

КОНТАМИНАЦИЯ ШТАММАМИ *LEGIONELLA PNEUMOPHILA* СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В МНОГОПРОФИЛЬНЫХ СТАЦИОНАРАХ

И.С. Тартаковский¹, О.А. Груздева^{2, 3}, С.О. Шарапченко⁴, Н.И. Габриэлян⁴

¹ ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Российская Федерация

³ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», Москва, Российская Федерация

⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Актуальной проблемой современной хирургии продолжает оставаться риск развития тяжелых инфекционных осложнений, связанных с оказанием медицинской помощи. Опасным возбудителем внутрибольничных пневмоний является *Legionella pneumophila*, характеризующаяся широким распространением в системах водоснабжения и высокой активностью к пленкообразованию. В группе особого риска находятся пациенты, нуждающиеся в иммуносупрессии, в том числе реципиенты трансплантированных органов. Профилактика внутрибольничного легионеллеза у пациентов из группы риска имеет существенное значение в связи с тяжестью клинических проявлений и высокой летальностью. **Цель** – обобщить практический опыт выявления контаминации систем водоснабжения в многопрофильных стационарах г. Москвы штаммами *Legionella pneumophila*. **Материалы и методы.** Выделение штаммов *Legionella pneumophila* из воды и биопленок систем водоснабжения в многопрофильных стационарах г. Москвы и серотипирование данного возбудителя с использованием бактериологического, молекулярно-генетического и иммуноферментного методов. **Результаты.** Содержание *Legionella pneumophila* в воде достигало высоких значений. Особенности контаминации *Legionella pneumophila* систем горячего водоснабжения было формирование устойчивых биопленок, в составе которых выявлены и другие возбудители госпитальных инфекций. Доля *Legionella pneumophila* «SG 1», вызывающего до 80% случаев легионеллеза в мире, составила в воде обследованных больниц 13%. Наиболее эффективными с позиции профилактики легионеллеза являются меры по обеспечению биологической безопасности воды. **Заключение.** Исследование показало, что существуют потенциальные риски заболевания в хирургических отделениях стационаров, осуществляющих медицинскую помощь, в том числе иммунокомпрометированным пациентам. В связи с наличием потенциальных рисков профилактика легионеллеза, связанного с оказанием медицинской помощи, является необходимым компонентом обеспечения безопасности лечебного процесса для пациентов с иммуносупрессией.

Ключевые слова: *Legionella pneumophila*, легионеллез, биопленка, биологическая безопасность воды.

Для корреспонденции: Габриэлян Нина Индзаровна. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 1. Тел. (905) 700-15-39. E-mail: labgso@mail.ru

Corresponding author: Nina Gabrielyan. Address: 1, Shchukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation. Phone: (905) 700-15-39. E-mail: labgso@mail.ru

