

Микробиом кожи при акне и роль дерматокосметики в комплексном лечении (обзор литературы)

А. С. Круглова, Н. В. Грязева, Е. Д. Вербовая

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва

РЕЗЮМЕ

При акне микробный дисбаланс, по сравнению с нормальным распределением в здоровых тканях, предположительно, участвует в патофизиологии воспалительного акне. Расширенное метагеномное секвенирование показало, что микробиота кожи у пациентов с акне отличается от микробиоты людей без акне на уровне вирулентно-специфической линии. Приобретенные последовательности ДНК и бактериальные иммунные элементы могут участвовать в вирулентности штаммов *C. acnes*. Штаммы, связанные с акне, продуцируют значительно более высокие уровни провоспалительных метаболитов, порфиринов, которые генерируют активные формы кислорода и вызывают воспаление в кератиноцитах. В свете этих данных восстановление микробиома кожи при акне является одной из основных задач терапии. Специализированная косметика, позволяющая восстанавливать микробиоценоз кожи, является патогенетически обоснованной опцией комплексного лечения пациентов с акне. Для решения этой проблемы учеными лаборатории La Roche-Posay была создана инновационная гамма средств EFFACLAR H ISO-BIOME. Средства эффективно уменьшают все побочные эффекты, вызванные применением топических и системных лекарственных средств, а также нормализуют микробиом кожи за счет активации роста комменсальных микроорганизмов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: акне, микробиом, *Cutibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, специализированная косметика, EFFACLAR H ISO-BIOME.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Skin microbiome in acne and role of dermatocosmetics in complex treatment (literature review)

L. S. Kruglova, N. V. Gryazeva, E. D. Verbovaya

Central State Medical Academy, Moscow, Russia

SUMMARY

In acne, a microbial imbalance compared to a normal distribution in healthy tissues is thought to be involved in the pathophysiology of inflammatory acne. Extended metagenomic sequencing has shown that the skin microbiota of acne patients differs from the microbiota of people without acne at the level of a virulent-specific lineage. Acquired DNA sequences and bacterial immune elements may be involved in the virulence of *C. acnes* strains. Acne-associated strains produce significantly higher levels of pro-inflammatory metabolites, porphyrins, which generate reactive oxygen species and induce inflammation in keratinocytes. In light of these data, restoration of the skin microbiome in acne is one of the main goals of therapy. Specialized cosmetics that allow restoring skin microbiocenosis is a pathogenetically substantiated option for the complex treatment of patients with acne. To solve this problem, the scientists of the laboratory of La Roche-Posay have created an innovative range of products EFFACLAR H ISO-BIOME. The products effectively reduce all side effects caused by the use of topical and systemic drugs, and also normalize the skin microbiome by activating the growth of commensal microorganisms.

KEYWORDS: acne, microbiome, *Cutibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, specialized cosmetics, EFFACLAR H ISO-BIOME.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Актуальность проблематики

Микробиом (микробиота) представляет собой разнообразие уникальных микроорганизмов, живущих в различных нишах или экосистемах (кожа, кишечник, гепатобилиарная система, бронхолегочная система и другие) организма человека. Состав микробиоты кожи отличается по видовому разнообразию в зависимости от среды обитания: на «сухих» участках кожи – один микробиом, в жирной зоне – другой, на участках с волосатым покровом – третий. При этом состав экосистемы и количество микроорганизмов на коже сильно различается у представителей разных этнических групп, возрастных категорий и даже профессий. Функции микробиоты кожи заключаются в поддержании барьерной функции и защите от патогенов и агрессивных экспозом-факторов. Некоторые микроорганизмы вырабатывают антиоксиданты и защищают клетки кожного покрова от негативного воздействия свободных радикалов и оксидативного стресса.

Представители микробиоты кожи делятся на резидентные (постоянные, комменсальные) и транзиторные (временные). На поверхности кожи человека обитает порядка тысячи миллиардов микроорганизмов, при этом комменсальные микроорганизмы сдерживают условно патогенные и патогенные, тем самым создавая баланс микробиоты. Резидентные микроорганизмы способны к быстрому самостоятельному восстановлению и включают непатогенные коринебактерии, стафилококки, микрококки. Транзиторные микроорганизмы при нарушении резидентной популяции могут занять их место – это патогенные или условно патогенные бактерии, золотистый стафилококк, плесневые грибы, грибы рода *Candida*, сарцины. Нарушение экосистемы с развитием дисбаланса в качественном и количественном составе микробиоты запускает механизмы развития ряда хронических кожных заболеваний, например акне, экземы, розацеа, атопического и себорейного дерматита, а также аллергических и инфекционных дерматозов.

