



Сравнительное исследование методов лечения зрелых стрий, возникающих при беременности: неаблятивный фракционный лазер 1565 нм против фракционного микроигльчатого радиочастотного метода

Zhaoyang Tang¹ · Shuheng Wen^{2,3} · Taoming Liu⁴ · Aijiao Yu⁴ · Yuanhong Li⁴

Статья получена: 1 августа 2020 года, принята 17 ноября 2020 года

© Springer-Verlag London Ltd., part of Springer Nature 2021

РЕЗЮМЕ

Striae gravidarum (стрии беременных) являются распространенным состоянием кожи женщин, которое может быть вызвано множеством факторов, присутствующих в период беременности. Их лечение остается проблематичным, особенно если касается striae alba (SA), представляющих из себя зрелые рубцы белого цвета, которые влияют на психологическое и эмоциональное состояние пациенток. Целью настоящего исследования является сравнение эффективности и безопасности неаблятивного фракционного лазера с длиной волны 1565 нм (NAFL) и фракционного микроигльчатого радиочастотного (RF) метода (MRF) при лечении зрелых стрий беременных. В настоящее исследование были вовлечены 14 китайских женщин со зрелыми стриями беременных. Живот каждой пациентки рандомно разделяли на участки воздействия NAFL (группа NAFL) и MRF (группа MRF), в каждой группе проводили по три процедуры с интервалом в шесть недель. Эффективность лечения оценивали субъективно (клиническая оценка, степень удовлетворенности пациента, анализ побочных эффектов) и объективно (измерение индекса меланина кожи, гистологический анализ). Результаты клинической оценки

✉ Yuanhong Li

liyuanhong@vip.sina.com

¹ Department of Dermatology, Capital Medical University Electric Power Teaching Hospital, Beijing 100073, People's Republic of China

² Department of Forensic Medicine, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University, Tokyo 113-8519, Japan

³ Department of Forensic Pathology, China Medical University School of Forensic Medicine, Shenyang 110122, People's Republic of China

⁴ Department of Dermatology, No. 1 Hospital of China Medical University, No. 155, Nanjing Street, Shenyang 110001, Liaoning Province, People's Republic of China

Опубликовано онлайн: 7 января 2021 года

показывали, что MRF метод более эффективен ($P = 0,0143$) в отношении улучшения вида зрелых стрий беременных. И NAFL, и MRF демонстрировали улучшение ($P = 0,0082$ и $P = 0,0158$ соответственно) без значительной разницы в показателях удовлетворенности пациентов и изменении индекса меланина ($P = 0,5900$). Методы провоцировали ограниченное количество побочных реакций, но MRF-процедура сопровождалась более существенными болевыми ощущениями по сравнению с умеренной NAFL-процедурой ($P = 0,0003$). MRF-процедура вызывала более значительный неоколлагенез и повышение содержания волокон эластина в зрелых стриях, чем NAFL, но сопровождалась ощутимыми болевыми ощущениями во время процедур. Подходящую процедуру или метод следует выбирать в зависимости от клинической картины.

Ключевые слова: стрии беременных (*striae gravidarum*), неаблятивный фракционный лазер, фракционный микроигльчатый RF-метод, стрии (*striae distensae*).

ВВЕДЕНИЕ

Стрии (*Striae distensae* (SD)) являются распространенным дефектом кожи, особенно часто наблюдаемым у женщин после беременности – стрии беременных (*striae gravidarum*) [1]. Частота появления стрий беременных по разным данным составляет 70–90 % [2, 3], они, как правило, образуются на животе, молочных железах и бедрах [1, 4, 5]. Клинически молодые стрии (*striae rubra*) имеют розовый цвет, а впоследствии, через несколько месяцев, становятся углубленными линиями белого цвета (*striae alba*, SA). Несмотря на то что со временем стрии бледнеют, они редко исчезают без лечения [2, 3]. Хотя патогенез стрий остается неясным, считается, что их появление во время беременности связано с изменением гормонального фона и быстрым набором веса в этот период [3, 6]. При лечении стрий особую озабоченность вызывает пигментация в них, которая связана с изменением двух главных хромофоров эпидермиса и дермы: меланина и гемоглобина [7]. Уменьшение выраженности стрий беременных требует раннего лечения, но пациенты редко начинают его вовремя из-за беременности и лактации, а коррекция стрий на более поздних стадиях затруднительна [3]. Хотя их выраженность не связана с состоянием здоровья, стрии могут вызывать психологические и эмоциональные страдания пациента из-за их эстетической непривлекательности [8]. К сожалению, эффективность имеющихся терапевтических опций неоднозначна [3].

Известно множество методов лечения стрий, но их результаты, исходя из клинических исследований, чаще всего неудовлетворительны [9–11]. В настоящее время для лечения стрий беременных применяют лазерные и иные методы фототерапии, которые эффективны в отношении рубцов и глубоких морщин [12]. Clementoni и соавторы показали, что неаблятивный фракционный лазер 1565 нм (NAFL) проявил себя перспективной и эффективной опцией лечения стрий, улучшающей их структуру, влияющей на их объем, цвет при незначительных побочных эффектах [13]. Радиочастотные методы также считаются эффективным вариантом лечения стрий [14, 15]. Ранее мы сообщали, что лечение биполярным фракционным радиочастотным методом может приводить к клиническим и гистологическим улучшениям состояния стрий беременных [16]. В последние годы новый тип радиочастотных устройств – фракцион-

ный микроигльчатый RF (MRF) – показал положительные результаты при лечении стрий беременных в сочетании с CO₂-лазером [17].

