

## АНАЛИЗ МИКРОБИОТЫ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ЧЕЛОВЕКА

Е.А. СОБОЛЬ, А.М. МОРОЗОВ, С.В. ЖУКОВ, Ю.Е. МИНАКОВА, И.Г. ПРОТЧЕНКО

Тверской ГМУ Минздрава России, ул. Советская, д. 4, г. Тверь, 170100, Россия

**Аннотация. Актуальность.** Кожа – это самый большой и открытый для травматизации и патологического поражения орган. Ещё с древних времён от состояния и чистоты кожных покровов зависело отношение окружающих к человеку, а также его успех в профессиональной деятельности. Наличие высыпаний на коже в виде различных угрей вызывает дискомфорт у человека, неуверенность в себе. В настоящее время дерматология имеет возможности устранить кожные проблемы как косметически, так и патогенетически. Ключевым фактором в проявлении различных заболеваний является изменение нормальной микробиоты кожи человека. Изучение строения кожных покровов в норме и при патологии может позволить найти индивидуальный и рабочий подход к лечению и даже профилактике таких дерматозов, как атопический дерматит, себорейный дерматит и псориаз. **Цель исследования** – изучить и систематизировать знания о микробиотическом составе кожи человека и её изменчивость при воздействии внешних и внутренних факторов окружающей среды, при наличии сопутствующих дерматологических заболеваний – атопического дерматита, себорейного дерматита и акне. **Материалы и методы исследования.** Произведено изучение и анализ источников как отечественной, так и зарубежной литературы о строении и функции здоровой микробиоты кожи и её состоянии при развитии различных патологических дерматозов. **Результаты и их обсуждение.** В состав микробиоты кожи входят бактерии, грибы, вирусы и паразиты. К настоящему времени известно 19 главных рангов, среди которых встречаются *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus spp.*, *Sarcina spp.*, *Propionibacterium spp.*, представители *Bacteroidetes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria* и *Corynebacterium*. Существуют нормальные различия кожной микрофлоры в зависимости от возраста. У новорожденных детей микробиота сходна с микробиотой матери в зависимости от варианта проведения родов. Микрофлора может отличаться в связи с недоношенностью. У подростков выявляется преобладание липофильных *Propionibacterium* и *Staphylococcus aureus*, так как имеется повышенная продукция кожного сала. У людей старческого возраста разнообразие кожной микробиоты снижено. Патогенные влияния на микрофлору могут происходить как эндогенно – примером может служить повышенная проницаемость пищеварительного тракта и, как следствие, проникновение и накопление токсических и аллергических веществ, так и экзогенно, например при нанесении косметических препаратов - антиперспирантов, происходит уменьшение количества представителей *Corynebacterium* и *Staphylococcaceae*, для удаления неприятного запаха, выделяемого ими. Изменение состава микрофлоры кожи может приводить или быть исходом возникновения дерматозов. Например, при увеличении грибов *Malassezia yeast* может возникнуть себорейный дерматит. В качестве лечения возможно использование пре- и пробиотиков, а также пересадка здоровой микрофлоры от донора реципиенту. **Выводы.** Нормальная микрофлора кожи человека разнообразна. У взрослых людей в её составе преобладают *Actinobacteria*, *Protobacteria*, и *Bacteroidetes*. Изменение состава человеческой микробиоты кожи в рамках нормы может зависеть от возраста, пола, места проживания и топографического расположения изучаемого фрагмента кожного покрова. Патогенное изменение состава и функций кожи может происходить в следствие экзогенных, эндогенных и генетических факторов. Таким образом, возможно возникновение хронических дерматозов, таких как атопический дерматит, себорейный дерматит и псориаз. При данных заболеваниях происходят специфические изменения в составе микробиоты кожи. При атопическом дерматите повышается количество *S.aureus* и *S.epidermidis*. При псориазе наиболее часто встречаются грибы рода *Malasszia* и *Candida albicans*. Главной причиной возникновения себорейного дерматита является распространение на коже человека липофильных дрожжевых грибов *Malassezia yeast*.

**Ключевые слова:** микробиота кожи, атопический дерматит, пробиотики.

## ANALYSIS OF HUMAN SKIN MICROBIOTA

E.A. SOBOL, A.M. MOROZOV, S.V. ZHUKOV, YU.E. MINAKOVA, I.G. PROTCHEENKO

Tver State Medical University, Sovetskaja Str., 4, Tver, 170100 Russia

**Abstract. Introduction.** The skin is the largest organ, it is open to trauma and pathological damage. Since ancient times, the attitude of others to a person depended on the condition and purity of the skin, and also his success in professional activity. The presence of skin rashes in the form of various acne causes discomfort in a person, self-doubt. But now dermatology has the ability to eliminate skin problems both cosmetically and

pathogenetically. A key factor in the manifestation of various diseases is a change in the normal microbiota of human skin. The study of the structure of the skin and its population in normal and pathological conditions can make it possible to find an individual and working approach to the treatment and even prevention of such dermatoses as atopic dermatitis, seborrheic dermatitis and psoriasis. **The research purpose** is to study and systematize knowledge about the microbiotic composition of human skin and its variability under the influence of external and internal environmental factors, as well as in the presence of concomitant dermatological diseases, especially atopic dermatitis, seborrheic dermatitis and acne. **Materials and methods:** In the course of the study, the analysis of data and statistics of studies of both domestic and foreign literature on the structure and function of healthy skin microbiota and its condition during the development of various pathological dermatoses was carried out. **Results and its discussion:** The microbiota of the skin contains bacteria, fungi, viruses and parasites. To date, 19 major ranks are known. There are among which *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus spp.*, *Sarcina spp.*, *Propionibacterium spp.*, *Representatives of Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria* and *Corynebacterium*. There are normal differences in skin microflora depending on age, so in newborns, the microbiota of the mother's microbiota, depending on the option of giving birth. Also, the microflora may differ due to prematurity. In adolescents, the predominance of *lipophilic Propionibacterium* and *Staphylococcus aureus* is revealed, since there is an increased production of sebum. In elderly people, the diversity of the skin microbiota is reduced. Pathogenic effects on the microflora can occur both endogenously - an example is the increased permeability of the digestive tract and, as a consequence, the penetration and accumulation of toxic and allergic substances, and exogenously, for example, when applying cosmetic preparations - antiperspirants, there is a decrease in the number of representatives of *Corynebacterium* and *Staphylococcaceae*, for remove the unpleasant odor emitted by them. A change in the microflora composition of the skin can lead or be the outcome of the onset of dermatoses. So, for example, with an increase in the fungi *Malassezia* yeast, seborrheic dermatitis can occur. As a treatment, it is possible to use pre- and probiotics, as well as transplantation of healthy microflora from a donor to a recipient. **Conclusions.** Normal human skin microorganisms are diverse, but in adults, *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Protobacteria*, and *Bacteroidetes* predominate. Changes in the composition of the human skin microbiota within the normal range may depend on the age, sex, place of residence, and topographic location of the studied fragment of the skin. A pathogenic change in the composition and functions of the skin can occur as a result of exogenous, endogenous and genetic factors. Thus, chronic dermatoses such as atopic dermatitis, seborrheic dermatitis and psoriasis are possible. With these diseases, specific changes occur in the composition of the skin microbiota. So, with atopic dermatitis, the number of *S.aureus* and *S.epidermidis* increases. In psoriasis, the most common fungi are *Malassezia* and *Candida albicans*. The main cause of seborrheic dermatitis is the spread of lipophilic yeast *Malassezia* yeast on human skin.

