



Тупикова Д.С., Березин И.И., Жестков А.В., Лямин А.В., Козлов А.В., Сазонова О.В.

Оценка качественного состава микромицет в воздухе помещений медицинских организаций стационарного типа

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, 443099, Самара, Российская Федерация

Введение. На сегодняшний день микромицеты являются одними из самых распространённых патогенов, встречающихся как в жилых и производственных помещениях, так и во внутрибольничной среде. При этом плесневые грибы являются причиной не только аллергических заболеваний, но и микозов различной локализации. Особенно это актуально для пациентов стационаров, находящихся на длительном лечении и сталкивающихся с факторами иммуносупрессии. Также постоянное пребывание медицинского персонала в помещениях с высокой контаминацией микромицетами воздушной среды может привести к микогенной сенсибилизации.

Целью данной работы являлось исследование количественного и качественного состава грибов, окружающих пациента и врача в многопрофильных стационарах.

Материалы и методы. С помощью микробиологического аспиратора отбирали пробы воздуха в помещениях класса В отделений хирургического и терапевтического профиля с последующим посевом на агар Сабуро. Идентификацию выявленных грибов осуществляли с использованием классических методов и MALDI-ToF масс-спектрометрии на приборе Microflex LT (Bruker®).

Результаты. В ходе исследования проведена оценка грибковой обсеменённости помещений класса В в медицинских организациях стационарного типа с оценкой качественного и количественного состава. Также проведено сравнение состава и количества микромицет между помещениями отделений различного профиля. В ходе исследований объектов больничной среды выявлен высокий уровень контаминации микромицетов в медицинских помещениях класса В – 100% случаев. Структура выявленных грибов оказалась весьма разнообразной, во всех пробах воздуха выделены плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria* и *Ulcoladium*. Споры данных грибов, относящихся к условно патогенным или сапрофитам, обнаруживаются в воздухе повсеместно, однако значительное увеличение микробной нагрузки за счёт микромицет может быть причиной таких типичных аллергических заболеваний, как бронхиальная астма, кожные аллергические дерматозы и аллергии других локализаций.

Заключение. Результаты исследования выявили повышенную грибковую обсеменённость в помещениях медицинских организаций стационарного типа что требует более тщательного подхода к соблюдению параметров микроклимата.

Ключевые слова: микромицеты; микозы; микогенная сенсибилизация; микробиологическое исследование

Для цитирования: Тупикова Д.С., Березин И.И., Жестков А.В., Лямин А.В., Козлов А.В., Сазонова О.В. Оценка качественного состава микромицет в воздухе помещений медицинских организаций стационарного типа. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (4): 313–317. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-313-317>

Для корреспонденции: Козлов Андрей Владимирович, ассистент кафедры фундаментальной и клинической биохимии с лабораторной диагностикой СамГМУ, 443099, Самара. E-mail: kozlov.biochemistry@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Благодарность. Исследование не имело финансовой поддержки.

Участие авторов: Тупикова Д.С. – сбор и обработка материала, написание текста; Березин И.И. – концепция и дизайн исследования; Жестков А.В. – концепция и дизайн исследования; Лямин А.В. – сбор и обработка материала, редактирование; Козлов А.В. – сбор и обработка материала, редактирование; Сазонова О.В. – написание текста. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 17.11.2020 / Принята к печати 10.03.2021 / Опубликована 18.05.2021

Dariya S. Tupikova, Igor I. Berezin, Alexander V. Zhestkov, Artem V. Lyamin, Andrey V. Kozlov, Olga V. Sazonova

Evaluation of the quality composition of micromycetes in the air of the premises of stationary medical institutions

Samara State Medical University, Samara, 43099, Russian Federation

Introduction. Today, micromycetes are the most common pathogens found in residential and industrial premises and in the hospital environment. At the same time, mold fungi are the cause not only of allergic diseases but also of mycoses of various localization. Mold fungi are hazardous for patients in hospitals on long-term treatment and exposed to immunosuppression factors. Medical personnel who spent a long time in rooms with high contamination by micromycetes in the air can develop mycogenic sensitization.

The aim of this work was to show the quantitative and qualitative composition of fungi surrounding the patient and the doctor in multidisciplinary hospitals.