Тем не менее все еще требуется определить наиболее эффективный метод улучшения вида зрелых стрий. Поскольку NAFL и MRF потенциально перспективны, в данном исследовании мы оценивали и сравнивали эффективность и безопасность этих двух методов в отношении зрелых стрий беременных с применением слепой клинической оценки улучшений, показателя удовлетворенности пациентов, анализа побочных эффектов, измерения индекса меланина кожи и гистологических исследований.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Характеристики пациентов

В данное исследование, проведенное в Отделении дерматологии первой больницы Китайского медицинского университета (Department of Dermatology at the First Hospital of China Medical University), были вовлечены 15 женщин в возрасте 27–45 лет (средний возраст 32,4 ± 4,9 лет).

Критериями включения в исследование были:

- 1) диагноз *striae gravidarum* (стрии беременных);
- 2) тип кожи по Фицпатрику III–IV и большая площадь симметричных стрий на животе;
- 3) возраст стрий более 2 лет.

Критерием исключения из исследования были:

- 1) беременность и лактация;
- 2) тенденция к формированию келоидных рубцов;
- 3) наличие других дерматологических заболеваний;
- 4) предшествующее лечение стрий беременных;
- 5) прием иммунодепрессантов;
- 6) наличие каких-либо заболеваний или состояний, не соответствующих целям настоящего исследования.

Все пациенты подписывали информированное согласие и соглашение об использовании фотографий. Протокол исследования, который соответствовал этическим рекомендациям Хельсинской декларации 1975 года, был одобрен Комитетом по медицинской этике и исследованиям с участием людей Китайского медицинского университета.

Процедура исследования

Каждый пациент получал в общей сложности по три процедуры с 6-недельным интервалом. Обследование проводили до первой процедуры (начало наблюдения, этап T0) и через три месяца после последнего сеанса курса (контроль, T4). Фронтальные клинические снимки

живота пациенток создавали перед каждым сеансом и через три месяца после последней процедуры курса в стандартизированных условиях, включая освещенность, фон, угол, дистанцию, с применением фотокамеры Nikon D610 camera (Nikon Corporation, Tokyo, Japan) с кольцевой вспышкой.

Поверхностную анестезию в форме крема, содержащим 25 мг лидокаина, 25 мг прилокаина на один грамм (Beijing Ziguang Pharmaceutical Co., Ltd., Beijing, China) наносили на участок процедуры за 40 минут до ее начала. Дезинфекцию участка лечения проводили с использованием медицинского антисептика.

Животы пациенток рандомно вертикальной линией разделяли на части А и В. На стороне А проводили процедуру NAFL (группа NAFL), а на стороне В – MRF-терапию (группа MRF). В группе NAFL применяли фракционный неаблятивный лазер ResurfX 1565 нм (Lumenis Inc., San Jose, CA, USA), совершая два прохода с разными параметрами, описанными Clementoni и соавторами [13]. Первый проход выполняли с использованием прямоугольного пятна непосредственно по каждому рубцу и параллельно ему, плотности 300 микрозон на см² и флюенса 40–44 мДж/см². Второй проход по всей площади участка лечения совершали с использованием шестиугольного пятна, плотности 150 микрозон на см² и флюенсом 50–55 мДж/см². В группе MRF для лечения применяли биполярное радиочастотное устройство BodyTite MRF (Chongqing Peninsula Medical Technology Co., Ltd., Chongqing, China), энергию 16–18 Вт, глубину воздействия микроигл 2–3 мм и время воздействия 600 мс. Эти параметры сохраняли для каждой последующей процедуры.

После каждого сеанса на кожу наносили крем дезонид (HUAPONT® Pharm., Chongqing, China) и идентичный человеческому рекомбинантный эпидермальный фактор роста (Pavay® Gene Pharmaceutical Co., Ltd., Guilin, China). Пациентов просили избегать воздействия солнечных лучей и применять солнцезащитные средства широкого спектра (выше SPF 30) на протяжении исследования ежедневно, обновляя слой крема по необходимости.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Клиническая оценка эффективности

Улучшение состояния стрий беременных и степень растяжения кожи через три месяца после последнего сеанса курса терапии слепым методом оценивали три эксперта по 4-балльной шкале (0 – улучшение отсутствует; 1 – незначительное улучшение на 1–25 %; 2 – умеренное улучшение 26–50 %; 3 – удовлетворительное улучшение на 51–75 %; 4 – превосходное улучшение 76–100 %). Слепой анализ проводили три дерматолога, не вовлеченные в другие стадии данного исследования.

Показатель удовлетворенности пациентов

Пациентов просили оценить эффективность лечения и степень их удовлетворенности через три месяца после последнего сеанса курса по 4-балльной шкале (0 – не удовлетворен; 1 – незначительно удовлетворен; 2 – умеренно удовлетворен; 4 – очень удовлетворен).

Анализ побочных эффектов

После каждого сеанса пациенты оценивали боль и дискомфорт при процедурах по 4 балльной шкале (0 – боль отсутствует; 1 – незначительная боль; 2 – умеренная, терпимая боль; 3 – боль, которую с трудом приходится терпеть; 4 – невыносимая боль). Пациенты также фиксировали побочные эффекты, такие как пигментация или эритема.

Измерение индекса меланина кожи

Для оценки улучшений цвета стрий использовали спектрофотометр узкого спектра (Mexameta MX18, Courage+Khazaka Electronic GmbH, Cologne, Germany). Перед каждой процедурой и через три месяца после последнего сеанса измеряли индекс меланина кожи (MI). Для каждого исследования фиксировали среднее значение трех измерений.

