

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Бадамшина Г.Г.^{1,2}, Зиятдинов В.Б.^{1,2}, Фатхутдинова Л.М.², Кириллова М.А.¹

МИКРОБИОТА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

¹ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан», 420061, г. Казань, Россия;

²ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, 420012, г. Казань, Россия

Госпитальная среда является одной из наиболее благоприятных сред для колонизации воздуха и объектов окружающей среды различными микроорганизмами. Во внутрибольничную среду медицинских организаций (МО) от пациентов попадают возбудители инфекционных заболеваний.

Цель исследования — изучить особенности микрофлоры воздуха в помещениях МО.

Материал и методы. В пробах воздуха ($n = 22$), отобранных в помещениях МО, методами масс-спектрометрии и секвенирования идентифицированы все виды выделенных микроорганизмов.

Результаты. Установлено широкое видовое разнообразие плесневых грибов и бактерий, относящихся к условно-патогенным и являющихся возбудителями инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. В большинстве помещений МО выделяются *Micrococcus* spp. (75% случаев), в том числе *Kocuria kristinae* (12,5%), *Acinetobacter* spp. (12,5%) и *Stenotrophomonas maltophilia* (25%), *Neisseria flava* (12,5%), *Penicillium* spp. (12,5%), *Alternaria* spp. (43,8%), *Cladosporium* spp. (31,3%), *Aspergillus* spp. (18,8%), *Acremonium* spp. (25%), *Stemphylium* spp. (6,3%), *Neurospora* spp. (6,3%), *Trichoderma* spp. (6,3%).

Обсуждение. Результаты, полученные в исследовании, согласуются с данными литературы и свидетельствуют о наличии в воздухе МО возбудителей госпитальных инфекций и аллергических заболеваний, что вызывает определенную настороженность и требует контроля проверки качества проведения дезинфекционных мероприятий в МО.

Заключение. В воздухе помещений МО обнаружены возбудители инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, относящиеся к 3–4 группе патогенности. Указанное диктует необходимость совершенствования мероприятий по мониторингу за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи, вызванными возбудителями бактериальной и грибковой природы.

Ключевые слова: микрофлора; воздух; микробиологический мониторинг.

Для цитирования: Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Фатхутдинова Л.М., Кириллова М.А. Микробиота воздушной среды медицинской организации. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2019; 63(6): 308–312. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-6-308-312>

Badamshina G.G.^{1,2}, Ziatdinov V.B.^{1,2}, Fatkhutdinova L.M.², Kirillova M.A.¹

MICROBIOTA OF THE AIR ENVIRONMENT OF THE MEDICAL ORGANIZATION

¹Center of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Tatarstan, Kazan, 420061, Russian Federation;

²Kazan State Medical University, Kazan, 420012, Russian Federation

The hospital environment is one of the most favorable environments for the colonization of air and environmental objects by various microorganisms. In the hospital environment of medical organizations (MO) from patients fall pathogens of infectious diseases.

The purpose of the work is to study the features of the air microflora in the premises of a MO, where air samples should meet sanitary and hygienic standards for microbiological indicators.

Material and methods. All types of isolated microorganisms were identified by mass spectrometry and sequencing in air samples ($n=22$) taken in the premises of the MO.

Results. A wide species diversity of fungi and bacteria belonging to opportunistic pathogens and causing infections associated with the provision of medical care has been established. In most rooms of the MO there were *Micrococcus* spp. (75.0% of cases) including *Kocuria kristinae* (12.5%), *Acinetobacter* spp. (12.5%) and *Stenotrophomonas maltophilia* (25.0%), *Neisseria flava* (12.5%), *Penicillium* spp. (12.5%), *Alternaria* spp. (43.8%), *Cladosporium* spp. (31.3%), *Aspergillus* spp. (18.8%), *Acremonium* spp. (25.0%), *Stemphylium* spp., *Neurospora* spp., *Trichoderma* spp. (6.3%).

