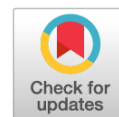


DOI: <https://doi.org/10.17816/dv62216>

Микронидлинг в терапии симптомокомплекса постакне

© А.С. Быканов, Е.С. Снарская

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

В обзоре представлены данные зарубежных и отечественных клинических исследований по изучению эффективности и безопасности применения процедуры микронидлинга в терапии постакне. Проведён анализ базы данных систематических обзоров российских, европейских, американских исследователей, а также сравнительных исследований по изучению эффективности терапии микронидлингом у пациентов с разным типом кожи для лечения симптомокомплекса постакне. Показаны возможности монотерапии и вариантов комбинированного лечения, в частности комбинации микронидлинга с PRP-терапией, кислотными пилингами, неабляционными лазерами, инъекционными гелями (ПММА-коллаген, гиалуроновая кислота, сукцинат натрия).

Ключевые слова: симптомокомплекс постакне; атрофические рубцы; микронидлинг.

Для цитирования:

Быканов А.С., Снарская Е.С. Микронидлинг в терапии симптомокомплекса постакне // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2021. Т. 24, № 1. С. 79–92. DOI: <https://doi.org/10.17816/dv62216>

Рукопись получена: 28.02.2021

Рукопись одобрена: 13.03.2021

Опубликована: 01.06.2021

Microneedling in the threatment of post-acne symptom complex

© Aleksandr S. Bykanov, Elena S. Snarskaya

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

The review presents data from foreign and domestic clinical studies on the efficacy and safety of microneedling application in the treatment of post-acne symptom complex. An analysis of the database of systematic reviews of Russian, European, American researchers, comparative studies on the effectiveness of the microneedling therapy in patients with different skin types for the treatment of postacne symptom complex is presented. Possibilities of microneedling monotherapy and variants of combined treatment, in particular the combinations of microneedling with PRP-therapy, acid peels, non-ablative lasers, injection gels (PMMA-collagen, hyaluronic acid, sodium succinate) are shown.

Keywords: post-acne symptom complex; atrophic acne scars; microneedling.

For citation:

Bykanov AS, Snarskaya ES. Microneedling in the threatment of post-acne symptom complex. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases*. 2021;24(1):79–92. DOI: <https://doi.org/10.17816/dv62216>

Received: 28.02.2021

Accepted: 13.03.2021

Published: 01.06.2021

Проблема эффективного лечения симптомокомплекса постакне представляется одной из актуальных проблем современной дерматологии. Формирование симптомокомплекса постакне в процессе эволюции вульгарных акне имеет большое медико-социальное значение в связи с широкой распространённостью, что приводит не только к резкому снижению качества жизни пациентов и формированию психосоматических расстройств, но и значительной социальной дезадаптации [1–4]. Согласно исследованиям ряда зарубежных авторов, к этим расстройствам относятся искажение образа тела, неуверенность в себе, в дружеских и деловых отношениях, выраженное снижение самооценки, ощущение собственной неполноценности, возникающее чувство стыда, гнева, беспокойства, стигматизации и отказу от одежды и причёсок, которые не скрывают высыпаний, чувство тревоги, депрессии [5, 6]. Однако не во всех случаях степень психологического дискомфорта коррелирует с тяжестью проявлений симптомокомплекса постакне. В ряде случаев даже единичные дефекты способны провоцировать дисморфофобию и расстройства депрессивного и тревожного спектра. А в некоторых случаях могут быть причиной более тяжёлых психических расстройств и даже суицидальных мыслей [6–9]. Стойкая клиническая манифестация патологических рубцов в косметически значимых зонах (кожа лица, зоны декольте, верхней трети спины) способна вызывать психоэмоциональный стресс, связанный не только с симптомокомплексом постакне, но и с применением агрессивных методик лечения рубцов и/или длительным реабилитационным периодом. Стоит также отметить, что даже успешная патогенетическая терапия акне любой степени тяжести может сопровождаться развитием постакне [3]. Формированию симптомокомплекса постакне различной степени тяжести способствует развитие затяжного хронического воспаления в процессе эволюции и даже лечения вульгарных угрей [10].

Целый ряд ошибок в тактике ведения пациентов с вульгарными акне (недостаточная кумулятивная доза препаратов на ранних этапах развития патологии; отсутствие ожидаемого эффекта на предрасполагающий патогенетический фон; назначение неактивных в отношении *Propionibacterium acnes* антибактериальных препаратов, в частности пенициллинового ряда; хирургическое вскрытие кистозных полостей; наличие системных осложнений от длительной монотерапии; гиперинсоляция) ведёт в результате к хронизации воспаления. Корреляция между длительностью персистенции воспаления и вероятностью патологического рубцевания составляет 95% [10, 11]. К наиболее тяжёлым последствиям относится патологическое рубцевание, которое завершается формированием атрофических, гипертрофических или келоидных рубцов [12, 13]. Кроме того, в понятие симптомокомплекс постакне входят гипо- и гиперпигментация, атеромы и милиумы [13–16].

Патологические рубцовые изменения той или иной степени тяжести наблюдаются почти у 95% пациентов с вульгарными угрями, что длительное время считалось естественным процессом [10, 13], при этом наиболее активная обращаемость пациентов по поводу лечения рубцов в косметически значимых зонах и основных проявлений симптомокомплекса постакне отмечается только через 10–12 мес или даже несколько лет после завершения курса лечения вульгарных угрей [10, 17].

Наиболее тяжёлые формы заболевания отмечаются в случае, если оба родителя страдали акне [18–20]. Наследование повышенного синтеза андрогенов, обеспечивающих избыточную продукцию себума сальными железами, также говорит в пользу генетической предрасположенности к заболеванию [21]. Стандартные протоколы лечения вульгарных угрей не предусматривают назначения специальных препаратов с целью профилактического влияния на процессы патологического рубцевания, т.е. основное проявление симптомокомплекса постакне [15, 22, 23]. Несмотря на то что заболевание не является жизнеугрожающим, у 10–40% пациентов оно оказывает существенное влияние на социальную и психологическую сферу жизни, способствует снижению самооценки, развитию психопатологических и тревожно-депрессивных расстройств, тенденции к суициду, прежде всего из-за формирования устойчивых косметических дефектов на лице и открытых участках кожного покрова [24–29]. Так, по данным Е.Е. Жильцовой и соавт. [30], у пациентов с вульгарными угрями среди изменений психической сферы, приводящих к нарушению качества жизни, встречаются чувство беспокойства/тревожности (85,2%), неуверенность в себе (77,8%), повышенная раздражительность (33,3%), замкнутость (42,6%), признаки состояния депрессии и нарушения сна (5,6%). При этом чем тяжелее течение акне, тем сильнее проявления депрессии и ниже уровень качества жизни [29]. В исследованиях ряда авторов есть указания на то, что «большинство пациентов отмечают чувство неуверенности, снижение настроения, эмоциональную лабильность, раздражительность, сложности в межличностном общении» [29–31]. Кроме того, 10,7% пациентов предъявляют жалобы, не соответствующие реальной клинической картине дерматоза [31, 32]. Нередко у таких пациентов могут появляться эксфолиированные акне, что в свою очередь может увеличивать риск формирования симптомокомплекса постакне [31–33].

Физиологическая эпителизация и восстановление барьерных функций кожи происходят в результате комплекса взаимодействий между гуморальными, тканевыми и клеточными факторами и имеют строгие временные параметры [34–37]. В процессе нормального ранозаживления морфологически выделяют три стадии — альтерации и воспаления, пролиферации грануляционной ткани и ремоделирования [35, 38]. Сразу после повреждения тканей инициируется агрегация тромбоцитов,

процесс свёртывания крови и формирование фибринового сгустка, т.е. фаза активного воспаления. На первых этапах данной фазы фибробласты начинают активно синтезировать провоспалительные цитокины — трансформирующий фактор роста бета (transforming growth factor beta, TGF- β), тромбоцитарный фактор роста (platelet-derived growth factor, PDGF), фактор роста фибробластов (fibroblast growth factor, FGF), эпидермальный фактор роста (epidermal growth factor, EGF), интерлейкин-8 (IL-8) [39]. В ответ к месту повреждения начинают мигрировать полиморфноядерные нейтрофилы (PMN), создающие дополнительную защиту раневого участка от микробной инвазии и мёртвых тканей посредством фагоцитоза. Количество нейтрофилов достигает своего максимума к концу первых суток после повреждения ткани [40]. Следует отметить, что повреждения, лишённые нейтрофилов, заживают физиологично, что позволяет предположить не определяющую роль этих клеток в процессах ранозаживления [41]. Переходу фазы раннего воспаления в позднюю соответствует трансформация моноцитов в макрофаги, синтезирующие факторы роста и медиаторы воспаления для привлечения фибробластов к месту повреждения (1–2-е сут) [42].

Следующая стадия физиологического ранозаживления — пролиферационная. Она может длиться от 2 до 6 нед., в течение которых под действием стимуляторов ангиогенеза, служащих индукторами фактора роста эндотелия сосудов (vascular endothelial growth factor, VEGF), TGF- β , ангиотропина и тромбоспондина, происходит врастание новых капилляров во внеклеточный матрикс. Дермальные фибробласты, находящиеся вблизи повреждения, мигрируют в рану и заполняют внеклеточный матрикс наряду с фибрином, фибронектином, витронектином и гликозаминогликанами. На 2–5-й день фибробласты начинают продуцировать коллаген и новый экстрацеллюлярный матрикс, при этом на ранних этапах ранозаживления коллаген типа III преобладает над коллагеном типа I. В зрелых же рубцах, так же как и в неповреждённой коже, соотношение этих двух видов коллагена обратное [35, 38]. Грануляционная ткань преимущественно образуется за счёт проколлагена, эластина, гиалуроновой кислоты и протеогликанов. Миофибробласты — особая популяция фибробластов — синтезируют актин и десмин, ответственные за сокращение раны. Помимо этого, интенсивно пролиферирующие кератиноциты направляются в рану и участвуют в лизисе фибринозного экссудата путём активации тканевого активатора плазминогена и урокиназы и увеличения количества рецепторов к урокиназе [33, 42].

