

## ОБЩЕКЛИНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

Арзуманян В.Г.<sup>1</sup>, Заборова В.А.<sup>2</sup>, Ильина И.В.<sup>3</sup>, Миронов А.Ю.<sup>5,6</sup>, Лепетинский И.С.<sup>4</sup>, Васильева Г.В.<sup>1</sup>

### КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОБИОТЫ СТОП МЕТОДОМ МИКРОСКОПИИ

<sup>1</sup>ФГБНУ НИИ вакцин и сывороток им. И. И. Мечникова, 105064, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Кафедра спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава РФ (Сеченовский университет), 119048, Москва, Россия;

<sup>3</sup>Кафедра кожных и венерических болезней с курсом косметологии Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «МГУПП», 125080, Москва, Россия;

<sup>4</sup>ФГБУ «Морская Спасательная Служба», 125993, Москва, Россия;

<sup>5</sup>ФБУН Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора, 125212, Москва, Россия;

<sup>6</sup>Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА, 115682, Москва, Россия

*Несмотря на обилие исследований в области микозов стоп (tinea pedis), всегда открытым является вопрос о степени распространённости дерматофитных грибов в современной человеческой популяции, о наличии взаимосвязи между их встречаемостью и возрастом носителя. Группа обследованных включала 99 добровольцев от 14 до 73 лет. Чешуйки кожи собирали с пяточной области стопы, степень неблагоприятия данного локуса выражали в баллах от 0 до 3. В отличие от обычного лабораторного микроскопа с увеличением  $\times 900$  использован  $\times 1750$ , что позволило оценить не только грибы, но и бактерии. Среднее обилие морфотипов микробов выражали в баллах. Установлено, что степень неблагоприятия локуса увеличивалась с возрастом (коэффициент Пирсона  $r=0.954$ ). Палочковидные формы бактерий присутствовали у всех обследованных, но их обилие с возрастом увеличивалось (0,821). Кокки более характерны и обильно встречались в образцах кожных чешуй от молодых людей (-0.620). Встречаемость дерматофитных грибов увеличивалась с возрастом (0,891), при этом относительно высокие величины имели место у молодых людей (10.5% имели мицелиальные формы, 73.7% – споровые) и в группе без каких-либо симптомов неблагоприятия (7.7% и 76.9%), что позволяет рассматривать эти грибы в качестве нормальной микробиоты кожи стоп.*

**Ключевые слова:** микробиом кожи стопы; микроскопия; дерматофиты.

**Для цитирования:** Арзуманян В.Г., Заборова В.А., Ильина И.В., Миронов А.Ю., Лепетинский И.С., Васильева Г.В. Клиническая лабораторная диагностика возрастных изменений микробиоты стоп методом микроскопии. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2022; 67 (10): 607-612. DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2022-67-10-607-612>

**Для корреспонденции:** Арзуманян Вера Георгиевна, д-р биол. наук, проф., зав. лаб. физиологии грибов и бактерий: e-mail: veraar@mail.ru

**Финансирование.** Исследование выполнено с использованием научного оборудования центра коллективного пользования «НИИВС им. И.И. Мечникова», при финансовой поддержке проекта Российской Федерации в лице Минобрнауки России, Соглашение № 075-15-2021-676 от 28.07.2021.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории физиологии грибов и бактерий НИИВС им. И.И. Мечникова Артемьевой Т. А. и Бутовченко Л. М. за помощь при проведении исследований

Поступила 10.07.2022

Принята к печати 28.07.2022

Опубликовано 14.10.2022

Arzumanyan V.G.<sup>1</sup>, Zaborova V.A.<sup>2</sup>, Il'ina I.V.<sup>3</sup>, Mironov A.Yu.<sup>5,6</sup>, Lepetinsky I.S.<sup>4</sup>, Vasilyeva G.V.<sup>1</sup>

AGE CHANGES OF FOOT MICROBIOME ESTIMATED BY MICROSCOPY METHOD

<sup>1</sup>Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University); Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia;

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Institution «Marine Rescue Service» (MRS), Moscow, Russia;

<sup>5</sup>G.N. Gabrichevsky research institute for epidemiology&microbiology, Moscow, Russia;

<sup>6</sup>Federal Research and Clinical Center of Specialized Medical Care and Medical Technologies FMBA of Russia, Moscow, Russian Federation