Discussion. The results obtained in the study are consistent with the literature data and indicate the presence of pathogens of hospital infections and allergic diseases in the air of MO, that causes some caution and requires quality control of disinfection measures in MO.

Conclusion. *In the air of the MO, pathogens of infections associated with the provision of medical care, belonging to the 3–4 group of pathogenicity, were found. This dictates the need to improve measures to monitor infections associated with the provision of medical care caused by pathogens of bacterial and fungal nature.*

Key words: *flora; air; microbiological monitoring.*

For citation: Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Fatkhutdinova L.M., Kirillova M.A. Microbiota of the air environment of the medical organization. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2019; 63(6): 308-312. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0044-197X-2019-63-6-308-312>

For correspondence: Gulnara G. Badamshina, PhD, Head of Department of microbiological research, Center of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Tatarstan, Kazan, 420061, Russian Federation. E-mail: ggbadamshina@yandex.ru

Information about authors:

Badamshina G.G., <https://orcid.org/0000-0003-0088-6422>

Ziatdinov V.B., <https://orcid.org/0000-0001-8029-6515>

Fatkhutdinova L.M., <https://orcid.org/0000-0001-9506-563X>

Kirillova M.A., <https://orcid.org/0000-0001-8854-3402>

Contribution: concept and design of the study, collection and processing of the material, statistical data processing, writing text, editing, adoption of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article — Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Fatkhutdinova L.M., Kirillova M.A.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

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

Received 30 July 2019

Accepted 24 September 2019

Госпитальная среда является одной из наиболее благоприятных сред для колонизации воздуха и объектов окружающей среды различными микроорганизмами [1–3]. Воздушно-капельным, контактно-бытовым и фекально-оральным механизмами и путями в среду медицинских организаций (МО) от пациентов попадают возбудители инфекционных заболеваний [4, 5]. Скопление и циркуляция микроорганизмов в воздухе и окружающей среде, на предметах и оборудовании МО может впоследствии стать источником возникновения инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [6–11].

Согласно данным последних лет, иностранные исследователи отмечают, что в структуре возбудителей инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, преобладает условно-патогенная, редко патогенная микрофлора [3, 12–19]. Чаще в литературе упоминается грамположительная флора рода *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Clostridium* [3, 6, 12–16, 18–21]; грамотрицательная флора преимущественно семейства *Enterobacteriaceae*, неферментирующие бактерии рода *Pseudomonas*, *Acinetobacter* [4, 19, 20, 22, 23]; дрожжеподобные и плесневые грибы [1, 3, 9, 10, 17, 21, 24]; вирусы, в частности вирусы гепатитов В, С, D, норовирусы, респираторно-синтициальные вирусы, риновирусы, коронавирусы, аденовирусы, энтеровирусы и др. [2, 5, 7, 8, 11].

Нормативно-методическая база в России не регламентирует содержание вышеуказанных видов микроорганизмов, в действующих санитарных правилах и методических указаниях не прописаны методы выделения и идентификации возбудителей

внутрибольничных инфекций из объектов окружающей среды. Вместе с тем воздух в МО, который согласно СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» соответствует нормам, может быть обсеменен возбудителями инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в количествах, не превышающих установленные значения.

Цель исследования — изучить микрофлору воздуха в помещениях МО.

Материал и методы

Микробиологические исследования воздушной среды МО Республики Татарстан проведены в рамках планового контроля Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Отбор проб воздуха ($n=22$) в помещениях МО произведен до и во время работы персонала и приема пациентов в соответствии с МУК 4.2.2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях». В помещениях процедурных кабинетов и манипуляционных определяли общую бактериальную обсемененность воздуха, или общее микробное число (ОМЧ). Полученные значения ОМЧ воздуха были сопоставлены со значениями, установленными СанПиН 2.1.3.2630-10. Идентификацию микроорганизмов до вида проводили с использованием современных хромогенных питательных сред («HiMedia Laboratories Pvt. Ltd.», Индия), тестов («Erba Lachema», Чехия, «Biomerieux», Франция) с применением иммуноферментно-

