

## СТАТЬИ

УДК 579.6

**ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ РУК  
НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ  
СОСТАВ МИКРОБИОТЫ****<sup>1</sup>Богданова О.Ю., <sup>1</sup>Черных Т.Ф., <sup>2</sup>Таиров И.Т., <sup>1</sup>Таирова А.Б.**<sup>1</sup>Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет СПХФУ,

Санкт-Петербург, e-mail: bogdiolg@yandex.ru;

<sup>2</sup>214 лицей, Санкт-Петербург, e-mail: tairov28@yandex.ru

Исследование посвящено изучению влияния гигиенической и антисептической обработки рук на количественный и качественный состав микроорганизмов кожи. Актуальность исследования обусловлена все возрастающим значением соблюдения микробиологической чистоты фармацевтических и биотехнологических производств для обеспечения безопасности вырабатываемой продукции. Состав резидентной биоты кожи рук обычно довольно постоянен, однако часто в составе могут обнаруживаться транзитные патогенные и непатогенные микроорганизмы. В составе микробиома рук человека, как правило, наблюдается большая временная изменчивость, чем в других участках тела, что затрудняет идентификацию состава нормального микробиома рук. Авторы современных исследований отмечают значимость кожи рук как источника контаминации и переносчика инфекции, однако исследований влияния санитарно-гигиенической обработки рук на состав микробиоты немного. Проведены исследования отпечатков пальцев рук молодых девушек (студенток фармацевтического факультета) без предварительной санитарно-гигиенической обработки рук тщательным мытьем и дополнительной обработкой 70%-ным этиловым спиртом. Показано, что мытье рук и обработка антисептиком значительно снижает количество микроорганизмов на коже рук, однако не удаляет их, на руках после обработки остаются бактерии нормобиоты *Staphylococcus sp.* На необработанных руках обнаруживали транзитные микроорганизмы, являющиеся представителями почвы, в числе которых обнаружены плесневые грибы *Aspergillus*, споровые грамположительные палочки *Bacillus subtilis*, грамположительные кокки *Micrococcus luteus*. Проведенное исследование наглядно показало будущим специалистам крайнюю важность санитарно-гигиенической и антисептической обработки рук, что явилось хорошим воспитательным методическим приемом в обучении студентов фармацевтического факультета.

**Ключевые слова:** микробиота кожи рук, источники микробной контаминации, антисептики, санитарно-гигиеническая обработка

**STUDY OF THE ROLE OF HAND TREATMENT ON THE QUANTITATIVE  
AND QUALITATIVE COMPOSITION OF MICROBIOTA****<sup>1</sup>Bogdanova O.Yu., <sup>1</sup>Chernykh T.F., <sup>2</sup>Tairov I.T., <sup>1</sup>Tairova A.B.**<sup>1</sup>Sankt-Petersburg Chemical and Pharmaceutical University, St. Petersburg,

e-mail: bogdiolg@yandex.ru;

<sup>2</sup>214 Lyceum St. Petersburg, e-mail: tairov28@yandex.ru

The study is devoted to the study of the influence of hygienic and antiseptic hand treatment on the quantitative and qualitative composition of skin microorganisms. The relevance of the study is due to the increasing importance of compliance with the microbiological purity of pharmaceutical and biotechnological industries to ensure the safety of manufactured products. The composition of the resident biota of the skin of the hands is usually quite constant, but often transient pathogenic and non-pathogenic microorganisms can be detected in the composition. As a rule, there is a greater temporal variability in the composition of the human hand microbiome than in other parts of the body, which makes it difficult to identify the composition of the normal hand microbiome. The authors of modern studies note the importance of the skin of the hands as a source of contamination and a vector of infection, however, there are few studies of the effect of sanitary and hygienic treatment of hands on the composition of the microbiota. Studies of fingerprints of young girls (students of the Faculty of Pharmacy) were carried out without preliminary sanitary and hygienic treatment of hands by thorough washing and additional treatment with 70% ethyl alcohol. It has been shown that hand washing and antiseptic treatment significantly reduces the number of microorganisms on the skin of the hands, however, it does not remove them, *Staphylococcus sp.* – normobiotic bacteria remain on the hands after treatment. Transient microorganisms that are representatives of the soil were found on untreated hands, including mold fungi *Aspergillus*, spore gram-positive sticks *Bacillus subtilis*, gram-positive cocci *Micrococcus luteus*. The conducted research clearly showed the future specialists the extreme importance of sanitary and hygienic and antiseptic hand treatment, which was a good educational method in teaching students of the Faculty of Pharmacy.

