

Изучение эффективности и безопасности комбинированного применения обогащенной тромбоцитами плазмы и фракционной радиочастотной абляции в лечении рубцов постакне

В.А. Блюмина[✉], <https://orcid.org/0000-0001-8564-4865>, amphitritae@gmail.com

М.Н. Острецова, <https://orcid.org/0000-0003-3386-1467>, ostretsova-mn@rudn.ru

Н.А. Джардали, <https://orcid.org/0000-0002-9577-7503>, nataliajardali@yahoo.com

Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Резюме

Введение. В настоящее время изучено большое количество методов лечения рубцов кожи. В качестве одного из наиболее перспективных подходов к лечению рубцовых изменений рассматривается применение обогащенной тромбоцитами плазмы (ОТП).

Цель работы. Оценить клиническую эффективность и безопасность комплексного лечения рубцов постакне с использованием ОТП.

Материалы и методы. Проведено открытое рандомизированное проспективное исследование в параллельных группах. В исследование было включено 78 пациентов с рубцами постакне, которые были распределены случайным образом на 2 группы. Группа 1 состояла из 36 пациентов, получавших ОТП. В течение курса было проведено 5 процедур, каждая из которых осуществлялась с интервалом в 14 дней. В группу 2 вошли 42 пациента, получавших комплексное лечение, которое включало введение ОТП и фракционную радиочастотную абляцию (ОТП + ФРА). Сочетание методов ОТП + ФРА в группе 2 проводилось по схеме: первая процедура – ФРА, через 2 нед. – ОТП в технике микропапул, далее через 2 нед. – ФРА и т.д. В общей сложности было проведено 10 процедур.

Результаты и обсуждение. В результате проведенного лечения у всех пациентов с постакне клинические показатели выраженности рубцовых изменений кожи статистически значительно снизились, при этом наиболее выраженная динамика была характерна для пациентов группы 2. Оценка рубцов по Ванкуверской шкале показала, что через 6 и 12 мес. после лечения у большинства пациентов снизилась выраженность объективных оценок и собственного отношения к сохраняющимся дефектам внешнего вида. Анализ частоты развития нежелательных реакций во время лечения и в раннем периоде после его окончания показал, что по отдельным нежелательным реакциям не было отмечено существенных межгрупповых различий. Общая частота нежелательных явлений в группах пациентов в отдаленном периоде достоверно не различалась.

Заключение. Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что использование ОТП в комплексном лечении рубцовых изменений кожи является клинически эффективным и безопасным методом лечения и позволяет расширить спектр терапевтических подходов в отношении рубцовых деформаций.

Ключевые слова: обогащенная тромбоцитами плазма, постакне, рубцы, фракционная абляция

Для цитирования: Блюмина В.А., Острецова М.Н., Джардали Н.А. Изучение эффективности и безопасности комбинированного применения обогащенной тромбоцитами плазмы и фракционной радиочастотной абляции в лечении рубцов постакне. *Медицинский совет.* 2022;16(3):26–31. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-3-26-31>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The efficacy and safety study of the combined use of platelet-rich plasma and fractional radiofrequency ablation in the treatment of post-acne scars

Valentina A. Blyumina[✉], <https://orcid.org/0000-0001-8564-4865>, amphitritae@gmail.com

Maria N. Ostretsova, <https://orcid.org/0000-0003-3386-1467>, ostretsova-mn@rudn.ru

Natalia A. Jardali, <https://orcid.org/0000-0002-9577-7503>, nataliajardali@yahoo.com

Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia

Abstract

Introduction. So far, a large number of skin scars treating methods have been proposed and tested. The use of platelet-rich plasma (PRP) is currently being considered as one of the most promising approaches to skin scar treatment.

Aim. Clinical efficacy and safety evaluation of complex treatment of post-acne scars using PRP.

Materials and methods. An open, randomized, prospective study was conducted in parallel groups. The study included 78 patients with post-acne scars, then randomized into 2 groups. Group 1: 36 patients receiving platelet-rich plasma (PRP);

group 2: 42 patients receiving complex treatment with PRP and fractional radiofrequency ablation (PRP + FRF). PRP procedures using the micro-papular technique in group 1 were carried out 5 times with an interval of 2 weeks. The combination of PRP + FRF in group 2 was performed according to the following: the first procedure – FRF, two weeks later – PRP using the micro-papular technique. Then after 2 weeks FRF was performed again, and so on. The total number of procedures of both techniques was 10.