Materials and methods. With the help of a microbiological aspirator, air samples were taken in the premises of class B of surgical and therapeutic departments, followed by sowing on Saburo agar. The identified fungi were identified using classical methods and MALDI-ToF mass spectrometry using Microflex LT (Bruker).

Results. In the course of the study, the assessment of fungal contamination of class B premises in treatment and prophylactic institutions was carried out to assess the qualitative and quantitative composition. Also, comparing the composition and number of micromycetes between the premises of departments of different profiles was carried out. A high level of contamination of micromycetes in medical premises of class B – 100% of cases was revealed in studies of objects of the hospital environment. The structure of the identified fungi was very diverse. In all air samples were isolated fungi genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria*, and *Ulcoladium*. Spores of these fungi belonging to opportunistic or saprophytes are found in the air everywhere. Still, a significant increase in microbial load due to micromycetes can cause such typical allergic diseases as bronchial asthma, allergic skin dermatoses, and allergies of other locations.

Conclusion. The study results revealed increased fungal contamination in healthcare facilities that require a more careful approach to compliance with the microclimate parameters.

Keywords: micromycetes; mycoses; mycogenic sensitization; microbiological examination

For citation: Tupikova D.S., Berezin I.I., Zhestkov A.V., Lyamin A.V., Kozlov A.V., Sazonova O.V. Evaluation of the quality composition of micromycetes in the air of the premises of medical institutions. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (4): 313–317. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-313-317> (In Russ.)

For correspondence: *Andrey V. Kozlov*, assistant of the Department of fundamental and clinical biochemistry with laboratory diagnostics, Samara State Medical University, Samara, 43099, Russian Federation. E-mail: kozlov.biochemistry@yandex.ru

Information about authors:

Tupikova D.S., <https://orcid.org/0000-0003-2813-7271>; *Berezin I.I.*, <https://orcid.org/0000-0002-9370-7923>; *Zhestkov A.V.*, <https://orcid.org/0000-0002-3960-830X>
Lyamin A.V., <https://orcid.org/0000-0002-5905-1895>; *Kozlov A.V.*, <https://orcid.org/0000-0001-9384-6854>; *Sazonova O.V.*, <https://orcid.org/0000-0002-4130-492X>

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

Acknowledgment. The study had no sponsor support.

Contribution of the authors: *Tupikova D.S.* – collection and processing of the material, writing. *Berezin I.I.* – research concept and design. *Zhestkov A.V.* – research concept and design. *Lyamin A.V.* – collection and processing of the material, editing. *Kozlov A.V.* – collection and processing of the material, editing. *Sazonova O.V.* – writing. *All co-authors* – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: November 17, 2021 / Accepted: March 10, 2021 / Published: May 18, 2021

Введение

Проблема микогенной сенсibilизации на сегодняшний день особенно актуальна, что обусловлено в первую очередь широким распространением грибов-микромитцев в окружающей среде и их высокой аллергенностью [1, 2]. Кроме микогенной сенсibilизации, микромитцевы могут вызывать и другие заболевания, в частности микозы различной локализации. Ориентировочное число пациентов с инвазивными и хроническими формами микозов в 2011 г. составило порядка 2,7 млн [3].

В последние годы повсеместно увеличивается количество инвазивных микозов, связанных с оказанием медицинской помощи в медицинских организациях стационарного типа (МОСТ) различного профиля, достигая в некоторых отделениях до 30% от общей структуры заболеваемости. Данный факт напрямую влияет на летальность, обусловленную микозами, особенно в отделениях реанимации и интенсивной терапии, трансплантации и онкогематологии [4–7].

Среда МОСТ является сложной экосистемой, которая формируется и постоянно изменяется в результате циркуляции большого количества разнообразных патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Увеличение доли иммунокомпрометированных пациентов в последние годы, появление «новых» и возрастание «старых» инфекций, несоблюдение противоэпидемиологических мероприятий и формирование внутрибольничных инфекций также не всегда благоприятно влияют на микроэкологию стационара.

