



Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии

Научно-исследовательский институт антимикробной химиотерапии ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России

Учредитель

Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии

Издатель

Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии
www.iacmac.ru

Журнал зарегистрирован
Комитетом РФ по печати
30.09.1999 г. (№019273)
Тираж 3000 экз.

Подписка на сайте издателя
<https://service.iacmac.ru>

Адрес для корреспонденции
214019, г. Смоленск, а/я 5.
Тел./факс: (4812)45 06 02

Электронная почта:
cmac@antibiotic.ru

Электронная версия журнала:
<https://cmac-journal.ru>

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Присланные в редакцию статьи проходят рецензирование

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых материалов

Ответственность за достоверность рекламных публикаций несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

© Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия, 2021.

Содержание

Болезни и возбудители

- Баранцевич Н.Е., Леванова В.В., Баранцевич Е.П.
117 Региональные особенности распространения *Candida auris*
- Козлов Р.С., Муравьев А.А., Чагарян А.Н., Иванчик Н.В., Куркова А.А., Кузьменков А.Ю., Трушин И.В., Сухорукова М.В. и исследовательская группа «SPECTRUM»
127 Эпидемиология и антибиотикорезистентность серотипов *S. pneumoniae*, циркулирующих во взрослой популяции на территории Российской Федерации (исследование «SPECTRUM»)
- Демин М.В., Тихомиров Д.С., Бидерман Б.В., Глинщикова О.А., Дроков М.Ю., Сударинов А.Б., Туполева Т.А., Паровичникова Е.Н., Филатов Ф.П.
138 Цитомегаловирус после аллогенной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток: реактивация или реинфекция новым штаммом?
- Гавриленко Д.И., Силивончик Н.Н.
147 Транслокация кишечной микрофлоры при циррозе печени: механизм, клиническое значение, маркеры
- 161** Резолюция по итогам совещания экспертов Российской Федерации по вопросам вакцинопрофилактики пневмококковых инфекций у взрослых

Антимикробные препараты

- Петровская Т.А., Тапальский Д.В.
166 Влияние антибиотиков разных групп на возникновение мутационной устойчивости к колистину у *Klebsiella pneumoniae*
- Стецюк О.У., Андреева И.В., Лекманов А.У., Хайкина Е.В.
173 Цефтазидим-авибактам в педиатрии – «портрет» пациента: кому и когда?
- Зигангирова Н.А., Лубенец Н.Л., Зайцев А.В., Пушкарь Д.Ю.
184 Антибактериальные препараты, снижающие риск развития резистентности
- 195** Резолюция совета экспертов по вопросу использования тиаμφеникола глицинат ацетилцистеината в лечении внебольничных респираторных инфекций

Антибиотикорезистентность

- Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., Эйдельштейн М.В., Авраменко А.А., Дехнич А.В., Козлов Р.С.
198 AMRmap – система мониторинга антибиотикорезистентности в России

Опыт работы

- Ваганова А.Н., Борисенко С.В., Нестерова Е.В., Трофимова Н.Н., Литвиненко И.В., Петунова Я.Г., Рока В.В., Вербов В.Н.
205 Инокулюм-эффект к цефазолину среди чувствительных к метициллину изолятов *Staphylococcus aureus*, выделенных от пациентов с заболеваниями кожи
- Швыдкая М.Г., Затевалов А.М., Митрохин С.Д., Джандарова Д.Т.
212 Сравнительная характеристика методов культивирования штаммов *Clostridioides difficile* и другой анаэробной флоры из образцов кала в рутинной практике бактериологической лаборатории

Региональные особенности распространения *Candida auris*

Баранцевич Н.Е., Леванова В.В., Баранцевич Е.П.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Контактный адрес:

Елена Петровна Баранцевич
Эл. почта: lenabara2003@inbox.ru

Ключевые слова: *Candida auris*,
клады, страны, COVID-19, частота,
летальность.

Конфликт интересов: авторы заявляют
об отсутствии конфликтов интересов.

В статье представлены географические и временные параметры распространения *Candida auris* – микромицета, идентифицированного как новый вид дрожжевых грибов в 2009 г. Приведены данные, свидетельствующие о растущей частоте обусловленных им инфекций и быстром распространении из регионов происхождения – Южно-Азиатского, Восточно-Азиатского, Южно-Африканского и Южно-Американского – по всем континентам, исключая Антарктиду, особенно активном после 2016 г. Так, в Великобритании выявлены изоляты, принадлежащие 3 различнымкладам, в США присутствуют все 4 клада. В России распространение получил южноазиатский клад, его появление было ассоциировано с трудовой миграцией из Средней Азии. Подчеркнута необходимость проведения эпидемиологического надзора за *C. auris* для выявления источников и путей передачи инфекции, а также особенностей распространения отдельных кладов. Крайне важно использовать существующее окно возможностей для предотвращения дальнейшего распространения возбудителя, способного вызывать вспышки внутрибольничных инфекций, в том числе в отделениях реанимации и интенсивной терапии. Необходима срочная имплементация профилактических мер, что особенно актуально в период пандемии COVID-19, учитывая появление данного гриба в новых странах и клиниках, а также повышение частоты инфекций, обусловленных *C. auris*, в ряде стационаров, оказывающих помощь инфицированным SARS-CoV-2 пациентам.

Review

Regional spread of *Candida auris*

Barantsevich N.E., Levanova V.V., Barantsevich E.P.

Almazov National Medical Research Centre, Saint-Petersburg, Russia

Contacts:

Elena P. Barantsevich
E-mail: lenabara2003@inbox.ru

Key words: *Candida auris*, clades,
countries, COVID-19, incidence,
mortality.

Conflicts of interest: all authors report no
conflicts of interest relevant to this article.

The geographical routes and time schedule of spread of *C. auris* – the fungus first identified in 2009 are discussed. Data on the increasing frequency of *C. auris* infections and rapid dissemination of the fungus from the regions of origin – southern Asia, eastern Asia, southern Africa and southern America – towards different regions of all continents except Antarctica, especially after 2016, are presented. Three different clades are encountered in Great Britain, all four clades – in the USA. South Asian clade is currently present in Russia: the introduction was associated with labor migration from Middle Asia. The necessity of *C. auris* surveillance, essential for the establishment of sources and routes of transmission and dissemination of different clades is emphasized. A window of possibilities is still present to prevent further spread of the fungus with the ability to cause outbreaks of hospital infections including intensive care departments. Rapid implementation of preventive measures during the pandemic of COVID-19 are needed taking into account introduction of fungus in new countries and clinics, as well as increased frequency of *C. auris* infections in some hospitals for patients infected with SARS-CoV-2 virus.

Введение

Появление возбудителей с антибиотикорезистентностью представляет собой серьезную проблему в современном здравоохранении. *Candida auris* – микромицет, часто демонстрирующий устойчивость к противогрибковым препаратам, был впервые идентифицирован как самостоятельный вид дрожжевых грибов рода *Candida* в Японии в 2009 г. [1]. К настоящему времени он обнаружен на всех континентах [2], кроме Антарктиды, а изу-

чение штаммов из коллекций *Candida* spp. выявило наличие изолятов, выделенных от пациентов до 2009 г. Наиболее ранний из известных случаев – кандидемия, обусловленная *C. auris*, в 1996 г. [3].

