

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© ТАЛЫБОВА А.П., СТЕНЬКО А.Г., 2017
УДК 615.849.19.015.2:615.831].03:616-003.92Талыбова А.П.¹, Стенько А.Г.^{1,2}**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ НЕОДИМОВОГО (1064 НМ) ЛАЗЕРА И ФРАКЦИОННОГО ФОТОТЕРМОЛИЗА В КОРРЕКЦИИ ГОРМОНАЛЬНО-ЗАВИСИМЫХ АТРОФИЧЕСКИХ РУБЦОВ**¹ ООО «Институт пластической хирургии и косметологии», 105066, Москва, Россия;² ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, 121359, Москва, Россия

Одной из актуальных проблем современной косметологии является эстетическая коррекция рубцов кожи, что определяется широкой распространённостью данной патологии и отсутствием надёжных и безопасных методов терапии. Перспективными можно считать лазерные технологии, в том числе селективную лазеротерапию в рамках метода фракционного фототермолиза и применение неодимового лазера 1064 нм. Под нашим наблюдением находилось 18 пациентов с гормонально-зависимыми атрофическими рубцами. Всем пациентам были назначены процедуры селективного фототермолиза (на курс 2 сеанса, проводимых с интервалом 4 нед) и неодимового лазера (на курс 6–8 сеансов, проводимых после фракционного фототермолиза). Комбинированная лазерная терапия у пациентов с гормонально-зависимыми атрофическими рубцами даёт выраженный эффект, что подтверждается улучшением клинической картины и сопровождается редукцией индекса шкалы симптомов на 78,1% и улучшением дерматологического индекса качества жизни на 76,5%. Использование комбинированного метода в коррекции атрофических рубцов способствует восстановлению эпидермально-дермальных и гиподермальных структур кожи, что сопровождается увеличением толщины эпидермиса в 1,4 раза, дермы в 1,7 раза, гиподермы в 1,6 раза и увеличением акустической плотности тканей в 1,8 раза и соответствует улучшению ультразвуковой картины на 75% по Ванкуверской шкале.

Ключевые слова: атрофические рубцы; стрии; неодимовый лазер 1064, Nd:YAG; эрбиевый лазер Er:YAG; фракционный фототермолиз.

Для цитирования: Талыбова А.П., Стенько А.Г. Эффективность комбинированного применения неодимового (1064 нм) лазера и фракционного фототермолиза в коррекции гормонально-зависимых атрофических рубцов. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2017; 16(3): 177-181.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-3-177-181>

Для корреспонденции: Стенько Анна Германовна, д-р мед. наук, зав. отд. дерматологии и косметологии, ООО Институт пластической хирургии и косметологии, 105066, Москва; проф. кафедры дерматовенерологии и косметологии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, 121359, Москва. E-mail: stenko1@rambler.ru.

Талыбова А.П.¹, Стенько А.Г.^{1,2}**THE EFFECTIVENESS OF A NEODYMIUM (1064 NM) LASER AND FRACTIONAL PHOTOTHERMOLYSIS FOR THE CORRECTION OF THE ATROPHIC SCARS**¹ LLC «Institute of Plastic Surgery and Cosmetology», 105066, Moscow, Russia;² Department of dermatology and cosmetology, Federal state budgetary institution of additional professional education «Central State Medical Academy», Presidential Administration of the President of Russian Federation, 121359, Moscow, Russia

One of the challenging problems for modern cosmetology is the cosmetic correction of the cutaneous scars of the skin that arises in the first place from the high prevalence of this condition and the lack of reliable and safe methods for its treatment. The application of laser technologies including selective laser therapy as the method of fractional photothermolysis and the use of a neodymium (1064 nm) laser is considered to be a promising approach to address this problem. The present study included 18 patients presenting with hormone-dependent atrophic scars. All the patients were assigned for the treatment by selective photothermolysis (at the rate of 2 sessions per each treatment course performed with a 4 week interval) and irradiation by the neodymium laser (at the rate of 6–8 sessions conducted after fractional photothermolysis). The use of combined laser therapy in patients with hormone-dependent atrophic scars produced a pronounced effect as evidenced by the improvement of the clinical picture and was accompanied by the 78.1% reduction of the symptom index according to the DISC symptom scale and the 76.5% improvement of the dermatology life quality index (DLQI). The use of the combined method for the correction of atrophic cutaneous scars helps to restore the epidermal-dermal and epidermal structures of the skin in the association with the 1.4-fold, 1.7-fold, and 1.6-fold increase in the

thickness of the epidermis, dermis, and hypodermis respectively; simultaneously, the acoustic density of the tissues increased by 1.8 times which corresponded to the improvement of the ultrasound picture by almost 75% when estimated in accordance with the Vancouver scar scale.

