

ISSN 1814-6023 (Print)

ISSN 2524-2350 (Online)

УДК 616.34-002-02:614.446.2(476)

<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2024-21-2-156-167>

Поступила в редакцию 30.03.2023

Received 30.03.2023

Н. В. Поклонская, Т. В. Амвросьева, Ю. Б. Колтунова, Ю. А. Шилова, И. В. Бельская*Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии,
Минск, Республика Беларусь***СПЕКТР ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ОСТРЫХ ВИРУСНЫХ ГАСТРОЭНТЕРИТОВ
В УСЛОВИЯХ СПОРАДИЧЕСКОЙ И ГРУППОВОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В БЕЛАРУСИ**

Аннотация. В работе проведен анализ результатов лабораторной диагностики вирусных острых гастроэнтеритов (ОГЭ) в условиях спорадической и групповой заболеваемости. Для детекции кишечных вирусов использовали биологический материал 1864 пациентов со спорадическими случаями ОГЭ, полученный в 2020–2022 гг., и 443 пациентов, вовлеченных в 52 эпизода групповой заболеваемости вирусными ОГЭ в период с 2009 по 2021 г.

В биологическом материале 53,7 % пациентов со спорадическими случаями ОГЭ выявлены нуклеиновые кислоты одного или нескольких кишечных вирусов, в том числе ротавирусов А (27,0 %), норовирусов геногруппы 2 (13,8 %), аденовирусов F (5,3 %), энтеровирусов (2,5 %), норовирусов геногруппы 1 (0,4 %). Смешанная вирус-вирусная инфекция обнаружена у 7,4 % пациентов. Доминирующими возбудителями групповой заболеваемости ОГЭ были норовирусы геногруппы 2 (63,5 % зарегистрированных эпизодов). Среди спорадических случаев ОГЭ вирусной этиологии преобладали дети 5 лет и младше, тогда как основная часть эпизодов групповой заболеваемости была зарегистрирована у детей 6–17 лет и у взрослых. В зависимости от возраста заболевших частота выявления кишечных вирусов у пациентов со спорадическими случаями ОГЭ имела значительные различия: у детей 5 лет и младше в спектре этиологических агентов преобладали ротавирусы А, тогда как норовирусы геногруппы 2 обнаруживались в 2,5 раза реже ($p < 0,001$). У детей 6–17 лет и у взрослых ротавирусы и норовирусы геногруппы 2 выявлялись с равной частотой, адено- и энтеровирусы чаще обнаруживались у детей от 0 до 17 лет.

Представленные результаты свидетельствуют о существенном вкладе кишечных вирусов в развитие заболеваемости ОГЭ на территории нашей страны. Данный вклад не ограничивается только ротавирусами А, в отношении которых хорошо налажены лабораторная диагностика и эпидемическое слежение. В значительной степени он формируется другими типами кишечных вирусов, среди которых наиболее значимыми являются норовирусы геногруппы 2.

Ключевые слова: острый гастроэнтерит, ротавирус, норовирус, аденовирус, энтеровирус, астровирус, саповирус, бокавирус, парэховирус, пикобирновирус, аичи вирус

Для цитирования: Спектр возбудителей острых вирусных гастроэнтеритов в условиях спорадической и групповой заболеваемости в Беларуси / Н. В. Поклонская [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед. наук. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 156–167. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2024-21-2-156-167>

Natalia V. Paklonskaya, Tamara V. Amvrosyeva, Yulia B. Kaltunova, Yulia A. Shilava, Ina V. Belskaya*Republican Scientific and Practical Center for Epidemiology and Microbiology, Minsk, Republic of Belarus***SPORADIC AND GROUP INCIDENCE OF ACUTE VIRAL GASTROENTERITIS IN BELARUS:
SPECTRUM OF THE PATHOGENS AND ETIOLOGY FEATURES**

Abstract. The paper analyzes the results of virus detection in patients of different age at the time of sporadic and group morbidity of acute gastroenteritis (AGE). Enteric viruses were detected in the biological material of 1864 patients with sporadic cases of AGE in 2020–2022 and in the biological material of 443 patients from 52 episodes of AGE group morbidity in 2009–2021.

Among enteric viruses found in 53.7 % of patients with sporadic AGE cases rotaviruses A were predominated (27.0 %), followed by genogroup 2 noroviruses (13.8 %), adenoviruses F (5.3 %), enteroviruses (2.5 %), genogroup 1 noroviruses (0.4 %). Mixed virus–virus infection was detected in 7.4 % of patients. In AGE group morbidity, genogroup 2 noroviruses were the main etiological agents – they caused 63.5 % of episodes, whereas genogroup 1 noroviruses – 11.5 %, rotaviruses A – 5.8 %, enteroviruses and sapoviruses – 3.9 % of each. Prevailing age group among people with the sporadic cases of AGE were children ≤5 years old, while the main part of the AGE group episodes was registered among children aged 6–17 years and adults. Depending on the age of patients, the frequency of detection of various enteric viruses had significant differences: among children ≤5 years old with sporadic AGE, the main etiologic agents were rotaviruses A, whereas genogroup 2 noroviruses were detected 2.5 times less often ($p < 0.001$), among children aged 6–17 years and adults, rotaviruses and genogroup 2 noroviruses were detected with equal frequency. Adeno- and enteroviruses were found more often in children from 0 to 17 years old than in adults.

The presented results indicate a significant contribution of enteric viruses to the incidence of AGE in our country. Moreover, this contribution is not limited by rotaviruses A only, but is largely formed by other enteric viruses, especially genogroup 2 noroviruses.

Keywords: acute gastroenteritis, rotavirus, norovirus, adenovirus, enterovirus, astrovirus, sapovirus, bocavirus, parechovirus, picobirnavirus, aichi virus

For citation: Paklonskaya N. V., Amvroseyeva T. V., Kaltunova Yu. B., Shilava Yu. A., Belskaya I. V. Sporadic and group incidence of acute viral gastroenteritis in Belarus: spectrum of the pathogens and etiology features. *Vestsi Natsyyanal'noi akademii navuk Belarusi. Seryya medytsynskikh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2024, vol. 21, no. 2, pp. 156–167 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2024-21-2-156-167>

Введение. Современные достижения медицины, повышение уровня благосостояния и улучшение санитарно-гигиенического благополучия населения привели к существенному изменению структуры инфекций с фекально-оральным механизмом передачи. В последние десятилетия острые кишечные инфекции (ОКИ) представлены в основном болезнями вирусной этиологии: вирусные возбудители выявляются в среднем у 40–60 % пациентов с острым гастроэнтеритом (ОГЭ). Так, присутствие нуклеиновых кислот (НК) кишечных вирусов наблюдалось: в Финляндии – у 61 % пациентов (2017–2018 гг.) [1], в Испании – у 57,3 % (2016–2017 гг.) [2], в Италии – у 48,6 % (2008–2018 гг.) [3], в ОАЭ – у 42,8 % (2017–2019 гг.) [4]. По результатам масштабных исследований, проведенных в России, возбудители вирусной природы выявлены у 61,5 % детей с ОГЭ [5].

