

## МИКРОБИОЛОГИЯ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023

Гординская Н.А., Борискина Е.В., Шкуркина И.С.

### ФЕНОТИП АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ И ЧАСТОТА ОБНАРУЖЕНИЯ КАРБАПЕНЕМАЗ У ACINETOBACTER BAUMANNII, ВЫДЕЛЕННЫХ В СТАЦИОНАРАХ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА

ФГБУН Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора. 603950, Нижний Новгород, Россия

В работе представлены результаты анализа 123 клинических изолятов *A. baumannii*, выделенных в 2020-2021 годах. В течение последних лет отмечается увеличение частоты выделения штаммов *A. baumannii* при инфекционных процессах различной локализации, а также уровня их резистентности к антимикробным препаратам. Из числа проанализированных *A. baumannii* 7 штаммов были выделены из крови, 107 штаммов – из мокроты, 9 штаммов – из мочи. Видовую идентификацию *A. baumannii* проводили с помощью набора NEFERM-тест 24 (Erba Mannheim, Чехия) и подтверждали с помощью детекции генов видоспецифических  $\beta$ -лактамаз группы OXA-51 методом ПЦР в режиме реального времени с использованием набора «AmpliSens MDR A.b.-OXA-FL» (ФБУН Центральный НИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). Определение чувствительности к антибактериальным препаратам проводили диско-диффузионным методом на агаре Мюллер-Хинтона (XiMedia) с дисками Bioanalyse (Турция), определение минимальной подавляющей концентрации (МПК) колестины – с помощью набора «MIC Colistin» (Erba Mannheim, Чехия). В работе показано, что 79,2% проанализированных штаммов *A. baumannii* устойчивы к аминогликозидам, 73,7% – к триметоприм/сульфаметоксазолу, 76,9% – к карбапенемам, 82,9% – к фторхинолонам. Пять штаммов *A. baumannii* (4,1%) имели фенотип панрезистентных, устойчивых к представителям всех классов антибиотиков. У 86,8% карбапенемрезистентных изолятов *A. baumannii* выявлено наличие генов приобретенных карбапенемаз, относящихся к группам OXA-23 и OXA-24/40, причем у 46,5% штаммов – одновременное наличие генов blaOXA-24/40 и blaOXA-23-подобных  $\beta$ -лактамаз, гены металло- $\beta$ -лактамаз обнаружены не были. Таким образом, устойчивость клинических изолятов *Acinetobacter baumannii* к карбапенемам обусловлена продукцией сериновых карбапенемаз OXA групп.

Ключевые слова: *Acinetobacter baumannii*; антибиотикорезистентность; карбапенемазы; распространенность.

Для цитирования: Гординская Н.А., Борискина Е.В., Шкуркина И.С. Фенотип антибиотикорезистентности и частота обнаружения карбапенемаз у *Acinetobacter baumannii*, выделенных в стационарах г. Нижнего Новгорода. Клиническая лабораторная диагностика. 2023; 68 (3): 157-161. DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2-23-68-3-157-161>

Для корреспонденции: Гординская Наталья Александровна, д-р мед. наук, ст. науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-mail: [Gordinskaya.nata@yandex.ru](mailto:Gordinskaya.nata@yandex.ru)

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила 16.01.2023

Принята к печати 10.02.2023

Опубликовано 20.03.2023

Gordinskaya N.A., Boriskina E.V., Shkurkina I.S.

#### PHENOTYPES OF ANTIBIOTIC RESISTANCE AND FREQUENCY OF DETECTION OF CARBAPENEMASES IN ACINETOBACTER BAUMANNII ISOLATED IN HOSPITALS OF NIZHNY NOVGOROD

Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology of the Rospotrebnadzor, Nizhny Novgorod, Russia