THE CONTAMINATION OF HOSPITAL WATER SUPPLY SYSTEMS BY *LEGIONELLA PNEUMOPHILA*

I.S. Tartakovsky¹, O.A. Gruzdeva^{2, 3}, S.O. Sharapchenko⁴, N.I. Gabrielyan⁴

¹ Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russian Federation

² Sechenov University, Moscow, Russian Federation

³ Center for Hygiene and Epidemiology, Moscow, Russian Federation

⁴ Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

The risk of severe infectious complications associated with provision of medical care continues to be a pressing issue in modern surgery. *Legionella pneumophila*, characterized by its wide distribution in water supply systems and is highly active in film formation, represents a dangerous/important cause of hospital-acquired pneumonia. Patients requiring immunosuppression, including organ transplant recipients, are in the special risk group. Prevention of hospital-acquired legionellosis in patients at risk is essential due to severe clinical manifestations and high mortality. **Objective:** to summarize the practical experience in detecting contamination of water supply systems by *Legionella pneumophila* strains in multidisciplinary hospitals in Moscow. **Materials and methods.** Isolation of *Legionella pneumophila* strains from water and biofilms of water supply systems in multidisciplinary hospitals in Moscow and serotyping of this pathogen using bacteriological, molecular genetic and enzyme immunoassay methods. **Results.** *Legionella pneumophila* content in water reached high levels. The peculiarities of *Legionella pneumophila* contamination of hot water supply systems included formation of stable biofilms, in which other hospital-acquired pathogens were also identified. The share of *Legionella pneumophila* «SG 1», which causes up to 80% legionellosis cases in the world, was 13% in the water of the hospitals surveyed. The most effective measures for prevention of legionellosis are actions aimed at ensuring water biosecurity. **Conclusion.** There are potential risks of disease in the surgical wards of hospitals providing medical care, including in immunocompromised patients. Due to potential risks, prevention of hospital-acquired legionellosis is a necessary component of ensuring the safety of treatment for immunosuppressed patients.

Keywords: *Legionella pneumophila*, legionellosis, biofilm, water biosecurity.

Профилактика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП), рассматривается в качестве неотъемлемого компонента обеспечения безопасности пациентов в течение госпитального периода. Однако если патогены группы ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Enterobacter spp.*), как наиболее агрессивные возбудители тяжелых инфекционных осложнений, известны достаточно хорошо, то знания клиницистов о *Legionella pneumophila* и вызываемом этим патогеном легионеллезе как госпитальной инфекции недостаточны.

В настоящее время уровень заболеваемости легионеллезом составляет 1,1 случая на 100 тысяч населения стран Евросоюза и 1,62 случая на 100 тысяч населения в США [1]. К группе риска относятся: пациенты старше 25 лет в стационарах, где активно применяется иммуносупрессивная терапия (отделения трансплантологии, онкологии, реанимации, ожоговые, хирургические и др.); больные диабетом, сердечно-сосудистыми заболеваниями, дыхательной недостаточностью; пациенты, лечение которых сопровождается интубацией и вентиляцией легких; летальность в данной группе пациентов может достигать 40–60% [2, 3].

Высокие адаптивные способности легионеллы позволяют ей колонизировать искусственные водные системы, а резервуаром накопления возбудителя для случаев нозокомиального легионеллеза выступают системы водоснабжения и медицинское оборудование. В отличие от планктонных форм микроорганизмы, входящие в состав биопленок, более устойчивы к воздействию антибиотиков и дезинфицирующих средств [4].

Легионеллезная инфекция характеризуется развитием у пациентов полиорганной патологии, высокой летальностью и отсутствием специфической клинической симптоматики, позволяющей дифференцировать ее от тяжелых пневмоний, вызванных другими этиологическими агентами [5].

Вероятность возникновения случаев легионеллеза зависит от уровня контаминации возбудителем воды, эффективности образования аэрозолей, содержащих легионеллу, скорости распространения возбудителя, а также вирулентности штаммов и индивидуальной восприимчивости пациента. При этом инфицирующую дозу бактерий, необходимую для заражения человека, назвать нельзя, так как она также определяется соотношением и взаимодействием перечисленных факторов и может существенно варьировать при конкретных условиях [6].

Для всех систем водоснабжения характерны процессы биообрастания, или образования биопленок на внутренних поверхностях трубопроводов, что приводит к вторичному микробному загрязнению воды. В закрытых водных системах биопленки образуются на внутренней поверхности труб, в головках душа, водопроводных кранах, различных водяных фильтрах. Наиболее интенсивная колонизация легионеллой показана для резиновых и пластиковых поверхностей, однако коррозия металлов, весьма распространенная при эксплуатации систем горячего водоснабжения с металлическими трубами, также способствует размножению микроорганизма до концентраций, не свойственных природным экологическим нишам и опасных для человека [7].