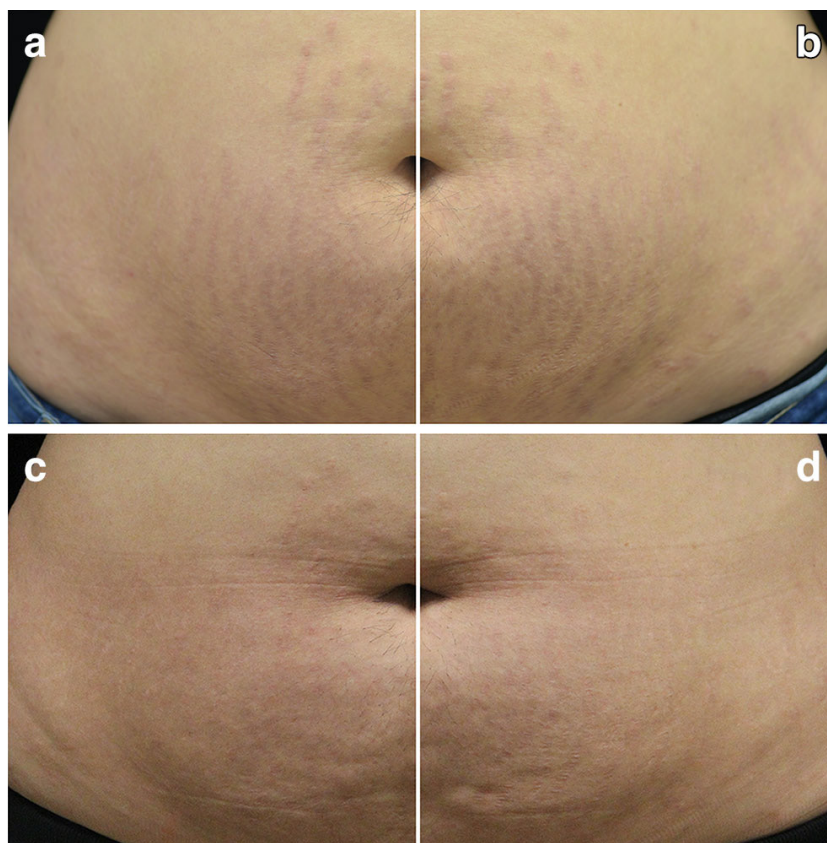


Рисунок 1. 37-летняя пациентка с 6-летними зрелыми стриями беременных:

- a) группа MRF до лечения;
- b) группа NAFL до лечения. Стрии длинные, белого цвета, углубленные;
- c) группа MRF через 3 месяца после лечения;
- d) группа NAFL через 3 месяца после лечения.

Границы большинства стрий в обеих группах стали менее заметными, цвет стрий почти соответствует цвету нормальной кожи. Заметное улучшение глубины стрий можно увидеть в группе MRF.

MRF – фракционный микроигльчатый RF-метод;

NAFL – неаблятивный фракционный лазер 1565 нм

Гистологический анализ

Биопсию кожи у пациентов брали перед каждым сеансом и через три месяца после последней процедуры курса. Также в обеих группах брали биопсию кожи на первом визите до начала лечения (контрольная группа). Биоптат помещали в 4%-м растворе параформальдегида и натрий фосфатном буферном растворе (PBS, pH = 7,4), погружали в парафин и разделяли на срезы толщиной 4 мкм. Каждый срез окрашивали методом Херовичи (Herovici) [18] для анализа I и III типов коллагена и методом Верхоффа – Ван Гизона (Verhoeff-Van Gieson) для изучения волокон эластина [16]. Фотографирование срезов после окрашивания (методами Херовичи и Верхоффа – Ван Гизона) проводили с 200-кратным увеличением цифровой камерой Olympus DP74 (Olympus Optical Co., Токио, Япония), подключенной к оптическому микроскопу Olympus BX53 (Olympus Optical Co). Изображения анализировали в программе Image-Pro-Plus 6,0 (Media Cybernetics, Inc., Rockville, MD, USA). Оценивали изменение плотности (процентного содержания, PD) и соотношения коллагена I и III типов, а также PD и оптическую плотность (OD) волокон эластина.

Статистический анализ

Клинические данные анализировали в программе IBM SPSS Statistics, версия 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Клинический анализ, показатель удовлетворенности пациента и индекс меланина измеряли с применением непараметрической статистики (тест Фридмана). Гистологические изменения оценивали при помощи тестов наименее значимой разницы и Ньюмана – Кейлса. Все виды статистического анализа были двухсторонними, значение $P < 0,05$ считали статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ

14 пациенток завершили эксперимент, а одна выбыла из него, поскольку не могла соблюдать график наблюдения. Анатомической зоной исследования был живот пациенток. Возраст стрий составлял от 2 до 26 лет (в среднем 6,8 лет).

Клиническая оценка улучшений

Очевидные клинические улучшения наблюдали в обеих группах у большинства пациенток согласно слепой оценке экспертами. Большинство стрий приобретало более сглаженные границы, а их цвет почти соответствовал цвету здоровой кожи, более выраженное улучшение состояния стрий наблюдали в группе MRF (Рисунок 1, 2, 3). Оценка 3 и 4 балла рассматривалась как статистически значимое улучшение ($> 50\%$). Процент участниц, у которых наблюдалось значительное улучшение после лечения NAFL и MRF, составлял 42,86 % (6/14) и 57,14 % (8/14) соответственно. Кроме того, имелась существенная разница в общей оценке стрий всех 14 пациенток между группами согласно тесту Фридмана ($P = 0,0143$, Таблица 1).