**Keywords:** microbiota of the skin of the hands, sources of microbial contamination, antiseptics, sanitary and hygienic treatment

Исследование посвящено изучению влияния гигиенической и антисептической обработки рук на количественный и качественный состав микроорганизмов кожи у студентов второго курса фармацевтиче-

ского факультета. Проведенное исследование может быть полезно для наглядной демонстрации будущим специалистам крайней важности санитарно-гигиенической и антисептической обработки рук.

Актуальность исследования обусловлена все возрастающим значением соблюдения микробиологической чистоты фармацевтических и биотехнологических производств для обеспечения безопасности вырабатываемой продукции. Контроль загрязнения лекарственных препаратов патогенными и непатогенными микроорганизмами много лет является проблемой для фармацевтической промышленности. Загрязнение продукта и неспособность установить и поддерживать состояние контроля микробного загрязнения и загрязнения твердыми частицами является основной причиной отзывов продукции и действий регулирующих органов на фармацевтическом рынке.

Микробная контаминация поверхностей помещений может происходить из нескольких источников. Большая часть загрязнения фармацевтического предприятия связана с работой людей, источником контаминации становится кожа рук персонала. Современные исследования значительно расширили знания о составе микробиома человека, в том числе микробиома кожи. Авторы отмечают значимость рук как источника контаминации и переносчика инфекции [1; 2], однако исследований влияния санитарно-гигиенической обработки рук на состав микробиоты немного.

Авторы исследований микробиома кожи рук сообщают о присутствии в составе биома бактерий из четырех типов (от большей до меньшей относительной численности): *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* [3]. В составе кожи рук также зачастую обнаруживаются грибы.

Человеческая кожа – это первый неспецифический барьерный слой защиты от инфекционных микроорганизмов и токсических агентов. Кожа – самый большой орган человека и представляет собой динамичную среду; на нее постоянно воздействуют внутренние факторы, и она подвергается воздействию внешних условий. Эти внутренние и внешние факторы могут изменять микробное сообщество на коже [4]. Непатогенные бактерии и грибы обнаруживаются у людей повсеместно, при этом на коже содержится до  $1 \times 10^7$  бактерий на  $\text{см}^2$  [5]. Метод смывов и отпечатков с последующим культивированием по-прежнему является лидирующим методом изучения микробиома кожи рук. Тем временем становится понятно, что многие микроорганизмы трудно культивировать, в итоге они недостаточно представлены или не обнаруживаются при исследованиях, основанных на культивировании.

Доступность экономически эффективных и высокопроизводительных методов,

не зависящих от культуры, включая секвенирование гена 16S rRNA и передовую биоинформатику, значительно улучшила понимание микробиома человека [5; 6]. Преимущество нацеливания на ген 16S рРНК заключается в том, что он универсален для бактерий и позволяет сравнивать последовательности между организмами на различных уровнях таксономического разрешения в отличие от классификации на основе культуры, которая ограничивается морфологической и фенотипической классификацией [6]. Другие подходы, включая метагеномику, используются для охвата всего спектра разнообразия микробиома, включая грибы, вирусы и простейшие.

Современные исследования микробиома человека в большей степени сосредоточены на микробиомах кишечника и полости рта. Растет число исследований микробиома кожи, при этом отбор проб редко фокусируется на руках [7].