За последнее время среди возбудителей инфекционных заболеваний существенное место стали занимать возбудители «новых» инфекционных болезней человека: ВИЧ-инфекция, микоплазмозы, кампилобактериозы, легионеллез и ряд других. Некоторые из этих инфекций часто сочетаются с микозами, самыми распространёнными возбудителями которых у стационарных пациентов являются *Candida* spp., *Aspergillus* spp. и *Rhizopus* spp. и др. [8–10].

Однако не стоит забывать, что и медицинский персонал медицинских организаций стационарного типа также находится в группе риска по заболеваемости внутрибольничными инфекциями, вызываемыми патогенными и условно патогенными микроорганизмами.

Этот факт отражается и в документах ВОЗ, где заболеваемость медицинских работников инфекционными заболеваниями, связанными с их профессиональной деятельностью, относится к группе инфекций, связанных с медицинской деятельностью.

Но тем не менее если в отношении бактериальных и вирусных инфекций на сегодняшний день существует ряд нормативных документов, то с возбудителями патологических состояний, обусловленных грибами, ситуация складывается иначе.

До вступления в силу СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» МОСТ руководствовались нормативами, в которых регламентировалось состояние внутрибольничной среды по содержанию плесневых и дрожжеподобных грибов в воздухе поме-

щений различного класса чистоты. Новый нормативный документ, регламентирующий условия работы в МОСТ, не содержит требований по показателю «дрожжеподобные и плесневые грибы» в приложении 3 «Класс чистоты, рекомендуемый воздухообмен, допустимая и расчётная температура». Однако по нормам СанПиН помещения МОСТ делятся на 4 класса в зависимости от их функционального назначения. И если в отношении особо чистых и чистых помещений разработаны чёткие критерии норм микробной контаминации воздушной среды, то в отношении помещений, соответствующих классам чистоты В и Г этот санитарно-микробиологический показатель не нормируется [11, 12].

При оценке микробного состава воздушной среды помещений немаловажным является факт отсутствия до недавнего времени приемлемых и нетрудоёмких методов видовой идентификации мицелиальных грибов, выделенных из объектов окружающей среды. По этой причине чаще всего оценка микробной нагрузки по параметру «дрожжеподобные и плесневые грибы» проводится без учёта видового разнообразия. Однако, как и в отношении бактериальной микрофлоры, определение вида наиболее важных с точки зрения неблагоприятного влияния на здоровье человека видов грибов сегодня стало более доступным. Широкое внедрение в рутинную микробиологическую практику метода MALDI-ToF масс-спектрометрии значительно расширило возможности видовой идентификации плесневых грибов, в том числе выделенных и с объектов окружающей среды. Данный метод исследования основан на многократном воздействии импульсов лазера на предварительно покрытые специальной матрицей клетки микроорганизмов с последующей ионизацией белков. Впоследствии ионизированные белки движутся к детектору анализатора, программное обеспечение которого оценивает время пролёта частиц и предоставляет эту информацию в виде отношения массы и заряда, формируя спектр молекулярных масс (масс-спектр). В дальнейшем полученный масс-спектр сравнивается со спектрами из базы данных, и на основании наличия определённых белков, их массы и количества происходит идентификация микроорганизма. Видовая идентификация микромитцев при этом возможна как прямым методом, так и методами расширенного прямого нанесения и экстракции муравьиной кислотой. Для идентификации грибов на приборе Microflex LT возможно использование отдельной библиотеки спектров для идентификации значительного количества видов мицелиальных грибов, а также стандартной библиотеки спектров, которая включает в себя наиболее распространённые виды плесневых грибов и дрожжей.

Таким образом, в МОСТ может формироваться значительное количество неблагоприятных факторов, способствующих размножению грибов и продуцирование ими токсинов, а колонизация микромитцев на слизистых оболочках и коже человека может играть решающую роль в развитии производственно обусловленных заболеваний.

Цель исследования – оценка содержания микромитцев в воздушной среде ординаторских и сестринских помещениях МОСТ.

Материалы и методы

Оценку состояния контаминации микромицетами воздушной среды осуществляли в середине рабочей смены в интервале от 12.00 до 13.00. Исследование проведено в 10 ординаторских и 10 сестринских отделениях хирургического и 7 ординаторских и 7 сестринских отделениях терапевтического профиля двух крупных медицинских организаций стационарного типа г.о. Самара. Общее количество проб, отобранных для исследования, составило 34.