**Keywords:** microbiota of the skin, atopic dermatitis, probiotics.

**Введение.** Кожа – это самая незащищённая часть нашего тела. С давних времён по настоящее время от состояния и чистоты кожи зависело отношение окружающих к человеку, а также его успех в профессиональной деятельности. Наличие высыпаний на коже в виде различных угрей вызывает дискомфорт у человека. Благодаря развитию технологий и накопленному опыту, современная дерматология смогла достигнуть существенного развития в лечении и диагностике различных патологических заболеваний кожи [2].

Дерма человека заселена различными группами микроорганизмов, совокупность которых называется микробиотой. Состав микробиоты кожи включает в себя таких представителей как бактерии, вирусы, грибы и паразиты. Важными функциями кожи являются защитная и иммунная. При изменении микробного состава и строения изменяется и функциональная составляющая, поэтому важно знать строение кожи в норме и при патологических состояниях для возможности ранней диагностики, профилактики различных патологических состояний и проведения рационального и персонализированного, индивидуально подобранного лечения [1, 4].

На микробиоту кожи воздействуют различные факторы такие, как возраст, пол, климатические особенности, профессия, используемые косметические и гигиенические средства. В период полового созревания увеличивается выработка кожного сала и соответственно возрастает количество липофильных бактерий на коже [8].

**Цель исследования** – изучить и систематизировать знания о микробиотическом составе кожи человека и её изменчивость при воздействии внешних и внутренних факторов окружающей среды, при наличии сопутствующих дерматологических заболеваний – атопического дерматита, себорейного дерматита и акне.

**Материалы и методы исследования.** Произведено изучение и анализ источников как отечественной, так и зарубежной литературы о строении и функции здоровой микробиоты кожи и её состоянии при развитии различных патологических дерматозов.

**Результаты и их обсуждение.** Кожа является самым обширным по площади человеческим органом. Она представлена системой, тесно связанной с внутренней средой организма и внешней окружаю-

щей средой, являясь экологической нишей для микроорганизмов. Рассматривая нормальное состояние кожи, идеальное для существования непатогенной микрофлоры или условно-патогенной, но не активной микрофлоры, не способной нанести вред человеку. Необходимо отметить несколько физико-химических показателей –  $pH$ , влажность, частая травматизация, температура и количество жировых включений. В норме реакция кожных покровов кислая, за счёт высокого водородного показателя. Постоянство данного показателя важно. При смещении  $pH$  в щелочную сторону создаются благоприятные условия для размножения болезнетворных микроорганизмов. Влажность играет важную роль в видовом разнообразии микробиоты кожи в зависимости от топографического расположения. Но при генерализованном повышении влажности это будет способствовать увеличению колонизированности дермы, именно грибкового компонента патогенной микрофлоры. При понижении же влажности главной проблемой будет повышенная травматизация кожных покровов вследствие появления трещин и, как следствие, снижения защитной способности кожи. Микрофлора кожи радикально не меняет свой состав. Условно-патогенная её часть и транзиторные патогенные микроорганизмы могут инфицировать участок «растрескавшейся» кожи. Температура кожных покровов является условием для поддержания нормального состава микрофлоры, по большей части будет происходить количественное изменение непатогенных представителей, как при повышении, так и при понижении температуры. Липидный состав дермы также влияет на состав микрофлоры локально, в зависимости от топографии рассматриваемого участка. Изменение данного показателя важно при рассмотрении кожи человека в подростковый период. Повышение отделения кожного сала лицевого области, плеч, кожи головы приводит к закупорке пор, покрыванию верхнего слоя кожи и слоя обитания микроорганизмов сверху плотной липидной оболочкой, что приводит к обильному размножению патогенных микроорганизмов и образованию подростковой акне (как один из вариантов патогенеза данной проблемы) [15, 17].

Необходимо рассмотреть состав нормальной микрофлоры кожных покровов, вне зависимости от внешних и внутренних факторов. К настоящему времени известно, что на коже определяется 19 таксономических филов микроорганизмов. Среди них преобладающими микроорганизмами кожных покровов являются *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus spp.*, *Sarcina spp.*, *Propionibacterium spp.*, представители *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria* и *Corynebacterium*. Транзиторными микроорганизмами, временно персистирующими на поверхности кожи, являются: *Peptococcus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Lactobacillus spp.* и *Candida albicans*. К условно-патогенным микроорганизмам, постоянно находящимся на поверхности кожи, можно отнести *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus saprophyticus*. В микрофлоре кожи участвует и грибковый компонент. Среди них могут встречаться представители рода *Malassezia* и *Candida*. Транзиторно на коже могут находиться вирусы. Все эти представители находятся в симбиозе друг с другом, образуя единую экосистему, которая с носителем - человеком имеет комменсальные отношения [5, 6].

Рассматривая разнообразие нормальной микрофлоры кожных покровов человека в зависимости от локализации, возраста, внутреннего состояния всех систем органов человека и гомеостаза. Различные области кожи имеют свой собственный набор микроорганизмов. Липофильные микроорганизмы как *Propionibacterium* и *Staphylococcus aureus* больше преобладают на участках кожи, где повышена продукция сальных желёз. К таким участкам относят крылья носа, подбородок, лоб, кожу затылка, и в меньшем роде кожу спины, в особенности область плеч. В области сальных желёз помимо бактерий встречается большое количество грибов *Malassezia*, липофильные дрожжи, и клещи рода *Demodex*. На участках дермы повышенной влажности преобладают представители *Corynebacterium*. *Corynebacterium* отвечает за сильный запах в подмышечных впадинах. Стафилококки используют мочевины из выделений впадин как источник азота. Места наиболее повышенной влажности кожи — это стопы, область пупка, подмышечные впадины, паховые складки, а также подколенные ямки. На участках сухой кожи, таких как ягодицы, предплечья встречаются представители *Bacteroides* и *Proteobacteria*. Особенностью кожи волосистой части головы является преобладание в микрофлоре грибов рода *Malassezia* [7,30,26].

