



ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭРАДИКАЦИИ МУЛЬТИРЕЗИСТЕНТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ: РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ГРОДНЕНСКОЙ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ КЛИНИКЕ

Р. Э. Якубевич¹, А. А. Балла², И. Б. Котлинская², Н. В. Белявский¹, А. И. Хмарик¹,
Н. Н. Чернова¹, О. И. Абраменко²

¹Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

²Гродненская университетская клиника, Гродно, Беларусь

Введение. Мониторинг чувствительности к антибактериальным препаратам разных групп микроорганизмов позволяет обеспечить оптимальный подход к профилактике и лечению бактериальной инфекции. В связи с этим представляется важным анализ состава и резистентности бактериальной флоры с целью подбора наиболее эффективных препаратов для ее эрадикации.

Цель исследования. Выявить наиболее распространенные микроорганизмы в отделении реанимации и проанализировать их чувствительность к антибактериальным препаратам, определить общие закономерности и основные направления развития антибиотикорезистентности.

Материал и методы. Проанализированы данные микробиологических исследований у 107 пациентов отделения реанимации терапевтического профиля с разными заболеваниями.

Результаты. Наиболее часто выявлялись микроорганизмы видов *Staphylococcus epidermidis* (30 пациентов, 28,03% случаев), *Staphylococcus hominis* (15 пациентов, 14,01% случаев) и *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* (17 пациентов, 15,8% случаев). Наиболее частые носители – пациенты с внегоспитальной двусторонней интерстициальной пневмонией (62,9% случаев). Выявлена низкая чувствительность бактерий к карбапенемам и колистину, полная резистентность большинства микроорганизмов к пенициллинам, цефалоспорином и фторхинолонам, а также неожиданно высокая чувствительность к тетрациклину.

Выводы. В клинической практике сужается спектр эффективных препаратов против выделенных мультирезистентных микроорганизмов, необходимо избегать необоснованного применения антибиотиков и как можно быстрее переходить от эмпирического назначения препаратов широкого спектра к таргетной антимикробной терапии согласно данным микробиологического контроля. Рекомендуется рассмотреть возможность более широкого применения тетрациклина в интенсивной терапии.

Ключевые слова: антибактериальная терапия, сепсис, пневмония, мультирезистентные микроорганизмы, тетрациклин.

Для цитирования: Перспективы эффективной эрадикации мультирезистентных микроорганизмов: результаты микробиологического мониторинга в Гродненской университетской клинике / Р. Э. Якубевич, А. А. Балла, И. Б. Котлинская, Н. В. Белявский, А. И. Хмарик, Н. Н. Чернова, О. И. Абраменко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2023. Т. 21, № 2. С. 150-155. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-2-150-155>

Введение

Ранний выбор адекватного режима борьбы с тяжелой инфекцией в отделениях реанимации и интенсивной терапии – важнейшее условие повышения эффективности лечения и уменьшения числа осложнений [1]. Инвазия мультирезистентных микроорганизмов приводит к увеличению срока пребывания пациента в отделении, повышению стоимости лечения и ухудшению прогноза. [2]. Особенно уязвимы пациенты, которым необходима иммуносупрессивная терапия, либо те, кто вынужден долго находиться в стационаре в силу большого объема и травматичности операции (трансплантация органов, травматологические операции, операции на сердце и сосудах) [3].

Одна из причин быстрого развития антибиотикорезистентности у бактерий – неконтролируемое и часто необоснованное применение антибактериальных препаратов в медицине и животноводстве [4]. Кроме того, в терапии некоторых критических состояний, в том числе сепсиса, активно используются методы экстракорпо-

ральной детоксикации, которые могут снижать концентрацию антибактериальных препаратов в плазме [5], что также способствует формированию бактериальной устойчивости. Применение микробиологического мониторинга позволяет идентифицировать штаммы микроорганизмов и использовать только наиболее эффективные препараты для их эрадикации, предотвращая развитие антибиотикорезистентности, а также исключить из схемы лечения неэффективные препараты [6].