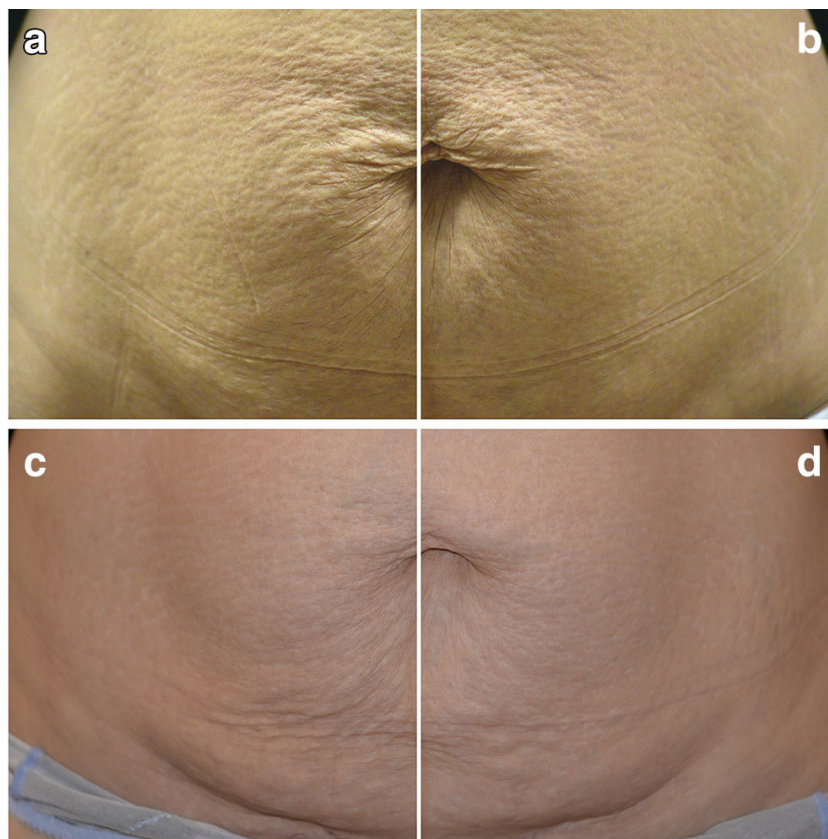


Рисунок 2. 34-летняя пациентка со зрелыми 6-летними рубцами беременных:

- a) группа MRF до лечения;
- b) группа NAFL до лечения;
- c) группа MRF через три месяца после лечения;
- d) группа NAFL через три месяца после лечения.

Границы большинства стрий в обеих группах стали менее заметными, цвет стрий почти соответствует цвету нормальной кожи. Заметное улучшение глубины стрий можно увидеть в группе MRF.

MRF – фракционный микроигльчатый RF-метод;

NAFL – неаблятивный фракционный лазер 1565 нм

Уровень удовлетворенности пациента

Большинство пациенток отмечали заметное улучшение вида стрий и были удовлетворены обоими методами лечения. 71,43 % (10/14) и 50 % (7/14) участниц были очень удовлетворены и удовлетворены NAFL и MRF процедурами соответственно. Общий уровень удовлетворенности 14 пациенток между группами существенно не различался ($P = 0,1573$, Таблица 1).

Уровень побочных эффектов

Анализ болевых ощущений показывал, что 21,43 % (3/14) пациенток испытывали боль, для терпения которой требовалось усилие, или невыносимую боль при NAFL, тогда как 85,71 % (12/14) пациенток испытывали значительную или невыносимую боль при MRF-процедуре

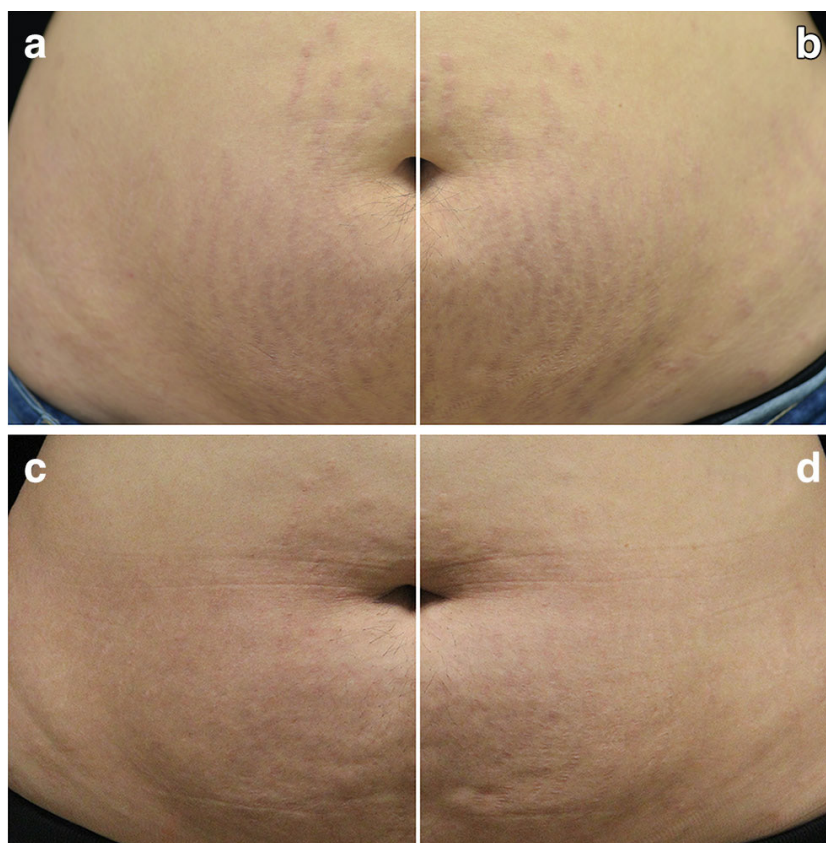


Рисунок 3. 32-летняя пациентка со зрелыми 4-летними стриями беременных:

- a) группа MRF до лечения;
- b) группа NAFL до лечения. Стрии длинные, белого цвета, углубленные;
- c) группа MRF через три месяца после лечения;
- d) группа NAFL через три месяца после лечения.

Границы большинства стрий в обеих группах стали менее заметными, цвет стрий почти соответствует цвету нормальной кожи. Заметное улучшение глубины стрий можно увидеть в группе MRF.

MRF – фракционный микроигольчатый RF-метод;

NAFL – неаблятивный фракционный лазер 1565 нм

(Таблица 1). Боль, которую испытывали пациентки во время процедур, значительно различалась между двумя группами ($P = 0,0003$).