*Despite of great number of investigations in the area of tinea pedis, question is opened: to what extent dermatophyte fungi are spread among modern population and does their occurrence interrelated with host age? Investigated group included 99 volunteers from 14 to 73 years old. Skin scales were collected from heel area of foot, and signs of heel skin trouble were expressed in points. In contrast to usual laboratory microscope magnification  $\times 900$  we worked at  $\times 1750$ , what allowed to estimate not only fungal,*

but bacterial forms too. Average abundances of microbial morphotypes were expressed in points. Heel skin trouble increased in the process of aging (Pirson's coefficient  $r=0.954$ ). Bacilli occurred in all persons independently from age, but their abundance increased with aging (0.821). On the contrary cocci were more common and abundant in young person's feet (-0.620). Occurrence of dermatophytes increased with age (0.891), at that relatively high values took place in young persons (10.5% with mycelium and 73.7% with spores) and in group without any heel skin trouble symptoms (7.7% and 76.9%), what allow to refer these fungi to normal habitats of foot skin.

**Key words:** foot skin microbiome; microscopy; dermatophyte.

**For citation:** Arzumanian V.G., Zaborova M.A., Il'ina I.V., Mironov A.Yu., Lepetinsky I.S., Vasilieva G.V. Age changes of foot microbiome estimated by microscopy method. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics)*. 2022; 67 (10): 607-612 (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2022-67-10-607-612>

**For correspondence:** Arzumanian V.G., Sc.D., professor, head of laboratory of fungal and bacterial physiology; e-mail: veraar@mail.ru

**Information about authors:**

Arzumanian V.G., <https://orcid.org/0000-0001-9769-1634>;  
Zaborova M.A., <https://orcid.org/0000-0001-5044-1152>;  
Il'ina I.V., <https://orcid.org/0000-0003-2548-0891>;  
Mironov A.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-8544-5230>;  
Lepetinsky I.S., <https://orcid.org/0000-0002-0002-1720>;  
Vasilieva G.V., <https://orcid.org/0000-0002-8350-6896>.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Funding.** The study was carried out on the scientific equipment of the Collective Usage Center «I. I. Mechnikov NIVS», Moscow, Russia, with the financial support of the project by the Russian Federation represented by the Ministry of Science of Russia, Agreement No. 075-11-2021-676 dated 28.07.2021.

**Acknowledgement.** Authors express their thanks to Tamara Artemieva and Liubov Butovchenko for technical support and permanent care.

Received 10.07.2022  
Accepted 28.07.2022  
Published 14.10.2022

**Введение.** Микробиота стоп человека в норме описана давно и довольно подробно [1–6, 19], причём как бактерии – кокки и палочки, так и грибы – дрожжи и дерматофиты. Микробиоту стоп делят на нормальную и сопутствующую инфекционному процессу, однако, основываясь на экспериментальных данных, указывают, что «дерматофиты могут являться членами «остаточной» микрофлоры стопы, действуя в качестве резервуара инфекции в случае изменения условий со стороны носителя или внешней среды» [1]. Указаны пределы носительства – от 3-9% обследованных здоровых взрослых людей выделены культуры этих микроорганизмов. Другие авторы более категоричны в характеристике дерматофитов: «дерматофиты представляют собой группу патогенных грибов, вызывающих в основном поверхностные заболевания человека и других млекопитающих» [7, 19]. В отечественных исследованиях отмечено, что свыше 20% всего населения может являться носителями дерматофитных грибов, причём этот показатель неуклонно растёт [8, 19]. Остается открытым вопрос, насколько распространены дерматофиты в современной популяции в целом и связано ли их наличие с возрастом носителя? Цель исследования – оценка возрастных изменений состава грибной микробиоты кожи стопы с помощью метода микроскопии в сравнении со степенью неблагополучия данного локуса.

**Материал и методы.** В исследование включены 99 добровольцев (45 женщин и 54 мужчины) в возрасте от 14 до 73 лет, не обращавшихся к дерматологу по поводу микозов стоп и не имевших каких-либо жалоб, не принимавших участия в систематических занятиях спортом.

Исследован материал кожных чешуй с пяточной области стопы. Внешние признаки неблагополучия данного локуса выражали в баллах в соответствии со следующей шкалой: 0 – чистая, гладкая пятка; 1 – чистая, но с белым налётом или небольшим шелушением; 2 – с налётом, шелушением и утолщением; 3 – с налётом, шелушением, утолщением, трещинами.