Согласно литературным данным, преобладающие внутрибольничные штаммы в условиях отделения интенсивной терапии – представители семейства Enterobacteriaceae, *Pseudomonas aeruginosa* и золотистый стафилококк, а такие факторы, как назогастральная интубация, послеоперационный статус и возраст старше 60 лет в значительной степени увеличивают вероятность инфицирования [7].

Таким образом, из-за широкого распространения инфекций, вызванных мультирезистентны-

ми штаммами микроорганизмов (МРШ) в отделении интенсивной терапии, представляется важным анализ состава и резистентности бактериальной флоры с целью подбора наиболее эффективных препаратов для ее эрадикации, а также предполагается применение профилактических мер для снижения частоты инфицирования у тяжелобольных пациентов.

Цель работы – выявить наиболее распространенные микроорганизмы в отделении реанимации и проанализировать их чувствительность к антибактериальным препаратам, определить общие закономерности и основные направления развития антибиотикорезистентности.

Материал и методы

В исследование были включены 107 пациентов отделения реанимации терапевтического профиля с разными заболеваниями. Всем пациентам выполнялся забор крови с целью идентификации микроорганизмов и выявления их чувствительности к антибиотикам. Взятие биологического материала проводилось медицинским персоналом реанимационного отделения во флаконы BacT/ALERT SA Aerobic со средой для выделения аэробных гемокультур и последующей детекцией образцов в гемокультиваторе BacT/ALERT 3D (Франция). Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам проводилось на автоматическом анализаторе Vitek 2 Compact производства BioMérieux (Франция). По результатам тестов бактерии классифицировались на 3 категории: «чувствительные», «резистентные», «умеренно резистентные». Статистическая обработка данных выполнялась с помощью компьютерной программы Microsoft Excel 2007.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования были выделены следующие микроорганизмы: *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Burkholderia cepacia* group, *Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter baumannii* complex, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus*



Рисунок 1. – Частота встречаемости разных видов микроорганизмов

Figure 1. – The frequency of occurrence of various types of microorganisms

saprophyticus, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus simulans*. Наиболее часто выявлялись *Staphylococcus epidermidis* (30 пациентов, 28,03% случаев), *Staphylococcus hominis* (15 пациентов, 14,01% случаев) и *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* (17 пациентов, 15,8% случаев), суммарно их носителями были 62 пациента из 107 обследованных (57,84%) (рис. 1). Дальнейший анализ антибиотикорезистентности описан в отношении наиболее распространенных микробных штаммов.

***Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae*.** Согласно полученным данным, из 30 видов антибактериальных препаратов только два оказались способны эффективно подавлять рост *Klebsiella pneumoniae* ssp. *Pneumoniae* – тайгеклин (90% бактерий чувствительны), тетрациклин (82,35%), к колистину чувствительны лишь 33,33% бактерий (рис. 2), к миноциклину большинство штаммов умеренно резистентны (рис. 3). К часто применяемым в клинической практике пеницилинам, цефалоспорином и фторхинолонам данный микроорганизм резистентен в большинстве случаев (рис. 4).

Нозологическая характеристика группы пациентов представлена в таблице 1. Наиболее часто *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* выявлялась у пациентов с диагнозом «внегоспитальная двусторонняя интерстициальная полисегментарная пневмония», реже встречались ту-