Полногеномное секвенирование *C. auris*, выделенных в различных странах, выявило 4 основные популяции, в которых изоляты кластеризуются в зависимости от предполагаемого региона происхождения [3, 4].

Эти популяции известны как южноазиатский (I), восточноазиатский (II), южноафриканский (III), и южноамериканский (IV) клады. Они отличаются десятками тысяч однонуклеотидных полиморфизмов. Первый клад наиболее распространен в Индии и Пакистане (его происхождение связывают с индо-пакистанским регионом), а также Великобритании и США. Известные штаммы *C. auris*, выделенные в России, также относят к южноазиатскому кладу [5, 6]. Появление первого известного российского штамма *C. auris* связывают с трудовой миграцией из Средней Азии [7], что может свидетельствовать о возможности проникновения этого и других возбудителей инфекций, в том числе полирезистентных штаммов бактерий, в нашу страну из Индии через бывшие Советские республики сухопутным путем. Штаммы, принадлежащие второму кладу, с наибольшей частотой выявляют в Японии, Южной Корее, США. Третий клад имеет общепризнанное южноафриканское происхождение и распространен преимущественно в Южной Африке, Великобритании и США. Для *C. auris*, принадлежащей к четвертому кладу, характерно распространение в Колумбии, Венесуэле и США. Обращает на себя внимание распространение всех четырех кладов в США, что может быть связано с активной миграцией населения в эту страну и с популярностью зарубежного медицинского туризма у населения. Многочисленные описания клинических случаев свидетельствуют о развитии инфекций, обусловленных *C. auris*, у пациентов, получавших стационарную медицинскую помощь в других странах [8–10]. В 2018 г. в Иране обнаружили штамм *C. auris*, представляющий потенциально пятый клад [11].

За время, прошедшее с момента регистрации нового вида грибов рода *Candida*, в различных странах и регионах были зафиксированы многочисленные случаи заболеваний, обусловленных *C. auris*. К февралю 2021 г. данного возбудителя выявили в 47 странах [12]. *C. auris* распространяется незаметно и быстро, выявляется преимущественно в стационарах, заставляя обращать на себя внимание Всемирную организацию здравоохранения и органы общественного здравоохранения ведущих стран мира способностью вызывать вспышки внутрибольничных инфекций, при которых часто отмечают высокий уровень летальности (29–72%) [13, 14].

Распространенность *C. auris* и фактическая частота инфицирования этим микромицетом до сих пор изучены недостаточно. Это связано с его фенотипическим сходством с другими видами *Candida* spp., в первую очередь с *C. haemulonii*, и недостаточностью доступных классических микробиологических методов диагностики, включая широко используемые в рутинных микробиологических лабораториях автоматические анализаторы, для его корректного определения до вида, что нередко приводит к ошибочной идентификации изолятов *C. auris*. Корректно провести видовую идентификацию гриба возможно методом MALDI-TOF масс-спектрометрии или молекулярно-генетическими методами – секвенированием по Сэнгеру региона ITS и/или домена D1–D2 [5, 15].

Распространение *C. auris* в Евразии

Первый из известных в настоящее время изолятов *C. auris* был выделен при инфекции кровотока в 1996 г. в Южной Корее, однако не был определен как новый вид микромицетов. Позднее он был идентифицирован как *C. auris* с помощью секвенирования регионов ITS и D1–D2 [16]. При исследовании грибов рода *Candida*, выделенных в 2004–2006 гг. в 5 университетских клиниках Южной Кореи, 15 ошибочно идентифицированных штаммов, изолированных из отделяемого слухового прохода у пациентов с хроническим средним отитом, были позднее реидентифицированы как *C. auris* [17]. Неверно идентифицированные изоляты *Candida*, относящиеся в действительности к виду *C. auris*, были также обнаружены в Японии (штамм 1997 г.) и Пакистане (штамм 2008 г.) [3, 4]. Эти данные свидетельствуют о существовании вида *C. auris* до 2009 г. Однако незначительное количество выявленных при пересмотре коллекций клинических штаммов *C. auris* говорит о крайне низкой частоте вызываемых им инфекций в тот период.

Это подтверждается и исследованием SENTRY, проводившимся с 1997 по 2016 г. В этот период в 135 медицинских центрах 39 стран были получены 20788 изолятов, относящихся к 37 видам грибов рода *Candida*. Шесть (0,03%) штаммов были идентифицированы как *C. auris*. Все они были выделены из крови пациентов с кандидемией в 2009–2016 гг. [18].

Начальный этап проникновения гриба в госпитальную среду проходил практически одновременно в различных регионах на различных континентах. После открытия нового вида гриба в Японии *C. auris* была практически одновременно выявлена в Южной Африке и Индии в 2009 г., в Кении – в 2010 г., в Китае – в 2011 г. К 2012 г. были описаны штаммы *C. auris* в Венесуэле, к 2013 г. – в Колумбии [4].

Наибольшее распространение *C. auris* получила на азиатском субконтиненте: грибок обнаружили как минимум в 17 странах Азии [12]. Как упоминалось ранее, микромицет *C. auris* был впервые выделен и идентифицирован в 2009 г. в Японии у 70-летней пациентки гериатрической клиники в Токио с наружным отитом. Далее последовал длительный период безуспешного поиска новых случаев инфицирования *C. auris* в Японии. Второй случай был выявлен лишь в 2017 г., еще 5 изолятов были обнаружены в 2018 г. Все штаммы относились к восточноазиатскому кладу и были выделены из отделяемого слухового прохода при отитах [1, 19, 20].

После ретроспективного выявления 16 штаммов *C. auris*, выделенных от пациентов до 2009 г. при пересмотре коллекций в Южной Корее, в дальнейшем из биообразцов пациентов, находящихся на стационарном лечении в 13 различных лечебных учреждениях, был получен 61 изолят микромицета, 57 (93,4%) из которых были выделены из отделяемого наружного слухового прохода [21]. Тропность к тканям наружного слухового прохода сегодня считают характерной чертой восточноазиатского клада, распространенного в Японии и Южной Корее [22].

Первые известные штаммы *C. auris* в Индии были выделены в двух стационарах в Дели в 2009–2011 гг. от 12 пациентов. Они имели отличающуюся от штаммов, выявленных в Восточно-Азиатском регионе, клональность, что свидетельствовало об их независимом происхождении. Клад получил наименование южноазиатского в соответствии с предполагаемым регионом происхождения [23, 24]. Впоследствии были зарегистрированы многочисленные случаи инфекций, обусловленных *C. auris* в индийских медицинских центрах [23–27]. Так, в Индии при исследовании штаммов, выделенных в травматологической клинике в 2012–2017 гг. от 114 пациентов с кандидемией, 20 (17,5%) были идентифицированы как *C. auris*. Следует отметить, что 15 (75%) из этих изолятов были ошибочно идентифицированы фенотипическими методами как *C. haemulonii*. Согласно этому исследованию, *C. auris* оказался вторым по частоте встречаемости видом грибов рода *Candida*, вызывающим кандидемию у пациентов травматологического отделения [28]. Наши наблюдения также указывают на то, что травма является существенным фактором риска развития инфекций, обусловленных *C. auris* [7]. По данным национального обследования в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) Индии, *C. auris* была этиологическим агентом более чем в 5% случаев кандидемии; в отдельных стационарах частота этих инфекций составляла около 30% [23, 29]. Известные на сегодняшний день в России случаи кандидемии, обусловленной *C. auris*, также наблюдались в ОРИТ [5]. Интересен факт, свидетельствующий о возможности увеличения частоты инфекций кровотока, вызванных *C. auris*, в период пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19). В 2020 г. в г. Нью-Дели в ОРИТ кандидемия была выявлена у 15 (2,5%) из 596 пациентов с COVID-19. Превалировал вид *C. auris*, выделенный у 10 (66,7%) пациентов. У остальных 5 пациентов кандидемия была вызвана *C. albicans* (3 случая), *C. tropicalis* (1 случай) и *C. krusei* (1 случай) [30].