Сбор кожных чешуй с пяточной области кожи стопы производили путём соскоба. Полученный материал (20 мг) помещали в пробирку Эппендорф и заливали 50 мкл 17% раствором едкого калия (КОН) с диметилсульфоксидом, после чего оставляли на ночь при комнатной температуре [9]. Полученный препарат микроскопировали при суммарном увеличении в 1750 раз (рис. 1). Обилие обнаруженных морфотипов грибов и бактерий в 10 полях зрения выражали в баллах: 0 – означало отсутствие; 1 балл – наличие в среднем 1-2 клеток в поле зрения; 2 балла – от 3 до 5; 3 балла – 6 и выше.

Для статистической обработки данных всю выборку добровольцев разделяли на 6 групп в соответствии с возрастом: 14-19 лет, 20-29 лет, 30-39 лет, 40-49 лет, 50-59 лет, старше 60 лет (см. таблицу); либо на 4 группы в соответствии со степенью неблагополучия локуса. Расчёт коэффициентов корреляции Пирсона ( $r$ ) проводили с помощью программы Microsoft Excell. Расчёт коэффициентов Манна-Уитни, свидетельствующих о наличии/отсутствии значимости различий между показателями, проводили с помощью автоматической программы [10].

**Результаты.** Первой задачей исследования являлась оценка наличия взаимосвязи между возрастом добровольцев и степенью неблагополучия кожи стоп

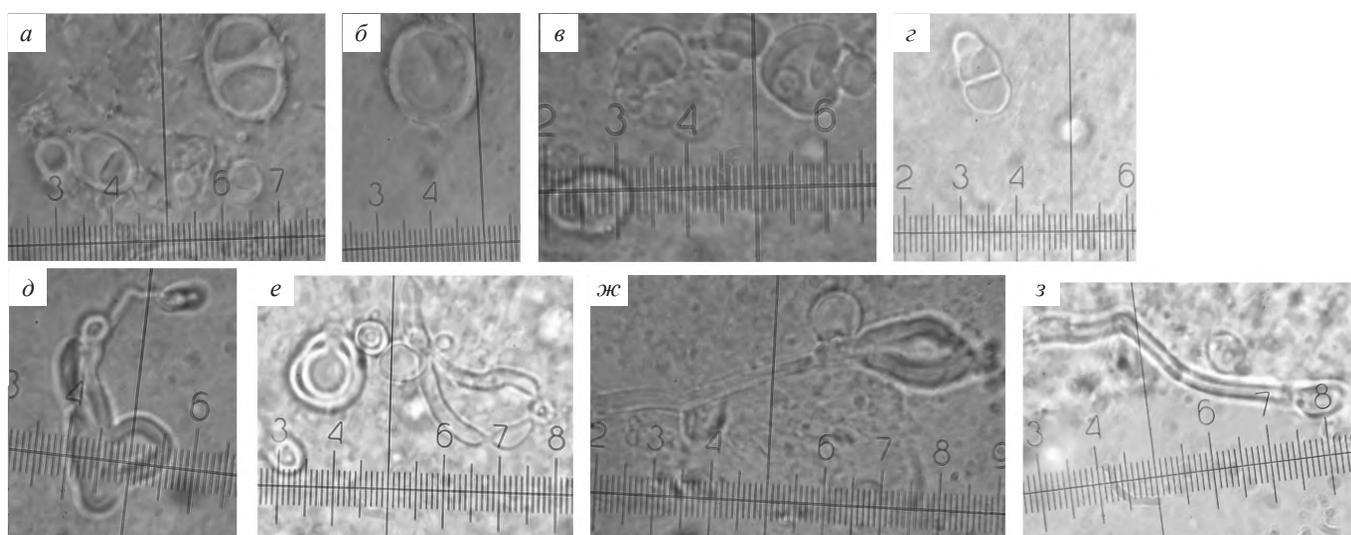


Рис. 1. Морфотипы дерматофитных грибов в чешуйках кожи стоп.

а–в – споры дерматофитов; д–з – дерматофитный мицелий. Суммарное увеличение микроскопа x1750. Одно деление на шкале соответствует 1 мкм.