К нормальной микробиоте кожи рук следует отнести *Staphylococcus epidermidis*, *S. saprophyticus*, *Corynebacterium sp.*, *Propionibacterium sp.*, *Candida sp.* Грибы рода *Malassezia* обнаруживаются в сердцевинных участках тела и рук, менее часто встречаются *Malassezia spp.*, *Aspergillus spp.*, *Cryptococcus spp.*, *Rhodotorula spp.* и другие. Кожа рук может содержать условно-патогенные и патогенные виды, в том числе устойчивые к антибиотикам штаммы *Staphylococcus aureus*, а также при несоблюдении гигиенических процедур руки могут загрязняться энтеробактериями, включая *Escherichia coli*.

Стабильность микробиома кожи обеспечивается метаболическими способностями микробов-симбионтов, выделением ими органических кислот, что способствует поддержанию слабокислой среды кожи, влияющей (ингибирующей) на транзитную микробиоту [8]. Кроме того, симбионты кожи способны выделять бактерицины, ферменты, формировать биопленки, что в целом также способствует уничтожению посторонней биоты. При этом стабильный микробиом сложно изменить с помощью тщательного мытья рук и даже воздействием антисептиков.

Частое в последнее время использование антисептиков может повлиять на микробиом рук, приводя к большему переносу патогенов на руках у людей, использующих средства гигиены рук высокого уровня, в то время как различные исследования демонстрируют снижение переноса патогенов и / или инфекций при использовании этих продуктов [3]. Часто мытые руки медицинских работников заселены большим количе-

ством патогенных бактерий, чем у тех, кто моется реже [3]. Было показано, что мытье рук мылом, выдаваемым из открытых диспенсеров многократного использования, повышает уровень условно-патогенных микроорганизмов на руках [3]. Однако многие исследования продемонстрировали благотворное влияние мытья рук и/или использования средств для протирания рук на спиртовой основе на уменьшение количества патогенных бактерий на руках и/или снижение уровня инфицирования в различных учреждениях [1].

Микробиом рук находится в постоянном движении, поскольку руки являются критическим вектором передачи микроорганизмов между людьми, домашними животными, неодушевленными предметами и окружающей средой. Исследования должны дополнительно изучить факторы, которые изменяют микробиом рук, включая воздействие продуктов, наносимых на руки. Более глубокое понимание микробиома рук и микробиома кожи в целом откроет двери для разработки продуктов для профилактики и лечения заболеваний и может привести к другим применениям, включая новые диагностические и медицинские подходы.

На лабораторных занятиях по микробиологии для студентов фармацевтического факультета будет крайне полезно наглядно убедиться в необходимости контроля микробиологической чистоты рук. Студенты изучают состав нормальной микробиоты кожи и рук человека, проводя эмпирический опыт методом отпечатков. Данное занятие является хорошим методическим и воспитательным приемом, позволяющим эффективно усвоить обширный материал о микробиоте человека и убедиться в том, что человек является основным источником посторонних микроорганизмов на производстве.

Цель исследования – изучение влияния санитарно-гигиенической обработки рук с помощью тщательного мытья и обработ-

ки антисептиком на качественный и количественный состав микроорганизмов кожи рук в составе лабораторного занятия по микробиологии.

### Материалы и методы исследования

Испытуемыми были молодые девушки – студентки фармацевтического факультета в возрасте 19-20 лет, микробиоту кожи рук которых оценивали до санитарно-гигиенической (мытьё с мылом) и антисептической обработки 70%-ным этиловым спиртом и после обработки. Для оценки использовали метод отпечатков, которые делали на поверхность стерильного мясопептонного агара, предварительно разлитого в чашки Петри. Посев проводили с соблюдением асептических условий. Чашки делили грифелем пополам – на одну сторону наносили отпечатки до обработки, на другую сторону – после обработки. Посевы культивировали при температуре 30-35 °С в течение 48 часов. После культивирования оценивали обилие выросших колоний, изучали их макроморфологические и микроскопические признаки, на основании чего делали выводы о родовой принадлежности выделенных бактерий.

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате на чашках с правой стороны (до обработки) было обнаружено значительно большее количество колоний, чем с левой стороны (отпечатки после обработки), что свидетельствует о значительном ингибирующем эффекте мытья рук и обеззараживания антисептиком (рис. 1).

