



Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии

Научно-исследовательский институт антимикробной химиотерапии ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России

#### Учредитель

Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии

#### Издатель

Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии www.iacmac.ru

Журнал зарегистрирован Комитетом РФ по печати 30.09.1999 г. (№019273) Тираж 3000 экз.

#### Подписка на сайте издателя https://service.iacmac.ru

**Адрес для корреспонденции** 214019, г. Смоленск, а/я 5. Тел./факс: (4812)45 06 02

Электронная почта: cmac@antibiotic.ru

Электронная версия журнала: https://cmac-journal.ru

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Присланные в редакцию статьи проходят рецензирование

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых материалов

Ответственность за достоверность рекламных публикаций несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

© Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия, 2022.

### Содержание

#### Болезни и возбудители

Чеботарь И.В., Бочарова Ю.А.

4 Загадочный Achromobacter

Диникина Ю.В., Шагдилеева Е.В., Хостелиди С.Н., Шадривова О.В., Авдеенко Ю.Л., Волкова А.Г., Попова М.О., Зубаровская Л.С., Богомолова Т.С., Игнатьева С.М., Колбин А.С., Белогурова М.Б., Бойченко Э.Г., Климко Н.Н.

14 Сочетание инвазивного аспергиллеза и мукормикоза у детей: описание клинического случая и результаты многоцентрового исследования

#### Антимикробные препараты

Гомон Ю.М., Колбин А.С.

23 Проблемы оценки экономической эффективности антимикробных препаратов: опыт Российской Федерации

#### Антибиотикорезистентность

Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., Козлов Р.С.

31 Практика локального мониторинга антибиотикорезистентности в стационарах различных регионов РФ

Петрова Л.В., Кузьменков А.Ю., Камышова Д.А., Виноградова А.Г., Гусаров В.Г., Замятин М.Н.

39 Опыт внедрения онлайн-платформы AMRcloud для локального мониторинга антибиотикорезистентности в многопрофильном стационаре

Кожушная О.С., Солопова Г.Г., Маркелов М.И, Орил А.Р., Балашов Д.Н, Шелихова Л.Н., Новичкова Г.А.

47 Мониторинг мутаций в гене UL97 цитомегаловируса, ассоциированных с резистентностью к ганцикловиру, у детей после аллогенной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток

Эйдельштейн И.А., Руднева Н.С., Романов А.В., Зубарева Л.М., Кузьменков А.Ю., Колесникова Е.А., Трушин И.В., Борисов И.В., Суханова Л.Н., Ахмедова А.М., Новикова О.П., Козлов Р.С.

52 Mycoplasma genitalium: мониторинг распространения мутаций, связанных с резистентностью к макролидам в России

#### Микробиологическая диагностика

Чагарян А.Н., Иванчик Н.В., Миронов К.О., Муравьев А.А.

61 Современные методы капсульного типирования Streptococcus pneumoniae: возможности и доступность для практической лаборатории

Ивойлов О.О., Кочетов А.Г., Тирских К.А.

**67** Современный подход к хронометражу рабочих мест микробиологической лаборатории

#### Опыт работы

Черкасова Ю.И., Кремлева Е.А., Щетинина Ю.С., Сгибнев А.В.

77 Влияние местного применения раствора, содержащего ионы железа двухвалентного, на эффективность терапии рецидивирующего урогенитального трихомониаза у женщин

Степанов Н.А., Рукосуева Т.В., Бочанова Е.Н., Боровлева А.В., Ганжа А.В., Носов А.С., Еремина К.И., Соболева В.О.

83 Оценка микробного загрязнения смартфонов медицинских работников

DOI: 10.36488/cmac.2022.1.39-46

Оригинальная статья

# Опыт внедрения онлайн-платформы AMRcloud для локального мониторинга антибиотикорезистентности в многопрофильном стационаре

Петрова Л.В. $^{1}$ , Кузьменков А.Ю. $^{2}$ , Камышова Д.А. $^{1}$ , Виноградова А.Г. $^{2}$ , Гусаров В.Г. $^{1}$ , Замятин М.Н. $^{1}$ 

- <sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия
- <sup>2</sup> НИИ антимикробной химиотерапии ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, Смоленск, Россия

Контактный адрес:

Алексей Юрьевич Кузьменков Эл. почта: alexey.kuzmenkov@antibiotic.ru

Ключевые слова: AMRcloud, антибиотикорезистентность, мониторинг, анализ данных, стратегия контроля антимикробной терапии, онлайн-платформа.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Внешнее финансирование: исследование проведено без внешнего финансирования.

**Цель.** Создать локальную систему мониторинга антибиотикорезистентности с использованием онлайн-платформы AMRcloud для обеспечения доказательного реестра по активности антимикробных препаратов (АМП) и эпидемиологии антимикробной резистентности (АМР).

