

radiometry. Journal of New Medical Technologies, eEdition. 2009; XVI (4): 177. (In Russ.) Громов М. С., Терехов И. В., Бондарь С. С. и др. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии. Вестник новых медицинских технологий. 2009; XVI (4): 177.

15. Terekhov IV, Solodukhin KA, Arzhnikov VV, et al. The possibility of using active microwave radiometry for assessing alveolar-capillary permeability in experiment. Regionarnoe Krovooobraschenie i Microcirculacia. 2011; 4 (40): 83–6. (In Russ.) Терехов И. В., Солодухин К. А., Аржников В. В. и др. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011; 4 (40): 83–6.

16. Blagodarov AV, Vlaskin SV, Gromov MS, et al. Computer analysis in TRF topography for the differentiation of malocclusion

and pathology in mammology and pulmonology. Journal of New Medical Technologies, eEdition. 2006; XIII (3): 140–3. (In Russ.) Благодаров А. В., Власкин С. В., Громов М. С. и др. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации патологии в маммологии и пульмонологии. Вестник новых медицинских технологий. 2006; XIII (3): 140–3.

17. Terekhov IV, Petrosyan VI, Parfenyuk VK, Arzhnikov VV. Diagnostics and monitoring of infiltrative processes in the thoracic cavity by the method of luminescent analysis. 2017. URL: <http://aquatone.su/d/447480/d/11.infiltrativnyyeprotsessyvgudnoyopolosti.pdf> (7 Oct 2022) (In Russ.) Терехов И. В., Петросян И. В., Парфенюк В. К., Аржников В. В. Диагностика и мониторинг инфильтративных процессов в грудной полости методом люминесцентного анализа. 2017. URL: <http://aquatone.su/d/447480/d/11.infiltrativnyyeprotsessyvgudnoyopolosti.pdf> (дата обращения: 7.10.2022).

Статья поступила в редакцию 10.10.2022; одобрена после рецензирования 24.10.2022; принята к публикации 18.11.2022. The article was submitted 10.10.2022; approved after reviewing 24.10.2022; accepted for publication 18.11.2022.

Информация об авторах:

Анна Витальевна Моррисон — заведующая кафедрой дерматовенерологии и косметологии, доцент, кандидат медицинских наук; **Александр Андреевич Моисеев** — ассистент кафедры дерматовенерологии и косметологии; **Анна Юрьевна Епифанова** — ассистент кафедры дерматовенерологии и косметологии; **Инна Павловна Гребенникова** — ассистент кафедры дерматовенерологии и косметологии; **Яна Сергеевна Елдесбаева** — ассистент кафедры дерматовенерологии и косметологии.

Information about the authors:

Anna V. Morrison — Head of the Department of Dermatovenereology and Cosmetology, Associate Professor, PhD; **Alexander A. Moiseev** — Instructor of the Department of Dermatovenereology and Cosmetology; **Anna Yu. Epifanova** — Instructor of the Department of Dermatovenereology and Cosmetology; **Inna P. Grebennikova** — Instructor of the Department of Dermatovenereology and Cosmetology; **Yana S. Eldesbayeva** — Instructor of the Department of Dermatovenereology and Cosmetology.

УДК 616.5-002.828:616-076
EDN TPUDVH

Оригинальная статья

ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ПЕЙЗАЖА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ОНИХОМИКОЗА, ВЫДЕЛЯЕМЫХ У ПАЦИЕНТОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. А. Шнайдер¹, О. В. Нечаева^{1, 2}, В. А. Охлопков³, Н. В. Беспалова⁴, Я. А. Цирулева⁵

¹ГУЗ «Саратовский областной клинический кожно-венерологический диспансер», Саратов, Россия

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», Саратов, Россия

³Институт высшего и дополнительного профессионального образования ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии», Москва, Россия

⁴ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Россия

⁵ГБУЗ «Детская городская клиническая больница города Краснодара» минздрава Краснодарского края, Краснодар, Россия

ASSESSING MICROBIAL LANDSCAPE OF ONYCHOMYCOSIS PATHOGENS ISOLATED FROM SARATOV REGION PATIENTS

D. A. Schneider¹, O. V. Nechaeva^{1, 2}, V. A. Okhlopov³, N. V. Bepalova⁴, Ya. A. Tsuruleva⁵

¹Saratov Regional Clinical Dermatovenereological Dispensary, Saratov, Russia

²Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

³Institute of Higher and Additional Professional Education of the Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russia

⁴Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

⁵Children's City Clinical Hospital of the City of Krasnodar, Krasnodar, Russia

Для цитирования: Шнайдер Д. А., Нечаева О. В., Охлопков В. А., Беспалова Н. В., Цирулева Я. А. Оценка микробного пейзажа возбудителей онихомикоза, выделяемых у пациентов Саратовской области. Саратовский научно-медицинский журнал. Приложение: Дерматовенерология. 2022; 18 (4): 734–739. EDN: TPUDVH.