Results and discussion. As a result of the treatment, in all patients with post-acne, the clinical indicators of the severity of skin scarring changes decreased significantly, while the most noticeable dynamics were common for patients in group 2. The scars assessment using the Vancouver scale showed that 6 and 12 months after treatment, the severity of objective components and the severity of subjective sensations decreased in most patients. The severity of their own attitude to persistent defects also decreased. Analysis of the frequency of adverse reactions during treatment and in the early period showed that there were no significant intergroup differences in individual adverse reactions. The overall frequency of adverse events in the long-term period also did not significantly differ.

Conclusion. The results of the study indicate that the use of PRP in the complex treatment of scarring is a clinically effective and safe method of treatment and allows you to expand the range of therapeutic approaches for scarring skin deformities.

Keywords: platelet-rich plasma, post-acne, scars, fractional ablation

For citation: Blyumina V.A., Ostretsova M.N., Jardali N.A. The efficacy and safety study of the combined use of platelet-rich plasma and fractional radiofrequency ablation in the treatment of post-acne scars. *Meditsinskiy Sovet.* 2022;16(3):26–31. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-3-26-31>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Акне представляет собой широко распространенное хроническое воспалительное заболевание волосяных фолликулов и сальных желез, которое проявляется с различной выраженностью почти у 80% подростков мужского и женского пола [1, 2]. В основе этиопатогенеза болезни лежит ряд факторов: повышенная продукция андрогенов, повышенная секреция кожного сала, anomальное ороговение волосяных фолликулов и протоков сальных желез, усиленная колонизация бактериями *Cutibacterium acnes* и развитие воспалительной реакции с участием лимфоцитов, макрофагов и нейтрофилов [1, 3, 4]. Достаточно частым результатом течения акне являются рубцы, причем примерно у 50% пациентов после заживления наблюдаются клинически значимые изменения кожи – рубцы постакне [1].

К настоящему времени предложено и апробировано большое количество методов лечения рубцов кожи, в т.ч. электрофорез, лазерофорез, введение препаратов с помощью микротоков, фонофорез, криомассаж, лазеротерапия, мезотерапия, пилинги, терапевтическая дермабразия, аблятивные лазеры, фракционная радиочастотная абляция (ФРА) [4, 5]. В качестве одного из перспективных подходов к лечению рубцовых изменений кожи в настоящее время рассматривается применение обогащенной тромбоцитами плазмы (ОТП), которая широко применяется в различных областях медицины с целью стимуляции и модулирования процессов репарации поврежденных и травмированных тканей. Для получения ОТП цельную аутокровь центрифугируют для создания концентрации тромбоцитов, превышающей таковую в цельной крови [6, 7]. Материалы опубликованных исследований указывают на высокий потенциал данного метода в лечении ряда кожных заболеваний, в т.ч. андрогенной и гнездной алопеций [8–12]. Установлено, что

тромбоциты индуцируют синтез ряда факторов роста, которые играют ключевую роль в восстановительных процессах, происходящих в поврежденных тканях [7, 9, 13, 14]. В экспериментальных исследованиях было продемонстрировано, что введение ОТП в организм кроликов может способствовать восстановлению поврежденного эпителия и уменьшению выраженности воспаления после травмы [14].

Имеются также данные о том, что, например, применение метода лазерной абляции с использованием CO₂-лазера эффективно в лечении рубцовых проявлений постакне, в частности, атрофических рубцов [15, 16]. Применение этого метода основано на очаговом фото-термическом воздействии на измененные участки тканей. В отдельных работах было продемонстрировано, что применение ОТП после проведения процедуры лазерной абляции ускоряет восстановление кожного барьера, снижая при этом выраженность и продолжительность эритемы [17]. Доказано, что применение ОТП как в виде внутрikoжной инъекции, так и в виде аппликаций тромбоцитарных сгустков после воздействия излучения CO₂-лазера способствует лучшему восстановлению поврежденной лазером кожи и улучшает клинический вид рубцов постакне по сравнению с результатами у пациентов, в лечении которых не применялись эти методы [18]. Однако, как отмечают некоторые авторы, следует учитывать, что термическое воздействие может сопровождаться побочными эффектами, в частности, эритемой, отеком и пигментацией различной степени выраженности [19, 20]. При этом данные систематических исследований, посвященных сравнительной оценке эффективности и безопасности подобного подхода в лечении рубцовых изменений кожи, в литературе практически отсутствуют.