Третья стадия физиологического ранозаживления может протекать длительно (от нескольких недель до нескольких лет): в этот период происходит реорганизация внеклеточного матрикса. Кератиноциты, фибробласты и себоциты продуцируют множество активных субстанций: EGF, фактор роста основных фибробластов (BFGF),

TGF- β , митогенактивируемые протеинкиназы (MAPs), металлопротеиназы (MMPs; MMP-1, MMP-2, MMP-9, MMP-13, proMMP-1, proMMP-2, proMMP-9). Коллагеназы и матриксные металлопротеиназы, а также интерфероны α , β , γ (INF) отвечают за перестройку внеклеточного матрикса: коллаген III постепенно сменяется на более структурированный коллаген I, исчезает фибронектин, гиалуроновая кислота и гликозаминогликаны замещаются на протеогликаны. Дисбаланс между MMPs и TIMPs приводит к патологическому рубцеванию повреждённых тканей [33, 40, 42].

В процессе патологического рубцевания при переходе из фазы позднего воспаления в фазу пролиферации в условиях гипоксии и нарушенной микроциркуляции наблюдаются накопление в ране детрита и аномальная продукция цитокинов избыточным количеством макрофагов, что приводит к удлинению стадии воспаления и препятствует активации процессов заживления [38, 40].

Продукты тканевого распада, выступая в роли биологических стимуляторов фиброгенеза, вызывают дисбаланс системы фиброгенез–фибролиз с образованием большого количества клеток фибробластического ряда, отличающихся высоким обменом веществ. Увеличивается концентрация функционально активных фибробластов в зоне патологического процесса, но из-за нарушения микроциркуляции в очаг воспаления перестают проникать свежие макрофаги, активно синтезирующие коллагеназу, т.е. создаются предпосылки для накопления коллагена, что и определяет характер последующих преобразований рубцовой ткани [11, 43]. Именно этот этап является ключевым в запуске процессов образования келоидных и гипертрофических рубцов, что необходимо учитывать при подключении превентивной терапии возможного патологического рубцевания у больных акне. На процесс формирования рубцовой ткани значительное влияние оказывают также местные и общие факторы: наличие полирезистентной ассоциативной микрофлоры, наличие системных осложнений от длительной монотерапии, нарушение оттока и ухудшение регионарного кровообращения, постоянная травматизация, хирургическое вскрытие кистозных полостей [11]. Все эти процессы способствуют хронизации процесса и приводят к дисгенерации соединительной ткани и дисбалансированному накоплению макромолекулярных компонентов соединительной ткани, что в результате приводит к формированию патологических рубцов.

При развитии атрофических рубцов предшествующего нарушения целостности эпидермиса может и быть, однако атрофические изменения в нижележащих слоях кожи приводят к формированию атрофических рубцов [10, 44].

В основе формирования атрофической рубцовой деформации на молекулярном уровне лежит локальный лизис белковых компонентов соединительной ткани.

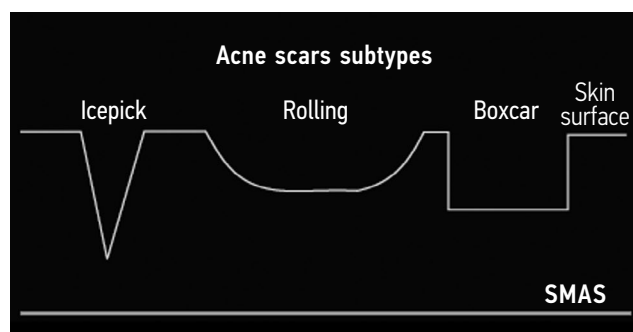


Рис. Подтипы атрофических рубцов [49].

Fig. Subtypes of atrophic scars [49].

Процесс имеет достаточно универсальный характер, однако при этом триггерными факторами могут выступать различные вещества [45].

Т.У. Гафаров и соавт. [46] на экспериментальной модели атрофического рубца у лабораторных крыс показали, что формирование атрофической рубцовой деформации происходит в среднем за 7–10 дней и проходит несколько этапов: отёк, геморрагия, асептическое воспаление и западение очагов по отношению к окружающим тканям. При гистологическом изучении ткань атрофического рубца выглядит «как нормотрофический рубец, но с истончением эпидермально-дермальных и гиподермальных слоёв, также характерным является меньшая васкуляризация тканей» [47].

Со стороны местных иммунных нарушений при атрофических рубцах наблюдается уменьшение количества тучных, плазматических и лимфоидных клеток в очагах, что ведёт к «избыточному накоплению свободных радикалов и медиаторов воспаления, которые подавляют фибробласты и приводят к нарушению микроциркуляции и прогрессированию патологического процесса» [47, 48].

По данным J. Tap и соавт. [10], у пациентов с вульгарными угрями вероятность развития атрофического рубца на непоражённой коже составила 5,7%; большинство (83%) рубцов развивались из эритематозных макул или на участках гиперпигментации, непосредственно из папул и пустул развились 16% атрофических рубцов. Длительность папул была ключевым фактором риска рубцевания.

Сегодня используются разные классификации патологического рубцевания симптомокомплекса постакне. Так, С. Яacob и соавт. [49] предложили выделить следующие подтипы атрофических рубцов: V-образные (Ice-pick), M-образные (rolling), U-образные (Boxcar) (рисунок).

Классификация основана на оценке ширины, глубины и трёхмерной структуры рубцов, однако на практике часто встречаются комбинации данных подтипов, что затрудняет дифференциальную диагностику между ними [49]. Исходя из этого предложены другие варианты оценки степени тяжести и эффективности проводимой коррекции рубцовых изменений постакне. Одни из них основаны на количественной, другие на качественной (морфологической) оценке. Наиболее подробные и актуальные шкалы предложили D. Goodman и соавт. [50] (количественная и качественная шкалы оценки тяжести рубцов постакне) (табл. 1) и B. Dreno и соавт. [12] (количественная шкала рубцов постакне на лице ECCA) (табл. 2).

Количественная оценка по D. Goodman и соавт. [50] представляет собой сумму баллов, вычисляемую по формуле:

$$N = \sum A \times B,$$

где A — число баллов, соответствующее уровню поражения; B — множитель, который определяется количеством рубцов определённого уровня поражения:

Таблица 1. Шкала общей оценки рубцов, основанная на утверждённой шкале тяжести шрамов от угревой сыпи SCAR-S [12, 50, 51]

Table 1. Scale of the scars overall assessment based on the approved scale of severity of acne scars SCAR-S [12, 50, 51]

Оценочная шкала рубцов постакне, балл	Уровень поражения	Клинические проявления
1	Макулярный (пятнистый)	Эритематозные, гипер- или гипопигментные плоские рубцы, не меняющие рельеф кожи, но влияющие на её цвет
2	Слабый	Слабовыраженные атрофические или гипертрофические рубцы, не различимые на расстоянии 50 см и более, легко маскируемые косметикой, на подбородке у мужчин — тенью отрастающих после бритья волос, при экстрафациальной локализации — естественно растущими волосами
3	Средний	Умеренные атрофические или гипертрофические рубцы, хорошо заметные с расстояния 50 см и более, плохо маскируемые косметикой, тенью отрастающих после бритья волос или естественно растущими волосами при экстрафациальной локализации; при натяжении кожи атрофические рубцы сглаживаются
4	Выраженный	Выраженные атрофические или гипертрофические рубцы, хорошо заметные с расстояния более 50 см, плохо маскируемые косметикой, тенью отрастающих после бритья волос или естественно растущими волосами при экстрафациальной локализации; при натяжении кожи атрофические рубцы не сглаживаются

Таблица 2. Шкала оценки степени тяжести рубцов (Scar Global Assessment, SGA) для определения степени выраженности рубцов постакне**Table 2.** Scar Global Assessment (SGA) for determining the severity of scarspost-acne

Степень	Оценка	Описание
Чистая кожа	0	Отсутствуют заметные постакне-рубцы
Почти чистая кожа	1	С расстояния 50 см рубцы почти не видны
Лёгкая	2	Рубцы легко распознаются, занимают менее половины поверхности лица с акне
Умеренная	3	Рубцами поражено более половины, но менее 75% поверхности лица с акне
Тяжёлая	4	Рубцами поражено более 75% поверхности лица с акне

1–10 элементов — множитель 1; 11–20 элементов — множитель 2; более 20 элементов — множитель 3.

Количественная шкала ECCA (Echelle d’Evaluation clinique des Cicatrices d’acne) позволяет оценить степень тяжести постакне на лице и основана на выявлении отдельных типов рубцов (показатель А) и оценке их количества (показатель Б). Так, например, атрофические рубцы диаметром менее 2 мм оценивают в 15 баллов, U-образные атрофические рубцы диаметром 2–4 мм — в 20 баллов, М-образные диаметром более 4 мм — в 25 баллов, поверхностный эластоз — в 30 баллов, гипертрофические рубцы, существующие менее 2 лет — в 40 баллов, гипертрофические и келоидные рубцы, существующие более 2 лет — в 50 баллов. Далее по четырёхбалльной шкале оценивается количество рубцов каждого вида: рубцов нет — 0 баллов, менее 5 рубцов — 1 балл, от 5 до 20 рубцов — 2 балла, более 20 рубцов — 3 балла. Окончательная сумма баллов может составить от 0 до 540 и получается в результате перемножения показателей А и Б. Среди недостатков данной шкалы следует отметить применимость её только для рубцов с фациальной локализацией и оценку атрофических рубцов без учёта длительности их существования [38, 52].

В настоящее время отмечается тенденция к пересмотру основанных на оценке формы рубцов постакне классификаций, так как они субъективны. За основу авторы предлагают взять размер элементов (рубцы менее 2 мм, 2–4 мм, более 4 мм), однако пока не рекомендуют учитывать рубцы менее 2 мм ввиду сложности подсчёта [53].

В настоящее время широко распространены методы агрессивной коррекции проявлений симптомокомплекса постакне, такие как лазерная аблятивная шлифовка, термокоагуляция, диатермокоагуляция, криодеструкция, физиотерапевтические методики (лекарственный форец, Букки-терапия, ультразвуковая терапия, лазеротерапия), субцизия, хирургическое иссечение, инъекционные методики с использованием глюкокортикоидов [54–58]. Однако большинство из этих методов применяются уже на поздних стадиях развития патологии, требуют длительного многокурсового применения и не всегда эффективны.