Аннотация. Цель: оценка эффективности диагностики онихомикоза с применением культурального метода и этиологической структуры возбудителей, выделяемых у больных в Саратовской области. *Материал и методы.* Выполнено исследование образцов ногтевой пластины, полученных от 1075 пациентов с подозрением на онихомикоз с использованием микроскопического и культурального методов. Проведена идентификация возбудителей, выделенных в ходе микологического исследования, и определены доминирующие виды. *Результаты.* У 22% пациентов с подозрением на онихомикоз получен отрицательный результат прямой микроскопии и микологического исследования. Сравнительный анализ эффективности применяемых методов показал, что при проведении микологического исследования частота индикации возбудителей онихомикоза выше, поскольку при отрицательных результатах микроскопии в 24% случаев наблюдался их рост на среде Сабуро. Выявлено, что в этиологической структуре возбудителей преобладали дерматофиты (61%), среди которых доминирующими явились представители рода *Trichophyton*, дрожжеподобные грибы выделялись в 21% случаев,

а плесневые — в 18%. **Заключение.** Применение культурального метода позволяет повысить эффективность диагностики онихомикоза, а также обнаружить микромицеты в патологическом материале и провести его идентификацию, что позволит врачу-дерматологу назначить пациенту эффективную противогрибковую терапию с учетом чувствительности возбудителя.

Ключевые слова: диагностика онихомикоза, методы диагностики онихомикоза, прямая микроскопия, микологическое исследование, этиологическая структура возбудителей онихомикоза

For citation: Schneider DA, Nechaeva OV, Okhlopov VA, Bespalova NV, Tsuruleva YaA. Assessing microbial landscape of onychomycosis pathogens isolated from Saratov Region patients. *Saratov Journal of Medical Scientific Research. Supplement: Dermatovenereology.* 2022; 18 (4): 734–739. EDN: TPUDVH.

Abstract. *Objective:* evaluation of the effectiveness of onychomycosis diagnostics using the culture method and the etiological structure of pathogens isolated from patients in the Saratov region. *Material and methods.* Samples of the nail plate obtained from 1075 patients with suspected onychomycosis were studied using microscopic and cultural methods. Identification of pathogens isolated in the course of mycological examination was carried out, and dominant species were determined. *Results.* In 22% of patients with suspected onychomycosis, a negative result of direct microscopy and mycological examination was obtained. A comparative analysis of the effectiveness of the methods used showed that during mycological examination, the frequency of indication of pathogens of onychomycosis is higher, since with negative results of microscopy in 24% of cases their growth was observed on Sabouraud dextrose agar. It was revealed that dermatophytes prevailed in the etiological structure of pathogens (61%) among which representatives of the genus *Trichophyton* dominated, yeast-like fungi were isolated in 21%, and molds — 18%. *Conclusion.* The use of the cultural method makes it possible to increase the efficiency of diagnosing onychomycosis, as well as not only to detect micromycetes in the pathological material, but also to identify it, which will allow the dermatologist to prescribe an effective antifungal therapy to the patient, taking into account the sensitivity of the pathogen.

Keywords: diagnosis of onychomycosis, diagnostic methods for onychomycosis, direct microscopy, mycological examination, etiological structure of pathogens of onychomycosis

Введение. Онихомикоз является одним из наиболее распространенных заболеваний дерматологического профиля, частота встречаемости которого среди взрослого населения достигает 26%, а в последние два десятилетия наблюдается тенденция к увеличению числа грибковых инфекций [1–3]. Согласно данным литературы, онихомикозы реже всего встречаются у детей и подростков (3%), что связано с высокой скоростью роста ногтевой пластины. Средний возраст больных онихомикозом составляет 45–47 лет, тем не менее в возрастной структуре преобладают пожилые лица старше 65 лет, на долю которых приходится 29,9% случаев заболевания [4]. В большинстве случаев (75%) регистрируются грибковые поражения ногтей стоп. Клинически онихомикозы проявляются в виде патологических изменений структуры ногтей, что в дальнейшем приводит к их деформации и деструкции и, как следствие, к психологическому дискомфорту. Кроме того, больные эпидемиологически опасны, поскольку являются источником грибковой инфекции для окружающих. Присутствие дерматофитов в очагах поражения способствует сенсibilизации организма, а также быстрому распространению возбудителя [5].