Непосредственно после процедур в обеих группах пациентки испытывали непродолжительные жжения и боль, временную эритему и образование волдырей, которые, как правило, проходили в течение одной недели. Незначительную пигментацию наблюдали в группе NAFL, образование корочек – в группе MRF. В обеих группах все эти проявления исчезали в течение двух недель. Длительные или выраженные побочные эффекты не ассоциировались ни с одним из методов.

Изменение индекса меланина кожи

Через три месяца после завершающего сеанса курса значения индекса меланина (T_4) были значительно выше в обеих группах по сравнению с исходными (T_0) ($P = 0,0082$ и $P = 0,0158$

Таблица 1. Клиническая оценка, уровень удовлетворенности пациентов, уровень боли, индекс меланина

	NAFL		MRF	
	T0	T4	T0	T4
Клиническая оценка	2 (1, 3)		3 (2, 3)*	
Уровень удовлетворенности	3 (2,25; 4)		2.5 (2, 4)	
Уровень боли	2 (1,25; 2)		3 (3, 4)*	
Индекс меланина	150,67 (14,33; 168,33)	176,67 (150,00; 211,67) *	143,67 (137,67; 165,67)	171,00 (151,33; 191,67) *

* P < 0,05 по сравнению с соответствующей группой на этапе T0

Все результаты представлены как медианное значение (первый квартиль, третий квартиль)

MI – индекс меланина кожи;

NAFL – неаблятивный фракционный лазер 1565 нм;

MRF – фракционный микроигльчатый RF метод;

T0 – до первой процедуры, начало наблюдения;

T4 – через три месяца после последнего сеанса курса (контроль)

соответственно), хотя статистически значимой разницы между группами не наблюдалось (P = 0,5900, Таблица 1).

Таблица 2. Клиническая оценка, уровень удовлетворенности пациентов, уровень боли, индекс меланина

	NAFL		MRF	
	T0	T4	T0	T4
Плотность коллагена I типа PD (%)	22,43 ± 6,36	17,44 ± 6,51	20,02 ± 2,10	17,59 ± 3,87
Плотность коллагена III типа PD (%)	7,00 ± 1,29	11,49 ± 2,41*	6,78 ± 2,25	13,75 ± 2,78*†
Соотношение коллагена I и III типов	3,29 ± 1,08	1,50 ± 0,37*	3,14 ± 0,71	1,35 ± 0,58*
Плотность волокон эластина PD (%)	1,26 ± 0,14	2,74 ± 0,77*	1,08 ± 0,20	4,39 ± 0,61*†
Оптическая плотность волокон эластина OD	11 669,97 ± 5925,93	31 673,68 ± 7508,56*	13 795,93 ± 2818,08	54 823,93 ± 7582,66*†

* P < 0,05 по сравнению с соответствующей контрольной группой

† P < 0,05 по сравнению с группой NAFL на этапе T4

Все результаты представлены как среднее значение ± стандартное отклонение

NAFL – неаблятивный фракционный лазер 1565 нм;

MRF – фракционный микроигльчатый RF метод;

T0 – до первой процедуры, начало наблюдения;

T4 – через три месяца после последнего сеанса курса (контроль)

PD – плотность (процентное содержание);

OD – оптическая плотность

Изменения коллагена I и II типов и содержания волокон эластина

Фрагментацию и расщепление коллагеновых и эластиновых волокон наблюдали во всех срезах при первичной микроскопии (T0). В обеих группах наблюдали более устойчивые волокна коллагена и утолщение кожи в срезах на этапе T4 при окрашивании методами Херовичи и Верхоффа – Ван Гизона по сравнению со срезами до лечения (T0) (Рисунок 4 а, б).

Измененные значения плотности (PD) коллагена I типа не показало разницы между срезами, исследованными на этапах T0 и T4 в обеих группах ($P = 0,2043$ и $P = 0,0967$ соответственно). Значения плотности (PD) коллагена III типа существенно улучшались к этапу T4 по сравнению с T0 в группах ($P = 0,0001$ и $P = 0,0001$ соответственно). Значения плотности III типа коллагена PD существенно различались между группами на этапе T4 ($P = 0,0298$). Соотношение коллагена I и III уменьшалось в обеих группах на этапе T4 по сравнению с T0 ($P = 0,0032$ и $P = 0,0013$ соответственно), тогда как разницы между группами на этапе T4 не наблюдалось ($P = 0,4119$, Таблица 2). В группах NAFL и MRF и средние значения плотности (PD) и оптической плотности (OD) волокон