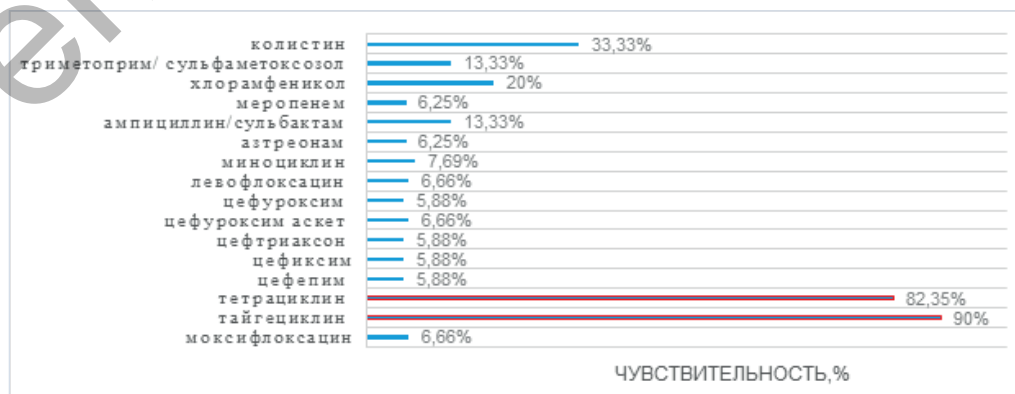


Рисунок 2. – Чувствительность *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 2. – Susceptibility of *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* to antibiotics in the intensive care unit, %

булоинтерстициальный нефрит, люпус нефрит и острый панкреатит, наименьшая доля пациентов с острым правосторонним пиелонефритом.

Staphylococcus hominis. Чаще всего *Staphylococcus hominis* был выделен у лиц с вне-

Таблица 1. – Нозологическая характеристика пациентов с выделенной *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* в отделении интенсивной терапии
Table 1. – Nosological characteristics of patients with isolated *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* in the intensive care unit

Острый панкреатит	23,5%
Острый правосторонний пиелонефрит	5,88%
Тубулоинтерстициальный нефрит, люпус нефрит	23,53%
Внегоспитальная двусторонняя интерстициальная полисегментарная пневмония	47%

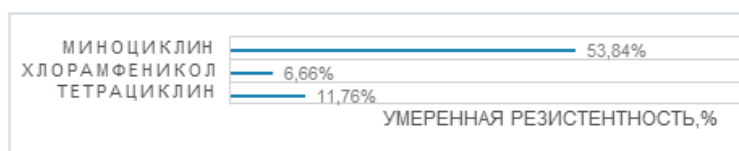


Рисунок 3. – Умеренная резистентность *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 3. – Moderate resistance of *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* to antibiotics in the intensive care unit, %



Рисунок 4. – Резистентность *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 4. – Resistance of *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* to antibiotics in the intensive care unit, %

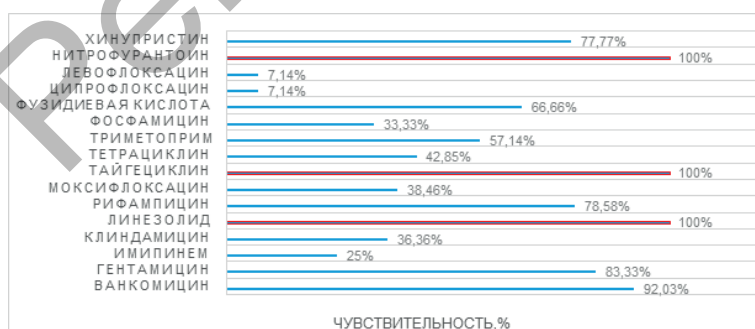


Рисунок 5. – Чувствительность *Staphylococcus hominis* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 5. – Susceptibility of *Staphylococcus hominis* to antibiotics in the intensive care unit, %

госпитальной двусторонней полисегментарной вирусно-бактериальной пневмонией (66,66%) (табл. 2), а также с нагноением гематомы, острым пиелонефритом, острым панкреатитом, мочекаменной болезнью, острым гнилостно-некротическим парапроктитом (6,66%).

Наиболее эффективные препараты против *Staphylococcus hominis*, по данным микробиологического мониторинга (рис. 5) – линезолид, тайгециклин, нитрофурантоин, ванкомицин и гентамицин. Большинство штаммов умеренно резистентны или полностью резистентны к моксифлоксацину, полностью резистентны к другим фторхинолонам (рис. 6, 7), что делает данную группу антибиотиков малоэффективной. Стоит обратить внимание на достаточно высокую резистентность *Staphylococcus hominis* к имипенему, который часто применяется для эмпирической антимикробной терапии.