Акне (*acne*) – полиэтиологическое хроническое воспалительное заболевание сально-волосяного аппарата кожи, проявляющееся открытыми или закрытыми комедонами и воспалительными поражениями в виде папул, пустул, узлов [1]. Патогенез акне является многофакторным и включает повышенную чувствительность рецепторов сальной железы к андрогенам, нарушение качественного и количественного состава кожного сала, нарушение кератинизации, воспаление со стимуляцией механизмов приобретенного иммунитета и врожденной иммунной системы с задействованием нескольких путей, включая колонизацию бактериями *Cutibacterium acnes* (*C. acnes*) [2]. Колонизация кожи *C. acnes* – представителя нормальной микрофлоры сально-волосяных фолликулов человека – напрямую связана с акне из-за влияния бактерии на липогенез, образование комедонов и воспаление [3, 4]. И хотя связь между *C. acnes* и акне доказана и описана во многих исследованиях, гораздо меньше исследований посвящено бактериальный составу микробиоты кожи пациентов с акне [5–7].

Микробиом при акне

Понимание роли микробиома кожи в развитии акне было получено путем характеристики кожных бактерий с одинаковым уровнем разнообразия независимо от того, были ли извлечены методом отбора пробы бактерий, расположенных на поверхности кожи или в фолликуле [8]. Так, по данным ряда исследований, в результате секвенирования гена *16s* рРНК было обнаружено, что *C. acnes* и *Staphylococcus epidermidis* (*S. epidermidis*) преобладают в образцах кожи у пациентов с акне [9]. Имеются данные о значительных изменениях в относительной численности (в процентах) нескольких видов бактерий, в частности *Cutibacterium granulosum* (*C. granulosum*). Как часть микробиоты кожи *C. granulosum* обнаруживается в областях, богатых кожным салом и конкурирует с *C. acnes* за получение питательных веществ и может играть роль в поддержании нормального кожного барьера, предотвращая рост потенциальных патогенов. В то же время имеются данные, что *S. epidermidis* контролирует пролиферацию *C. acnes* за счет высвобождения янтарной кислоты, продукта ферментации жирных кислот, которая блокирует поверхностные Toll-подобные рецепторы (TLR) кератиноцитов и фактора некроза опухоли, что подавляет *C. acnes*-индуцированный IL-6 рост [10].

Таким образом, при акне резидентный микробиом включает *Cutibacterium acnes* и *Staphylococcus epidermidis*, тогда как временный микробиом включает *Staphylococcus aureus* [4]. Микробный дисбаланс, по сравнению с нормальным распределением в здоровых тканях, предположительно, участвует в патофизиологии воспалительного акне [11].

Хотя *C. acnes* является основным комменсалом нормальной флоры кожи лица, она также вносит свой вклад в патогенез акне [12]. Однако, в отличие от прежних представлений, акне может быть не связано с чрезмерным распространением *C. acnes* [13]. Действительно, нагрузка *C. acnes* [14] и относительная численность *C. acnes*, о которых сообщалось в метагеномных исследованиях, были обнаружены с одинаковой частотой у пациентов с акне и здоровых людей [15]. Вместо этого потеря микробного разнообразия и потеря баланса между филотипами *C. acnes*, по-видимому, играют роль в возникновении акне.

Несколько недавних исследований показали, что тяжесть акне также связана с утратой разнообразия штаммов *C. acnes* [16]. Акне может быть вызвано определенным штаммом *C. acnes*, включая связанный с акне филотип IA1, который преобладает при акне на лице и, вероятно, усиливается в гиперсеборейной среде. В зависимости от метода молекулярной характеристики, филотип IA1 может также называться клональным комплексом CC18, или SLST-типом A1 [17]. При этом расширенное метагеномное секвенирование показало, что микробиота кожи у пациентов с акне отличается от микробиоты людей без акне на уровне вирулентно-специфической линии [4]. Приобретенные последовательности ДНК и бактериальные иммунные элементы могут участвовать в вирулентности штаммов *C. acnes* [18].