МИКРОНИДЛИНГ: МАЛОИНВАЗИВНЫЙ МЕТОД РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ РУБЦОВОЙ ТКАНИ

На основании вышесказанного, особый интерес представляет малоинвазивный метод коррекции и ремоделирования рубцовой ткани — микронидлинг [59, 60].

Микронидлинг — процедура, заключающаяся в поверхностном контролируемом микроповреждении кожи миниатюрными тонкими иглами для стимуляции синтеза волокон коллагена и эластина правильной структурной организации. Процесс протекает с высвобождением нескольких факторов роста, включая PDGF, FGF и TGF- α /TGF- β , которые стимулируют миграцию и пролиферацию фибробластов [61–63].

Преимуществом данной методики являются эффективность, безопасность, доступность (проведение процедуры возможно в амбулаторных условиях), низкая себестоимость процедуры и непродолжительное время, необходимое для восстановления кожи после воздействия. Иногда этот метод регенерации тканей называют «естественным» или «безрубцовым» [64, 65]. Помимо этого, к преимуществам микронидлинга относится низкий риск нежелательных явлений, которые могут возникнуть при применении лазерных методик, так как в сравнении с абляционными процедурами в данном случае сохраняется частично неповреждённый эпидермис. Это особенно актуально для кожи фототипов III, IV и V по Фитцпатрику, которые более подвержены риску возникновения гиперпигментации [66].

Методика эффективно применяется для коррекции хирургических и других рубцовых изменений кожи, меланодермии, для коррекции стрий, а также андрогенетической алопеции и омоложения кожи [66–68].

Основным недостатком является отсутствие стандартизации количества используемых игл, их глубины, количество проходов и прокалываний кожи, конечные точки, количество процедур [69–71].

Эффективность микронидлинга даже в качестве монотерапии подтверждается проведёнными по этой теме исследованиями [72]. Так, по данным одного масштабного исследования [72], в котором принимало участие 120 пациентов с проявлениями симптомокомплекса постакне, было отмечено клиническое улучшение состояния рубцов. Для коррекции дефектов применялся микронидлинг в качестве монотерапии с интервалом между процедурами 1 мес. Оценку проводили по пятибалльной шкале: 0 — нет изменений, 1 — улучшение 1–25%, 2 — улучшение 26–50%, 3 — улучшение 51–75%, 4 — 76–100% улучшение. Все проявления симптомокомплекса постакне улучшились не менее чем на 50% после 2–3 процедур. Более 80% пациентов отметили улучшение на 50–75%, а 65% пациентов продемонстрировали улучшение более чем на 75%. Побочные эффекты и нежелательные реакции ограничивались преходящей эритемой и отёком, единично — образованием пурпуры и реактивацией простого герпеса.

В другом исследовании приняло участие 39 человек с фототипом кожи III, IV, V по Фитцпатрику [73]. В результате было выявлено значительное улучшение качества и рельефа кожи по сравнению с исходными данными. Важно отметить, что после применения данной процедуры ни у одного из исследуемых не наблюдалось гиперпигментации в местах воздействия микроигл, отсутствовали и другие нежелательные явления [74].

S. Dogra и соавт. [75] проанализировали данные 36 пациентов с атрофическими рубцами постакне с фототипом кожи IV и V по Фитцпатрику, для коррекции которых применялся микронидлинг. Оценку результатов проводили по визуальной аналоговой шкале. После 5 проведённых сеансов микронидлинга улучшение состояния кожного покрова отметили все испытуемые, из них 22 отметили вариант «отличный ответ», а 4 — «хороший ответ». Процедура хорошо переносилась пациентами, из них только у 5 наблюдалось появление гиперпигментации после курса процедур.

Исследование N. Moftah и соавт. [76], включавшее 32 пациентов с кожей типа II, III и IV по Фитцпатрику с атрофическими рубцами постакне, показало улучшение состояния кожи лица в ответ на терапию микронидлингом: у 18 пациентов отличный ответ, у 12 — хороший. Средняя доля уменьшения общего количества рубцовой ткани постакне составила 60,68; 59,71; 50,85 и 57,69%. Исходно коллагеновые волокна были дезорганизованы, межфибриллярные промежутки — увеличены. После лечения волокна коллагена стали тонкими, плотными, в виде решётки с выраженным уменьшением межфибриллярных пространств. У 14 пациентов до начала терапии эластическая ткань была аномально плотной. После лечения наблюдалось снижение плотности эластичной ткани: она состояла из более тонких и правильно расположенных вновь синтезированных волокон [76].

Другое исследование с участием 31 человека с атрофическими рубцами также показало хорошую эффективность микронидлинга в качестве монотерапии для лечения симптомокомплекса постакне. Улучшения наблюдались у всех участвующих пациентов. Средняя оценка по шкале Гуттмана и Бэррона до начала терапии составляла $3,29 \pm 0,59$, сразу после завершения лечения — $2,23 \pm 0,56$, через 1 мес после завершения терапии — $1,93 \pm 0,58$, через 2 мес после завершения терапии — $1,77 \pm 0,57$. Ни у одного из исследуемых не наблюдалось нежелательных реакций в виде поствоспалительной гиперпигментации, а 83,3% пациентов остались довольны результатом после завершения терапии [77].

У 7 из 50 пациентов в исследовании M. Bandal и соавт. [78] отмечен «отличный» ответ на применение микронидлинга в качестве монотерапии симптомокомплекса постакне, у 26 пациентов ответ был оценён как «хороший», у 14 — как «удовлетворительный» и только у 3 пациентов ответ был недостаточным.

В другом исследовании участвовали 32 пациента с атрофическими рубцами постакне. В результате, значительной разницы между эффективностью микронидлинга в сочетании с 20% трихлоруксусной кислотой и неабляционным фракционным лазером (1540 и 1340 нм) не выявлено [67].

Методика показала также высокую эффективность при сочетанном применении с кислотными пилингами [79]: наиболее часто используемыми отшелушивающими средствами в коррекции рубцовых изменений кожи были салициловая кислота (SA), гликолевая кислота (GA), пировиноградная кислота (PA), молочная кислота (LA), миндальная кислота (MA), раствор Джесснера (JS), трихлоруксусная кислота (TCA) и фенол [80].

Был проведён анализ данных 60 пациентов с атрофическими рубцами постакне: в лечении половины из них применяли микронидлинг в качестве монотерапии, у оставшихся — микронидлинг в сочетании с пилингом 70% гликолевой кислотой. Значительное улучшение качества и рельефа кожи было отмечено в обеих исследуемых группах, однако сочетание микронидлинга с пилингами гликолевой кислотой дало более выраженные результаты [81].

В другом исследовании 30 пациентов с кожей типа III–V по Фитцпатрику, с атрофическими рубцами постакне были разделены на две группы. Для коррекции изменений кожи в первой группе применяли микронидлинг в качестве монотерапии 1 раз в 6 нед., во второй группе метод сочетался с выполнением пилинга на основе 35% гликолевой кислоты. Всего было проведено 5 сеансов. Среднее улучшение в группе, применяющей микронидлинг в моноварианте, составило 31,33%, во 2-й группе — 62%. Был также сделан вывод о безопасности применения данных процедур для пациентов с тёмной кожей (тип кожи III–V) и минимальных рисках развития гиперпигментации в области воздействия методик [82].

Схожие данные об эффективности сочетанного применения микронидлинга и пилинга на основе 35% гликолевой кислоты были получены и другими авторами [83].

Выраженное улучшение состояния качества кожи отмечалось и в группе 20 пациентов, которым проводилась комбинированная терапия — микронидлинг и химический пилинг раствором Джесснера (8 сеансов) [84].

При сочетании микронидлинга и PRP-терапии также был продемонстрирован высокий уровень эффективности и безопасности терапии [68, 85]. Плазма, богатая тромбоцитами (PRP), содержит множество биологически активных веществ, которые способны влиять на пролиферацию, дифференциацию, ремоделирование матрикса, ангиогенез и регенерацию тканей. Ключевые компоненты этих биоактивных веществ в основном высвобождаются из α -гранул тромбоцитов, включая TGF- β , PDGF, VEGF и FGF. Таким образом, возможен синергетический эффект PRP и микронидлинга из-за повышенной абсорбции PRP после процедуры [86].

По данным исследования, в котором участвовали 92 пациента, все применяющие микронидлинг в качестве монотерапии и в сочетании его с внутрикожным введением PRP показали значительное улучшение качества кожи. Однако самый высокий средний балл наблюдался в группе сочетанной терапии. Удовлетворённость пациентов также была значительно выше при использовании комбинации процедур [85].

В другом исследовании участвовало 50 человек: все применяли микронидлинг для одной половины лица и сочетание с PRP-терапией — для другой. На обеих сторонах было отмечено значительное улучшение состояния рубцовых проявлений, однако на стороне, где дополнительно проводилась PRP-терапия, эффект был более выраженным по шкале Гуттмана [87]. Положительные результаты у 41 исследуемого получили и в другом исследовании эффективности применения микронидлинга в сочетании с PRP-терапией [88].

Аналогичное исследование было проведено и другими авторами, в результате чего было продемонстрировано улучшение состояния кожи на 62,2 и 45,84% по количественной шкале Гуттмана, по качественной составляющей отличный результат наблюдался у 40% пациентов, хороший — у 60% [5].

Комбинированное лечение, состоящее из процедур микронидлинга, PRP-терапии и применения пилингов на основе трихлоруксусной кислоты 15%, также показало значительное улучшение состояния кожи лица по сравнению с микронидлингом в качестве монотерапии [89].

В сравнительном исследовании эффективности сочетанного применения мезенхимальных стволовых клеток, полученных из околоплодных вод, и микронидлинга по сравнению с микронидлингом в качестве монотерапии был проведён гистопатологический и компьютерный гистометрический анализ через 1 мес после окончания терапии. В результате этого были получены данные

о гистологическом улучшении качества коллагеновых и эластических волокон с обеих сторон. Однако на стороне лица, где дополнительно применялись мезенхимальные стволовые клетки, эффект был более выраженным [90].