Доминирующими этиологическими агентами вирусных ОГЭ в мировом масштабе являются ротавирус А и норовирусы. Несмотря на успешное внедрение в ряде стран начиная с 2006 г. программы вакцинации против ротавируса, ротавирусная инфекция продолжает оставаться основной причиной заболеваемости вирусным ОГЭ и смертности от диарейных заболеваний у детей до 5 лет [6]. Так, по данным зарубежных исследователей, в Финляндии доля ротавирусных ОГЭ у детей от 0 до 16 лет составляла от 38 до 32 % [1], в Италии – 24,7 [3], в Китае – 20,4 % (у детей до 5 лет – 30,39 %) [7]. По данным российских исследователей, доля детей с ОГЭ, у которых обнаруживалась РНК ротавируса А, составляла 29,5 % [8].

Норовирусы геногруппы 2 являются вторыми по значимости этиологическими агентами ОГЭ после ротавирусов, а в ряде стран, где вакцинация против ротавируса получила широкое распространение, они стали лидирующими возбудителями ОГЭ. Например, в США норовирусы доминируют у пациентов всех возрастов: они являлись причиной ОГЭ у 13–32 % детей и у 7–16 % взрослых [9]. В Финляндии норовирусы составляли 27 % от случаев ОГЭ у пациентов всех возрастных групп [1], в других странах – от 7 до 20 %.

К числу значимых возбудителей вирусных ОГЭ относят также аденовирусы F, астро- и саповирусы, однако в разных странах мира частота их встречаемости существенно колеблется. Так, в Китае аденовирусы F выявлены у 1,1–4,96 % пациентов разного возраста [7], тогда как в ОАЭ – у 17,2 % детей до 5 лет [4]. В последние годы во многих странах было зарегистрировано увеличение частоты детекции саповирусов у детей с ОГЭ. В Испании они обнаруживались у 13,0 % пациентов [2], в Южной Корее – у 0,8 % [10], в Китае – у 1,19–1,89 % [9]. Аналогичные значительные различия обнаружены при диагностике астровирусной инфекции у пациентов с ОГЭ из разных стран: в Испании «классические» астровирусы выявлены у 11,2 % заболевших [2], а в ОАЭ и Южной Корее – всего у 1,0–1,9 % [4, 10].

Энтеровирусы способны вызывать различные клинические проявления, но вследствие широкой распространенности бессимптомного носительства их, как правило, не относят к этиологическим агентам ОГЭ. При этом энтеровирусы могут быть причиной заболевания, сопровождающегося диарейным синдромом, а некоторые штаммы и геноварианты способны вызывать изолированный гастроэнтерит. По результатам исследований в Индии энтеровирусы обнаружены у 14–17 % пациентов, причем они выявлялись достоверно чаще, чем в контрольной группе.

Роль парэховирусов в возникновении ОГЭ до настоящего времени также не выяснена. Однако по данным, полученным в разных странах, эти возбудители регулярно выявляются у пациентов с ОГЭ: в Японии – у 6,8 % [11], в Египте – у 19 %.

Смешанная кишечная инфекция (присутствие одновременно двух и более вирусов в биологическом материале пациентов с ОГЭ) – очень распространенное явление, особенно у детей. По данным исследователей из разных стран мира, смешанные вирус-вирусные кишечные инфекции диагностируются у 7,3–40 % пациентов. Анализ этиологической структуры инфекционных диарей

в России показал, что сочетанная этиология заболевания имела место у 13,1 % пациентов, причем у 42,9 % из них были обнаружены вирус-вирусные микст-инфекции [12].

Помимо географических особенностей распространения тех или иных возбудителей ОГЭ значительную роль играет возраст заболевших. Так, во всех странах максимальная частота инфекций, вызванных ротавирусами, регистрируется у детей младшего возраста. Результаты исследований в нашей стране свидетельствуют о том, что основной удельный вес случаев ротавирусного ОГЭ приходится на детей в возрасте 1–2 лет. Аналогичные результаты были получены российскими специалистами: максимальные показатели заболеваемости при ротавирусной инфекции отмечались на 2-м году жизни с последующим их снижением к 30–40-летнему возрасту ($p < 0,001$). При этом норовирусы существенно чаще обнаруживались у пациентов более старшего возраста: по данным российских авторов, максимальная частота норовирусной инфекции была зарегистрирована у пациентов 10–20 лет (в Китае норовирусы чаще всего детектировались у лиц 18–59 лет) [7].

В Республике Беларусь диагностикой ротавирусного ОГЭ занимаются преимущественно практические лаборатории, поэтому особенности эпидемиологии ротавирусной инфекции достаточно хорошо изучены [13]. С учетом накопленных сегодня знаний о широком спектре возможных возбудителей ОГЭ очевидно, что для получения информации о реальной этиологической структуре регистрируемой заболеваемости и особенностях ее формирования необходимо расширение перечня регулярно детектируемых вирусов у пациентов с диарейными инфекциями.

Цель исследования – обобщение и анализ результатов, полученных при осуществлении лабораторной диагностики и молекулярно-эпидемиологических исследований вирусных острых гастроэнтеритов, в условиях спорадической и групповой заболеваемости пациентов разных возрастных групп.

Материалы и методы исследования. Этиологическую структуру вирусных ОГЭ в условиях спорадической заболеваемости изучали на основе анализа результатов лабораторной диагностики. Исследованы полученные в 2020–2022 гг. из различных регионов страны образцы биологического материала (фекалии) 1864 пациентов с ОГЭ.

Этиологическую структуру ОГЭ при групповой заболеваемости изучали на основании результатов этиологической расшифровки 52 эпизодов, имевших место с 2009 по 2021 г. в разных регионах страны. В ходе ее проведения было выполнено лабораторное исследование биологического материала (образцы фекалий, рвотных масс) 443 пациентов разного возраста.

Для выделения вирусных НК использовали коммерческие наборы «НК-экстра» (РНПЦ эпидемиологии и микробиологии, Беларусь), для постановки ОТ-ПЦР в одной пробирке – «Набор для выявления ДНК (РНК) кишечных вирусов методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флюоресцентной детекцией «ОКВИ-ПЦР» (РНПЦ эпидемиологии и микробиологии, Беларусь).

Достоверность обнаруженных различий оценивали на основании критерия χ^2 , доверительные интервалы долей рассчитывали по распределению Пуассона (через χ^2) [14].

Результаты исследования. Вклад различных кишечных вирусов в формирование этиологической структуры спорадической заболеваемости ОГЭ изучали в течение 2020–2022 гг. с использованием биологического материала, взятого у 1864 пациентов. Возрастной и региональный состав пациентов, от которых был получен биологический материал, представлен в таблице.

В выборку было включено приблизительно равное количество лиц мужского и женского пола – 49,6 и 50,4 % соответственно. В основном она была представлена детьми в возрасте от 0 до 18 лет (77,2 %), которые наиболее подвержены развитию вирусных ОГЭ. Взрослые (лица старше 18 лет) составили 22,8 %. Биологический материал для исследований был получен из 6 регионов страны, максимальное количество проб поступило из Могилевской области (36,1 %).

По результатам выполненных исследований в биологическом материале 53,7 [48,5; 59,2] % пациентов с ОГЭ выявлены НК одного или нескольких кишечных вирусов. У 46,3 [41,6; 51,5] % пациентов кишечные вирусы не обнаружены. При этом у детей 5 лет и младше ($n = 1067$) частота их детекции составила 59,0 [54,4; 63,7] %, у детей 6–17 лет ($n = 351$) – 52,1 [44,9; 60,3], у взрослых ($n = 419$) – 30,3 [25,3; 36,1] %. Следует отметить, что у взрослых пациентов кишечные вирусы выявлялись достоверно реже, чем у детей ($p < 0,001$).