Key words: *atrophic scars; striae; laser therapy; neodymium (1064 nm) laser; ND:YAG; Er:YAG; fractional photothermolysis.*

For citation: Talybova A.P., Sten'ko A.G. The effectiveness of a neodymium (1064 nm) laser and fractional photothermolysis for the correction of the atrophic scars. *Fizioterapiya, Bal'neologiya i Reabilitatsiya (Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation)*. 2017; 16 (3): 177-181. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-3-177-181>

For correspondence: Sten'ko Anna Germanovna, MD, PhD, DSc, Prof., head of the Department of Dermatology and Cosmetology, LLC Institute of Plastic Surgery and Cosmetology, 105066, Moscow; Prof. of the Department of Dermatovenerology and Cosmetology, Federal state budgetary institution of additional professional education «Central State Medical Academy», Presidential Administration of the President of Russian Federation, 121359, Moscow. E-mail: stenko1@rambler.ru

Acknowledgments. The study had no sponsorship.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 9 March 2017
Accepted 20 April 2017

На сегодняшний день одними из самых эффективных методов коррекции рубцовых деформаций, в том числе атрофических, являются методы лазерной терапии [1]. Патогенетическим обоснованием применения различных лазерных технологий при данной патологии являются клинические эффекты, вызываемые лазерным излучением (ЛИ). При этом учитывается длина волна ЛИ, которая не только определяет глубину воздействия, но и в соответствии с целевыми хромофорами обеспечивает определенные физиологические эффекты.

Из лазеров, используемых для лечения рубцовых деформаций, наиболее часто применяют углекислый лазер CO₂ (10 600 нм), эрбиевый лазер (на иттрий-алюминиевом гранате) Er:YAG (2940 нм), эрбиевый оптоволоконный (1550 нм), неодимовый YAG-лазер Nd:YAG/КТР (532 нм), импульсный лазер на красителях (ИЛК) PDL-лазер (575–595 нм), неаблятивный и аблятивный фракционный фототермолиз Er:YAG (2940 нм) (табл. 1) [2–4].

Наибольшее количество публикаций, посвященных применению лазерных технологий в коррекции рубцовых деформаций, касаются гипертрофических и келоидных рубцов [5, 6]. В этом случае одним из эффективных является CO₂-лазер, целевым хромофором для которого служат водосодержащие клеточные структуры, что обуславливает достаточно универсальный механизм его действия.

Так, имеются сведения об эффекте ремоделирования рубца и улучшения трофических процессов под действием данного ЛИ за счет угнетения матричных металлопротеиназ (ММР), которые участвуют в формировании внеклеточного матрикса и его ремоделировании. ММР-1 предпочтительно влияет на III тип коллагена. ММР-13 может привести к ухудшению всех фибриллярных коллагенов и спровоцировать образование аномальных рубцов [7, 8]. Трансформирующий фактор роста бета (TGF-βS) считается наиболее мощным фактором роста, участвующим в репаративных процессах, и, как полагают, ключевым регулятором в патогенезе рубцов и других фиброзных образований. Это указывает на то, что эти изоформы играют различные роли в развитии различных подтипов патологических рубцов. Кроме того, последние данные позволяют предположить, что TGF-βS вовлечены в механизмы, связанные с рубцовым регрессом после воздействия лазера [9].

Основной фактор роста фибробластов (bFGF) способствует росту и дифференцировке многих типов клеток, в том числе кровеносных сосудов, влияющих на ремоделирование ткани и заживление ран [10]. ЛИ значительно ингибирует дифференцировку из мезодермы клеток-предшественников в миофибробласты, которые являются ключевыми медиаторами фиброза ткани и основным производителем коллагена [11]. Это также способствует активации репаративных процессов и улучшает качество рубца путем регулирования производства и деградации внеклеточного матрикса [12]. Не только вышеуказанные белки РНК-кодирования, но и не кодирующие РНК могут быть вовлечены в механизм реализации фракционного CO₂-лазера при рубцовых деформациях. Недавно опубликованные данные указывают на то, что микроРНК могут играть важную роль как в прогрессировании развития рубца, так и в его регрессе [13].