Цель работы – обобщить практический опыт выявления контаминации систем водоснабжения в многопрофильных стационарах г. Москвы штаммами *Legionella pneumophila*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования послужили результаты бактериологического обследования систем горячего водоснабжения 7 крупных многопрофильных стационаров г. Москвы; образцы для исследований отбирались в операционных блоках, отделениях трансплантации органов, гематологических, ожоговых и реанимационных отделениях (далее – отделения риска).

Примененный алгоритм эпидемиологической оценки состояния систем водоснабжения включал 3 этапа:

- 1) проведение предварительной оценки эпидемиологической опасности объекта. (скрининговое исследование воды методом полимеразной цепной реакции в реальном времени);
- 2) оценка наличия контаминации бактериологическим методом, определяющим точную концентрацию возбудителя;
- 3) оценка эпидемиологической опасности на основании серотипирования выделенных штаммов *Legionella pneumophila*.

При отборе проб не проводились предварительная дезинфекция крана и слив воды, что не противоречит требованиям Национального стандарта Российской Федерации «Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах». ГОСТ Р 56237-2014.

Пробы воды, биопленок, смывов из систем горячего водоснабжения исследовались в соответствии с методическими указаниями МУК 4.2.2217-07 «Выявление бактерий *Legionella pneumophila* в объектах окружающей среды» бактериологическим методом на среде BCYE с использованием наборов для латекс-агглютинации SLIDEX (Biomerieux, Франция), а также ПЦР-РВ с использованием тест-системы для

количественного выявления *Legionella pneumophila* АМПЛИ-ЛЕГ-РВ (ЗАО «Синтол»).

Изучение серотиповой характеристики выделенных штаммов осуществляли с помощью международной панели моноклональных антител иммуноферментным методом. Панель моноклональных антител предоставлена др. Ю. Хельбиг и др. К. Люк (Германский референс-центр по легионеллезу, Институт медицинской микробиологии и гигиены, Технический университет, Дрезден, Германия) [8].

Эффективность метода конечной фильтрации и динамики образования биопленок с участием *Legionella pneumophila* исследовали с использованием антимикробных водных фильтров (PallMedical, Великобритания).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования были изучены особенности контаминации *Legionella pneumophila* систем горячего водоснабжения и выявлены факторы, способствующие ей.

Культура *Legionella pneumophila* была выделена в водораспределительных системах всех обследованных стационаров, в 14 из 18 обследованных зданий. Доля образцов, в которых выделена легионелла, составила 41%. Уровень контаминации *Legionella pneumophila* в системе водоснабжения варьировал от $1,2 \times 10^2$ до $6,4 \times 10^5$ КОЕ/л. Концентрация *Legionella pneumophila* превышала уровни риска в половине обследованных подразделений. Системная колонизация легионеллой водораспределительных сетей выявлена в 4 больницах (выделена в двух и более участках системы водоснабжения).

Кроме того, в 9% из числа исследованных проб воды в ассоциации с *Legionella pneumophila* были выделены микроорганизмы, которые также являются возбудителями инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи: *Acinetobacter spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Brevibacterium vesicularis*, *Micrococcus luteus*. Видовое разнообразие выделенной микрофлоры свидетельствует о недостаточной эффективности профилактических мероприятий по обеспечению безопасности воды.

Для определения эпидемиологической опасности потенциально опасных водораспределительных систем изучена серотиповая характеристика выделенных штаммов *Legionella pneumophila*. В исследовании подтверждено серотиповое разнообразие легионеллы, циркулирующей в системах горячего водоснабжения. Выделенные штаммы принадлежали к 12 из 15 серотипов *Legionella pneumophila*. Установлено, что в 87% случаях выявлена контаминация штаммами серотипа «SG 6» (44%, $p < 0,01$), серотипа «SG 5» (26%). Доля штаммов первого серотипа достоверно ниже и составила 13% ($p < 0,01$).