The paper presents the results of the analysis of 123 clinical isolates of *A. baumannii* isolated in 2020-2021. In recent years, there has been an increase in the frequency of isolation of *A. baumannii* strains, in infectious processes of various localization, as well as the level of their resistance to antimicrobial drugs. From among the analyzed *A. baumannii* 7 strains were isolated from blood, 107 strains from sputum, 9 strains from urine. The species identification of *A. baumannii* was carried out using the NEFERM-test 24 kit (Erba Mannheim, Czech Republic) and confirmed by the detection of genes of species-specific  $\beta$ -lactamases of the OXA-51 group by real-time PCR using the «AmpliSens MDR A.b.-OXA-FL» (Federal State Budgetary Institution Central Research Institute of Epidemiology of Rospotrebnadzor, Russia). The determination of sensitivity to antibacterial drugs was carried out by the disc-diffusion method on Muller-Hinton agar (XiMedia) with Bioanalyse discs (Turkey), the determination of the minimum inhibitory concentration (MIC) of colistin was carried out using the MIC Colistin kit (Erba Mannheim, Czech Republic). The paper shows that 79.2% of the analyzed *A. baumannii* strains are resistant to aminoglycosides, 73.7% – to trimethoprim/sulfamethoxazole, 76.9% – to carbapenems, 82.9% – to fluoroquinolones. Five strains of *A. baumannii* (4.1%) had the phenotype of pan-resistant, resistant to representatives of all classes of antibiotics. In 86.8% of carbapenem-resistant isolates of *A. baumannii*, the presence of genes of acquired carbapenemases belonging to the OXA-23 and OXA-24/40 groups was revealed, and in 46.5% of strains, the simultaneous presence of blaOXA-24/40 and blaOXA-23-like  $\beta$ -lactamases genes were not detected. Thus, the resistance of *Acinetobacter baumannii* clinical isolates to carbapenems is due to the production of serine carbapenemases of the OXA groups.

Key words: *Acinetobacter baumannii*; antibiotic resistance; carbapenemases; prevalence.

**For citation:** Gordinskaya N.A., Boriskina E.V., Shkurkina I.S. Phenotypes of antibiotic resistance and frequency of detection of carbapenemases in *Acinetobacter baumannii* isolated in hospitals of Nizhny Novgorod. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics)*. 2023; 68 (3): 157-161 (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2023-68-3-157-161>

**For correspondence:** Gordinskaya N.A., doctor of medical Sciences, senior researcher at the laboratory of Microbiology; e-mail: [Gordinskaya.nata@yandex.ru](mailto:Gordinskaya.nata@yandex.ru)

**Information about authors:**

Gordinskaya N. A., <https://orcid.org/0000-0002-4146-0332>;

Boriskina E. V., <https://orcid.org/0000-0001-8889-8801>;

Shkurkina I.S., <https://orcid.org/0000-0002-0682-5076>.

**Conflict of interests.** *The authors declare absence of conflict of interest.*

**Acknowledgment.** *The study had no sponsor support.*

Received 16.02.2023

Accepted 10.02.2023

Published 20.03.2023

**Введение.** Инфекции, вызванные *Acinetobacter baumannii*, являются одной из серьезных лечебных проблем, что обусловлено их способностью быстро приобретать устойчивость к антимикробным препаратам. *Acinetobacter baumannii* – повсеместно распространенный, свободно живущий, сапрофитный микроорганизм, обитающий у здоровых людей на коже, в кишечнике и урогенитальном тракте. Эти микробы обычно колонизируют участки кожного покрова на стопах, в подмышечной и паховой области. Как возбудители инфекционных процессов *Acinetobacter* spp. изначально выделялись у иммунокомпрометированных пациентов. В течение последнего десятилетия *A. baumannii* из патогена, который в основном обнаруживали в отделениях реанимации и неотложной терапии, перешел в разряд патогенов, которые поражают пациентов в любых отделениях медицинских организаций и военных госпиталей [1]. *Acinetobacter baumannii* способны колонизировать стерильные объекты и выживать как во влажных, так и в сухих условиях [2]. Высокую частоту инфекций, вызванных *A. baumannii*, наблюдают в отделениях термической травмы, у гематологических больных, пациентов с онкологическими заболеваниями [3-5]. В настоящее время в разных странах отмечается увеличение частоты выделения штаммов *A. baumannii* с множественной и экстремальной резистентностью к антимикробным препаратам [6-8]. Антибиотикорезистентные штаммы *Acinetobacter baumannii* нередко обнаруживают в продуктах питания [9,10]. Среди различных изолятов *A. baumannii* значительное количество штаммов характеризуются устойчивостью к карбапенемам. По данным российского исследования МАРАФОН, доля карбапенемрезистентных *A. baumannii* среди клинических изолятов возросла до 77% [11]. Одной из основных причин множественной и экстремальной устойчивости *A. baumannii* к антибактериальным препаратам является продукция приобретенных β-лактамаз класса D (групп ОХА-23, ОХА-24/40 и ОХА-58), а также класса В (групп VIM, IMP и NDM), способных разрушать карбапенемы [12,13].