Staphylococcus epidermidis. Данный вид – самый распространенный микроорганизм в исследуемом отделении реанимации (28,03%) (рис. 1). Наиболее часто стафилококк встречается у пациентов с двусторонней полисегментарной пневмонией тяжелой степени (70%), острым деструктивным панкреатитом (16,6%), парапроктитом (6,66%), холангитом (3,33%), гнойным отитом (3,33%) (табл. 3).

По данным о чувствительности стафилококков к антибиотикам (рис. 8) наибольшая антистафилококковая эффективность у ванкомицина, тайгециклина, линезолида и тетрациклина. Высокую антимикробную активность также продемонстрировали нитрофурантоин, триметоприм/сульфаметоксазол, фосфомицин, рифампицин. Наиболее устойчив данный вид стафилококка оказался лишь к препаратам пенициллинового ряда, за исключением оксациллина (рис. 9, 10).

Для трех описанных видов бактерий можно обнаружить несколько общих закономерностей. Антибиотики пенициллинового ряда, а также цефалоспорины предсказуемо малоэффективны против выявленных МРШ. Неожиданно низкую эффективность показали карбапенемы – в среднем к ним чувствительны лишь около трети бактерий, что, вероятно, связано с массовым применением этой группы в отделениях реанимации в качестве стартовой эмпирической антимикробной терапии. При этом редко используемый в лечении критических состояний тетрациклин оказался очень эффективен против *Klebsiella* spp и достаточно эффективен против стафилококков – к нему чувствительны около полови-

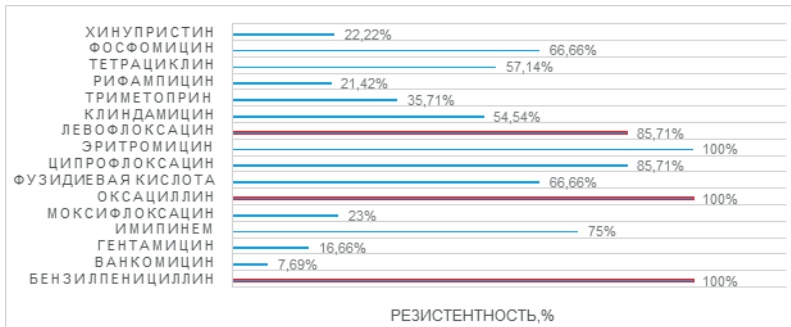


Рисунок 6. – Резистентность *Staphylococcus hominis* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 6. – Resistance of *Staphylococcus hominis* to antibiotics in the intensive care unit, %

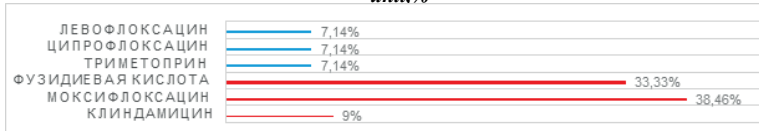


Рисунок 7. – Умеренная резистентность *Staphylococcus hominis* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 7. – Moderate resistance of *Staphylococcus hominis* to antibiotics in the intensive care unit, %



Рисунок 8. – Чувствительность *Staphylococcus epidermidis* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 8. – Sensitivity of *Staphylococcus epidermidis* to antibiotics in the intensive care unit, %



Рисунок 9. – Резистентность *Staphylococcus epidermidis* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 9. – Resistance of *Staphylococcus epidermidis* to antibiotics in the intensive care unit, %



Рисунок 10. – Умеренная резистентность *Staphylococcus epidermidis* к антибиотикам в отделении интенсивной терапии, %

Figure 10. – Moderate resistance of *Staphylococcus epidermidis* to antibiotics in the intensive care unit, %