Вследствие значительной контаминации водораспределительных сетей эпидемиологический риск для

пациентов остается существенным, т. к. заболевание может быть вызвано не только серотипом *Legionella pneumophila* «SG 1», но и другими. Легионелла, входящая в состав биопленки, может стать причиной возникновения нозокомиальной легионеллезной пневмонии в результате аспирации воды пациентом, т. к. доза возбудителя, способная вызвать заболевание у лиц со сниженным иммунитетом, значительно ниже, чем для здоровых людей.

Для оценки метода конечной фильтрации были выбраны участки водопроводной системы, в которых выявлен достаточно высокий уровень контаминации *Legionella pneumophila* серотип «SG 1» (более 10^3 КОЕ/л воды).

В настоящем исследовании в качестве референтных были приняты следующие значения содержания возбудителя в воде:

- для отделений больниц, не относящихся к категории риска, концентрация *Legionella pneumophila* в воде 10^3 КОЕ/л;
- для отделений риска отсутствие *Legionella pneumophila* в воде.

Для систем горячего водоснабжения умеренная степень риска возникает при количественном уровне легионеллы в воде 10^3 КОЕ/л, высокая степень риска – при концентрации 10^3 КОЕ/л и выше. Высокая степень риска возникает уже при наличии возбудителя в воде не только *Legionella pneumophila* «SG 1», но и других серотипов и видов легионелл.

Исследование показало возможность достигнуть полной элиминации *Legionella pneumophila* методами дополнительной обработки воды с концентрацией возбудителя $9,9 \times 10^3$ КОЕ/л. В местах забора отсутствовала дополнительная защита воды, сохранился исходный уровень контаминации. После смены фильтра проводились исследования образцов биопленки. Отдельные микроколонию образуются на внешней поверхности фильтра уже на вторые сутки. Через неделю на поверхности фильтра формируется биопленка. В структуре биопленок были выделены различные водные микроорганизмы, в том числе являющиеся возбудителями ИСМП: *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.* и др.

Анализ заболеваемости легионеллезом свидетельствует о том, что доля легионеллеза, связанного с медицинской помощью, в разных странах колеблется от 5 до 20% среди всех случаев легионеллезной инфекции. В США случаи легионеллеза, связанного с оказанием медицинской помощи, составляют 23% от общего числа регистрируемой легионеллезной инфекции, а доля летальных исходов варьирует от 9 до 100%; в Италии пневмонии легионеллезной этиологии составляют 7,1% от общего числа регистрируемых нозокомиальных пневмоний (летальность в 2008 г. составила 33,3%); в Нидерландах за десятилетний период наблюдений установлено, что 6%

случаев легионеллеза связаны с передачей в медицинских учреждениях [9, 10].

Проведение мероприятий по обеспечению безопасности воды и предупреждению легионеллеза стало обязательным компонентом профилактики внутрибольничных инфекций в США, странах Европейского сообщества, в Японии и др. Профилактика регламентируется соответствующими документами национального и регионального уровня, направленными на постоянный контроль содержания легионеллы в воде. Об эффективности указанных мероприятий свидетельствует отсутствие в настоящее время крупных вспышек, связанных с этим возбудителем. Однако периодически регистрируются очаги в 10–30 случаев [6].

Несмотря на видовое разнообразие семейства *Legionellaceae*, насчитывающего 50 видов, более 90% случаев заболевания вызывает вид *Legionella pneumophila*. Штаммы, принадлежащие к серотипу «SG 1», вызывают до 80% случаев инфекции у лиц со сниженным иммунным статусом [11].

Внешними факторами риска колонизации водных систем являются: качество воды, не отвечающее установленным требованиям как по микробиологическим, так и по химическим показателям; проблемы в водораспределительной системе (застой и медленный сток); материалы трубопроводов и резервуаров, способствующие росту бактерий и образованию биопленки; недостаточность или неэффективность дезинфекции воды; температура воды в пределах 25–50 °C; наличие биопленки; образование аэрозоля; неудовлетворительная подготовка персонала по вопросам обслуживания водораспределительных систем и профилактики легионеллеза [12].

