

Юдин С.М.¹, Русаков Н.В.¹, Загайнова А.В.¹, Грицюк О.В.¹, Курбатова И.В.¹, Федец З.Е.¹, Новожилов К.А.¹, Абрамов И.А.¹, Ракова В.М.¹, Доскина Т.В.¹, Сухина М.А.^{1,2}

Обоснование перечня приоритетных контролируемых санитарно-микробиологических показателей для обеспечения безопасности внутрибольничной среды медицинских организаций стационарного типа вне зависимости от их функционального назначения

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровья» Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва;

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр колопроктологии имени А.Н. Рыжих» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 123423, Москва

Введение. Работа посвящена оценке результатов собственных исследований санитарно-микробиологического мониторинга объектов внешней среды в разнопрофильных лечебно-профилактических учреждениях стационарного типа и анализа отечественных и зарубежных данных в целях обоснования перечня приоритетных контролируемых санитарно-микробиологических показателей воздуха и поверхностей для обеспечения безопасности внутрибольничной среды медицинских организаций стационарного типа (МОСТ) вне зависимости от их функционального назначения.

Материал и методы. Проводились исследования помещений различного назначения в лечебно-профилактических учреждениях стационарного типа в течение двух лет. Исследования включали определение микробной обсеменённости воздушной среды, рабочих поверхностей, рук персонала с определением бактериологических, вирусологических, микологических показателей с последующей макроскопической и микроскопической идентификацией микроорганизмов и идентификацией с применением автоматизированных систем времяпрелётного матрично-ассоциированного лазерного масс-спектрометра на платформе MALDI-TOF, которая основывается на изучении масс-спектров рибосомальных белков в диапазоне 1000–10 000 дальтон и биоинформационного сравнения полученного спектра с базой данных референтных спектров и данных секвенирования микроорганизмов.

Результаты. В результате проведённых исследований в помещениях многопрофильной клиники было выявлено микробное загрязнение условно патогенными грамположительными микроорганизмами, в том числе *Staphylococcus aureus*, и грамотрицательными бактериями, что представляет серьёзную эпидемиологическую опасность для пациентов этих палат независимо от профиля лечебного учреждения и требует обязательного контроля с учётом применяемых средств дезинфекции.

Заключение. Собственные исследования и анализ отечественной и зарубежной литературы показали, что недостаточно осуществлять контроль воздушной среды в помещениях МОСТ только по показателю общего микробиологического загрязнения. Как в операционных, процедурных и перевязочных блоках, так и в палатах, физиотерапевтических, диагностических, лабораторных помещениях и вспомогательных помещениях также необходимо учитывать и другие санитарно-микробиологические показатели: общее микробное число, количество грамположительных палочек и кокков, в том числе *Staphylococcus aureus*, грибы, адено-, энтеро-, астровирусы, колифаги.

Ключевые слова: инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи; медицинские организации стационарного типа; микробиологический мониторинг; возбудители внутрибольничных инфекций; воздух; смывы; поверхности; бактерии; вирусы; грибы.

Для цитирования: Юдин С.М., Русаков Н.В., Загайнова А.В., Грицюк О.В., Курбатова И.В., Федец З.Е., Новожилов К.А., Абрамов И.А., Ракова В.М., Доскина Т.В., Сухина М.А. Обоснование перечня приоритетных контролируемых санитарно-микробиологических показателей для обеспечения безопасности внутрибольничной среды медицинских организаций стационарного типа вне зависимости от их функционального назначения. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(4): 326–336. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-4-326-336>

Для корреспонденции: Загайнова Анжелика Владимировна, кандидат биол. наук, зав. лаб. микробиологии и паразитологии ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва. E-mail: angelikaangel@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Представлены материалы исследований, выполненных в соответствии с государственным заданием по теме: «Разработка системы профилактических мероприятий по оптимизации внутренней среды помещений лечебно-профилактических учреждений стационарного типа».

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Русаков Н.В., Загайнова А.В.; сбор и обработка материала – Грицюк О.В., Курбатова И.В., Абрамов И.А., Загайнова А.В., Ракова В.М.; статистическая обработка – Загайнова А.В.; написание текста – Загайнова А.В., Сухина М.А.; редактирование – Юдин С.М.

Поступила: 14.02.2020
Принята к печати: 25.02.2020
Опубликована: 26.05.2020

Yudin S.M.¹, Rusakov N. B.¹, Zagainova A.V.¹, Gritsyuk, O.V.¹, Kurbatova I.V.¹, Fedets Z.E.¹, Novozhilov K.A.¹, Abramov I.A.¹, Rakova V.M.¹, Doskina T.V.¹, Sukhina M.A.^{1,2}

Justification of the priority controlled sanitary-microbiological parameters to ensure the safety of hospital environment, medical organizations stationary type, regardless of their functional purpose

¹"Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks" of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russian Federation;

²A.N. Ryzhikh National Medical Research Centre for Coloproctology » of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, 123423, Russian Federation

Introduction. The work is devoted to evaluating the results of our own research of sanitary-microbiological monitoring of environmental objects in diversified treatment-and-prophylactic institutions of stationary type and of the analysis both of domestic and foreign data in order to justify the list of priority controlled sanitary-microbiological indices of air and surfaces to ensure the safety of hospital environment, medical organizations stationary type, regardless of their functional purpose.

Material and methods. The survey was conducted in various premises in the medical-prophylactic institutions of stationary type for two years. Studies included determination of microbial contamination of the air environment, working surfaces, hands of personnel with the detection of bacteriological, virological, and mycological parameters, followed by macroscopic and microscopic identification of microorganisms and identification using automated systems with the method of time-of-flight matrix-assisted laser mass spectrometry platform MALDI-TOF, based on the study of the mass spectra of ribosomal proteins in the range of 1000-10000 Daltons and bioinformatic comparison of the obtained spectrum with database reference spectra and PCR.

Results. As a result, the research of surface washings in the premises of a multidisciplinary clinic revealed microbial contamination with conditionally pathogenic gram-positive cocci, including *S.aureus*, gram-positive and gram-negative bacteria posing a serious epidemiological danger to patients in these wards regardless of the MOST profile and requires mandatory monitoring taking into account of the used disinfectants.

Conclusion. Our own research and analysis of domestic and foreign literature showed that it is not enough to monitor the air in the MOST premises only in terms of total microbiological contamination. In the operating, procedural and dressing blocks, as well as in the wards, physiotherapeutic, diagnostic, laboratory rooms and auxiliary units, it is also necessary to take into account other sanitary and microbiological indices: total microbes count, gram-positive rods and cocci, including *S.aureus*, fungi, adeno-, entero-, astroviruses, coliphages.

Key words: healthcare associated infection; hospital-type medical organizations; microbiological monitoring; nosocomial pathogens; air; swabs; surfaces; bacteria; viruses; fungi.

For citation: Yudin S.M., Rusakov N. B., Zagainova A.V., Gritsyuk, O.V., Kurbatova I.V., Fedets Z.E., Novozhilov K.A., Abramov I.A., Rakova V.M., Doskina T.V., Sukhina M.A. Justification of the priority controlled sanitary-microbiological parameters to ensure the safety of hospital environment, medical organizations stationary type, regardless of their functional. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(4): 326-336. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-4-326-336>

For correspondence: Anzhelika V. Zagainova, MD, Ph.D., Head of the Laboratory of Microbiology and Parasitology of the "Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks" of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: angelikaangel@mail.ru

Information about the authors:

Zagainova A.V., <https://orcid.org/0000-0003-4772-9686>; Abramov I.A., <https://orcid.org/0000-0002-7433-7728>; Gritsyuk O.V., <https://orcid.org/0000-0001-9728-3075>; Sukhina M.A., <https://orcid.org/0000-0003-4795-0751>; Yudin S. M. <https://orcid.org/0000-0002-7942-8004>; Rusakov N.V. <https://orcid.org/0000-0002-3754-009X>

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

Acknowledgment. The presented materials of studies carried out in accordance with the state assignment on the topic: "Development of a system of preventive activities to optimize the internal environmental rooms of treatment and preventive institutions of a stationary type".

Contribution: Yudin S.M. – editing; Rusakov N.V. – the concept and design of the study; Zagainova A.V. – the concept and design of the study, collection and processing of material, statistical processing, writing; Gritsyuk O.V. – collection and processing of material; Kurbatova I.V. – collection and processing of material; Abramov I.A. – collection and processing of material; Rakova V.M. – collection and processing of material; Sukhina M.A. – statistical processing. Approval of the final version of the manuscript, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript – all co-authors.