Таблица 1

Лазеры и методики их использования при коррекции рубцовых деформаций

Морфотип рубцовой ткани	Источник ЛИ	Целевые хромофоры ЛИ и методики лазеротерапии
Гипертрофический (келоидный)	Er:YAG (2940 нм)	Аблятивная методика
	CO ₂ (10 600 нм)	То же
	Nd:YAG/КТР (532 нм)	Воздействие на сосуды
	PDL-лазер (575–595 нм)	То же
Атрофический	Эрбиевый оптоволоконный (1550 нм)	Неаблятивная фракционная методика
	Nd:YAG/КТР (532 нм)	Воздействие на сосуды
	PDL-лазер (575–595 нм)	То же
	Эрбиевый оптоволоконный (1550 нм)	Фракционный фототермолиз
	Er:YAG (2940 нм)	То же
	CO ₂ (10 600 нм)	То же

МикроРНК представляют собой класс 21–25 нуклеотидов одноцепочечной некодирующей РНК, в которой часто встречаются интроны. Данные молекулы получают все большее признание как важный регулятор экспрессии генов с несовершенной основой для целевых матричных РНК (мРНК), которые иницируют деградацию мРНК мишеней или эффективны для ингибирования трансляции, что является ведущим моментом в регуляции пролиферации, апоптоза и дифференциации клеток кожи [14].

Основным механизмом действия CO_2 -лазера на рубцовую ткань является прямая деструкция или фототермолиз сосудов микроциркуляторного русла, что способствует купированию воспаления и нормализации архитектоники рубца. Непосредственно после процедуры с CO_2 -лазером наблюдается реакция воспаления с увеличением количества активированных эпидермоцитов и клеток иммунной системы макрофагов, а также фибробластов с последующим образованием грануляционной ткани. Клинический эффект лазерного воздействия в этом случае обусловлен активацией работы данных клеток, что приводит к синтезу коллагеновых и эластических волокон и сопровождается восстановлением дермальных слоев кожи [15]. Эти данные раскрывают новые механизмы в реализации эффектов фракционного ЛИ CO_2 в ремоделировании рубцовых деформаций, что определяет возможный потенциал для новых терапевтических мишеней для применения данного вида лазера, в том числе при атрофических рубцах.

Большинство пациентов плохо переносят процедуры CO_2 -лазера из-за боли во время процедуры, а также побочных эффектов, что значительно ограничивает применение данного метода.

Еще одним эффективным методом в плане коррекции рубцовых деформаций является эрбиевый лазер с длиной волны 1540 или 2940 нм, при этом последний позволяет достигать значимого клинического эффекта уже после одной процедуры, тогда как эрбий 1540 нм требует определённого курсового лечения, состоящего, как правило, из 3 сессий. Механизмы действия данного вида лазера в значительной степени сходны с механизмами CO_2 -лазера и подробно описаны выше. Одним из преимуществ использования эрбиевого (Er:YAG) лазера, механизмы действия которого направлены на выравнивание рельефа поверхности и повышение трофики кожи, является существенное сокращение сроков реабилитации и снижение риска развития нежелательных явлений [16] (табл. 2).

Эпителизация обработанной Er:YAG-лазером поверхности происходит в среднем за 5,5 дня по сравнению с 8,5 дня при применении CO_2 -лазера; поствоспалительная эритема купируется за 3–4 нед; значительно снижается риск возникновения пигментации [2]. Неаблятивные лазеры, такие как Nd:YAG 1064 нм и диодный лазер 1450 нм, по данным ряда авторов, имеют эффективность 40–50% после серии процедур, эффективны только при мелких атрофических рубчиках постакне с незначительным улучшением эпидермиса [17].

Одной из эффективных комбинированных методик с CO_2 -лазером при гипертрофических рубцах является применение кортикостероидов в виде инъекций после

Таблица 2

Параметры воздействия фракционного неаблятивного эрбиевого лазера (1550 нм) при коррекции атрофических рубцов

Показания	Энергия, мДж	% покрытия	Количество проходов	Количество процедур
Атрофические рубцы постакне	30–40	15–20	4–6	5–7
Стрии	20–35	30–40	До 10	5

абляции данным видом лазера [5, 6]. Однако для применения при атрофических рубцах данный метод не обоснован, более того, целевые хромофоры, а в данном случае это избыточное коллагеновое образование, противоположны атрофическим рубцам.