Одним из сложных вопросов стоит изменение нормальной микрофлоры в зависимости от возраста. Микробиота заселяется на кожных покровах уже с первых дней жизни. При этом наибольшее влияние на формирование микробиоты кожи оказывают варианты родоразрешения. При рождении вагинальным путем микрофлора кожи плода будет сходна с микрофлорой влагалища матери. При этом на коже ребенка будут преобладать такие представители *Lactobacillus*, *Sneathia*, *Corynebacterium* и *Propionibacterium*. При рождении же с помощью кесарева сечения микробиота новорожденного будет идентична с микробиотой кожи живота матери и будет отмечаться преобладание представителей *Corynebacterium* и *Staphylococcus*. Возможны различия в составе микробиоты кожи между ребенком, прошедшим полный внутриутробный цикл и между ребёнком, срок вынашивания которого меньше 37 полных недель. На коже недоношенных новорожденных присутствует большее количество таких бактерий, как *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium* [25, 27]. Уже при рождении могут выявляться топографические особенности состава микробиоты. На поверхности рук новорождённых наблюдаются преобладание *Staphylo-*

*coccus* и *Corynebacterium*. На коже ягодич локализуются *Clostridium* и *Ruminococcus*. Наличие условно-патогенных *Clostridium* в таком возрасте обусловлено близким внутриутробным расположением плода к органам желудка. Такое расположение может существенно изменять водородный показатель кожи и её барьерную функцию, но такая особенность временна, так как при дальнейшем развитии ребенка *pH* кожи достигает необходимой нормальной кислотности [38, 40].

В период полового созревания происходит изменение состава микрофлоры кожи. В данном возрасте на кожных покровах наиболее часто встречаются представители *Bacteroidetes*, *Cutibacterium*. Увеличивается количество патогенных *Propionibacterium acnes* на коже, которые наблюдаются при развитии угревой сыпи. Помимо всего прочего, в подростковом возрасте увеличивается продукция кожного сала и за счёт этого повышается количество липофильных представителей – *Propionibacterium* и *Staphylococcus aureus* [35].

Здоровая кожа взрослого человека может включать в себя всех перечисленных выше представителей. Статистически чаще всего в здоровой коже взрослого человека преобладает *Actinobacteria* – 40%, *Firmicutes* – 36,6%, *Protobacteria* – 20%, и в меньшей степени *Bacteroidetes* [39]. У молодых людей микрофлора кожи более разнообразна, по сравнению с пожилыми людьми. На данный параметр также может воздействовать и место проживания человека, так как состав воздуха и его свойства различаются в сельской и городской местности. У людей в возрасте, обитающих в сельской местности, наиболее часто встречаются на коже *Proteobacteria* [21]. У молодых людей, проживающих в городе, преобладают представители *Enterobacteria ceace*, а на сухих участках кожи *Cutibacterium*. В семье, проживающей в одном доме, сходны представители микроорганизмов на коже. Кожный покров домашних питомцев имеет сходные бактериальные сообщества, что и у хозяев [36].

Помимо перечисленных факторов, состав микрофлоры может иметь незначительные различия в зависимости от пола, условий внешней среды, несбалансированного питания, применения высокоактивных антибиотиков, как перорально, так и наружно, при непосредственном нанесении на кожу, а также вследствие травм и постоянного воздействия стрессоров на нервную систему, причем влияние дистресса при этом имеет более существенное влияние на дестабилизацию гомеостаза и ускоренное проявление влияние стресса на кожных покровах. Также известно, что микрофлора человека может быть схожа у людей при профессиональном взаимодействии, при частом нахождении в одних и тех же производственных условиях [24].

На изменении состоянии нормальной микрофлоры на патогенную, оказывают огромное количество факторов, способных повлиять на состояние кожи, её структуру, физико-химические свойства и функцию. Болезни кожи могут возникать вследствие экзогенных факторов, включая физические, механические, химические, биологические и инфекционные факторы. Самое большое неблагоприятное воздействие в современном мире на микробиоту кожи экзогенно оказывают косметические препараты. Они вызывают как стимулирующее, так и угнетающее действие микроорганизмов и проявляют большое воздействие на изменение физико-химического состояния кожи. Косметические средства влияют не только на изменение состояния микробиоты кожи, но и на структуру самих микроорганизмов, локализующихся на поверхности дермы. Изменение состояния кожи начинается уже с первых дней регулярного использования косметического продукта. Химические ингредиенты косметического препарата сохраняются длительное время на поверхности кожи, независимо от ежедневного принятия душа. За счёт обильного нанесения косметических средств изменяется гидратация кожи, что свидетельствует о снижении нормальных микроорганизмов кожи: *Cutibacterium*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*. Значительно увеличивается количество *Ralstonia*, который способен изменять химические ингредиенты косметического средства и подавлять их воздействие. Действие косметических средств совершенно разнообразно. Разработаны дезодоранты и антиперспиранты, которые подавляют запах в подмышечных областях, выделяемый *Corynebacterium* и *Staphylococcaceae* и уменьшают выделение их количества. Бытовые моющие средства, такие как моющие средства для посуды, мыло, гели для тела, также могут стать причиной повреждения микробима кожи. В них содержатся анионные поверхностно-активные вещества, которые агрессивно воздействуют на поверхность кожи. Ежедневное использование декоративной косметики (тональный крем, пудра, консилер) способствует увеличению неблагоприятных бактерий на участках кожи с повышенным выделением кожного сала. У девушек использующие такой вид косметики были найдены патогенные *Selenomonas*, *Aquicella* и *Aggregatibacter*. Большую роль на здоровую микрофлору кожи влияет микробиологическая чистота самого косметического средства, а также место, на которое наносится препарат [21, 23, 32].

Помимо экзогенных факторов, в изменении микробиологического состава кожи участвуют и эндогенные факторы, способные изменить состояние кожного покрова, такие как болезни крови, иммунодефицитные состояния, стрессы, генетические факторы и интеркуррентные заболевания.

Состояние *желудочно-кишечного тракта* (ЖКТ) человека тесно связано с состоянием кожных покровов. Ещё Гиппократ описывал ассоциированные с состоянием ЖКТ кожные заболевания, такие как хроническая крапивница и розовые угри. Согласно современным данным, особенно влияют патологиче-

ские изменения тонкой кишки на возникновение дерматозов. Нарушение кишечного всасывания веществ, в особенности уменьшение избирательности всасывания, а также нарушение процесса расщепления поступающих веществ, может привести к попаданию в организм токсичных веществ, их накапливание. В свою очередь токсические субстанции имеют способность вызывать аллергическую реакцию, одним из проявлений которой являются дерматические высыпания и изменение свойств кожи. Потребление аллергенов самих по себе может являться причиной дерматозов [14, 16].