Таблица 2. – Нозологическая характеристика пациентов с выделенным *Staphylococcus hominis* в отделении интенсивной терапии, %

Table 2. – Nosological characteristics of patients with isolated *Staphylococcus hominis* in the intensive care unit, %

Внегоспитальная двусторонняя полисегментарная вирусно-бактериальная пневмония	66,66%
Нагноение гематомы	6,66%
Острый пиелонефрит	6,66%
Острый панкреатит	6,66%
Мочекаменная болезнь	6,66%
Острый гнилостно-некротический парапроктит	6,66%

Таблица 3. – Нозологическая характеристика пациентов с выделенным *Staphylococcus epidermidis* в отделении интенсивной терапии

Table 3. – Nosological characteristics of patients with isolated *Staphylococcus epidermidis* in the intensive care unit

Двусторонняя полисегментарная пневмония тяжелой степени	70%
Острый деструктивный панкреатит	16,6%
Парапроктит	6,66%
Холангит	3,33%
Гнойный отит	3,33%

ны выявленных штаммов. Стоит обратить внимание на низкую чувствительность *Klebsiella spp.* к колистину – препарат эффективен лишь у трети пациентов.

При изучении нозологической структуры случаев, в которых были выделены описанные мультирезистентные микроорганизмы, большинство составили пациенты с внегоспитальной двусторонней интерстициальной полисегментарной пневмонией. Вероятно, это связано с особенностями периода исследования – в 2021 г. сохранялась высокая интенсивность пандемии COVID-19 [8], поэтому в широкопрофильные стационары госпитализировалось большое количество пациентов с вирусно-бактериальной пневмонией. Кроме того, при проведении кислородотерапии и ИВЛ в условиях длительного нахождения в отделении реанимации у таких пациентов увеличивается риск присо-

единения вторичной инфекции с последующим развитием бактериемии [9].

Выводы

В структуре микрофлоры терапевтической реанимации за исследуемый период времени преобладали *Klebsiella pneumoniae* ssp., *Staphylococcus hominis* и *Staphylococcus epidermidis*. По результатам мониторинга антибиотикорезистентности выявлено, что в клинической практике сужается спектр эффективных препаратов против выделенных МРПШ. Следует более грамотно подходить к антибактериальной терапии, избегать необоснованного применения антибиотиков и как можно быстрее переходить

от эмпирического назначения препаратов широкого спектра к таргетной антимикробной терапии согласно данным микробиологического контроля. Неожиданно перспективным в эрадикации МРПШ оказался тетрациклин, в то время как привычные антибиотики резерва в виде карбапенемов и колистина теряют свою эффективность. Актуальным остается вопрос профилактики: необходимо не допускать внутрибольничного распространения мультирезистентных микроорганизмов, четко исполнять правила асептики и антисептики в отделении реанимации при проведении инвазивных манипуляций, манипуляций по уходу за пациентом.