На коже рук, исследованной до обработки, были обнаружены характерные серо-зеленые с белым контуром колонии мицелиальных микромицетов рода *Aspergillus*, микроскопия которых показала характерные для данного рода анаморфы в виде головки со стеригмами и конидиями (рис. 2).

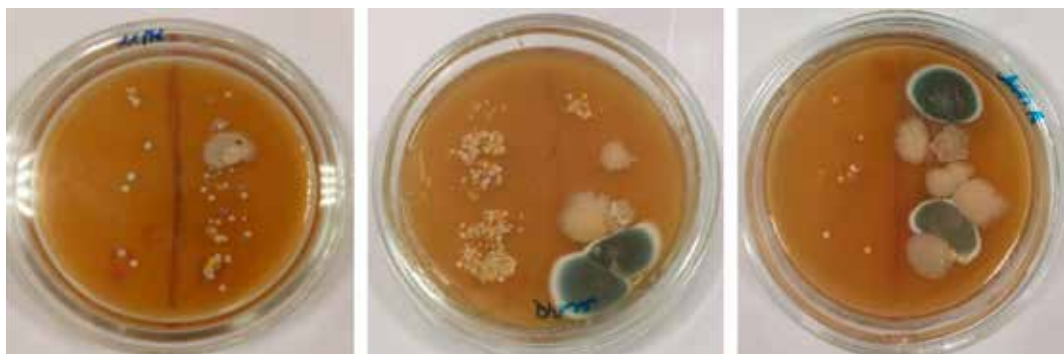


Рис. 1. Чашки Петри с посевами отпечатков пальцев студентов

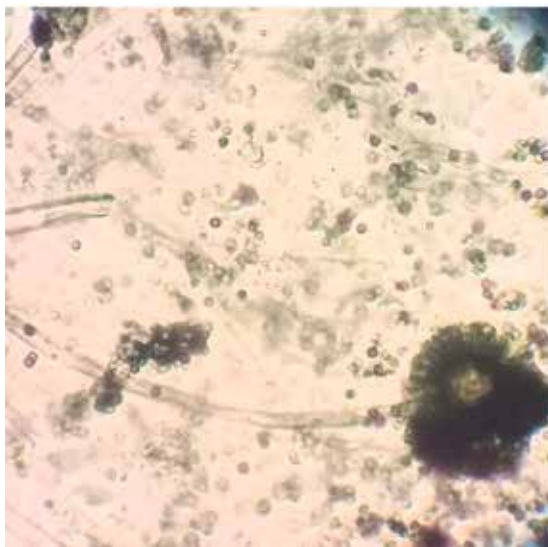


Рис. 2. Характерная анаморфа аспергилла

Крупные кожистые складчатые колонии бежевого цвета были идентифицированы как бактерии рода *Bacillus*, широко распространенные в окружающей среде, как правило, обитающие в почве. Мелкие округлые колонии желтого и белого цвета были идентифицированы как грамположительные кокки *Micrococcus luteus* (рис. 3) и *Staphylococcus sp.* (рис. 4).

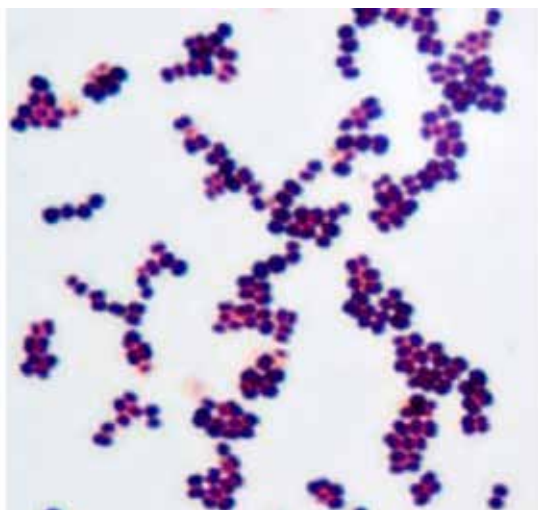


Рис. 3. Микрококки на коже рук, окраска по Граму, микроскопия x100

Микрококки являются также почвенными обитателями, которые, как и бациллы, вероятно, попадают на руки из почвы; стафилококки являются симбиотической биотой кожи рук человека, прочно связан-

ной со своим хозяином. Можно отметить, что человек и его кожа могут являться важнейшими источниками контаминации поверхностей и продуктов в производстве, что требует тщательного подхода к санитарно-гигиенической и антисептической обработке рук перед проведением любых производственных операций.