**Демографические характеристики пациентов (n = 1864),
биологический материал которых использовали в исследованиях**
**Demographic characteristics of patients (n = 1864),
whose biological material was used in the studies**

Характеристика пациентов	Кол-во пациентов, n (%)
Пол:	
мужской	925 (49,6 [46,5; 52,9])
женский	939 (50,4 [47,2; 53,7])
Возраст:	
до 5 лет	1067 (57,24 [53,86; 60,78])
6–17 лет	351 (18,83 [16,91; 20,91])
взрослые старше 18 лет	419 (22,48 [20,38; 24,74])
не указан	27 (1,45 [0,95; 2,11])
Регион проживания:	
Брестская обл.	178 (9,5)
Витебская обл.	252 (13,5)
Гомельская обл.	142 (7,6)
Минская обл.	448 (24,0)
Могилевская обл.	672 (36,1)
г. Минск	132 (7,1)
не указан	40 (2,0)

Максимальный вклад в формирование этиологической структуры ОГЭ вносили ротавирусы А (27,0 [24,7; 29,5] % пациентов), на втором месте были норовирусы генотипа 2 (13,8 [12,2; 15,7] %). Все остальные кишечные вирусы детектировались значительно реже: аденовирусы F – у 5,3 [4,3; 6,5] % пациентов, энтеровирусы – у 2,5 [1,8; 3,3] %, норовирусы генотипа 1 – у 0,4 [0,2; 0,9] %. В 50,9 % случаев этиология вируса не установлена.

Для оценки вклада минорных возбудителей (астро-, сапо-, бока-, парэхо-, пикобирно- и аичи вирус) в формирование заболеваемости ОГЭ были проведены дополнительные исследования с целью определения частоты их встречаемости у 513 пациентов. Согласно полученным результатам, данные вирусные патогены были выявлены у 9,2 [6,7; 12,2] % обследованных. Чаще всего детектировались бока- и пикобирнавирусы (2,9 и 2,5 % соответственно), реже выявлялись сапо- и астровирусы (2,0 и 1,4 % соответственно), парэхо- и аичи вирусы удалось обнаружить только у единичных пациентов (0,19 %).

В биологическом материале 137 пациентов с ОГЭ (7,4 [6,2; 8,3] %) обнаружены два и более кишечных вируса, что указывало на наличие в их организме смешанной инфекции. Спектр и частота выявленных смешанных инфекций представлены на рис. 1.

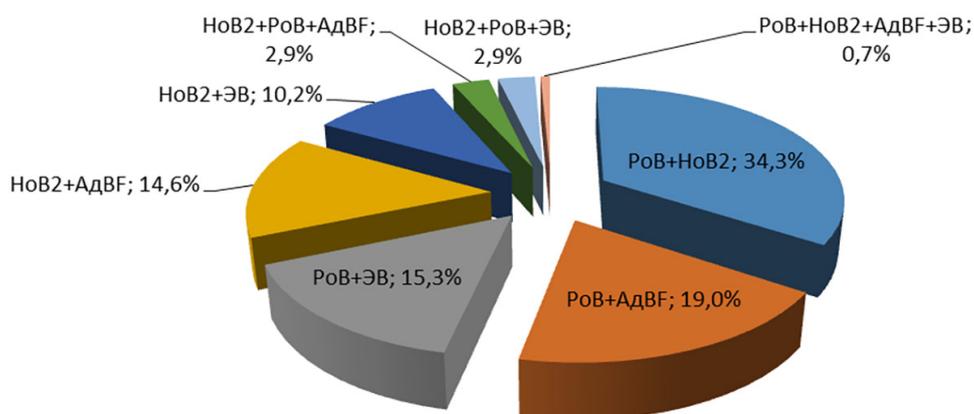


Рис. 1. Спектр и частота смешанных вирус-вирусных инфекций у пациентов с ОКИ (n = 137).
PoV – ротавирус А, HoB2 – норовирус генотипа 2, AdBF – аденовирус F, ЭВ – энтеровирус

Fig. 1. Spectrum and frequency of mixed virus–virus infections in patients with acute intestinal infections (n = 137).
RoV – rotavirus A, HoB2 – norovirus of genogroup 2, AdBF – adenovirus F, EV – enterovirus

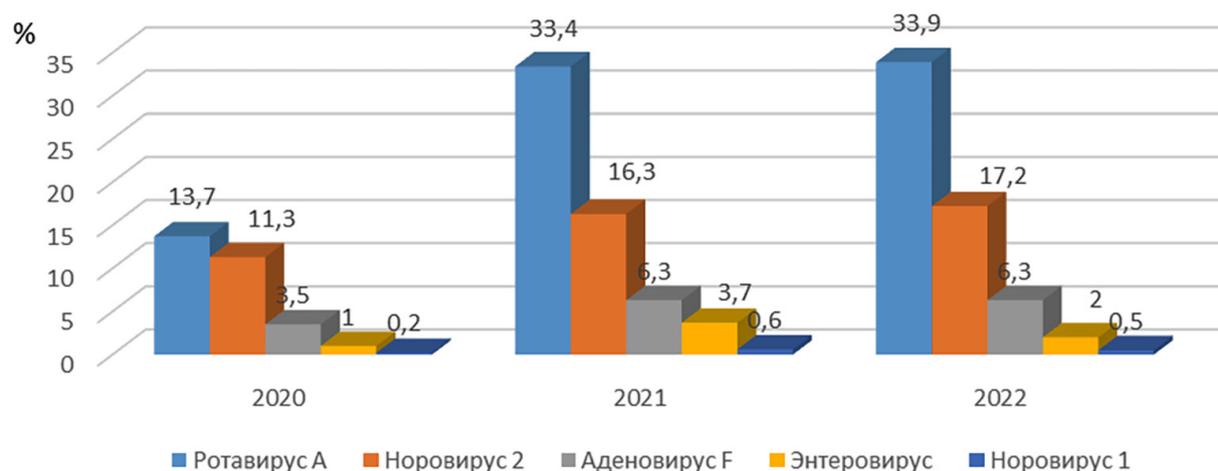


Рис. 2. Частота обнаружения кишечных вирусов у пациентов с ОГЭ ($n = 1837$) по годам в период с 2020 по 2022 г.

Fig. 2. Frequency of detection of enteric viruses in patients with AGE ($n = 1837$) by years in the period from 2020 to 2022

Чаще всего у пациентов обнаруживались смешанные инфекции, вызванные ротавирусом А в сочетании с другими вирусами – норовирусом генотипа 2 (34,3 [25,2; 45,6] %), аденовирусом F (19 [12,4; 27,8] %), энтеровирусом (15,3 [9,5; 23,4] %). Достаточно часто встречались также смешанные инфекции, вызванные норовирусом 2 в сочетании с аденовирусом F (14,6 [8,9; 22,6] %) и энтеровирусом (10,2 [5,6; 17,2] %).