Лечение онихомикозов направлено на полную элиминацию возбудителя и проводится с применением местных и системных антимикотических препаратов, комбинированной и аппаратной терапии [6–8]. Однако эффективность проводимой терапии во многом зависит от качества диагностики данной группы заболеваний. В России традиционно используют микроскопическое и культуральное исследования. Прямая микроскопия нативного материала в большинстве лабораторий является единственным методом диагностики, который может рассматриваться в качестве экспресс-метода, чувствительность которого достигает 63%. Благодаря микроскопическому методу диагноз может быть поставлен в течение 2 ч при обнаружении мицелия или других специфических морфологических структур микромицетов.

Преимуществом данного метода является возможность забора материала непосредственно из очага поражения и при положительном результате — быстрое назначение лечения, а также возможность на основании морфологии возбудителя выбора питательных сред для проведения культурального исследования. При всем том микроскопический метод имеет ряд недостатков. Во-первых, результаты исследования во многом зависят от качества забора патологического материала, во-вторых, в большинстве случаев невозможно идентифицировать возбудителя, что имеет первостепенное значение для назначения правильного лечения.

Для повышения выявляемости возбудителей онихомикоза при отрицательных результатах микроскопии применяется культуральное исследование, которое представляет собой специфический метод лабораторной диагностики, хотя, по мнению большинства отечественных и зарубежных авторов, его чувствительность не превышает 50% [1, 9]. Применение культурального метода позволяет идентифицировать возбудителя, что является основанием для выбора наиболее эффективных антимикотических препаратов. Кроме того, данный метод повышает вероятность выделения возбудителя при латентной форме заболевания, как и в случае здорового носительства. При этом микологическое исследование не лишено недостатков; качество забора материала от больного также имеет решающее значение, а время получения как положительных, так и отрицательных результатов достигает 30 дней, поскольку рост микромицетов начинается на 4–12-е сутки.

Хотя в настоящее время благодаря снижению технической сложности и экономических затрат методы молекулярной биологии переходят из исследовательских в область клинических лабораторий, однако применение высокочувствительного метода ПЦР-диагностики микозов сохраняет ограниченный характер, хотя его чувствительность достигает 95% [10, 11].

С 2019 г. на базе бактериологической лаборатории ГУЗ «Саратовский областной клинический кожно-венерологический диспансер», помимо прямой микроскопии, проводится микологическое исследование

Ответственный автор — Дмитрий Александрович Шнайдер
Corresponding author — Dmitry A. Schneider
Тел.: +7 (904) 2404158
E-mail: sar_okvd@rambler.ru

патологического материала при подозрении на онихомикоз.

Цель — оценка эффективности диагностики онихомикоза с применением культурального метода и этиологической структуры возбудителей, выделяемых у больных в Саратовской области.

Материал и методы. На базе ГУЗ «Саратовский областной клинический кожно-венерологический диспансер» проведено обследование 1075 пациентов различного возраста и пола с подозрением на онихомикоз, основанием для которого явилось обращение к врачу-дерматологу с жалобами на характерные изменения ногтевой пластины. Обязательным условием для пациентов было отсутствие антимикотической терапии в течение последних 2 мес. Для проведения исследования у больных проводили забор патологического материала согласно общепринятым рекомендациям [12].

Для проведения прямой микроскопии патологического материала фрагменты ногтя измельчали с помощью скальпеля и препаровальной иглы и помещали в пробирку с 20%-м раствором NaOH для мацерации на 2 ч. После этого размягченные участки ногтя помещали на центр предметного стекла и накрывали покровным. Микроскопию препарата проводили с использованием светового микроскопа ZEISS Primo Star (ООО «Карл Цейсс», Россия) и определяли наличие мицелия, псевдомицелия и дрожжевых клеток, а также спор. Исследования проводили трехкратно.

Перед проведением культурального исследования образцы ногтя расщепляли на предметном стекле на небольшие фрагменты, после чего с использованием стерильной микологической лопаточки их наносили в три точки на поверхность плотной среды Сабуро с хлорамфениколом. Посевы инкубировали при температуре 22°C. Контроль роста микромицетов осуществляли с 4-го дня после проведения посева. Результаты считали отрицательными, если через 30 дней рост на среде Сабуро отсутствовал. Посевы повторяли трехкратно. Идентификацию возбудителя осуществляли на основании культуральных

свойств и микроскопии материала колоний выделенной культуры микромицетов [13, 14].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel 2016. Определяли χ^2 , *U*-критерий Манна — Уитни, тетрафорический коэффициент сопряженности (коэффициент ассоциации Пирсона), использовали множественное сравнение выборок с попарно связанными вариантами по ранговому дисперсионному анализу Фридмана.