го анализатора и масс-спектрометра «Vitek MS» («Biomérieux», Франция), секвенатора «SeqStudio» («Termo Fisher Scientific», США) согласно общепринятым методам бактериологии и микологии.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Office», определяя средние величины (M) и стандартную ошибку среднего (m). Для оценки распространенности микроорганизмов в исследуемых пробах рассчитывали частоту встречаемости микроорганизмов — отношение положительно реагирующих на содержание данного вида микроба проб к общему числу исследованных проб (в %).

Результаты

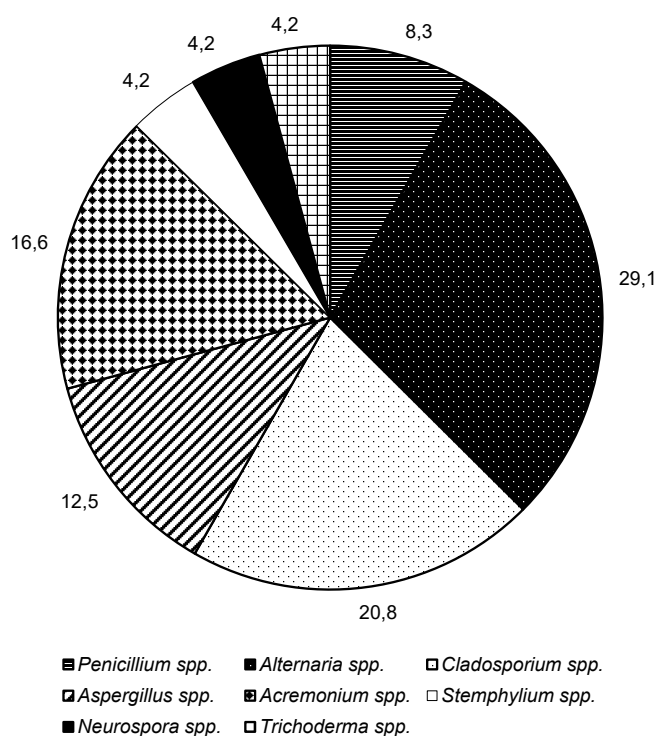
По результатам углубленного микробиологического исследования воздуха установлено, что 72,7% проб соответствовали санитарно-гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, среднее ОМЧ в них составило $115,0 \pm 27,9$ КОЕ/см³.

Характеризуя видовую обсемененность воздуха микроорганизмами, стоит отметить широкое разнообразие условно-патогенных представителей семейства *Staphylococcaceae*, относящихся к 4 группе патогенности (таблица).

Кроме того, до начала работы в подготовленных помещениях перевязочной хирургического отделения, операционного блока отделения гнойной хирургии, малой операционной, манипуляционной женской консультации из воздуха «чистых» помещений в количествах от 5 до 100 КОЕ/см³ выделялись *Micrococcus spp.* ($75,0 \pm 10,8\%$), в том числе *Kocuria kristinae* ($12,5 \pm 8,2\%$).

Возбудители инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи — *Acinetobacter spp.* и *Stenotrophomonas maltophilia*, выявлялись в количестве до 30 КОЕ/см³ в $12,5 \pm 8,2\%$ проб и в количестве 10 КОЕ/см³ в $25,0 \pm 10,8\%$ проб соответственно. Сапрофитные микроорганизмы, нормальные обитатели верхних дыхательных путей человека *Neisseria flava*, выделялись в $12,5 \pm 8,2\%$ проб в количестве до 30 КОЕ/см³.

Потенциально патогенные плесневые грибы различных видов, относящихся к 3–4 группе патогенности (рисунок), выделялись в количестве от 20 до 340 КОЕ/м³ в $43,8 \pm 12,4\%$ проб. При этом



Видовая структура выделенных из воздуха медицинской организации плесневых грибов (%).

