

А.К. Бояр

**ДЕТЕКЦИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ РНК В СТОЧНЫХ ВОДАХ.
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И МЕТА-АНАЛИЗ**

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. М.И. Бандацкая

Кафедра эпидемиологии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A.K. Boyar

**DETECTION OF CORONAVIRUS RNA IN WASTEWATER.
SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

Tutor: PhD, associate professor M.I. Bandatskaya

Department of Epidemiology

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Направление эпидемиологической диагностики, базирующееся на определении генетического материала инфекционного агента в окружающей среде, открывает новые перспективы в мониторинге и предупреждении эпидемий и вспышек COVID-19. Были проанализированы данные 56 научных публикаций, освещающих эти вопросы. Выявлено, что содержание вирусной РНК в сточных водах и движение заболеваемости COVID-19 имеют сильную связь (коэффициент корреляции=0,77).

Ключевые слова: COVID-19, мониторинг, вирусная РНК в сточных водах, эпидемиологическая диагностика, мета-анализ.

Resume. The direction of epidemiological diagnostics, based on the determination of the genetic material of an infectious agent in the environment, opens up new perspectives in monitoring and preventing epidemics and outbreaks of COVID-19. Data from 56 scientific publications covering these issues were analyzed. It was found that the content of viral RNA in wastewater and the movement of the incidence of COVID-19 have a strong relationship (CC=0.77).

Keywords: COVID-19, monitoring, viral RNA in wastewater, epidemiological diagnostics, metaanalysis.

Актуальность. Одной из клинических форм коронавирусной инфекции является кишечная, при которой вирусные частицы экскретируются с калом пациента и поступают в систему сточных вод; роль фекально-орального механизма передачи COVID-19 на современном этапе медицины требует изучения и экспериментального исследования, но детекция РНК вируса в сточных водах позволяет решить некоторые задачи, стоящие перед эпидемиологами [1]. Стандартные способы регистрации коронавирусной инфекции у населения не всегда учитывают все случаи заболевания, особенно, когда речь идет о легких и бессимптомных формах. Эпидемиология как наука имеет опыт предыдущих лет по использованию молекулярной детекции вирусных и бактериальных частиц в сточных водах: при исследованиях сточных вод на предмет содержания ротавирусных, энтеровирусных, норовирусных частиц выявлен ряд закономерностей, относящихся к перспективам ранней диагностики вспышек данных заболеваний, картированию территорий, на которых обнаружены вирусы. С наступлением пандемии COVID-19 данный метод эпидемиологической диагностики был применен и к коронавирусной инфекции [2].

Цель: осуществить систематический обзор публикаций и исследований, освещающих проблематику использования скрининга сточных вод в целях контроля

над вспышками COVID-19.

Задачи:

1. Анализ научных публикаций для выявления возможности выделения больным COVID-19 вирусного материала с выделениями кишечника.

2. Выявить наличие связи между региональными данными о детекции коронавирусной РНК в сточных водах и локальным движением эпидемического процесса.

3. Резюмировать данные научной литературы о возможности детекции коронавирусной РНК в неочищенных и прошедших обработку сточных водах в различных регионах мира.

Материал и методы. Поиск выполнялся в базе научных публикаций PubMed. Ключевыми словами для поиска были «COVID-19», «эпидемиологический мониторинг», «вирусная РНК», «сточные воды», было 56 научных публикаций, после изучения отобрано 16, соответствовавших задачам исследования. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием программы

Результаты и их обсуждение. Как известно, весьма распространенной формой коронавирусной инфекции является кишечная, проявлениями которой могут быть диспептические явления, в том числе рвота и диарея. Перед эпидемиологами стоит вопрос, могут ли испражнения человека стать фактором передачи инфекционного начала. Так или иначе, на данный момент имеется достаточно опыта для того, чтобы утверждать, что количество и частота выделения вирусной РНК со стулом могут говорить, как и об активности инфекционного процесса в отдельно взятом организме, так и о движении эпидемического процесса ввиду изменения обсемененности сточных вод.

Анализ научных публикаций показал, что $76,01 \pm 9,0\%$ больных выделяют геномный материал SARS-CoV-2. Около 1/4 пациентов остаются неявными при ретроспективном определении заболеваемости путем мониторинга сточных вод лечебно-профилактических организаций и жилых кварталов (рис. 1) [2].