Received: February 14, 2019

Accepted: February 25, 2019

Published: May 26, 2020

Введение

Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи (ИСМП), представляют серьезную проблему как для пациентов, так и для медицинских работников. Учитывая продолжительность пребывания в стационарах, следует предпринимать усилия, чтобы сделать пребывание в лечебно-профилактических учреждениях максимально безопасным, предотвратив возникновение ИСМП [1].

Основным документом, регламентирующим санитарно-гигиенические требования к соблюдению противоэпидемического режима, профилактики внутрибольничных инфекций (ВБИ) в стационарах, осуществляющих медицинскую деятельность на территории Российской Федерации, является СанПин 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».

Под инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи, считают случаи инфекции, связанные с оказанием любых видов медицинской помощи (в медицинских стационарных и амбулаторно-поликлинических, образовательных, санаторно-оздоровительных учреждениях, учреждениях социальной защиты населения, при оказании скорой медицинской помощи, помощи на дому и др.), а также случаи инфицирования медицинских работников в результате их профессиональной деятельности [2]. В последние десятилетия в различных странах мира ВБИ представляют собой серьезную проблему для лечения пациентов в условиях стационара. Возбудители ИСМП имеют ряд особенностей, благодаря которым они успешно живут и размножаются в больничной среде. По официальным данным, ежегодно в РФ до 8% пациентов заражаются ВБИ, что составляет 2–2,5 миллиона человек в год. Однако ряд исследователей

считают, что реальная заболеваемость ВБИ в десятки раз превышает заявленную. В течение последних 10 лет объектами риска в отношении ИСМП являются хирургические стационары и родовспомогательные учреждения, при этом доля ИСМП, связанная с хирургическими стационарами, существенно возросла (2009 г. – 31,9%; 2010 г. – 33,1%; 2011 г. – 31,8%; 2012 г. – 32,2%; 2013 г. – 32,06%; 2014 г. – 34,2%; 2015 г. – 34,8%; 2016 г. – 37,2%; 2017 г. – 35,6%; 2018 г. – 43,3% от всех случаев ИСМП) при снижении доли ИСМП, выявленных в родовспомогательных учреждениях, до 20,7% от общего количества случаев ИСМП (в 2017 г. – 26%) [3].

Причиной ИСМП являются бактерии, вирусы и грибы, большая часть из которых относится к условно патогенным микроорганизмам, которые в норме могут колонизировать кожные и слизистые покровы в качестве резидентной микрофлоры, а патогенные свойства они приобретают только при снижении иммунной защиты человека [4]. Иммунитет человека слабо реагирует на присутствие условно патогенной микрофлоры в организме, так как её антигены привычны для него, поэтому не вызывают мощной выработки антител. Нередко возбудители формируют различные ассоциации из нескольких видов бактерий, среди которых коагулазонегативные стафилококки, коринебактерии, различные виды пропониобактерий и некоторые другие, в основном грамположительные кокки [5, 6], но также вирусы и грибы. У 25% здоровой популяции людей *Staphylococcus aureus* может колонизировать кожу, на которую он попадает из полости носа (при колонизации носовых ходов этим возбудителем), не вызывая при этом никаких воспалений [7]. Но у больных людей с сопутствующими заболеваниями, вызывающими вторичный иммунодефицит (диабет, ВИЧ, злокачественные опухоли), колонизация *Staphylococcus aureus* может привести к тяжёлым последствиям, в том числе бактериемии. В США зарегистрированы смертельные случаи, 70% которых вызваны *Candida* spp., *Aspergillus* spp., *Cryptococcus neoformans*. При этом микозы, вызванные плесневыми грибами, чаще приводили к летальному исходу, нежели микозы, вызванные дрожжеподобными грибами [8, 9].

Перечисленные микроорганизмы имеют несколько путей передачи, некоторые из которых имеют способность жить и размножаться вне живого организма. Вирусы способны распространяться по различным помещениям лечебно-профилактических учреждений через системы вентиляции, тем самым в кратчайшие сроки заражая большое количество как пациентов и представителей медицинского персонала, так и посетителей лечебно-профилактического учреждения. А внутрибольничные условия, такие как высокая скученность и тесный контакт, способствуют возникновению вспышки ИСМП и поддерживают её длительное время.

Бактерии и грибы менее контагиозны, но они чрезвычайно устойчивы во внешней среде к действию дезинфицирующих средств, лекарственных препаратов и ультрафиолетовому облучению [10], формируют споры, которые не погибают при высоких температурах и длительном кипячении, замачивании в дезинфектантах, замораживании.

Основным фактором передачи ИСМП являются больные люди и бессимптомные носители возбудителей инфекций, встречающиеся чаще всего среди пациентов. Вторым по важности фактором являются руки медицинских работников [11]. Посетители стационара крайне редко становятся источником ИСМП. Резервуарами возбудителей ИСМП во внешней среде являются оборудование для искусственного дыхания, изделия медицинского назначения многократного использования (эндоскопы, катетеры, зонды и т. п.), вода [12, 13]. Обсеменение поверхностей помещений микроорганизмами в медицинских стационарах обусловлена сыростью и недостаточной вентиляцией помещений, в связи с этим образующаяся избыточная влага способствует выживанию плесневых и других видов грибов, бактерий, вирусов, которые затем становятся источником микробного обсеменения воздуха.

В течение последнего десятилетия инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, особенно в условиях интенсивной терапии, стали распространённым явлением, причём среди них чаще встречаются инфекции, вызванные грамотрицательными бактериями. Высокая заболеваемость и смертность у пациентов в период госпитализации, а также возникающие осложнения, особенно в послеоперационный период, связаны с возникновением ИСМП, вызванными внутрибольничными штаммами грамотрицательных бактерий, приобретающих множественную устойчивость к лекарственным средствам [14].

В результате исследований, проведённых в течение последних 6 лет (с 2012 по 2018 г.) в 11 стационарных больницах Китая, установлено, что ИСМП были выявлены в 41,2%, из которых в 52,3% этиологическими агентами являлись грамотрицательные бактерии, из которых в 13,4% *Escherichia coli* и в 2,4% – *Klebsiella pneumoniae*, представляющие собой изоляты, продуцирующие β-лактамазу с расширенным спектром; в 45,5% – грамположительные бактерии, при этом распространённость метициллин-резистентного *Staphylococcus aureus* составила 1,1%; в 2,2% – грибы [15]. В результате проведённого анализа, выполненного в Китае с 2016 по 2018 г., установлено возникновение вторичной инфекции у 55 пациентов с локализацией в поджелудочной железе, кровотоке, дыхательной, мочевой и желчной системах, вызванных 181 штаммом патогенов, включающих 98 грамотрицательных бактерий, 58 грамположительных бактерий и 25 грибов. Среди грамотрицательных бактерий преобладали *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* и *Stenotrophomonas maltophilia*. Грамположительные бактериальные инфекции были вызваны главным образом *Enterococcus faecium* и *Staphylococcus* spp. Грибковые инфекции были преимущественно вызваны *Candida* spp. Статистика включала спектр и распределение патогенов, лекарственную устойчивость основных патогенов и связи между множественными инфекционными показателями и смертностью [16].

В результате анализа, проведённого в клинике заболеваний органов грудной клетки в Анкаре (Турция), у 169 пациентов с внутрибольничной пневмонией в качестве этиологических агентов были выявлены грамотрицательные бактерии: в 16,6% – *Klebsiella pneumoniae* и в 8,3% – *Pseudomonas aeruginosa* [17].

Одной из основных причин материнской заболеваемости и смертности, особенно в странах с низким уровнем дохода, является послеродовой сепсис – бактериальная инфекция, возникающая после родов и связанная с ИСМП. В результате проведённых исследований в северо-западной Эфиопии было установлено, что доля внутрибольничных инфекций среди женщин после аборта, вызванных бактериальными изолятами, составила 33,7%, из которых 55,4% были вызваны грамотрицательными, а 44,6% – грамположительными бактериями. Наиболее часто выделяемыми бактериями были *Escherichia coli* (32,1%) среди грамотрицательных и *Staphylococcus aureus* (33,9%) среди грамположительных. Доля других изолятов составила 7,2% для коагулазонегативных стафилококков, 12,5% – для *Klebsiella pneumoniae*, 10,7% – для *Acinetobacter baumannii* и 3,6% – для *Raoultella ornithinolytica*. Все изоляты грамположительных и грамотрицательных бактерий были устойчивы к тетрациклину (100%). У грамотрицательных бактерий также выявлена устойчивость к цефазолину (72,7%) и ампициллину (100%). Общая распространённость множественной лекарственной устойчивости составила 84% [18]. Аналогичные исследования были проведены в Танзании, в результате которых в качестве этиологических агентов внутрибольничных инфекций были в 46,7% случаев выделены грамотрицательные бактерии, из которых в 61,8% – *E. coli*, в 20% – *Klebsiella* spp. [19].