Обнадеживающими можно считать данные о применении неодимового лазера в коррекции атрофических рубцов. Основным механизмом при действии этого вида ЛИ является глубокий прогрев с усилением микроциркуляции и трофики тканей, что реализуется клинически значимым эффектом репарации рубцовой ткани.

Материал и методы

Под наблюдением в амбулаторных условиях находились 18 женщин в возрасте 26–42 года (медиана 29,6 ± 3,5 года). У всех пациенток диагностированы гормонально-зависимые атрофические рубцы (стрии). Локализация процесса: область живота – у 12 (66,7%), область бедер – у 6 (33,3%) пациенток. Длительность заболевания варьировала в достаточно широких пределах – от 8 мес до 5 лет. В соответствии с анамнезом до обращения в клинику большинство пациенток получали различные виды терапии, но либо без эффекта, либо с незначительным эффектом, что послужило причиной повторного обращения. По нашим данным, предшествующее лечение оказывалось 88,9% пациенток. Применялись следующие методы: наружное использование различных препаратов для коррекции атрофических рубцов, лазеротерапия, пиллинг, криотерапия, микродермабразия.

Критерии включения:

- возраст пациентов 16–60 лет;
- атрофические рубцы гормонально-зависимые;
- отсутствие противопоказаний для лазеротерапии;
- согласие на участие в исследовании (добровольное информированное);
- выполнение назначений врача (высокая комплаентность).

Критерии невключения:

- другие виды рубцов;
- сопутствующие заболевания или состояния, которые, по мнению исследователя, затрудняют интерпретацию результатов лечения или делают невозможным проведение процедур в рамках настоящего клинического исследования;
- ВИЧ-инфекция;
- беременность и лактация;
- злокачественные новообразования;
- психические заболевания (психоз, бред, галлюцинации).

Таблица 3

**Анализ показателей ДИКЖ (в баллах)
до и после комбинированной лазеротерапии**

Параметры, составляющие ДИКЖ	До лечения	После лечения
Неприятные ощущения в области рубца	1,91 ± 0,11	0,31 ± 0,04*
Самооценка, в том числе неуверенность в себе	1,24 ± 0,11	0,26 ± 0,06*
Каждодневная работа по хозяйству	1,21 ± 0,07	0,65 ± 0,04*
Вопросы выбора одежды	1,85 ± 0,06	0,39 ± 0,05*
Отдых	1,56 ± 0,04	0,52 ± 0,07*
Занятия физкультурой	2,05 ± 0,08	0,46 ± 0,03*
Учебный (рабочий) процесс	1,23 ± 0,05	0,39 ± 0,03*
Коммуникативная сфера	1,98 ± 0,11	0,37 ± 0,06*
Личные (семейные) отношения	1,24 ± 0,03	0,51 ± 0,05*
Ежедневный распорядок дня	1,27 ± 0,08	0,56 ± 0,05*
Общее значение ДИКЖ	15,41 ± 1,03	3,13 ± 0,07*
Редукция ДИКЖ		76,5%

Примечание. * $p < 0,05$ при сравнении с исходными (до терапии) показателями.

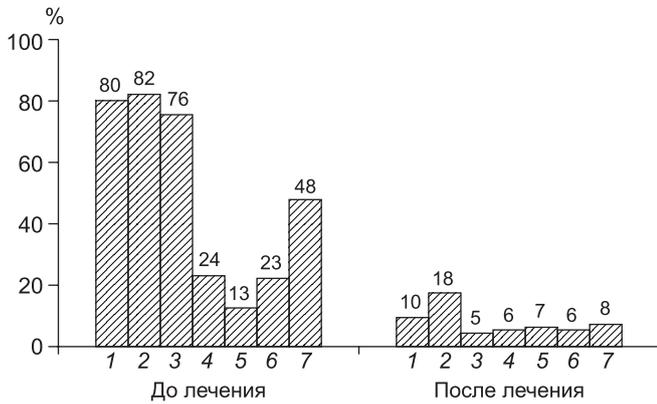


Рис. 1. Динамика показателей, составляющих ДИШС, у пациентов с атрофическими рубцами под влиянием комбинированного применения селективной лазеротерапии и неодимового лазера.

1 – цвет; 2 – размер; 3 – микрорельеф; 4 – зуд, болезненность; 5 – вовлечение подлежащих тканей; 6 – телеангиэктазии; 7 – тест на растяжение.