Теперь разберем, как же меняется состав микрофлоры и структура кожи при некоторых дерматозах.

*Атопический дерматит* (АД) – это хроническое заболевание кожи. На сегодняшний день является очень распространённым заболеванием, в особенности в странах с развитым промышленным производством. На развитие АД влияют экологические и генетические факторы, которые действуют на основные функции дермы – поддержание эпителиального барьера кожи и иммунного ответа. Изменение состава микрофлоры кожи при АД связано с повышением количества *S.aureus* (золотистый стафилококк) и *S.epidermidis*. Золотистый стафилококк является комменсальной бактерией и встречается у 30% населения, локализуется в слизистой части носа и на поражённых участках кожи, что позволяет патогенным микробам и токсинам проникать в ткань [9]. Больные с АД имеют ослабленный кожный иммунитет, так как *S.aureus* выделяет стафилококковый энтеротоксин В, который усиливает воспаление, вызывая активацию Т-лимфоцитов и макрофагов. В острой стадии заболевания золотистый стафилококк стимулирует выработку тимус-стромального лимфопоэтина, *IL-25* и *IL-33*, которые вырабатывают иммунный ответ. При АД наблюдается снижение количества представителей *Corynebacterium* – это свидетельствует об антимикробных соединениях на поверхности кожи, которые вырабатываются микроорганизмами *S.aureus* и *S.epidermidis*. Подобное нарушение нормальной микробиоты кожи появляется при употреблении лекарственных веществ для лечения острой формы АД. Целями лечения АД является: восстановление кожного барьера, уменьшение воздействия провоцирующих факторов как стрессы и аллергических реакций [9, 28].

В настоящее время хроническим заболеванием кожи является псориаз. Заболевание сопровождается сильной чесоткой, болями, причиняющими больным дискомфорт. Он проявляется на локтях, руках и волосистой части головы. При этом в месте поражения наблюдается увеличенное количество таких представителей микроорганизмов как *Propionibacteria* [10]. Встречаются грибы рода *Malasszia* и *Candida albicans*, в основном преобладающие на себорейных участках кожи. При данном заболевании в микробиоте кишечника можно обнаружить большое количество бактериальной ДНК таких микробов как *E.coli*, *P. Pyogenes* и *Enterococcus faecalis*. У пациентов с псориазом в кишечнике снижается количество *Bacteroides spp.*, так как они выступают в роли киллеров патогенных микроорганизмов, попадающих в кишечник. Дендритные клетки играют важную роль в развитии псориаза, которые приводят к развитию воспалительного процесса и формируют места с поражёнными участками кожи. В ответ на неблагоприятные реакции выделяются *IL-22*, *IL-6*, *IL-12* – это важные противовоспалительные цитокины, которые продуцируют Т-хелперы и могут подавлять патологические эффекты. Развитие псориаза ведёт к дисбактериозу кишечника, что приводит к бактериальной транслокации и появлению хронических заболеваний в организме [11, 31].

Главной причиной возникновения *себорейного дерматита* (СД) является распространение на коже человека липофильных дрожжевых грибов *Malassezia yeast*. Данный микроорганизм чаще располагается на волосистой части головы и на коже лица. Данные представители могут наблюдаться и при нормальной микробиоте кожи, однако на поражённых участках при СД наблюдается 83% грибов рода *Malassezia yeast* от общего числа представителей грибов, а на неизменённой нормальной коже только 46% [31]. СД наиболее распространён у пациентов с ВИЧ-инфекциями. Кроме грибов *Malassezia yeast* наблюдается большое количество таких представителей как *Staphylococcus spp.* и *Propionibacterium spp.* При острой форме себореи возникает зуд, наблюдается активное выпадение волос, в особенности на волосистой части головы могут образовываться опрелости. Для СД характерно изменение химического состава кожного сала, что влечет за собой шелушение кожи и увеличение продукции сальными железами. Возникновение СД возникает при нарушении липидного обмена, стрессовых ситуациях, сбое в эндокринной системе (дисфункция щитовидной железы, гипопаратиреоз, половых желёз), нарушении в генетическом аппарате и при дисбиотических изменениях в кишечнике. При лечении себореи рекомендуется снизить потребление продуктов, которые повышают продукцию кожного сала. Противопоказано посещение заведений с влажным микроклиматом. При наружном лечении имеет место быть использование средств, помогающих снять воспаление и отрегулировать салоотделение [3, 34].

С целью предотвращения размножения патогенных микроорганизмов существует производство косметических средств главным компонентом которых является пре-, про- и постбиотики. К пробиотикам относятся биологические активные добавки или препараты, в основе которых содержатся живые микроорганизмы, благоприятно действующие на кожу человека. Пробиотики улучшают иммунитет кожи, как прямым, так и косвенным действием. При непрямом эффекте восстанавливается эпителиальная структура кожи, её барьерная функция через кишечник, наблюдается увеличение жирных кислот, в осо-

бенности SCFAs. При прямом воздействии уменьшается действие цитокинов и происходит активация иммунных рецепторов, поддерживается водородный показатель кожи на необходимом уровне [18]. При излишнем повышении всасывания жирных кислот в кишечнике могут возникать и негативные последствия. Появляются воспалительные и комедонные эффекты, наблюдаются увеличения количества *Cutibacterium acnes*, которые локализуются на волосистой части головы и создают биопленку для волосяного фолликула. Пробиотики способствуют заживлению поврежденных участков кожи, шрамов [29].

Потребление пищевых продуктов, в состав которых входят биотин и представители *L.casei*, *L.rhamnosus* и *Bacillus lactis*, обусловлено при протекании АД, где наблюдается снижение количества Th-1, Th-2 и Th-17 клеток. Пациентам с таким хроническим заболеванием, как псориаз возможно введение *Bifidobacterium infatis*. При этом можно будет наблюдать увеличение количества противовоспалительных цитокинов, и снижение воспалительного характера заболевания. Молочнокислые продукты, в основу которых входят пробиотики, значительно улучшают состояние кожи, так как молочнокислые продукты продуцируют фенолы и выделяют *Lactobacillacea*, которые оказывают положительный эффект на микрофлору кишечника и ограничивают развитие патогенных микроорганизмов в нём и, как следствие, уменьшают выделение токсических и аллергических продуктов жизнедеятельности этих организмов [20].

Большой популярностью пользуются пробиотические лизаты микроорганизмов. Они содержат метаболиты бактерий и неорганические компоненты бактерий. Пробиотические лизаты относятся к постбиотическим компонентам косметических препаратов. Лечебными компонентами лизат являются гиалуроновая, молочная и липотейхоновые кислоты [12].