Грамположительные спорообразующие факультативные анаэробы, способные к нитратредукции, основной средой

обитания которых является почва с нейтральной или слабощелочной реакцией, *Bacillus cereus* хорошо известен как возбудитель пищевых отравлений. Однако за последнее время эпидемиологами при проведении санитарно-микробиологического контроля в медицинских стационарах *Bacillus cereus* часто рассматривается как устойчивое бактериальное загрязнение воздуха и поверхностей. В последние годы в больницах были обнаружены высокопатогенные штаммы *Bacillus cereus*, сходные с *Bacillus anthracis*, и их обнаружение связывают с возникновением бактериемии при ИСМП.

Проблема нормирования и режима проведения текущего планового контроля микробной обсеменённости воздуха закрытых помещений и поверхностей в больницах, стационарах, детских дошкольных учреждениях, школах и других общественных зданиях социальной сферы до настоящего времени остаётся открытой. Предлагаемые отдельными исследователями показатели и нормы являются ориентировочными и недостаточно обоснованными, так как чрезвычайно трудно установить зависимость между общим количеством микроорганизмов в воздухе помещений и заболеваемостью людей инфекциями верхних дыхательных путей, временно находящихся в них. Это обусловлено также и тем, что количество бактерий в воздухе помещений находится в прямой зависимости от наличия вентиляции и эффективности её работы, а также ряда других трудно учитываемых факторов. В настоящее время количественное содержание бактерий в воздухе нормируется в основном для операционных, родильных залов и других помещений, требующих повышенного уровня чистоты [21].

Целью работы было проведение санитарно-микробиологической оценки внутренней среды помещений медицинских организаций стационарного типа (МОСТ) и обоснование перечня приоритетных санитарно-микробиологических показателей при оценке качества и безопасности внутрибольничной среды вне зависимости от их функционального назначения.

Особенности пребывания пациентов и медицинского персонала в помещениях МОСТ связаны с условиями формирования факторов внутрибольничной среды, со спецификой её загрязнения химическими препаратами, применяемыми в процессе лечения, дезинфицирующими средствами, специфическими отходами, образующимися при медицинских манипуляциях и функционировании лечебной и диагностической аппаратуры.

Материал и методы

Санитарно-микробиологическая оценка внутренней среды помещений МОСТ проведена на базе трёх медицинских организаций стационарного типа: многопрофильной городской клинической больницы, лечебных корпусов научно-исследовательского института, специализирующегося на заболеваниях кишечника человека, и родильного дома.

Были исследованы помещения МОСТ различного функционального назначения (лечебные палаты, операционные блоки, процедурные, перевязочные, смотровые, помещения физиотерапии, лабораторно-диагностические помещения, вспомогательные помещения – туалеты, коридоры, буфеты, пищеблоки, стерилизационные и др.) в течение двух лет. За это время было исследовано 96 помещений (37 помещений – в 2018 г. и 59 помещений – в 2019 г.), из них: 28 лечебных палат и боксов, 16 помещений процедурных, перевязочных и оперблоков, 25 диагностических и лабораторных кабинетов, 10 физиотерапевтических кабинетов, 7 служебных кабинетов, 3 помещения пищеблока и 7 вспомогательных (коридоры, буфеты, пищеблоки).

Во всех исследованных помещениях МОСТ различного функционального назначения проведено микробиологическое исследование микробной обсеменённости воздушной

среды, рабочих поверхностей, рук персонала по расширенной номенклатуре с определением бактериологических, вирусологических, микологических с последующей идентификацией микроорганизмов. При проведении оценки микробной обсеменённости объектов внешней среды отбирали смывы с поверхностей стен, дверей, тумбочек, столов, оборудования, подоконников, вентиляционных решёток для последующего бактериологического, грибкового и вирусологического исследования. Отбор проб для бактериологического и вирусологического анализа с поверхностей проводили согласно МУК 4.2.2942-11¹ методом смывов с поверхностей на площади 100 см². При контроле мелких предметов смывы делали с поверхности всего предмета.

Взятие смывов проводили стерильными ватными тампонами, зафиксированными на аппликаторах. Для увлажнения тампонов в пробирки наливали по 2 мл стерильной 0,1% пептонной воды с добавлением нейтрализаторов дезинфицирующих средств для бактериологических исследований и буферный раствор для вирусологических исследований.

Оценка микробной обсеменённости воздуха и поверхностей включала определение общей бактериальной обсеменённости (ОМЧ), грамположительных кокков, в том числе *Staphylococcus aureus*, грамположительных и грамотрицательных палочек, а также определение плесневых и дрожжевых грибов, вирусов и колифагов.

Все выявленные в процессе исследования окружающей среды микроорганизмы подлежали обязательной макроскопической (форма, цвет, консистенция колоний) и микроскопической идентификации с учётом основных морфологических признаков: отношение к окраске по Граму, наличие или отсутствие спорообразования, форме микроорганизмов (кокки, палочки, овоиды и т. д.), а также изучению цитопатического действия на культуре клеток для идентификации вирусов. Кроме указанных методов морфологической идентификации, оценка проводилась по биохимическим тестам («пёстрый ряд» углеводов) и с применением идентификационной автоматизированной системы – методом времяпролётной матрично-ассоциированной лазерной масс-спектрометрии на платформе MALDI-TOF, которая основывается на изучении масс-спектров рибосомальных белков в диапазоне 1000–10 000 дальтон и биоинформационного сравнения полученного спектра с базой данных референтных спектров и ПЦР.

Все исследования выполнены с использованием метрологически аттестованного оборудования.

Результаты

Для исследования были выбраны три разнопрофильных лечебно-профилактических учреждения стационарного типа: многопрофильная больница, родильный дом и стационар, специализирующийся на лечении больных с заболеваниями кишечника.

Исследования проводили в помещениях, рекомендованных в СанПиН 2.1.3.2630-10² – в операционных блоках, процедурных, перевязочных и дополнительно в научно-исследовательских целях – в помещениях пищеблоков, палатах, в помещениях лабораторий (биохимии, ПЦР), физиотерапии и диагностики.

В результате проведённых исследований установлено, что микробная обсеменённость воздуха в палатах многопрофильной больницы в присутствии больных в утренние часы по показателю «общее микробное число» составила $670 \pm 0,42$ КОЕ/м³. При этом были выделены и

¹ МУК 4.2.2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях».

² СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».

идентифицированы следующие микроорганизмы: бациллы в 30% проб, стафилококки – в 50%, в том числе 20% в *Staphylococcus aureus*, микрококки – в 55%, другие грамположительные палочки и стрептококки не обнаружены, грибы – в 50% проб.

При исследовании воздуха в операционных блоках, процедурных, перевязочных многопрофильной больницы до начала проведения работ общее микробное число бактерий составило $90 \pm 0,34$ КОЕ/м³, при этом стафилококки выделялись в 25% проб, *Staphylococcus aureus* не обнаружено, микрококки обнаружили в 25%, грамположительные палочки и грибы обнаружены не были.

При повторном исследовании воздушной среды помещений физиотерапии (первое исследование проводилось в 2018 г.) выявлено, что в помещениях общее микробное число бактерий составило $195 \pm 0,31$ КОЕ/м³, при этом бациллы выделялись в 44% проб, микрококки – в 50%, другие грамположительные палочки – в 25%, грибы – в 39%.

При исследовании воздуха в пищеблоках в утренние часы работы стационара общее микробное число микроорганизмов составило $120 \pm 0,41$ КОЕ/м³. При этом в 25% проб были выделены бациллы, в 50% – стафилококки, в 25% – другие грамположительные палочки, в 25% проб – грибы.