Цель работы – оценить клиническую эффективность и безопасность комплексного лечения рубцов постакне с использованием обогащенной тромбоцитами плазмы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено открытое рандомизированное проспективное исследование в параллельных группах, в которое было включено 78 пациентов с рубцами постакне. Больные случайным образом были разделены на 2 группы: в группу 1 (ОТП) вошли 36 человек, в лечении которых была использована ОТП; группа 2 (ОТП+ФРА) состояла из 42 человек, в лечении которых были использованы ОТП и ФРА.

В терапии пациентов 1-й группы использовалась ОТП. Процедура состояла из забора крови, получения ОТП, введения аутоплазмы пациенту. Забор крови в объеме 30–50 мл осуществлялся стандартно с помощью периферического венозного катетера или иглы большого диаметра, чтобы не повредить форменные элементы крови. После забора кровь помещали в стандартные стерильные пробирки, содержащие антикоагулянт. Для получения ОТП кровь подвергали центрифугированию. Далее проводился основной этап процедуры – внутрикожные инъекции полученного плазменного концентрата тромбоцитов с помощью классической мезотерапевтической техники микропаул. В течение курса было проведено 5 процедур, каждая из которых осуществлялась с интервалом в 2 нед.

При проведении процедуры радиочастотной абляции пациентам 2-й группы использовали наконечник 24 Pin с покрытием, мощность радиочастотной энергии составляла 30–40 мДж/электрод. Наконечник располагался на коже стык в стык с минимальным перекрытием электродной матрицы и боковых электродов. Всего было проведено 5 процедур, каждая из которых осуществлялась с интервалом в 30 дней.

Комплексное лечение с применением ОТП и ФРА проводилось по следующей схеме: 1-я процедура включала обработку рубцов постакне ФРА, через 2 нед. проводилась процедура ОТП в технике микропаул, далее через 2 нед. проводилась ФРА и т. д., что в общем составило по 5 процедур обеих методик.

Методы обследования пациентов включали оценку жалоб, сбор анамнеза, изучение объективного статуса пациентов с рубцовыми изменениями кожи. Клиническая эффективность применения различных методов лечения рубцов постакне изучалась с использованием модифицированной Ванкуверской шкалы оценки признаков рубцовой деформации (Vancouver Scar Scale): П1 (тип рубца), П2 (консистенция), П3 (цвет), П4 (чувствительность рубца). Также оценивалась динамика дерматологического индекса качества жизни (ДИКЖ) пациентов, включенных в исследование.

Оценка безопасности использованных в работе методов лечения проводилась путем анализа частоты нежелательных явлений, которые возникали у пациентов в период проведения лечения. Также фиксировались нежелательные явления в отдаленном периоде после проведенного лечения рубцов постакне.

Анализ результатов исследования был выполнен с помощью пакетов программного обеспечения StatSoft STATISTICA 10 и Microsoft Excel (2016). Для представления всех непрерывных и дискретных количественных показателей

рассчитывались средние значения со стандартной ошибкой среднего показателя, качественные параметры были представлены в виде частот встречаемости признаков в процентах от общего числа пациентов в соответствующих группах. Межгрупповые сравнения по количественным показателям проводились с использованием рангового непараметрического критерия Манна-Уитни в несвязанных выборках и с помощью критерия Вилкоксона в связанных выборках. Для анализа различий по качественным параметрам применялись критерий хи-квадрат или точный критерий Фишера.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного лечения у пациентов все клинические показатели выраженности рубцовых изменений кожи статистически значимо снизились, при этом наиболее выраженная динамика была характерна для пациентов группы 2, в комплексном лечении которых была использована ОТП и ФРА. Оценка рубцовых деформаций по Ванкуверской шкале показала, что через 6 мес. после окончания проведенного лечения у пациентов, включенных в исследование, существенно снизилась выраженность объективных составляющих и субъективных ощущений у большинства обследуемых, уменьшилась выраженность собственного отношения к сохраняющимся дефектам (табл. 1).