У 45 пациентов, прошедших 4 сеанса процедур субцизии и микронидлинга, также наблюдалось улучшение состояния рубцов постакне (у 95,6% исследуемых) [91].

В исследовании P. Rullan и соавт. [92] приняли участие 139 пациентов, из них 89 (64%) имели IV–VI типы кожи по Фитцпатрику, все получали тройную комбинацию: химическая реконструкция рубцов кожи, субцизия и микронидлинг. Такой тройной подход к лечению рубцов постакне привёл к неизменно высокому уровню эффективности терапии и высокой степени удовлетворения пациентов.

Получены также хорошие результаты у 44 пациентов [93], применявших микронидлинг в сочетании с инъекциями геля PMMA-коллагена. Всего было выполнено 3 процедуры в течение 12 нед. Через 24 нед. группа достигла статистически значимого улучшения. Имеются также данные об эффективной и безопасной кратности проведения процедур микронидлинга кожи лица [94].

Одним из перспективных направлений по применению микронидлинга является его комбинированное использование в сочетании с сукцинатом натрия и гиалуроновой кислотой. Локальное внеклеточное скопление сукцината индуцирует экспрессию SUNCR-1 в макрофагах, запуская процессы репрограммирования и их переход в противовоспалительный M2-фенотип [95], для которого характерна секреция ростовых факторов и противовоспалительных цитокинов VEGF, TGF- β , IL-10, необходимых для пролиферации эндотелиоцитов и ангиогенеза, пролиферации фибробластов и синтеза коллагена [93–97]. Поскольку M2-макрофаги пролиферируют, мигрируют в области повышения концентрации сукцината, где стимулируют пролиферацию фибробластов, ангиогенез, подавление механизмов воспаления, применение сукцинатсодержащих препаратов может рассматриваться как эффективный подход в коррекции возрастных изменений кожи, связанных с активацией механизмов воспаления, снижением репаративного и пролиферативного потенциала ткани [96]. Гиалуроновая кислота — гликозаминогликан, составляющий большую часть внеклеточного матрикса дермы и участвующий в межклеточных взаимодействиях, взаимодействуя с CD44-рецепторами, способствует миграции иммунных клеток в повреждённые участки кожи, адгезии и перемещению фибробластов и таким образом усиливает восстановление и редермализацию поражённых участков [97–100]. Микронидлинг в комбинации с 0,55% гиалуроновой кислотой и 1,6% сукцинатом натрия у пациентов с атрофическими рубцами постакне продемонстрировал улучшение показателей тона кожи и эластичности, что оценивалось путём эластометрии и пигментометрии [99].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение микронидлинга у пациентов с различными фототипами кожи по Фитцпатрику является перспективным, эффективным и безопасным методом коррекции рубцовых изменений кожи.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке публикации.

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

Участие авторов. Е.С. Снарская — концепция и дизайн статьи; А.С. Быканов — концепция и дизайн статьи, написание текста. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства

международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFO

Funding source. This work was not supported by any external sources of funding.

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

Author contribution. E.S. Snarskaya — the concept and design of the article; A.S. Bykanov — the concept and design of the article, text writing.

All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

ЛИТЕРАТУРА

- Goodman G.J. Treatment of acne scarring // *Inter J Dermatol*. 2011. Vol. 50, N 10. P. 1179–1194. doi: 10.1111/j.1365-4632.2011.05029.x
- Круглова Л.С., Грязева Н.В., Талыбова А.М. Симптомокомплекс постакне: методы профилактики и терапии // *Клиническая дерматология и венерология*. 2020. Т. 19, № 5. С. 622–629.
- Снарская Е.С., Вишневская О.А., Острецова М.Н. Рациональная терапия угревой болезни и профилактика симптомокомплекса постакне // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2016. Т. 18, № 2. С. 108–109.
- Дороженков И.Ю., Матюшенко Е.Н. Нозогенные психические расстройства у пациентов с угревой болезнью // *Психические расстройства в общей медицине*. 2009. № 2. С. 32–36.
- Asif M., Kanodia S., Singh K. Combined autologous platelet-rich plasma with microneedling verses microneedling with distilled water in the treatment of atrophic acne scars: a concurrent split-face study // *J Cosmet Dermatol*. 2016. Vol. 15, N 4. P. 434–443. doi: 10.1111/jocd.12207
- O'Brien C.S., Jafferany M., Carniciu S., Abdelmaksoud A. Psychodermatology of acne: psychological aspects and effects of acne vulgaris // *J Cosmet Dermatol*. 2020. Vol. 20, N 4. P. 1080–1083. doi: 10.1111/jocd.13765
- Lepidoth M., Levi A. Post acne scars treatment – do picosecond lasers offer a superior non-ablative modality? // *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2020. Vol. 34, N 12. P. 2687–2688. doi: 10.1111/jdv.17017
- Nilforoushzadeh M.A., Fakhim T., Heidari-Kharaji M., et al. Efficacy evaluation of Endolift-based Subcision on acne scar treatment // *J Cosmet Dermatol*. 2020. doi: 10.1111/jocd.13876
- Borovaya A., Olisova O., Ruzicka T., Sardy M. Does isotretinoin therapy of acne cure or cause depression? // *Inter J Dermatol*. 2013. Vol. 52, N 9. P. 1040–1052. doi: 10.1111/ijd.12169
- Tan J., Thiboutot D., Gollnick H., et al. Development of an atrophic acne scar risk assessment tool // *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017. Vol. 31, N 9. P. 1547–1554. doi: 10.1111/jdv.14325
- Снарская Е.С. Комплексная терапия эстетических дефектов кожи в результате патологического фиброгенеза // *Consilium Medicum. Дерматология*. 2013. № 2-3. С. 15–20.
- Dreno B., Khammari A., Orain N., et al. ECCA grading scale: an original validated acne scar grading scale for clinical practice in dermatology // *Dermatology*. 2007. Vol. 214, N 1. P. 46–51. doi: 10.1159/000096912
- Ахтямов С.Н. Практическая дерматокосметология. Акне, рубцы постакне и акнемоформные дерматозы. Москва: Медицина, 2010.
- Аравийская Е.Р., Соколовский Е.В., ред. Руководство по дерматокосметологии. Санкт-Петербург: Фолиант, 2008.
- Снарская Е.С., Кряжева С.С. Эпигаллокатехин-3-галлат (Эггаллохит) в коррекции симптомокомплекса постакне // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2010. Т. 13, № 6. С. 46–50.
- Олисова О.Ю., Андреева Е.В. Еще раз о проблеме гиперпигментации // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2014. Т. 17, № 2. С. 20–24.
- Tan J.K., Tang J., Fung K., et al. Development and validation of a comprehensive acne severity scale // *J Cutan Med Surg*. 2007. Vol. 11, N 6. P. 211–216. doi: 10.2310/7750.2007.00037
- Layton A. The use of isotretinoin in acne // *Dermatoendocrinol*. 2009. Vol. 1, N 3. P. 162–169. doi: 10.4161/derm.1.3.9364
- Szabo K., Kemeny L. Studying the genetic predisposing factors in the pathogenesis of acne vulgaris // *Human Immunol*. 2011. Vol. 72, N 9. P. 766–773. doi: 10.1016/j.humimm.2011.05.012
- Lichtenberger R., Simpson M.A., Smith C., et al. Genetic architecture of acne vulgaris // *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017. Vol. 31, N 12. P. 1978–1990. doi: 10.1111/jdv.14385
- Голоусенко И.Ю. Акне у женщин: этиологические и патогенетические механизмы, диагностика и лечение: Автореф. дис. д-ра мед. наук. Москва, 2014.
- Nast A., Dreno B., Bettoli V., et al.; European Dermatology Forum. European evidence-based (S3) guidelines for the treatment of acne // *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2012. Vol. 26, Suppl 1. P. 1–29. doi: 10.1111/j.1468-3083.2011.04374.x
- Толстая А.И. Комбинированный метод лечения и реабилитации больных папулопустулезной формой акне и атрофически-