Целью работы было изучение фенотипа антибиотикорезистентности клинических изолятов *Acinetobacter baumannii*, выделенных в стационарах г. Нижнего Новгорода, анализ частоты выявления карбапенемрезистентных штаммов *A. baumannii* и детекция карбапенемаз классов В и D.

**Материал и методы.** Исследовали 123 бактериальных изолята рода *Acinetobacter*, характеризующихся фенотипической устойчивостью более чем к одному классу антибактериальных препаратов, отобранных в рамках микробиологического мониторинга антибиотикорезистентности возбудителей инфекционных процессов в различных стационарах города Нижнего Новгорода в течение 2019-2021 годов. Из общего количества *A. baumannii* 7 штаммов были выделены из крови, 107 штаммов – из мокроты, 9 штаммов – из мочи. Выделение и первичная идентификация бактериальных изолятов проводились в локальных клинических микробиологических лабораториях медицинских организаций города.

**Видовая идентификация и хранение изолятов.** Идентификация бактерий проводилась с использованием коммерческих наборов НЕФЕРМтест 24 (Erba Mannheim, Чехия). Видовую идентификацию изолятов *A. baumannii* подтверждали с помощью детекции генов видоспецифических β-лактамаз группы ОХА-51 методом полимеразно-цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) с использованием коммерческих наборов «АмплиСенс MDR A.b.-ОХА-FL» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). До проведения анализа изоляты хранили при температуре минус 70°C в триптиказо-соевом бульоне с добавлением 15% глицерина.

**Определение чувствительности к антибактериальным препаратам.** Определение чувствительности к антибактериальным препаратам проводили диско-диффузионным методом на агаре Мюллер-Хинтона (XiMedia) с дисками Bioanalyse (Турция), определение минимальных подавляющих концентраций (МПК) колистина – с помощью набора «MIC Colistin» (Erba Mannheim, Чехия). Категории чувствительности изолятов *A. baumannii* к антимикробным препаратам определяли на основании диаметра зоны задержки роста бактерий вокруг диска с антимикробным препаратом или значений МПК, установленных российскими клиническими рекомендациями «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам». Версия 2021-01 [14].

**Выявление карбапенемаз.** Наличие генов, наиболее распространенных у *Acinetobacter baumannii* приобретенных сериновых карбапенемаз (групп

ОХА-23, ОХА-24/40 и ОХА-58), а также металло-β-лактамаз (MBL) групп VIM, IMP и NDM определяли методом ПЦР в режиме реального времени с использованием коммерческих наборов «Ампли-Сенс MDR A.b.-ОХА-FL» и «АмплиСенс MDR MBL-FL» (ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). Выделение бактериальной ДНК штаммов выполняли из суточных культур *A. baumannii*, выращенных на агаре Мюллер-Хинтона, с помощью реагента ГК-экспресс и температурного лизиса по инструкции набора «Ампли-Сенс MDR A.b.-ОХА-FL».

**Результаты.** Анализ видового состава неферментирующих грамотрицательных бактерий среди возбудителей инфекционных процессов показал изменение количественного соотношения ведущих представителей – *Pseudomonas* spp. и *Acinetobacter* spp. (см. рисунок).