Опасность представляет контаминация медицинского оборудования и инструментария, связанного с процедурами интубации и вентиляции легких, оперативного вмешательства, парентерального питания пациента [13]. Вдыхание пациентом контаминированного легионеллой водного аэрозоля может произойти, если дыхательные устройства, трубки в системе искусственной вентиляции легких и отделения небулайзера промываются или наполняются водой из крана. Описаны случаи заражения пациентов при проведении стоматологических процедур и вследствие аспирации во время питания через назогастральный зонд, в который вводились смеси для энтерального питания, растворенные водой, инфицированной легионеллой (серотип «SG 6») [14].

У иммунокомпрометированных больных отсрочка с началом терапии значительно ухудшает прогноз. В среднем от начала лечения до ответа на терапию легионеллеза у онкологических больных требуется 8 суток [15]. Таким образом, задержка антибактериальной терапии даже на сутки снижает эффективность лечения, а своевременная диагностика легио-

неллеза обеспечивает адекватную терапию и влияет на величину летальных исходов.

Методы лабораторной диагностики инфекции стандартизованы на базе 3 основных методических подходов: выделение возбудителя из отделяемого нижней части респираторного тракта; выявление 4-кратного и более нарастания титров антител в сыворотке больных; определение растворимого антигена легионеллы в моче больных в острой стадии болезни. Внедрение стандартов диагностики во многих странах значительно повысило качество лабораторной диагностики инфекции, что способствовало увеличению числа выявляемых эпидемических вспышек и спорадических случаев легионеллеза [16].

По данным Г.М. Галстян и соавт., при отрицательном результате исследования мочи на легионеллез у больных с тяжелой формой пневмонии необходимым является исследование бронхоальвеолярного лаважа, позволяющего получить достаточное количество альвеолярных макрофагов, в которых размножаются легионеллы [17, 18].

Дезинфекция потенциально контаминированных водных систем и снижение в них концентрации легионеллы до безопасного уровня является единственным реальным путем профилактики легионеллеза. Выбор метода дезинфекции основывается на анализе чувствительности легионеллы к различным химическим и физическим факторам. Для дезинфекции воды обычно применяются гипохлорит натрия, монохлорамин, соединения хлора и др. [19].

Кроме того, особое внимание уделяется дезинфекции и контролю медицинского оборудования и инструментария в отделениях группы риска, где активно применяется интенсивная иммуносупрессивная терапия. Осуществляется контроль эксплуатации таких медицинских устройств, как небулайзер. Если возбудитель легионеллеза высевается из воды, применяются дополнительные методы дезинфекции системы водоснабжения или устанавливаются антибактериальные фильтры на конечные точки водоразбора в отделении. Вводятся ограничения на посещение душа пациентами на фоне тяжелой иммуносупрессивной терапии; пациентам, которым была проведена пересадка стволовых клеток или солидных органов, предлагается использование стерильной воды для чистки зубов, питья или промывания назогастральных зондов; во избежание образования контаминированного легионеллой аэрозоля запрещается использование воды из крана в палатах пациентов групп риска [20].

Учитывая необходимость обеспечения безопасности воды, принято Постановление Правительства Российской Федерации от 6 января 2015 № 10 «О порядке осуществления производственного контроля качества и безопасности питьевой воды, горячей воды», в соответствии с которым организации, эксплуатирующие системы водоснабжения, обязаны

осуществлять ведомственный контроль утвержденных нормативными документами показателей.

В зависимости от эпидемической ситуации на объекте выделяются три периода эксплуатации искусственных водных систем:

- безопасный период эксплуатации;
- период наличия риска при получении результатов исследований, свидетельствующих об эпидемически значимой концентрации легионеллы в воде;
- опасный период при регистрации случаев заболеваний легионеллезом, связанных с колонизацией водных систем.