Результаты. Для оценки эффективности используемых в лаборатории методов диагностики проведен сравнительный анализ результатов трехкратной микроскопии патологического материала, полученного от пациентов, и частоты выделяемости возбудителей при проведении микологического исследования. Установлено, что эффективность применения культурального метода диагностики была выше, поскольку в 24% случаев при отрицательных результатах прямой микроскопии наблюдался рост микромицетов на среде Сабуро.

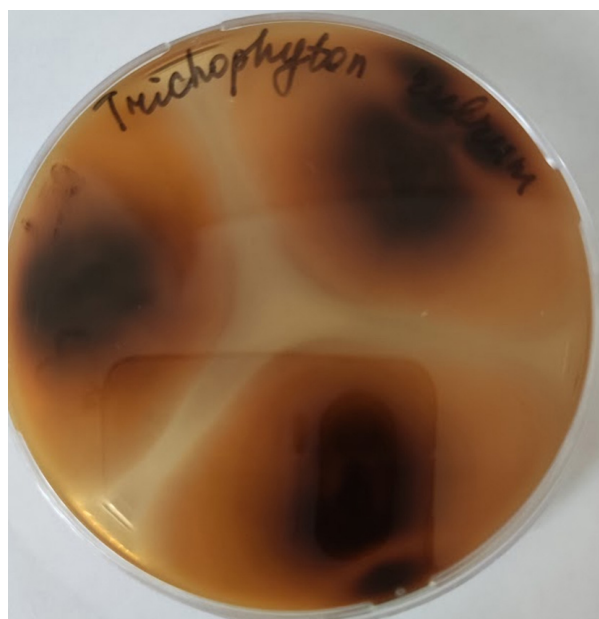
Среди пациентов, проходивших обследования, у 22% человек получен отрицательный результат прямой микроскопии и культурального исследования. От остальных больных выделено 820 клинических изолята микромицетов.

Оценка микробного пейзажа возбудителей онихомикоза показала то, что в этиологической структуре преобладали дерматофиты, на долю которых приходилось 61% ($n=501$) всех случаев заболевания, дрожжеподобные грибы выделялись в 21% ($n=172$), а плесневые — 18% случаев ($n=147$). В 3% случаев ($n=24$) из патологического материала выделены ассоциации грибов: дерматофитов с плесневыми грибами, дрожжевых и плесневых грибов, а также дерматофитов и дрожжевых грибов.

Среди дерматофитов (представители родов *Microsporum*, *Epidermophyton* и *Trichophyton*) доминирующими микромицетами явились представители рода *Trichophyton* ($n=368$), причем чаще всего регистрировались случаи онихомикоза, вызванного *T. tonsurans* (52,8%) (рис. 1, 2).