**Взаимосвязь между возрастом добровольцев, степенью неблагоприятия кожи стоп и обсемененностью различными морфотипами микроорганизмов**

Возрастная группа, годы	Средний возраст в группе, М±m, лет	Число обследованных	Степень неблагоприятия локуса, баллы, М±m	Обилие микроорганизмов, баллы, М±m					
				Бактерии (формы)		Дрожжевые грибы		Дерматофитные грибы	
				кокки	палочки	мицелий	споры	мицелий	споры
14-19	18,3±0,9	19	1,2±0,6	1,2±0,5	2,1±0,4	0,1±0,2	0,7±0,8	0,1±0,2	1,6±1,1
20-29	22,9±2,7	24	1,2±0,6	1,2±0,7	2,3±0,5	0,0±0,0	0,7±0,8	0,3±0,4	1,7±1,2
30-39	33,2±1,8	14	1,4±0,8	1,2±0,7	2,5±0,5	0,0±0,0	0,4±0,5	0,1±0,2	2,1±0,7
40-49	44,0±2,4	18	1,9±0,4	1,4±0,8	2,5±0,6	0,1±0,1	1,0±1,1	0,2±0,3	2,1±0,9
50-59	54,1±2,2	14	1,9±0,8	1,0±0,7	2,4±0,5	0,1±0,2	0,9±0,9	0,4±0,6	2,1±1,1
> 60	62,9±2,5	10	2,4±0,5	0,7±0,7	2,6±0,6	0,1±0,2	0,7±0,7	0,3±0,4	2,4±0,8
Корреляция показателя с возрастом	-	-	0,954	-0,620	0,821	0,519	0,309	0,635	0,891
Корреляция показателя со степенью неблагоприятия локуса	0,954	-	-	-0,560	0,768	0,519	0,415	0,476	0,843
Достоверность различий между младшей и старшей возрастными группами по критерию Манна-Уитни			$p \leq 0,01$	$p \geq 0,05$	$0,01 \leq p \leq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$

(см. таблицу). Судя по наличию положительной корреляции высокой силы и наличием достоверных различий между младшей и старшей возрастными группами по критерию Манна-Уитни, эти показатели действительно взаимосвязаны, т. е., чем старше человек, тем более вероятны такие изменения кожи стопы, как налёт, шелушение, трещины.

Палочковидные бактерии, по размерам и форме близкие к пропионовым, встречались в 100% случаев во всех возрастных группах, тогда как встречаемость кокков варьировала в пределах от 50% до 84,2%, при-

чём в обратной корреляции по отношению к возрасту ( $r=-0,793$ ). Встречаемость дрожжевого мицелия находилась в пределах от 0% до 14,3%, корреляции с возрастом не отмечено ( $r=0,510$ ). Встречаемость спор дрожжей варьировала от 37,5% до 50% при невысокой положительной корреляции с возрастом ( $r=0,662$ ) и незначимой разнице между первой и последней возрастными группами по обсеменённости ( $p \geq 0,05$ ).

Сравнение возраста добровольцев с обсеменённостью пяток разными морфотипами микроорганизмов показало следующее (см. таблицу): положительная

корреляция высокой силы имела место между возрастом и обилием палочковидных бактерий, спор и мицелия дерматофитов. Значимых достоверных различий между младшей и старшей возрастными группами по критерию Манна-Уитни между указанными показателями не отмечено ( $p \geq 0,05$ ). Сопоставление частоты встречаемости дерматофитных спор/мицелия с возрастом добровольцев показало наличие положительной корреляции высокой силы (рис. 2):  $r$  составили 0,819 и 0,749 соответственно. Обращает на себя внимание тот факт, что частота встречаемости дерматофитного мицелия в самой младшей возрастной группе составила 10,5%, спор дерматофитов – 73,7%. Различия между частотой встречаемости спор и частотой встречаемости мицелия достоверны как среди мужчин, так и среди женщин –  $p < 0,01$ .

Сравнение между собой обилия кокков, палочек и грибов показало, что более или менее значимые корреляционные взаимосвязи имеют место лишь между обилием палочек и спор дерматофитов ( $r=0,950$ ), между обилием кокков и спор дерматофитов ( $r=-0,538$ ).

Распределение добровольцев по 4-м группам в соответствии со степенью неблагополучия локуса (рис. 3) показало следующее: частоты встречаемости спор и мицелия дерматофитов коррелируют со степенью неблагополучия локуса –  $r$  составили 0,924 и 0,938 соответственно, между собой ( $r=0,771$ ). Достоверность различий в обилии спор дерматофитов между группами с 0 и 3 степенью неблагополучия находится в зоне неопределённости ( $0,01 \leq p \leq 0,05$ ), мицелия – в зоне незначимости ( $p \geq 0,05$ ). Группа с 0 степенью включала людей в возрасте от 14 до 56 лет, причём обращает на себя внимание высокая частота встречаемости спор и мицелия дерматофитных грибов (см. рис. 3).