В безопасный период (при отсутствии лабораторно подтвержденных случаев легионеллеза) необходимо:

- проведение обучения персонала: инструктаж врачей о более настороженном отношении к вероятным случаям легионеллеза, связанным с оказанием медицинской помощи, а также об использовании достоверных методов диагностики; инструктаж среднего медперсонала, сотрудников технической (инженерной) службы о мерах профилактики внутрибольничного легионеллеза.
- контроль случаев, подозрительных на легионеллез, связанный с оказанием медицинской помощи; лабораторное обследование (анализ на обнаружение антигена в моче, бактериологический анализ бронхоальвеолярного лаважа) пациентов с высоким риском инфицирования при подозрении на легионеллез;
- контроль оснащенности клиничко-диагностической лаборатории необходимыми диагностическими системами;
- контроль эксплуатации и дезинфекции различных медицинских устройств; после очистки и дезинфекции назальных ингаляторов или других устройств, в том числе систем искусственной вентиляции легких, использование стерильной воды для промывки устройства; при отсутствии стерильной воды использование профильтрованной воды; для заполнения резервуара ингалятора использование только стерильной воды.

В период риска к мероприятиям, предусмотренным алгоритмом действий в безопасный период, необходимо: установить в отделениях риска специальные водные фильтры; проводить исследование воды на наличие легионеллы в отделениях риска в течение года (ежемесячно), в других отделениях в течение 3 месяцев.

В опасный период необходимо: регистрировать случаи легионеллеза или подозрения на легионеллез в установленном порядке; исключить использование потенциально колонизированных водных систем пациентами из отделений и групп риска; обсудить результаты расследования очага заболевания на комиссии по профилактике внутрибольничных инфекций; провести ретроспективное эпидемиологическое

расследование с помощью анализа результатов микробиологических, серологических исследований и результатов вскрытия для идентификации возможных предыдущих случаев.

Таким образом, проведение общегигиенических и дезинфекционных мероприятий способно значительно снизить колонизацию систем водоснабжения, а оценка начального уровня контаминации способствует определению наиболее эффективной стратегии профилактических мер. Наиболее эффективными с позиции предупреждения легионеллезной инфекции выступают меры по обеспечению биологической безопасности воды.