В 2019 г. количество изолятов *Acinetobacter* spp. (44,0%) было меньше, чем *Pseudomonas* spp. и меньше половины всех неферментирующих грамотрицательных бактерий. Кроме *Pseudomonas* spp. и *Acinetobacter* spp. выделялись *Moraxella catarrhalis/nonliquefaciens* и *Alcaligenes faecalis* group, которые в сумме

составили 0,7%. В 2020 году соотношение *Acinetobacter* spp. и *Pseudomonas* spp. изменилось в пользу изолятов *Acinetobacter* spp. (56,9%), в перечень прочих бактерий вошли *Moraxella catarrhalis/nonliquefaciens*, *Alcaligenes faecalis* group и *Stenotrophomonas maltophilia* (1,1% в сумме). В 2021 году тенденция увеличения численности клинических изолятов *Acinetobacter* spp. в регионе сохранилась, их доля достигла 74,2%. *Oligella ureolytica* и *Stenotrophomonas maltophilia* составили в сумме 0,9%. Таким образом, количество клинических изолятов *Acinetobacter* spp. среди неферментирующих грамотрицательных палочек в последние годы увеличилось с 44,0% до 74,2%.

У штаммов *Acinetobacter* spp., отобранных на основании оценки антибиотикорезистентности, видовую идентификацию проводили по биохимической активности и методом ПЦР-РВ. По биохимическим тестам все проанализированные изоляты *Acinetobacter* spp. принадлежали к комплексу *A. baumannii/calcoacetices*. По результатам выполнения молекулярно-генетических исследований у всех указанных штаммов обнаружена видоспецифичная для *A. baumannii* β-лактамаза ОХА-51, что подтверждает видовую характеристику. Таким образом, все отобранные для дальнейшего анализа штаммы *Acinetobacter* spp., принадлежали к виду *A. baumannii*.

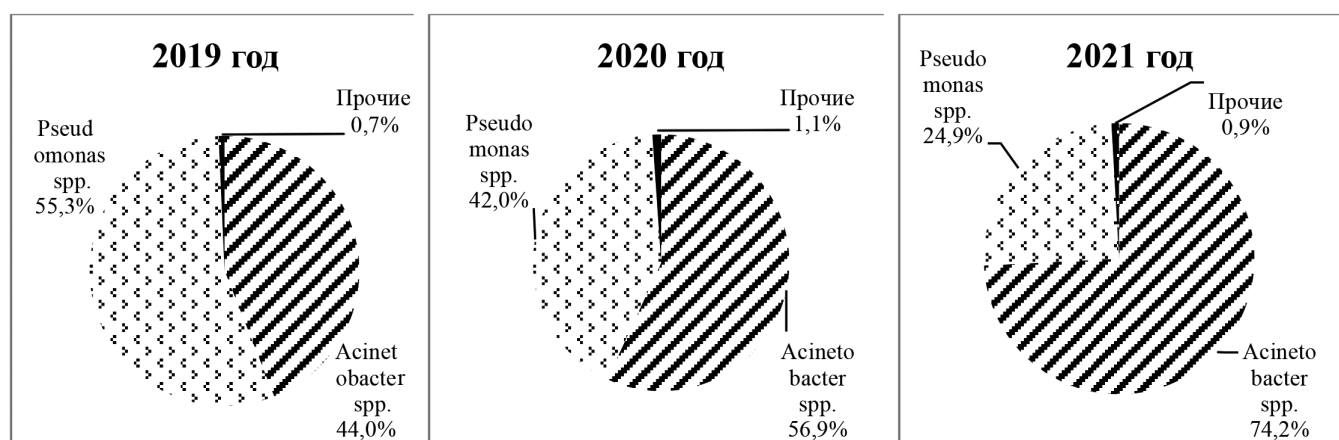
Результаты оценки фенотипа антибиотикорезистентности клинических штаммов *A. baumannii* представлены в табл. 1. Устойчивость (резистентность или чувствительность при изменении режима использования препарата) к трем и более классам антимикробных препаратов выявлена более чем у половины исследованных штаммов *A. baumannii*. Высокие показатели устойчивости отмечены в отношении ципрофлоксацина (82,9%) и аминогликозидов (79,2%).