Напротив, потеря разнообразия филотипов не может объяснить различия, наблюдаемые между акне у подростков и взрослых, а также различия, наблюдаемые между степенями тяжести акне. Согласно недавнему исследованию, акне у взрослых женщин не связаны с конкретным типом *C. acnes* [19]. Более того, частота встречаемости *C. acnes* одинакова среди взрослых женщин и подростков, что позволяет предположить, что различия в акне между этими двумя фенотипами акне, скорее всего, связаны с немикробными факторами, такими как гормональные изменения, стимуляция врожденного иммунитета или факторы окружающей среды [19]. Что касается степени тяжести акне, не было обнаружено значительных различий в распределении штаммов акне между пациентами с легкой и тяжелой формами акне [20].

Утрата разнообразия филотипов *C. acnes* также действует как пусковой механизм для активации врожденной иммунной системы и кожного воспаления при акне. Действительно, было показано, что инкубация кожного эксплантата только с филотипом IA1 приводит к усилению регуляции маркеров врожденного иммунитета (интерлейкина [IL] -6, IL-8, IL-10, IL-17) по сравнению с инкубацией с сочетанием филотипов IA1 + II + III [21]. Напротив, восстановление разнообразия микробиома купирует воспаление за счет подавления активации врожденного иммунитета [21].

Наконец, штаммы *C. acnes* по-разному модулируют CD4⁺ – Т-клеточные ответы, приводя к образованию Т-хелперных (Th) –17 клеток, которые могут вносить вклад в патогенез акне (IL-17 / интерферон [IFN] -гамма – продуцент) [22].

Сравнительный анализ генома показал, что штаммы, связанные с акне, несут гены экстравирулентности по сравнению со штаммами того же филотипа, которые действуют как комменсалы кожи. Кроме того, штаммы, связанные с акне, продуцируют значительно более высокие уровни провоспалительных метаболитов, порфиринов, которые генерируют активные формы кислорода и вызывают воспаление в кератиноцитах [23]. Наконец, было обнаружено, что *C. acnes* типов IA и IB индуцируют более высокие уровни продукции человеческого антимикробного пептида (АМФ) β-дефенсина 2 (hBD2) из культивированных себоцитов и проявляют более высокие уровни липазной активности, чем изолят типа II [24].

Последние данные показывают, что *S. epidermidis* и *C. acnes* взаимодействуют и имеют решающее значение для регуляции гомеостаза кожи [6]. *S. epidermidis* может подавлять рост *C. acnes* и воспаление, вызванное *C. acnes* [25]. *S. epidermidis*

контролирует распространение *C. acnes*, способствуя ферментации глицерина, вырабатываемого кожей, и высвобождая янтарную кислоту, продукт ферментации жирных кислот [26]. Противовоспалительные эффекты *S. epidermidis* опосредуются липотейхоевой кислотой, которая ингибирует продукцию Toll-подобного рецептора (TLR) – 2. Таким образом, *S. epidermidis* может подавлять индуцированную *C. acnes* продукцию IL-6 и фактора некроза опухоли (TNF) -альфа кератиноцитами [25]. Напротив, *C. acnes*, находящиеся в волосяных фолликулах, подавляют развитие *S. epidermidis*, поддерживая кислый pH волосистых фолликулов, гидролизуя триглицериды кожного сала и секретируя пропионовую кислоту [27]. Как показано Wang *et al.*, инкубация *C. acnes* в буфере с pH 5,5 не влияет на ее выживаемость.

Наконец, *Malassezia*, грибок, наиболее часто встречающийся на коже лица, может быть причиной рефрактерных акне. Его липаза в 100 раз активнее, чем у *C. acnes*, и она может привлекать нейтрофилы и способствовать высвобождению провоспалительных цитокинов из моноцитов и кератиноцитов. Однако его точную роль в патофизиологии акне еще предстоит изучить.

Таким образом, понимание генетического и фенотипического разнообразия штаммов *C. acnes* и участия других видов бактерий в патогенезе акне позволяет предположить, что может оказаться целесообразным разработать индивидуализированные методы лечения акне, нацеленные на патогенные штаммы и не затрагивающие комменсальные штаммы. Такие дополнительные методы лечения, влияющие на модификацию микробиома, могут сформировать новое поколение «экобиологических» противовоспалительных методов лечения акне.