Материалы и методы. Данное исследование выполнено на базе ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Москва). Исследование носит проспективный характер, с проведением двух оценок локальной системы мониторинга АМР (до и после внедрения онлайн-платформы AMRcloud). Отдельно были оценены эффекты от внедрения платформы AMRcloud и изучены наиболее частые сценарии использования данной системы в стационаре.

**Результаты.** С помощью платформы AMRcloud, выступающей в качестве одного из центральных звеньев процесса мониторинга AMP, была сформирована локальная система мониторинга AMP, обеспечивающая преемственность исторических данных и доказательную базу по локальной эпидемиологии AMP с доступом в режиме реального времени и объединяющая вокруг себя специалистов различного профиля.

**Выводы.** Внедрение в деятельность многопрофильного стационара онлайн-платформы AMRcloud позволяет создать локальную доказательную базу по активности АМП и эпидемиологии AMP, а также сократить трудозатраты при проведении нескольких важнейших этапов мониторинга AMP – хранения, анализа и обмена данными.

Original Article

# Experience in implementing the AMRcloud online platform for local antimicrobial resistance surveillance in a tertiary care hospital

Petrova L.V.<sup>1</sup>, Kuzmenkov A.Yu.<sup>2</sup>, Kamyshova D.A.<sup>1</sup>, Vinogradova A.G.<sup>2</sup>, Gusarov V.G.<sup>1</sup>, Zamyatin M.N.<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia
- <sup>2</sup> Institute of Antimicrobial Chemotherapy, Smolensk, Russia

Contacts:

Alexey Yu. Kuzmenkov E-mail: alexey.kuzmenkov@antibiotic.ru

Key words: AMRcloud, antimicrobial resistance, surveillance, data analysis, antimicrobial stewardship, online platform.

Conflicts of interest: all authors report no conflicts of interest relevant to this article.

External funding source: no external funding received.

**Objective.** To create local antibiotic resistance surveillance system using the AMRcloud online platform to provide evidence base for activity of antimicrobials (AM) and antimicrobial resistance (AMR) epidemiology.

Materials and methods. This study was conducted at the Pirogov National Medical and Surgical Center (Moscow, Russia). The study is prospective, with two evaluations of the local AMR surveillance system (before and after the implementation of the AMRcloud online platform). Separately, the effects of implementing the AMRcloud platform were evaluated and the most frequent scenarios of using this system in hospital were studied.

**Results.** With the help of the AMRcloud platform, which acts as one of the central links in the AMR surveillance process, a local AMR surveillance system was formed, providing continuity of historical data and evidence base on local AMR epidemiology with real-time access and bringing together specialists of various profiles.

**Conclusions.** Implementation of the AMRcloud online platform into multidisciplinary hospital operations enables the creation of a local evidence base on AM activity and AMR epidemiology, as well as reducing the labor costs of several crucial stages of AMR surveillance – data storage, analysis and exchange.

НТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ KMAX · 2022 · Том 24 · №1

#### Введение

Рост и распространение антимикробной резистентности (АМР) является одной из глобальных угроз системы здравоохранения [1, 2]. В настоящее время вместе с разработкой новых антимикробных препаратов (АМП) базовым подходом для противодействия распространению АМР является рациональное использование существующих АМП [3, 4]. Выбор оптимального препарата с учетом его активности, дозы, кратности и пути введения является основой рациональной антимикробной терапии (АМТ). Однако ввиду роста и распространения АМР крайне важным является доступность актуальной информации по активности АМП [5]. В данном контексте мониторинг антибиотикорезистентности является ключевым мероприятием, обеспечивающим доказательную базу, основываясь на которой должны составляться формуляры АМП и протоколы АМТ [6, 7]. Основными источниками информации о динамике АМР являются данные глобальных и национальных систем мониторинга [8-12]. Однако на уровне отдельно взятого стационара для выполнения вышеуказанных задач преимущество остается за локальными данными, а глобальные и национальные тренды АМР могут использоваться преимущественно в качестве справочной информации. В процессе локального мониторинга АМР необходимо учитывать крайне разнородные и динамически меняющиеся данные (активность АМП, виды микроорганизмов, демографическую информацию, различные типы стратификаций и т.д.), что является довольно затруднительным в рутинной практике [13]. Для оптимизации и совершенствования процессов локального мониторинга АМР был разработан комплекс методологических подходов, а также онлайн-платформа AMRcloud (amrcloud. net) [14]. Сотрудники ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва) одними из первых осуществили внедрение предложенных подходов к локальному мониторингу с использованием онлайн-платформы AMRcloud. Опыт внедрения и результаты использования представлены в данной публикации.