Количество резистентных к тобрамицину штаммов *Acinetobacter baumannii* за период наблюдения составило 68,5%, к триметоприм/сульфаметоксазолу 73,7%. Устойчивость изолятов *A. baumannii* к карбапенемам была выше 70% и составила к меропенему, дорипенему и имипенему 75,7%, 77,2% и 78,0%, со-

Таблица 1

Фенотип антибиотикорезистентности штаммов *Acinetobacter baumannii* (n=123)

Наименование препарата	Количество резистентных штаммов, %
Дорипенем	77,2
Имипенем	78,0
Меропенем	75,7
Амикацин	79,2
Тобрамицин	68,5
Ципрофлоксацин	82,9
Триметоприм/ сульфаметоксазол	73,7
Колистин	4,1



Структура неферментирующих грамотрицательных бактерий.

ответственно. Наиболее высокая активность *in vitro* отмечена у колистина, в отношении которого выявлено только пять штаммов резистентных изолятов с МПК препарата 4 мкг/мл. В результате ПЦР исследований у 86,8% карбапенемрезистентных изолятов *A. baumannii* выявлено наличие генов приобретенных карбапенемаз молекулярного класса D, относящихся к группе ОХА (табл. 2).

Практически у половины изолятов *A. baumannii* обнаружено одновременное наличие генов *bla*<sub>ОХА-24/40</sub>- и *bla*<sub>ОХА-23</sub>-подобных β-лактамаз, гены металло-β-лактамаз обнаружены не были. Сравнение полученных данных с результатами предшествующих исследований свидетельствует о продолжающемся росте устойчивости к карбапенемам и продукции карбапенемаз у клинических изолятов *A. baumannii* в регионе, в основном, за счет распространения ферментов группы ОХА-24/40 [15].

**Обсуждение.** Таким образом, количество клинических штаммов *A. baumannii* в стационарах г. Нижнего Новгорода в последние годы значительно выросло и превысило количество штаммов *Pseudomonas* spp. *Acinetobacter baumannii* среди неферментирующих грамотрицательных бактерий стали лидером. Вместе с увеличением численности изолятов *A. baumannii* как возбудителей инфекционной патологии, наблюдается нарастание их устойчивости к большинству антибактериальных препаратов с формированием фенотипа экстремальной антибиотикорезистентности и даже панрезистентности. Увеличение количества штаммов *A. baumannii*, содержащих гены *bla*<sub>оха-23</sub> – подобных карбапенемаз, может предположительно свидетельствовать о распространении в регионе изолятов, принадлежащих международному клону G1 (IC11) [16]. В то же время можно предположить и другой механизм формирования фенотипа полирезистентных штаммов у большого числа *A. baumannii* – активацию эффлюксных насосов, однако, доказательство обоих предположений требует проведения полногеномного секвенирования изолятов.

**Выводы:**

1. *Acinetobacter baumannii* в структуре неферментирующих грамотрицательных бактерий в последние годы из категории эмерджентных микроорганизмов перешли в разряд ведущих возбудителей инфекционных процессов.

2. Количество карбапенемрезистентных штаммов среди клинических изолятов *A. baumannii* составляет 76,9%.

3. Фенотипическая устойчивость к карбапенемам у 86,8% штаммов *A. baumannii* обусловлена продукцией карбапенемаз ОХА групп.

4. Среди клинических изолятов *A. baumannii* выделены 5 панрезистентных штаммов (4,1%), устойчивых к представителям всех классов антибактериальных веществ, включая полимиксины.

ЛИТЕРАТУРА ( пп. 1, 5, 6, 9, 10, 13  
см. REFERENCES )