Исследование проводили в соответствии с МУК 4.2.2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях». Для оценки микробной обсеменённости проводили исследование на выявление плесневых и дрожжевых грибов. Пробы воздуха отбирали аспирационным методом с помощью аспиратора микробиологического. Количество пропущенного воздуха составляло 100 дм³. Для посева использовали чашки со средой Сабуро. Идентификацию микромицет осуществляли с использованием классических методов по культуральным и микроскопическим свойствам. Дополнительно использовали метод MALDI-ToF масс-спектрометрии на приборе Microflex LT (Bruker®). В качестве матрицы использовали α-циано-4-гидроксикоричную кислоту (Bruker®). Используемая для идентификации микромицет стандартная библиотека содержала 549 спектров грибов из отдела *Ascomycota* и 198 из отдела *Basidiomycota*.

При проведении пробоподготовки использован расширенный метод прямого нанесения, заключающийся в том, что перед нанесением на точку мишени материал покрывали 1 мкл 70% муравьиной кислоты. После высыхания материал дополнительно покрывали раствором матрицы. Оценку результатов идентификации проводили по уровню коэффициента совпадения (Score) от 0 до 3 в соответствии с рекомендацией производителя оборудования: низкодостоверная идентификация рассматривалась при уровне 0,000–1,699, высокодостоверная идентификация до рода – 1,700–1,999, высокодостоверная идентификация до вида – 2,000–2,999.

Результаты

В ходе исследований объектов больничной среды выявлен высокий уровень контаминации микромицетами в медицинских помещениях класса В (100% случаев).

Уровень микологической обсеменённости отделений МОСТ представлен на рис. 1.

Как видно из графика, в помещениях отделений хирургического профиля обсеменённость грибами несколько выше, чем в помещениях терапии. Но тем не менее в 70% помещений контаминация являлась достаточно высокой. Данные грибковой обсеменённости воздуха больничных помещений представлены в таблице.

Этиологическая структура выделенных грибов в отделениях различалась. Во всех пробах воздуха выделены плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria* и *Ulcoladium*.

Так, в помещениях отделений хирургического профиля лидирующим микромицетом являлся *Penicillium expansum*, наивысшая концентрация спор которого составила

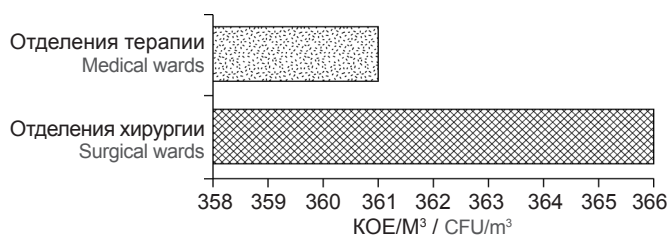


Рис. 1. Уровень микологической обсеменённости отделений медицинских организаций стационарного типа.

Fig. 1. The level of mycological contamination of departments of stationary medical institutions (SMI).

Данные грибковой обсеменённости воздуха больничных помещений по результатам исследований проб (средние данные КОЕ/м³)

Data on fungal contamination of the air of hospital premises based on the results of sample studies (average data CFU/m³)

| Вид микромицетов Types of micromycetes | Количество микромицетов в больничных отделениях, КОЕ/м³ (M ± σ) The number of micromycetes in all premises, CFU/m³ (M ± σ) | |
|---|---|--|
| | хирургические surgical departments | терапевтические therapeutic departments |
| <i>Aspergillus niger</i> | 34 ± 5.04 | 37 ± 4.21 |
| <i>Aspergillus fumigatus</i> | 43 ± 2.50 | 2 ± 1.20 |
| <i>Aspergillus flavus</i> | 11 ± 2.89 | 0 ± 0 |
| <i>Penicillium chrysogenum</i> | 52 ± 3.19 | 119 ± 7.89 |
| <i>Penicillium expansum</i> | 203 ± 16.18 | 25 ± 3.66 |
| <i>Mucor racemosus</i> | 14 ± 4.39 | 30 ± 3.09 |
| <i>Alternaria alternata</i> | 5 ± 1.40 | 14 ± 1.37 |
| <i>Ulcoladium botrytis</i> | 4 ± 1.64 | 134 ± 4.00 |

Примечание. M – средняя арифметическая; σ – стандартное квадратичное отклонение.