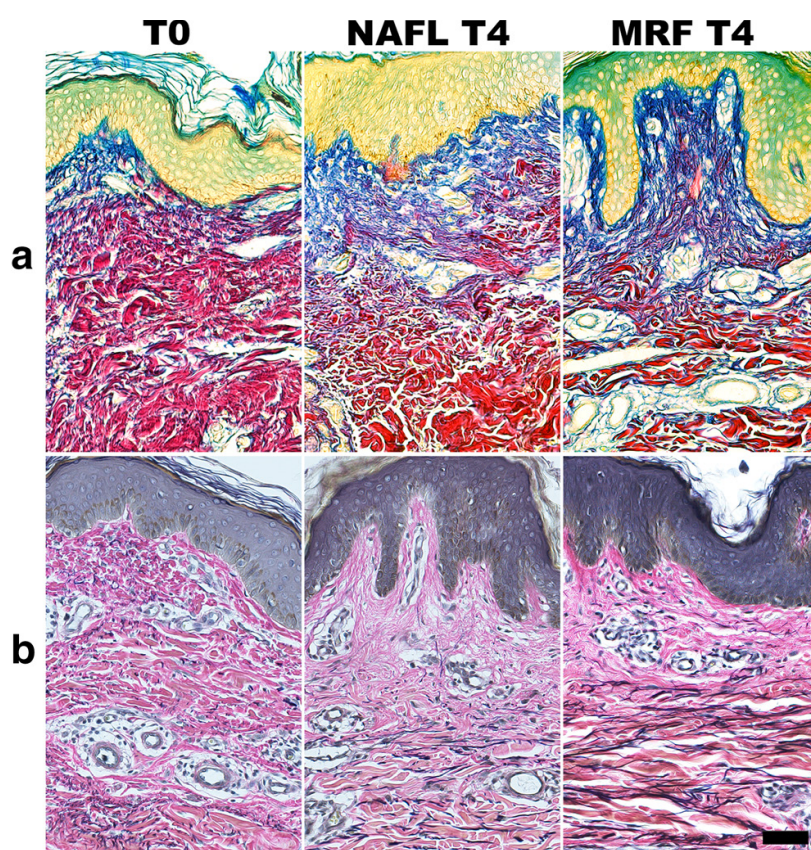


Рисунок 4. а) окрашивание коллагеновых волокон I и III типа методом Херовичи.

б) окрашивание волокон эластина методом Верхоффа – Ван Гизона. Фрагментация и расщепление волокон коллагена и эластина приведены в отношении срезов на этапе T0. В группе MRF на этапе T4 показано более очевидное увеличение III типа коллагена (голубой) и волокон эластина по сравнению с группой NAFL. Более устойчивые волокна коллагена, эластина (черный) и утолщенная кожа наблюдается в срезах на этапе T4.

T0 – до первой процедуры, начало наблюдения;

T4 – через три месяца после последнего сеанса курса (контроль)

MRF – фракционный микроигльчатый RF метод;

NAFL – неаблятивный фракционный лазер 1565 нм. Масштаб = 100 мкм

эластина на этапе T4 существенно увеличивались по сравнению с исходными (T0) для NAFL ($P = 0,0008$ и $P = 0,0003$ соответственно) и MRF ($P = 0,0019$ и $P = 0,0020$ соответственно). Средние значения PD и OD волокон эластина существенно различались между группами на этапе T4 ($P = 0,0048$ и $P = 0,0004$ соответственно, Таблица 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то что известны некоторые эффективные методы терапии, единая широко распространенная или эффективная технология коррекции стрий отсутствует. Среди известных наиболее широко распространены неаблятивный фракционный лазер и радиочастотные методы, обладающие высоким профилем безопасности и хорошей переносимости. Важно отметить, что в большинстве исследований изучали все типы стрий или же молодые стрии, а также методы профилактики появления стрий. Однако дерматологи чаще сталкиваются со зрелыми стриями. Исследования, изучавшие поздние стадии стрий беременных, показывали или ограниченную эффективность лечения, или ограниченные гистологические доказательства в поддержку выводов исследования [3]. Поскольку MRF может быть достойным методом лечения стрий беременных, мы сравнивали эффективность и безопасность NAFL и MRF на зрелых рубцах и представили важное гистологическое обоснование для определения надлежащего метода лечения.

Наше исследование – первое сравнительное исследование NAFL и MRF методов при лечении зрелых стрий беременных. Основываясь на субъективной оценке улучшений экспертами, и NAFL, и MRF давали существенный терапевтический эффект. Степень клинического улучшения через 3 месяца после последнего сеанса курса в группе MFR была выше, чем в группе NAFL, главным образом, благодаря более значительному улучшению глубоких атрофических стрий. Хотя степень удовлетворенности пациента между группами существенно не различалась, процедура NAFL переносилась лучше, судя по существенной разнице показателей болевых ощущений ($P = 0,0003$) при оценке побочных эффектов.

Изменение индекса меланина также подтверждала субъективная оценка улучшений экспертами. И в группе NAFL, и в группе MRF существенно улучшалась депигментация стрий беременных через три месяца после последней процедуры курса ($P = 0,0082$ и $P = 0,0158$ соответственно).

Гистопатологические изменения в стриях беременных главным образом отражали три ключевых компонента, обеспечивающих натяжение и эластичность кожи: волокна коллагена, волокна эластина и фибриллы [1, 19, 20]. Стрии беременных обеспечивают активность фибробластов, приводя к усиленному катаболизму белков и, как следствие, к изменению волокон коллагена и эластина [21]. На ранней стадии формирования стрий макрофаги и тучные клетки сосредотачиваются вокруг дермальных эластиновых волокон, тем самым провоцируя их разрушение и потерю функций. В зрелых стриях горизонтальные группы эозинофильного коллагена формируются в тонком слое дермы, что сопровождается сжатием эпидермиса и исчезновением границ стрии [19, 22].

В исследованиях сообщалось, что улучшение состояния стрий беременных морфологически очевидно за счет увеличения количества волокон коллагена [18] и эластина [16], при этом коллагеновые волокна приобретают свой нормальный вид [11, 16]. Улучшение стрий беремен-

ных также сопровождается гистологическими изменениями; и NAFL и MRF вызывали значительный неоколлагенез (волокна коллагена III типа) и увеличение волокон эластина. Согласно предыдущим исследованиям, соотношение коллагена I и III типов в нормальной коже составляет примерно 1,5, а в рубцах оно увеличивается до 3–5,8 [23]. Мы обнаружили, что соотношение коллагена типов I и III значительно уменьшалось и достигало соотношения, свойственного нормальной коже, в обеих группах. Этот вывод показывает, что и NAFL, и MRF достигали достойного гистологического улучшения в зрелых стриях беременных, тогда как MRF-метод давал большую эффективность с более существенным ростом III типа коллагена и волокон эластина. Этот вывод соответствует и результатам клинической оценки.