Литература

1. Vasala, A. Modern Tools for Rapid Diagnostics of Antimicrobial Resistance / A. Vasala, V. P. Hytönen, O. H. Laitinen // *Front Cell Infect Microbiol.* – 2020. – Vol. 10. – Art. 308. – doi:10.3389/fcimb.2020.00308.
2. Prevalence and Outcomes of Infection Among Patients in Intensive Care Units in 2017 / J. L. Vincent [et al.] // *JAMA.* – 2020. – Vol. 323, № 15. – P. 1478-1487. – doi:10.1001/jama.2020.2717.
3. Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and alternative therapeutic strategies / Z. Pang [et al.] // *Biotechnol Adv.* – 2019. – Vol. 37, № 1. – P. 177-192. – doi: 10.1016/j.biotechadv.2018.11.013.
4. Antimicrobial resistance: A multifaceted problem with multipronged solutions / T. Gil-Gil [et al.] // *Microbiologyopen.* – 2019. – Vol. 8, № 11. – P. e945. – doi: 10.1002/mbo3.945.
5. Белявский, Н. В. Изменение концентрации в плазме меропенема на фоне проведения экстракорпоральной гемоперфузии через селективные гемосорбенты у пациентов с сепсисом при проведении комплексной интенсивной терапии / Н. В. Белявский, Р. Э. Якубцевич, М. Н. Курбат // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета.* – 2022. – Т. 20, № 3. – С. 330-334. – <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2022-20-3-330-334>. – edn: NNMVQA.
6. Козлов, Р. С. Резистентность к антимикробным препаратам основных бактериальных возбудителей нозокомиальных инфекций: взгляд в будущее : наукові праці науково-практичної конференції “Лабораторні та клінічні аспекти раціональної антибіотикотерапії” / Р. С. Козлов, О. У. Стецюк, И. В. Андреева // *Медицинські перспективи.* – 2009. – Т. 14, № 1. – С. 101-112.
7. Антибиотикорезистентность возбудителей госпитальных инфекций в отделении реанимации / О. Н. Воробьева [и др.] // *Российский микробиологический вестник имени академика И.П. Павлова.* – 2009. – Т. 17, № 4. – С. 30-36. – edn: MBBZFF.
8. Злотников, А. Пандемия COVID-19 в Беларуси: демографическое отражение / А. Злотников // *Наука и инновации.* – 2021. – Т. 215, № 1. – С. 70-75. – edn: SUDUID.
9. The Impact of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) on Healthcare-Associated Infections / M. A. Baker [et al.] // *Clin Infect Dis.* – 2022. – Vol. 74, № 10. – P. 1748-1754. – doi:10.1093/cid/ciab688.

References

1. Vasala A, Hytönen VP, Laitinen OH. Modern Tools for Rapid Diagnostics of Antimicrobial Resistance. *Front Cell Infect Microbiol.* 2020;10:308. doi:10.3389/fcimb.2020.00308.
2. Vincent JL, Sakr Y, Singer M, Martin-Loeches I, Machado FR, Marshall JC, Finfer S, Pelosi P, Brazzi L, Adhikari S, Timsit JF, Du B, Wittebole X, Máca J, Kannan S, Gorordo-Delsol LA, De Waele JJ, Mehta Y, Bonten MJM, Khanna AK, Kollef M, Human M, Angus DC. Prevalence and Outcomes of Infection Among Patients in Intensive Care Units in 2017. *JAMA.* 2020;323(15):1478-1487. doi:10.1001/jama.2020.2717.
3. Pang Z, Raudonis R, Glick BR, Lin TJ, Cheng Z. Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and alternative therapeutic strategies. *Biotechnol Adv.* 2019;37(1):177-192. doi:10.1016/j.biotechadv.2018.11.013.
4. Gil-Gil T, Laborda P, Sanz-García F, Hernando-Amado S, Blanco P, Martínez JL. Antimicrobial resistance: A multifaceted problem with multipronged solutions. *Microbiologyopen.* 2019;8(11):e945. doi: 10.1002/mbo3.945.
5. Belyavsky NV, Yakubtsevich RE, Kurbat MN. Meropenem plasma levels changes during extracorporeal hemoperfusion through selective hemosorbents in patients with sepsis under complex intensive therapy. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2022;20(3):330-334. doi: 10.25298/2221-8785-2022-20-3-330-334. edn: NNMVQA. (Russian).
6. Kozlov RS, Stetsyuk OU, Andreyeva IV. Resistance to antimicrobial preparations of basic bacterial causative agents of nosocomial infections: a sight into future. In: Scientific works of scientific-practical conference “Laboratory and clinical aspects of rational antibiotic therapy”. *Medicini Perspektivi.* 2009;14(1):101-112. (Russian, Ukrainian).
7. Vorobyova ON, Kamaleeva MF, Denisenko LI, Doshchitsina AS, Dulepo SA. Nosocomial infections in ICU. *IP Pavlov Russian medical biological herald.* 2009;17(4):30-36. edn: MBBZFF. (Russian).
8. Zlotnikov A. COVID-19 pandemic in Belarus: demographic reflection. *The Science and Innovation.* 2021;215(1):70-75. – edn: SUDUID. (Russian).
9. Baker MA, Sands KE, Huang SS, Kleinman K, Septimus EJ, Varma N, Blanchard J, Poland RE, Coady MH, Yokoe DS, Fraker S, Froman A, Moody J, Goldin L, Isaacs A, Kleja K, Korwek KM, Stelling J, Clark A, Platt R, Perlman JB. The Impact of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) on Healthcare-Associated Infections. *Clin Infect Dis.* 2022;74(10):1748-1754. doi:10.1093/cid/ciab688.