Наиболее значимое уменьшение показателя Ванкуверской шкалы было характерно для пациентов группы 2 (ОТП + ФРА). В течение 6 мес. после окончания проведенного лечения величина данного параметра у пациентов, в лечении которых применяли предложенный нами подход, была значительно ниже соответствующих показателей в группе сравнения ($p < 0,05$). Выявленные соотношения данных по Ванкуверской шкале были установлены и спустя 1 год после проведенного лечения.

Применение предложенного подхода к лечению рубцовых изменений постакне сопровождалось статистически значимым снижением субъективных ощущений больных, также отмечались изменения цвета и консистенции рубцов. Изменения клинических признаков постакне рубцов кожи закономерно сопровождалось улучшением качества жизни пациентов, что проявлялось снижением показателя ДИКЖ. Так, если до лечения значения данного параметра существенно не различались в группах исследования, то через 1 мес. наблюдалось его снижение во всех группах

● **Таблица 1.** Динамика выраженности рубцовых изменений кожи по Ванкуверской шкале, баллы, $M \pm m$

● **Table 1.** Vancouver scale of severity of scarring of the skin, points, $M \pm m$

Срок наблюдения	Группа 1 (n = 36)	Группа 2 (n = 42)
До лечения	9,31 \pm 1,33	9,14 \pm 0,75
3 мес. лечения	8,92 \pm 1,50	8,45 \pm 0,69
6 мес. лечения	8,08 \pm 0,61	6,27 \pm 0,67*
12 мес. лечения	5,29 \pm 0,47	3,83 \pm 0,72*

* Различия статистически значимы (при $p < 0,05$) относительно соответствующего показателя в группе 1 по критерию Манна – Уитни.

пациентов, при этом статистически значимых различий между группами выявлено не было (табл. 2). Через полгода с начала лечения значение показателя ДИКЖ было минимальным у пациентов 2-й группы (ОТП + ФРА), его величина была статистически значительно ниже ($p < 0,05$) соответствующего уровня в группе сравнения (ОТП). Спустя 12 мес. после начала наблюдения выявленная тенденция к снижению показателя сохранилась.

Анализ частоты нежелательных реакций во время лечения и в раннем периоде после его окончания показал, что болевые ощущения отмечали по одному пациенту из каждой группы (табл. 3). Жалобы на дискомфорт поступали от 3 больных (8,3%) из 1-й группы и 2 пациента (4,8%) из 2-й группы. Таким образом, по отдельным нежелательным реакциям не было отмечено существенных межгрупповых различий.

Частота нежелательных явлений, зафиксированных у включенных в исследование пациентов, в отдаленном периоде приведена в табл. 4. В 1-й группе (ОТП) у одного пациента наблюдалась гиперпигментация (2,8%), в то время как во 2-й группе (ОТП + ФРА) такого явления отмечено не было.

Гипопигментация наблюдалась у пациентов, лечение которых проводилось только с использованием ОТП. Так, было зафиксировано 2 таких случая (5,6 %), тогда как в группе ОТП + ФРА, где применялось комбинированное лечение, гипопигментация была выявлена только у одного пациента (2,4 %).

Общая частота нежелательных явлений в отдаленном периоде в группе 2 составила 2,4%. В группе 1 было отмечено 3 нежелательных явления, что составило 8,3%, при этом наблюдавшиеся межгрупповые различия не достигали статистической значимости.

В целом результаты проведенного исследования показали, что наиболее эффективным методом лечения рубцовых изменений кожи является комбинированное применение ОТП и ФРА. Установлено, что после проведения курса лечения у пациентов обеих групп отмечалось улучшение результатов оценки состояния рубцов по Ванкуверской шкале, а также повышение уровня качества жизни, о чем свидетельствовало снижение значения дерматологического индекса качества жизни. При этом максимально выраженные благоприятные изменения были отмечены в группе пациентов, лечение которых проводилось с помощью комбинированного подхода (ОТП + ФРА).