Неаблятивный фракционный лазер может вызывать термическое повреждение кожи и увеличивать количество волокон коллагена и эластина в стриях [12]. В свою очередь радиочастотная энергия предполагает воздействие электромагнитными волнами высокой частоты, которые вызывают денатурацию коллагена в дерме после нагрева до 55–65 °С, что приводит к воспалительным реакциям и регенерации коллагена [15,24]. Кроме того, фракционные микроигольчатые RF-методы позволяют энергии равномерно поступать в целевые ткани на разной глубине; воздействие для стимуляции перестройки коллагена и регенерации кожи происходит посредством микроигл. Эта техника более эффективна, чем традиционные радиочастотные методы и неаблятивные фракционные лазеры, и в то же время не приводит к изменению пигментации.

Эти характеристики позволяют MRF вызывать более сильный и более концентрированный воспалительный ответ в целевых тканях, тем самым денатурируя больше коллагена и стимулируя регенерацию большего объема коллагеновых волокон. Как мы увидели гистологически, коллаген III типа и эластин в группе MRF более существенно увеличивались через три месяца после последней процедуры курса в группе NAFL. Это делало границы стрий менее заметными в группе MRF и давало лучшие результаты клинического анализа.

Как упомянуто выше, MRF доставляет энергию в кожу на большую глубину и более концентрированно, чем NAFL.

Таким образом, MRF подает в целевые ткани в два или три раза больше энергии, чем традиционные устройства, приводя к гораздо более высокому уровню болевых ощущений в группе MRF по сравнению с NAFL. Такую боль при MRF можно купировать пероральными обезболивающими средствами или при помощи анестезии под контролем ультразвука.

Сочетанное применение лазерных и радиочастотных устройств и поверхностной терапии постепенно становится трендом в лечении стрий беременных [16, 25–27]. По сравнению с применением отдельных устройств или терапией наружными средствами сочетанное применение может давать лучший терапевтический эффект. Например, поверхностное нанесение силиконового геля давало заслуживающие внимания результаты в отношении стрий беременных за счет понижения васкуляризации, уровня гемоглобина, эластичности и количества коллагена, и усиливало пигментацию на ранних периодах лечения (6 недель) [11]. Другие поверхностные средства, такие как третиноин [28,29], трофолластин [30] и масло какао [31], также показали хороший эффект в отношении стрий беременных. Необходимы дальнейшие исследования сочетания MRF с терапией наружными средствами, упомянутой выше, не только для уменьшения боли, которую испытывают пациенты во время терапии, но и для повышения ее эффекта.

Ограничениями данного исследования являются недостаточное количество пациентов, отсутствие пациентов с темными типами кожи и ограниченное время исследования. Тем не

менее мы представляем объективные результаты пилотного сравнительного исследования улучшений в зрелых стриях после процедур NAFL и MRF.

ВЫВОД

Настоящее сравнительное исследование продемонстрировало, что и неаблятивный фракционный лазер 1565 нм и фракционные микроигльчатые RF-устройства были достаточно эффективны в отношении зрелых стрий с долгосрочным результатом. Фракционные микроигльчатые RF-методы давали лучший результат в отношении регенерации коллагена по сравнению с неаблятивным фракционным 1565 нм лазером, но хуже переносились пациентами из-за болевых ощущений во время процедуры. Следовательно, соответствующие процедуры или терапевтические методы в сочетании с лечением наружными средствами следует применять в медучреждениях с учетом интересов пациентов.

СООТВЕТВИЕ ЭТИЧЕСКИМ СТАНДАРТАМ

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информированное согласие

Письменное информированное согласие и соглашение об использовании фотографий были получены от пациентов до начала исследования.

Этическое одобрение

Это исследование было одобрено Комитетом по медицинской этике и исследованиям с участием людей Китайского медицинского университета (Medical Ethics and Human Research Committee of China Medical University) и было проведено в соответствии с рекомендациями Хельсинской Декларации 1975 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Singh G, Kumar LP (2005) Striae distensae. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 71(5):370–372. <https://doi.org/10.4103/0378-6323.16800>
2. Kasielska-Trojan A, Sobczak M, Antoszewski B (2015) Risk factors of striae gravidarum. *Int J Cosmet Sci* 37(2):236–240. <https://doi.org/10.1111/ics.12188>
3. Al-Himdani S, Ud-Din S, Gilmore S, Bayat A (2014) Striae distensae: a comprehensive review and evidence-based evaluation of prophylaxis and treatment. *Br J Dermatol* 170(3):527–547. <https://doi.org/10.1111/jd.12681>