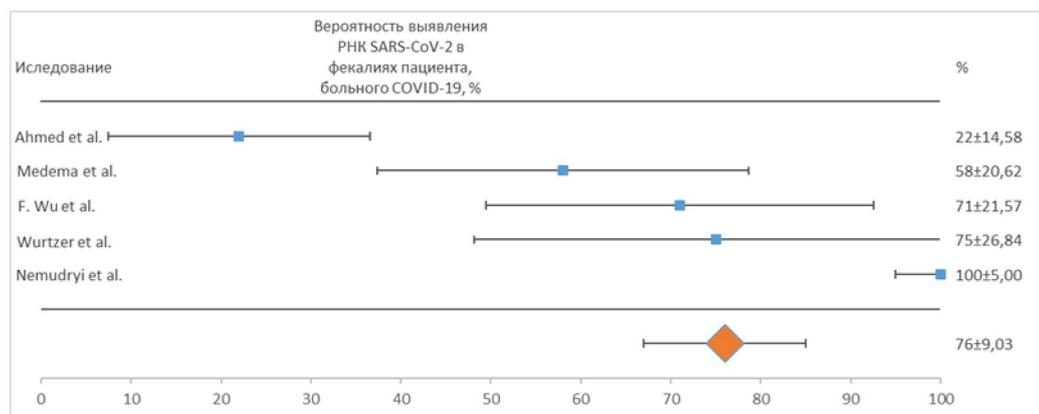


Рис. 1 – Вероятность выявления РНК SARS-CoV-2 в фекалиях пациента, больного COVID-19, %

Проблемным узлом в методах диагностики, связанных с окружающей средой, являются вопросы возможности детекции биоматериала в ней. Водная среда создает

определенные помехи в детектировании РНК коронавируса в количестве, реально отражающем уровень выделения ее от больных. Дилуция, разрушение липидной оболочки, подверженность действию дезинфектантов, содержащихся в стоках, могут быть причинами ложноотрицательных результатов. Исследованием выявлено, что в $88,2 \pm 7,6\%$ проб неочищенной (отобранной из коллекторов) сточной воды предполагается выявление вирусной РНК (рис.2) [2].

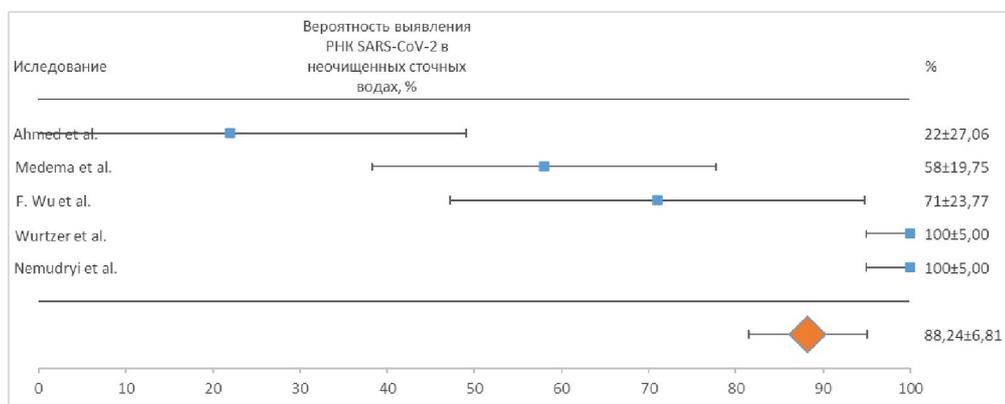


Рис. 2 – Вероятность выявления РНК SARS-CoV-2 в неочищенных сточных водах

Ключевую роль в детекции биоматериала в сточных водах играет не только объективное нахождение в них РНК или антигенов инфекционного агента, но и технический уровень здравоохранения, который во многом зависит от региона.

При анализе научных публикаций, охватывающих вопросы детекции РНК коронавируса в сточных водах, выявлено, что уровень определения SARS-CoV-2 в бытовых стоках в южноамериканском регионе равен $92,2 \pm 6,3\%$ (рис.3) [2].