Пробиотики наиболее эффективно воздействуют при совместном применении с пребиотиками. Пребиотики – это питательные вещества, которые благоприятно воздействуют на микробиоту кожи и активность кишечника, а также повышают рост благоприятных микроорганизмов. К данным препаратам относят аминокислоты, антиоксиданты, пептиды, продукты растительного происхождения (морковь, рис). Пребиотики снижают активность воспалительных реакций, нормализуют кислотно-щелочной баланс и поддерживают защитную функцию кожи. При употреблении галактоолигосахаридов и фруктоолигосахаридов снижаются воспалительные реакции кожи за счет увеличения роста *Bifidobacteria* и снижение количества представителей *Clostridia*. При развитии себореи наблюдается дефицит *Propionibacterium acnes* в кишечнике и повышение грамположительных бактерий, таких как *C.ramosum* и *Eubacterium*. Увеличивается распространённость бактерии *P.Freudenreichii*, которая сама имеет свойства пребиотика. Она стимулирует процессы синтеза бутирата, ацетата, лактобацилл, бифидобактерий IL-10, которые снижают неблагоприятные воздействия на микробиоту кожи [33, 37].

В связи с развитием медицины появились новые технологии, с помощью которых можно с легкостью изменить состав микробиоты кожи с помощью трансплатации здоровой кожи от донора. В настоящее время часто этот метод используются при хронических заболеваниях дермы, устойчивых к антибактериальной терапии. Была проведена трансплантация лиофилизата *Roseomonas mucosa* пациентам с АД. Состав микрофлоры кожи можно произвести при помощи растворов, в состав которых входят компоненты пробиотиков и донорская здоровая микробиота. При нанесении такого раствора на кожу испытуемого, кожа постепенно становится схожей на донорскую по микробиотическому составу. Наиболее положительные результаты наблюдаются при нанесении раствора, содержащего грамотрицательные бактерии *Cutibacterium acnes*. Они относятся к доминирующим бактериям кожи, которые оказывают благоприятные реакции на нормальную микрофлору кожу, наряду с *Corynebacterium* и *Staphylococcus* [22]. Схожие результаты были получены при использовании непатогенной грамотрицательной бактерий *Vitreoscilla filiformis* и коагулазонегативного *Staphylococcus spp.* В 2019 году была проведена успешная пересадка вагинальной микробиоты испытуемого с хроническим бактериальным вагинозом, устойчивому к антибактериальной терапии [19]. С высоким развитием медицины трансплантация микробиоты кожи может стать одним из популярных вариантов лечения патогенных реакций на коже с нарушением её основных функций, а также создания косметических продуктов, которые могут использоваться в качестве ухода за эпидермисом на фоне хронических заболеваний [13].

**Выводы.** Нормальная микрофлора кожи человека разнообразна и включает в себя до 80 тысяч представителей, но основу такого разнообразия составляют 19 таксономических видов, среди которых у взрослых людей преобладают *Actinobacteria*, *Firmicutes*, *Protobacteria*, и *Bacteroidetes*. Изменение состава человеческой микробиоты кожи в рамках нормы зависит от различных факторов – возраст, пол, место проживания, топографическое расположение изучаемого фрагмента кожного покрова, профессиональную принадлежность, условия внешней среды. Патогенное изменение состава и функций кожи может происходить в следствие экзогенных, эндогенных и генетических факторов. Таким образом возможно возникновение хронических дерматозов, таких как атопический дерматит, себорейный дерматит и псориаз. Анализ литературы показал, что при этих заболеваниях происходят специфические изменения в составе микробиоты кожи. При атопическом дерматите повышается количество *S.aureus* и *S.epidermidis*. Золотистый стафилококк является комменсальной бактерией, локализуется в слизистой части носа и на поражённых участках кожи, что позволяет патогенным микробам и токсинам проникать в ткань. При

псориазе наиболее часто встречаются грибы рода *Malasszia* и *Candida albicans*, в основном преобладающие на себорейных участках кожи. Они образуют псориазные бляшки на коже головы. Следует отметить, что главной причиной возникновения себорейного дерматита является распространение на коже человека липофильных дрожжевых грибов *Malassezia yeast*. Данный микроорганизм чаще распространяется на волосистой части головы и на коже лица. Он изменяет химический состав кожного сала, что влечет за собой шелушение кожи и увеличение выделения сальных желёз. В настоящее время имеет место быть применение пре- и пробиотических препаратов для восстановления равновесия бактериального состава ЖКТ для уменьшения продукции и всасывания токсических и аллергических веществ, способствующих нарушению состава кожного покрова. Началось применение пересадки микробиоты кожи от донора для лечения дерматозов. При этом смесь пребиотиков и самой донорской микробиоты наносится на необходимый участок кожи и происходит приживание вводимой микрофлоры. На основе исследования, проведенного среди различных литературных источников можно сделать вывод, что в настоящее время лучше всего приживается *Cutibacterium acnes*, *Vitreoscilla filiformis* *Corynebacterium* и *Staphylococcus*.

