on the content of outcome measurement instruments on scar quality // Plast Reconstr Surg Glob Open. 2019. Vol. 7, N 9. P. e2424. doi: 10.1097/GOX.0000000000002424
9. Тиманин Е.М. Нелинейные упругие свойства поверхностных тканей тела человека, наблюдаемые методом вдавливания индентора // Российский журнал биомеханики. 2014. Т. 18, № 2. С. 147–157.
10. Короткова Н.Л., Воловик М.Г. Тепловизионная оценка возможности использования рубцовых тканей при планировании пластических операций на лице // Современные технологии в медицине. 2015. Т. 7, № 2. С. 120–126.
11. Козлов В.И., Азизов Г.А., Гурова О.А., и др. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови: методическое пособие. Москва: Ун-т дружбы народов, 2012. 32 с.
12. Deng H., Li-Tsang C.W. Measurement of vascularity in the scar: a systematic review // Burns. 2019. Vol. 45, N 6. P. 1253–1265. doi: 10.1016/j.burns.2018.10.026
13. Адаскевич В.П. Диагностические индексы в дерматологии. Москва: Мед. книга, 2014. 352 с.
14. Chernyshov P.V., Zouboulis C.C., Tomas-Aragones L., et al. Quality of life measurement in acne. Position paper of the European Academy of Dermatology and Venereology Task Forces on quality of life and patient oriented outcomes and acne, rosacea and hidradenitis suppurativa // J Eur Acad Dermatol Venereol. 2018. Vol. 32, N 2. P. 194–208. doi: 10.1111/jdv.14585
15. Barbaric J., Abbott R., Posadzki P., et al. Light therapies for acne: abridged Cochrane systematic review including GRADE assessments // Br J Dermatol. 2018. Vol. 178, N 1. P. 61–75. doi: 10.1111/bjd.15495
16. Bhargava S., Cunha P.R., Lee J., et al. Acne scarring management: systematic review and evaluation of the evidence // Am J Clin Dermatol. 2018. Vol. 19, N 4. P. 459–477. doi: 10.1007/s40257-018-0358-5
17. Kravvas G., Al-Niaimi F. A systematic review of treatments for acne scarring. Part 2: Energy-based techniques // Scars Burn Heal. 2018. Vol. 4. P. 2059513118793420. doi: 10.1177/2059513118793420
18. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., Резванцев М.В. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. 3-е изд., доп. Санкт-Петербург, 2011. 318 с.

REFERENCES

1. Kovaleva LN. Clinical and morphological parallels in patients with scar skin pathology. *Dermatovenerology. Cosmetology. Sexopathology*. 2016;(1-4):108–117. (In Russ).
2. Tosti A, de Padova MP, Fabbrocini G, et al. Acne scars: classification and treatment. CRC Press; 2018. 189 p. doi: 10.1201/9781315179889
3. Deflorin C, Hohenauer E, Stoop R, et al. Physical management of scar tissue: a systematic review and meta-analysis. *J Altern Complement Med*. 2020;26(10):854–865. doi: 10.1089/acm.2020.0109
4. Dorozhenok IY, Matyushenko EN, Olisova OY. Dismorphophobia in dermatological patients with official localization of the process. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases*. 2014;17(1):42–47. (In Russ).
5. Manturova NE, Kruglova LS, Stenko AG. Skin scars. Clinical manifestations, diagnosis and treatment. Moscow: GEOTAR-Media; 2021. 208 p. (In Russ).
6. Connolly D, Vu HL, Mariwalla K, et al. Acne scarring-pathogenesis, evaluation, and treatment options. *J Clin Aesthetic Dermatol*. 2017;10(9):12–23.
7. Vercelli S, Ferriero G, Sartorio F, et al. Clinimetric properties and clinical utility in rehabilitation of postsurgical scar rating scales: a systematic review. *Int J Rehabil Res*. 2015;38(4):279–286. doi: 10.1097/MRR.0000000000000134
8. Carrière ME, Kwa KA, de Haas LE, et al. Systematic review on the content of outcome measurement instruments on scar quality. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2019;7(9):e2424. doi: 10.1097/GOX.00000000000002424
9. Timanin EM. Nonlinear elastic properties of surface tissues of the human body, observed by indentation indenter method. *Russ J Biomechan*. 2014;18(2):147–157. (In Russ).
10. Korotkova NL, Volovik MG. Thermal imaging assessment of the possibility of using scar tissue in the planning of plastic surgery on the face. *Modern Technologies Med*. 2015;7(2):120–126. (In Russ). doi: 10.17691/stm2015.7.2.16
11. Kozlov VI, Azizov GA, Gurova OA, et al. Laser Doppler flowmetry in the assessment of the state and disorders of blood microcirculation: a methodological guide. Moscow: Peoples' Friendship University; 2012. 32 p. (In Russ).
12. Deng H, Li-Tsang CW. Measurement of vascularity in the scar: a systematic review. *Burns*. 2019;45(6):1253–1265. doi: 10.1016/j.burns.2018.10.026
13. Adaskevich VP. Diagnostic indices in dermatology. Moscow: Medkniga; 2014. 352 p. (In Russ).
14. Chernyshov PV, Zouboulis CC, Tomas-Aragones L, et al. Quality of life measurement in acne. Position paper of the European Academy of Dermatology and Venereology Task Forces on quality of life and patient oriented outcomes and acne, rosacea and hidradenitis suppurativa. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2018;32(2):194–208. doi: 10.1111/jdv.14585
15. Barbaric J, Abbott R, Posadzki P, et al. Light therapies for acne: abridged Cochrane systematic review including GRADE assessments. *Br J Dermatol*. 2018;178(1):61–75. doi: 10.1111/bjd.15495
16. Bhargava S, Cunha PR, Lee J, et al. Acne scarring management: systematic review and evaluation of the evidence. *Am J Clin Dermatol*. 2018;19(4):459–477. doi: 10.1007/s40257-018-0358-5
17. Kravvas G, Al-Niaimi F. A systematic review of treatments for acne scarring. Part 2: Energy-based techniques. *Scars Burn Heal*. 2018;4:2059513118793420. doi: 10.1177/2059513118793420
18. Junkerov VI, Grigoriev SG, Rezvantsev MV. Mathematical and statistical processing of medical research data. 3rd ed., add. Saint Petersburg; 2011. 318 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Курганская Инга Геннадьевна**, д.м.н., доцент;
адрес: Россия, 195067, Санкт-Петербург,
Пискаревский пр-т, д. 47;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-6940>;
eLibrary SPIN: 7930-2463;
e-mail: manga-85@mail.ru

Ключарёва Светлана Викторовна, д.м.н., профессор;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0801-6181>;
eLibrary SPIN: 9701-1400;
e-mail: genasveta@rambler.ru

* Автор, ответственный за переписку

AUTHORS INFO

* **Inga G. Kurganskaya**, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;
address: 47 Piskarevsky prospect, 195067 Saint-Petersburg,
Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-6940>;
eLibrary SPIN: 7930-2463;
e-mail: manga-85@mail.ru

Svetlana V. Kluchareva, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0801-6181>;
eLibrary SPIN: 9701-1400;
e-mail: genasveta@rambler.ru

* The author responsible for the correspondence