Следует отметить, что использование ОТП и ФРА является безопасным методом лечения, что доказано минимальным количеством нежелательных реакций во время проведения процедур и в раннем периоде после их окончания, а также низкой частотой развития нежелательных явлений в отдаленном периоде.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время известно, что результаты использования ОТП в лечении различных заболеваний, в т. ч. рубцов постакне, зависят не только от характеристик плазмы, но и от режимов ее применения, а также сочета-

● **Таблица 2.** Динамика дерматологического индекса качества жизни, баллы, $M \pm \sigma$

● **Table 2.** The dermatological quality of life index (DQLI), points, $M \pm \sigma$

Срок наблюдения	Группа 1 (n = 36)	Группа 2 (n = 42)
До лечения	9,39 \pm 1,02	9,44 \pm 1,28
Через 1 мес. после начала лечения	8,99 \pm 1,11	8,54 \pm 0,33
Через 6 мес. после начала лечения	7,57 \pm 0,48	5,80 \pm 1,19*
Через 12 мес. после начала лечения	4,51 \pm 0,77	3,18 \pm 0,41*

* Статистически значимые различия при сравнениях с группой 1 ($p < 0,05$)

● **Таблица 3.** Частота нежелательных явлений во время выполнения процедур и в раннем периоде после проведения лечения

● **Table 3.** Adverse events during the procedures and in the early posttreatment period

Нежелательные явления	Группа 1 (n = 36)		Группа 2 (n = 42)	
	абс.	%	абс.	%
Боль	1	2,8	1	2,4
Дискомфорт	3	8,3	2	4,8
Всего	4	11,1	3	7,1

● **Таблица 4.** Частота нежелательных явлений в отдаленном периоде

● **Table 4.** Adverse events in the long-term period

Нежелательная реакция после процедуры	Группа 1 (n = 36)		Группа 2 (n = 42)	
	абс.	%	абс.	%
Гиперпигментация	1	2,8	–	–
Гипопигментация	2	5,6	1	2,4
Всего	3	8,3	1	2,4

ния с другими методами лечебного воздействия [8, 12, 21, 22]. Имеются свидетельства того, что многократное проведение процедуры показывает лучшие результаты, чем однократное выполнение. При этом известно, что выраженные эффекты применения ОТП проявляются, как правило, через 3–6 мес. после введения плазмы, а развившийся эффект в дальнейшем сохраняется [23]. Предполагается, что применение ОТП «сглаживает» действие фракционной радиочастотной абляции на кожу, способствует снижению частоты и выраженности побочных эффектов лечения (эритема и отек) [24]. Также доказана эффективность комбинированного воздействия в лечении рубцов постакне [25].

Необходимо отметить, что полученные данные согласуются с результатами, представленными другими авторами. В частности, в исследовании H.I. Gawdat et al., проведенном в 2014 г., продолжительность эритемы и отека в группе пациентов, которым проводилось комбинированное лечение с использованием ОТП и ФРА,

была ниже по сравнению с контрольной группой, хотя при этом не наблюдалось существенных различий по выраженности болевых ощущений у пациентов разных групп. Клиническое улучшение проявлений постакне рубцов в экспериментальной группе, где применялась ОТП, было более выраженным по сравнению с группами сравнения [26].

Результаты метаанализа, проведенного N. Wu et al. в 2021 г., показали, что клиническая эффективность комбинированного лечения ОТП и ФРА при лечении постакне рубцов выше, чем результативность лечения этих пациентов с использованием только лазерного воздействия. При этом авторы отмечают более высокую безопасность такого подхода, что выражалось меньшим количеством побочных эффектов и более быстрым временем восстановления после проведенного лечения [27].

Эффективность сочетанного применения ОТП и фракционного лазера (ФЛ) в лечении рубцов постакне была также продемонстрирована в исследовании J.T. Zhu et al., осуществленном в 2013 г. Пациентам назначалась лазерная терапия эрбиевым ФЛ, затем проводилось нанесение ОТП местно (в форме геля). По результатам лечения улучшение на 50% было отмечено у 68% и 91% пациентов после 1-го и 3-го курсов лечения соответственно [28].