**Цель** исследования – создать локальную систему мониторинга антибиотикорезистентности с использованием онлайн-платформы AMRcloud для обеспечения доказательной базы по активности AMП и эпидемиологии AMP.

#### Материалы и методы

Настоящее исследование выполнено на базе ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Москва). Исследование носит проспективный характер, с проведением двух оценок локальной системы мониторинга АМР (до и после внедрения онлайн-платформы AMRcloud). Перед началом процесса внедрения онлайн-платформы AMRcloud (январь 2020 г.) была проведена первичная оценка существующей системы локального мониторинга АМР: наличие команды специалистов, ответственных за проведение мониторинга АМР; утвержденной схемы мониторинга АМР; существующего

направления на микробиологическое исследование; наличие стандартизированных справочников; перечень препаратов для определения чувствительности и методы определения чувствительности; используемые критерии для интерпретации данных об активности АМП; непрерывность и шаблон для сбора локальных данных; доступность локальных данных в режиме реального времени «24/7»; частота обновления локальных данных; использование локальных данных для составления локальных протоколов АМТ.

После проведения первичной оценки осуществлялось внедрение онлайн-платформы AMRcloud с последующей повторной оценкой (с помощью аналогичных критериев, использующихся при первичной оценке) системы локального мониторинга через два года от момента внедрения платформы (январь 2022 г.) и изучением наиболее часто используемых сценариев работы с платформой AMRcloud.

#### Результаты и обсуждение

На момент имплементации онлайн-платформы AMRcloud в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России уже существовала программа управления антимикробной терапией («Стратегия Контроля Антимикробной Терапии», СКАТ) [6, 7]. Эта программа была внедрена в деятельность стационара в 2013 г., в основе которой было создание мультидисциплинарной команды специалистов и начало активного использования микробиологических данных, полученных в лаборатории Центра.

Микробиологическая лаборатория Центра осуществляет консультативно-диагностическую помощь амбулаторным и стационарным подразделениям: выявление возбудителей инфекционных заболеваний, фенотипическое определение чувствительности, а также маркеров резистентности грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов, микробиологическими и молекулярно-биологическими (ПЦР) методами. Ежегодное количество выполняемых исследований составляет более 6000 изолятов в год. Учитывая ключевую роль микробиологической лаборатории в процессе мониторинга АМР, нами была проведена оценка оснащения и основных методов определения чувствительности в лаборатории.

Таким образом, к моменту внедрения онлайн-платформы AMRcloud главной особенностью нашей лаборатории как основного генератора и провайдера локальных данных в стационаре являлось наличие большого пула (более 6000 изолятов в год) высоко вариабельной информации, динамически поступающей из различных источников, которую необходимо учитывать для получения полноценной картины о локальной эпидемиологии AMP. Особую сложность представляло объединение всей информации в единый набор данных, который должен включать в себя как сопроводительную информацию о пациенте (локус инфекции, клинический материал,

КМАХ · 2022 · Том 24 · №1

**Таблица 1.** Основные составляющие локального мониторинга AMP и используемые подходы, методы и оборудование (до внедрения AMRcloud)

Составляющие локального мониторинга АМР	Используемые методы, подходы и/или оборудование
Заполнение направления на микробиологическое исследование	Заполняется в медицинской информационной системе (МИС), включает локус инфекций и клинический материал.
Идентификация возбудителей	Лазерная десорбционно-ионизационная времяпролетная масс-спектрометрия («VITEK MS», bioMerieux, Франция).
Гемокультивирование	Анализатор культур крови «BacT/ALERT 3D 60» (bioMerieux, Франция).
Фенотипическое определение чувствительности	До 2019 г. – автоматический бактериологический анализатор («VITEK 2 Compact», bioMerieux, Франция).
	С 2019 г. – автоматический бактериологический анализатор («Phoenix50», BD, США). С дополнительным использованием панелей с расширенным спектром АМП («EMERGE Panels») для грамотрицательных возбудителей (NMIC-505) с типированием карбапенемаз по Амблеру.
	Ручной диско-диффузионный метод с последующей интерпретацией результатов с помощью бактерио- логического анализатора «ADAGIO» (Bio-Rad, Франция).
Выявление молекулярных механизмов АМР	До июля 2021 г. – на термоциклере для амплификации нуклеиновых кислот 1000 CFX96 (Bio-Rad, Франция).
	С июля 2021 г. – на амплификаторе детектирующем «ДТлайт» в модификации 4S1 (ДНК-Технология, Россия) с помощью набора «БактРезиста» (ДНК-Технология, Россия).
Используемые критерии для интерпретации результатов определения чувствительности	EUCAST (с ежегодным обновлением). На этапе суммарного анализа конкретная версия критериев применяется только к результатам текущего года.
Лабораторная информационная система (ЛИС)	«АльфаЛАБ» с технологией штрихкодирования проб, которая позволяет автоматизировать управление всеми процессами работы, начиная от регистрации пробы до выдачи результатов микробиологического исследования.
Формирование отчета	Обработка данных в ручном режиме: формирование в ЛИС отчета (Excel-файл); последующее преобразование полученного файла в зависимости от поставленных задач; расчеты в Excel и сторонних программах. Данные из ЛИС и МИС объединяются на уровне таблицы Excel.
Доступ к локальным данным мониторинга АМР и результатам их анализа	Предоставление отчета по запросу в микробиологическую лабораторию (после проведения всех этапов подготовки и обработки данных). Обновление локальных данных и предоставление команде СКАТ осуществлялось на ежегодной основе.