Впервые в Пакистане вспышка инфекций, обусловленных *C. auris*, произошла в 2015 г.: возбудитель первоначально был идентифицирован как *Saccharomyces cerevisiae*, однако позднее реидентифицирован как *C. auris* [24]. После этого в Пакистане количество случаев инфицирования *C. auris* начало расти. Здесь, как и в Индии, наибольшее распространение получил южноазиатский клад *C. auris* [3, 11].

В Китае с января 2011 г. по октябрь 2017 г. обнаружили 35 изолятов *C. auris*, выделенных из биообразцов 15 пациентов в стационаре в Шэньяне. Эти изоляты были первоначально ошибочно определены системой Vitek 2 как *C. haemulonii*, но позднее были реидентифицированы как *C. auris* [31]. Тогда же в ОРИТ новорожденных в Пекине были обнаружены 2 случая фунгемии *C. auris* [32]. Изоляты из Пекина и Шэньяна были филогенетически сходны с изолятами из Южной Африки [31, 32]. В 2018 г. сообщили о случае выделения *C. auris* из бронхоальвеолярного лаважа 76-летней пациентки, госпитализированной в Пекине; этот штамм относился к I кладу [33]. Китай до настоящего времени остается

страной, в которой не отмечено существенного роста случаев инфицирования *C. auris*.

В Сингапуре, для которого характерен высокий уровень миграции населения и туризма, с 2012 по 2018 г. выявили 7 случаев инфекции *C. auris* в стационаре высокоспециализированной медицинской помощи. Пять (71,4%) из 7 изолятов принадлежали южноазиатскому кладу, и по одному (14,3%) – южноамериканскому и восточноазиатскому кладу [34, 35].

Первый случай инфицирования *C. auris* на Тайване был зафиксирован в 2017 г. у 55-летнего мужчины, страдающего сахарным диабетом и вульгарной пузырчаткой; *C. auris* была выделена из очага поражения на лице [36].

Первое сообщение о *C. auris*, вызвавшей кандидемию в ассоциации с *C. tropicalis* у 63-летнего пациента с нейтропенией, было получено из Малайзии в 2018 г. [37].

В 2018 г. в Таиланде был выявлен единичный случай заражения *C. auris* [24, 38]. В 2019 г. *C. auris* была обнаружена в Бангладеш. Из 100 протестированных изолятов *Candida* spp. 21 штамм был идентифицирован как *C. auris*: 14 (66,7%) изолятов были выделены из образцов крови, 7 (33,3%) – из мочи. Большая часть была выделена от пациентов, поступивших в ОРИТ [39].

На Ближнем Востоке первые случаи инфекций, обусловленных *C. auris*, были отмечены в 2014 г. В Израиле в двух стационарах Тель-Авива с мая 2014 по апрель 2015 г. у 6 пациентов диагностировали кандидемию, обусловленную *C. auris*. Филогенетический анализ регионов ITS и D1–D2, показал, что эти изоляты отличались от штаммов *C. auris* из Восточной Азии, Африки и Ближнего Востока [40].

В Кувейте первый случай кандидемии *C. auris* был зарегистрирован в мае 2014 г. в ОРИТ [41]. Секвенирование по Сэнгеру региона ITS 280 клинических изолятов дрожжевых грибов, выделенных из различных биообразцов 56 пациентов в Кувейте с мая 2014 г. по сентябрь 2017 г., показало, что 158 (56,4%) изолятов относились к виду *C. auris* [42]. Все 158 изолятов были первоначально ошибочно идентифицированы как *C. haemulonii* с помощью Vitek 2. Инвазивные инфекции, обусловленные *C. auris*, которые включали 13 случаев кандидемии и 4 случая инфекций других локализаций, были выявлены в период с 2015 по 2017 г. в 6 различных стационарах Кувейта [43]. Изоляты также были некорректно идентифицированы до вида на начальном этапе. Эти данные свидетельствуют о вероятной существенной недооценке частоты инфицирования пациентов *C. auris* в различных странах и подчеркивают необходимость проведения мониторинга распространения этого вида с применением валидированных методов.

В Омане сообщили о случаях фунгемии *C. auris* в двух стационарах: у 2 пациентов в центре высокоспециализированной медицинской помощи в г. Маскат и у 5 больных в Университетской больнице Султана Кабуса [44, 45]. Все изоляты были выделены с августа 2015 г. по февраль 2017 г. и первоначально были ошибочно определены как *C. haemulonii*, но позже реидентифицированы как *C. auris* [46].

В Саудовской Аравии первые 3 случая заражения *C. auris* были зарегистрированы в двух больницах в период с декабря 2017 г. по февраль 2018 г. Первоначально эти изоляты были ошибочно определены как *C. haemulonii*, но позже с помощью MALDI-TOF масс-спектрометрии все 3 изолята были идентифицированы как *C. auris*. Полногеномное секвенирование показало, что все штаммы принадлежат к южноазиатскому кладу [47].

Первый случай заболевания *C. auris* в Объединенных Арабских Эмиратах был зарегистрирован в 2018 г. в г. Абу-Даби, когда этот патоген был выделен из крови 84-летней пациентки с персистирующей кандидемией [48].

В 2018 г. сообщили о первом случае инфицирования *C. auris* в Иране. Данный вид выделили у 14-летней девочки с отомикозом, он не имел генетического родства с известными кладами. Полногеномное секвенирование изолята из Ирана и 74 штаммов из других стран показало, что изолят из Ирана генетически отличается от всех известных кладов и имеет с ними различия более чем 200000 однонуклеотидных полиморфизмов. Следует отметить, что изолят был генетически наиболее близок к восточноазиатскому кладу [11, 49]. Дальнейшие исследования должны показать, является ли этот изолят первым штаммом, принадлежащим пятому кладу *C. auris*.

В Катаре с декабря 2018 г. по август 2019 г. *C. auris* была выделена у 13 пациентов. В 5 случаях наблюдали инфекцию, вызванную этим микромицетом, 8 случаев рассматривались как носительство [50]. Однонуклеотидные полиморфизмы, выявленные в геноме изолятов, показали, что все они принадлежали к южноазиатской линии [51].

В 2020 г. произошла первая вспышка инфекций, обусловленных *C. auris*, во время пандемии COVID-19 в Центре высокоспециализированной медицинской помощи в Ливане. 14 пациентов с инфекцией или колонизацией *C. auris*, идентифицированной с помощью метода MALDI-TOF масс-спектрометрии, были выявлены в течение 13 недель. Все пациенты находились в ОРИТ, у всех были сопутствующие заболевания. Половина пациентов имела COVID-19 до выделения *C. auris* [52].