В процессе исследования J.W. Lee et al., проведенного в 2011 г., пациентам с рубцами постакне после курса лазерной терапии аблятивным фракционным CO₂-лазером на одной половине лица выполнялись инъекции ОТП, а на другой – инъекции физиологического раствора. Было установлено, что применение ОТП сопровождалось уменьшением продолжительности и выраженности эритемы и отека. Согласно оценкам независимых экспертов-дерматологов использование ОТП способствовало более

выраженному улучшению общей балльной оценки эффективности лечения по сравнению с соответствующим уровнем оценки на контрольной стороне. Среднее улучшение составило 2,7 ± 0,7 балла после применения ОТП и 2,3 ± 0,5 балла на контрольной стороне [29].

Целью исследования S. Sharma et al., осуществленного в 2021 г., была сравнительная оценка эффективности и безопасности комбинированного использования ОТП и фракционного абляционного CO₂-лазера по сравнению с применением только лазерного воздействия при лечении рубцов постакне. В исследовании было включено 30 пациентов с рубцами, которым после лазерной терапии на одной половине лица выполнялись инъекции ОТП, а на другой – инъекции физиологического раствора. Было установлено, что более заметное статистически значимое снижение выраженности рубцовых изменений по результатам оценки с помощью шкал Гудмана и Барона с обеих сторон было в месте введения ОТП [30].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что использование ОТП в комплексном лечении рубцовых изменений является клинически эффективным и безопасным методом терапии, применение которого позволяет расширить спектр терапевтических подходов в отношении рубцовых деформаций кожи, снижает уровни показателей оценки выраженности рубцов и субъективных ощущений у пациентов, что в свою очередь повышает качество их жизни.



Поступила / Received 17.01.2022

Поступила после рецензирования / Revised 14.02.2022

Принята в печать / Accepted 15.02.2022

Список литературы / References

- Lynn D.D., Umari T., Dunnick C.A., Dellavalle R.P. The epidemiology of acne vulgaris in late adolescence. *Adolesc Health Med Ther.* 2016;7:13–25. <https://doi.org/10.2147/AHMT.S55832>.
- Fife D., Zachary C.B. Combining Techniques for Treating Acne Scars. *Cur Dermatol Rep.* 2012;1:82–88. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13671-012-0011-0>.
- Thiboutot D., Gollnick H., Bettoli V., Dreno B., Kang S., Leyden J.J. et al. New insights into the management of acne: an update from the Global Alliance to Improve Outcomes in Acne group. *J Am Acad Dermatol.* 2009;60(5 Suppl):S1–S50. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2009.01.019>.
- Hsieh T.-S., Chiu W.-K., Yang T.-F., Wang H.-J., Chen C. A Meta-analysis of the Evidence for Assisted Therapy with Platelet-Rich Plasma for Atrophic Acne Scars. *Aesthetic Plast Surg.* 2019;43(6):1615–1623. <https://doi.org/10.1007/s00266-019-01471-w>.
- Tian J., Lei X.X., Xuan L., Tang J.B., Cheng B. Application of plasma-combine regeneration technology in managing facial acne scars. *J Cosmet Laser Ther.* 2019;21(3):138–144. <https://doi.org/10.1080/14764172.2018.1481512>.
- Zhang M., Park G., Zhou B., Luo D. Applications and efficacy of platelet-rich plasma in dermatology: A clinical review. *J Cosmet Dermatol.* 2018;17(5):660–665. <https://doi.org/10.1111/jocd.12673>.
- Олисова О.Ю., Авагян Д.В. Терапия рубцов постакне при сочетанном применении абляционного фототермолиза CO₂-лазером и аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы. *Российский журнал кожных и венерических болезней.* 2018;21(1):48–52. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/terapiya-rubtsov-postakne-pri-sochetannom-primenenii-ablyatsionnogo-fototermoliza-co2-lazerom-i-autologichnoy-obogaschyonnoy/viewer>.
- Олисова О.Ю., Авагян Д.В. Treatment of postoperative scars with combined use of CO₂ laser ablation and autologous platelet enriched plasma. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases.* 2018;21(1):48–52. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/terapiya-rubtsov-postakne-pri-sochetannom-primenenii-ablyatsionnogo-fototermoliza-co2-lazerom-i-autologichnoy-obogaschyonnoy/viewer>.
- Parambath N., Sharma V.K., Parihar A.S., Sahni K., Gupta S. Use of platelet-rich plasma to suspend noncultured epidermal cell suspension improves repigmentation after autologous transplantation in stable vitiligo: a double-blind randomized controlled trial. *Int J Dermatol.* 2019;58(4):472–476. <https://doi.org/10.1111/ijd.14286>.
- Мареева А.Н., Кондрахина И.Н., Абуладзе М.Г. Применение аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении нерубцовых облысений (андрогенетической, гнездной алопеции). *Вестник дерматологии и венерологии.* 2015;91(3):62–66. <https://doi.org/10.25208/0042-4609-2015-91-3-62-66>.
- Мареева А.Н., Кондрахина И.Н., Абуладзе М.Г. Using platelet-enriched autologous plasma for treatment of non-scarring alopecia (androgenetic and circumscribed alopecia). *Vestnik Dermatologii i Venerologii.* 2015;91(3):62–66. (In Russ.) <https://doi.org/10.25208/0042-4609-2015-91-3-62-66>.
- Mahamoud W.A., Barbary R.A.E., Ibrahim N.F., Akmal E.M., Ibrahim S.M. Fractional carbon dioxide laser combined with intradermal injection of autologous platelet-rich plasma versus noncross-linked hyaluronic acid in the treatment of atrophic postacne scars: A split face study. *J Cosmet Dermatol.* 2020;19(6):1341–1352. <https://doi.org/10.1111/jocd.13427>.
- Long T., Gupta A., Ma S., Hsu S. Platelet-rich plasma in noninvasive procedures for atrophic acne scars: A systematic review and meta-analysis. *J Cosmet Dermatol.* 2020;19(4):836–844. <https://doi.org/10.1111/jocd.13331>.
- Emer J. Platelet-Rich Plasma (PRP): Current Applications in Dermatology. *Skin Therapy Lett.* 2019;24(5):1–6. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31584784/>.