дополнительные характеристики, например, группа пациента по СКАТ и прочее), так и данные о фенотипическом (данные минимальных подавляющих концентраций (МПК) и диаметров зон подавления роста) определении чувствительности и выявлении молекулярных механизмов АМР. Отдельной проблемой являлось применение актуальных критериев EUCAST ко всему пулу накопленных количественных данных для сопоставления с историческими результатами. Наличие ЛИС, выступающей агрегатором данных, безусловно, кратно снижает трудозатраты и повышает автоматизацию рутинно выполняемых в микробиологической лаборатории операций. Однако существующие решения не позволяли нам учитывать весь спектр данных для реализации программы СКАТ и анализировать их с минимальными трудозатратами в режиме реального времени.

Для обеспечения доказательной непрерывно обновляемой базы по локальной эпидемиологии АМР с доступом к результатам в режиме реального времени в 2019 г. было принято решение внедрить в рабочий процесс онлайн-платформу для анализа и обмена данными антибиотикорезистентности – AMRcloud. На первом этапе было проведено обучение сотрудников ФГБУ

«НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, являющихся членами команды СКАТ, работе с платформой AMRcloud. На втором этапе была осуществлена настройка формирования шаблона отчета для выгрузки из ЛИС в AMRcloud (базовый шаблон для использования с AMRcloud доступен по адресу https://amrcloud.net/ru/ tutorials/import-data/08-appdx-datafile/). Основными изменениями в шаблоне создаваемого табличного отчета являлось добавление столбца «Группа микроорганизма» (который в настоящий момент не настолько актуален ввиду возможности автоматической генерации группы микроорганизмов в AMRcloud), добавление значений МПК и диаметров зон подавления роста (что необходимо для применения единых интерпретационных критериев, в т.ч. к историческим данным для обеспечения преемственности результатов), добавление сопроводительной информации о пациенте/изоляте. На третьем этапе платформа AMRcloud была представлена на внутренней комиссии по инфекциям, связанным с оказанием медицинской помощи, и после проведенной демонстрации была рекомендована к применению в стационаре.

В настоящее время платформа AMRcloud активно используется в работе, выступая центром данных по

Петрова Л.В. и соавт.

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ KMAX · 2022 · Том 24 · №1

## Сбор данных Направление биоматериалов ПЦР (скрининг) Посев Микробиологическая лаборатория ПЦР Идентификация Определение чувствительности к антимикробным препаратам Фенотип Генотип Информация в чат рабочей группы ЛИС Микробиологическая лаборатория Отчеты Загрузка в AMRcloud Рабочая группа Протоколы лечения, формуляры Лечебное отделение Рабочая группа • главный врач • клинический фармаколог • микробиолог • эпидемиолог • врач лечебного отделения (заведующий отделением) Сотрудники, ответственные за выбор и обработку информации: клинический фармаколог, микробиолог, эпидемиолог Рабочая программа • справочники (микроорганизмы, биоматериал, антимикробные препараты) • бланки направлений • нормативные документы • формы отчетов

Рисунок 1. Схема локального мониторинга АМР в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России

локальной эпидемиологии АМР, объединяющим вокруг себя различных специалистов. Основной сценарий работы заключается в формировании стандартизированной ежемесячной выгрузки из ЛИС в AMRcloud. В свою очередь, в рамках AMRcloud данные обрабатываются согласно заданным алгоритмам (осуществляется применение выбранных интерпретационных критериев, а также пользовательских правил интерпретации). Окончательным результатом загрузки данных является формирование закрытого онлайн-портала, позволяющего в режиме реального времени проводить анализ данных по локальной эпидемиологии АМР в зависимости от различных параметров (стратифицированный подход). Основной пул обновляемых данных в рамках AMRcloud хранится в специально созданном проекте, доступ к которому имеют члены команды СКАТ. Следует отметить, что для решения отдельных задач (например, для углубленного анализа молекулярно-генетических данных) в рамках AMRcloud предусмотрено создание дополнительных проектов. Для информирования прочих специалистов в AMRcloud предусмотрено создание интерактивных информационных листовок (дашбордов), доступ к которым открывается с помощью QR-кодов. В нашем стационаре было принято решение формировать данные интерактивные листовки только для некоторых отделений, в которых эта информация будет максимально востребована: отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), гематологическое отделение.