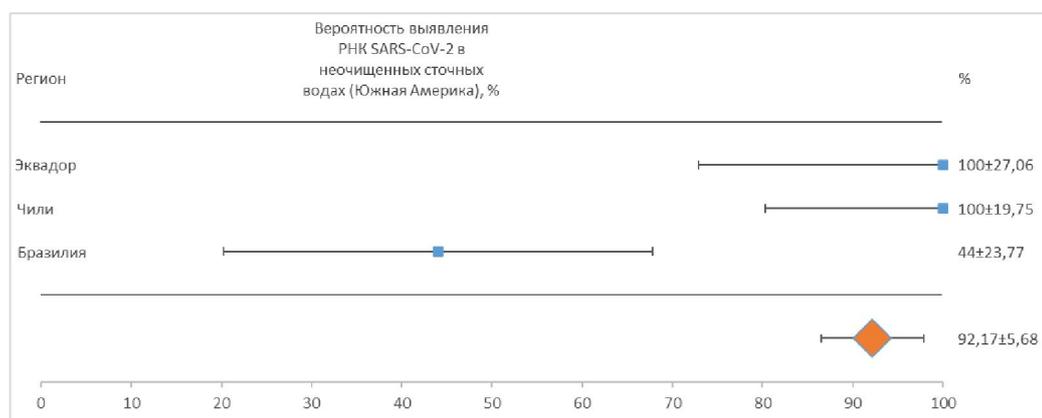


Рис. 3 – Вероятность выявления РНК SARS-CoV-2 в неочищенных сточных водах (Южная Америка)

В североамериканском регионе этот показатель равен $78,0 \pm 9,3\%$ (рис.4).

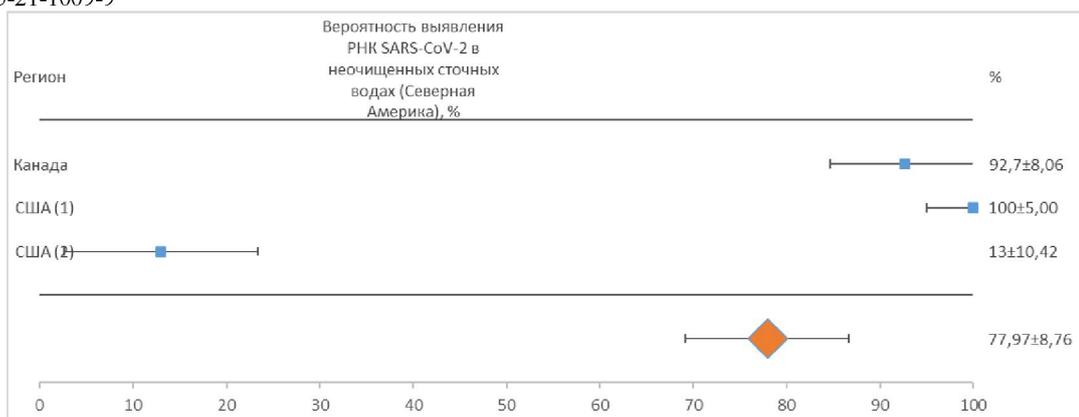


Рис. 4 – Вероятность выявления РНК SARS-CoV-2 в неочищенных сточных водах (Северная Америка)

Для Азии характерен высокий уровень выявления генома коронавируса в сточных водах ($69,1 \pm 10,9\%$) на фоне низкой заболеваемости на момент отбора проб (весна/лето 2020г.). Это объясняется высоким уровнем технического оснащения здравоохранения в этих странах (рис.5) [2].