С 2013 г. и до середины 2019 г. в странах Европейского Союза было выявлено более 969 случаев инфицирования *C. auris*. Подавляющее большинство из них наблюдалось в Испании и Великобритании, 10 случаев – в Германии, не более 3 – во Франции, Бельгии, Норвегии, Австрии, Нидерландах, Греции, Италии и Польше. 74,6% случаев составляла колонизация пациентов *C. auris*, 20% – фунгемия, 4,8% – инфекции других локализаций. В 0,5% случаев статус колонизации или инфекции был не известен [53, 54]. Основной прирост случаев инфекций, обусловленных *C. auris*, у пациентов в ЕС наблюдали с 2016 г.; до этого периода (2013–2015 гг.) общее количество инфицированных составляло 27 человек. В 2016 г. было выявлено 290 пациентов, инфицированных этим микроорганизмом [53]. В Испании и Великобритании с 2013 по 2019 г. наблю-

дались как вспышки инфекций, вызванных *C. auris*, так и единичные случаи [53, 54]. Атрибутивной летальности при кандидемиях *C. auris* в Великобритании отмечено не было [55]. Генетически изоляты, выделенные в Великобритании, относились к 3 кладам: восточноазиатскому, южноазиатскому и южноафриканскому, при этом крупные вспышки заболевания в лечебных учреждениях вызывались южноафриканским и южноазиатским кладами [56]. Штаммы *C. auris* при вспышке в Испании были сходны с изолятами из Южной Африки [57, 58].

В Швейцарии в 2017 г. был зарегистрирован 1 случай колонизации *C. auris* у больной, переведенной из испанской клиники [59].

В России с октября 2016 г. по декабрь 2017 г. в ОРИТ были диагностированы 49 случаев инфекций различной локализации, подавляющее большинство пациентов проходили лечение по поводу высокоэнергетической травмы. При анализе 38 случаев кандидемии, вызванной *C. auris*, атрибутивной летальности выявлено не было. Все исследованные изоляты принадлежали южноазиатскому кладу [5–7].

Распространение *C. auris* в Африке

В связи с глобальным потеплением, тропическим климатом на многочисленных территориях, неравномерностью развития различных регионов и увеличением числа пациентов с иммунодефицитными состояниями Африку иногда называют континентом инфекционных заболеваний. К настоящему времени данные о присутствии *C. auris* получены из ограниченного числа африканских стран. Самый ранний подтвержденный случай заражения *C. auris* был зафиксирован в ЮАР в 2009 г. Этот изолят первоначально был ошибочно определен как *C. haemulonii*, но позднее в 2014 г. был реидентифицирован как *C. auris*. В период с октября 2012 г. по ноябрь 2016 г. в ЮАР выявили 1692 случая инфицирования *C. auris*, преимущественно в частных клиниках провинции Гаутенг [60]. Начиная с 2016 г., в ЮАР регистрировали многочисленные вспышки инфекций, вызванных *C. auris*. В ходе национального мониторинга в ЮАР, проводившегося в 2016–2017 гг., выявили 794 случая фунгемии *C. auris*, что составило 14% от всех выявленных случаев кандидемии. В ЮАР получил распространение южноафриканский клад [61]. Таким образом, в Южной Африке наблюдалось быстрое распространение новой инфекции, особенно с 2016 г., что изменило локальные эпидемиологические характеристики грибковых инфекций кровотока [61].

В Кении в одноцентровом исследовании, проведенном с сентября 2010 г. по июнь 2013 г., на долю *C. auris* пришлось 45 (38%) случаев кандидемии, что превосходило по частоте случаи, обусловленные *C. albicans* (27%). В общей сложности в стране с сентября 2010 г. по декабрь 2016 г. было зафиксировано 224 эпизода кандидемии *C. auris* у 201 пациента, этот вид стал наиболее распространенным возбудителем кандидемий в 2012 г. Все исследованные изоляты принадлежали к одному кладу [13, 62].

В 2017 г. в Египте был зафиксирован первый случай кандидемии *C. auris*. Генетические исследования показали, что штамм принадлежал к южноазиатскому кладу [63]. В 2019 г. сообщили о случаях фунгемии, обусловленных *C. auris*, в Судане, где было выявлено 26 изолятов [64].

Учитывая различия систем здравоохранения и эпидемиологического надзора на африканском континенте, а также значительный процент кандидемий, обусловленных *C. auris*, выявленный при проведении микробиологического мониторинга в ЮАР, можно предположить, что заболеваемость этой инфекцией, по-видимому, значительно выше, чем это зафиксировано в официальных документах. Многие страны Африки не имеют возможности представить достоверные данные по частоте инфекций, обусловленных *C. auris*, и реальная эпидемиологическая обстановка на этом континенте требует уточнения в будущем.

Распространение *C. auris* в Южной Америке

С марта 2012 г. по июль 2013 г. была зарегистрирована первая вспышка *C. auris* в Южной Америке в Венесуэле в ОРИТ клиники высокоспециализированной медицинской помощи г. Маракайбо [65]. Все изоляты первоначально были ошибочно идентифицированы как *C. haemulonii*, но реидентифицированы как *C. auris* методом секвенирования по Сэнгеру. В это время *C. auris* была шестой по распространенности причиной фунгемии в медицинских центрах Венесуэлы, оказывающих высокоспециализированную медицинскую помощь. Все изоляты принадлежали южноамериканскому кладу [65].

С 2012 г. единичные случаи заражения *C. auris* были зарегистрированы в нескольких городах Колумбии [66–68]. В течение 2015–2016 гг. органы здравоохранения Колумбии выявили вспышки кандидемии *C. auris* в 4 стационарах в 3 городах Колумбии [69]. Колумбийский национальный институт здравоохранения провел повторную идентификацию изолятов *C. haemulonii*, выделенных из клинических образцов с мая 2013 г. по август 2016 г.: оказалось, что все 45 штаммов принадлежали виду *C. auris*. С сентября 2016 г. по май 2017 г. в 24 медицинских учреждениях в 9 штатах было выявлено еще 78 случаев инфекций, обусловленных *C. auris* [70]. В 2020 г. в Колумбии зарегистрировали 340 случаев инфицирования *C. auris*, в том числе у пациентов, госпитализированных с COVID-19 [70].

Первый случай инфицирования *C. auris* в Чили был зафиксирован в 2019 г. в клинике г. Сантьяго у пациента из Индии, который был госпитализирован для лечения диабетической стопы. Изолят принадлежал южноазиатскому кладу [9].

В Бразилии первый случай кандидемии *C. auris* обнаружили у пациента с COVID-19 в декабре 2020 г. В это же время данный патоген выделили из катетеров еще 2 пациентов. Последующее эпидемиологическое исследование выявило контаминацию у нескольких других пациентов, а также объектов больничной среды [70].

В 2020 г. в одной из клиник г. Лима в Перу были зафиксированы случаи инфицирования *C. auris* 2 пациен-

тов, оба имели заболевания дыхательной системы (латентный туберкулез в первом случае и COVID-19 во втором) [70].