В динамике наблюдения по годам (2020–2022 гг.) установлено (рис. 2), что в 2021 г. имел место существенный рост частоты обнаружения всех кишечных вирусов у пациентов с ОКИ. Наиболее значительным он был в отношении ротавирусов А – с 13,9 % в 2020 г. до 33,6 % в 2021 г. ($p < 0,001$). Частота детекции норовирусов генотипа 2 увеличилась с 11,3 % в 2020 г. до 16,3 % в 2021 г. ($p = 0,01$), аденовирусов F – с 3,5 до 6,4 % ($p = 0,019$), энтеровирусов – с 1,1 до 3,7 % ($p = 0,004$). При этом в 2022 г. не обнаружено значимых изменений в показателях выявления у пациентов кишечных вирусных агентов по сравнению с 2021 г.

Для изучения этиологической структуры вирусных ОГЭ разных возрастных групп в условиях спорадической заболеваемости в исследования был включен биологический материал (фекалии) 1837 пациентов, полученный в течение 2020–2022 гг. Пациенты были разделены на три группы: дети от 0 до 5 лет включительно ($n = 1067$), дети от 6 до 17 лет включительно ($n = 351$), взрослые (старше 18 лет) ($n = 419$). Такое деление было обусловлено существенными различиями, в том числе социальными, которые могут влиять на заболеваемость кишечными инфекциями у пациентов разного возраста.

Установлено (рис. 3), что частота выявления ротавирусов А была максимальной у детей 5 лет и младше и достоверно ниже ($p < 0,001$) у детей 6–17 лет и у взрослых. Частота выявления норовирусов генотипа 2 у детей 5 лет и младше, наоборот, была достоверно ниже, чем у детей 6–17 лет ($p = 0,003$), но не имела статистических различий с таковой у взрослых. Аденовирусы F чаще обнаруживались у детей 5 лет и младше и у детей 6–17 лет, достоверно реже – у взрослых ($p = 0,021$). Энтеровирусы выявлялись у взрослых достоверно реже, чем у детей 6–17 лет и младше 5 лет ($p = 0,061$, $p = 0,064$). Норовирусы генотипа 1 реже детектировались у детей 5 лет и младше, чем у детей 6–17 лет и у взрослых, однако достоверных различий в полученных результатах не выявлено.

Из полученных данных видно, что доминирующей возрастной группой среди пациентов с инфекцией, вызванной ротавирусом А, были дети 5 лет и младше, с норовирусом генотипа 2 – дети 6–17 лет, с аденовирусом F и энтеровирусом – дети 0–18 лет, с норовирусом генотипа 1 – дети 6–17 лет (рис. 3).

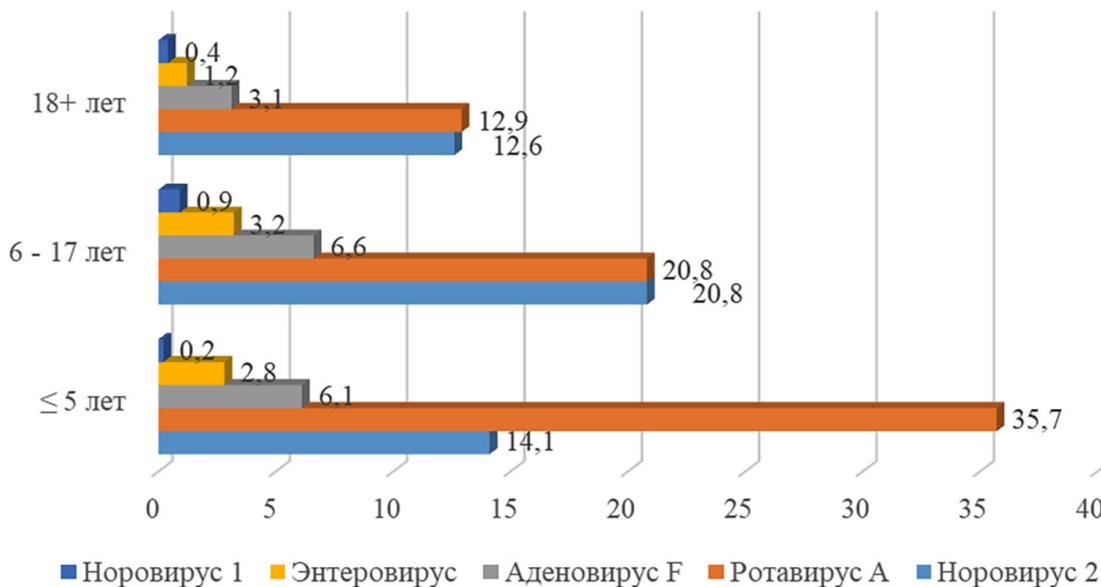


Рис. 3. Частота выявления кишечных вирусов (%) в разных возрастных группах пациентов с ОГЭ ($n = 1837$)

Fig. 3. Frequency of detection of intestinal viruses (%) in different age groups of patients with AGE ($n = 1837$)

Для анализа этиологической структуры групповой заболеваемости использовали материал от 443 пациентов разного возраста, полученный при расшифровке 52 эпизодов групповой заболеваемости, имевших место в разных регионах страны. Этиологические агенты, вызвавшие групповую заболеваемость, были установлены для 92 % эпизодов (48 из 52), причем 88,9 % из них (46 из 52) были связаны с кишечными вирусами. Абсолютное большинство (63,5 [43,7; 89,1] %) эпизодов было вызвано норовирусами генотипа 2 (рис. 4). На втором месте среди возбудителей групповой заболеваемости были норовирусы генотипа 1 (11,5 [4,2; 25,1] % эпизодов), затем следовали ротавирусы А (5,8 [1,2; 16,86] %), энтеровирусы и саповирусы (по 3,85 [0,47; 13,95] %

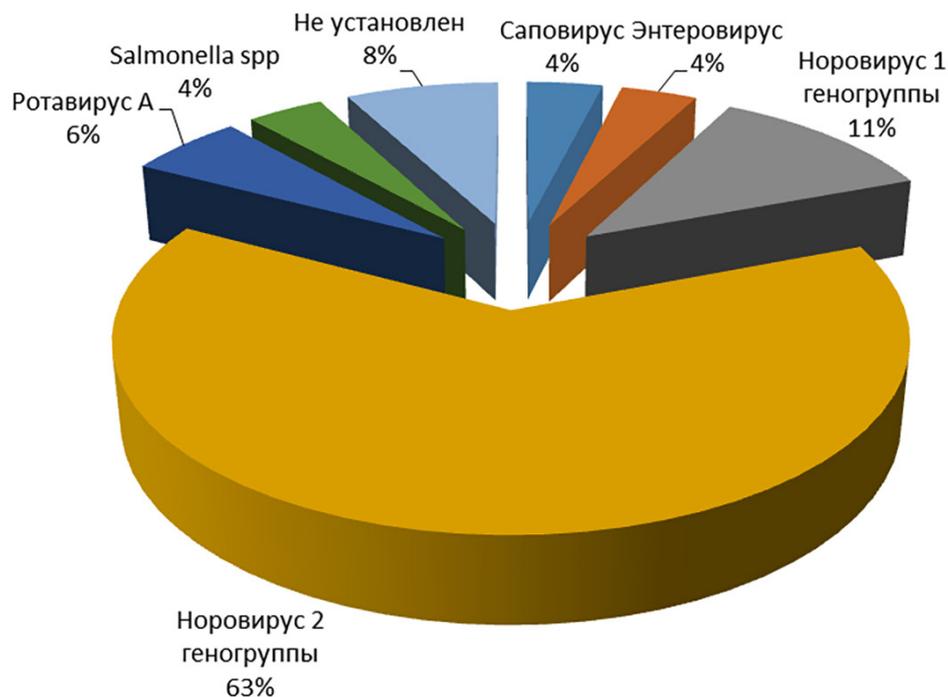


Рис. 4. Спектр возбудителей групповой заболеваемости ОГЭ и ее этиологическая структура в период с 2009 по 2021 г.