13. Anitua E., Sanchez M., Nurden A.T., Nurden P., Orive G., Andia I. New insights into and novel applications for platelet-rich fibrin therapies. *Trends Biotechnol.* 2006;24(5):227–234. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2006.02.010>.
14. Molina-Minano F., Lopez-Jornet P., Camacho-Alonso F., Vicente-Ortega V. The use of plasma rich in growth factors on wound healing in the skin: experimental study in rabbits. *Int Wound J.* 2009;6(2):145–148. <https://doi.org/10.1111/j.1742-481X.2009.00592.x>.
15. Wang J.V., Saedi N. The utility of understanding atrophic acne scar formation for prevention and treatment. *Br J Dermatol.* 2018;179(4):819. <https://doi.org/10.1111/bjd.17020>.
16. Connolly D., Vu H.L., Mariwalla K., Saedi N. Acne scarring-pathogenesis, evaluation, and treatment options. *J Clin Aesthet Dermatol.* 2017;10(9):12–23. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29344322/>.
17. Na J.-I., Choi J.-W., Choi H.-R., Jeong J.-B., Park K.-C., Youn S.-W., Huh C.-H. Rapid healing and reduced erythema after ablative fractional carbon dioxide laser resurfacing combined with the application of autologous platelet-rich plasma. *Dermatol Surg.* 2011;37(4):463–468. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.01916.x>.
18. Kar B.R., Raj C. Fractional CO₂ Laser vs Fractional CO₂ with Topical Platelet-rich Plasma in the Treatment of Acne Scars: A Split-face Comparison Trial. *J Cutan Aesthet Surg.* 2017;10(3):136–144. https://doi.org/10.4103/JCASJCS.99_17.
19. Hedelund L., Haak C.S., Togsverd-Bo K., Bogh M.K., Bjerring P., Haedersdal M. Fractional CO₂ laser resurfacing for atrophic acne scars: a randomized controlled trial with blinded response evaluation. *Lasers Surg Med.* 2012;44(6):447–452. <https://doi.org/10.1002/lsm.22048>.
20. Fife D.J., Fitzpatrick R.E., Zachary C.B. Complications of fractional CO₂ laser resurfacing: Four cases. *Lasers Surg Med.* 2009;41(3):179–184. <https://doi.org/10.1002/lsm.20753>.
21. Chouhan D.K., Dhillon M.S., Patel S., Bansal T., Bhatia A., Kanwat H. Multiple Platelet-Rich Plasma Injections Versus Single Platelet-Rich Plasma Injection in Early Osteoarthritis of the Knee: An Experimental Study in a Guinea Pig Model of Early Knee Osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2019;47(10):2300–2307. <https://doi.org/10.1177/0363546519856605>.
22. Dong Y., Zhang B., Yang Q., Zhu J., Sun X. The effects of platelet-rich plasma injection in knee and hip osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rheumatol.* 2021;40(1):263–277. <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05185-2>.
23. Saedi N., Petelin A., Zachary C. Fractionation: a new era in laser resurfacing. *Clin Plast Surg.* 2011;38(3):449–461. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2011.02.008>.
24. Hui Q., Chang P., Guo B., Zhang Y., Tao K. The Clinical Efficacy of Autologous Platelet-Rich Plasma Combined with Ultra-Pulsed Fractional CO₂ Laser Therapy for Facial Rejuvenation. *Rejuvenation Res.* 2017;20(1):25–31. <https://doi.org/10.1089/rej.2016.1823>.