Note. M – arithmetic mean; σ – standard square deviation.

203 КОЕ/м³, наименьшим в свою очередь явился *Ulcoladium botrytis* – 4 КОЕ/м³. В помещениях терапевтических отделений максимум контаминации спор пришёлся на *Ulcoladium botrytis* – 134 КОЕ/м³, минимум на *Aspergillus fumigatus* – 2 КОЕ/м³, и полностью отсутствовали микромицеты *Aspergillus flavus*, хотя в отделениях хирургии они обнаружены в концентрации до 43 КОЕ/м³ (рис. 2, 3).

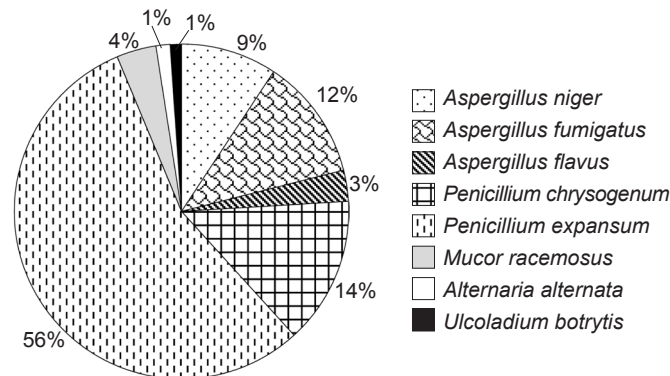


Рис. 2. Видовая характеристика микромицет воздуха в хирургических отделениях.

Fig. 2. Species characteristics of air micromycetes in surgical departments.

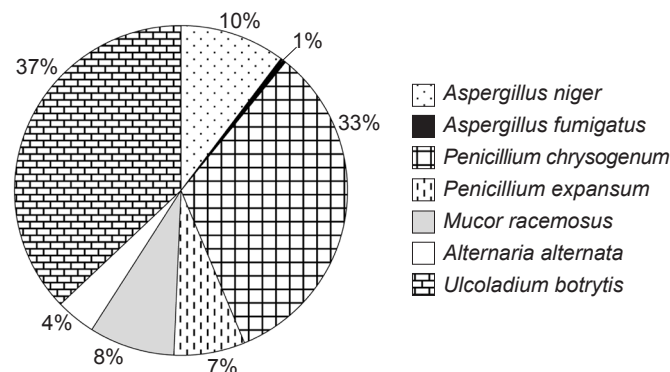


Рис. 3. Видовая характеристика микромицет воздуха в терапевтических отделениях.

Fig. 3. Species characteristics of air micromycetes in therapeutic departments.

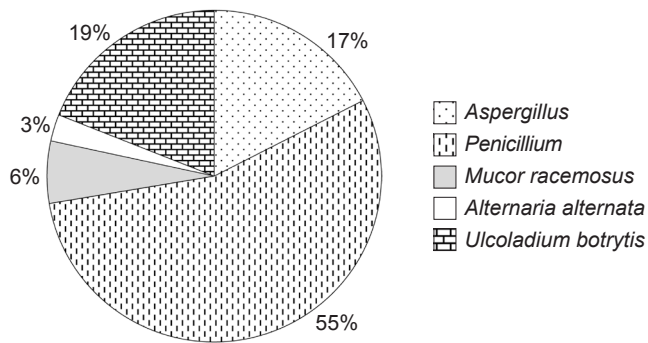


Рис. 4. Общая структура грибов в помещениях МОСТ.

Fig. 4. The general structure of fungi in the SMI premises.

Обсуждение

В современной научной литературе описаны случаи сенсibilизации человека к антигенам микрофлоры воздуха и объектов окружающей среды. Максимальную сенсibilизацию при этом вызывают представители родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*, реже другие плесневые и дрожжеподобные микроорганизмы [13–16].