PROSPECTS FOR EFFECTIVE ERADICATION OF MULTI-RESISTANT MICROORGANISMS: RESULTS OF MICROBIOLOGICAL MONITORING IN GRODNO UNIVERSITY CLINIC

R. E. Yakubtsevich¹, A. A. Balla², I. B. Kotlinskaya², N. V. Belyavsky¹, A. I. Khmarik¹,
N. N. Chernova¹, O. I. Abramenko²

¹Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

²Grodno University Clinic, Grodno, Belarus

Background. Monitoring sensitivity to antibacterial drugs of various groups of microorganisms allows us to provide an optimal approach to the prevention and treatment of bacterial infection. In this regard, it is important to analyze the composition and resistance of the bacterial flora in order to select the most effective drugs for its eradication.

Purpose of the study. Our aim is to identify the most common microorganisms in intensive care unit (ICU) and analyze their sensitivity to antibacterial drugs, and determine the general patterns and main directions in the development of antibiotic resistance.

Materials and methods. The data of microbiological studies in 107 patients of the ICU of a therapeutic profile with various diseases were analyzed.

Results. The most frequently detected microorganisms were *Staphylococcus epidermidis* (30 patients, 28.03% of cases), *Staphylococcus hominis* (15 patients, 14.01% of cases) and *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae* (17 patients, 15.8% of cases). The most common carriers were patients with community-acquired bilateral interstitial pneumonia (62.9% of cases). Low sensitivity of bacteria to carbapenems and colistin, complete resistance of most microorganisms to penicillins, cephalosporins and fluoroquinolones, as well as unexpectedly high sensitivity to tetracycline were revealed.

Conclusions. In clinical practice, the range of effective drugs against isolated multi-resistant microorganisms is narrowing, it is necessary to avoid the unreasonable use of antibiotics and, as soon as possible, move from the empirical prescription of broad-spectrum drugs to targeted antimicrobial therapy according to microbiological control data. It is recommended to consider the possibility of a wider use of tetracycline in ICU.

Keywords: antibiotic therapy, sepsis, pneumonia, multidrug-resistant microorganisms, tetracycline.

For citation: Yakubtsevich RE, Balla AA, Kotlinskaya IB, Belyavsky NV, Khmarik AI, Chernova NN, Abramenko OI. Prospects for effective eradication of multi-resistant microorganisms: results of microbiological monitoring in Grodno university clinic. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2023;21(2):150-155. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-2-150-155>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

Якубцевич Руслан Эдвардович / Yakubtsevich Ruslan, e-mail: jackruslan@tut.by, ORCID: 0000-0002-8699-8216

Балла Александр Александрович / Balla Aleksandr, e-mail: alexsanderballa@gmail.com

Котлинская Инна Брониславовна / Kotlinskaya Inna, e-mail: kotlinskaja@tut.by

*Белявский Николай Викторович / Belyavsky Nikolay, e-mail: neurogames@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0452-8876

Чернова Наталья Николаевна / Chernova Natalia, e-mail: mantikora7791@gmail.com

Хмарик Анастасия Игоревна / Khmaryk Anastasiya, e-mail: kiramma@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4053-3392

Абраменко Олег Игоревич / Abramenko Oleg, e-mail: rubik909@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2907-2863

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 30.01.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 21.03.2023