При идентификации полученных результатов исследования помещений многопрофильной больницы микробный пейзаж представлен следующими микроорганизмами: бактериями *Firmicutes*, из них девять грамположительными, спорообразующими палочками, принадлежащими к роду *Bacillus* (*Bacillus cereus*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus funicidi*, *Bacillus simplex*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus oleruoliu*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus ollerisidimines*), 9 грамположительными бактериями-кокками, принадлежащими к роду *Staphylococcus* (*Staphylococcus succinus*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus lugdunensis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus kloosii*, *Staphylococcus warneri*) и бактериями рода *Micrococcus* (*Micrococcus luteus*); двумя грамположительными палочками рода *Corynebacterium* (*Corynebacterium amycolatum*, *Corynebacterium cogleae*); грибами *Penicillium*, *Cladosporium* и *Mucor*.

При оценке результатов бактериального загрязнения воздуха в помещениях родовспомогательного стационара установлено, что ОМЧ составляло $158 \pm 0,3$ КОЕ/м³, а процент проб, в которых обнаружили различные микроорганизмы в воздухе в палатах, составлял: бациллы – 50%, стафилококки – 20%, из которых в 5% обнаружили *Staphylococcus aureus*, микрококки – 10% и стрептококки – 5%, другие грамположительные палочки – 5%, грибы – в 10% проб.

При исследовании операционных блоков, процедурных, перевязочных, родильных боксов до начала проведения работ общее микробное число бактерий в воздухе составило $74 \pm 0,5$ КОЕ/м³, при этом стафилококки обнаружили в 20% проб, в том числе *Staphylococcus aureus* выделялись в 5% проб, стрептококки и микрококки обнаружены не были, грамположительные палочки обнаружены в 10% проб, а грибы – в 20% проб.

При исследовании воздуха в пищеблоках родовспомогательного стационара в утренние часы работы стационара общее микробное число микроорганизмов составило 50 КОЕ/м³. При этом в 50% проб выделены бациллы, в 100% – стафилококки и в 40% проб – грибы.

При идентификации полученных результатов исследования помещений многопрофильной больницы микробный пейзаж представлен следующими микроорганизмами: бактериями *Firmicutes*, из которых девять грамположительными спорообразующими палочками, принадлежащими к роду *Bacillus* (*Bacillus cereus*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus funicidi*, *Bacillus simplex*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus oleruoliu*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus ollerisidimines*), семью грамположительными бактериями-кокками,

принадлежащими к роду *Staphylococcus* (*Staphylococcus succinus*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus lugdunensis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*) и бактериями рода *Micrococcus* (*Micrococcus luteus*); двумя грамположительными палочками рода *Corynebacterium* (*Corynebacterium amycolatum*, *Corynebacterium cogleae*); грибами *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus niger* и *Mucor*.

При оценке результатов оценки бактериального загрязнения воздуха в помещениях стационара, специализирующегося на лечении больных с заболеваниями кишечника, установлено, что микробная обсеменённость воздуха в палатах в присутствии больных в утренние часы по показателю общее микробное число составляло $492 \pm 0,44$ КОЕ/м³.

При этом в отобранных в воздухе пробах в палатах стационара, специализирующегося на лечении больных с заболеваниями кишечника, встречались следующие микроорганизмы: бациллы – в 25% проб, другие грамположительные палочки, *Staphylococcus aureus* и стрептококки не обнаружены, стафилококки обнаружены в 50%, микрококки – в 40%, грибы – в 25%.

При исследовании воздушной среды операционных блоков, процедурных, перевязочных стационара, специализирующегося на лечении больных с заболеваниями кишечника, общее микробное число бактерий составило $95 \pm 0,32$ КОЕ/м³, при этом стрептококки и микрококки отсутствовали, грамположительные палочки были выделены в 10% проб, стафилококки – в 30% проб, в том числе *Staphylococcus aureus*, которые выделялись в 3% проб. Грибы обнаруживались в 10% проб.

При исследовании воздуха в диагностических и лабораторных помещениях в этом же стационаре в утренние часы работы общее микробное число микроорганизмов составило $191 \pm 0,32$ КОЕ/м³. При этом бациллы обнаружены в 50%, другие грамположительные палочки, микрококки и грибы обнаружили в 30% проб, стрептококки – в 10% проб, стафилококки – в 60%, *Staphylococcus aureus* отсутствовал.

При повторном исследовании воздушной среды вспомогательных помещений выявлено, что общее микробное число бактерий составило $230 \pm 0,21$ КОЕ/м³, при этом грамположительные палочки, стрептококки и грибы отсутствовали, микрококки обнаружены в 50% проб, стафилококки – в 50% проб.

При идентификации полученных результатов исследования помещений многопрофильной больницы микробный пейзаж представлен следующими микроорганизмами: бактериями *Firmicutes* с низким содержанием GC (гуанин-цитозинового состава ДНК), в том числе шестью грамположительными спорообразующими палочками, принадлежащими к роду *Bacillus* (*Bacillus cereus*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus funicidi*, *Bacillus simplex*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus ollerisidimines*), семью грамположительными бактериями-кокками, принадлежащими к роду *Staphylococcus* (*Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus kloosii*, *Staphylococcus warneri*) и бактериями рода *Micrococcus* (*Micrococcus luteus*); 2 грамположительными палочками рода *Corynebacterium* (*Corynebacterium amycolatum*, *Corynebacterium cogleae*); грибами *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus niger* и *Mucor*.

В результате оценки микробиологической обсеменённости поверхностей в помещениях многопрофильной клиники выявлен повышенный уровень микробного загрязнения в палатах: в 55% проб обнаружены бациллы, в 30% – стафилококки, при этом *S. aureus* не обнаружен, в 20% – грамположительные палочки.

Также отмечался повышенный уровень микробного загрязнения в физиотерапевтическом отделении в помещениях многопрофильной больницы, в котором также были обнаружены в 55% проб бациллы, в 30% – стафилококки,

в 20% – грамотрицательные бактерии. Уровень микробно-го обсеменения поверхностей диагностических помещений бациллами (23% проб), стафилококками (13% проб), стрептококками, грамотрицательными (15% проб) и грамположительными палочками (10%) был значительно меньше, чем в предыдущих исследованных помещениях.

Самыми чистыми оказались операционные блоки и предоперационные. В смывах с поверхностей этих помещений в 9% проб обнаружены стафилококки и грамположительные палочки. Уровень загрязнения поверхностей вспомогательных помещений и пищеблоков стафилококками и грамположительными бактериями был сравнительно одинаковым, при этом стрептококки выделены не были.

В родильных палатах был установлен высокий процент обнаружения бацилл (55% проб), стафилококков (30% проб), в том числе *Staphylococcus aureus* в 10%, грамотрицательных и других грамположительных палочек (в 20% проб).

В результате был установлен высокий уровень загрязнения поверхностей операционных блоков, процедурных и перевязочных родовспомогательного стационара бациллами, выделенными в 34% проб, стафилококками – в 52%, в том числе *Staphylococcus aureus* – в 7%, стрептококками – в 17%, микрококками – в 27%, другими грамположительными палочками – в 15%. В 45% проб обнаружены грамотрицательные бактерии и в 9% проб – микроаэрофилы.

Установлено, что в пищеблоках родовспомогательного стационара поверхности были загрязнены в 20% проб стафилококками и грамположительными бактериями.

В стационаре, специализирующемся на лечении заболеваний кишечника, смывы с поверхностей отбирали в середине рабочего дня в кабинетах ПЦР-диагностики, оперблоках и смотровых, в палатах, диагностических и вспомогательных помещениях.

В помещениях ПЦР были выделены в 60% проб стафилококки, в 20% проб – стрептококки и грибы. В оперблоках в 50% проб были выделены стафилококки и стрептококки, в 25% – грамположительные палочки. В палатах были выделены в 10% проб бациллы, в 67% проб – стафилококки, в том числе *Staphylococcus aureus*, в 92% – стрептококки, в 8% – микрококки, в 33% – другие грамположительные палочки, в 67% проб – грамотрицательные палочки и в 33% – грибы.

В диагностических и лабораторных помещениях в 70% проб выделены стафилококки, в 40% проб – стрептококки, в 60% проб – грамположительные палочки, в 20% проб – грамотрицательные бактерии, в 30% проб – дрожжеподобные и плесневые грибы. Во вспомогательных помещениях при исследовании в смывах выделяли в 25% бациллы, в 100% – стафилококки, в 100% – стрептококки, в 50% – другие грамположительные и грамотрицательные бактерии.