2. Шмакова М.А. Бактерии рода *Acinetobacter* как внутрибольничные патогены: эпидемиологические особенности. *Фундаментальная клиническая медицина*. 2019; 4 (1):66-72. DOI: 10.23946/2500-0764-2019-4-1-66-72.
3. Дмитриева Н.В., Эйдельштейн М.В., Агинова В.В., Григорьевская З.В., Петухова И.Н., Терещенко И.В. и др. Инфекции, вызванные *Acinetobacter baumannii*, у онкологических больных. *Сибирский онкологический журнал*. 2019; 18(3): 26-33.
4. Курдюмова Н.В., Савин И.А., Ершова О.Н., Александрова И.А., Сазыкина С.Ю., Гаджиева О.А. и др. Нозокомиальные менингиты, вызванные *Acinetobacter baumannii*, у пациентов отделения нейрореанимации. *Анестезиология и реаниматология*. 2019; 4:43-9. DOI: 10.17116/anaesthesiology201904143.
7. Тапальский Д.В., Петровская Т.А., Козлова А.И., Эйдельштейн М.В. Потенцирование антибактериальной активности колистина в отношении множественно- и экстремально-резистентных клинических изолятов *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* и *Pseudomonas aeruginosa* антибиотиками разных групп. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2020; 22(2):128-36. DOI: 10.36488/смас.2020.2.128-136.
8. Крыжановская О.А., Лазарева А.В., Чеботарь И.В. Бочарова Ю.А., Маянский Н.А. Спектр антибиотикорезистентности и распространенность ОХА-карбапенемаз среди штаммов *Acinetobacter baumannii*, выделенных у пациентов хирургических и реанимационных отделений в Москве. *Журнал микробиологии*. 2016; 1: 40-5.
11. Шек Е.А., Сухорукова М.В., Эйдельштейн М.В., Скленова М.Ю., Иванчик Н.В., Шайдуллина Э.Р. и др. Антибиотикорезистентность, продукция карбапенемаз и генотипы нозокомиальных штаммов *Acinetobacter* spp. в стационарах России: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования «МАРАФОН 2015-2016». *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2019; 21(2):171-9.
12. Хрульнова С.А., Коробова А.Г., Федорова А.В., Фролова И.Н., Савочкина Ю.А., Клясова Г.А. Детекция генов приобретенных карбапенемаз у изолятов *Acinetobacter baumannii*, выделенных из гемокультур больных опухолями системы крови. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2019; 21(1):56-60. DOI: 10.36488/смас.2019.1.56-60.
14. Российские клинические рекомендации «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам». Версия 2021-01.
15. Гординская Н.А., Сабирова Е.В., Абрамова Н.В., Карасева Г.Н. Распространение карбапенемрезистентных штаммов *Acinetobacter* spp. в ожоговых стационарах. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; 12-8:1417-20.
16. Хрульнова С.А., Коробова А.Г., Федорова А.В., Фролова И.Н., Клясова Г.А. Изменение клонального состава карбапенем-нечувствительных изолятов *Acinetobacter baumannii*, выделенных из крови больных опухолями системы крови. *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2020; 3:120-7. DOI: 10.17116/molgen202038031120.

Таблица 2

**Количество штаммов, продуцирующих карбапенемазы, среди фенотипически карбапенемрезистентных *Acinetobacter baumannii***

Гены карбапенемаз	Количество штаммов, %
<i>bla</i> <sub>ОХА24/40</sub>	80,0
<i>bla</i> <sub>ОХА23</sub>	53,3
<i>bla</i> <sub>ОХА24/40</sub> + <i>bla</i> <sub>ОХА23</sub>	46,5
<i>bla</i> <sub>ОХА58</sub>	0
<i>bla</i> <sub>VIM</sub> , <i>bla</i> <sub>IMP</sub> , <i>bla</i> <sub>NDM</sub>	0