Эффективность разработанного комбинированного метода оценивали с помощью клинических (дерматологические индексы) и специальных (УЗ-сканирование, фотография) методов исследования.

Все пациентки получали комбинированную лазерную терапию, включающую фракционную терапию (эрбиевый лазер) и терапию неодимовым лазером. Для проведения процедур фракционной лазеротерапии использовали аппарат Fraxel SR («Reliant Technologies, Inc.», США, регистрационное удостоверение ФС № 2006/1506), основой которого является эрбий. Данный лазерный аппарат генерирует ЛИ с эмиссией на длине волны 1550 нм, ЛИ в постоянном режиме излучения с энергией 25–50 мДж, воздействие осуществляется лазерным лучом около 100 мкм в диаметре. Время воздействия ЛИ на один микроучасток обрабатываемой поверхности соответствовало длительности 1,5–5 мс. При одном пассе воздействия ЛИ образует до 250 микротермальных зон на 1 см². При этом окружающие эти зоны участки кожи полностью интактны, что обеспечивает минимальную травматизацию тканей. Курс состоял из 2 процедур, проводимых с интервалом 1 мес.

Неодимовый длинноимпульсный лазер (Synchro Repla, «ДЕКА») имеет длину волны 1064 нм, энергию импульса 58,5 Дж, плотность потока до 700 Дж/см, продолжительность импульса 0,5–12 мс (режим высокой пиковой мощности), общую длительность импульса 0,5–262 мс, диаметр пятна 2,5–15 мм. Курс состоял из 6–8 процедур, проводимых после фракционного фототермолиза (по 3–4 после каждого сеанса фракционного фототермолиза).

Результаты

Исследование динамики регресса клинических симптомов атрофических рубцов предусматривало оценку степени выраженности западения ткани, размера, микрорельефа, цвета, тест на «растяжение», определение наличия телеангиэктазий, вовлечения в процесс подлежащих тканей, наличия и степени выраженности субъективных признаков (зуд, болезненность), которые

в совокупности являлись составляющими дерматологического индекса шкалы симптомов (ДИШС).

После применения комбинированной методики у пациентов отмечалась выраженная положительная динамика всех клинических симптомов, в частности западения ткани, которое уменьшилось более чем на 78%; размер очагов уменьшился в среднем на 75%; микрорельеф улучшился на 84%; цвет выровнялся и приближался к нормальной окраске; тест на «растяжение» был положительным у 89% пациентов; количество телеангиэктазий значительно уменьшилось (на 83%); зуд и болезненность отсутствовали (рис. 1).

В исходном состоянии суммарный ДИШС составил 17,8 балла (Q1 = 15,9; Q3 = 19,7). После применения комбинированного метода суммарное значение ДИШС снизилось на 78,1% и составило 3,9 балла (Q1 = 2,6; Q3 = 5,2; $p < 0,01$).

Оценивали дерматологический индекс качества жизни (ДИКЖ), поскольку данный аспект терапевтических мероприятий особенно важен у пациентов с рубцовыми деформациями, являющимися прежде всего косметическим дефектом, а следовательно, эстетической проблемой. При обращении в клинику все пациенты имели определённые проблемы в личной жизни, выборе одежды, повседневном функционировании, т. е. их качество жизни было значительно снижено. Как правило, пациенты стеснялись своего внешнего вида из-за косметической непривлекательности рубцов, во многом ограничивая себя.

После применения комбинированного метода у пациентов с гормонально-зависимыми рубцами улучшилось общее состояние (физическое, психоэмоциональное) при лучшем восприятии своей внешности, что положительно отразилось на качестве их жизни: улучшились общение, личная жизнь и повседневная деятельность (табл. 3).

УЗ-сканирование проводилось при помощи цифровой системы ультразвуковой визуализации Skinscanner DUB («Taberna pro medicum GmbH», Германия) линейным датчиком (аппликатором) 22 МГц. Использование частоты 22 МГц позволило визуализировать эпидермис и дерму. Акустическую плотность эпидермиса и дермы измеряли в области расположения рубца.

С учетом ряда позиций Ванкуверской шкалы, а также данных высокочастотной УЗ-сонографии были сформулированы следующие критерии эффективности терапии:

- отличный результат – снижение акустической плотности рубцовой ткани на 75% и более;
- хороший результат – снижение акустической плотности рубцовой ткани на 50–75%;
- удовлетворительный результат – снижение акустической плотности рубцовой ткани на 25–50%;
- без эффекта – отсутствие динамики клинических и функционально-морфологических показателей рубцов.