- ми рубцами постакне: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2013.
24. Перламутров Ю. Н., Ольховская К. Б., Ляпон А.О. Терапия акне у детей подросткового возраста // Вестник дерматологии и венерологии. 2018. Т. 94, № 6. С. 60–66.
25. Шавловская О.А. Терапия астении и связанных с ней состояний препаратами витаминно-минерального комплекса // Медицинский совет. 2015. № 17. С. 55–61.
26. Halvorsen J.A., Stern R.S., Dalgard F., et al. Suicidal ideation, mental health problems, and social impairment are increased in adolescents with acne: a population-based study // *J Invest Dermatol.* 2011. Vol. 131, N 2. P. 363–370. doi: 10.1038/jid.2010.264
27. Tasoula E., Gregoriou S., Chalikias J., et al. The impact of acne vulgaris on quality of life and psychic health in young adolescents in Greece. Results of a population survey // *An Bras Dermatol.* 2012. Vol. 87, N 6. P. 862–869. doi: 10.1590/s0365-05962012000600007
28. Schrom K., Nagy T., Mostow E. Depression screening using health questionnaires in patients receiving oral isotretinoin for acne vulgaris // *J Am Acad Dermatol.* 2016. Vol. 75, N 1. P. 237–239. doi: 10.1016/j.jaad.2016.02.1148
29. Kang L., Liu J., An R., et al. [Depression in patients with facial acne vulgaris and the influential factors. (In Chinese)] // *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2015. Vol. 40, N 10. P. 1115–1120. doi: 10.11817/j.issn.1672-7347.2015.10.010
30. Жильцова Е.Е., Ермошина Н.П. Психосоматические аспекты качества жизни у больных акне // Архивъ внутренней медицины. 2016. Т. 6, № S1. С. 79–81.
31. Музыченко А.П., Качук М.В. Особенности психосоматического статуса у пациентов с акнеформными дерматозами // *ARS MEDICA.* 2014. Т. 25, № 1. С. 67–72.
32. Nguyen C.M., Beroukhi K., Danesh M.J., et al. The psychosocial impact of acne, vitiligo, and psoriasis: a review // *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2016. Vol. 9. P. 383–392. doi: 10.2147/CCID.S76088
33. Кунгуров Н.В., Зильберберг Н.В., Толстая А.И., Кохан М.М. Патогенетическая и клиническая основа результативности комбинированной терапии больных акне и постакне // *Лечащий врач.* 2013. № 10. С. 24–28.
34. Eming S.A., Martin P., Tomic-Canic M. Wound repair and regeneration: mechanisms, signaling, and translation // *Sci Transl Med.* 2014. Vol. 6, N 265. P. 265sr6. doi: 10.1126/scitranslmed.3009337
35. Strong A.L., Neumeister M.W., Levi B. Stem cells and tissue engineering: regeneration of the skin and its contents // *Clin Plast Surg.* 2017. Vol. 44, N 3. P. 635–650. doi: 10.1016/j.cps.2017.02.020
36. Сускова В.С., Пинсон И.Я., Олисова О.Ю. Иммунопатогенез псориаза // *Клиническая дерматология и венерология.* 2006. Т. 4, № 1. С. 68–70.
37. Олисова О.Ю., Теплюк Н.П., Пинегин В.Б. Современные методы лечения псориаза // *Русский медицинский журнал.* 2015. Т. 23, № 9. С. 483–484.
38. Fabbrocini G., Annunziata M.C., D'Arco V., et al. Acne scars: pathogenesis, classification and treatment. *Dermatol Res Pract.* 2010. Vol. 2010. P. 893080. doi: 10.1155/2010/893080
39. Portou M.J., Baker D., Abraham D., Tsui J. The innate immune system, toll-like receptors and dermal wound healing: A review // *Vascul Pharmacol.* 2015. Vol. 71. P. 31–36. doi: 10.1016/j.vph.2015.02.007
40. Roupe K.M., Nybo M., Sjobring U., et al. Injury is a major inducer of epidermal innate immune responses during wound healing // *J Invest Dermatol.* 2010. Vol. 130, N 4. P. 1167–1177. doi: 10.1038/jid.2009.284
41. Huang C., Ogawa R. Pharmacological treatment for keloids // *Exp Opin Pharmacother.* 2013. Vol. 14, N 15. P. 2087–2100. doi: 10.1517/14656566.2013.826651
42. Круглова Л.С., Стенько А.Г., Шматова А.А. К вопросу коррекции гипертрофических и келоидных рубцовых деформаций // *Клиническая дерматология и венерология.* 2012. Т. 15, № 6. С. 46–54.
43. Орехова Э.М., Кончугова Т.В. Лукьянова Т.В. и др. Применение препарата «Лонгидаза 3000МЕ» при заболеваниях, сопровождающихся патологией соединительной ткани. Пособие для врачей. Москва, 2008.
44. Stoddard M.A., Herrmann J., Moy L., Moy R. Improvement of atrophic acne scars in skin of color using topical synthetic Epidermal Growth Factor (EGF) serum: a pilot study // *J Drugs Dermatol.* 2017. Vol. 16, N 4. P. 322–326.
45. Wang H.B., Fang Y., Yu W.R. [Advancement in the research of fractional carbon dioxide laser in treating burn scars. (In Chinese)] // *Zhonghua Shao Shang Za Zhi.* 2012. Vol. 28, N 6. P. 465–467.
46. Гафаров Т.У., Еникеев Д.А., Идрисова Л.Т. и др. Моделирование атрофического рубцового дефекта кожи у лабораторных животных // *Успехи современного естествознания.* 2013. № 6. С. 28–42.
47. Течиева С.Г. Комбинированное применение фореза экстракта плаценты и лазерных технологий в коррекции атрофических рубцов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2016.
48. Фисенко Г.И. Коррекция рубцовых изменений кожи лица методом ранней повторной дермабразии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2005.
49. Jacob C.I., Dover J.S., Kaminer M.S. Acne scarring: a classification system and review of treatment options // *J Am Acad Dermatol.* 2001. Vol. 45, N 1. P. 109–117. doi: 10.1067/mjd.2001.113451
50. Goodman G.J., Baron J.A. Postacne scarring – a quantitative global scarring grading system // *J Cosmetic Dermatol.* 2006. Vol. 5, N 1. P. 48–52. doi: 10.1111/j.1473-2165.2006.00222.x
51. Dreno B., Tan J., Rivier M., et al. Adapalene 0.1%/benzoyl peroxide 2.5% gel reduces the risk of atrophic scar formation in moderate inflammatory acne: a split-face randomized controlled trial // *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2017. Vol. 31, N 4. P. 737–742. doi: 10.1111/jdv.14026
52. Толстая А.И. Рубцы постакне: патогенез, типы, методы коррекции // *Cosmetic International.* 2011. № 1. С. 89–94.
53. Kang S., Lozada V.T., Bettoli V., et al. New atrophic acne scar classification: reliability of assessments based on size, shape, and number // *J Drugs Dermatol.* 2016. Vol. 15, N 6. P. 693–702.
54. Fabbrocini G., De Vita V., Pastore F., et al. Collagen induction therapy for the treatment of upper lip wrinkles // *J Dermatol Treat.* 2012. Vol. 23, N 2. P. 144–152. doi: 10.3109/09546634.2010.544709
55. Sobanko J.F., Alster T.S. Management of acne scarring, part I: a comparative review of laser surgical approaches // *Am J Clin Dermatol.* 2012. Vol. 13, N 5. P. 319–330. doi: 10.2165/11598910-000000000-00000
56. Harth Y., Eiman M., Ackerman E., Frank I. Depressed acne scars – effective, minimal downtime treatment with a novel smooth motion non-insulated microneedle radiofrequency technology // *J Cosmet Dermatol Sci Applic.* 2014. Vol. 4, N 3. P. 212–218. doi: 10.4236/jcdsa.2014.43029
57. Снарская Е.С., Корнева Л.В., Кряжева С.С. Комплексная терапия рубцовых изменений кожи с применением ферментных

препаратов // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2012. Т. 15, № 2. С. 28–32.

58. Флакс Г.А., Таганов А.В., Гладыко В.В. и др. Сравнительная оценка различных методов лечения келоидных и гипертрофических рубцов // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. 2012. № 3. С. 43–46.

59. Iriarte C., Awosika O., Rengifo-Pardo M., Ehrlich A. Review of applications of microneedling in dermatology // *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2017. Vol. 10. P. 289–298. doi: 10.2147/CCID.S142450

60. Aust M., Walezko N. [Acne scars and striae distensae: Effective treatment with medical skin needling. (In German)] // *Hautarzt*. 2015. Vol. 66, N 10. P. 748–752. doi: 10.1007/s00105-015-3662-5

61. Boen M., Jacob C. A review and update of treatment options using the acne scar classification system // *Dermatol Surg*. 2019. Vol. 45, N 3. P. 411–422. doi: 10.1097/DSS.0000000000001765

62. Ibrahim M.K., Ibrahim S.M., Salem A.M. Skin microneedling plus platelet-rich plasma versus skin microneedling alone in the treatment of atrophic post acne scars: a split face comparative study // *J Dermatol Treat*. 2017. Vol. 29, N 3. P. 281–286. doi: 10.1080/09546634.2017.1365111

63. Yang D., Chen M., Sun Y., et al. Microneedle-mediated transdermal drug delivery for treating diverse skin diseases // *Acta Biomater*. 2020. Vol. 121. P. 119–133. doi: 10.1016/j.actbio.2020.12.004

64. Villani A., Annunziata M.C., Luciano M.A., Fabbrocini G. Skin needling for the treatment of acne scarring: a comprehensive review // *J Cosmet Dermatol*. 2020. Vol. 19, N 9. P. 2174–2181. doi: 10.1111/jocd.13577

65. Singh A., Yadav S. Microneedling: Advances and widening horizons // *Indian Dermatol Online J*. 2016. Vol. 7, N 4. P. 244–254. doi: 10.4103/2229-5178.185468

66. Park J.Y., Lee E.G., Yoon M.S., Lee H.J. The efficacy and safety of combined microneedle fractional radiofrequency and subablative fractional radiofrequency for acne scars in Asian skin // *J Cosmet Dermatol*. 2015. Vol. 15, N 2. P. 102–107. doi: 10.1111/jocd.12195

67. Alessa D., Bloom J.D. Microneedling options for skin rejuvenation, including non-temperature-controlled fractional microneedle radiofrequency treatments // *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2020. Vol. 28, N 1. P. 1–7. doi: 10.1016/j.fsc.2019.09.001

68. Pathania V., Oberoi B., Bhatt S., Shankar P. Sindle-handed vampire facial: combining microneedling with platelet-rich plasma for single-hand use // *J Am Acad Dermatol*. 2021. Vol. 84, N 2. P. e77–78. doi: 10.1016/j.jaad.2019.08.013

69. Alster T.S., Graham P.M. Microneedling: a review and practical guide // *Dermatol Surg*. 2018. Vol. 44, N 3. P. 397–404. doi: 10.1097/DSS.0000000000001248

70. Taub A.F. The treatment of acne scars, a 30-year journey // *Am J Clin Dermatol*. 2019. Vol. 20, N 5. P. 683–690. doi: 10.1007/s40257-019-00451-9

71. Bhargava S., Cunha P.R., Lee J., Kroumpouzou G. Acne scarring management: systematic review and evaluation of the evidence // *Am J Clin Dermatol*. 2018. Vol. 19, N 4. P. 459–477. doi: 10.1007/s40257-018-0358-5

72. Alster T.S., Li M.K. Microneedling of scars: a large prospective study with long-term follow-up // *Plast Reconstr Surg*. 2020. Vol. 145, N 2. P. 358–364. doi: 10.1097/PRS.0000000000006462

73. Олисова О.Ю., Владимирова Е.В., Бабушкин А.М. Кожа и солнце // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2012. Т. 15, № 6. С. 57–62.