### Литература

1. Адаскевич В.П. Дерматовенерология. Руководство. Медицинская литература. М., 2019. 262 с.
2. Аравийская Е.Р., Соколовский Е.В. Микробиом: новая эра в изучении здоровой и патологически изменённой кожи // Фармакотерапия в дерматовенерологии. 2016. №3. С. 102–109.
3. Карякина Л.А., Кукушкина К.С., Карякин А.С., Богданов Ю.А. Себорейный дерматит: роль микробиоты кожи и кишечника // Медицина: теория и практика. 2020. Т.4, №1. С. 95–101.
4. Нелюбова О.И., Тальникова Е.Е., Моррисон А.В. Микробиом кожи и его роль в норме и патологии // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2016. №19 (2). С. 97
5. Никонов Е.Л., Гуревич К.Т. Микробиота различных локусов организма. Микробиота кожи. Научный доклад. Москва: изд-во: Российская академия наук, 2017. 38 с.
6. Рахматов Т.П., Рахматов А.Б., Курбанова Н.К. Наружная терапия хронических дерматозов, ассоциированных с инфекциями кожи // Дерматовенерология и эстетическая медицина. 2019. №3(43). С. 156.
7. Силина Л.В., Бибичева Т.В., Мятенко Н.И., Переверзева И.В. Структура, функции и значение микробиома кожи в норме и при патологических состояниях // «РМЖ» Дерматовенерология. 2018. №8(2). С. 92–96.
8. An Q., Sun M., Qi R.Q., Zhang L., Zhai J.L., Hong Y.X., Song B., Chen H.D., Gao X.H. High *Staphylococcus epidermidis* Colonization and Impaired Permeability Barrier in Facial Seborrheic Dermatitis // Chin. Med. J. 2017. №130. P. 1662–1669.
9. Baldwin H.E., Bhatia N.D., Friedman A., Eng R.M., Seite S. The Role of Cutaneous Microbiota Harmony in Maintaining a Functional Skin Barrier // J Drugs Dermatol. 2017. №16(1). P. 12–18.
10. Bassetti M., Almirante B., Giamarellos-Bourboulis E.J., Gournellis R., Grande I., Marini M.G., Balestrieri M. The interplay between acute bacterial skin and skin structure infections and depression: a vicious circle of major clinical importance // Curr Opin Infect Dis. 2020. №33(2). P. 155–165.
11. Boulange C.L., Neves A.L., Chilloux J., Nicholson J.K., Dumas M.E. Impact of the gut microbiota on inflammation, obesity, and metabolic disease // Genome Med. 2016. № 8. P. 16.
12. Bo-Young Hong N.P., Maulén A.J., Adami H., Granados M.E., Balcells J., Cervantes Microbiome Changes during Tuberculosis and Antituberculous Therapy // Clin Microbiol Rev. 2016. №29(4). P. 914–925.
13. Byrd A.L., Deming C., Cassidy S.K.B., Harrison O.J., Weng-Ian Ng, Conlan S., Belkaid Y., Segre J.A., Kong H.H. *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* strain diversity underlying pediatric atopic dermatitis // Sci Transl Med. 2017. № 9(397). P. 31. DOI: 10.1126/scitranslmed.aal4651
14. Catinean A., Neag M.A., Muntean D.M., Bocsan I.C., Buzoianu A.D. An overview on the interplay between nutraceuticals and gut microbiota // Peer J. 2018. Vol.6. P. e4465.
15. Chang H.W., Yan D., Singh R., Liu J., Lu X., Ucmak D., Lee K., Afifi L., Fadrosch D., Leech J., Vasquez K.S., Lowe M.M., Rosenblum M.D., Scharschmidt T.C., Lynch S.V., Liao W. Alteration of the cutaneous microbiome in psoriasis and potential role in Th17 polarization // Microbiome. 2018. №6(1). P. 154.
16. Corrêa-Oliveira R., Fachi J.L., Vieira A., Sato F.T., Vinolo M.A.R. Regulation of immune cell function by short-chain fatty acids // Clin. Transl. Immunol. 2016. Vol. 5. P. 73.
17. Dreno B., Araviiskaia E., Berardesca E., Gontijo G., Sanchez V.M., Xiang L.F., Martin R., Bieber T., Microbiome in healthy skin, update for dermatologists // J.Eur.Acad. Dermatol. Venereol. 2016. Vol. 30, №12. P. 2018–2047.
18. Lescheid D.W. Probiotics as regulators of inflammation: A review // Funct. Foods Heal. Dis. 2018. Vol.4. P. 299.

19. Lev-Sagie A., Goldman-Wohl D., Cohen Y., Dori-Bachash M., Leshem A., Mor U., Strahilevitz J., Moses A.E., Shapiro H., Yagel S., Elinav E. Vaginal microbiome transplantation in women with intractable bacterial vaginosis // *Nature Medicine*. 2019. Vol. 25. P. 1500–1504.
20. Mori N., Kano M., Masuoka N. Effect of probiotic and prebiotic fermented milk on skin and intestinal conditions in healthy young female students // *Biosci. Microbiota Food. Health*. 2016. Vol. 35, №3. P. 105–112.
21. Mukherjee S., Mitra R., Maitra A., Gupta S., Kumaran S., Chakraborty A., Majumder P.P. Sebum and Hydration Levels in Specific Regions of Human Face Significantly Predict the Nature and Diversity of Facial Skin Microbiome // *Sci Rep*. 2016. №27. P. 360–362.
22. Myles I.A., Earland N.J., Anderson E.D., Moore I.N., Kieh M.D., Williams K.W., Saleem A., Fontecilla N.M., Welch P.A., Darnell D.A., Barnhart L.A., Sun A.A., Uzel G., Datta S.K. First-in-human topical microbiome transplantation with *Roseomonas mucosa* for atopic dermatitis // *JCI Insight*. 2018. Vol. 3, №9. P. 120–608. DOI: 10.1172/jci.insight.120608.
23. Nakatsuji T., Chen T.H., Narala S., Chun K.A. Antimicrobials from human skin commensal bacteria protect against *Staphylococcus aureus* and are deficient in atopic dermatitis // *Sci. Transl. Med*. 2017. Vol. 9, №378. P. 46–80. DOI: 10.1126/scitranslmed.aah4680.
24. O'Neill C.A., Monteleone G., McLaughlin J.T., Paus R. The gut-skin axis in health and disease: A paradigm with therapeutic implications // *Bioessays*. 2016. Vol. 38, №11. P. 1167–1176.
25. Pammi M., O'Brien J.L., Ajami N.I., Wong M.C., Versalovic J., Petrosino J.f. Development of the cutaneous microbiome in the preterm infant: A prospective longitudinal study // *Plos One*. 2017. Vol. 12. №4. P. 176–669. DOI:10.1371/journal.pone.D176669.
26. Park J.U., Oh B., Lee J.P., Choi M.H., Lee M.J., Kim B.S. Influence of Microbiota on Diabetic Foot Wound in Comparison with Adjacent Normal Skin Based on the Clinical Features // *Biomed Res Int*. 2019. №19. P. 745–923.
27. Prohic A., Jovovic Sadikovic T., Krupalija Fazlic M., Kuskunovic-Vlahovljak S. *Malassezia* species in healthy skin and in dermatological conditions // *Int J Dermatol*. 2016. №55(5). P. 494–504. DOI: 10.1111/ijd.13116.
28. Salem I., Ramser A., Isham N., Ghannoum M.A. The Gut Microbiome as a Major Regulator of the Gut-Skin Axis. *Front Microbiol*. 2018. Vol. 9. P. 1459.
29. Stalder J.F., Fluhr J.W., Foster T., Glatz M., Proksch E. The emerging role of skin microbiome in atopic dermatitis and its clinical implication // *J Dermatolog Treat*. 2019. №30(4). P. 357–364.
30. Sugita T., Yanazaki T., Makimura K. Comprehensive analysis of the skin fungal microbiota of astronauts during a half-year stay at the International Space Station // *Med Mycol*. 2016. №14. P. 1–21.
31. Tanaka A., Cho O., Saito C. Comprehensive pyrosequencing analysis of the bacterial microbiota of the skin of patients with seborrheic dermatitis // *Microbiol. Immunol*. 2016. Vol. 60, №8. P. 521–526.
32. Urban J., Fergus D.J., Savage A.M., Ehlers M., Menninger H.L., Dunn R.R., Horvath J.E. The effect of habitual and experimental antiperspirant and deodorant product use on the armpit microbiome // *PeerJ*. 2016. Vol. 4. P. 1605. DOI: 10.7717/peerj.1605.
33. Vasiliki Lolou, Mihalís I. Panayiotidis. Functional Role of Probiotics and Prebiotics on Skin Health and Disease // *Fermentation*. 2019. Vol. 5, №2. P. 41.
34. Vaughn A.R., Notay M., Clark A.K., Sivamani R.K. Skin-gut axis: The relationship between intestinal bacteria and skin health // *World J. Dermatol*. 2017. Vol. 6, №4. P. 52–58.
35. Wilantho A., Deekaew P., Srisuttiyakorn C., Tongsimma S., Somboonna N. Diversity of bacterial communities on the facial skin of different age-group Thai males // *PeerJ*. 2017. №21. P. 5.
36. Williams M.R., Nakatsuji T., Sanford J.A., Vrbanc A.F., Gallo R.L. *Staphylococcus aureus* Induces Increased Serine Protease Activity in Keratinocytes // *J Invest Dermatol*. 2017. №137. P. 377–384. DOI: 10.1016/j.jid.2016.10.008
37. Wollina U. Microbiome in atopic dermatitis // *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol*. 2017. Vol. 10. P. 51–56.
38. Woo Y.R., Lee S.H., Cho S.H., Lee J.D., Kim H.S. Characterization and Analysis of the Skin Microbiota in Rosacea: Impact of Systemic Antibiotics // *J Clin Med*. 2020. №9. P. 1–5.
39. Zheng Y., Liang H., Li Z., Tang M., Song L. Skin microbiome in sensitive skin: The decrease of *Staphylococcus epidermidis* seems to be related to female lactic acid sting test sensitive skin // *J Dermatol Sci*. 2019. №16. P. 30387–30388. DOI: 10.1016/j.jdermsci.2019.12.004.
40. Zhou W., Spoto M., Hardy R., Guan C., Fleming E., Larson P.J., Brown J.S., Oh J. Host-Specific Evolutionary and Transmission Dynamics Shape the Functional Diversification of *Staphylococcus epidermidis* in Human Skin // *Cell*. 2020. №180(3). P. 454–470.