Непатогенные грибы, или сапрофиты, споры которых обнаруживаются в воздухе, составляют обширную группу возбудителей таких типичных аллергических заболеваний, как бронхиальная астма, кожные аллергические дерматозы и аллергии других локализаций [17–19].

В настоящем исследовании установлено, что грибы рода *Penicillium* (55%), *Aspergillus* (18%) и *Ulcoladium* (19%) по численности превосходили другие. И если микроорганизмы *Ulcoladium botrytis* редко являются патогенными для человека [20], то *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium chrysogenum* наиболее часто являются причиной развития микогенной сенсibilизации и могут быть причиной аллергического ринита и бронхиальной астмы. Общая структура грибов в помещениях МОСТ представлена на рис. 4.

Внутрибольничная среда является агрессивной с точки зрения воздействия на медицинского работника. Одним из важных факторов этого воздействия является биологический. Неблагоприятное воздействие бактериальной и вирусной флоры чётко регламентируется в отечественных нормативных документах. Однако с микроорганизмами ситуация оказывается более сложной и неоднозначной. С одной стороны, микроорганизмы широко распространены в окружающей среде, в связи с этим исключение их из нормируемых в СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» является оправданным. С другой стороны, необходимо учитывать многофакторность неблагоприятного воздействия на здоровье медицинского работника. Целью настоящей работы не являлось доказательство развития ми-

когенной сенсibilизации у медицинских работников, так как данный факт подтверждён различными исследованиями и доказано, что высокое содержание микроорганизмов в воздухе является фактором риска по развитию аллергических патологий различных локализаций. Однако полученные в работе данные подтверждают высокую степень контаминации воздуха плесневыми грибами, особенно в помещениях, где медицинский работник не использует средства индивидуальной защиты и находится длительный период времени, причём в некоторых из этих помещений микробная нагрузка за счёт микроорганизмов связана с наличием грибов с высокой сенсibilизирующей активностью [13, 14, 17, 18].

Заключение

Грибковая обсеменённость помещений класса В МОСТ находится на очень высоком уровне. Это свидетельствует о том, что микробная обсеменённость внутрибольничной среды может рассматриваться как косвенный фактор риска инфицирования микроорганизмами и развития микогенной сенсibilизации среди медицинского персонала. Безусловно, широкое распространение грибов в окружающей человека среде не исключает развитие сенсibilизации к их антигенам и во внебольничных условиях. Однако, на наш взгляд, особенности микроэкологии МОСТ, условия работы (тяжесть и особенно напряжённость), воздействие дезинфектантов, антисептиков и антибиотиков на организм медицинского работника требует более тщательного изучения данного вопроса. Действующие нормативные документы ограничивают оценку микробной обсеменённости воздуха в помещениях класса чистоты В только определением общего микробного числа без отдельного учёта количества микроорганизмов в воздухе. При этом нормативные документы 2003 г. регламентировали количество плесневых и дрожжевых грибов, а результаты, полученные в нашей работе, демонстрируют значительную микробную нагрузку в воздухе помещений класса чистоты В, в первую очередь — за счёт плесневых грибов. В связи с этим возникает вопрос о целесообразности нормирования количества микроорганизмов в воздухе отдельных помещений медицинских организаций.

Анализ по видовому составу даёт понять, что воздух рабочей зоны в ординаторских и сестринских обильно контаминирован микроорганизмами с высоким уровнем сенсibilизирующей активности, которые могут служить фактором риска развития аллергических реакций в организме человека.

При анализе полученных результатов сделано предположение о наиболее вероятной причине значительного увеличения микробной нагрузки в воздухе за счет микроорганизмов. На наш взгляд, в первую очередь данный факт связан с недостаточной вентиляцией в отдельных помещениях, как искусственной, так и естественной, помимо этого не менее важным является соблюдение других параметров микроклимата: влажности, температуры, запылённости. Важно отметить, что несвоевременное проведение текущих и генеральных уборок влечёт за собой увеличение числа спор грибов в воздухе рабочей зоны.