При этом микробный пейзаж выделенных из смывов поверхностей микроорганизмов был практически идентичен во всех трёх исследуемых лечебных стационарах и представлен бактериями *Firmicutes* с низким содержанием GC (гуанин-цитозинового состава ДНК), в том числе одиннадцатью представителями бацилл (*Bacillus cereus*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus allitudinis*, *Bacillus circulans*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus aquimaris*, *Bacillus vallismortis*, *Bacillus flexus*, *Bacillus infantis*), девятью представителями стафилококков (*Staphylococcus equorum*, *Staphylococcus succinus*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus cohnii*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus aericularis*, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus vitalinus*, *Staphylococcus simulare*, *Staphylococcus muscae*, *Staphylococcus sciari*), пятью стрептококками (*Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus equi*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus cristatus*, *Streptococcus oralis*) и двумя представителями микрококков (*Micrococcus luteus*, *Micrococcus caseolyticus*); двумя представителями грамположительных палочек (*Corynebacterium tuberculoearicum*, *Corynebacterium*

Таблица 1

Бактериологические показатели для оценки воздуха жилых помещений (количество микроорганизмов в 1 м³)

Воздух	Летом		Зимой	
	общее число бактерий	α- и β-гемолитические стрептококки	общее число бактерий	α- и β-гемолитические стрептококки
Чистый	До 1500	До 16	До 4500	До 36
Загрязнённый	Свыше 2500	Свыше 36	Свыше 7000	Свыше 124

mucifaciens); девятнадцатью грамотрицательными палочками (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella varicola*, *Klebsiella oxytoca*, *Citrobacter freundii*, *Morganella morganii*, *Proteus mirabilis*, *Citrobacter koseri*, *Citrobacter freundii*, *Pantoea agglomerans*, *Acinetobacter jonsonii*, *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter junii*, *Acinetobacter radioresistens*, *Acidovorax tempecons*, *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas libanensis*, *Serratia marcescens*, *Proteus mirabilis*); восемью представителями грибов (*Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Aspergillus niger*, *Hormonema*, *Alteruaria* spp., *Acremonium rhodotorula*).

Вирусологические исследования смывов проводили с использованием перевиваемых культур ткани BGM, HEP-2, RD, а также исследовали в реакции ПЦР в режиме Real Time с использованием тест-системы «Ампли-сенс[®], ОКИ-скрин FL» производства ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора по техническим условиям ТУ 9398-057-01897523-2009 вариант FEP/FRT. Полученные результаты свидетельствуют, что наибольшая обсеменённость поверхностей МОСТ различными группами вирусов отмечается в больничных палатах, где больные находятся наибольшее количество времени, в которых были выделены все исследуемые группы вирусов: аденовирусы – 10%; энтеровирусы – 2%; астровирусы – 2%, а также колифаги – 8%, рассматриваемые как косвенные показатели вирусного загрязнения. В то же время наиболее высокий процент обнаружения аденовирусов (13,3%) и колифагов (26,6%) отмечен на поверхностях в помещениях оперблоков, процедурных и перевязочных, что свидетельствует о наиболее высокой степени обсеменённости данных помещений вирусами с воздушно-капельным путём передачи. Также аденовирусы были определены в 50% проб во вспомогательных помещениях, что свидетельствует о превалировании данной группы вирусов.

В результате исследований микробной обсеменённости системы приточно-вытяжной вентиляции были взяты смывы с поверхности вентиляционных решёток при работающей и неработающей вентиляции и установлено, что работа систем вентиляции не являлась дополнительным источником загрязнения внутрибольничной среды бактериями, вирусами и грибами. Статистически достоверной разницы бактериального, вирусного и грибкового загрязнения воздуха и поверхностей в исследованных помещениях при работающей и неработающей вентиляции не выявлено.

Обсуждение

В 1945 и 1958 г. А.И. Шафиром и соавт. [22, 23] были предложены следующие показателями бактериальной обсеменённости воздуха жилых помещений с учётом сезонности года (табл. 1, 2).

На основании многочисленных исследований воздуха в различных помещениях и в различные сезоны года Г.И. Карпухин (1965) [24] приводит ориентировочные критерии для оценки чистоты воздуха (табл. 3).

Для жилых, общественных помещений и больниц Лерина И.В. и Педенко А.К. [25] рекомендовали следующие

Таблица 2

Оптимальные уровни микробного обсеменения (количество микроорганизмов в 1 м³) по другим данным А.И. Шафиро (1958 г.)

Воздух	Летом		Зимой	
	общее число бактерий	зеленящие стрептококки	общее число бактерий	зеленящие стрептококки
Чистый	До 1500	До 4	До 4500	До 16
Загрязнённый	Свыше 2500	Свыше 32	Свыше 7000	Свыше 56

Таблица 3

Оценка чистоты воздуха помещений (содержание бактерий в 1 м³ при отборе проб аппаратом Кротова)

Воздух	Летом		Зимой	
	общее число бактерий	гемолитическая кокковая флора	общее число бактерий	гемолитическая кокковая флора
Чистый	До 3000	До 50	Свыше 7500	До 100
Загрязнённый	До 6000	Свыше 125	Свыше 12 000	Свыше 250

ориентировочные данные по общей обсеменённости воздуха (табл. 4, 5).

К санитарно-показательным микроорганизмам относят представителей облигатной микрофлоры организма человека и теплокровных животных, обитающих в кишечнике или воздушно-дыхательных путях. В качестве санитарно-показательных микроорганизмов могут выступать не все представители нормальной микрофлоры человека и животных, а лишь те, которые удовлетворяют следующим требованиям [26]:

- постоянно присутствуют в выделениях человека и теплокровных животных и попадают в окружающую среду в больших количествах;
- не имеют иного природного резервуара, кроме организма человека или животного;
- не размножаются активно во внешней среде (исключая пищевые продукты);
- выживают во внешней среде несколько больше, чем патогенные микроорганизмы;
- не имеют во внешней среде «двойников» или аналогов, поэтому исключена путаница;
- не изменяют сколько-нибудь значительно свои биологические свойства в окружающей среде;
- растут на питательных средах независимо от влияния других присутствующих микроорганизмов;
- распределены в объекте внешней среды по возможности равномерно (плотные объекты при исследовании подвергаются гомогенизации);
- могут быть обнаружены, идентифицированы и количественно учтены современными, простыми и легкодоступными методами;

Таблица 4

Санитарно-микробиологические показатели воздуха (Лерина И.В. и Педенко А.К., 1980)

Степень чистоты воздуха	КОЕ/ м ³	Гемолитический стрептококк
Чистый	До 2000	До 10
Удовлетворительный	2000—4000	11—40
Слабо загрязнённый	4000—7000	40—110
Сильно загрязнённый	Более 7000	Более 120

- встречаются в организме хозяина и во внешней среде в значительно больших количествах по сравнению с соответствующими патогенными микроорганизмами.

Оценка микробного загрязнения воздуха в стационарных помещениях ЛПУ нормировалась в СанПиН 2.1.3.1375-03³ (в настоящее время его действие отменено) исключительно по бактериологическим показателям (табл. 6), где предусматривалось 4 класса чистоты помещений: 1 – особо чистые; 2 – чистые; 3 – условно чистые; 4 – грязные. Оценка микробной обсеменённости воздуха проводилась по показателям: общая микробная обсеменённость, отсутствие плесневых дрожжевых грибов в 1 м³, а также отсутствие *Staphylococcus aureus* в 1 м³.

В настоящее время в действующем СанПиН 2.1.3.2630-10⁴ в приложении 3 указаны классы чистоты помещений и набор помещений, в которых должен осуществляться контроль, значительно расширенный по сравнению со старым документом, однако не предусмотрен контроль микробной обсеменённости в палатах, вспомогательных помещениях (туалетах, приёма, разборки и мытья медицинских инструментов и изделий медицинского назначения и др.), помещениях лучевой диагностики и физиотерапии. Оценку микробной обсеменённости воздуха предусмотрено проводить только по показателю общего микробного КОЕ/м³. Вне учёта остаются многие бактерии, грибы и вирусы, которые могут вызывать внутрибольничные инфекции. В действующем документе не предусмотрен контроль за циркулирующей внутрибольничных антибиотикорезистентных штаммов, учёт которых в стационарах лечебно-профилактического профиля должен осуществляться обязательно.