Дерматокосметика в коррекции нарушений микробиома кожи при акне

Современные клинические рекомендации по лечению акне включают обязательное применение специализированной дерматокосметики, включая бережное очищение и уход. И именно средства дерматокосметики на сегодняшний день могут быть инструментом влияния на измененный микробиом.

Первые исследования по изучению влияния дерматокосметических средств на микробиом кожи касаются линейки EFFACLAR DUO (+), которая позволяет воздействовать на все звенья патогенеза акне и предотвращает появле-

ние постакне. EFFACLAR DUO (+), обладая комплексной формулой с широким спектром действия, обеспечивает кератолитическое действие за счет LHA липогидроксикислоты, эффективность которой в семь раз выше, чем бета- и альфа-гидроксикислоты, при лучшей переносимости (в два раза выше), чем у альфа-гидроксикислот. Противовоспалительное действие обеспечивает Ниацинамид, нейтрализуя медиаторы воспаления. EFFACLAR DUO (+) предотвращает появление поствоспалительной гиперпигментации благодаря инновационному запатентованному компоненту Procerad, оказывающему выраженное противовоспалительное и ингибирующее синтез меланина действие. Антибактериальным действием, регулирующим пролиферацию *C. acnes* и *Pityrosporum ovale* обладает пироктон оламин. Себорегулирующее действие обеспечивает пидолат цинка, ингибируя 5-альфа редуктазу, а нормализует состав кожного сала линолевая кислота. EFFACLAR DUO (+) положительно влияет на микробиом кожи. В комплексном уходе он может сочетаться с EFFACLAR GEL Очищающим пенящимся гелем для жирной кожи или с EFFACLAR Микроотшелушивающим очищающим гелем.

Влияние на микробиом кожи было показано в двойном слепом рандомизированном исследовании [17] с участием 26 пациентов в возрасте 24 (± 6) лет с акне легкой и средней степени тяжести, которые использовали EFFACLAR DUO (+) раз в день 28 дней. Было доказано, что при его использовании доказано уменьшаются проявления заболевания, а также нормализуется микробиом кожи. Количество стафилококков у пациентов с воспалительным акне уменьшилось с 33 до 26%, у пациентов с ретенционным акне – с 32 до 20% (рис. 1).

Современные препараты терапии акне высокоэффективны, однако в ряде случаев имеют побочные эффекты и влияют как на кожный барьер, так и микробиом. У многих пациентов на фоне терапии появляется сухость кожи и раздражение, а также снижается уровень основных комменсальных бактерий и увеличивается количество золотистого стафилококка. Эти побочные эффекты могут значительно снизить эффективность и переносимость основной терапии. Для решения этой проблемы учеными лаборатории La Roche-Posay была создана инновационная гамма средств EFFACLAR H ISO-BIOME. Средства эффективно уменьшают все побочные эффекты, вызванные применением

топических и системных лекарственных средств, а также нормализуют микробиом кожи за счет активации роста комменсальных микроорганизмов [6].

Состав ультрауспокаивающего восстанавливающего ухода EFFACLAR H ISO-BIOME сбалансирован и отвечает потребностям раздраженной и пересушенной кожи с акне. Восстанавливает микробиом уже известный компонент AQUA POSAE FILIFORMIS. Его действие усиливает новый ингредиент, снижающий вирулентность *C. acnes* – экстракт аннато. EFFACLAR H ISO-BIOME успокаивает, увлажняет, уменьшает воспаление и восстанавли-

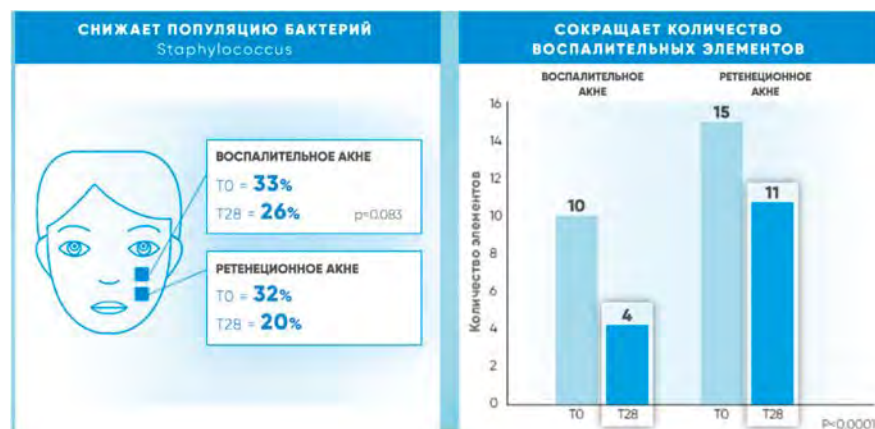


Рисунок 1. Эффективность EFFACLAR DUO (+) у пациентов с легкой и средней степенью тяжести.