Распространение *C. auris* в Северной Америке

В США в период с 2013 по 2016 г. *C. auris* была выявлена в 4 штатах: 31 случай – в штате Нью-Йорк, 25 – в штате Нью-Джерси, 6 – в штате Иллинойс и 1 – в штате Мэриленд. С 2017 г. отмечалось увеличение частоты выделения *C. auris* [12], которую обнаружили уже в 10 штатах: исследование 73 клинических штаммов показало, что изоляты принадлежали 4 известным кладам с преобладанием изолятов, относящихся к южноазиатскому кладу (90%). Это позволяет предположить, что *C. auris* была завезена в США несколько раз [72]. К 2020 г. в штате Нью-Йорк были выделены 248 штаммов *C. auris*, в штате Иллинойс – 155, в штате Калифорния – 116, в штате Флорида – 83, в штате Нью-Джерси – 59, в штате Индиана – 22, в штате Мэриленд – 12. По 4 штамма выявили в штатах Вашингтон, Виржиния, Пенсильвания, 2 штамма – в штате Техас и по 1 штамму – еще в 9 штатах [12, 72].

В мае 2017 г. в Канаде был зарегистрирован первый случай инфекции *C. auris*, обладавшей полирезистентностью [73]. По состоянию на март 2020 г. в Канаде было выявлено 24 случая инфицирования данным видом [74].

В 2017 г. выявили первый случай заражения в Панаме, в 2018 г. в одной из клиник были инфицированы 9 пациентов. Штаммы, первоначально идентифицированные как *C. haemulonii* автоматизированной системой Vitek 2, позже были реидентифицированы как *C. auris* молекулярными методами. [75]. С начала пандемии COVID-19 в Панаме выявили 124 изолята *C. auris*, из которых 108 (87,1%) были получены из клинического материала пациентов с COVID-19. Все штаммы были идентифицированы молекулярно-генетическими методами или MALDI-TOF масс-спектрометрией [70]. В 2019 г. *C. auris* была обнаружена в Коста-Рике [70]. В Гватемале в декабре 2020 г. *C. auris* была выделена из биоптатов мягких тканей и костей у пациента с остеомиелитом. Второй случай поражения костей и мягких тканей был выявлен у пациента с множественной травмой и инфекцией в области хирургического вмешательства [70].

В Мексике первый случай кандидемии *C. auris* выявили в мае 2020 г. в штате Нуэво-Леон у пациентки с тяжелым эндометриозом [70, 76]. Три месяца спустя, когда клиника была перепрофилирована для оказания медицинской помощи больным COVID-19, были выявлены 34 случая колонизации, а также вспышка инфекций кровотока и мочевых путей, обусловленных *C. auris*, у 10 пациентов в ОРИТ [70, 77].

Если говорить о ситуации в период пандемии COVID-19 в Америке в целом, то во втором квартале 2020 г. в 7 странах Южной и Северной Америки были документированы случаи инфекций, вызванных *C. auris*. Большинство из них наблюдалось у пациентов с COVID-19. Список стран включал Бразилию, Гватемалу, Мексику, Перу, Панаму, Колумбию и США. Необходимо

отметить, что в первых четырех странах изоляты *C. auris* до этого зарегистрированы не были [70]. Эти данные свидетельствуют о росте риска распространения инфекций, обусловленных *C. auris*, в период пандемии COVID-19.

Распространение *C. auris* в Австралии

Австралия была последней, кто присоединился к списку континентов, где была обнаружена *C. auris*. В июле–декабре 2018 г. в штате Виктория выявили 4 пациентов, инфицированных *C. auris*, все они проходили стационарное лечение за границей. Филогенетический анализ показал, что все 7 изолятов, выделенных от этих пациентов, относились к южноазиатскому кладу [10]. В 2019 г. инфекция, обусловленная *C. auris*, была диагностирована у 65-летнего пациента с хроническим остеомиелитом грудины, проходившего терапию в Кении в 2012 г.; изолят *C. auris* принадлежал южноафриканскому кладу [78].

Заключение

Данные о распространении *C. auris* постоянно обновляются. В настоящее время заболеваемость вызываемыми ею инфекциями может быть недооценена, поскольку их значительная часть может оставаться нераспознанной в связи со сложностью лабораторной идентификации микромицета. Достоверную идентификацию гриба можно проводить методами MALDI-TOF масс-спектрометрии и секвенирования регионов ITS и/или D1–D2, требующими дорогостоящего оборудования, а для выполнения последнего метода необходима также высокая квалификация персонала. Адекватный эпидемиологический надзор до последнего времени проводился в США и странах ЕС, включая Великобританию. В других регионах, в том числе в России, систематических данных о заболеваемости инфекциями, обусловленными *C. auris*, не пред-

ставлено, ситуацию можно оценить преимущественно по отдельным публикациям. Тем не менее данные, приведенные в настоящей статье, свидетельствуют о том, что *C. auris* до 2016 г. не получила глобального распространения, что нашло отражение в незначительном количестве вовлеченных стран на этом этапе. Сегодня все еще может существовать окно возможностей, позволяющее принять превентивные меры в общемировом масштабе и на локальном уровне, которые предотвратили бы дальнейшее распространение гриба в медицинских учреждениях. Действовать необходимо достаточно быстро, поскольку начальный период относительно медленного распространения *C. auris*, наблюдавшийся до 2016 г., постепенно сменяется все более широким охватом территорий и все более частым возникновением вспышек внутрибольничных инфекций. Особую озабоченность вызывает распространение кладов из регионов происхождения на несвойственные им территории, что наглядно демонстрируют США, где присутствуют все 4 идентифицированных клада. Это может способствовать дальнейшим мутациям и приобретению новых патогенных свойств *C. auris*. В эпоху пандемии COVID-19 нельзя игнорировать проникновение возбудителя в новые для него страны, а также сообщения из ряда перепрофилированных для оказания помощи больным с новой коронавирусной инфекцией стационаров, показывающие повышение заболеваемости инфекциями, обусловленными *C. auris*. Таким образом, сегодня необходимы неотложные меры по предотвращению дальнейшего распространения этого возбудителя, способного вызывать вспышки внутрибольничных инфекций кровотока в ОРИТ.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания: «Разработка методов диагностики и терапии новой нозокомиальной инфекции, обусловленной *Candida auris*», номер ЕГИСУ: AAAA-A20-120093090054-1

Литература

1. Satoh K., Makimura K., Hasumi Y., Nishiyama Y., Uchida K., Yamaguchi H. *Candida auris* sp. nov., a novel ascomycetous yeast isolated from the external ear canal of an inpatient in a Japanese hospital. *Microbiol Immunol.* 2009;53(1):41-44. DOI: 10.1111/j.1348-0421.2008.00083.x
2. Sabino R., Veríssimo C., Pereira Á.A., Antunes F. *Candida auris*, an agent of hospital-associated outbreaks: which challenging issues do we need to have in mind? *Microorganisms.* 2020;8(2):181. DOI: 10.3390/microorganisms8020181
3. Lockhart S.R., Etienne K.A., Vallabhaneni S., Farooqi J., Chowdhary A., Govender N.P., et al. Simultaneous emergence of multidrug-resistant *Candida auris* on 3 continents confirmed by whole-genome sequencing and epidemiological analyses. *Clin Infect Dis.* 2017;64(2):134-140. DOI: 10.1093/cid/ciw691
4. Chakrabarti A., Sood P. On the emergence, spread and resistance of *Candida auris*: host, pathogen and environmental tipping points. *J Med Microbiol.* 2021;70(3):001318. DOI: 10.1099/jmm.0.001318
5. Barantsevich N.E., Vetokhina A.V., Ayushinova N.I., Orlova O.E., Barantsevich E.P. *Candida auris* bloodstream infections in Russia. *Antibiotics (Basel).* 2020;9(9):557. DOI: 10.3390/antibiotics9090557
6. Pchelin I.M., Azarov D.V., Churina M.A., Ryabinin I.A., Vibornova I.V., Apalko S.V., et al. Whole genome sequence of first *Candida auris* strain, isolated in Russia. *Med Mycol.* 2020;58(3):414-416. DOI: 10.1093/mmy/myz078
7. Barantsevich N.E., Orlova O.E., Shlyakhto E.V., Johnson E.M., Woodford N., Lass-Floerl C., et al. Emergence of *Candida auris* in Russia. *J Hosp Infect.* 2019;102(4):445-448. DOI: 10.1016/j.jhin.2019.02.021
8. Tsay S., Welsh R.M., Adams E.H., Chow N.A., Gade L., Berkow E.L., et al. Notes from the field: ongoing transmission of *Candida auris* in health care facilities – United States,