25. Shin M.-K., Lee J.-H., Lee S.-J., Kim N.-I. Platelet-rich plasma combined with fractional laser therapy for skin rejuvenation. *Dermatol Surg.* 2012;38(4):623–630. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22288389/>.
26. Gawdat H.I., Hegazy R.A., Fawzy M.M., Fathy M. Autologous platelet rich plasma: topical versus intradermal after fractional ablative carbon dioxide laser treatment of atrophic acne scars. *Dermatol Surg.* 2014;40(2):152–161. <https://doi.org/10.1111/dsu.12392>.
27. Wu N., Sun H., Sun Q., Cong L., Liu C., Zheng Y., Ma L., Cong X. A meta-analysis of fractional CO₂ laser combined with PRP in the treatment of acne scar. *Lasers Med Sci.* 2021;36(1):1–12. <https://doi.org/10.1007/s10103-020-03105-z>.
28. Zhu J.T., Xuan M., Zhang Y.N., Liu H.-W., Cai J.-H., Wu Y.-H. et al. The efficacy of autologous platelet-rich plasma combined with erbium fractional laser therapy for facial acne scars or acne. *Mol Med Rep.* 2013;8(1):233–237. <https://doi.org/10.3892/mmr.2013.1455>.
29. Lee J.W., Kim B.J., Kim M.N., Mun S.K. The efficacy of autologous platelet rich plasma combined with ablative carbon dioxide fractional resurfacing for acne scars: a simultaneous split-face trial. *Dermatol Surg.* 2011;37(7):931–938. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.01999.x>.
30. Sharma S., Kaur J., Kaur T., Bassi R. Fractional Carbon Dioxide Laser versus Combined Fractional Carbon Dioxide Laser with Platelet-rich Plasma in the Treatment of Atrophic Post-acne Scars: A Split-face Comparative Study. *J Cutan Aesthet Surg.* 2021;14(1):41–46. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34084007/>.

Информация об авторах:

Блюмина Валентина Арнольдовна, ассистент кафедры дерматовенерологии и аллергологии с курсом иммунологии Медицинского института, Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; amphitritae@gmail.com
Острецова Мария Николаевна, к.м.н., доцент кафедры дерматовенерологии и аллергологии с курсом иммунологии Медицинского института, Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ostretsova-mn@rudn.ru
Джардали Наталия Ахмадовна, студент 6-го курса специальности «лечебное дело» Медицинского института, Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; nataliajardali@yahoo.com

Information about the authors:

Valentina A. Blyumina, Teaching Assistant, Department of Dermatovenereology and Allergology with the Course of Immunology, Institute of Medicine, Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia; amphitritae@gmail.com
Maria N. Ostretsova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Dermatovenereology and Allergology with the Course of Immunology, Institute of Medicine, Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia; ostretsova-mn@rudn.ru
Natalia A. Jardali, 6th Year Student of the Specialty "General Medicine", Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia; nataliajardali@yahoo.com