Главными эффектами внедрения онлайн-платформы AMRcloud являются увеличение частоты обновления локальных данных по АМР, стандартизация сопоставления данных по активности АМП в историческом аспекте за счет автоматического обновления критериев интерпретации и их применения ко всему набору данных, обеспечение доступа к данным в режиме реального времени «24/7», упрощение составления формуляров АМП и протоколов АМТ, основанных на локальных данных. Таким образом, с помощью платформы AMRcloud была сформирована локальная система мониторинга АМР, обеспечивающая преемственность исторических данных и реестр по локальной эпидемиологии АМР с доступом в режиме реального времени. Существующая на данный момент схема локального мониторинга АМР в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России представлена на Рисунке 1.

Наиболее частые сценарии использования AMRcloud (применительно к нашему стационару) для получения актуальных данных о локальной эпидемиологии AMP нам бы хотелось продемонстрировать на следующих примерах.

#### Пример №1

Представление данных об этиологической структуре является стартовой составляющей эпидемиологического анализа, а также основой для формирования перечня АМП потенциально (природно) активных в отношении ключевых возбудителей инфекций. Для выявления наиболее частых возбудителей для изучаемой выборки

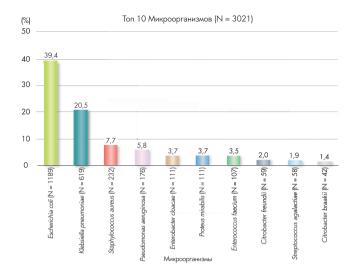


Рисунок 2. Этиологическая структура потенциальных возбудителей инфекций у госпитализированных пациентов (2021 г., 10 наиболее часто встречающихся видов)

(по отделению, типу риска наличия антибиотикорезистентных возбудителей, прочим параметрам) нами используется вкладка «Микроорганизмы» платформы AMRcloud (подробное описание работы с вкладками доступно по ссылке https://monitoring.amrcloud.net/docs/05/02/). Этиологическая структура всех клинически значимых изолятов за 2021 г. среди госпитализированных пациентов в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России представлена на Рисунке 2.

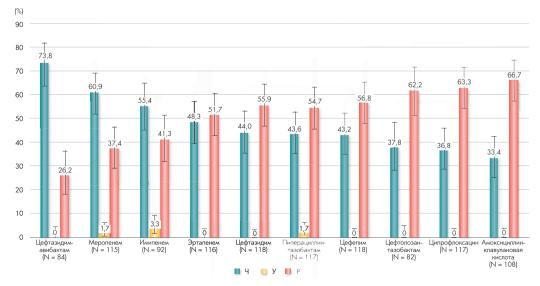
Наибольшая доля выделенных изолятов приходится на порядок Enterobacterales, в частности  $E.\ coli$  и  $K.\ pneumoniae$  (39,4%, 20,5%; n = 1189 и n = 619 соответственно), а также  $S.\ aureus-7,7\%$  (n = 232). Частота идентификации представителей неферментирующих грамотрицательных возбудителей (в частности,  $P.\ aeruginosa$ ) составила 5,8% (n = 176). Следует отме-

тить, что при использовании стратифицированного подхода и рассмотрении этиологической структуры для отделений различного профиля доля возбудителей может варьировать. Так, в ОРИТ частота выделения К. pneumoniae возрастает до 28,3% (n = 119), E. coli снижается до 25,2% (n = 106), P. aeruginosa возрастает до 13,1% (п = 55). При сопоставлении полученных показателей с результатами мониторинга АМР национального уровня (данные платформы AMRmap, https:// amrmap.ru/?id=Apbg658lh56lh10) для группы всех госпитализированных пациентов в отделениях реанимационного профиля наблюдаются схожие результаты для отдельных возбудителей [15]. Так, частота выделения К. pneumoniae составила 24,5% (п = 534),  $P. \ aeruginosa - 16,3\% \ (n = 355). \ B$  то же время, согласно результатам AMRmap, частота выделения E. coli составила 10,9% (п = 237), что значимо ниже полученных нами результатов. Противоположная ситуация наблюдалась при сопоставлении частот выделения A. baumannii: согласно данным AMRmap, -21,5% (n = 467), полученные нами результаты -2,1% (n = 9).