Penicillium spp. был выделен в $12,5 \pm 8,2\%$ всех проб, *Alternaria spp.* — в $43,8 \pm 12,4\%$, *Cladosporium spp.* — в $31,3 \pm 11,6\%$, *Aspergillus spp.* — в $18,8 \pm 9,8\%$, *Acremonium spp.* — в $25,0 \pm 10,8\%$; *Stemphylium spp.*, *Neurospora spp.*, *Trichoderma spp.* — по $6,3 \pm 6,0\%$ проб.

Обсуждение

Согласно сведениям L.R. Green и соавт. [25], наличие *Micrococcus spp.*, присутствующие в $75,0 \pm 10,8\%$ проб воздуха в нашем исследовании, в МО часто игнорируется вследствие их принадлежности к нормальной микрофлоре кожи и слизистых оболочек. Вместе с тем представители семейства *Micrococcaceae*, в частности *Kocuria kristinae*, вызывают заболевания различной этиологии у лиц с ослабленным иммунитетом, например, инфекции мочевыводящих путей, холециститы, перитониты, эндокардиты и др. [25, 26].

Аналогичная ситуация отмечается по отношению к семейству *Staphylococcaceae*. Согласно ре-

Обсемененность воздуха медицинской организации микроорганизмами семейства *Staphylococcaceae* ($M \pm m$)

Микроорганизм	Число проб	Среднее содержание микроорганизма в воздухе, КОЕ/см ³	Частота встречаемости микроорганизмов, %
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	10	$26,0 \pm 12,4$	$62,5 \pm 12,1$
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	4	$12,5 \pm 5,3$	$25,0 \pm 10,8$
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	4	$25,0 \pm 10,6$	$25,0 \pm 10,8$
<i>Staphylococcus hominis</i>	4	$17,5 \pm 8,8$	$25,0 \pm 10,8$
<i>Macrococcus bovicus</i>	2	$5,0 \pm 0,0$	$12,5 \pm 8,2$

результатам проведенных исследований большинство проб воздуха содержат условно-патогенные представители семейства *Staphylococcaceae*, среди которых присутствуют возбудители, способные вызвать гнойно-септические заболевания [6, 16, 18, 21]. Например, в исследовании Е. Szczuka и соавт. [18] показано, что возбудителем инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, может являться *Staphylococcus haemolyticus*, который в нашем исследовании выявлялся в 25% проб.

Неферментирующие грамотрицательные бактерии рода *Acinetobacter spp.* и *Stenotrophomonas maltophilia*, признанные международным сообществом как возбудители госпитальных инфекций, вследствие высокой устойчивости на объектах окружающей среды способные вызывать инфекции кровотока, дыхательных путей и др., также выявляются в пробах довольно часто [3, 10, 17, 20, 21], что вызывает определенную настороженность и требует контроля проверки качества проведения дезинфекционных мероприятий в МО.

Обнаружение в воздушной среде МО грибов — микромицетов, характерных для почвы и растительных остатков, может привести к развитию аллергических состояний у медицинских работников и пациентов [2].