74. Al Qarqaz F., Al-Yousef A. Skin microneedling for acne scars associated with pigmentation in patients with dark skin // *J Cosmet Dermatol*. 2018. Vol. 17, N 3. P. 390–395. doi: 10.1111/jocd.12520

75. Dogra S., Yadav S., Sarangal R. Microneedling for acne scars in Asian skin type: an effective low cost treatment modality // *J Cosmet Dermatol*. 2014. Vol. 13, N 3. P. 180–187. doi: 10.1111/jocd.12095

76. Moftah N.H., El Khayyat M.A., Ragai M.H., Alaa H. Carboxytherapy versus skin microneedling in treatment of atrophic postacne scars: a comparative clinical, histopathological, and histometrical study // *Dermatol Surg*. 2018. Vol. 44, N 10. P. 1332–1341. doi: 10.1097/DSS.0000000000001560

77. Minh P.P., Bich D.D., Hai Van N.T., et al. Microneedling therapy for atrophic acne scar: effectiveness and safety in Vietnamese patients // *Open Access Maced J Med Sci*. 2019. Vol. 7, N 2. P. 293–297. doi: 10.3889/oamjms.2019.098

78. Bandral M.R., Padgavankar P.H., Japatti S.R., et al. Clinical evaluation of microneedling therapy in the management of facial scar: a prospective randomized study // *J Maxillofac Oral Surg*. 2019. Vol. 18, N 4. P. 572–578. doi: 10.1007/s12663-018-1155-7

79. Konicke K., Knabel M., Olasz E. Microneedling in dermatology: a review // *Plast Surg Nurs*. 2017. Vol. 37, N 3. P. 112–115. doi: 10.1097/PSN.0000000000000197

80. Kontochristopoulos G., Platsidaki E. Chemical peels in active acne and acne scars // *Clin Dermatol*. 2017. Vol. 35, N 2. P. 179–182. doi: 10.1016/j.clindermatol.2016.10.011

81. Rana S., Mendiratta V., Chander R. Efficacy of microneedling with 70% glycolic acid peel vs microneedling alone in treatment of atrophic acne scars—A randomized controlled trial // *J Cosmet Dermatol*. 2017. Vol. 16, N 4. P. 454–459. doi: 10.1111/jocd.12377

82. Sharad J. Combination of microneedling and glycolic acid peels for the treatment of acne scars in dark skin // *J Cosmet Dermatol*. 2011. Vol. 10, N 4. P. 317–323. doi: 10.1111/j.1473-2165.2011.00583.x

83. Saadawi A.N., Esawy A.M., Kandeel A.H., El-Sayed W. Microneedling by dermapen and glycolic acid peel for the treatment of acne scars: Comparative study // *J Cosmet Dermatol*. 2019. Vol. 18, N 1. P. 107–114. doi: 10.1111/jocd.12827

84. Ali B., ElMahdy N., Elfar N.N. Microneedling (Dermapen) and Jessner's solution peeling in treatment of atrophic acne scars: a comparative randomized clinical study // *J Cosmet Laser Ther*. 2019. Vol. 21, N 6. P. 357–363. doi: 10.1080/14764172.2019.1661490

85. Hashim P.W., Levy Z., Cohen J.L., Goldenberg G. Microneedling therapy with and without platelet-rich plasma // *Cutis*. 2017. Vol. 99, N 4. P. 239–242.

86. Chang H.C., Sung C.W., Lin M.H. Combination therapy with microneedling and platelet-rich plasma for acne scarring: a systematic review and meta-analysis // *Dermatol Surg*. 2020. Vol. 46, N 8. P. 1118–1122. doi: 10.1097/DSS.0000000000002033

87. Schoenberg E., O'Connor M., Wang J.V., et al. Microneedling and PRP for acne scars: A new tool in our arsenal // *J Cosmet Dermatol*. 2020. Vol. 19, N 1. P. 112–114. doi: 10.1111/jocd.12988

88. Amer A., Elhairy S., Al-Balat W. Combined autologous platelet-rich plasma with microneedling versus microneedling with non-cross-linked hyaluronic acid in the treatment of atrophic acne scars: Split-face study // *Dermatol Ther*. 2021. Vol. 34, N 1. P. e14457. doi: 10.1111/dth.14457

89. El-Domyati M., Abdel-Wahab H., Hossam A. Microneedling combined with platelet-rich plasma or trichloroacetic acid peeling for management of acne scarring: A split-face clinical and

histologic comparison // *J Cosmet Dermatol*. 2017. Vol. 17, N 1. P. 73–83. doi: 10.1111/jocd.12459

90. El-Domyati M., Moftah N.H., Nasif G.A., et al. Amniotic fluid-derived mesenchymal stem cell products combined with microneedling for acne scars: A split-face clinical, histological, and histometric study // *J Cosmet Dermatol*. 2019. doi: 10.1111/jocd.13039

91. Bhargava S., Kumar U., Varma K. Subcision and microneedling as an inexpensive and safe combination to treat atrophic acne scars in dark skin: a prospective study of 45 patients at a Tertiary Care Center // *J Clin Aesthet Dermatol*. 2019. Vol. 12, N 8. P. 18–22.

92. Rullan P.P., Olson R., Lee K.C. A combination approach to treating acne scars in all skin types: carbolic chemical reconstruction of skin scars, blunt Bi-level cannula subcision, and microneedling: a case series // *J Clin Aesthet Dermatol*. 2020. Vol. 13, N 5. P. 19–23.

93. Biesman B.S., Cohen J.L., DiBernardo B.E., et al. Treatment of atrophic facial acne scars with microneedling followed by polymethylmethacrylate-collagen gel dermal filler // *Dermatol Surg*. 2019. Vol. 45, N 12. P. 1570–1579. doi: 10.1097/DSS.0000000000001872

94. Von Dalwig-Nolda D.F., Ablon G. Safety and effectiveness of an automated microneedling device in improving acne scarring // *J Clin Aesthet Dermatol*. 2020. Vol. 13, N 8. P. 17–22.

95. Keiran N., Ceperuelo-Mallafre V., Calvo E., et al. SUCNR1 controls an anti-inflammatory program in macrophages to regulate the

metabolic response to obesity // *Nat Immunol*. 2019. Vol. 20, N 5. P. 581–592. doi: 10.1038/s41590-019-0372-7

96. Van Diepen J.A., Robben J.H., Hooiveld G.J., et al. SUCNR1-mediated chemotaxis of macrophages aggravates obesity-induced inflammation and diabetes // *Diabetologia*. 2017. Vol. 60, N 7. P. 1304–1313. doi: 10.1007/s00125-017-4261-z

97. Mills E.L., Kelly B., Logan A., et al. Succinate dehydrogenase supports metabolic repurposing of mitochondria to drive inflammatory macrophages // *Cell*. 2016. Vol. 167, N 2. P. 457–470. doi: 10.1016/j.cell.2016.08.064

98. Maharjan A.S., Pilling D., Gomer R.H. High and low molecular weight hyaluronic acid differentially regulate human fibrocyte differentiation // *PloS One*. 2011. Vol. 6, N 10. P. e26078. doi: 10.1371/journal.pone.0026078

99. Голуб Н.Ю., Панова О.С., Гурочкина Л.П., Санчес Е.А. Применение инъекционного препарата нового поколения HYALUAL в качестве эффективного редермализирующего средства в косметологической практике // *Инъекционные методы в косметологии*. 2014. № 4. С. 160–163.

100. Trong H.N., Phuong T., Van T.N., et al. The efficacy and safety of hyaluronic acid Microinjection for skin Rejuvenation in Vietnam // *Open Access Macedon J Med Sci*. 2019. Vol. 7, N 2. P. 234–236. doi: 10.3889/oamjms.2019.059

REFERENCES

1. Goodman GJ. Treatment of acne scarring. *Inter J Dermatol*. 2011;50(10):1179–1194. doi: 10.1111/j.1365-4632.2011.05029.x

2. Kruglova LS, Gryazeva NV, Talybova AM. Post-acne symptom-complex: methods of prevention and treatment. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology*. 2020;19(5):622–629. (In Russ).

3. Snarskaya ES, Vishnevskaya OA, Ostretsova MN. Rational therapy of acne and prevention of postacne symptom. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases*. 2016;18(2):108–109. (In Russ).

4. Dorozhenok IYu, Matushenko EN. Nosogenic mental disorders in patients with acne. *Mental Disorders in General Medicine*. 2009;(2):32–36. (In Russ).

5. Asif M, Kanodia S, Singh K. Combined autologous platelet-rich plasma with microneedling verses microneedling with distilled water in the treatment of atrophic acne scars: a concurrent split-face study. *J Cosmet Dermatol*. 2016;15(4):434–443. doi: 10.1111/jocd.12207

6. O'Brien CS, Jafferany M, Carniciu S, Abdelmaksoud A. Psychodermatology of acne: psychological aspects and effects of acne vulgaris. *J Cosmet Dermatol*. 2020;20(4):1080–1083. doi: 10.1111/jocd.13765

7. Lepidoth M, Levi A. Post acne scars treatment – do picosecond lasers offer a superior non-ablative modality? *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2020;34(12):2687–2688. doi: 10.1111/jdv.17017

8. Nilforoushzadeh MA, Fakhim T, Heidari-Kharaji M, et al. Efficacy evaluation of Endolift-based Subcision on acne scar treatment. *J Cosmet Dermatol*. 2020. doi: 10.1111/jocd.13876

9. Borovaya A, Olisova O, Ruzicka T, Sardy M. Does isotretinoin therapy of acne cure or cause depression? *Inter J Dermatol*. 2013;52(9):1040–1052. doi: 10.1111/ijd.12169

10. Tan J, Thiboutot D, Gollnick H, et al. Development of an atrophic acne scar risk assessment tool. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017;31(9):1547–1554. doi: 10.1111/jdv.14325

11. Snarskaya ES. Complex therapy of aesthetic skin defects as a result of pathological fibrogenesis. *Consilium Medicum. Dermatology*. 2013;(2-3):15–20. (In Russ).

12. Dreno B, Khammari A, Orain N, et al. ECCA grading scale: an original validated acne scar grading scale for clinical practice in dermatology. *Dermatology*. 2007;214(1):46–51. doi: 10.1159/000096912

13. Achtyamov SN. Practical Dermatocosmetology. Acne, postacne scars and acne-like dermatoses. Moscow: Medicine; 2010. (In Russ).