Fig. 4. Spectrum of causative agents of AGE group morbidity and its etiological structure in the period since 2009 to 2021

каждый). Полученные результаты указывают на то, что норовирусы геногруппы 2 достоверно чаще вызывали групповую заболеваемость ОГЭ, чем все остальные кишечные возбудители. Следует отметить, что норовирусы геногруппы 1, занимавшие второе место по количеству вызванных ими эпизодов групповой заболеваемости, в структуре этиологических агентов sporадической заболеваемости ОГЭ занимали последнее место. При этом ротавирусы А, являющиеся доминирующими возбудителями sporадических случаев ОГЭ у детей 5 лет и младше и занимавшие второе место в спектре возбудителей sporадических случаев ОГЭ в других возрастных группах, были причиной групповой заболеваемости всего в 6 % эпизодов.

Анализ возрастной структуры показал, что групповая заболеваемость вирусными ОГЭ имела место преимущественно у взрослых (48,0 [31,1; 71,0] % эпизодов) и у детей 6–17 лет (44,2 [28,0; 66,4] % эпизодов), тогда как у детей 5 лет и младше было зарегистрировано только 7,7 [2,1; 19,7] % эпизодов.

Обсуждение. Представленные нами данные позволяют охарактеризовать спектр возбудителей и особенности этиологической структуры вызванных ими вирусных ОГЭ в нашей стране в условиях sporадической и групповой заболеваемости.

На основе результатов лабораторной диагностики, проводившейся в течение 2020–2022 гг., установлено, что доля пациентов со sporадическими случаями ОГЭ, в биологическом материале которых были обнаружены кишечные вирусы, составила 53,7 %. Этот результат хорошо согласуется с данными, представленными учеными разных стран, согласно которым вирусная этиология ОГЭ, как правило, имеет место у 40–60 % пациентов. При этом процент заболевших вирусными инфекциями значительно отличается, в зависимости от возраста пациентов. В наших исследованиях у взрослых кишечные вирусы выявлялись достоверно реже, чем у детей ($p < 0,001$). Сходные результаты были получены российскими исследователями: у взрослых пациентов со sporадическими случаями ОКИ преобладали возбудители бактериальной природы, а у детей – вирусы.

Анализ частоты обнаружения инфекций, вызванных отдельными типами кишечных вирусов, показал закономерное преобладание ротавирусной инфекции у пациентов с ОГЭ. Этот факт обусловлен тем, что большинство заболевших составляли дети, причем в основном дети до 6 лет (доминирующая возрастная группа при ротавирусной инфекции). Проведенный нами анализ результатов лабораторной диагностики показал, что ротавирусы А закономерно чаще выявлялись у детей 5 лет и младше (35,7 %), тогда как у детей 6–17 лет и у взрослых они были обнаружены только у 20,8 и 12,9 % пациентов соответственно ($p < 0,001$).

На втором месте по частоте обнаружения у пациентов с ОГЭ были норовирусы геногруппы 2, которые в настоящее время являются широко распространенными этиологическими агентами данного заболевания [15]. Полученные результаты показали, что у детей школьного возраста (6–17 лет) и у взрослых пациентов с ОГЭ рота- и норовирусы геногруппы 2 обнаруживались с равной частотой, что указывало на одинаковый вклад данных возбудителей в этиологическую структуру ОГЭ у пациентов от 6 лет и старше. Наиболее часто норовирусы геногруппы 2 выявлялись у детей 6–17 лет (20,8 %, $p < 0,001$), что согласуется с результатами российских ученых, установившими, что доминирующей возрастной группой при норовирусной инфекции были пациенты 10–20 лет. Исходя из полученных данных, очевидно, что лабораторную диагностику вирусных ОГЭ нельзя ограничивать только выявлением ротавируса А, предполагая его доминирующую роль, так как норовирусы геногруппы 2 имеют сопоставимую этиологическую значимость, особенно в старших возрастных группах – у детей школьного возраста и у взрослых.

Аденовирусы F являются важными этиологическими агентами ОГЭ. Так, по данным за 2016 г., во всем мире на них приходится 75 млн случаев диареи у детей младше 5 лет и 11,8 % смертей (уступают только ротавирусам А и шигелле) [16]. При этом наибольший вклад в формирование заболеваемости ОГЭ (до 30 %) аденовирусы F вносят в развивающихся странах Африки и Юго-Восточной Азии, тогда как в других государствах их доля в спектре этиологических агентов составляет 1–5 % [17]. По результатам наших исследований аденовирусы F занимали третье место по частоте их обнаружения у пациентов со sporадическими случаями ОГЭ. Их доля в спектре идентифицированных возбудителей составила 5,3 [4,3; 6,5] %. При этом с приблизительно рав-

ной частотой они обнаруживались у детей 5 лет и младше и у детей 6–17 лет, в 2 раза реже – у взрослых пациентов ($p = 0,003$). Эти данные, однако, отличаются от результатов, полученных в других странах, согласно которым ОГЭ, вызванные аденовирусами F, чаще всего регистрируются у детей до 2 лет. Можно предположить, что причиной относительно высокой частоты выявления аденовирусов F у детей 6–17 лет стала эпидемия COVID-19, во время которой были значительно снижены социальные контакты и введены серьезные противоэпидемические меры, что привело к снижению уровня «проэпидемичивания» детей раннего возраста и, соответственно, к росту заболеваемости в более старшем возрасте. Групповая заболеваемость, вызванная аденовирусами F, за период наблюдения с 2011 по 2021 г. в нашей стране не регистрировалась.

Энтеровирусы, согласно полученным нами результатам, детектировались у 2,5 [1,8; 3,3] % обследованных. Из 46 позитивных пациентов только у 7 они были единственным выявленным патогеном, тогда как у остальных обнаруживались совместно с другими кишечными вирусами – ротавирусом A, норовирусом генотипа 2 или аденовирусом F. Можно предположить, что у большинства пациентов со спорадическими случаями ОГЭ энтеровирусы вряд ли могли быть этиологическими агентами заболевания, а их выявление, скорее всего, было связано с их широким бессимптомным носительством. За период наблюдения с 2011 г. в стране было зарегистрировано два эпизода групповой заболеваемости, при этом энтеровирусы были единственным выявленным патогеном и обнаруживались у 70–100 % заболевших. Таким образом, очевидно, что в ряде случаев энтеровирусы являются этиологическим агентом ОГЭ, а в других их обнаружение обусловлено бессимптомным носительством. С этих позиций идентификация энтеровирусов, способных вызвать ОГЭ у пациентов, до типов и разработка специфической диагностики, направленной на их выявление, является важным направлением исследований в области повышения качества и результативности лабораторного контроля за кишечными инфекциями.