Гендерные различия в степени неблагополучия локуса, частоте встречаемости спор/мицелия дерматофитов в разных возрастных группах, оцененные по критерию Манна-Уитни, достоверно не значимы – во всех указанных группах сравнения  $p \geq 0,05$ .

**Обсуждение.** Многие виды микроорганизмов, в норме колонизирующие различные локусы организма человека, по мере снижения местного иммунитета могут действовать как условные патогены.

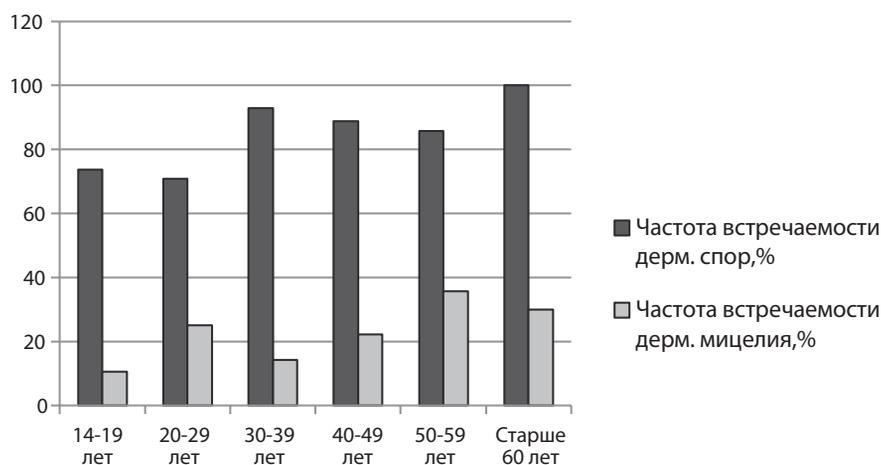


Рис. 2. Сравнение частоты встречаемости дерматофитных спор и мицелия в разных возрастных группах.

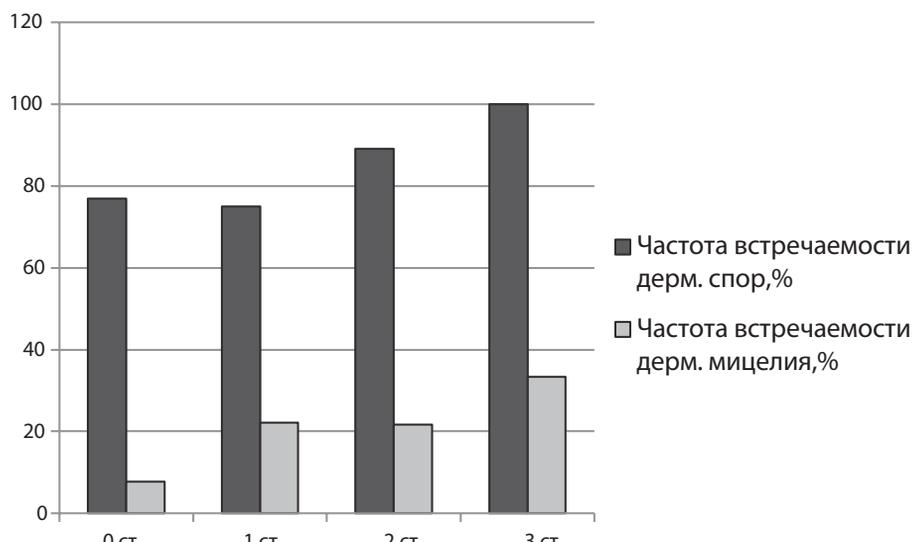


Рис. 3. Частота встречаемости дерматофитных спор и мицелия при разной степени неблагополучия локуса.