## References

1. Adaskevich V.P. Dermatovenerologija. Rukovodstvo [Dermatovenerology. Guide]. Medicinskaja literatura. Moscow; 2019. Russian

2. Aravijskaja ER, Sokolovskij EV. Mikrobiom: novaja jera v izuchenii zdorovoj i patologicheski izmenjonnoj kozhi [Microbiome: a new era in the study of healthy and pathologically altered skin]. *Farmakoterapija v dermatovenerologii*. 2016;3:102-9. Russian.
3. Karjakina LA, Kukushkina KS, Karjakin AS, Bogdanov JuA. Seborejnyj dermatit: rol' mikrobioty kozhi i kishhechnika [Seborrheic dermatitis: the role of the microbiota of the skin and intestines]. *Medicina: teorija i praktika*. 2020;4(1):95-101. Russian.
4. Neljubova OI, Tal'nikova EE, Morrison AV. Mikrobiom kozhi i ego rol' v norme i patologii [Skin microbiome and its role in norm and pathology]. *Rossijskij zhurnal kozhnyh i venericheskikh boleznej*. 2016;19(2):97 Russian.
5. Nikonov EL, Gurevich KT. Mikrobiota razlichnyh lokusov organizma. Mikrobiota kozhi [Microbiota of various loci of the organism. The microbiota of the skin. Scientific report]. *Nauchnyj doklad. Moscow: izdvo: Rossijskaja akademija nauk*; 2017. Russian.
6. Rahmatov TP, Rahmatov AB, Kurbanova NK. Narzhnaja terapija hronicheskikh dermatozov, asociirovannyh s infekcijami kozhi [Drug therapy of chronic dermatoses associated with skin infections]. *Dermatovenerologija i jesteticheskaja medicina*. 2019;3(43):156. Russian.
7. Silina LV, Bibicheva TV, Mjatenko NI, Pereverzeva IV. Struktura, funkcii i znachenie mikrobioma kozhi v norme i pri patologicheskikh sostojanijah [Structure, functions and significance of the skin microbiome in normal and pathological conditions]. *«RMZh» Dermatovenerologija*. 2018;8(2):92-6. Russian.
8. An Q, Sun M, Qi RQ, Zhang L, Zhai JL, Hong YX, Song B, Chen HD, Gao XH. High Staphylococcus epidermidis Colonization and Impaired Permeability Barrier in Facial Seborrheic Dermatitis. *Chin. Med. J.* 2017;130:1662-9.
9. Baldwin HE, Bhatia ND, Friedman A, Eng RM, Seite S. The Role of Cutaneous Microbiota Harmony in Maintaining a Functional Skin Barrier. *J Drugs Dermatol*. 2017;16(1):12-8.
10. Bassetti M, Almirante B, Giamarellos-Bourboulis EJ, Gournellis R, Grande I, Marini MG, Balestrieri M. The interplay between acute bacterial skin and skin structure infections and depression: a vicious circle of major clinical importance. *Curr Opin Infect Dis*. 2020;33(2):155-65.
11. Boulange CL, Neves A., Chilloux J, Nicholson J., Dumas ME. Impact of the gut microbiota on inflammation, obesity, and metabolic disease. *Genome Med*. 2016;8:16.
12. Bo-Young Hong NP, Maulén AJ, Adami H, Granados ME, Balcells J. Cervantes Microbiome Changes during Tuberculosis and Antituberculous Therapy. *Clin Microbiol Rev*. 2016;29(4):914-25.
13. Byrd AL, Deming C, Cassidy SKB, Harrison OJ, Weng-Ian Ng, Conlan S, Belkaid Y, Segre JA, Kong HH. Staphylococcus aureus and Staphylococcus epidermidis strain diversity underlying pediatric atopic dermatitis. *Sci Transl Med*. 2017;9(397):31. DOI: 10.1126/scitranslmed.aal4651
14. Catinean A, Neag MA, Muntean DM, Bocsan IC, Buzoianu AD. An overview on the interplay between nutraceuticals and gut microbiota. *Peer J*. 2018;6:e4465.
15. Chang HW, Yan D, Singh R, Liu J, Lu X, Ucmak D, Lee K, Afifi L, Fadrosh D, Leech J, Vasquez KS, Lowe MM, Rosenblum MD, Schar Schmidt TC, Lynch SV, Liao W. Alteration of the cutaneous microbiome in psoriasis and potential role in Th17 polarization. *Microbiome*. 2018;6(1):154.
16. Corrêa-Oliveira R, Fachi JL, Vieira A, Sato FT, Vinolo MAR. Regulation of immune cell function by short-chain fatty acids. *Clin. Transl. Immunol*. 2016;5:73.
17. Dreno B, Aravijskaia E, Berardesca E, Gontijo G, Sanchez VM, Xiang LF, Martin R, Bieber T. Microbiome in healthy skin, update for dermatologists. *J.Eur.Acad. Dermatol. Venereol*. 2016;30:2018-47.
18. Lescheid DW. Probiotics as regulators of inflammation: A review. *Funct. Foods Heal. Dis*. 2018;4:299.
19. Lev-Sagie A, Goldman-Wohl D, Cohen Y, Dori-Bachash M, Leshem A, Mor U, Strahilevitz J, Moses AE, Shapiro H, Yagel S, Elinav E. Vaginal microbiome transplantation in women with intractable bacterial vaginosis. *Nature Medicine*. 2019;25:1500-4.
20. Mori N, Kano M, Masuoka N. Effect of probiotic and prebiotic fermented milk on skin and in-testinal conditions in healthy young female students. *Biosci. Microbiota Food. Health*. 2016;35(3):105-12.
21. Mukherjee S, Mitra R, Maitra A, Gupta S, Kumaran S, Chakraborty A, Majumder PP. Sebum and Hydration Levels in Specific Regions of Human Face Significantly Predict the Nature and Diversity of Facial Skin Microbiome. *Sci Rep*. 2016;27:360-2.
22. Myles IA, Earland NJ, Anderson ED, Moore IN, Kieh MD, Williams KW., Saleem A, Fontecilla NM, Welch PA, Darnell DA, Barnhart LA, Sun AA, Uzel G, Datta SK. First-in-human topical microbiome transplantation with *Roseomonas mucosa* for atopic dermatitis. *JCI Insight*. 2018;3(9):120-608. DOI: 10.1172/jci.insight.120608.
23. Nakatsuji T, Chen TH, Narala S, Chun KA. Antimicrobials from human skin commensal bacteria protect against Staphylococcus aureus and are deficient in atopic dermatitis. *Sci. Transl. Med*. 2017;9:46-80. DOI: 10.1126/scitranslmed.aah4680.