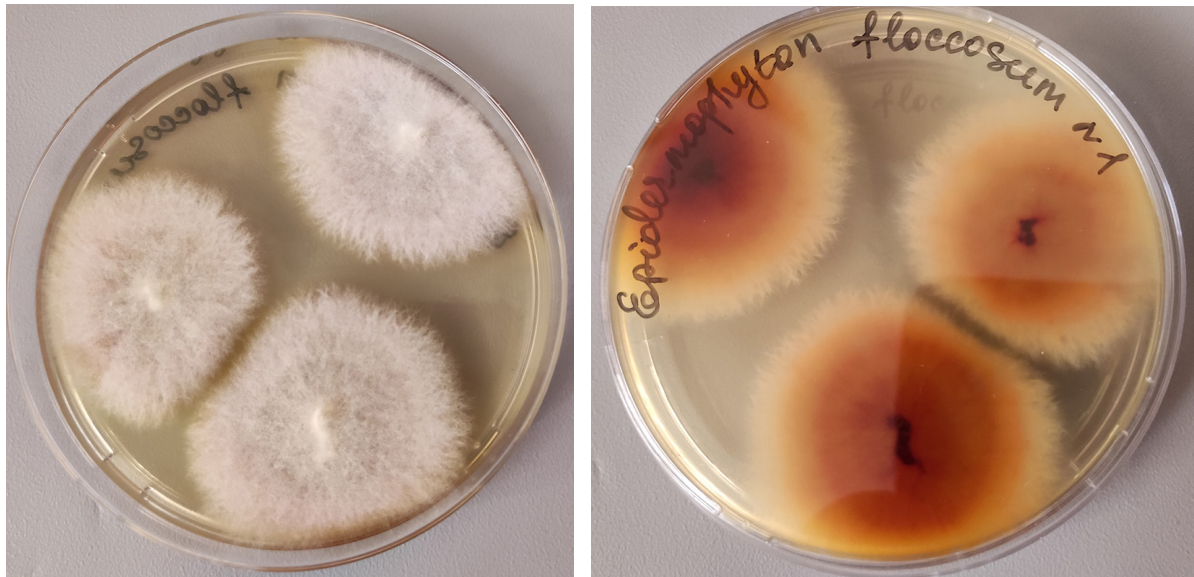


А



Б

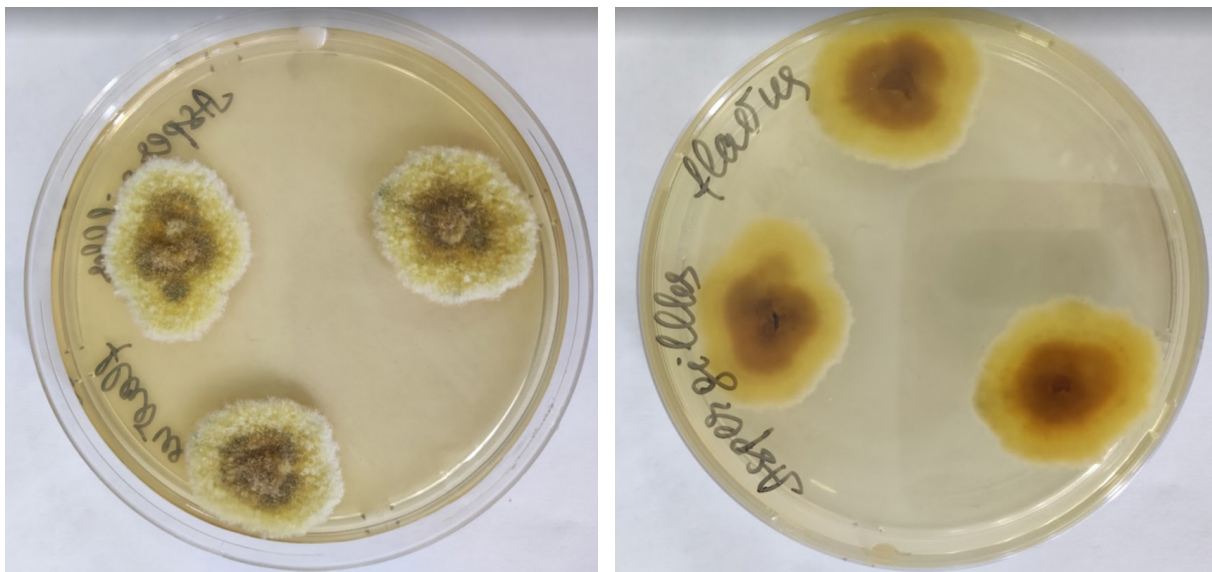
Рис. 1. Клинический штамм *Trichophyton rubrum*:
А — колония; Б — реверзум



А

Б

Рис. 2. Клинический штамм *Epidermophyton floccosum*:
А — колония; Б — реверзум



А

Б

Рис. 3. Клинический штамм недерматофитного плесневого гриба *Aspergillus flavus*:
А — колония; Б — реверзум

Установлено, что дрожжевые грибы рода *Candida* в большинстве случаев вызывали онихомироз кистей (68,2%).

Наиболее разнообразную группу в видовом отношении представляли недерматофитные плесневые грибы, выделяемые от больных онихомирозом. С высокой частотой (28%) выделялись грибы, относящиеся к роду *Aspergillus*, при этом доминирующими являлись *A. niger* и *A. flavus* (рис. 3). Среди возбудителей гиалогифомикозов доминирующими видами оказались *Scopulariopsis brevicaulis* (22%) и *Trichoderma* sp. (17%), а среди возбудителей феогифомикозов — *Alternaria alternata* (28%) (рис. 4). При этом отмечена сезонность возникновения онихомироза, вызванного

A. alternata: 87% случаев приходилось на период с мая по сентябрь, что, вероятно, связано с естественной средой обитания возбудителя, которой является почва, и высокой вероятностью контакта с ним в этот период.