Помимо воздушной среды существенную опасность в распространении микробного загрязнения в МОСТ представляет загрязнение предметов, с которыми контактируют персонал и пациенты в процессе лечения [27]. При этом не осуществляется контроль загрязнения поверхностей больничных помещений более устойчивой патогенной микрофлорой по сравнению с общей обсеменённостью бактериальными показателями, а именно – различными вирусами, являющимися высококонтагиозными и активными возбудителями респираторных инфекций госпитализированных больных. С этой целью были проведены исследования на наличие на поверхностях больничных помещений и оборудования энтеровирусов, аденовирусов, астровирусов, а также колифагов – вирусов бактерий, являющихся индикаторами вирусного загрязнения объектов окружающей среды. Если аденовирусы являются типичными респираторными вирусами, передающимися воздушно-капельным путём и вызывающими тяжёлые лёгочные заболевания,

Таблица 5

Критерии оценки воздуха жилых помещений (Лерина И.В. и Педенко А.К., 1980)

Оценка воздуха	Общее количество бактерий/м ³	Количество стрептококков
<i>Лето</i>		
Чистый	до 1500	до 16
Загрязнённый	до 2500	до 36
<i>Зима</i>		
Чистый	до 4500	до 36
Загрязнённый	до 7000	до 124

³ СанПиН 2.1.3.1375-03. Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больницы, родильных домов и других лечебных стационаров.

⁴ СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».

Таблица 6

Допустимые уровни бактериальной обсеменённости воздушной среды помещений лечебных учреждений в зависимости от их функционального назначения и класса чистоты (СанПиН 2.1.3.1375-03)

Класс чистоты	Помещение	Количество плесневых дрожжевых грибов в 1 м ³		Общее количество микроорганизмов, КОЕ/м ³		Количество колоний <i>Staphylococcus aureus</i> , КОЕ/м ³	
		до начала работы	во время работы	до начала работы	во время работы	до начала работы	во время работы
Особо чистые	Операционные, родильные залы, асептические боксы для гематологических, ожоговых пациентов, палаты для недоношенных, асептические боксы аптек, стерилизационные, боксы баклабораторий	Не должно быть	Не должно быть	Не более 200	Не более 500	Не должно быть	Не должно быть
Чистые	Процедурные, перевязочные, предоперационные, реанимационные, детские палаты, фасовочные аптек, бактериологические и клинические лаборатории	Не должно быть	Не должно быть	Не более 500	Не более 750	Не должно быть	Не должно быть
Условно чистые	Палаты хирургических отделений, смотровые, боксы и палаты инфекционных отделений, ординаторские, кладовые чистого белья	Не должно быть	Не должно быть	Не более 750	Не более 1000	Не должно быть	Не должно быть
Грязные	Коридоры и помещения административных зданий, лестницы лечебно-диагностических корпусов, туалеты, комнаты для грязного белья и т. д.	Не нормируется					

то энтеровирусы и астровирусы распространяются в основном фекально-оральным и контактно-бытовым путями, но в то же время в течение одной недели они передаются также и воздушно-капельным путём, что делает их значительно более опасными для окружающих. Кроме того, энтеровирусы помимо кишечных синдромов вызывают асептический менингит и энцефалит, эпидемическую миалгию, миокардиты и перикардиты, энцефаломиокардит, герпетическую ангину, геморрагический конъюнктивит, лимфоаденопатию, экзантемы, респираторные формы заболеваний. Основной особенностью энтеровирусов является то, что один и тот же энтеровирус может вызвать один или несколько вышеуказанных различных клинических синдромов инфекционной патологии [28].

Заболевания, вызываемые данными группами вирусов, могут характеризоваться различной степенью тяжести — от тяжелых до более легких форм — средней тяжести, стёртых, ингаляционных, протекающих без выраженной симптоматики, что зависит от состояния госпитализированного больного, его иммунитета и тяжести его основного заболевания.

Приведённые выше материалы отдельных авторов об ориентировочной оценке воздушной среды помещений на основании количественного определения бактериальной флоры и санитарно-показательных микроорганизмов позволяют составить общее представление о состоянии изучаемого вопроса и сопоставить предлагаемые различными исследователями данные.

Как А.И. Шафиров, так и Г.И. Карпунин наряду с общей микробной обсеменённостью допускали в качестве нормативных уровней наличие гемолитической кокковой микрофлоры, что в настоящее время представляется достаточно спорным вопросом.

Так, в РФ были разработаны нормативы для помещений МОСТ (СанПиН 2.1.3.1375-03, СанПиН 5179-90⁵) и на специальных производствах, например, в фармакологии. Следует отметить, что особенно важно обеспечивать санитарно-эпидемиологическое благополучие и чистоту воздушной среды помещений, предназначенных для длительного пребывания детей, например, школы, интернаты и т. д. Это на-

шло отражение в проекте Федерального закона «О требованиях к безопасности объектов технического регулирования, необходимых для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на территории Российской Федерации».

Одним из самых первых, в настоящее время отменённый нормативный документ в РФ, являлся приказ № 720 от 31.07.1978 г. «Об улучшении медицинской помощи больным с гнойными хирургическими заболеваниями и усилением мероприятий по борьбе с внутрибольничными инфекциями», в котором были представлены критерии оценки микробной обсеменённости воздуха в хирургических клиниках (общая микробная обсеменённость воздуха — не выше 1000 колоний в 1 м³ и количество патогенного стафилококка — отсутствие в 250 л воздуха). При исследовании поверхностей в хирургическом отделении предусматривалось отсутствие стафилококка, синегнойной палочки, бактерий группы кишечной палочки, грамотрицательных микроорганизмов в смыве с поверхности 100 × 200 см².

В комнатах стерилизации и пастеризации грудного молока, палатах для больных с ослабленным иммунитетом, реанимационных палатах, бактериологических и вирусологических лабораториях, станциях переливания крови, фармацевтических цехах по изготовлению стерильных лекарственных форм общая обсеменённость воздуха не должна была превышать 1000 КОЕ в 1 м³, при этом допускалось обнаружение патогенных форм стафилококка не более 4 КОЕ в 1 м³. Загрязнение воздуха палат, кабинетов и других помещений ЛПУ (не включенных в I и II категории) по этим показателям не нормировалось. Для предоперационных, операционных, родильных, детских палат роддомов нормы общей микробной обсеменённости составляли не более 500 КОЕ в 1 м³ воздуха и отсутствие патогенных стафилококков.

В технических руководствах европейских и североамериканских организаций, занятых в технологии воздухоподготовки, для общего микробного числа безопасным принят диапазон ниже 100–1000 КОЕ/м³ (CFU/м³). В случае если количество КОЕ/м³ менее 100 — уровень обсеменённости считается низким, если от 100 до 1000 — средним, если уровень более 1000 — высоким [29].

К первому классу относят помещения с очень низким содержанием микроорганизмов (< 10 КОЕ в 1 м³). Это специальные операционные для трансплантации и сложной ор-

⁵ СанПиН 5179-90. «Санитарные правила устройства, оборудования и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров».

топедической или сердечной хирургии, палаты интенсивной терапии и т. д.

Ко второму классу относят помещения с низким уровнем микроорганизмов ($50\text{--}200$ КОЕ/м³). Это операционные для экстренных операций, комнаты и коридоры в операционных отделениях, предродовые палаты, помещения для ухода за недоношенными, палаты для хирургических и внутренних заболеваний.

К третьему классу относят помещения с уровнем микробного загрязнения $200\text{--}500$ КОЕ/м³. Это помещения для новорождённых, палаты для ухода за детьми, индивидуальные палаты и ванны, комнаты отдыха, палаты для поступающих, смотровые и процедурные кабинеты, лаборатории, кухни, прачечные.

К четвёртому классу помещения, воздух которых может быть загрязнен условно патогенными и патогенными микроорганизмами (палаты для инфекционных больных, изотопной терапии), – более 500 КОЕ/м³.

К пятому классу относят помещения санитарного назначения, туалеты, воздушные шлюзы, комнаты для грязного постельного белья, morgi, контейнеры – более 1000 КОЕ/м³.

Следует отметить, что при определении допустимого количества микробов в воздухе имеются в виду только непатогенные виды, наличие в воздухе патогенных микроорганизмов считается в принципе недопустимым.

Для плесневых грибов ситуация сложнее, так как наряду с относительно «безобидными» среди данных микроорганизмов встречаются патогенные и токсигенные виды. Наличие таких видов во внутреннем воздухе в количестве более чем 50 КОЕ/м³ не может считаться допустимым. Уровень до 150 КОЕ/м³ допустим в случае смешанного видового состава грибов и может достигать 300 КОЕ/м³ в случае, если обсеменённость обусловлена грибами общего вида, например, *Cladosporium*.