14. Araviiskaya ER, Sokolovsky EV., eds. Guide to Dermatocosmetology. Saint Petersburg: Foliant; 2008. (In Russ).

15. Snarskaya ES, Kryazheva SS. Epigallokatechin-3-gallate (Egalohit) in the correction complex of postacne symptoms. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases*. 2010;13(6):46–50. (In Russ).

16. Olisova OYu, Andreeva EV. Once more about hyperpigmentation. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases*. 2014;17(2):20–24. (In Russ).

17. Tan JK, Tang J, Fung K, et al. Development and validation of a comprehensive acne severity scale. *J Cutan Med Surg*. 2007;11(6):211–216. doi: 10.2310/7750.2007.00037

18. Layton A. The use of isotretinoin in acne. *Dermatoendocrinol*. 2009;1(3):162–169. doi: 10.4161/derm.1.3.9364

19. Szabo K, Kemeny L. Studying the genetic predisposing factors in the pathogenesis of acne vulgaris. *Human Immunol*. 2011;72(9):766–773. doi: 10.1016/j.humimm.2011.05.012

20. Lichtenberger R, Simpson MA, Smith C, et al. Genetic architecture of acne vulgaris. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017;31(12):1978–1990. doi: 10.1111/jdv.14385

21. Golousenko IYu. Acne in women: etiological and pathogenetic mechanisms, diagnosis and treatment [dissertation abstract]. Moscow; 2014. (In Russ).

22. Nast A, Dreno B, Bettoli V, et al.; European Dermatology Forum. European evidence-based (S3) guidelines for the treatment of acne. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2012;26(Suppl 1):1–29. doi: 10.1111/j.1468-3083.2011.04374.x

23. Tolstaya AI. Combined method of treatment and rehabilitation of patients with papulopustular acne and atrophic post-acne scars [dissertation abstract]. Moscow; 2013. (In Russ).
24. Perlamutrov YuN, Olkhovskaya KB, Lyapon AO. Acne therapy in adolescent children. *Vestnik dermatologii i kosmetologii*. 2018;94(6):60–66. (In Russ).
25. Shavlovskaya OA. Therapy of asthenia and associated conditions with vitamin and mineral supplements. *Medical Council. Russian Journal*. 2015;(17):55–61. (In Russ). doi: 10.21518/2079-701X-2015-17-55-61
26. Halvorsen JA, Stern RS, Dalgard F, et al. Suicidal ideation, mental health problems, and social impairment are increased in adolescents with acne: a population-based study. *J Invest Dermatol*. 2011;131(2):363–370. doi: 10.1038/jid.2010.264
27. Tasoula E, Gregoriou S, Chalikias J, et al. The impact of acne vulgaris on quality of life and psychic health in young adolescents in Greece. Results of a population survey. *An Bras Dermatol*. 2012;87(6):862–869. doi: 10.1590/s0365-05962012000600007
28. Schrom K, Nagy T, Mostow E. Depression screening using health questionnaires in patients receiving oral isotretinoin for acne vulgaris. *J Am Acad Dermatol*. 2016;75(1):237–239. doi: 10.1016/j.jaad.2016.02.1148
29. Kang L, Liu J, An R, et al. Depression in patients with facial acne vulgaris and the influential factors. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2015;40(10):1115–1120. doi: 10.11817/j.issn.1672-7347.2015.10.010
30. Zhiltsova EE, Ermoshina NP. Psychosomatic aspects quality life in patients with acne. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2016;6(S1):79–81. (In Russ).
31. Muzychenko HP, Kachuk MV. Features psychosomatic patients with acneiform dermatoses. *ARS MEDICA*. 2014;25(1):67–72. (In Russ).
32. Nguyen CM, Beroukhim K, Danesh MJ, et al. The psychosocial impact of acne, vitiligo, and psoriasis: a review. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2016;9:383–392. doi: 10.2147/CCID.S76088
33. Kungurov NV, Zilberberg NV, Tolstaya AI, Kokhan MM. Pathogenetic and clinical basis of the effectiveness of combination therapy in patients with acne and post-acne. *Lechashiy vrach*. 2013;(10):24–28. (In Russ).
34. Eming SA, Martin P, Tomic-Canic M. Wound repair and regeneration: mechanisms, signaling, and translation. *Sci Transl Med*. 2014;6(265):265sr6. doi: 10.1126/scitranslmed.3009337
35. Strong AL, Neumeister MW, Levi B. Stem cells and tissue engineering: regeneration of the skin and its contents. *Clin Plast Surg*. 2017;44(3):635–650. doi: 10.1016/j.cps.2017.02.020
36. Suskova VS, Pinson IYa, Olisova OYu. Immunopathological mechanisms of psoriasis. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology*. 2006;4(1):68–70. (In Russ).
37. Olisova OYu, Teplyuk NP, Pinegin VB. Modern methods of psoriasis treatment. *Russian Journal of Medicine*. 2015;(9):483–486. (In Russ).
38. Fabbrocini G, Annunziata MC, D'Arco V, et al. Acne scars: pathogenesis, classification and treatment. *Dermatol Res Pract*. 2010;2010:893080. doi: 10.1155/2010/893080
39. Portou MJ, Baker D, Abraham D, Tsui J. The innate immune system, toll-like receptors and dermal wound healing: A review. *Vascul Pharmacol*. 2015;71:31–36. doi: 10.1016/j.vph.2015.02.007
40. Roupe KM, Nybo M, Sjobring U, et al. Injury is a major inducer of epidermal innate immune responses during wound healing. *J Invest Dermatol*. 2010;130(4):1167–1177. doi: 10.1038/jid.2009.284
41. Huang C, Ogawa R. Pharmacological treatment for keloids. *Exp Opin Pharmacother*. 2013;14(15):2087–2100. doi: 10.1517/14656566.2013.826651
42. Kruglova LS, Stenko AG, Shmatova AA. On the issue of correction of hypertrophic and keloid cicatricial deformities. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology*. 2012;15(6):46–54. (In Russ).
43. Orekhova EM, Konchugova TV, Lukiyanova TV, et al. Application of the drug Longidaza 3000ME for diseases accompanied by pathology of connective tissue: a guide for doctors. Moscow; 2008. (In Russ).
44. Stoddard MA, Herrmann J, Moy L, Moy R. Improvement of atrophic acne scars in skin of color using topical synthetic Epidermal Growth Factor (EGF) serum: a pilot study. *J Drugs Dermatol*. 2017;16(4):322–326.
45. Wang HB, Fang Y, Yu WR. [Advancement in the research of fractional carbon dioxide laser in treating burn scars. (In Chinese)]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2012;28(6):465–467.
46. Gafarov TYu, Enikeev DA, Idrisova LT, et al. Simulation of atrophic cicatricial skin defect in laboratory animals. *Advances in current natural sciences. Russian Journal*. 2013;(6):28–42. (In Russ).
47. Techieva SG. Combined use of placenta extract phoresis and laser technology in the correction of atrophic scars [dissertation abstract]. Moscow; 2016. (In Russ).
48. Fisenko GI. Correction of cicatricial changes in the skin of the face by the method of early repeated dermabrasion [dissertation abstract]. Moscow; 2005. (In Russ).
49. Jacob CI, Dover JS, Kaminer MS. Acne scarring: a classification system and review of treatment options. *J Am Acad Dermatol*. 2001;45(1):109–117. doi: 10.1067/mjd.2001.113451
50. Goodman GJ, Baron JA. Postacne scarring – a quantitative global scarring grading system. *J Cosmetic Dermatol*. 2006;5(1):48–52. doi: 10.1111/j.1473-2165.2006.00222.x
51. Dreno B, Tan J, Rivier M, et al. Adapalene 0.1%/benzoyl peroxide 2.5% gel reduces the risk of atrophic scar formation in moderate inflammatory acne: a split-face randomized controlled trial. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2017;31(4):737–742. doi: 10.1111/jdv.14026
52. Tolstaya AI. Post-acne scars: pathogenesis, types, methods of correction. *Cosmetic International*. 2011;(1):89–94. (In Russ).
53. Kang S, Lozada VT, Bettoli V, et al. New atrophic acne scar classification: reliability of assessments based on size, shape, and number. *J Drugs Dermatol*. 2016;15(6):693–702.
54. Fabbrocini G, De Vita V, Pastore F, et al. Collagen induction therapy for the treatment of upper lip wrinkles. *J Dermatol Treat*. 2012;23(2):144–152. doi: 10.3109/09546634.2010.544709
55. Sobanko JF, Alster TS. Management of acne scarring, part I: a comparative review of laser surgical approaches. *Am J Clin Dermatol*. 2012;13(5):319–330. doi: 10.2165/11598910-000000000-00000
56. Harth Y, Eiman M, Ackerman E, Frank I. Depressed acne scars – effective, minimal downtime treatment with a novel smooth motion non-insulated microneedle radiofrequency technology. *J Cosmet Dermatol Sci Applic*. 2014;4(3):212–218. doi: 10.4236/jcdsa.2014.43029
57. Snarskaya ES, Korneva LV, Kryazheva SS. Combined therapy of cicatricial changes in the skin using enzymatic drugs. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology*. 2012;15(2):28–32. (In Russ).