Накопленный мировой опыт по изучаемой проблеме свидетельствует о том, что к минорным возбудителям вирусных ОГЭ относятся астро- и саповирусы. Согласно полученным нами результатам, саповирусы обнаруживались у 2,0 [0,9; 3,8] % пациентов со спорадическими случаями ОГЭ, астровирусы – у 1,4 [0,6; 2,8] %, что указывало на относительно небольшой их вклад в этиологическую структуру данной патологии. Несмотря на это, саповирусы в нашей стране были причиной двух зарегистрированных эпизодов групповой заболеваемости (4 % от всех расшифрованных), что сопоставимо с энтеровирусами (4 %) и даже с ротавирусами A (6 %). Таким образом, несмотря на незначительную роль саповирусов в формировании спорадической заболеваемости ОГЭ, они могут вносить заметный вклад в развитие групповой заболеваемости.

Сегодня известно, что бока-, пикобирна-, парэхо- и аичи вирусы ассоциируются с развитием диарей, однако их этиологическая роль в возникновении ОГЭ до конца не установлена. В настоящих исследованиях бока- и пикобирновирусы регулярно обнаруживались у пациентов с ОГЭ (2,9 и 2,5 % соответственно), тогда как парэхо- и аичи вирус выявлялись редко (у 0,2 % пациентов каждый). Поскольку групповая заболеваемость, связанная с этими возбудителями, не регистрировалась, исследования по изучению роли этих вирусов в формировании заболеваемости ОГЭ будут продолжены с включением соответствующей по полу и возрасту контрольной группы пациентов, не имеющих признаков заболевания.

Анализ частоты выявления различных возбудителей по годам показал, что в 2021 г. имел место резкий рост частоты обнаружения всех кишечных вирусов по сравнению с 2020 г. Можно предположить, что данный факт был обусловлен началом пандемии COVID-19 (в 2020 г.) и связанным с ней повышенным вниманием населения к соблюдению санитарно-гигиенических мер предосторожности. Более частое мытье рук и сокращение контактов привело к снижению распространения кишечных вирусов в 2020 г. В 2021 г., когда появилась информация о том, что SARS-CoV-2 не передается контактно-бытовым путем, по-видимому, произошло ослабление санитарных мер профилактики и возросла частота заражения кишечными вирусами, которая сохранилась на том же уровне и в 2022 г.

В настоящее время отмечается свободная циркуляция в популяции разных кишечных вирусов, поэтому нельзя исключать близкого по времени (или одновременного) заражения несколькими патогенами, приводящего к развитию смешанных инфекций. Широкое использование

мультиплексного формата лабораторной диагностики позволило установить, что смешанная вирус-вирусная кишечная инфекция является регулярно регистрируемым событием. Основными факторами риска возникновения смешанной инфекции являются ранний возраст детей, посещение детских дошкольных учреждений, наличие в семье трех и более детей [18]. Кроме того, смешанные инфекции могут передаваться через воду – при наличии фекальной контаминации водных источников [19], однако в этих случаях речь идет не о спорадической, а о групповой заболеваемости ОГЭ. Высокая частота смешанных инфекций обычно регистрируется в странах с низким уровнем жизни, тогда как в развитых странах она значительно ниже [20]. В России этот показатель у пациентов с ОКИ составил 14,8 % [8]. В наших исследованиях частота одновременного выявления нескольких кишечных вирусов у пациентов со спорадическими случаями ОГЭ составила 7,4 %, причем у 81,8 % из них обнаруживался ротавирус А и какой-то другой кишечный вирус – норовирус, аденовирус F, энтеровирус. Эти результаты чрезвычайно близки к полученным французскими авторами данным, согласно которым у 95 % пациентов со смешанной инфекцией она была вызвана ротавирусом А и другим (другими) кишечными вирусами [20].

Спектр возбудителей и возрастная структура заболевших указывают на значительные отличия групповой заболеваемости ОГЭ от спорадической. Норовирусы геногруппы 2 были основным этиологическим агентом групповой заболеваемости (всего за период наблюдения 63,5 [43,7; 89,1] % зарегистрированных эпизодов). Норовирусы геногруппы 1 занимали второе место (11,5 [4,2; 25,1] % эпизодов), при этом они крайне редко регистрировались у пациентов с ОГЭ на фоне спорадической заболеваемости. Групповая заболеваемость вирусными ОГЭ достоверно чаще ($p < 0,001$) имела место у детей школьного возраста и у взрослых, чем у детей 5 лет и младше. Это также кардинально отличается от возрастной структуры при спорадической заболеваемости вирусными ОГЭ, при которой наиболее уязвимую группу составляют дети дошкольного возраста (5 лет и младше). Эти данные хорошо согласуются с частотой обнаружения кишечных вирусов в разных возрастных группах. Ротавирусы А являлись доминирующим агентом спорадической заболеваемости у детей 5 лет и младше, но относительно редко вызывали групповую заболеваемость (6 % эпизодов). В период наблюдения именно эта возрастная группа пациентов была минимально вовлечена в групповую заболеваемость вирусными ОГЭ.

Заключение. На основании полученных данных можно сделать следующие основные выводы: частота обнаружения кишечных вирусов у пациентов со спорадическими случаями ОГЭ в 2020–2022 гг. составила 53,7 %, причем у детей 5 лет и младше они выявлялись почти в 2 раза чаще, чем у взрослых (59,0 и 30,3 % соответственно, $p < 0,001$);

максимальный вклад в формирование спорадической заболеваемости ОГЭ вносили ротавирусы А (27,0 % пациентов), на втором месте были норовирусы геногруппы 2 (13,8 % пациентов), все остальные кишечные вирусы детектировались значительно реже: аденовирусы F – у 5,3 % пациентов, энтеровирусы – у 2,5 %, норовирусы геногруппы 1 – у 0,4 %;

частота выявления минорных возбудителей ОГЭ вирусной этиологии (астро-, сапо-, бока-, парэхо-, пикобирно- и аичи вирусов) у пациентов со спорадическими случаями в совокупности составила 9,2 %, чаще всего детектировались бока- и пикобирнавирусы;

доминирующим возбудителем групповой заболеваемости ОГЭ были норовирусы геногруппы 2 (63,5 % эпизодов), норовирусы геногруппы 1 (11,5 %), ротавирусы А (5,8 %), энтеро- и саповирусы (по 3,9 %);

смешанная вирус-вирусная инфекция обнаруживалась у 7,4 % пациентов со спорадическими случаями ОГЭ, у 81,8 % из них детектировался ротавирус А и какой-то другой кишечный вирус – норовирус, аденовирус F, энтеровирус;

спорадические случаи ОГЭ вирусной этиологии преобладали у детей 5 лет и младше, тогда как основная часть эпизодов групповой заболеваемости была зарегистрирована у детей 6–17 лет и у взрослых;

в зависимости от возраста заболевших частота выявления различных кишечных вирусов у пациентов со спорадическими случаями ОГЭ имела значительные различия: у детей 5 лет и младше основную долю возбудителей составляли ротавирусы А, тогда как норовирусы геногруппы 2 обнаруживались в 2,5 раза реже ($p < 0,001$), у детей 6–17 лет и у взрослых рота- и норо-

вирусы геногруппы 2 выявлялись с равной частотой, адено- и энтеровирусы обнаруживались у детей от 0 до 17 лет чаще, чем у взрослых;

доминирующей возрастной группой у пациентов с инфекцией, вызванной ротавирусом А, были дети 5 лет и младше, норовирусом геногрупп 1 и 2 – дети 6–17 лет, аденовирусом F и энтеровирусом – дети 0–18 лет;

в 2020 г. частота выявления всех групп кишечных вирусов у пациентов со спорадическими случаями ОГЭ была в 1,4–3,4 раза ниже, чем в 2021 и 2022 гг., что, по-видимому, обусловлено строгим соблюдением санитарно-гигиенических правил в начале пандемии COVID-19.