- June 2016 – May 2017. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2017;66:514-515. DOI: 10.15585/mmwr.mm6619a7
9. Moreno M.V., Simian M.E., Villarreal J., Fuenzalida L.M., Yarad M.F., Soto A., et al. Primer aislamiento de *Candida auris* en Chile [First isolation of *Candida auris* in Chile]. Rev Chilena Infectol. 2019;36(6):767-773. Spanish. DOI: 10.4067/S0716-10182019000600767
 10. Lane C.R., Seemann T., Worth L.J., Easton M., Pitchers W., Wong J. et al. Incursions of *Candida auris* into Australia, 2018. Emerg Infect Dis. 2020;26(6):1326-1328. DOI: 10.3201/eid2606.190936
 11. Chow N.A., de Groot T., Badali H., Abastabar M., Chiller T.M., Meis J.F. Potential fifth clade of *Candida auris*, Iran, 2018. Emerg Infect Dis. 2019;25(9):1780-1781. DOI: 10.3201/eid2509.190686
 12. Centers for Disease Control and Prevention. Tracking *Candida auris*. Available at: www.cdc.gov/fungal/candida-auris/tracking-c-auris.html. Accessed July 11, 2021.
 13. Adam R.D., Revathi G., Okinda N., Fontaine M., Shah J., Kagotho E., et al. Analysis of *Candida auris* fungemia at a single facility in Kenya. Int J Infect Dis. 2019;85:182-187. DOI: 10.1016/j.ijid.2019.06.001
 14. Al-Rashdi A., Al-Maani A., Al-Wahaibi A., Alqayoudhi A., Al-Jardani A., Al-Abri S. Characteristics, risk factors, and survival analysis of *Candida auris* cases: results of one-year national surveillance data from Oman. J Fungi (Basel). 2021;7(1):31. DOI: 10.3390/jof7010031
 15. Kordalewska M., Zhao Y., Lockhart S.R., Chowdhary A., Berrio I., Perlin D.S. Rapid and accurate molecular identification of the emerging multidrug-resistant pathogen *Candida auris*. J Clin Microbiol. 2017;55(8):2445-2452. DOI: 10.1128/JCM.00630-17
 16. Lee W.G., Shin J.H., Uh Y., Kang M.G., Kim S.H., Park K.H., et al. First three reported cases of nosocomial fungemia caused by *Candida auris*. J Clin Microbiol. 2011;49(9):3139-3142. DOI: 10.1128/JCM.00319-11
 17. Kim M.N., Shin J.H., Sung H., Lee K., Kim E.C., Ryoo N., et al. *Candida haemulonii* and closely related species at 5 university hospitals in Korea: identification, antifungal susceptibility, and clinical features. Clin Infect Dis. 2009;48(6):57-61. DOI: 10.1086/597108
 18. Pfaller M.A., Diekema D.J., Turnidge J.D., Castanheira M., Jones R.N. Twenty years of the SENTRY Antifungal Surveillance Program: results for *Candida* species from 1997-2016. Open Forum Infect Dis. 2019;6(1):79-94. DOI: 10.1093/ofid/ofy358
 19. Iguchi S., Mizushima R., Kamada K., Itakura Y., Yoshida A., Uzawa Y., et al. The second *Candida auris* isolate from aural discharge in Japan. Jpn J Infect Dis. 2018;71(2):174-175. DOI: 10.7883/yoken.JJID.2017.466
 20. Iguchi S., Mizushima R., Kamada K., Itakura Y., Yoshida A., Uzawa Y., et al. Detection of *Candida auris* among previously unidentified yeasts isolated from ear discharge specimens in Japan. Open Forum Infect Dis. 2018;5(1):598-599. DOI: 10.1093/ofid/ofy210.1707
 21. Kwon Y.J., Shin J.H., Byun S.A., Choi M.J., Won E.J., Lee D., et al. *Candida auris* clinical isolates from South Korea: identification, antifungal susceptibility, and genotyping. J Clin Microbiol. 2018;57(4):01624-18. DOI: 10.1128/JCM.01624-18
 22. Welsh R.M., Sexton D.J., Forsberg K., Vallabhaneni S., Litvintseva A. Insights into the unique nature of the East Asian clade of the emerging pathogenic yeast *Candida auris*. J Clin Microbiol. 2019;57(4):00007-19. DOI: 10.1128/JCM.00007-19
 23. Chowdhary A., Sharma C., Duggal S., Agarwal K., Prakash A., Singh P.K., et al. New clonal strain of *Candida auris*, Delhi, India. Emerg Infect Dis. 2013;19(10):1670-1673. DOI: 10.3201/eid1910.130393
 24. Lone S.A., Ahmad A. *Candida auris* – the growing menace to global health. Mycoses. 2019;62(8):620-637. DOI: 10.1111/myc.12904
 25. Chowdhary A., Anil Kumar V., Sharma C., Prakash A., Agarwal K., Babu R., et al. Multidrug-resistant endemic clonal strain of *Candida auris* in India. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2014;33(6):919-926. DOI: 10.1007/s10096-013-2027-1
 26. Sarma S., Upadhyay S. Current perspective on emergence, diagnosis and drug resistance in *Candida auris*. Infect Drug Resist. 2017;10:155-165. DOI: 10.2147/IDR.S116229
 27. Khillan V., Rathore N., Kathuria S., Chowdhary A. A rare case of breakthrough fungal pericarditis due to fluconazole-resistant *Candida auris* in a patient with chronic liver disease. JMM Case Reports. 2014;1(3):1-5. DOI: 10.1099/jmmcr.0.T00018
 28. Mathur P., Hasan F., Singh P.K., Malhotra R., Walia K., Chowdhary A. Five-year profile of candidaemia at an Indian trauma centre: high rates of *Candida auris* blood stream infections. Mycoses. 2018;61(9):674-680. DOI: 10.1111/myc.12790
 29. Rudramurthy S.M., Chakrabarti A., Paul R.A., Sood P., Kaur H., Kapoor M.R., et al. *Candida auris* candidaemia in Indian ICUs: analysis of risk factors. J Antimicrob Chemother. 2017;72:1794-1801. DOI: 10.1093/jac/dkx034
 30. Chowdhary A., Tarai B., Singh A., Sharma A. Multidrug-resistant *Candida auris* infections in critically ill coronavirus disease patients, India, April-July 2020. Emerg Infect Dis. 2020;26(11):2694-2696. DOI: 10.3201/eid2611.203504
 31. Tian S., Rong C., Nian H., Li F., Chu Y., Cheng S., et al. First cases and risk factors of super yeast *Candida auris* infection or colonization from Shenyang, China. Emerg Microbes Infect. 2018;7(1):128. DOI: 10.1038/s41426-018-0131-0
 32. Chen Y., Zhao J., Han L., Qi L., Fan W., Liu J., et al. Emergency of fungemia cases caused by fluconazole-resistant *Candida auris* in Beijing, China. J Infect. 2018;77(6):561-571. DOI: 10.1016/j.jinf.2018.09.002
 33. Wang X., Bing J., Zheng Q., Zhang F., Liu J., Yue H., et al. The first isolate of *Candida auris* in China: clinical and biological aspects. Emerg Microbes Infect. 2018;7(1):93. DOI: 10.1038/s41426-018-0095-0