ваит кожный барьер за счет термальной воды La Roche-Posay, Ниацинамида, витамина B₅, сквалана и глицерина, а также предотвращает появление поствоспалительной гиперпигментации за счет ингредиента Procerad. Комплексный состав обеспечивает высокую эффективность, подтвержденную дерматологами и пациентами.

- EFFACLAR H ISO-BIOME Ультра Успокаивающий Восстанавливающий Уход Против Несовершенств. Четыре протестированных штамма являются комменсальными штаммами здоровой кожи. При T0 концентрации штаммов имитируют микробиом сухой кожи. Формула с содержанием 0,001 % нормализует рост бактериальных штаммов *S. epidermidis* и *C. acnes* через 24 и 48 часов использования EFFACLAR H ISO-BIOME. *In vitro* EFFACLAR H ISO-BIOME оказывает пребиотическое действие на бактериальный микробиом – стимулирует рост комменсальных бактерий, ослабленный лечением. EFFACLAR H ISO-BIOME оказывает пребиотическое действие, активируя рост комменсальных микроорганизмов через 24 и 48 часов, что было продемонстрировано на четырех комменсальных штаммах здоровой кожи. При этом при начальном измерении (в точке 0) концентрация штаммов имитировала микробиом сухой кожи (рис. 2) Проводилось совместное культивирование четырех штаммов бактерий, выбранных для имитации микробиома сухой кожи: *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus epidermidis*, *Cutibacterium acnes*, *Corynebacterium xerosis*. Протестированная формула: Крем ISO-BIOME в концентрации 0,001, 0,010 и 0,100% в минимальной питательной среде.

- Отрицательный контроль: отсутствие роста.
- Второй положительный контроль: оптимальная среда, обеспечивающая оптимальный рост; минимальная среда, позволяющая штаммам выживать.
- Оценка: рост бактерий различных штаммов через 24 и 48 часов.

В еще одном исследовании принимали участие 44 пациента в возрасте от 12 до 41 года с различной степенью

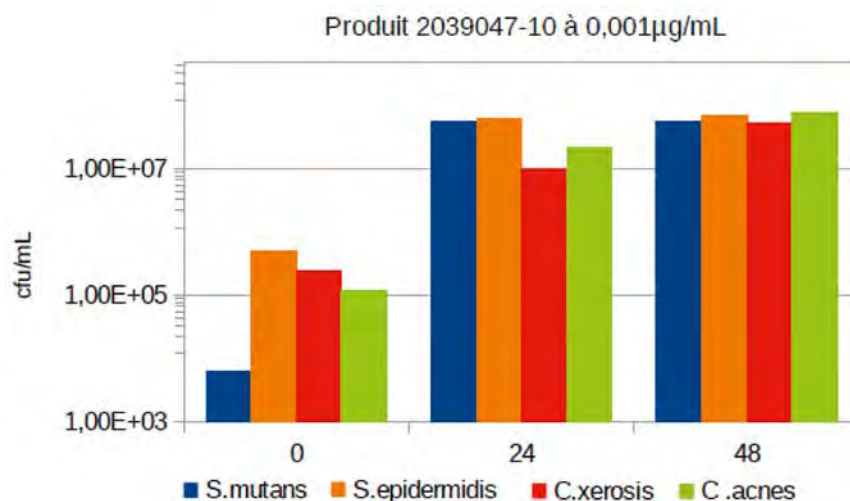


Рисунок 2. Восстановление микробиома кожи у пациентов с акне после применения EFFACLAR H ISO-BIOME через 24 и 48 часов.



Рисунок 3. Эффективности применения гаммы EFFACLAR H ISO-BIOME (14-й и 28-й день).