Исследование проведено при частичной поддержке гранта Президента Российской Федерации НШ-2598.2020.7 для государственной поддержки ведущих научных школ РФ.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Torres A, Blasi F, Peetermans WE, Viegi G. The aetiology and antibiotic management of community-acquired pneumonia in adults in Europe: a literature review. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2014; 33: 1065–1079.
2. Campese C, Decludt B. Notified cases of Legionnaires disease in France. *Eurosurveillance*. 2004; 7: 121–128.
3. Luderowski E, Harris CM, Khaliq W, Kotwal S. Severe Atypical Pneumonia Causing Acute Respiratory Failure. *Am J Med*. 2020; 133 (6): e230–e232. doi: 10.1016/j.amjmed.2019.10.034.
4. Olson M, Ceri H, Morck DW et al. Biofilm bacteria: Formation and Comparative Susceptibility to antibiotics. *Can J Vet Res*. 2002; 66: 86–92.
5. McCormick D, Thorn S, Milne D et al. Public Health response to an outbreak of Legionnaires Disease in Edinburgh. United Kingdom. *Eurosurveillance*. 2012; 17 (28): 200–216.
6. Legionella and prevention of Legionellosis / Ed. by J. Bartram. *WHO*. 2007.
7. Colbourne JS, Ashworth J. Rubbers, waters and Legionella. *Lancet*. 1986; 2 (8506): 583.
8. Дронина ЮЕ, Тартаковский ИС, Люк К, Хельбиг Ю, Садретдинова ОВ, Карпова ТИ и др. Моноклональные антитела к липосахариду легионелл и их значение для типирования возбудителя. *Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие*. 2010; 4: 122–125. Dronina YuE, Tartakovskij IS, Lyuk K, Hel'big Yu, Sadretdinova OV, Karpova TI i dr. Monoklonal'nye antitela k liposaharidu legionell i ih znachenie dlya tipirovaniya vzbuditelya. *ZHizn' bez opasnostej. Zdorov'e. Profilaktika. Dolgoletie*. 2010; 4: 122–125.
9. Legionellosis-USA (New Jersey) Nosocomial, fatal. *ProMED-mail, Newsday*. 2008, Oct. 3.
10. Den Boern JW, Euser SM, Brandsema P et al. Results from the National Legionella Outbreak Detection Program, the Netherlands, 2002–2012. *Emerging Infectious Diseases*. 2015; 7: 1167–1173.
11. Чучалин АГ, Синопальников АИ, Тартаковский ИС и др. Практические рекомендации по диагностике и лечению легионеллезной инфекции, вызываемой *Legionella pneumophila* серогруппы 1. Пособие для врачей. *Российское респираторное общество*. М.: МАКМАХ, 2009. Chuchalin AG, Sinopal'nikov AI, Tartakovskij IS i dr. Prakticheskie rekomendacii po diagnostike i lecheniyu legionelleznoj infekcii, vyzyvajemoj *Legionella pneumophila* serogruppy 1. Posobie dlya vrachej. *Rossijskoe respiratornoe obshchestvo*. М.: МАК-МАН, 2009.
12. Borellia P, Montagna M, Romano-Spica V et al. Legionella infection risk from domestic hot water. *Emerg Infect Dis*. 2004; 10: 457–464.
13. Ryder MA. Catheter-related infections: it's all about biofilms. *Topics in advanced practice nursing Journal*. 2005; 5 (3): 1–6.
14. Venezia RA, Agresta MD, Hanley EM et al. Nosocomial legionellosis associated with aspiration of nasogastric feedings diluted in tap water. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1994; 15: 529–533.
15. Jacobson KL, Miceli MH, Tarrand JJ, Kontoyiannis DP. Legionella pneumonia in cancer patients. *Medicine (Baltimore)*. 2008; 87 (3): 152–159.
16. Тартаковский ИС, Гинцбург АЛ, Лазикова ГФ и др. Стандарты лабораторной диагностики легионеллеза и их применение во время эпидемической вспышки пневмоний в г. Верхняя Пышма. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2008; 2: 16–20. Tartakovskij IS, Gincburg AL, Lazikova GF i dr. Standarty laboratornoj diagnostiki legionelleza i ih primenenie vo vremya epidemicheskoy vspyski pnevmonij v g. Verhnyaya Pyshma. *ZHurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii*. 2008; 2: 16–20.
17. Галстян ГМ, Костина ИЭ, Камрыш СА и др. Клинические проявления легионеллезной пневмонии у гематологических больных. *Терапевтический архив*. 2014; 86 (3): 45–52. Galstyan GM, Kostina IE, Karysh SA i dr. Klinicheskie proyavleniya legionelleznoj pnevmonii u gematologicheskikh bol'nyh. *Terapevticheskij arhiv*. 2014; 86 (3): 45–52.
18. Тартаковский ИС, Груздева ОА, Галстян ГМ, Карпова ТИ. Профилактика, диагностика и лечение легионеллеза. М.: Студия МДВ, 2013. 344 с. Tartakovskij IS, Gruzdeva OA, Galstyan GM, Karpova TI. Profilaktika, diagnostika i lechenie legionelleza. М.: Studiya MDV, 2013. 344 p.
19. Thomas V, Bouchez T, Nicolas V et al. Amoebae in domestic water systems: resistance to disinfection treatments and implication in Legionella persistence. *J Appl Microbiol*. 2004; 97 (5): 950–963.
20. Guidelines for preventing health-care associated pneumonia 2003: recommendation of CDC and the Health care Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recomm Rep*. 2004; 26, 53 (RR-3): 1–36.

*Статья поступила в редакцию 25.06.2020 г.
The article was submitted to the journal on 25.06.2020*