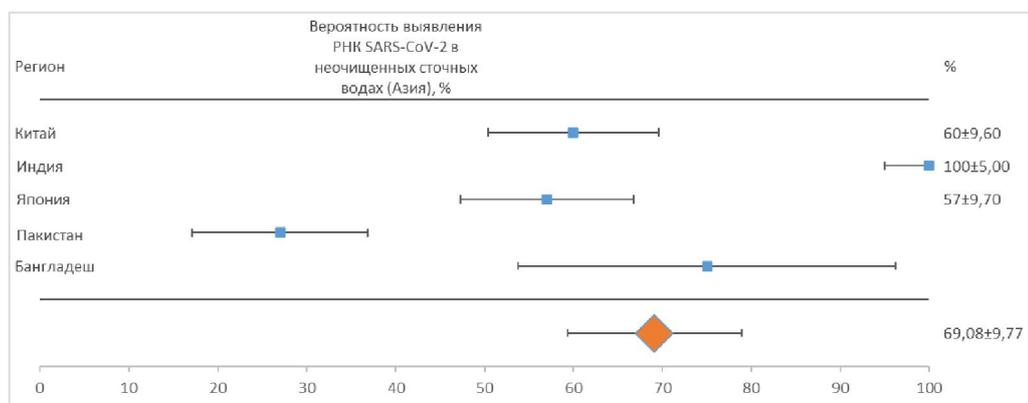


Рис. 5 – Вероятность выявления РНК SARS-CoV-2 в неочищенных сточных водах (Азия)

При осуществлении эпидемиологической диагностики бывает необходимо оценить содержание биологического материала в сливных водах, прошедших одну или несколько ступеней очистки. В первую очередь, такие данные освещают вопрос безопасности сбрасываемых водных масс в водоемы, служащие для рекреационных нужд, хозяйственные водоемы. На современном этапе более 1/3 ($32,3 \pm 10,7\%$) проб из стоков, очищенных в разной степени, содержат вирусную РНК, поддающуюся обнаружению методами молекулярной диагностики [2].

Несмотря на техническую сторону проблемы, главным фактором, определяющим процент положительных проб при выявлении РНК SARS-CoV-2 в сточных водах, является количество заболевших и массивность выделений. При анализе эпидемиологических показателей течения коронавирусной пандемии в регионах было выявлено, что имеется корреляция между среднесуточным количеством заболевших и долей положительных проб. Коэффициент корреляции (КК) этих явлений находится на уровне 0,77, что оценивается как сильная положительная связь (рис.6) [2].

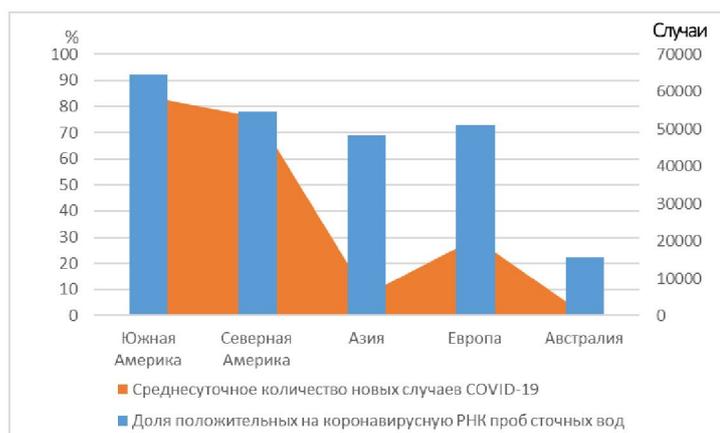


Рис. 6 – Зависимость обнаружения коронавирусной РНК в сточных водах от среднесуточного количества новых случаев заболевания

Выводы:

1. Обобщенные данные о вероятности детекции вирусной РНК в стуле больных вносят вклад в математическое моделирование, связанное с определением истинного уровня заболеваемости COVID-19 на основе клинической лабораторной диагностики, которая, исходя из результатов исследования, охватывает как положительные только 3/4 проб, содержащих генетический материал вируса.

2. Процент положительных на вирусную РНК проб стоков населенных мест является отражением ежесуточного движения количества заболевших, ввиду сильной корреляционной связи между этими явлениями ($KK=0,77$).

3. Генетический материал SARS-CoV-2 встречается в сточных водах, прошедших очистку, в 2-3 раза реже, чем в водах квартальных и более крупных коллекторов, что говорит об определенной устойчивости его РНК к методам инактивации бытовых стоков.

Литература

1. SARS-CoV-2 in wastewater: State of the knowledge and research needs [Электронный ресурс] // ScienceDirect/ Journals & Books. – 2021. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720325936> – Дата доступа: 27.04.2022.

2. Wastewater-Based Epidemiology (WBE) and Viral Detection in Polluted Surface Water: A Valuable Tool for COVID-19 Surveillance—A Brief Review [Электронный ресурс] // National Center for Biotechnology Information. – 2020. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7764684/> – Дата доступа: 27.04.2022.