тяжести акне. До начала исследования все пациенты использовали комбинированный топический лекарственный препарат – адапален + бензоила пероксид в течение месяца. Оценка эффективности проводилась на 14-й и 28-й дни применения гаммы EFFACLAR H ISO-BIOME, и было показано значительное улучшение со стороны всех клинических симптомов акне (рис. 3) [28].

Заключение

Акне связано со снижением микробного многообразия и нарушением баланса между фило типами *C. acnes*, при этом чрезмерная пролиферация *C. acnes* отсутствует. Было выявлено, что снижение многообразия фило типа *C. acnes* выступает в качестве триггера, запускающего врожденную иммунную систему и воспаление при акне. Терапия акне может приводить к сокращению колонизации *C. acnes*, что способствует размножению других бактерий за счет освобождения пространства в экологической нише. Так, прием изотретиноина приводит к количественным и качественным изменениям в микробиоме кожи с отмеченным повышением популяции *S. aureus*. Топические антибиотики оказывают селективное давление на бактерии микробиома кожи, что приводит к селекции устойчивых штаммов *C. acnes*, *Streptococcus* и *Staphylococcus*. Чтобы компенсировать такие побочные эффекты и повысить комплаентность, рекомендуется применять дополнительную терапию.

Эффективная дополнительная программа ухода за кожей должна предотвращать потерю воды и повышать уровень увлажнения, а также восстанавливать баланс микробиома для снятия воспаления [29].

В то же время лекарственная терапия акне эффективна, однако в ряде случаев имеет побочные эффекты и влияет как на кожный барьер, так и микробиом [30]. У многих пациентов на фоне терапии появляется сухость кожи и раздражение, а также снижается уровень основных комменсальных бактерий и увеличивается количество золотистого стафилококка. Эти побочные эффекты могут значительно снизить эффективность и переносимость основной терапии. Для решения этой проблемы учеными лаборатории La Roche-Posay была создана инновационная гамма средств EFFACLAR H ISO-BIOME. Средства эффективно уменьшают все побочные эффекты, вызванные применением топических и системных лекарственных средств, а также нормализуют микробиом кожи за счет активации роста комменсальных микроорганизмов.

Следует отметить, что специально для пациентов с кожей, пересушенной в результате нерационального ухода или при применении лекарственных средств, марка La Roche-Posay создала новинку – Успокаивающий Очищающий Крем-Гель EFFACLAR H ISO-BIOME Успокаивающий Очищающий Крем-Гель Против Несовершенств. Это первое средство в гамме EFFACLAR, которое регулирует микробиом кожи уже на этапе очищения и оказывает комплексное действие на все этапы развития акне. Запатентованная молекула AQUA POSAE FILIFORMIS и манноза регулируют баланс микробиома. Новый для гаммы ингредиент экстракт аннато регулирует кератинизацию и выработку себума, Ниацинамид и термальная вода La Roche-Posay оказывают противовоспалительно действие, а глицерин и масло карите интенсивно увлажняют и восстанавливают гидролипидный барьер пересушенной кожи.

Успокаивающий очищающий крем-гель EFFACLAR H ISO-BIOME рекомендуется для очищения кожи лица и тела, подходит для чувствительной, склонной к аллергии кожи у мужчин и женщин. Средство рекомендуется для пересушенной кожи при любой степени тяжести акне в сочетании с косметическими, а также топическими и системными лекарственными средствами.

Список литературы / References

1. Акне и розацеа. Под редакцией Кругловой Л.С. ГЭОТАР-Медиа. 2021. 207 с. Acne and rosacea. Edited by Kruglova L.S. GEOTAR-Media. 2021. 207 s
2. Круглова Л.С., Талыбова А.М., Глузмина М.М. Акне и симптомокомплекс постакне: клиническая картина и методы терапии. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2018. № 1. С. 21–26. Kruglova L.S., Talybova A.M., Gluzmina M.M. Acne and post-acne symptom complex: clinical picture and treatment methods. Kremlin medicine. Clinical Bulletin. 2018. No. 1, pp. 21–26.