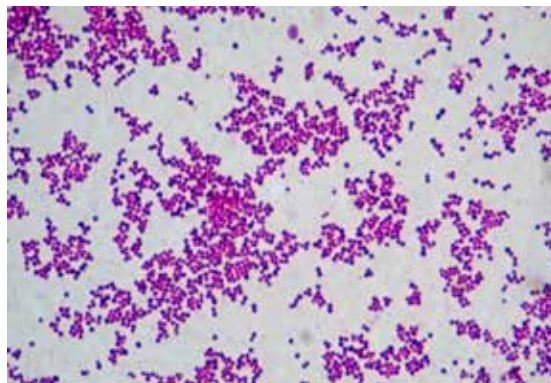


Рис. 4. Стафилококки на коже рук, окраска по Граму, микроскопия x100

#### Заключение

Проведены исследования отпечатков пальцев рук молодых девушек (студенток второго курса фармацевтического факультета) без предварительной санитарно-гигиенической обработки рук тщательным мытьем и с дополнительной обработкой 70%-ным этиловым спиртом. Показано, что мытье рук и обработка антисептиком значительно снижает количество микроорганизмов на коже рук, однако не удаляет их, что требует более тщательного подхода к обработке рук перед проведением ответственных операций на производстве, которые могут привести к возможной контаминации поверхностей и продуктов производства.

На необработанных руках обнаруживали в основном транзитные микроорганизмы, являющиеся представителями почвы, в числе которых обнаружены плесневые грибы *Aspergillus*, споровые грамположительные палочки *Bacillus subtilis*, грамположительные кокки *Micrococcus luteus*. На обработанных руках обнаруживали *Staphylococcus sp.* – бактерии, которые являются прочно связанными с кожей человека симбиотическими организмами. Их не удастся удалить с помощью обычного мытья рук и даже после обработки антисептиком. Проведенный опыт наглядно показал студенткам ценность обработки рук в их жизни и будущей профессии.

**Список литературы**

1. Кампф Г. Гигиена рук в медицинских организациях // *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2018. № 4. С. 60-72.
2. Гигиена рук как основа профессиональной безопасности и безопасности пациентов [Электронный ресурс]. URL: <https://borcbr.zdrav36.ru/files/YIII%93%D0%B8%D0%B3%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D1%83%D0%BA.pdf> (дата обращения: 15.02.2023).
3. Edmonds-Wilson S.L., Nutrinova N.I., Zapka C.A., Fierer N. Review of Human Hand Microbiome Research. *Journal of Dermatological Science*. 2015. № 80(1). DOI: 10.1016/j.jdermsci.2015.07.006.
4. Hoisington A., Stamper C.E., Bates K.L., Stanislawski M.A. Human microbiome transfer in the built environment differs based on occupants, objects, and buildings. 2023. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2500455/v1.
5. Byrd A.L., Belkaid Y., Segre J.A. The human skin microbiome. *Nature Reviews Microbiology*. 2018. V. 16. P. 143-155.
6. Knight R., Vrbanac A., Taylor B.C., Aksenov A., Callewaert C., Debelius J., Gonzalez A., Kosciolek T., McCall L.I., McDonald D., et al. Best practices for analysing microbiomes. *Nat. Rev. Microbiol.* 2018. V. 16(7). P. 410-422.
7. Oh J., Byrd A.L., Park M., Program N.C.S., Kong H.H., Segre J.A. Temporal stability of the human skin microbiome. *Cell*. 2016. V. 165(4). P. 854-866.
8. 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. V. 180(3). P. 454-470. DOI: 10.1016/j.cell.2020.01.006.