Обсуждение. В последние годы в Саратовской области регистрируется рост обращений пациентов к специалистам с подозрением на онихомироз, причем данная тенденция характерна практически для всех регионов Российской Федерации [1, 15]. Аналогичная ситуация наблюдается и в странах Европы, в которых частота встречаемости онихомикозов среди различных групп населения составляет 10–12% [16]. Клинический диагноз онихомикоза

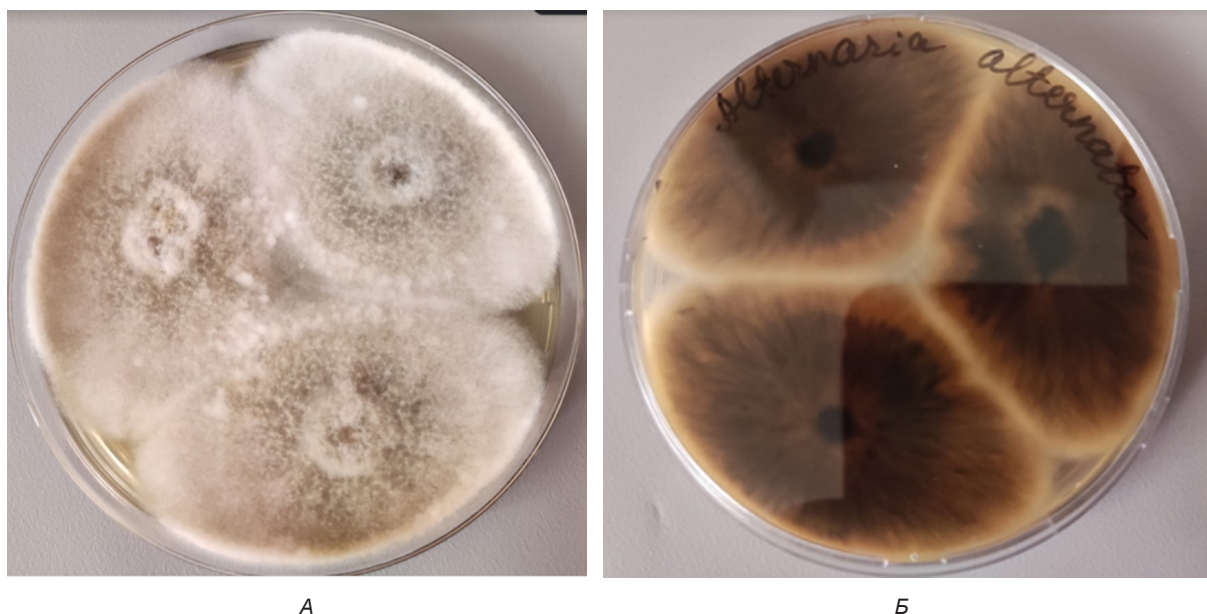


Рис. 4. Клинический штамм феоидных грибов *Alternaria alternata*:
А — колония; Б — реверзум

ставится только в том случае, когда в патологическом материале, полученном от пациента, обнаруживается возбудитель, при этом достаточным считается положительный результат, полученный одним из общепринятых способов диагностики — прямой микроскопии или культурального исследования [10]. Однако эффективность данных методов недостаточно высока и, по данным отечественных и зарубежных авторов, не превышает 50%, что связано с особенностями возбудителей заболевания, а именно медленным ростом мицелиальных дерматофитов, несоблюдением правил подготовки пациентов и забора патологического материала [1, 9]. Еще одной серьезной проблемой, осложняющей лабораторную диагностику онихомикозов, является повсеместная доступность антимикотических препаратов, бесконтрольное применение которых без назначения специалистами затрудняет выделение возбудителя.

В ходе проведенных исследований было установлено, что использование культурального метода диагностики онихомикоза при отрицательных результатах прямой микроскопии патологического материала позволило повысить выявляемость возбудителя на 24%. Результаты идентификации подтвердили, что в Саратовской области сохраняется общая тенденция по спектру выделяемых возбудителей онихомикоза [17–20]. Так, в большинстве случаев из патологического материала пациентов выделялись дерматофиты, а случаи выделения дрожжевых и плесневых грибов незначительно отличались друг от друга. Реже всего выделялись ассоциации микромицетов. Среди дерматофитов преобладающими оказались представители рода *Trichophyton*, а среди плесневых недерматофитных грибов — представители рода *Aspergillus*, а также *Scopulariopsis brevicaulis* и *Alternaria alternata*.