При коррекции атрофических рубцов применяли вышеуказанные критерии эффективности терапии за исключением оценки степени «уплощения».

До эстетической коррекции распределение эхо-сигналов в дерме было равномерным, дифференциация на слои отсутствовала. Отмечено повышение экзогенности дермы (соединительная ткань). В глубоких отделах дермы выявляли гиперэхогенный тяж. Контур поверхности эпидермиса визуализировался как неровный, местами прерывистый. Отграничение эпидермиса от дермы было достаточно четким. Распределение эхо-сигналов в дерме было неравномерным, дифференциация на слои отсутствовала. Наблюдалось повышение экзогенности дермы (соединительная ткань). Отграничение дермы от подкожной жировой клетчатки (ПЖК) было достаточно четким (рис. 2, а на 3-й стр. обложки).

После применения комбинированного метода наиболее информативными в данном исследовании были показатели акустической плотности рубца и окружающих тканей и динамика уменьшения линейных размеров и объема рубца в процессе лечения. В ходе коррекции рубцов наблюдалось значительное снижение акустической плотности рубцовой ткани. Толщина дермы в месте расположения рубцов после лечения увеличивалась. Контур поверхности эпидермиса становился достаточно ровным. Отграничение эпидермиса от дермы было четким. Распределение эхо-сигналов в дерме равномерное, дифференциация на слои отсутствовала. Толщина дермы увеличилась. Отмечено снижение экзогенности дермы (с 12 до 8), что может свидетельствовать о частичном рассасывании рубца. Отграничение дермы от ПЖК было достаточно четким (рис. 2, б на 3-й стр. обложки).

Выводы

1. Комбинированное применение селективной лазерной терапии в рамках метода фракционного фототермолиза и неодимового лазера у пациентов с гормонально-зависимыми атрофическими рубцами дает выраженный эффект, что подтверждается улучшением

клинической картины и сопровождается редукцией ДИШС на 78,1% и улучшением ДИКЖ на 76,5%.

2. Использование комбинированного метода в коррекции атрофических рубцов способствует восстановлению эпидермально-дермальных и гиподермальных структур кожи, что сопровождается увеличением толщины эпидермиса в 1,4 раза, дермы – в 1,7 раза, гиподермы – в 1,6 раза и увеличением акустической плотности тканей в 1,8 раза и соответствует улучшению УЗ-картины на 75% по Ванкуверской шкале.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА (п.п. 3, 4, 7–17 см. REFERENCES)

1. Круглова Л.С., Шептий О.В. Абляционная шлифовка кожи с помощью CO₂-лазера: преимущества метода и техника проведения процедур. *Пластическая хирургия*. 2013; (1): 124–8.
2. Круглова Л.С., Котенко К.В., Корчажкина Н.Б., Турбовская С.Н. *Физиотерапия в дерматологии*. М.: ГЭОТАР; 2016.
5. Стенько А.Г., Круглова Л.С., Шматова А.А. Патологические рубцовые деформации – тактика ведения пациентов. *Лечащий врач*. 2013; (4): 32–9.
6. Стенько А.Г., Шматова А.А. Применение метода фракционного фототермолиза у пациентов с рубцовыми поражениями кожи лица. *Пластическая хирургия и косметология*. 2013; (2): 321–7.