Представленные результаты свидетельствуют о существенном вкладе кишечных вирусов в развитие заболеваемости ОГЭ на территории нашей страны. Причем этот вклад не ограничивается только ротавирусами А, в отношении которых хорошо налажены лабораторная диагностика и эпидемиологическое слежение, но в значительной степени формируется другими типами кишечных вирусов, среди которых, безусловно, наиболее значимыми являются норовирусы геногруппы 2.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованных источников

1. Pitkänen, O. A major decrease in viral acute gastroenteritis in hospitalized Finnish children as rotavirus returns as the most detected pathogen / O. Pitkänen, J. Markkula, M. Hemming-Harlow // *Int. J. Infect. Dis.* – 2022. – Vol. 114. – P. 273–278. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.11.016>
2. Novel human astroviruses: prevalence and association with common enteric viruses in undiagnosed gastroenteritis cases in Spain / D. L. Vu [et al.] // *Viruses.* – 2019. – Vol. 11, N 7. – Art. 585. <https://doi.org/10.3390/v11070585>
3. Assessing the burden of viral co-infections in acute gastroenteritis in children: An eleven-year-long investigation / S. De Grazia [et al.] // *J. Clin. Virol.* – 2020. – Vol. 129. – Art. 104513. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104513>
4. Etiology of diarrhea by multiplex polymerase chain reaction among young children in the United Arab Emirates: a case-control study / A. R. Alsuwaidi [et al.] // *BMC Infect. Dis.* – 2021. – Vol. 21, N 1. – Art. 7. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05693-1>
5. Сезонность и возрастная структура заболеваемости острыми кишечными инфекциями на территории РФ / А. Т. Подколзин [и др.] // *Тер. архив.* – 2007. – Т. 79, № 11. – С. 10–16.
6. Estimating global, regional and national rotavirus deaths in children aged <5 years: Current approaches, new analyses and proposed improvements / A. Clark [et al.] // *PLoS ONE.* – 2017. – Vol. 12, N 9. – P. e0183392. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183392>
7. Rotavirus gastroenteritis in Finnish children in 2006–2008, at the introduction of rotavirus vaccination / S. Räsänen [et al.] // *Scand. J. Infect. Dis.* – 2011. – Vol. 43, N 1. – P. 58–63. <https://doi.org/10.3109/00365548.2010.508462>
8. Изучение этиологии острых кишечных инфекций у детей, госпитализированных в инфекционные отделения стационаров Москвы / А. Т. Подколзин [и др.] // *Инфекц. болезни.* – 2004. – Т. 2, № 4. – С. 85–91.
9. Norovirus and other viral causes of medically attended acute gastroenteritis across the age spectrum: Results from the Medically Attended Acute Gastroenteritis Study in the United States / R. M. Burke [et al.] // *Clin. Infect. Dis.* – 2021. – Vol. 73, N 4. – P. e913–e920. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab033>
10. Prevalence of eleven infectious viruses causing diarrhea in Korea / G. R. Kim [et al.] // *Jpn. J. Infect. Dis.* – 2020. – Vol. 73, N 6. – P. 427–430. <https://doi.org/10.7883/yoken.JJID.2020.069>
11. Diversity of human parechovirus in infants and children with acute gastroenteritis in Japan during 2014–2016 / N. T. K. Pham [et al.] // *Infect. Genet. Evol.* – 2019. – Vol. 75. – Art. 104001. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.104001>
12. Бабаян, Л. Острые кишечные инфекции смешанной этиологии у детей // *Эксперим. и клин. гастроэнтерология.* – 2016. – Т. 133, № 9. – С. 66–70.
13. Ротавирусная инфекция в Республике Беларусь / Н. В. Полякова [и др.] // *Здравоохранение.* – 2017. – № 7. – С. 12–19.
14. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М.: Практика, 1999. – 459 с.
15. The changing landscape of pediatric viral enteropathogens in the post-rotavirus vaccine era / N. Halasa [et al.] // *Clin. Infect. Dis.* – 2021. – Vol. 72, N 4. – P. 576–585. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa100>
16. Lee, B. Pediatric acute gastroenteritis associated with adenovirus 40/41 in low-income and middle-income countries / B. Lee, C. F. Damon, J. A. Platts-Mills // *Curr. Opin. Infect. Dis.* – 2020. – Vol. 33, N 5. – P. 398–403. <https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000663>
17. High prevalence of enteric viruses associated with acute gastroenteritis in pediatric patients in a low-income area in Vitoria, Southeastern Brazil / R. Pratte-Santos [et al.] // *J. Med. Virol.* – 2019. – Vol. 91, N 5. – P. 744–750. <https://doi.org/10.1002/jmv.25392>
18. Clinical relevance of enteropathogen co-infections in preschool children—a population-based repeated cross-sectional study / R. Pijnacker [et al.] // *Clin. Microbiol. Infect.* – 2019. – Vol. 25, N 8. – P. 1039.e7–1039.e13. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2018.11.029>

19. Co-infection by waterborne enteric viruses in children with gastroenteritis in Nepal / S. Tandukar [et al.] // *Healthcare (Basel)*. – 2019. – Vol. 7, N 1. – Art. 9. <https://doi.org/10.3390/healthcare7010009>
20. Simultaneous detection of gastrointestinal pathogens with a multiplex Luminex-based molecular assay in stool samples from diarrhoeic patients / C. Mengelle [et al.] // *Clin. Microbiol. Infect.* – 2013. – Vol. 19, N 10. – P. E458–E465. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12255>