Заключение. Онихомикозы представляет собой одну из распространенных групп заболеваний дерматологического профиля, характерную в том числе и для Саратовской области. До сих пор сохраняет актуальность вопрос повышения эффективности диагностики грибковых поражений ногтевой пластины,

поскольку прямая микроскопия патологического материала, используемая в большинстве лабораторий, не обладает достаточной чувствительностью. Применение культурального метода позволило повысить выявляемость возбудителя на 24% при отрицательных результатах прямой микроскопии. Идентификация возбудителя, выделенного в ходе микологического исследования, подтвердила общую тенденцию этиологической структуры: в подавляющем большинстве случаев из патологического материала пациентов с подозрением на онихомикоз были выделены дерматофиты, а случаи выделения дрожжевых и плесневых недерматофитных грибов достоверных отличий не носили. Таким образом, применение культурального метода позволяет повысить эффективность диагностики онихомикоза, а также не только обнаружить микромицеты в патологическом материале, но и провести его идентификацию, что позволит врачу-дерматологу назначить пациенту эффективную противогрибковую терапию с учетом чувствительности возбудителя.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Список источников)

1. Tlish MM, Shavilova ME. Modern aspects of progression of onychomycoses of feet in the Krasnodar region. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2018; 14 (4): 719–23. (In Russ.) Тлиш М.М., Шавилова М.Е. Современные аспекты течения онихомикозов стоп в Краснодарском крае. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2018; 14 (4): 719–23.
2. Khismatullina ZR, Vlasova NA, Rustamkhanova GR. Optimization of diagnostics and treatment of patients with onychomycosis of feet against the background of non-alcoholic fatty liver disease. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology = Klinicheskaya Dermatologiya i Venerologiya*. 2020; 19 (1): 36–42. (In Russ.) Хисматуллина З.Р., Власова Н.А., Рустамханова Г.Р. Оптимизация диагностики и лечения больных онихомикозом стоп на фоне неалкогольной жировой болезни печени. *Клиническая дерматология и венерология*. 2020; 19 (1): 36–42.
3. Hanna S, Andriessen A, Beecker J, et al. Clinical insights about onychomycosis and its treatment: a consensus. *J Drugs Dermatol*. 2018; 17 (3): 253–62.