34. Tan Y.E., Tan A.L. Arrival of *Candida auris* fungus in Singapore: report of the first 3 cases. *Ann Med Singap.* 2018;47(7):260-262. PMID: 30120434.
35. Tan Y.E., Teo J.Q., Rahman N.B.A., Ng O.T., Kalisvar M., Tan A.L., et al. *Candida auris* in Singapore: genomic epidemiology, antifungal drug resistance, and identification using the updated 8.01 VITEK®2 system. *Int J Antimicrob Agents.* 2019;54(6):709-715. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2019.09.016
36. Tang H.J., Lai C.C., Lai F.J., Li S.Y., Liang H.Y., Hsueh P.R. Emergence of multidrug-resistant *Candida auris* in Taiwan. *Int J Antimicrob Agents.* 2019;53(5):705-706. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2019.02.011
37. Mohd Tap R., Lim T.C., Kamarudin N.A., Ginsapu S.J., Abd Razak M.F., Ahmad N., et al. A fatal case of *Candida auris* and *Candida tropicalis* candidemia in neutropenic patient. *Mycopathologia.* 2018;183(3):559-564. DOI: 10.1007/s11046-018-0244-y
38. Tantimavanich S., Kitphiboonpun W., Prachayasittikul V. *Candida auris*: the first resistant *Candida*. *J Med Tech Assoc Thailand.* 2018;46(2):6472-6491.
39. Dutta S., Rahman H., Shakhawath Hossain K., Ashraf Haq J. Detection of *Candida auris* and its antifungal susceptibility: first report from Bangladesh. *IMC J Med Sci* 2019;13(2):003. DOI: 10.3329/imcjms.v13i2.45276
40. Ben-Ami R., Berman J., Novikov A., Bash E., Shachor-Meyouhas Y., Zakin S., et al. Multidrug-resistant *Candida haemulonii* and *C. auris*, Tel Aviv, Israel. *Emerg Infect Dis.* 2017;23(1):195-203. DOI: 10.3201/eid2302.161486
41. Emara M., Ahmad S., Khan Z., Joseph L., Al-Obaid I., Purohit P., et al. *Candida auris* candidemia in Kuwait, 2014. *Emerg Infect Dis.* 2015;21(6):1091-1092. DOI: 10.3201/eid2106.150270
42. Khan Z., Ahmad S., Al-Sweih N., Joseph L., Alfouzan W., Asadzadeh M. Increasing prevalence, molecular characterization and antifungal drug susceptibility of serial *Candida auris* isolates in Kuwait. *PLoS One.* 2018;13(4):e0195743. DOI: 10.1371/journal.pone.0195743
43. Khan Z., Ahmad S., Benwan K., Purohit P., Al-Obaid I., Bafna R., et al. Invasive *Candida auris* infections in Kuwait hospitals: epidemiology, antifungal treatment and outcome. *Infection.* 2018;46(5):641-650. DOI: 10.1007/s15010-018-1164-y
44. Mohsin J., Hagen F., Al-Balushi Z.A.M., de Hoog G.S., Chowdhary A., Meis J.F., et al. The first cases of *Candida auris* candidaemia in Oman. *Mycoses.* 2017;60(9):569-575. DOI: 10.1111/myc.12647
45. Al-Siyabi T., Al Busaidi I., Balkhair A., Al-Muharrmi Z., Al-Salti M., Al'Adawi B. First report of *Candida auris* in Oman: clinical and microbiological description of five candidemia cases. *J Infect.* 2017;75(4):373-376. DOI: 10.1016/j.jinf.2017.05.016
46. Osei Sekyere J. *Candida auris*: a systematic review and meta-analysis of current updates on an emerging multidrug-resistant pathogen. *Microbiologyopen.* 2018;7(4):e00578. DOI: 10.1002/mbo3.578
47. Abdalhamid B., Almaghrabi R., Althawadi S., Omrani A. First report of *Candida auris* infections from Saudi Arabia. *J Infect Public Health.* 2018;11(4):598-599. DOI: 10.1016/j.jiph.2018.05.010
48. Alatoon A., Sartawi M., Lawlor K., Abdel W.L., Thomsen J., Nusair A., et al. Persistent candidemia despite appropriate fungal therapy: first case of *Candida auris* from the United Arab Emirates. *Int J Infect Dis.* 2018;70:36-37. DOI: 10.1016/j.ijid.2018.02.005
49. Abastabar M., Haghani I., Ahangarkani F., Rezai M.S., Taghizadeh Armaki M., Roodgari S., et al. *Candida auris* otomycosis in Iran and review of recent literature. *Mycoses.* 2019;62:101-105. DOI: 10.1111/myc.12886
50. Shaukat A., Al Ansari N., Al Wali W., Karic E., El Madhoun I., Mitwally H., et al. Experience of treating *Candida auris* cases at a general hospital in the state of Qatar. *IDCases.* 2020;23:e01007. DOI: 10.1016/j.idcr.2020.e01007
51. Salah H., Sundararaju S., Dalil L., Salameh S., Al-Wali W., Tang P., et al. Genomic epidemiology of *Candida auris* in Qatar reveals hospital transmission dynamics and a South Asian origin. *J Fungi (Basel).* 2021;7(3):240. DOI: 10.3390/jof7030240
52. Allaw F., Kara Zahreddine N., Ibrahim A., Tannous J., Taleb H., Bizri A.R., et al. First *Candida auris* outbreak during a COVID-19 pandemic in a tertiary-care center in Lebanon. *Pathogens.* 2021;3;10(2):157. DOI: 10.3390/pathogens10020157
53. Kohlenberg A., Struelens M.J., Monnet D.L., Plachouras D., The *Candida auris* survey collaborative group. *Candida auris*: epidemiological situation, laboratory capacity and preparedness in European Union and European Economic Area countries, 2013 to 2017. *Euro Surveill.* 2018; 23(13):18-00136. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.13.18-00136
54. Plachouras D., Lötsch F., Kohlenberg A., Monnet D.L., the *Candida auris* survey collaborative group. *Candida auris*: epidemiological situation, laboratory capacity and preparedness in the European Union and European Economic Area, January 2018 to May 2019. *Euro Surveill.* 2020;25(12):2000240. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.12.2000240
55. Schelenz S., Hagen F., Rhodes J.L., Abdolrasouli A., Chowdhary A., Hall A., et al. First hospital outbreak of the globally emerging *Candida auris* in a European hospital. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2016;5:35. DOI: 10.1186/s13756-016-0132-5
56. Borman A.M., Johnson E.M. *Candida auris* in the UK: Introduction, dissemination, and control. *PLoS Pathog.* 2020;16(7):e1008563. DOI: 10.1371/journal.ppat.1008563
57. Ruiz-Gaitán A., Moret A.M., Tasiás-Pitarch M., Aleixandre-López A.I., Martínez-Morel H., Calabuig E., et al. An outbreak due to *Candida auris* with prolonged colonization and candidaemia in a tertiary care European hospital. *Mycoses.* 2018;61(7):498-505. DOI: 10.1111/myc.12781
58. Hernando-Ortiz A., Mateo E., Perez-Rodriguez A.,