Сведения об авторах

Круглова Лариса Сергеевна, д.м.н., проф., зав. кафедрой дерматовенерологии и косметологии. E-mail: kruglovals@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5044-5265

Грязева Наталья Владимировна, к.м.н., доцент кафедры дерматовенерологии и косметологии. E-mail: tyunik@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-3437-5233

Вербовая Елена Дмитриевна, ординатор 2-го года кафедры дерматовенерологии и косметологии. E-mail: verbovaya.lena@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1446-4450

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия»
Управления делами Президента Российской Федерации, Москва

Автор для переписки: Круглова Лариса Сергеевна. E-mail: kruglovals@mail.ru

Для цитирования: Круглова Л.С., Грязева Н.В., Вербовая Е.Д. Микробиом кожи при акне и роль дерматокосметики в комплексном лечении (обзор литературы). Медицинский алфавит. 2023; (24): 56–60. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-24-56-60>

3. Xu H., Li H. Acne, the skin microbiome, and antibiotic treatment. *Am. J. Clin. Derm.* 2019; 20: 335–344.
4. Lee Y.B., Byun E.J., Kim H.S. Potential role of the microbiome in acne: A comprehensive review. *J. Clin. Med.* 2019; 8: 987.
5. Kelhala H.L., Aho V.T.E., Fyhrquist N., Pereira P.A.B., Kubin M.E., Paulin L., Palatsi R., Ruvinen P., Tasanen K., Lauerman A. Isotretinoin and lymecycline treatments modify the skin microbiota in acne. *Exp. Derm.* 2018; 27: 30–36.
6. Dreno B., Martin R., Moyal D., Henley J.B., Khammari A., Seife S. Skin microbiome and acne vulgaris: *Staphylococcus*, a new actor in acne. *Exp. Derm.* 2017; 26: 798–803.
7. Chien A.L., Tsai J., Leung S., Mongodin E.F., Nelson A.M., Kang S., Garza L.A. Association of systemic antibiotic treatment of acne with skin microbiota characteristics. *JAMA Derm.* 2019; 155: 425–434.
8. Hall JB, Cong Z, Imamura-Kawawawa Y, Kidd BA, Dudley JT, Thiboutot DM, et al. Isolation and identification of the follicular microbiome: Implications for Acne research. *J Invest Dermatol.* 2018; 138 (9): 2033–40.
9. Park SY, Kim HS, Lee SH, Kim S. Characterization and Analysis of the Skin Microbiota in Acne: Impact of Systemic Antibiotics. *J Clin Med.* 2020 Jan 8; 9 (1): 168.
10. Wang Y., Kao M.S., Yu J., Huang S., Marito S., Gallo R.L., Huang C.M. A precision microbiome approach using sucrose for selective augmentation of *staphylococcus epidermidis* fermentation against propionibacterium acnes. *Int. J. Mol. Sci.* 2016; 17: 1870.
11. Ramasamy S., Barnard E., Dawson T.L., Li H. The role of the skin microbiota in acne pathophysiology. *Br J Dermatol.* 2019; 181 (4): 691–9.
12. Fitz-Gibbon S., Tomida S., Chiu BH, Nguyen L, Du C, Liu M, et al. Propionibacterium acnes strain populations in the human skin microbiome associated with acne. *J Invest Dermatol.* 2013; 133 (9): 2152–60.
13. Dessinioti C., Katsambas A. Propionibacterium acnes and antimicrobial resistance in acne. *Clin Dermatol.* 2017; 35 (2): 163–7.
14. Omer H., McDowell A., Alexeyev O.A. Understanding the role of Propionibacterium acnes in acne vulgaris: The critical importance of skin sampling methodologies. *Clin Dermatol.* 2017; 35 (2): 118–29.
15. Barnard E., Shi B., Kang D., Craft N., Li H. The balance of metagenomic elements shapes the skin microbiome in acne and health. *Sci Rep.* 2016; 21 (6): 39491.
16. Dagnelie MA, Montassier E, Khammari A, Mounier C, Corvec S, Dreno B. Inflammatory skin is associated with changes in the skin microbiota composition on the back of severe acne patients. *Exp Dermatol.* 2019; 28 (8): 961–965.
17. Dréno B., Pécastings S., Corvec S., Veraldi S., Khammari A., Roques C. Cutibacterium acnes (Propionibacterium acnes) and acne vulgaris: A brief look at the latest updates. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2018; 32: 5–14.
18. Fitz-Gibbon S., Tomida S., Chiu BH, Nguyen L, Du C, Liu M, et al. Propionibacterium acnes strain populations in the human skin microbiome associated with acne. *J Invest Dermatol.* 2013; 133 (9): 2152–60.