Литература

(п.п. 7, 8, 13, 14, 17, 18 см. References)

1. Миронова Л.В., Крюкова Н.Ф., Слаута И.В., Верещагина С.В. Фунгицидная активность дезинфектантов в отношении плесневых грибов, обнаруженных в воздухе отделений ЛПУ Нерюнгринской центральной районной больницы. *Якутский медицинский журнал*. 2009; (3): 100–2.
2. Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Исаева Г.Ш., Ставропольская Л.В., Халдеева Е.В., Глушко Н.И. и соавт. Оценка контаминации грибами-микроорганизмами воздушной среды многопрофильного лечебно-профилактического учреждения. *Проблемы медицинской микологии*. 2017; 19(1): 43–5.
3. Клишко Н.Н., Козлова Я.И., Хостелиди С.Н., Шадривова О.В., Борзова Ю.В., Васильева Н.В. Распространенность тяжелых и хронических микотических заболеваний в Российской Федерации по модели LIFE PROGRAM. *Проблемы медицинской микологии*. 2014; 16(1): 3–8.
4. Тушикова Д.С., Лямин А.В., Кондратенко О.В. Оценка микробной нагрузки в воздухе ординаторских многопрофильного стационара. В кн.: *Материалы 1-го Международного Молодежного Форума «Профессия и здоровье»*. М.; 2016: 131–4.
5. Бурова С.А. Инвазивные микозы в отделениях интенсивной терапии: обзор литературы. *Инфекции в хирургии*. 2014; 12(2): 12–6.
6. Марфенина О.Е. Опасные плесени в окружающей среде. *Природа*. 2002; 11: 1–6.
7. Чарушина И.П., Фельдблюм И.В., Александрова Г.А., Баландина С.Ю. Сравнительная оценка контаминации микроорганизмами объектов больницы среды отделений реанимации и интенсивной терапии инфекционного и хирургического стационаров. *Проблемы медицинской микологии*. 2014; 16(3): 83–6.

Original article

10. Пунченко О.Е., Косякова К.Г., Васильева Н.В. Исследование микробиоты воздуха в многопрофильном стационаре Санкт-Петербурга. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(5): 33–36.
11. Зиятдинов В.Б., Бадамшина Г.Г., Исаева Г.Ш. Характеристика микологической обсемененности воздуха в медицинских организациях. *Пермский медицинский журнал*. 2016; 33(4): 107–12.
12. Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Бакиров А.Б., Валеев А.А., Ставропольская Л.В., Исаева Г.Ш. и соавт. Необходимость создания нормативов, регламентирующих содержание дрожжеподобных и плесневых грибов в больничной среде медицинских организаций. *Медицина труда и экология человека*. 2017; (2): 48–52.
13. Аак О.В., Соболев А.В. Роль грибов при бронхиальной астме. *Проблемы медицинской микологии*. 2011; 13(4): 12–4.
14. Кряжев Д.В. Анализ количественного и видового состава плесневых грибов, циркулирующих в воздухе многопрофильного лечебно-профилактического учреждения. *Медицинский альманах*. 2019; (3–4): 92–5. <https://doi.org/10.21145/2499-9954-2019-3-92-95>
15. Аак О.В., Соболев А.В., Ермолова С.О., Одинцова Т.С. Микогенная сенсibilизация и степень тяжести бронхиальной астмы у жителей Ленинградской области. *Проблемы медицинской микологии*. 2015; 17(1): 31–4.
16. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. *Определитель патогенных и условно патогенных грибов*. Пер. с англ. М.: Мир; 2001.