Таким образом, вкладка «Микроорганизмы» платформы AMRcloud позволяет рассматривать этиологическую структуру инфекций в зависимости от заданных параметров (стратифицированный подход), что является первым шагом в анализе эпидемиологии AMP для составления формуляров AMП и протоколов AMT.

#### Пример №2

Следующим шагом после выявления ключевых возбудителей инфекций для выбранной категории пациентов является анализ распределения клинических категорий чувствительности АМП для группы и/или вида микроорганизма. Для данного типа анализа нами используется вкладка «Антибиотики (все)» платформы AMRcloud. Для примера рассмотрим активность АМП в отношении изолятов К. pneumoniae в отделениях реанимационного профиля ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Рисунок 3).



**Рисунок 3.** Активность АМП в отношении изолятов *K. pneumoniae* в ОРИТ (2021 г.)

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ КМАХ · 2022 · Том 24 · №1

Согласно полученным результатам, наибольшую активность in vitro в отношении K. pneumoniae в ОРИТ продемонстрировал цефтазидим/авибактам: доля резистентных изолятов составила 26,2% (22 из 84). Сниженную активность продемонстрировали карбапенемы: доля устойчивых изолятов для меропенема составила 37,4% (43 из 115), имипенема – 41,3% (38 из 92), эртапенема – 48,3% (56 из 116). Еще более низкую активность продемонстрировали цефалоспорины III-IV поколений: доля устойчивых изолятов для цефтазидима составила 55,9% (66 из 118), цефепима – 43,2% (51 из 118). Доля устойчивых изолятов к ципрофлоксацину как индикаторному препарату для группы фторхинолонов составила 63,3% (74 из 117). При сравнении полученных нами результатов с данными многоцентрового исследования по оценке чувствительности клинических изолятов Enterobacterales и Pseudomonas aeruginosa к цефтазидиму/авибактаму в России с помощью диско-диффузионного метода наблюдались сходные результаты для отдельных АМП [16]. В частности, согласно результатам многоцентрового исследования (выборка пациентов, госпитализированных в ОРИТ за 2020 г.), доля устойчивых к цефтазидиму/авибактаму изолятов К. pneumoniae составила 23,1% (424 из 1839), меропенему – 47,2% (766 из 1623), имипенему - 47,9% (694 из 1450). Кардинально отличались результаты активности цефалоспоринов III-IV поколений. Согласно результатам многоцентрового исследования, доля устойчивых изолятов *К. pneumoniae* среди госпитализированных в ОРИТ пациентов составила для цефтазидима – 84,2% (1229 из 1460), цефепима – 85,7% (1343 из 1568). Из результатов сравнения полученных нами данных с данными многоцентрового исследования можно заключить, что активность АМП в отношении *К. pneumoniae* в ОРИТ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России остается сопоставимой с общероссийским уровнем для ряда препаратов, а для цефалоспоринов III–IV поколений сохраняется на более высоком уровне.

Таким образом, использование вкладки «Антибиотики (все)» платформы AMRcloud позволяет получать в режиме реального времени информацию по активности АМП в отношении выбранных возбудителей инфекций, формируя выборку интересующих пациентов, что является ключевым моментом для составления протоколов AMT.

#### Пример №3

Для более детального изучения эпидемиологии АМР и выявления взаимоотношений между фактами наличия резистентности к нескольким АМП в АМRcloud нами используется вкладка «Ассоциированная устойчивость». Данная вкладка позволяет строить и анализировать матрицы ассоциированной устойчивости. На Рисунке 4 представлена матрица ассоциированной устойчивости для изолятов К. pneumoniae в ОРИТ (2021 г.).



Рисунок 4. Ассоциированная устойчивость изолятов K. pneumoniae в ОРИТ (2021 г.)

Числовые значения на диаграмме показывают процент устойчивых к АМП изолятов в столбце среди устойчивых к АМП изолятов в строке.

Основным сценарием использования матриц ассоциированной устойчивости является прогнозирование вероятности резистентности к АМП в случае известного факта наличия резистентности к другому АМП. В матрице соотношение резистентности различных АМП представлено по принципу «если... то». Таким образом, согласно полученной матрице: если К. pneumoniae устойчива к цефепиму (строка «cefipim\_sir»), то устойчивость (АМП в столбцах) к цефтазидиму/авибактаму составит 37,7%, ципрофлоксацину - 100%, меропенему – 64,1% и т.д. для соответствующих АМП в столбцах. Данный тип анализа особенно важен в случае выбора терапии проблемных резистентных возбудителей, а также в случае отсутствия данных по чувствительности интересующих АМП для конкретного изолята. Следует отметить, что благодаря AMRcloud данный вид анализа можно проводить стратифицировано (для выбранного возбудителя, группы пациентов, отделения и т.д.) и в режиме реального времени с доступом «24/7».