- de Groot P.W.J., Quindós G., Eraso E. Virulence of *Candida auris* from different clinical origins in *Caenorhabditis elegans* and *Galleria mellonella* host models. *Virulence*. 2021;12(1):1063-1075. DOI: 10.1080/21505594.2021.1908765
59. Riat A., Neofytos D., Coste A., Harbarth S., Bizzini A., Grandbastien B., et al. First case of *Candida auris* in Switzerland: discussion about preventive strategies. *Swiss Med Wkly*. 2018;148:w14622. DOI: 10.4414/smww.2018.14622
 60. Govender N.P., Magobo R.E., Mpembe R., Mhlana M., Matlapeng P., Corcoran C., et al. *Candida auris* in South Africa, 2012-2016. *Emerg Infect Dis*. 2018;24(11):2036-2040. DOI: 10.3201/eid2411.180368
 61. van Schalkwyk E., Mpembe R.S., Thomas J., Shuping L., Ismail H., Lowman W., et al. Epidemiologic shift in candidemia driven by *Candida auris*, South Africa, 2016-2017. *Emerg Infect Dis*. 2019;25(9):1698-1707. DOI: 10.3201/eid2509.190040
 62. Okinda N., Kagotho E., Castanheira M., Njuguna A., Omuse G., Makau P., et al. Candidemia at a referral hospital in sub-Saharan Africa: emergence of *Candida auris* as a major pathogen. *Proceedings of 24th ECCMID*, Barcelona, Spain, 2014. Poster. P0065.
 63. Meis J., El-Kholy M., Shawky S., Fayed A. *Candida auris* bloodstream infection in Egypt. *J Fungi (Basel)*. 2019;5(4):310-311. DOI: 10.3390/jof5040095
 64. Ali M Badri. First detection of emergent fungal pathogen *Candida auris* in Khartoum State, Sudan. *Am J Biomed Sci & Res*. 2019;6(1). DOI: 10.34297/AJBSR.2019.06.000982
 65. Calvo B., Melo A.S., Perozo-Mena A., Hernandez M., Francisco E.C., Hagen F., et al. First report of *Candida auris* in America: clinical and microbiological aspects of 18 episodes of candidemia. *J Infect*. 2016;73:369-374. DOI: 10.1016/j.jinf.2016.07.008
 66. Morales-López S.E., Parra-Giraldo C.M., Ceballos-Garzón A., Martínez H.P., Rodríguez G.J., Álvarez-Moreno C.A., et al. Invasive infections with multidrug-resistant yeast *Candida auris*, Colombia. *Emerg Infect Dis*. 2017;23:162-164. DOI: 10.3201/eid2301.161497
 67. Parra-Giraldo C.M., Valderrama S.L., Cortes-Fraile G., Garzón J.R., Ariza B.E., Morio F., et al. First report of sporadic cases of *Candida auris* in Colombia. *Int J Infect Dis*. 2018;69:63-67. DOI: 10.1016/j.ijid.2018.01.034
 68. Escandón P., Cáceres D.H., Espinosa-Bode A., Rivera S., Armstrong P., Vallabhaneni S., et al. Notes from the field: surveillance for *Candida auris* – Colombia, September 2016 – May 2017. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2018;67(15):459-460. DOI: 10.15585/mmwr.mm6715a6
 69. Armstrong P.A., Rivera S.M., Escandon P., Cáceres D.H., Chow N., Stuckey M.J., et al. Hospital-associated multicenter outbreak of emerging fungus *Candida auris*, Colombia, 2016. *Emerg Infect Dis*. 2019;25(7):1339-1346. DOI: 10.3201/eid2507.180491
 70. Pan American Health Organization / World Health Organization. Epidemiological Alert: *Candida auris* outbreaks in health care services in the context of the COVID-19 pandemic. 6 February 2021, Washington, D.C. PAHO/WHO. Available at: www.paho.org/en/documents/epidemiological-alert-candida-auris-outbreaks-health-care-services-context-covid-19.
 71. de Almeida J.N. Jr., Francisco E.C., Hagen F., Brandão I.B., Pereira F.M., Presta Dias P.H., et al. Emergence of *Candida auris* in Brazil in a COVID-19 intensive care unit. *J Fungi (Basel)*. 2021;7(3):220. DOI: 10.3390/jof7030220
 72. Chow N.A., Gade L., Tsay S.V., Forsberg K., Greenko J.A., Southwick K.L., et al. Multiple introductions and subsequent transmission of multidrug-resistant *Candida auris* in the USA: a molecular epidemiological survey. *Lancet Infect Dis*. 2018;18:1377-1384. DOI: 10.1016/S1473-3099(18)30597-8
 73. Schwartz I.S., Hammond G.W. First reported case of multidrug-resistant *Candida auris* in Canada. *Can Commun Dis Rep*. 2017;43:150-153. DOI: 10.14745/ccdr.v43i78a02
 74. Garcia-Jeldes H.F., Mitchell R., McGeer A., Rudnick W., Amaratunga K., Vallabhaneni S., et al. Prevalence of *Candida auris* in Canadian acute care hospitals among at-risk patients, 2018. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):82. DOI: 10.1186/s13756-020-00752-3
 75. Araúz A.B., Cáceres D.H., Santiago E., Armstrong P., Arosemena S., Ramos C., et al. Isolation of *Candida auris* from 9 patients in Central America: importance of accurate diagnosis and susceptibility testing. *Mycoses*. 2018;61:44-47. DOI: 10.1111/myc.12709
 76. Ayala-Gaytán J.J., Montoya A.M., Martínez-Resendez M.F., Guajardo-Lara C.E., de J Treviño-Rangel R., Salazar-Cavazos L., et al. First case of *Candida auris* isolated from the bloodstream of a Mexican patient with serious gastrointestinal complications from severe endometriosis. *Infection*. 2020;49(3):523-525. DOI: 10.1007/s15010-020-01525-1
 77. Villanueva-Lozano H., Treviño-Rangel R.J., González G.M., Ramírez-Elizondo M.T., Lara-Medrano R., Aleman-Bocanegra M.C., et al. Outbreak of *Candida auris* infection in a COVID-19 hospital in Mexico. *Clin Microbiol Infect*. 2021;27(5):813-816. DOI: 10.1016/j.cmi.2020.12.030
 78. Heath C.H., Dyer J.R., Pang S., Coombs G.W., Gardam D.J. *Candida auris* sternal osteomyelitis in a man from Kenya visiting Australia, 2015. *Emerg Infect Dis*. 2019;25:192-194. DOI: 10.3201/eid2501.181321