58. Flaks GA, Taganov VV, Gladko VV, et al. Comparative assessment of different treatments for keloid and hypertrophic scars. *Experimental and Clinical Dermatocosmetology. Russian Journal*. 2012;(3):43–46. (In Russ).
59. Iriarte C, Awosika O, Rengifo-Pardo M, Ehrlich A. Review of applications of microneedling in dermatology. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2017;10:289–298. doi: 10.2147/CCID.S142450
60. Aust M, Walezko N. [Acne scars and striae distensae: Effective treatment with medical skin needling. (In German)]. *Hautarzt*. 2015;66(10):748–752. doi: 10.1007/s00105-015-3662-5
61. Boen M, Jacob C. A review and update of treatment options using the acne scar classification system. *Dermatol Surg*. 2019;45(3):411–422. doi: 10.1097/DSS.0000000000001765
62. Ibrahim MK, Ibrahim SM, Salem AM. Skin microneedling plus platelet-rich plasma versus skin microneedling alone in the treatment of atrophic post acne scars: a split face comparative study. *J Dermatol Treat*. 2017;29(3):281–286. doi: 10.1080/09546634.2017.1365111
63. Yang D, Chen M, Sun Y, et al. Microneedle-mediated transdermal drug delivery for treating diverse skin diseases. *Acta Biomater*. 2020;121:119–133. doi: 10.1016/j.actbio.2020.12.004
64. Villani A, Annunziata MC, Luciano MA, Fabbrocini G. Skin needling for the treatment of acne scarring: a comprehensive review. *J Cosmet Dermatol*. 2020;19(9):2174–2181. doi: 10.1111/jocd.13577
65. Singh A, Yadav S. Microneedling: Advances and widening horizons. *Indian Dermatol Online J*. 2016;7(4):244–254. doi: 10.4103/2229-5178.185468
66. Park JY, Lee EG, Yoon MS, Lee HJ. The efficacy and safety of combined microneedle fractional radiofrequency and subablative fractional radiofrequency for acne scars in Asian skin. *J Cosmet Dermatol*. 2015;15(2):102–107. doi: 10.1111/jocd.12195
67. Alessa D, Bloom JD. Microneedling options for skin rejuvenation, including non-temperature-controlled fractional microneedle radiofrequency treatments. *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2020;28(1):1–7. doi: 10.1016/j.fsc.2019.09.001
68. Pathania V, Oberoi B, Bhatt S, Shankar P. Sindle-handed vampire facial: combining microneedling with platelet-rich plasma for single-hand use. *J Am Acad Dermatol*. 2021;84(2):e77–78. doi: 10.1016/j.jaad.2019.08.013
69. Alster TS, Graham PM. Microneedling: a review and practical guide. *Dermatol Surg*. 2018;44(3):397–404. doi: 10.1097/DSS.0000000000001248
70. Taub AF. The treatment of acne scars, a 30-year journey. *Am J Clin Dermatol*. 2019;20(5):683–690. doi: 10.1007/s40257-019-00451-9
71. Bhargava S, Cunha PR, Lee J, Kroumpouzou G. Acne scarring management: systematic review and evaluation of the evidence. *Am J Clin Dermatol*. 2018;19(4):459–477. doi: 10.1007/s40257-018-0358-5
72. Alster TS, Li MK. Microneedling of scars: a large prospective study with long-term follow-up. *Plast Reconstr Surg*. 2020;145(2):358–364. doi: 10.1097/PRS.0000000000006462
73. Olisova OYu, Vladimirova EV, Babushkin AM. The skin and the sun. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases*. 2012;15(6):57–62. (In Russ).
74. Al Qarqaz F, Al-Yousef A. Skin microneedling for acne scars associated with pigmentation in patients with dark skin. *J Cosmet Dermatol*. 2018;17(3):390–395. doi: 10.1111/jocd.12520
75. Dogra S, Yadav S, Sarangal R. Microneedling for acne scars in Asian skin type: an effective low cost treatment modality. *J Cosmet Dermatol*. 2014;13(3):180–187. doi: 10.1111/jocd.12095
76. Moftah NH, El Khayyat MA, Ragai MH, Alaa H. Carboxy-therapy versus skin microneedling in treatment of atrophic postacne scars: a comparative clinical, histopathological, and histometrical study. *Dermatol Surg*. 2018;44(10):1332–1341. doi: 10.1097/DSS.0000000000001560
77. Minh PP, Bich DD, Hai Van NT, et al. Microneedling therapy for atrophic acne scar: effectiveness and safety in Vietnamese patients. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019;7(2):293–297. doi: 10.3889/oamjms.2019.098
78. Bandral MR, Padgavankar PH, Japatti SR, et al. Clinical evaluation of microneedling therapy in the management of facial scar: a prospective randomized study. *J Maxillofac Oral Surg*. 2019;18(4):572–578. doi: 10.1007/s12663-018-1155-7
79. Konicke K, Knabel M, Olasz E. Microneedling in dermatology: a review. *Plast Surg Nurs*. 2017;37(3):112–115. doi: 10.1097/PSN.0000000000000197
80. Kontochristopoulos G, Platsidaki E. Chemical peels in active acne and acne scars. *Clin Dermatol*. 2017;35(2):179–182. doi: 10.1016/j.clindermatol.2016.10.011
81. Rana S, Mendiratta V, Chander R. Efficacy of microneedling with 70% glycolic acid peel vs microneedling alone in treatment of atrophic acne scars-A randomized controlled trial. *J Cosmet Dermatol*. 2017;16(4):454–459. doi: 10.1111/jocd.12377
82. Sharad J. Combination of microneedling and glycolic acid peels for the treatment of acne scars in dark skin. *J Cosmet Dermatol*. 2011;10(4):317–323. doi: 10.1111/j.1473-2165.2011.00583.x
83. Saadawi AN, Esawy AM, Kandeel AH, El-Sayed W. Microneedling by dermapen and glycolic acid peel for the treatment of acne scars: Comparative study. *J Cosmet Dermatol*. 2019;18(1):107–114. doi: 10.1111/jocd.12827
84. Ali B, ElMahdy N, Elfar NN. Microneedling (Dermapen) and Jessner's solution peeling in treatment of atrophic acne scars: a comparative randomized clinical study. *J Cosmet Laser Ther*. 2019;21(6):357–363. doi: 10.1080/14764172.2019.1661490
85. Hashim PW, Levy Z, Cohen JL, Goldenberg G. Microneedling therapy with and without platelet-rich plasma. *Cutis*. 2017;99(4):239–242.
86. Chang HC, Sung CW, Lin MH. Combination therapy with microneedling and platelet-rich plasma for acne scarring: a systematic review and meta-analysis. *Dermatol Surg*. 2020;46(8):1118–1122. doi: 10.1097/DSS.0000000000002033
87. Schoenberg E, O'Connor M, Wang JV, et al. Microneedling and PRP for acne scars: A new tool in our arsenal. *J Cosmet Dermatol*. 2020;19(1):112–114. doi: 10.1111/jocd.12988
88. Amer A, Elhariry S, Al-Balat W. Combined autologous platelet-rich plasma with microneedling versus microneedling with non-cross-linked hyaluronic acid in the treatment of atrophic acne scars: Split-face study. *Dermatol Ther*. 2021;34(1):e14457. doi: 10.1111/dth.14457
89. El-Domyati M, Abdel-Wahab H, Hossam A. Microneedling combined with platelet-rich plasma or trichloroacetic acid peeling for management of acne scarring: A split-face clinical and histologic comparison. *J Cosmet Dermatol*. 2017;17(1):73–83. doi: 10.1111/jocd.12459
90. El-Domyati M, Moftah NH, Nasif GA, et al. Amniotic fluid-derived mesenchymal stem cell products combined with microneedling for acne scars: A split-face clinical, histological, and histometric study. *J Cosmet Dermatol*. 2019. doi: 10.1111/jocd.13039

91. Bhargava S, Kumar U, Varma K. Subcision and microneedling as an inexpensive and safe combination to treat atrophic acne scars in dark skin: a prospective study of 45 patients at a Tertiary Care Center. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2019;12(8):18–22.
92. Rullan PP, Olson R, Lee KC. A combination approach to treating acne scars in all skin types: carbolic chemical reconstruction of skin scars, blunt Bi-level cannula subcision, and microneedling: a case series. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2020;13(5):19–23.
93. Biesman BS, Cohen JL, DiBernardo BE, et al. Treatment of atrophic facial acne scars with microneedling followed by polymethylmethacrylate-collagen gel dermal filler. *Dermatol Surg*. 2019;45(12):1570–1579. doi: 10.1097/DSS.0000000000001872
94. Von Dalwig-Nolda DF, Ablon G. Safety and effectiveness of an automated microneedling device in improving acne scarring. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2020;13(8):17–22.
95. Keiran N, Ceperuelo-Mallafre V, Calvo E, et al. SUCNR1 controls an anti-inflammatory program in macrophages to regulate the metabolic response to obesity. *Nat Immunol*. 2019;20(5):581–592. doi: 10.1038/s41590-019-0372-7
96. Van Diepen JA, Robben JH, Hooiveld GJ, et al. SUCNR1-mediated chemotaxis of macrophages aggravates obesity-induced inflammation and diabetes. *Diabetologia*. 2017;60(7):1304–1313. doi: 10.1007/s00125-017-4261-z
97. Mills EL, Kelly B, Logan A, et al. Succinate dehydrogenase supports metabolic repurposing of mitochondria to drive inflammatory macrophages. *Cell*. 2016;167(2):457–470. doi: 10.1016/j.cell.2016.08.064
98. Maharjan AS, Pilling D, Gomer RH. High and low molecular weight hyaluronic acid differentially regulate human fibrocyte differentiation. *PLoS One*. 2011;6(10):e26078. doi: 10.1371/journal.pone.0026078
99. Golub NYu, Panova OS, Gurochikina LP, Sanches EA. Application of the new generation injection preparation HYALUAL as an effective redermalizing agent in cosmetology practice. *Injection Methods in Cosmetology. Russian Journal*. 2014;(4):160–163. (In Russ).
100. Trong HN, Phuong T, Van TN, et al. The efficacy and safety of hyaluronic acid Microinjection for skin Rejuvenation in Vietnam. *Open Access Macedon J Med Sci*. 2019;7(2):234–236. doi: 10.3889/oamjms.2019.059

ОБ АВТОРАХ

* **Быканов Александр Сергеевич**, аспирант;
адрес: Российская Федерация, 119992, Москва,
ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2;
e-mail: doctor.bykanov@mail.ru

Снарская Елена Сергеевна, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7968-7663>;
eLibrary SPIN: 3785-7859;
e-mail: snarskaya-dok@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку

AUTHORS INFO

* **Aleksandr S. Bykanov**, Graduate Student;
address: 8-2, Trubetskaya street, Moscow, 119992, Russia;
e-mail: doctor.bykanov@mail.ru

Elena S. Snarskaya, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7968-7663>;
eLibrary SPIN: 3785-7859;
e-mail: snarskaya-dok@mail.ru

* The author responsible for the correspondence