Заключение

В пробах воздуха помещений МО, соответствующего санитарно-гигиеническим нормативам по уровню общей обсемененности воздуха, выделены возбудители инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, 3–4 группы патогенности. Широкое видовое разнообразие микроорганизмов, идентифицированных из воздуха помещений МО до работы, диктует необходимость контроля эффективности применяемых в организации средств дезинфекции. Учитывая высокую контаминацию воздуха плесневыми грибами различных видов, важным является совершенствование мероприятий по мониторингу за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи и вызванными грибами.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи — Бадашнина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Фатхутдинова Л.М., Кириллова М.А.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Al-Charrakh A.H., Al-Awadi S.J., Mohammed A.S. Detection of Metallo- β -Lactamase Producing *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Public and Private Hospitals in Baghdad, Iraq. *Acta Med. Iran.* 2016; 54(2): 107-13.
2. Liu S., Chan T.C., Chu Y.T., Wu J.T., Geng X., Zhao N., et. al. Comparative Epidemiology of Human Infections with Middle East Respiratory Syndrome and Severe Acute Respiratory Syndrome Coronaviruses among Healthcare Personnel. *PLoS One.* 2016; 11(3): e0149988. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149988>
3. Sahu M.K., Siddharth B., Choudhury A., Vishnubhatla S., Singh S.P., Menon R., et. al. Incidence, microbiological profile of nosocomial infections, and their antibiotic resistance patterns in a high volume Cardiac Surgical Intensive Care Unit. *Ann. Card. Anaesth.* 2016; 19(2): 281-7. Doi: <https://doi.org/10.4103/0971-9784.179625>
4. Karagöz A., Sunnetcioglu M., Ceylan M.R., Bayram Y., Yalcin G., Kocak N., et. al. Characterisation of drug resistance of nosocomial ESBL-producing *E. coli* isolates obtained from a Turkish university hospital between 2009 and 2012 by pulsed field gel electrophoresis and antibiotic resistance tests. *Infez. Med.* 2016; 24(1): 24-31.
5. Wan G.H., Huang C.G., Chung F.F., Lin T.Y., Tsao K.C., Huang Y.C. Detection of Common Respiratory Viruses and *Mycoplasma pneumoniae* in Patient-Occupied Rooms in Pediatric Wards. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95(14): e3014. Doi: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003014>
6. Al Tayyar I.A., Al-Zoubi M.S., Hussein E., Khudairat S., Sarosiek K. Prevalence and antimicrobial susceptibility pattern of coagulase-negative staphylococci (CoNS) isolated from clinical specimens in Northern of Jordan. *Iran J. Microbiol.* 2015; 7(6): 294-301.
7. Cavari Y., Kaplan O., Zander A., Hazan G., Shemer-Avni Y., Borer A. Healthcare workers mobile phone usage: A potential risk for viral contamination. Surveillance pilot study. *Infect. Dis. (Lond)*. 2016; 48(6): 432-5. Doi: <https://doi.org/10.3109/23744235.2015.1133926>
8. Fu C., Wang S. Nosocomial infection control in healthcare settings: Protection against emerging infectious diseases. *Infect. Dis. Poverty.* 2016; 5: 30. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40249-016-0118-9>
9. Hsu M.S., Wu M.Y., Huang Y.T., Liao C.H. Efficacy of chlorine dioxide disinfection to non-fermentative Gram-negative bacilli and non-tuberculous mycobacteria in a hospital water system. *J. Hosp. Infect.* 2016; 93(1): 22-8. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.01.005>
10. Kishii K., Kikuchi K., Tomida J., Kawamura Y., Yoshida A., Okuzumi K., et. al. The first cases of human bacteremia caused by *Acinetobacter seifertii* in Japan. *J. Infect. Chemother.* 2016; 22(5): 342-5. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jiac.2015.12.002>
11. Oussaid N., Voirin N., Régis C., Khanfer N., Martin-Gaujard G., Vincent A., et al. Contacts between health care workers and patients in a short-stay geriatric unit during the peak of a seasonal influenza epidemic compared with a nonepidemic period. *Am. J. Infect. Control.* 2016; 44(8): 905-9. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.02.002>
12. Blanchi J., Goret J., Mégraud F. *Clostridium difficile* infection: a model for disruption of the gut microbiota equilibrium. *Dig. Dis.* 2016; 34(3): 217-20. Doi: <https://doi.org/10.1159/000443355>
13. Blaschitz M., Lepuschitz S., Wagner L., Allerberger F., Indra A., Ruppitsch W., et. al. Draft Genome Sequence of a Vancomycin-Resistant and Vancomycin-Dependent *Enterococcus faecium* Isolate. *Genome Announc.* 2016; 4(2): pii: e00059-16. Doi: <https://doi.org/10.1128/genomeA.00059-16>
14. Finnerty C.C., Herndon D.N., Lee J.O., Rodriguez N.A., Al-Haj I.H., Wurzer P., et al. Morbidity and mortality in severely burned children with *Clostridium difficile*-associated diarrhea. *Surgery.* 2016; 159(6): 1631-7. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.surg.2016.01.004>
15. Harris L.G., Murray S., Pascoe B., Bray J., Meric G., Magieros L., et al. Biofilm morphotypes and population structure among *Staphylococcus epidermidis* from commensal and clinical samples. *PLoS One.* 2016; 11(3): e0151240. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151240>
16. Rengaraj R., Mariappan S., Sekar U., Kamalanadhan A. Detection of Vancomycin Resistance among *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. *J. Clin. Diagn. Res.* 2016; 10(2): DC04-6. Doi: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/17552.7201>