24. O'Neill CA, Monteleone G, McLaughlin JT, Paus R. The gut-skin axis in health and disease: A paradigm with therapeutic implications. *Bioessays*. 2016;38(11):1167-76.
25. Pammi M, O'Brien J, Ajami NI, Wong MC, Versalovic J, Petrosino Jf. Development of the cutaneous microbiome in the preterm infant: A prospective longitudinal study. *Plos One*. 2017;12(4):176-669. DOI:10.1317/journal.pone.D176669.
26. Park JU, Oh B, Lee JP, Choi MH, Lee MJ, Kim BS. Influence of Microbiota on Diabetic Foot Wound in Comparison with Adjacent Normal Skin Based on the Clinical Features. *Biomed Res Int*. 2019;19:745-923.
27. Prohic A, Jovovic Sadikovic T, KrupalijaFazlic M, Kuskunovic-Vlahovljak S. *Malassezia* species in healthy skin and in dermatological conditions. *Int J Dermatol*. 2016;55(5):494-504. DOI: 10.1111/ijd.13116.
28. Salem I, Ramser A, Isham N, Ghannoum MA. The Gut Microbiome as a Major Regulator of the Gut-Skin Axis. *Front. Microbiol*. 2018;9:1459.
29. Stalder JF, Fluhr JW, Foster T, Glatz M, Proksch E. The emerging role of skin microbiome in atopic dermatitis and its clinical implication. *J Dermatolog Treat*. 2019;30(4):357-64.
30. Sugita T, Yanazaki T, Makimura K. Comprehensive analysis of the skin fungal microbiota of astronauts during a half-year stay at the International Space Station. *Med Mycol*. 2016;14:1-21.
31. Tanaka A, Cho O, Saito C. Comprehensive pyrosequencing analysis of the bacterial microbiota of the skin of patients with seborrheic dermatitis. *Microbiol. Immunol*. 2016;60(8):521-6.
32. Urban J, Fergus DJ, Savage AM, Ehlers M, Menninger HL, Dunn RR, Horvath JE. The effect of habitual and experimental antiperspirant and deodorant product use on the armpit microbiome. *PeerJ*. 2016;4:1605. DOI: 10.7717/peerj.1605.
33. Vasiliki Lolou, Mihalis I. Panayiotidis. Functional Role of Probiotics and Prebiotics on Skin Health and Disease. *Fermentation*. 2019;5(2):41.
34. Vaughn AR, Notay M, Clark AK, Sivamani RK. Skin-gut axis: The relationship between intestinal bacteria and skin health. *World J. Dermatol*. 2017;6(4):52-8.
35. Wilantho A, Deekaew P, Srisuttayakorn C, Tongshima S, Somboonna N. Diversity of bacterial communities on the facial skin of different age-group Thai males. *PeerJ*. 2017;21:5.
36. Williams MR, Nakatsuji T, Sanford JA, Vrbanac AF, Gallo RL. *Staphylococcus aureus* Induces Increased Serine Protease Activity in Keratinocyte. *J Invest Dermatol*. 2017;137:377-84. DOI: 10.1016/j.jid.2016.10.008
37. Wollina U. Microbiome in atopic dermatitis. *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol*. 2017;10:51-6.
38. Woo YR, Lee SH, Cho SH, Lee JD, Kim HS. Characterization and Analysis of the Skin Microbiota in Rosacea: Impact of Systemic Antibiotics. *J Clin Med*. 2020;9:1-5.
39. Zheng Y, Liang H, Li Z, Tang M, Song L. Skin microbiome in sensitive skin: The decrease of *Staphylococcus epidermidis* seems to be related to female lactic acid sting test sensitive skin. *J Dermatol Sci*. 2019;16:30387-8. DOI: 10.1016/j.jdermsci.2019.12.004.
40. Zhou W, Spoto M, Hardy R, Guan C, Fleming E, Larson PJ, Brown JS, Oh J. Host-Specific Evolutionary and Transmission Dynamics Shape the Functional Diversification of *Staphylococcus epidermidis* in Human Skin. *Cell*. 2020;180(3):454-70.

---

**Библиографическая ссылка:**

Соболь Е.А., Морозов А.М., Жуков С.В., Минакова Ю.Е., Протченко И.Г. Анализ микробиоты кожных покровов человека // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №6. Публикация 3-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/3-3.pdf> (дата обращения: 12.11.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-3-3\*

**Bibliographic reference:**

Sobol EA, Morozov AM, Zhukov SV, Minakova YuE, Protchenko IG. Analiz mikrobioty kozhnyh pokrovov cheloveka [Analysis of human skin microbiota]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2021 [cited 2021 Nov 12];6 [about 10 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/3-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-3-3

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/e2021-6.pdf>