4. Vasenova VYu, Butov YuS. Modern possibilities of therapy of onychomycosis. *Russian Medical Journal*. 2016; (10): 623–7. (In Russ.) Васенова В.Ю., Бутов Ю.С. Современные возможности терапии онихомикозов. *РМЖ*. 2016; (10): 623–7.
5. Dyakov YuT, Sergeev AYu. *Mycology today*. Moscow: National Academy of Mycology, 2016; 372 p. (In Russ.) Дьяков Ю.Т., Сергеев А.Ю. Микология сегодня. М.: Национальная академия микологии, 2016; 372 с.
6. The Russian Society of dermatologists and cosmetologists. Federal guidelines for the management of patients with mycosis of hands, feet and trunk. Moscow, 2015; 16 p. (In Russ.) Российское общество дерматовенерологов и косметологов. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных микозами кистей, стоп и туловища. М., 2015; 16 с.
7. Khismatullina ZA, Vlasova NA, Rustamkhanova GR. New approaches in the pathogenetic treatment of patients with dermatomycosis. *Vrach*. 2019; (1): 79–83. (In Russ.) Хисматуллина З.А., Власова Н.А., Рустамханова Г.Р. Новые подходы в патогенетическом лечении больных дерматомикозами. *Врач*. 2019; (1): 79–83.
8. Salakhshina N, Bunyaratavej S, Matthapan L, et al. A cohort study of risk factors, clinical presentations, and outcomes for dermatophyte, nondermatophyte, and mixed toenail infections. *J Am Acad Dermatol*. 2018; 79 (6): 1145–6. DOI: 10.1016/j.jaad.2018.05.041.
9. Lipner SR, Scher SR. Onychomycosis: Clinical overview and diagnosis. *J Am Acad Dermatol*. 2019; 80 (4): 835–51. DOI: 10.1016/j.jaad.2018.03.062.
10. Sergeev AYu, Zharikova NE, Malikov VE, et al. On the way to improve the laboratory diagnosis of onychomycosis. *Advances in Medical Mycology*. 2006; (8): 89–90. (In Russ.) Сергеев А.Ю., Жарикова Н.Е., Маликов В.Е. и др. На пути совершенствования лабораторной диагностики онихомикозов. *Успехи медицинской микологии*. 2006; (8): 89–90.
11. Haghani I, Shams-Ghahfarokhi M, Dalimi Asl A, et al. Molecular identification and antifungal susceptibility of clinical fungal isolates from onychomycosis (uncommon and emerging species). *Mycoses*. 2019; 62 (2): 128–43. DOI: 10.1111/myc.12854.
12. Rodionov AN. *Fungal diseases of the skin: A guide for doctors*. St. Petersburg: Piter, 2000; 288 p. (In Russ.) Родионов А.Н. Грибковые заболевания кожи: рук. для врачей. СПб.: Питер, 2000; 288 с.
13. Kidd S, Halliday C, Alexiou H, et al. *Descriptions of medical fungi*. Adelaide: Newstyle Printing, 2016; 278 p.
14. Moskvitina EN, Fedorova LV, Mukomolova TA, et al. *Atlas of pathogens of fungal infections*. Moscow: GEOTAR-Media, 2017; 208 p. (In Russ.) Москвитина Е.Н., Федорова Л.В., Мукомолова Т.А. и др. Атлас возбудителей грибковых инфекций. М.: GEOTAR-Media, 2017; 208 с.
15. Belousova TA, Kail-Goriachkina MV. Dermatophytosis of feet: issues of comorbidity and personalized choice of therapy. *Dermatology (Suppl. Consilium Medicum)*. 2019; (1): 27–31. (In Russ.) Белоусова Т.А., Каиль-Горячкина М.В. Дерматофитии стоп: проблемы коморбидности и персонализированный выбор терапии. *Дерматология (Прил. к журн. Consilium Medicum)*. 2019; (1): 27–31.
16. Havlickova B, Czaika VA, Friedrich M. Epidemiological trends in mycoses worldwide. *Mycoses*. 2008; 51 (4): 3–15.
17. Vasilyeva NV, Raznatovskiy KI, Kotrekhnova LP, et al. Etiology of feet onychomycosis in Saint Petersburg and Moscow: Results of a prospective open multicenter study. *Problems of Medical Mycology*. 2009; 11 (2): 14–8. (In Russ.) Васильева Н.В., Разнатовский К.И., Котрехова Л.П. и др. Этиология онихомикоза стоп в г. Санкт-Петербурге и г. Москве: Результаты проспективного открытого многоцентрового исследования. *Проблемы медицинской микологии*. 2009; 11 (2): 14–8.
18. Gupta AK, Nakrieko KA. Trichophyton rubrum DNA strain switching increases in patients with onychomycosis failing antifungal treatments. *Br J Dermatol*. 2015; 172 (1): 74–80.
19. Tlisch MM, Kuznetsova TG, Psavok FA. Etiological features of onychomycosis in the Krasnodar territory: Choice of method systemic therapy. *Vestnik dermatologii i venerologii*. 2016; (5): 84–9. (In Russ.) Тлиш М.М., Кузнецова Т.Г., Псавок Ф.А. Этиологические особенности онихомикоза в Краснодарском крае: Выбор метода системной терапии. *Вестник дерматологии и венерологии*. 2016; (5): 84–9.
20. Chebotarev VV, Odinets AV, Shikhanova EN. Onychomycosis and onychodystrophy: differential diagnosis. *Advances in Medical Mycology*. 2020; (21): 85–91. (In Russ.) Чеботарев В.В., Одинец А.В., Шиханова Е.Н. Онихомикоз и ониходистрофии: дифференциальная диагностика. *Успехи медицинской микологии*. 2020; (21): 85–91.

Статья поступила в редакцию 10.10.2022; одобрена после рецензирования 09.11.2022; принята к публикации 18.11.2022. The article was submitted 10.10.2022; approved after reviewing 09.11.2022; accepted for publication 18.11.2022.

Информация об авторах:

Дмитрий Александрович Шнайдер — главный врач, кандидат медицинских наук; **Ольга Викторовна Нечаева** — биолог, профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность», доктор биологических наук; **Виталий Александрович Охлопков** — ректор, профессор, доктор медицинских наук; **Наталья Викторовна Беспалова** — доцент департамента анализа данных и машинного обучения, кандидат физико-математических наук; **Яна Алексеевна Цирулева** — врач-педиатр.

Information about the authors:

Dmitry A. Schneider — Chief Physician, PhD; **Olga V. Nechaeva** — Biologist, Professor of the Department "Ecology and Technosphere Safety", DSc; **Vitaly A. Okhlopov** — Rector, Professor, DSc; **Natalya V. Bepalova** — Assistant Professor of the Division of Data Analysis and Machine Learning, PhD; **Yana A. Tsiruleva** — Pediatrician.