REFERENCES

1. Kruglova L.S., Sheptiy O.V. Ablative skin resurfacing with CO₂ laser: advantages of the method and procedure technique. *Plasticheskaya khirurgiya*. 2013; (1): 124–8. (in Russian)
2. Kruglova L.S., Kotenko K.V., Korchazhkina N.B., Turbovskaia S.N. *Physiotherapy in Dermatology [Fizioterapiya v dermatologii]*. Moscow: GEOTAR; 2016. (in Russian)
3. Alexiades-Armenakas M.R., Dover J.S., Arndt K.A. Fractional laser skin resurfacing. *J. Drugs Dermatol*. 2012; 11(11): 1274–87.
4. Wang H.B., Fang Y., Yu W.R. Advancement in the research of fractional carbon dioxide laser in treating burn scars. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2012; 28(6): 465–7.
5. Sten'ko A.G., Kruglova L.S., Shmatova A.A. Pathological cicatricial deformities – tactics of patients management. *Lechashhij vrach*. 2013; (4): 32–9. (in Russian)
6. Sten'ko A.G., Shmatova A.A. Application of the method of fractional photothermolysis in patients with scar scarring of the skin of the face. *Plasticheskaya khirurgiya i kosmetologiya*. 2013; (2): 321–7. (in Russian)
7. Fujiwara M., Muragaki Y., Oshima A. Keloid-derived fibroblasts show increased secretion of factors involved in collagen turnover and depend on matrix metalloproteinase for migration. *Br. J. Dermatol*. 2005; 153(2): 295–300.
8. Ulrich D., Ulrich F., Unglaub F., Piatkowski A., Pallua N. Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases in patients with different types of scars and keloids. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg*. 2010; 63(6): 1015–21.
9. Douglas H.E. TGF-βs in wound healing: A review. *J. Wound Care*. 2010; 19(9): 403–6.
10. Bock O., Yu H., Zitron S., Bayat A., Ferguson M.W., Mrowietz U. Studies of transforming growth factors beta 1–3 and their receptors I and II in fibroblast of keloids and hypertrophic scars. *Acta Derm. Venereol*. 2005; 85(3): 216–20.
11. Huang J., Luo X., Lu J., Chen J., Zuo C., Xiang Y. et al. IPL irradiation rejuvenates skin collagen via the bidirectional regulation of MMP-1 and TGF-beta1 mediated by MAPKs in fibroblasts. *Lasers Med. Sci*. 2011; 26(3): 381–7.
12. Viera M.H., Amini S., Valins W., Berman B. Innovative therapies in the treatment of keloids and hypertrophic scars. *J. Clin. Aesthet. Dermatol*. 2010; 3(5): 20–6.
13. Liu Y., Yang D., Xiao Z., Zhang M. miRNA expression profiles in keloid tissue and corresponding normal skin tissue. *Aesthetic Plast. Surg*. 2012; 36(1): 193–201.
14. Sand M., Gambichler T., Sand D., Skrygan M., Altmeyer P., Bechara F.G. MicroRNAs and the skin: Tiny players in the body's largest organ. *J. Dermatol. Sci*. 2009; 53(3): 169–75.
15. Li H., Chen J., Chen S., Zhang Q. Antifibrotic effects of Smad4 small interfering RNAs in injured skeletal muscle after acute contusion. *Int. J. Sports Med*. 2011; 32(10): 735–42.
16. Hedelund L., Haak C.S., Togsverd Bo K., Bogh M.K., Bjerring P., Haedersdal M. Fractional CO₂ laser resurfacing for atrophic acne scarring: a randomized controlled trial with blinded response evaluation. *Lasers Surg. Med*. 2012; 44: 447–52.
17. Jordan R., Cummins C., Burls A. Laser resurfacing of skin for improvement of acne scarring: A systematic review of evidence. *Br. J. Dermatol*. 2000; 142: 413–23.

К ст. Н. И. Счастной и соавт.