17. Sadeghi P., Khosravi A.D., Hashemi Shahraki A., Beiranvand M. Identification of clinical isolates of *Acinetobacter baumannii* from Iran and study of their heterogeneity. *J. Chin. Med. Assoc.* 2016; 79(7): 382-6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcma.2016.01.012>
18. Szczuka E., Krajewska M., Lijewska D., Bosacka K., Kaznowski A. Diversity of staphylococcal cassette chromosome mec elements in nosocomial ultiresistant *Staphylococcus haemolyticus* isolates. *J. Appl. Genet.* 2016; 57(4): 543-7. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13353-016-0346-5>
19. Wei D.D., Wan L.G., Deng Q., Liu Y. Emergence of KPC-producing *Klebsiella pneumoniae* hypervirulent clone of capsular serotype K1 that belongs to sequence type 11 in Mainland China. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* 2015; 85(2): 192-4. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2015.03.012>
20. Mirhoseini S.H., Nikaeen M., Shamsizadeh Z., Khanahmad H. Hospital air: A potential route for transmission of infections caused by β -lactam-resistant bacteria. *Am. J. Infect. Control.* 2016; 44(8): 898-904. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.01.041>
21. Mitharwal S.M., Yaddanapudi S., Bhardwaj N., Gautam V., Biswal M., Yaddanapudi L. Intensive care unit-acquired infections in a tertiary care hospital: An epidemiologic survey and influence on patient outcomes. *Am. J. Infect. Control.* 2016; 44(7): e113-7. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.01.021>
22. Hu Y., Ping Y., Li L., Xu H., Yan X., Dai H. A retrospective study of risk factors for carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* acquisition among ICU patients. *J. Infect. Dev. Ctries.* 2016; 10(3): 208-13. Doi: <https://doi.org/10.3855/jidc.6697>
23. Yoshino Y., Nakazawa S., Otani S., Sekizuka E., Ota Y. Nosocomial bacteremia due to *Kluyvera cryocrescens*: Case report and literature review. *IDCases.* 2016; 4: 24-6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2016.02.007>
24. Veraldi S., Nazzaro G. Skin ulcers caused by *Serratia marcescens*: three cases and a review of the literature. *Eur. J. Dermatol.* 2016; 26(4): 373-6. Doi: <https://doi.org/10.1684/ejd.2016.2777>
25. Greene L.R., Mills R., Moss R., Sposato K., Vignari M. *Guide to the Elimination of Orthopedic Surgical Site Infections: An APIC Guide.* Washington; 2010.
26. Moreira J.S., Riccetto A.G., Silva M.T., Vilela M.M., Study Group Centro Médico de Campinas/Franceschi Medicina Laboratorial. Endocarditis by *Kocuria rosea* in an immunocompetent child. *Braz. J. Infect. Dis.* 2015; 19(1): 82-4. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2014.09.007>

Поступила 30.07.19
Принята в печать 24.09.19