4. Lupton JR, Alster TS (2002) Laser scar revision. *Dermatol Clin* 20(1):55–65. [https://doi.org/10.1016/s0733-635\(03\)00045-7](https://doi.org/10.1016/s0733-635(03)00045-7)
5. Cho S, Park ES, Lee DH, Li K, Chung JH (2006) Clinical features and risk factors for striae distensae in Korean adolescents. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 20(9):1108–1113. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2006.01747.x>
6. Elsaie ML, Baumann LS, Elsaie LT (2009) Striae distensae (stretch marks) and different modalities of therapy: an update. *Dermatol Surg* 35(4):563–573. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2009.01094.x>
7. Silva PC, Guimaraes RN, Souza RG, Reis ZSN (2019) A quantitative cross-sectional analysis of the melanin index in the skin of preterm newborns and its association with gestational age at birth. *Skin Res Technol*. <https://doi.org/10.1111/srt.12810>
8. Salter SA, Kimball AB (2006) Striae gravidarum. *Clin Dermatol* 24(2):97–100. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2005.10.008>
9. Karimipour DJ, Kang S, Johnson TM, Orringer JS, Hamilton T, Hammerberg C, Voorhees JJ, Fisher G (2005) Microdermabrasion: a molecular analysis following a single treatment. *J Am Acad Dermatol* 52(2):215–223. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2004.10.008>
10. Elson ML (1990) Treatment of striae distensae with topical tretinoin. *J Dermatol Surg Oncol* 16(3):267–270. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.1990.tb03962.x>
11. Ud-Din S, McAnelly SL, Bowring A, Whiteside S, Morris J, Chaudhry I, Bayat A (2013) A double-blind controlled clinical trial assessing the effect of topical gels on striae distensae (stretch marks): a non-invasive imaging, morphological and immunohistochemical study. *Arch Dermatol Res* 305(7):603–617. <https://doi.org/10.1007/s00403-013-1336-7>
12. Bak H, Kim BJ, Lee WJ, Bang JS, Lee SY, Choi JH, Chang SE (2009) Treatment of striae distensae with fractional photothermolysis. *Dermatol Surg* 35(8):1215–1220. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2009.01221.x>
13. Tretti Clementoni M, Lavagno R (2015) A novel 1565 nm nonablative fractional device for stretch marks: a preliminary report. *J Cosmet Laser Ther* 17(3):148–155. <https://doi.org/10.3109/14764172.2015.1007061>
14. Suh DH, Chang KY, Son HC, Ryu JH, Lee SJ, Song KY (2007) Radiofrequency and 585-nm pulsed dye laser treatment of striae distensae: a report of 37 Asian patients. *Dermatol Surg* 33(1):29–34. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2007.33004.x>
15. Mishra V, Miller L, Alsaad SM, Ross EV (2015) The use of a fractional ablative micro-plasma radiofrequency device in treatment of striae. *J Drugs Dermatol* 14(11):1205–1208
16. Tian T, Luo YJ, Wang H, Chen HD, Li YH (2019) Efficacy and safety of a subablative bipolar fractional radiofrequency system combined with topical tretinoin in treating striae gravidarum: a randomized pilot study. *Dermatol Surg* 45(10):1245–1252. <https://doi.org/10.1097/DSS.0000000000001933>
17. Ryu HW, Kim SA, Jung HR, Ryoo YW, Lee KS, Cho JW (2013) Clinical improvement of striae distensae in Korean patients using a combination of fractionated microneedle radiofrequency and fractional carbon dioxide laser. *Dermatol Surg* 39(10):1452–1458. <https://doi.org/10.1111/dsu.12268>
18. Levame M, Meyer F (1987) Herovici's picropolychromium. Application to the identification of type I and III collagens. *Pathol Biol (Paris)* 35(8):1183–1188
19. Watson RE, Parry EJ, Humphries JD, Jones CJ, Polson DW, Kielty CM, Griffiths CE (1998) Fibrillin microfibrils are reduced in skin exhibiting striae distensae. *Br J Dermatol* 138(6):931–937. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2133.1998.02257.x>
20. Zheng P, Lavker RM, Kligman AM (1985) Anatomy of striae. *Br J Dermatol* 112(2):185–193. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1985.tb00082.x>
21. Klehr N (1979) Striae cutis atrophicae. Morphokinetic examinations in vitro. *Acta Derm Venereol Suppl (Stockh)* 59(85):105–108
22. McDaniel DH (2002) Laser therapy of stretch marks. *Dermatol Clin* 20(1):67–76, viii. [https://doi.org/10.1016/s0733-635\(03\)00046-9](https://doi.org/10.1016/s0733-635(03)00046-9)

23. Rawlins JM, Lam WL, Karoo RO, Naylor IL, Sharpe DT (2006) Quantifying collagen type in mature burn scars: a novel approach using histology and digital image analysis. *J Burn Care Res* 27(1):60–65. <https://doi.org/10.1097/01.bcr.0000192266.14329.7b>
24. Harmelin Y, Boineau D, Cardot-Leccia N, Fontas E, Bahadoran P, Becker AL, Montaudie H, Castela E, Perrin C, Lacour JP, Passeron T (2016) Fractionated bipolar radiofrequency and bipolar radiofrequency potentiated by infrared light for treating striae: a prospective randomized, comparative trial with objective evaluation. *Lasers Surg Med* 48(3):245–253. <https://doi.org/10.1002/lsm.22458>
25. Adatto MA, Deprez P (2003) Striae treated by a novel combination treatment—sand abrasion and a patent mixture containing 15% trichloroacetic acid followed by 6–24 hrs of a patent cream under plastic occlusion. *J Cosmet Dermatol* 2(2):61–67. <https://doi.org/10.1111/j.1473-2130.2004.00023.x>
26. Suh DH, Lee SJ, Lee JH, Kim HJ, Shin MK, Song KY (2012) Treatment of striae distensae combined enhanced penetration platelet-rich plasma and ultrasound after plasma fractional radiofrequency. *J Cosmet Laser Ther* 14(6):272–276. <https://doi.org/10.3109/14764172.2012.738916>
27. Kim IS, Park KY, Kim BJ, Kim MN, Kim CW, Kim SE (2012) Efficacy of intradermal radiofrequency combined with autologous platelet-rich plasma in striae distensae: a pilot study. *Int J Dermatol* 51(10):1253–1258. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2012.05530.x>
28. Kang S, Kim KJ, Griffiths CE, Wong TY, Talwar HS, Fisher GJ, Gordon D, Hamilton TA, Ellis CN, Voorhees JJ (1996) Topical tretinoin (retinoic acid) improves early stretch marks. *Arch Dermatol* 132(5):519–526
29. Rangel O, Arias I, Garcia E, Lopez-Padilla S (2001) Topical tretinoin 0.1% for pregnancy-related abdominal striae: an open-label, multicenter, prospective study. *Adv Ther* 18(4):181–186. <https://doi.org/10.1007/bf02850112>
30. Mallol J, Belda MA, Costa D, Noval A, Sola M (1991) Prophylaxis of Striae gravidarum with a topical formulation. A double blind trial. *Int J Cosmet Sci* 13(1):51–57. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2494.1991.tb00547.x>
31. Buchanan K, Fletcher HM, Reid M (2010) Prevention of striae gravidarum with cocoa butter cream. *Int J Gynaecol Obstet* 108(1):65–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2009.08.008>

От Издателя. Издательство Springer Nature сохраняет нейтралитет относительно правовых претензий, касающихся опубликованной информации.