References

- Pitkänen O., Markkula J., Hemming-Harlow M. A major decrease in viral acute gastroenteritis in hospitalized Finnish children as rotavirus returns as the most detected pathogen. *International Journal of Infectious Diseases*, 2022, vol. 114, pp. 273–278. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.11.016>
- Vu D. L., Sabrià A., Aregall N., Michl K., Garrido V. R., Gotteris L., Bosch A., Pintó R. M., Guix S. Novel human astroviruses: prevalence and association with common enteric viruses in undiagnosed gastroenteritis cases in Spain. *Viruses*, 2019, vol. 11, no. 7, art. 585. <https://doi.org/10.3390/v11070585>
- De Grazia S., Bonura F., Bonura C., Mangiaracina L., Filizzolo Ch., Martella V., Giammanco G. M. Assessing the burden of viral co-infections in acute gastroenteritis in children: An eleven-year-long investigation. *Journal of Clinical Virology*, 2020, art. 129, p. 104513. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104513>
- Alsuwaidi A. R., Al Dhaheri K., Al Hamad S., George J., Ibrahim J., Ghatasheh G., Issa M., Al-Hammadi S., Narchi H. Etiology of diarrhea by multiplex polymerase chain reaction among young children in the United Arab Emirates: a case-control study. *BMC Infectious Diseases*, 2021, vol. 21, no. 1, art. 7. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05693-1>
- Podkolzin A. T., Fenske E. B., Abramycheva N. Yu., Shipulin G. A., Bitieva P. L., Sagalova O. I. [et al.]. Seasonality and age structure of the incidence of acute intestinal infections in the Russian Federation *Terapevticheskii arkhiv* [Therapeutic archive], 2007, vol. 79, no. 11, pp. 10–16 (in Russian).
- Clark A., Black R., Tate J., Roose A., Kotloff K., Lam D. [et al.]. Estimating global, regional and national rotavirus deaths in children aged <5 years: Current approaches, new analyses and proposed improvements. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, no. 9, p. e0183392. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183392>
- Räsänen S., Lappalainen S., Halkosalo A., Salminen M., Vesikari T. Rotavirus gastroenteritis in Finnish children in 2006–2008, at the introduction of rotavirus vaccination. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 2011, vol. 43, no. 1, pp. 58–63. <https://doi.org/10.3109/00365548.2010.508462>
- Podkolzin A. T., Mukhina A. A., Shipulin G. A., Kuz'mina V. N., Braslavskaya S. I., Maleev V. V. [et al.]. Study of the etiology of acute intestinal infections in children hospitalized in infectious diseases departments of Moscow hospitals. *Infektsionnye bolezni* [Infectious illnesses], 2004, vol. 2, no. 4, pp. 85–91 (in Russian).
- Burke R. M., Mattison C. P., Marsh Z., Shioda K., Donald J., Salas S. B., Naleway A. L., Biggs Ch., Schmidt M. A., Hall A. J. Norovirus and other viral causes of medically attended acute gastroenteritis across the age spectrum: Results from the Medically Attended Acute Gastroenteritis Study in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 2021, vol. 73, no. 4, pp. e913–e920. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab033>
- Kim G. R., Kim S. H., Jeon G. W., Shin J. H. Prevalence of eleven infectious viruses causing diarrhea in Korea. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 2020, vol. 73, no. 6, pp. 427–430. <https://doi.org/10.7883/yoken.JJID.2020.069>
- Pham N. T. K., Thongprachum A., Shimizu Y., Trinh Q. D., Okitsu S., Komine-Aizawa S., Shimizu H., Hayakawa S., Ushijima H. Diversity of human parechovirus in infants and children with acute gastroenteritis in Japan during 2014–2016. *Infection, Genetics and Evolution*, 2019, vol. 75, art. 104001. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.104001>
- Babayan L. Acute intestinal infections of mixed etiology in children. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya* [Experimental and clinical gastroenterology], 2016, vol. 133, no. 9, pp. 66–70 (in Russian).
- Polyakova N. V., Samoilovich E. O., Semeiko G. V., Biskina N. M., Klyuiko N. L. Rotavirus infection in the Republic of Belarus. *Zdravookhranenie* [Healthcare], 2017, no. 7, pp. 12–19 (in Russian).
- Glantz S. A. *Primer of Biostatistics*. New York, McGraw-Hill, 1997. 473 p.
- Halasa N., Piya B., Stewart L. S., Rahman H., Payne D. C., Woron A. [et al.]. The changing landscape of pediatric viral enteropathogens in the post-rotavirus vaccine era. *Clinical Infectious Diseases*, 2021, vol. 72, no. 4, pp. 576–585. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa100>
- Lee B., Damon C. F., Platts-Mills J. A. Pediatric acute gastroenteritis associated with adenovirus 40/41 in low-income and middle-income countries. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 2020, vol. 33, no. 5, pp. 398–403. <https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000663>
- Pratte-Santos R., Miagostovich M. P., Fumian T. M., Maciel E. L., Martins S. A., Cassini S. T., Keller R. High prevalence of enteric viruses associated with acute gastroenteritis in pediatric patients in a low-income area in Vitoria, Southeastern Brazil. *Journal of Medical Virology*, 2019, vol. 91, no. 5, pp. 744–750. <https://doi.org/10.1002/jmv.25392>
- Pijnacker R., van Pelt W., Vennema H., Kortbeek L. M., Notermans D. W., Franz E., Mughini-Gras L. Clinical relevance of enteropathogen co-infections in preschool children—a population-based repeated cross-sectional study. *Clinical Microbiology and Infection*, 2019, vol. 25, no. 8, pp. 1039.e7–1039.e13. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2018.11.029>
- Tandukar S., Sherchand J., Karki S., Malla B., Shrestha R. G., Bhandari D., Thakali O., Haramoto E. Co-infection by waterborne enteric viruses in children with gastroenteritis in Nepal. *Healthcare (Basel)*, 2019, vol. 7, no. 1, art. 9. <https://doi.org/10.3390/healthcare7010009>
- Mengelle C., Mansuy J. M., Prere M. F., Grouteau E., Claudet I., Kamar N. [et al.]. Simultaneous detection of gastrointestinal pathogens with a multiplex Luminex-based molecular assay in stool samples from diarrhoeic patients. *Clinical Microbiology and Infection*, 2013, vol. 19, no. 10, pp. E458–E465. <https://doi.org/10.1111/1469-0691.12255>

Информация об авторах

Поклонская Наталья Владимировна – канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии (ул. Филимонова, 23, 220114, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0001-6431-5050>. E-mail: labsanvir@gmail.com

Амвросьева Тамара Васильевна – д-р мед. наук, профессор, заведующий лабораторией. Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии (ул. Филимонова, 23, 220114, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0001-7309-152X>. E-mail: amvrosieva@gmail.com

Колтунова Юлия Борисовна – мл. науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии (ул. Филимонова, 23, 220114, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-6488-9422>. E-mail: labsanvir@gmail.com

Шилова Юлия Александровна – мл. науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии (ул. Филимонова, 23, 220114, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-4521-6599>. E-mail: labsanvir@gmail.com

Бельская Инна Валерьевна – науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии (ул. Филимонова, 23, 220114, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0003-4044-6827>. E-mail: labsanvir@gmail.com

Information about the authors

Natalia V. Paklonskaya – Ph. D. (Biol.), Leading Researcher. Republican Scientific and Practical Center for Epidemiology and Microbiology (23, Filimonov Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0001-6431-5050>. E-mail: labsanvir@gmail.com

Tamara V. Amvrosyeva – D. Sc. (Med.), Professor, Head of the Laboratory. Republican Scientific and Practical Center for Epidemiology and Microbiology (23, Filimonov Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0001-7309-152X>. E-mail: amvrosieva@gmail.com

Yulia B. Kaltunova – Junior Researcher. Republican Scientific and Practical Center for Epidemiology and Microbiology (23, Filimonov Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-6488-9422>. E-mail: labsanvir@gmail.com

Yulia A. Shilava – Junior Researcher. Republican Scientific and Practical Center for Epidemiology and Microbiology (23, Filimonov Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-4521-6599>. E-mail: labsanvir@gmail.com

Ina V. Belskaya – Researcher. Republican Scientific and Practical Center for Epidemiology and Microbiology (23, Filimonov Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0003-4044-6827>. E-mail: labsanvir@gmail.com