Кроме этого, для определения допустимого уровня грибковой обсеменённости воздуха наряду с абсолютным числом КОЕ/м³ предполагается относительный подход. В этом случае приемлемым считается, если уровень плесневой обсеменённости внутри помещения ниже, чем уровень загрязнения наружного воздуха. В ряде случаев задаётся допустимая величина соотношения I/O (внутренняя/наружная обсеменённость), например, $0,65$.

Значительное место в аналитической литературе по данной проблеме занимают результаты исследований по анализу микробной обсеменённости воздушной среды закрытых помещений лечебно-профилактических учреждений.

Так, при изучении бактериального и грибкового загрязнения воздуха операционных показано, что нормативом для отсутствия риска возникновения грибковых инфекций является отсутствие их возбудителей в 1000 л воздуха; для бактериальных инфекций – менее 10 бактериальных частиц в 1000 л [30].

При анализе бактериального и грибкового загрязнения воздуха операционных в клиниках Сан-Карлоса показано, что рутинным уровнем грибкового загрязнения воздушной среды являлись $0,2\text{--}0,6$ КОЕ/м³, для бактериального счёта – 30 КОЕ/м³ [31].

При этом остаётся неразрешимой проблема микробных загрязнений, вызываемых людьми. В помещениях больниц люди являются источниками микробных загрязнений порядка 1000 КОЕ на человека в минуту.

По данным Wanner H.U. [32] и Meierhans R. [33], в операционных и палатах интенсивной терапии с турбулентным потоком воздуха, отфильтрованного НЕРА-фильтрами, и $10\text{--}15$ циклами воздухообмена может находиться до 200 КОЕ/м³ микробов. Эта величина может несколько увеличиваться на короткие отрезки времени.

По мнению Esdorn H. и соавт. [34], некоторое улучшение достигается за счёт стабилизации струи поступающего воздуха. При этом используются перфорированные панели,

покрывающие часть области потолка. Однако первый класс чистоты (до 10 КОЕ/м³) может быть получен только при низкотурбулентном потоке.

В результате проведённых бактериологических исследований установлено, что объекты и предметы, с которыми контактируют как больные, так и персонал, в исследуемых помещениях МОСТ не контаминированы патогенными микроорганизмами, однако условно патогенные микроорганизмы присутствовали практически во всех отобранных пробах воздуха и смывах.

Сравнительная оценка загрязнения воздушной среды по трём исследованным объектам. Установлено, что общее микробное загрязнение воздуха микроорганизмами, принадлежащими к разным таксономическим группам, в помещениях МОСТ было выше в палатах ($440 \pm 0,41$ КОЕ/м³), диагностических и лабораторных помещениях ($485 \pm 0,25$ КОЕ/м³), вспомогательных ($230 \pm 0,23$ КОЕ/м³) и физиотерапевтических помещениях ($191 \pm 0,32$ КОЕ/м³), чем в помещениях, исследуемых при проведении производственного контроля в соответствии с СанПиН 2.1.3.2630-10. Так, общее микробное число микроорганизмов в воздухе операционных, процедурных и перевязочных составило $84 \pm 0,22$ КОЕ/м³. Процент проб, в которых выделены бактерии в воздухе, был выше в палатах – в 39% ($550 \pm 0,21$ КОЕ/м³), стафилококки – в 65% ($550 \pm 0,20$ КОЕ/м³), микрококки – в 61% ($505 \pm 0,43$ КОЕ/м³), другие грамположительные палочки – в 17% ($295 \pm 0,21$ КОЕ/м³), грибы – в 52% ($456 \pm 0,24$ КОЕ/м³), стрептококки – в 11% ($10 \pm 0,12$ КОЕ/м³) проб.

При этом микробный пейзаж выделенных из воздушной среды микроорганизмов был практически идентичен во всех трёх исследуемых лечебных стационарах и представлен: бактериями *Firmicutes* с низким содержанием GC (гуанин-цитозинового состава ДНК), в том числе девятью представителями бактерий (*Bacillus cereus*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus funicidi*, *Bacillus simplex*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus oleruoliu*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus olleruolium*), девятью представителями стафилококков (*Staphylococcus succinus*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus lugdunensis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus kloosii*, *Staphylococcus warneri*) и одним представителем микрококков (*Micrococcus luteus*); двумя представителями грамположительных палочек (*Corynebacterium amycolatum*, *Corynebacterium cogleae*); 8 представителями грибов (*Penicillium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Aspergillus niger*, *Hormonema*, *Alteruaria* spp., *Acremonium rhodotorula*).

Наиболее высокое бактериальное загрязнение воздуха в помещениях всех трёх исследуемых МОСТ отмечено в лечебных палатах, на втором месте – лечебно-диагностические помещения. В воздухе данных помещений были обнаружены наиболее высокие значения ОМЧ и содержание стафилококков. В физиотерапевтических кабинетах выделены наиболее высокие концентрации грибкового загрязнения по сравнению с воздухом других помещений МОСТ, что обусловлено в первую очередь более высокой влажностью воздуха в данных помещениях. Следует отметить, что если в воздухе жилых и общественных зданий другого назначения грибковое загрязнение в основном представлено плесневыми грибами, то в воздухе помещений МОСТ это дрожжеподобные грибы рода *Candida*.

Результаты исследования смывов также показали, что наибольшее бактериальное загрязнение поверхностей и предметов, так же как и воздуха, отмечено в лечебных палатах.

Следует отметить, что в предыдущей редакции СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» имелись гигиенические нормативы общей бактериальной обсеменённости воздуха в лечебных

палатах. СанПиН 2.1.3.2630-10 содержит нормативные требования только к содержанию микробов в помещениях оперблоков. Результаты проведённых исследований показывают необходимость восстановить гигиенические нормативы ОМЧ в палатах и в лечебно-диагностических помещениях.

Наиболее информативными показателями по контролю предметов в помещениях МОСТ являются грамотрицательные палочки, грамположительные кокки, в том числе *S. aureus*, плесневые и дрожжеподобные грибы.

Вирусологические исследования показали, что наибольшая обсеменённость поверхностей различными группами вирусов отмечается в больничных палатах, в которых были выделены все исследуемые группы вирусов: аденовирусы – в 10%; энтеровирусы – в 2%; астровирусы – в 2%, а также колифаги – в 8%. В то же время наиболее высокий процент определения аденовирусов (13,3%) и колифагов (26,6%) отмечен на поверхностях в помещениях оперблоков, процедурных и перевязочных. Также аденовирусы были определены в палатах (10%) и во вспомогательных помещениях (50%), что свидетельствует о превалировании данной группы вирусов в помещениях МОСТ.

Заключение

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что на сегодняшний день недостаточно осуществлять контроль воздушной среды в помещениях МОСТ только по показателю общего микробиологического загрязнения.

В результате исследований в помещениях стационаров установлено, что при производственном контроле воздуха в МОСТ в целях профилактики возникновения и распространения внутрибольничных инфекций необходимо проводить определение КОЕ/м³ следующих санитарно-микробиологических показателей: общего микробного числа, грамположительные бактерии и кокки, в том числе *S. aureus*, грибы и вирусы не только в операционных, процедурных и перевязочных блоках в соответствии с СанПиН 2.1.3.2630-10, но и в палатах, физиотерапевтических, диагностических, лабораторных помещениях и вспомогательных помещениях (коридоры, туалеты).

В результате проведённых исследований смывов с поверхностей в помещениях многопрофильной клиники выявили микробное загрязнение условно патогенными грамположительными кокками, в том числе *S. aureus*, грамположительными и грамотрицательными бактериями, что представляет серьёзную эпидемиологическую опасность для пациентов этих палат независимо от профиля МОСТ и требует обязательного контроля.

Полученные результаты вирусологических исследований смывов с объектов окружающей среды в помещениях МОСТ выявили наибольшую обсеменённость поверхностей адено-, энтеро-, астровирусами в больничных палатах, где больные находятся наибольшее время. Также в 50% вспомогательных помещениях были выделены колифаги, рассматриваемые как косвенные показатели вирусного загрязнения, и аденовирусы, что свидетельствует о превалировании этой группы вирусов и требует обязательного контроля в помещениях МОСТ.