Примером могут служить дрожжи *Malassezia* spp. и бактерии *Propionibacterium* spp., которые являются нормальным компонентом микробиоты кожи и выделяют антагонистические противомикробные субстанции [11, 12], однако, при снижении защитных функций кожи они участвуют в таких патологических процессах, как акне, фолликулит и др. [2, 13]. Помимо антагонистических веществ микробной природы к факторам защиты неповреждённой кожи относятся собственно эпидермис, антимикробные пептиды, секретируемые кератиноцитами и потовыми железами [14]. Внешнее неблагополучие кожи стопы выражается в виде налёта, шелушения, трещин. Есть мнение, что эксфолиация – один из способов защиты организма от нежелательных микробов путём отмирания и удаления поражённых кожных чешуй. Из полученных данных следует, что с возрастом выраженность симптомов неблагополучия стоп нарастает (см. таблицу), наряду с увеличением обсеменённости палочковидными бактериями и дерматофитами. Обилие и частота детекции кокков по мере взросления снижается, при этом имеет место обратная взаимосвязь между кокками и дерматофитами. Если принять за норму исходные уровни этих показателей (т. е. первую возрастную группу), то вполне вероятно, что причиной повышения обсеменённости палочками и дерматофитами является именно снижение обилия кокков. Причин таких изменений может быть несколько. Во-первых, изменение баланса веществ, которые являются питательными субстратами для микроорганизмов, например, снижение легкодоступных субстратов типа аминокислот пота, являющихся предпочтительными для кокков. На этом фоне остаются менее доступные соединения, типа липидов, которые предпочитают пропионовые бактерии, или кератина, на котором хорошо растут дерматофитные грибы. Во-вторых, нельзя исключать микробный антагонизм посредством выработки микроорганизмами разных видов антимикробных субстанций. Ранее показан антимикотический эффект пропионовых бактерий в отношении клеток дрожжей *Candida albicans* [12], разных видов дрожжей друг против друга [15]. В-третьих, с возрастом может меняться скорость секреции, концентрация и набор антимикробных пептидов, по-разному ингибирующих рост микроорганизмов разных видов. Установлено, что фракция сывороточных антимикробных пептидов имеет высокую антимикробную активность по отношению к клеткам *Candida albicans*, но относительно низкую против клеток *Trichosporon cutaneum* и *Geotrichum candidum* [16].

Основным критерием дерматофитии считается наличие мицелия, обнаруживаемого при микроскопии образцов биоматериала. По-видимому, это связано с более простым распознаванием мицелиальных форм по сравнению со споровыми [17]. У диморфных грибов споры и мицелий являются лишь различными стадиями размножения [18,19]. Мы определяли обе эти формы, и оказалось, что их встречаемость коррелирует, причём споры обнаруживаются в 3-10 раз чаще, чем мицелий. Частота обнаружения дермато-

фитных форм у молодых людей и лиц с отсутствием симптомов неблагополучия стопы подтверждает возможность отнесения этих микроорганизмов к нормобиоте с оговоркой о состоянии иммунитета носителя [1], но идёт вразрез с определением их как облигатных патогенов [7].

**Заключение.** Внешнее неблагополучие кожи стопы достоверно увеличивается по мере взросления. Палочковидные бактерии встречаются у всех обследованных независимо от возраста, их обилие с возрастом нарастает. Кокки встречаются чаще и в большей концентрации у относительно молодых людей. Встречаемость и обилие дерматофитных грибов нарастает с возрастом, однако, величины этих показателей у молодых людей и в подгруппе без симптомов неблагополучия позволяют отнести эти микроорганизмы к нормобиоте человека. Гендерные различия в степени неблагополучия локуса, частоте встречаемости спор/мицелия дерматофитов в разных возрастных группах отсутствуют.

---

#### ЛИТЕРАТУРА (пп. 1, 3-9, 11, 12, 14, 16, 18 см. REFERENCES)

2. Нобл У.К. Микробиология кожи человека. М: Медицина; 1986.
10. Математические методы обработки данных (он-лайн расчёт) (источник: <https://www.psychol-ok.ru/lib/statistics.html>).
13. Котрехова Л.П., Васильева Н.В., Разнатовский К.И., Пиотровская И.В., Фролова Е.В., Филиппова Л.В., Учеваткина А.Е. Клинико-лабораторные предикторы и терапия микозов кожи, обусловленных *Malassezia* spp. *Клиническая дерматология и венерология*. 2011; 9(4): 79-83.
15. Ожован И.М. Киллерная активность клинически значимых дрожжей *Malassezia* и *Candida albicans*. Дисс. ...канд. биол. наук. М.; 2010.
17. Арзуманян В.Г., Ильина И.В., Васильева Г.В., Магаршак О.О., Миронов А.Ю. Новое в клинической лабораторной диагностике дерматофитных грибов у детей с atopическим дерматитом. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2019; 64(6): 351-3.
19. Воробьёв А.А., Быков А.С., Бойченко М.Н., ред. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология: Учебник для студентов медицинских вузов. 3-е изд., исправленное. М.: Медицинское информационное агентство; 2022. ISBN 978-5-9986-0478-2.