References

1. Mironova L.V., Kryukova N.F., Slauta I.V., Vereshchagina S.V. Fungicidal activity of disinfectants against mold fungi found in the air of health care facilities of Neryungri Central district hospital. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal*. 2009; (3): 100–2. (in Russian)
2. Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Isaeva G.Sh., Stavropol'skaya L.V., Khaldeeva E.V., Glushko N.I., et al. Estimation of fungal contamination of the air environment of the multidisciplinary medical facility. *Problemy meditsinskoy mikologii*. 2017; 19(1): 43–5. (in Russian)
3. Klimko N.N., Kozlova Ya.I., Khostelidi S.N., Shadrivova O.V., Borzova Yu.V., Vasil'eva N.V. The prevalence of serious and chronic fungal diseases in Russian Federation on LIFE program model. *Problemy meditsinskoy mikologii*. 2014; 16(1): 3–8. (in Russian)
4. Tupikova D.S., Lyamin A.V., Kondratenko O.V. Assessment of microbial load in internroom's air of multidisciplinary hospital. In: *Materials of the 1st International Youth Forum «Profession and Health» [Materialy 1-go Mezh-dunarodnogo Molodezhnogo Forumy «Professiya i zdorov'e»]*. Moscow; 2016: 131–4. (in Russian)
5. Burova S.A. Invasive mycoses in intensive-care units: literature review (report 1). *Infektsii v khirurgii*. 2014; 12(2): 12–6. (in Russian)
6. Marfenina O.E. Dangerous mildew in the environment. *Priroda*. 2002; 11: 1–6. (in Russian)
7. Meneguetti M.G., Ferreira L.R., Silva M.F.I., Silva A.S., Bellissimo-Rodrigues F. Assessment of microbiological air quality in hemato-oncology units and its relationship with the occurrence of invasive fungal infections: an integrative review. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 2013; 46(4): 391–6. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0022-2013>
8. Chacko A., Moss R.B. Manifestations of pulmonary aspergillosis in pediatrics. *Curr. Opin. Pediatr.* 2020; 32(3): 389–94. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000898>
9. Charushina I.P., Fel'dblyum I.V., Aleksandrova G.A., Balandina S.Yu. Comparative assessment of contamination by micromycetes of the hospital environment departments of reanimation and intensive therapy of infectious and surgical hospitals. *Problemy meditsinskoy mikologii*. 2014; 16(3): 83–6. (in Russian)
10. Punchedko O.E., Kosyakova K.G., Vasil'eva N.V. The study of air microbiota in a multidisciplinary hospital in St. Petersburg. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2014; 93(5): 33–36. (in Russian)
11. Ziatdinov V.B., Badamshina G.G., Isaeva G.Sh. Mycological contamination of air assessed at medical institutions. *Permskiy meditsinskiy zhurnal*. 2016; 33(4): 107–12. (in Russian)
12. Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Bakirov A.B., Valeev A.A., Stavropol'skaya L.V., Isaeva G.Sh., et al. The necessity of establishing standards governing the concentration of yeast-like and mould fungi in hospital environment of healthcare organizations. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2017; (2): 48–52. (in Russian)
13. Nazari Z., Ghaffari J., Ghaffari N., Ahangarkani F. A review on hypersensitivity reactions to fungal aeroallergens in patients with allergic disorders in Iran. *Curr. Med. Mycol.* 2019; 5(1): 42–7. <https://doi.org/10.18502/cmm.5.1.537>
14. Al-Ahmad M., Jusufovic E., Arifhodzic N., Rodriguez T., Nurkic J. Association of molds and metrological parameters to frequency of severe asthma exacerbation. *Allergy Asthma Clin. Immunol.* 2019; 15: 29. <https://doi.org/10.1186/s13223-019-0323-8>
15. Aak O.V., Sobolev A.V. The role of fungi on bronchial asthma. *Problemy meditsinskoy mikologii*. 2011; 13(4): 12–4. (in Russian)
16. Kryazhev D.V. The analysis of quantitative and specific structure of the mould fungi circulating in air of multipurpose health center. *Meditsinskiy al'manakh*. 2019; (3–4): 92–5. <https://doi.org/10.21145/2499-9954-2019-3-92-95> (in Russian)
17. Rick E.M., Woolnough K., Pashley C.H., Wardlaw A.J. Allergic fungal airway disease. *J. Invest. Allergol. Clin. Immunol.* 2016; 26(6): 344–54. <https://doi.org/10.18176/jiaci.0122>
18. Wickes B.L., Wiederhold N.P. Molecular diagnostics in medical mycology. *Nat. Commun.* 2018; 9(1): 5135. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07556-5>
19. Aak O.V., Sobolev A.V., Ermolova S.O., Odintsova T.S. Mycogenic sensitization and the degree of gravity of bronchial asthma in the Leningrad region inhabitants. *Problemy meditsinskoy mikologii*. 2015; 17(1): 31–4. (in Russian)
20. Sutton D.A., Fothergill A.W., Rinaldi M.G. *Guide to Clinically Significant Fungi*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.