#### Пример №4

В рамках локального мониторинга крайне важным является обеспечение доступа в режиме реального времени к получаемым данным и результатам их обработки. В AMRcloud существуют различные возможности обеспечения доступа к информации и результатам их анализа. В ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России используются несколько сценариев обмена данными. Для членов команды СКАТ предоставлен доступ к основному обновляемому набору данных. В случае необходимости предоставления доступа заинтересованным лицам создается персональная ссылка на выделенный фрагмент данных для их анализа. Однако для широкого круга специалистов необходимо доводить конкретные результаты и показатели (без всей широты возможностей анализа). С данной целью нами созданы интерактивные цифровые листовки (дашборды) для отдельных отделений, содержащие ключевую информацию по локальной эпидемиологии АМР, обновляющиеся в режиме реального времени. Доступ к дашбордам осуществлялся по QR-коду. Пример дашборда представлен на Рисунке 5.

Представленный дашборд является типовым (с включением информации по активности АМП в отношении ключевых возбудителей и распространением карбапенемаз) для наших отделений и наиболее часто используется в работе. В основной массе дашборды создаются для отделений, в которых риск развития инфекций, вызванных проблемными резистентными возбудителями, наиболее высок: отделения реанимационного профиля и гематологическое отделение. Согласно внутренним документам, отчет и загрузка данных в AMRcloud по выделенным микроорганизмам и чувствительности клинически значимых изолятов осуществляется ежемесячно,

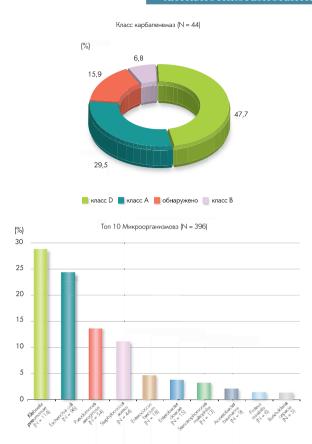


Рисунок 5. Примеры дашбордов для отделений

соответственно, обновление дашбордов также проходит автоматически при добавлении новых данных за каждый месяц. Это позволяет оперативно реагировать на изменения структуры возбудителей инфекций, а также оценивать в динамике изменение активности АМП и распространение маркеров резистентности на уровне конкретного отделения без дополнительных трудозатрат и погружения в процессы анализа данных.

#### Заключение

Внедрение AMRcloud в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России позволило оптимизировать процессы локального мониторинга антибиотикорезистентности за счет увеличения частоты обновления локальных данных по АМР, стандартизации сопоставления данных по активности АМП в историческом аспекте, обеспечения доступа к данным в режиме реального времени «24/7», упрощения составления формуляров АМП и протоколов АМТ, основанных на локальных данных. Таким образом, AMRcloud выступает адаптируемым под локальные нужды инструментом сбора, анализа и обмена данными, обеспечивающим доказательную базу по активности АМП и эпидемиологии АМР.

ибиотикорезистентность KMAX · 2022 · Том 24 · №1

#### Литература

 O'Neill J. Antimicrobial resistance: tackling a crisis for the health and wealth of nations. Rev Antimicrob Resist. 2014;(December):1-16.