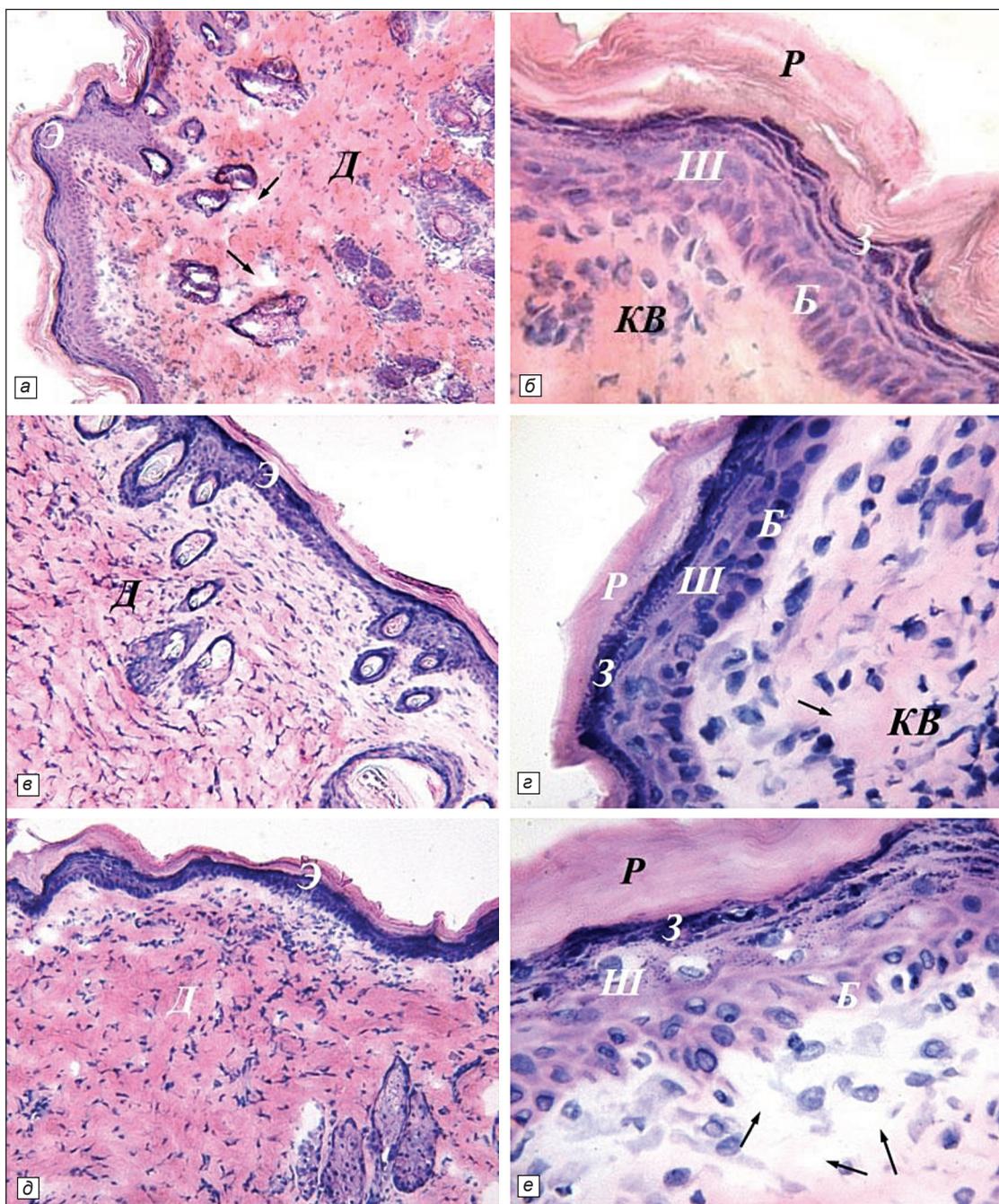


Рис. 3. Участок кожи крыс с ЭКД после фототерапии красным (а, з), синим (б, д) и желтым (в, е) светом. Э – эпидермис; Д – дерма; Р – роговой слой; З – зернистый слой; Ш – шиповатый слой; Б – базальный слой; КВ – коллагеновые волокна; стрелки – капилляры. Окраска гематоксилином и эозином, ув. 100 (а-в), ув. 400 (з-е).

К ст. А. П. Талыбовой, А. Г. Стенько

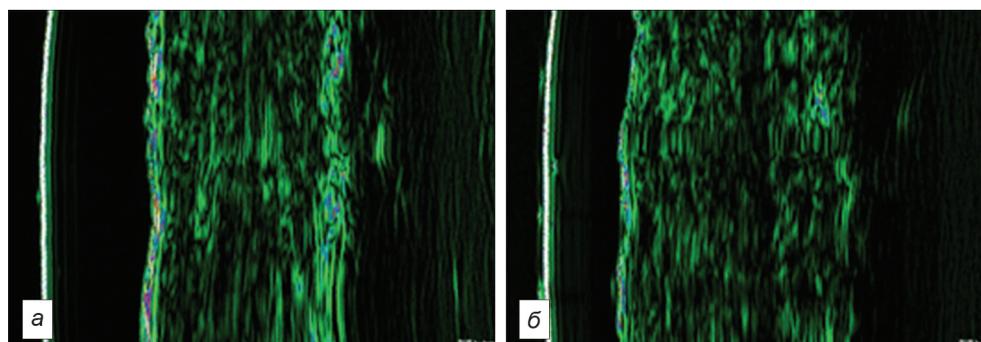


Рис. 3. Сканограммы атрофического рубца (гормонально-зависимого генеза) до (а) и после (б) комбинированного применения селективной лазеротерапии и неодимового лазера.