---

#### REFERENCES

1. Tachibana D.K. Microbiology of the foot. *Ann. Rev. Microbiol.* 1976; 30:351-75.
2. Noble W.C. Microbiology of human skin. Lloyd-Luke (Medical books). Moscow: Meditsina; 1986. (in Russian)
3. Marais A., Osuch E. Common cutaneous dermatophyte infections of the skin and nails. *South African Family Practice* 2017; 59(3):33-40.
4. Sakka N., Shemer A., Barzilai A., Farhi R., Daniel R. Occult tinea pedis in an Israeli population and predisposing factors for the acquisition of the disease. *Int. J. Dermatol.* 2015;54(2):146-9.
5. Grice E.A., Segre J.A. The skin microbiome. *Nat. Rev. Microbiol.* 2011; 9(4):244-53.
6. Adamczyk K., Garmarczyk A., Antonczak P., Wcislo-Dziadecka D. The foot microbiome. *J. Cosmetic Dermatol.* 2020; 19(5): 1039-1043.
7. White T.C., Findley K., Dawson T.L.Jr., Scheynius A., Boekhout T., Cuomo C.A., et al. Fungi on the Skin: Dermatophytes and *Malassezia*. *Cold Spring Harb. Perspect. Med.* 2014; 4(8): a019802.

GENERAL CLINICAL METHODS

8. Sergeev A. Current epidemiology of tinea pedis in Russia. *International Journal of Dermatology*. 2017; 56: 1272.
9. Rebell G., Taplin D. Dermatophytes. Their recognition and identification. University of Miami Press; 1971.
10. Mathematical methods of data processing (on-line calculation). Available at: <https://www.psychol-ok.ru/lib/statistics.html>. (in Russian)
11. Arzumanian V., Sergeev A.Yu., Shelemekh O.V., Ojovan I.M., Serdiuk O.A. Antagonistic activity of *Malassezia* spp. towards other clinically significant yeast genera. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2009; 148 (3): 410-5.
12. Arzumanian V., Zaborova V., Globa A., Shmeleva O. Communities of Skin Propionic Bacteria: Cultivation and Antifungal Antagonistic Activity. *J. Bacteriol. Parasitol.* 2016; 7: 266.
13. Kotrekhova L.P., Vasil'eva N.V., Raznatovskii K.I., Piotrovskaya I.V., Frolova E.V., Filippova L.V., Uchevatkina A.E. Clinical and laboratory predictors and therapy of skin mycoses caused by *Malassezia* spp. *Klinicheskaya dermatologia i venerologia*, 2011; 9(4): 79-83. (in Russian)
14. Coates M., Blanchard IS., MacLeod I.A.S. Innate antimicrobial immunity in the skin: A protective barrier against bacteria, viruses, and fungi. *PLOS Pathogens*. 2018; 14(12): e1007353.
15. Ozhovan I.M. Killer activity of clinically important yeasts *Malassezia* and *Candida albicans*. Diss.... Moscow; 2010. (in Russian)
16. Arzumanian V., Erofeeva T., Ixanova A., Zhigalkina P., Svitich O. Activity of antimicrobial peptide fractions of human serum and saliva against clinically important yeasts. *Current Topics in Peptide & Protein Research*. 2019; 20: 9-15.
17. Arzumanian V.G., Il'ina I.V., Vasileva G.V., Magarshak O.O., Mironov A.Yu. New in clinical laboratory diagnostics of dermatophyte fungi in children with atopic dermatitis. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika*. 2019; 64(6): 351-3. (in Russian)
18. de Hoog G.S., Guarro J., eds. Atlas of Clinical Fungi. Baarn and Delft: Centraalbureau voor Schimmelcultures; 1995.
19. Vorob'yov A.A., Bykov A.S., Boychenko M.N., eds. Medical microbiology, virology and immunology: a textbook for medical students. 3-rd ed., revised. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo; 2022. (in Russian)