19. Saint-Jean M., Corvec S., Nguyen JM, Le Moigne M, Boisrobert A., Khammari A., et al. Adult acne in women is not associated with a specific type of Cutibacterium acnes. *J Am Acad Dermatol.* 2019; 81 (3): 851–2.
20. Paugam C., Corvec S., Saint-Jean M., Le Moigne M., Khammari A., Boisrobert A., et al. Propionibacterium acnes phylotypes and acne severity: An observational prospective study. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2017; 31 (9): e398–e399.
21. Dagnelie MA, Corvec S., Saint-Jean M., Nguyen JM, Khammari A., Dreno B. Cutibacterium acnes phylotypes diversity loss: A trigger for skin inflammatory process. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2019; 33 (12): 2340–8.
22. Agak GW, Kao S., Ouyang K., Qin M., Moon D., Butt A., et al. Phenotype and antimicrobial activity of Th17 cells induced by propionibacterium acnes strains associated with healthy and acne skin. *J Invest Dermatol.* 2018; 138 (2): 316–24.
23. Johnson T., Kang D., Barnard E., Li H. Strain-level differences in porphyrin production and regulation in propionibacterium acnes Elucidate Disease Associations. *mSphere.* 2016; 1 (1): e00023–15.
24. Borrel V., Gannesen AV, Barreau M., Gaviard C., Duclairoir-Poc C., Hardouin J., et al. Adaptation of acneic and non-acneic strains of Cutibacterium acnes to sebum-like environment. *Microbiology Open.* 2019; 8 (9): e00841.
25. Skabytska Y., Biedermann T. Staphylococcus epidermidis sets things right again. *J Invest Dermatol.* 2016; 136 (3): 559–60.
26. Claudel JP, Auffret N, Leccia MT, Poli F, Corvec S, Dreno B. Staphylococcus epidermidis: a potential new player in the pathophysiology of acne? *Dermatology.* 2019; 235 (4): 287–94.
27. Wang Y., Kuo S., Shu M., Yu J., Huang S., Dai A., et al. Staphylococcus epidermidis in the human skin microbiome mediates fermentation to inhibit the growth of Propionibacterium acnes: implications of probiotics in acne vulgaris. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2014; 98 (1): 411–24.
28. Benefits of a dermocosmetic regime in the management of local cutaneous intolerance induced by a gel based on retinoids for acne, previously mitigated inadequately, with adjunct routine skin care. In: RADLA: Reunion Anual de Dermatologos Latinoamericanos. Chile, virtual; 2022.
29. Del Rosso JQ, Gold M, Rueda MJ, et al. Efficacy, safety, and subject satisfaction of a specified skin care regimen to cleanse, medicate, moisturize, and protect the skin of patients under treatment for acne vulgaris. *J Clin Aesthet Dermatol.* 2015; 8: 22–30.
30. Aravisiaka E., Lopez Estebaranz J.L., Pincelli C. (2021). Dermocosmetics: Beneficial adjuncts in the treatment of acne vulgaris. *The Journal of Dermatological Treatment.* 32 (1), 3–10.
31. Thiboutot D., Del Rosso J.Q. (2013). Acne Vulgaris and the Epidermal Barrier: Is Acne Vulgaris Associated with Inherent Epidermal Abnormalities that Cause Impairment of Barrier Functions? Do Any Topical Acne Therapies Alter the Structural and/or Functional Integrity of the Epidermal Barrier? *The Journal of clinical and aesthetic dermatology.* 6 (2), 18–24.

Статья поступила / Received 16.09.23
Получена после рецензирования / Revised 18.09.23
Принята в печать / Accepted 20.09.23

About authors

Kruglova Larisa S., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Dermatovenereology and Cosmetology. E-mail: kruglovals@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5044-5265

Gryazeva Natalya V., PhD Med, associate professor at Dept of Dermatovenereology and Cosmetology. E-mail: tyunik@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-3437-5233

Verbovaya Elena D., 2-year intern of Dept of Dermatovenereology and Cosmetology. E-mail: verbovaya.lena@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1446-4450

Central State Medical Academy, Moscow, Russia

Corresponding author: Kruglova Larisa S. E-mail: kruglovals@mail.ru

For citation: Kruglova L.S., Gryazeva N.V., Verbovaya E.D. Skin microbiome in acne and role of dermatocosmetics in complex treatment (literature review). *Medical alphabet.* 2023; (24): 56–60. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-24-56-60>