## REFERENCES

1. Appaneal H.J., Lores V.V., La Plante K.L., Caffrey A.R. Treatment, clinical outcomes, and predictors of mortality among a National cohort of admitted patients with *Acinetobacter baumannii* infection. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2022; 66: e0197521.
2. Shmakova M.A. Bacteria of the genus *Acinetobacter* as nosocomial pathogens: epidemiological features. *Fundamental'naya klinicheskaya meditsina.* 2019; 4 (1):66-72. DOI 10.23946/2500-0764-2019-4-1-66-72. (in Russian)
3. Dmitrieva N.V., Eydel'shtein M.V., Aginova V.V., Grigor'evskaya Z.V., Petukhova I.N., Tereshchenko I.V. et al. Infections caused by *Acinetobacter baumannii* in cancer patients. *Sibirskiy onkologicheskiy zhurnal.* 2019; 18(3): 26-33. (in Russian)
4. Kurdyumova N.V., Savin I.A., Ershova O.N., Aleksandrova I.A., Sazykina S.Ya., Gadzhieva O.A. et al. Nosocomial meningitis caused by *Acinetobacter baumannii* in patients of the neuro-intensive care unit. *Anesteziologiya i reanimatologiya.* 2019; 4:43-9. DOI: 10.17116/anaesthesiology201904143. (in Russian)
5. Falcone M., Tiseo G., Leonidi A., Della Sala L., Vecchione A., Barnini S. et al. Cefiderocol compared to colistin – based regimens the treatment of severe infections caused by Carbapenem – resistant *Acinetobacter baumannii*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2022; 66 (5):17-21. DOI: 10.1128/AAC.02142-21.
6. Eales B.M., Tan V.H. Case Commentary: Novel Therapy for Multidrug – Resistant *Acinetobacter baumannii* Infection. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2022; 66: e0199621.
7. Tapal'skiy D.V., Petrovskaya T.A., Kozlova A.I., Eydel'shtein M.V. Potentiation of the antibacterial activity of colistin against multiple and extremely resistant clinical isolates *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* with antibiotics of different groups. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya.* 2020; 22(2):128-36. DOI: 10.36488/cmacc.2020.2.128-136. (in Russian)
8. Kryzhanovskaya O.A., Lazareva A.V., Chebotar' I.V. Bocharova Yu.A., Mayanskiy N.A. The spectrum of antibiotic resistance and the prevalence of OXA-carbapenemases among strains of *Acinetobacter baumannii* isolated from patients of surgical and intensive care units in Moscow. *Zhurnal mikrobiologii.* 2016; 1: 40-5. (in Russian)
9. Tavakol M., Momtaz H., Mohajeri P., Shokoohzadeh L., Tajbaksh E. Genotyping and distribution of virulence factors and antibiotic resistance genes of *Acinetobacter baumannii* strains isolated from raw meat. *Antimicrob. Resis. Infect. Control.* 2018; 120 (4):62-7. DOI: 10.1186/S13756-018-0405-2.
10. Farouk F., El Shimy R., Abdel-Motaleb A., Essam S., Azzazy H. Detection of *Acinetobacter baumannii* fresh produce using modified magnetic nanoparticles and PCR. *Annal. Biochem.* 2020; Nov 15: 609:113890. DOI: 10.1016/j.ab.2020.113890.
11. Shek E.A., Sukhorukova M.V., Eydel'shtein M.V., Skleenova M.Yu., Ivanchik N.V., Shaydullina E.R. et al. Antibiotic resistance, carbapenemase production and genotypes of nosocomial strains of *Acinetobacter* spp. in hospitals in Russia: results of a multicenter epidemiological study “MARATHON 2015-2016”. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya.* 2019; 21(2):171-9. (in Russian)
12. Khrul'nova S.A., Korobova A.G., Fedorova A.V., Frolova I.N., Savochkina Yu.A., Klyasova G.A. Detection of genes of acquired carbapenemases in *Acinetobacter baumannii* isolates isolated from hemocultures of patients with tumors of the blood system. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya.* 2019; 21(1):56-60. DOI: 10.36488/cmacc.2019.1.56-60. (in Russian)
13. Wang H., Wang J., Yu P., Ge P., Jiang Y., Xu R. et al. Identification of antibiotic resistance genes in the multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* strain, MDR-SHH02, using whole-genome sequencing. *Int. J. Mol. Med.* 2017; 39 (2):364–72.
14. Russian clinical guidelines “Determination of the sensitivity of microorganisms to antimicrobial drugs”. Version 2021-01. (in Russian)
15. Gordinskaya N.A., Sabirova E.V., Abramova N.V., Karaseva G.N. Distribution of carbapenem-resistant strains of *Acinetobacter* spp. in burn hospitals. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy.* 2016; 12-8:1417-20. (in Russian)
16. Khrul'nova S.A., Korobova A.G., Fedorova A.V., Frolova I.N., Klyasova G.A. Changes in the clonal composition of carbapenems-insensitive isolates of *Acinetobacter baumannii* isolated from the blood of patients with tumors of the blood system. *Molekulyarnaya genetika, mikrobiologiya i virusologiya.* 2020; 3:120-7. DOI: 10.17116/molgen202038031120. (in Russian)