Литература (пп. 1, 4–21, 29-34 см. References)

- Национальная Концепция профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6 ноября 2011 г.).
- О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2019. 254 с.
- Шафир А.И. Микробиологический метод гигиенического исследования воздуха. Л.: Военно-морская медицинская академия; 1945. 165 с.
- Литвина Л.А., Анфилофьева И.Ю. Микроорганизмы воздуха: учебно-методическое пособие. Новосибирск.: Новосибирский государственный аграрный университет; 2016. 27 с.
- Карпунин Г.И. Бактериологическое исследование и обеззараживание воздуха. М.: Медгиз; 1962. 256 с.
- Лерина И.В., Педенко А.И. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии. М.: Экономика; 1980. 151 с.
- Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология (под ред. проф. А.И. Коротяева). СПб.: СпецЛит; 1998. 580 с.
- Вассерман А.Л., Шандала, М.Г., Юзбашев В.Г. Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания воздуха в лечебных палатах в ряду мероприятий по профилактике внутрибольничных инфекций. Поликлиника. 2013; 6: 74–6.
- Черкасский Б.Л. Инфекционные и паразитарные болезни человека. М.: Медицинская газета; 1994. 617 с.

References

- Wenzel R.P. The Lowbury Lecture. The economics of nosocomial infections. *J Hosp Infect.* 1995; 31: 79–87.
- National Concept for the Prevention of Infections Associated with the Provision of Medical Assistance (approved by the main State Sanitary Doctor of the Russian Federation on November 6, 2011). (in Russian)
- On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2018: State report. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being; 2019. 254 p. (in Russian)
- Guideline for isolation precautions: Preventing transmission of infectious agents in healthcare settings. 2014. Available at: <http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/isolation/Isolation2007.pdf>. (date of the application: 28.01.2020)
- Guidelines for prevention of catheter-associated urinary tract infections. Available at <http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/CAUTI/CAUTIguideline-2009final.pdf>.
- Circulation for disinfection and sterilization in healthcare facilities. 2008. Available at: http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection_Nov_2008.pdf. (date of the application: 28.01.2020)
- Guidelines for environmental infection control in health care facilities. Available at: http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/eic_in_HCF_03.pdf. (date of the application: 28.01.2020)
- WHO guidelines on hand hygiene in health care: A summary. 2014. Available at: http://www.who.int/hq/2009/WHO_IER_PSP_2009.07_eng.pdf. (date of the application: 28.01.2020)
- Wysocki A.B. Evaluating and managing open skin wounds: Colonization versus infection. *AACN Clin Issues.* 2002; 13: 382–97.
- Plowman R., Graves N., Griffin M., Roberts J.A., Swan A.V., Cookson B. et al. *The socioeconomic burden of hospital acquired infection.* London Public Health Laboratory Service and the London School of Hygiene and Tropical Medicine; 1999.
- Lorente L., Blot S., Rello J. Evidence on measures for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J.* 2007; 30: 1193–207.
- Maselli D.J., Restrepo M.I. Strategies in the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Ther Adv Respir Dis.* 2011; 5: 131–41.
- Coffin S.E., Klompas M., Classen D., Arias K.M., Podgorny K., Anderson D.J. et al. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia in acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008; 29: 31–40.
- Feretakis G., Loupelis E., Sakagianni A., Kalles D., Martsoukou M., Lada M. et al. Using Machine Learning Techniques to Aid Empirical Antibiotic Therapy Decisions in the Intensive Care Unit of a General Hospital in Greece. *Antibiotics (Basel).* 2020; 9 (2): 50. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics9020050>.
- Liu J., Gao Y., Wang X., Qian Z., Chen J., Huang Y. et al. Culture-Positive Spontaneous Ascitic Infection in Patients with Acute Decompensated Cirrhosis: Multidrug-Resistant Pathogens and Antibiotic Strategies. *Yonsei Med J.* 2020; 61 (2): 145–53. DOI: <https://doi.org/10.3349/ymj.2020.61.2.145>.
- Tian H., Chen L., Wu X., Li F., Ma Y., Cai Y. et al. Infectious Complications in Severe Acute Pancreatitis: Pathogens, Drug Resistance, and Status of Nosocomial Infection in a University-Affiliated Teaching Hospital. *Dig Dis Sci.* 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10620-019-05924-9>.
- Kara S., Akçay M.Ş., Ekici Ünsal Z., Bozkurt Yılmaz H.E., Habeşoğlu M.A. Comparative analysis of the patients with community-acquired pneumonia (CAP) and health care-associated pneumonia (HCAP) requiring hospitalization. *Tuberk Toraks.* 2019; 67 (2): 108–15. DOI: <https://doi.org/10.5578/tt.68421>.

18. Admas A., Gelaw B., Belay T., Worku A., Melese A. Proportion of bacterial isolates, their antimicrobial susceptibility profile and factors associated with puerperal sepsis among post-partum/aborted women at a referral Hospital in Bahir Dar, Northwest Ethiopia. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020; 9: 14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0676-2>.
19. Kiponza R., Balandya B., Majigo M.V., Matee M. Laboratory confirmed puerperal sepsis in a national referral hospital in Tanzania: etiological agents and their susceptibility to commonly prescribed antibiotics. *BMC Infect Dis*. 2019; 19 (1): 690. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4324-5>.
20. Oda M., Yokotani A., Hayashi N., Kamoshida G. Role of Sphingomyelinase in the Pathogenesis of Bacillus cereus Infection. *Biol Pharm Bull*. 2020; 43 (2): 250–3. DOI: <https://doi.org/10.1248/bpb.b19-00762>.
21. Wenzel R.P. The Lowbury Lecture. The economics of nosocomial infections. *J Hosp Infect*. 1995; 31: 79–87.
22. Shafir A.I. *Microbiological method of hygienic research of air [Mikrobiologicheskiiy metod gigiyenicheskogo issledovaniya vozdukhaj]*. Leningrad: Voenno-morskaya meditsinskaya akademiya; 1945. 165 p. (in Russian)
23. Litvina L.A., Anfilofieva I.Yu. *Air microorganisms: teaching aid*. Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University; 2016. 27 p. (in Russian)
24. Karpukhin G.I. *Bacteriological research and air disinfection [Bakteriologicheskoye issledovaniye i obezrazhivaniye vozdukhaj]*. Moscow: Medgiz; 1962. 256 p. (in Russian)
25. Lerina I.V., Pedenko A.I. *Guide to laboratory studies in microbiology [Rukovodstvo k laboratornym zanyatiyam po mikrobiologii]*. Moscow: Economica; 1980. 151 p. (in Russian)
26. Korotyayev A.I., Babichev S.A. *Medical microbiology, immunology and virology. (edited by prof. A.I. Korotyayev) [Meditsinskaya mikrobiologiya, immunologiya i virusologiya. (pod red. prof. A.I. Korotyayeva)]*. Saint Petersburg: SpecLit; 1998. 580 p. (in Russian)
27. Wasserman A.L., Shandala M.G., Yuzbashev V.G. The use of ultraviolet radiation for air disinfection in medical wards during the prevention of nosocomial infections. *Poliklinika*. 2013; 6: 74–6. (in Russian)
28. Cherkasskiy B.L. *Infectious and parasitic diseases of a person [Infektsionnyye i parazitarnyye bolezni chelovekaj]*. Moscow: Meditsinskaya gazeta; 1994. 617 p. (in Russian)
29. CIBSE TM26: Hygienic maintenance of office ventilation ductwork (UK).
30. Coffin S.E., Zaoutis T.E. Infection control, hospital epidemiology, and patient safety. *Infect Dis Clin North Am*. 2005; 19: 647–65.
31. Dellit T.H., Owens R.C., McGowan J.E. Jr., Gerding D.N., Weinstein R.A., Burke J.P. et al. Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America guidelines for developing an institutional program to enhance antimicrobial stewardship. *Clin Infect Dis*. 2007; 44: 159–77.
32. Wanner H.U. Germ content of the air in the operating rooms. *Zentralbl Bakteriol Orig*. 1970; 212 (2): 354–6.
33. Wanner H.U., Huber G., Meierhans R., Weber B.G. Optimum utilization of the ventilation system to reduce airborne bacteria in operating rooms. *Helv Chir Acta*. 1980; 47 (3–4): 493–504.
34. Esdorn H. Air conditioning systems in hospitals—source of danger or means for the accomplishment of hygienic measures? *Gesund Ing*. 1977; 98 (6): 153–9.