- Tacconelli E., Pezzani M.D. Public health burden of antimicrobial resistance in Europe. Lancet Infect Dis. 2019;19(1):4-6. DOI: 10.1016/S1473-3099(18)30648-0
- Tamma P.D., Avdic E., Keenan J.F., Zhao Y., Anand G., Cooper J., et al. What is the more effective antibiotic stewardship intervention: pre-prescription authorization or post-prescription review with feedback? Clin Infect Dis. 2017;64(5):537-543. DOI: 10.1093/cid/ciw780
- Barlam T.F., Cosgrove S.E., Abbo L.M., MacDougall C., Schuetz A.N., Septimus E.J., et al. Implementing an antibiotic stewardship program: guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America. Clin Infect Dis. 2016;62(10):e51-e77. DOI: 10.1093/cid/ciw118
- Morency-Potvin P., Schwartz D.N., Weinstein R.A. Antimicrobial stewardship: how the microbiology laboratory can right the ship. Clin Microbiol Rev. 2017;30(1):381-407. DOI: 10.1128/CMR.00066-16
- 6. Yakovlev S.V., Briko N.I., Sidorenko S.V., Procenko S.V., Beloborodov V.B., Brusina E.B., et. al. SCAT (Strategy for the Control of Antimicrobial Therapy) Programme in Inpatient Care: Russian Clinical Guidelines. (Eds. Yakovlev S.V., Brico N.I., Sidorenko S.V., Protsenko D.N.). Moscow: Pero; 2018. 156 p. Russian. (Яковлев С.В., Брико Н.И., Сидоренко С.В., Проценко С.В., Белобородов В.Б., Брусина Е.Б. и соавт. Программа СКАТ (Стратегия Контроля Антимикробной Терапии) при оказании стационарной медицинской помощи: Российские клинические рекомендации. (под ред. Яковлева С.В., Брико Н.И., Сидоренко С.В., Проценко Д.Н.). Москва: Перо; 2018. 156 с.)
- 7. Karpov O.E., Gusarov V.G., Zamyatin M.N., Orlova O.A., Petrova L.V., Kamyshova D.A., et al. Management of antimicrobial resistance in a hospital: current state and future prospects. Kliniceskaa mikrobiologia i antimikrobnaa himioterapia. 2020;22(4):277-286. Russian. (Карпов О.Е., Гусаров В.Г., Замятин М.Н., Орлова О.А., Петрова Л.В., Камышова Д.А. и соавт. Управление антибиотикорезистентностью в стационаре: современные реалии и перспективы. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2020;22(4):277-286.) DOI: 10.36488/cmac.2020.4.277-286
- Kuzmenkov A.Y., Vinogradova A.G. Antimicrobial resistance monitoring: a review of information resources. Bull Sib Med. 2020;19(2):163-170. DOI: 10.20538/16820363-2020-2-163-170
- Pfizer. ATLAS: Antimicrobial Testing Leadership and Surveillance. https://atlas-surveillance.com. Published 2017. Accessed January 27, 2022.
- ECDC. Data from the ECDC Surveillance Atlas Antimicrobial resistance. Available at: www.ecdc.europa.eu/

- en/antimicrobial-resistance/surveillance-and-disease-data/data-ecdc. Published 2020. Accessed June 28, 2020
- Public Health England. Second Generation Surveillance System (SGSS). Available at: https://sgss.phe.org.uk/ Security/Register. Published 2014. Accessed January 27, 2022.
- CDDEP. Resistance Map. Antibiotic Resistance. Available at: https://resistancemap.cddep.org/AntibioticResistance. php. Published 2014. Accessed January 27, 2022.
- Vinogradova A.G., Kuzmenkov A.Y. Data handling as a basis for local antimicrobial resistance surveillance. Kliniceskaa mikrobiologia i antimikrobnaa himioterapia. 2020;22(2):137-141. Russian. (Виноградова А.Г., Кузьменков А.Ю. Организация данных как основа локального мониторинга антибиотикорезистентности. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2020;22(2):137-141.) DOI: 10.36488/ cmac.2020.2.137-141
- Kuzmenkov A.Y., Vinogradova A.G., Trushin I.V., Avramenko A.A., Edelstein M.V., Dekhnich A.V., et al. AMRcloud: a new paradigm in monitoring of antibiotic resistance. Kliniceskaa mikrobiologia i antimikrobnaa himioterapia. 2019;21(2):119-124. Russian. (Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., Авраменко А.А., Эйдельштейн М.В., Дехнич А.В. и соавт. AMRcloud: новая парадигма мониторинга антибиотикорезистентности. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2019;21(2):119-124.) DOI: 10.36488/cmac.2019.2.119-124
- Kuzmenkov A.Y., Vinogradova A.G., Trushin I.V., Edelstein M.V., Avramenko A.A., Dekhnich A.V., et al. AMRmap antibiotic resistance surveillance system in Russia. Kliniceskaa mikrobiologia i antimikrobnaa himioterapia. 2021;23(2):198-204. Russian. (Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., Эйдельштейн М.В., Авраменко А.А., Дехнич А.В. и соавт. АМRmap система мониторинга антибиотикорезистентности в России. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2021;23(2):198-204.) DOI: 10.36488/cmac.2021.2.198-204
- 16. Edelstein M.V., Skleenova E.Y., Trushin I.V., Kuzmenkov A.Y., Martinovich A.A., Shek E.A., et al. Susceptibility of clinical Enterobacterales and *Pseudomonas aeruginosa* isolates to ceftazidime-avibactam in Russia: multicenter local laboratory databased surveillance. Kliniceskaa mikrobiologia i antimikrobnaa himioterapia. 2021;23(3):264-278. Russian. (Эйдельштейн М.В., Склеенова Е.Ю., Трушин И.В., Кузьменков А.Ю., Мартинович А.А., Шек Е.А. и соавт. Оценка чувствительности клинических изолятов Enterobacterales и *Pseudomonas aeruginosa* к цефтазидиму-авибактаму в России (по данным локальных микробиологических лабораторий). Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2021;23(3):264-278.) DOI: 10.36488/cmac.2021.3.264-278