

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-6-74-78>

О причинах сезонности эпидемического процесса ротавирусной, норовирусной и энтеровирусной инфекций

В. И. Сергевнин*

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Минздрава России

Резюме

Актуальность. Для ротавирусной инфекции (РВИ) и норовирусной инфекции (НВИ) характерны сезонные подъемы заболеваемости в зимние месяцы, для энтеровирусной инфекции (ЭВИ) – в летние. **Цель.** Изучение данных научной литературы относительно причин сезонности эпидемического процесса РВИ, НВИ и ЭВИ. **Материалы и методы.** Анализировались данные 52 научных публикаций, касающихся эпидемического процесса РВИ, НВИ и ЭВИ. Использовался описательный метод исследования. **Результаты.** Сезонная активизация эпидемического процесса РВИ и НВИ наблюдается в холодный период года на фоне понижения температуры и влажности воздуха, что обуславливает увеличение выживаемости ротавирусов и норовирусов в окружающей среде и может способствовать реализации бытового, водного и пищевого путей передачи возбудителя. Кроме того, увеличение скученности населения в зимние месяцы определяет реализацию в этот период аэрозольного механизма передачи ротавирусов и норовирусов. В отличие от РВИ и НВИ сезонная активизация эпидемического процесса ЭВИ повсеместно наблюдается в теплые месяцы, что связано с биологическими особенностями энтеровирусов, для выживания которых во внешней среде благоприятными условиями являются высокая температура и повышенная влажность воздуха. **Вывод.** Обоснованы причины сезонности эпидемического процесса РВИ, НВИ, ЭВИ.

Ключевые слова: ротавирусная, норовирусная и энтеровирусная инфекции, сезонность, причины, обзор литературы
Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Сергевнин В. И. О причинах сезонности эпидемического процесса ротавирусной, норовирусной и энтеровирусной инфекций. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика.* 2020;19(6):74–78. [https://doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-6-74-78](https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-6-74-78).

On the Reasons of the Seasonality of the Epidemic Process of Rotaviral, Noroviral and Enteroviral Infections

VI Sergevnin**

Perm State Medical University named after Academician E. A. Wagner

Abstract

Relevance. Rotavirus infection (RVI) and norovirus infection (NVI) are characterized by seasonal increases in morbidity in the winter months, and for enterovirus infection (EVI) – in the summer. **The aim** is to study of scientific literature data regarding the reasons for the seasonality of the epidemic process of RVI, NVI and EVI. **Materials and methods.** The data of 52 scientific publications related to the epidemic process of RVI, NVI, and EVI were analyzed. The descriptive research method used **Results.** Seasonal activation of the epidemic process of RVI and NVI is observed in cold period of the year in the background of a decrease in air temperature and humidity, which leads to an increase in the survival rate of rotaviruses and noroviruses in the environment and can contribute to the implementation of domestic, water and food transmission ways of the pathogen. In addition, the increase in population density in the winter months determines the implementation of the aerosol mechanism of transmission of rotaviruses and noroviruses during this period. In contrast to RVI and NVI, seasonal activation of the epidemic process of EVI is observed everywhere in warm months, which is associated with the biological characteristics of enteroviruses, for their survival in the external environment are favorable conditions for high temperature and high humidity. **Conclusion.** The reasons for the seasonality of the epidemic process of RVI, NVI, EVI are substantiated.

Key words: rotavirus, norovirus and enterovirus infections, seasonality, reasons, literature review

No conflict of interest to declare.

For citation: Sergevnin VI. On the Reasons of the Seasonality of the Epidemic Process of Rotaviral, Noroviral and Enteroviral Infections. *Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2020;19(6):74–78 (In Russ.). [https://doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-6-74-78](https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-6-74-78).

* Для переписки: Сергевнин Виктор Иванович, д. м. н., профессор кафедры эпидемиологии и гигиены Пермского государственного медицинского университета имени академика Е. А. Вагнера, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26. +7 (342) 233-40-15, +7 (912) 592-91-40. viktor-sergevnin@mail.ru. ©Сергевнин В. И.

** For correspondence: Sergevnin Viktor I., Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Epidemiology and Hygiene of the Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya st., Perm, 614990, Russia. +7 (342) 233-40-15, +7 (912) 592-91-40. viktor-sergevnin@mail.ru. ©Sergevnin VI

В последнее десятилетие все чаще регистрируются острые кишечные инфекции вирусной этиологии [1]. Доля вирусной патологии в структуре острых кишечных инфекций в разных странах варьирует от 20 до 70% [3], в РФ в 2018 г. она составила 55,6% [1]. Из числа кишечных вирусов ведущее место занимают ротавирусы, норовирусы, а также неполиомиелитные энтеровирусы (Коксаки А, Коксаки В, ЕСНО и неклассифицированные энтеровирусы 68–71 типов). Для эпидемического процесса ротавирусной, норовирусной и энтеровирусной инфекций (РВИ, НВИ, ЭВИ) характерной является сезонность. Заболеваемость РВИ обычно нарастает в осенне-зимние и зимне-весенние месяцы [4–8]. В холодные месяцы увеличивается и заболеваемость НВИ [9–13]. В то же время случаи ЭВИ повсеместно увеличиваются в летне-осенний период года [14–17]. Указанные закономерности эпидемического процесса характерны для всех климатических поясов как северного, так и южного полушарий, т. е. имеют глобальный характер. Между тем причины формирования сезонных подъемов заболеваемости РВИ, НВИ в осенне-зимние и зимне-весенние месяцы, т. е. в холодный период года, а ЭВИ – в теплые летне-осенние месяцы остаются недостаточно ясными.

Цель настоящей работы – изучение данных научной литературы относительно причин сезонности эпидемического процесса РВИ, НВИ и ЭВИ.

Материалы и методы

Для решения поставленной цели анализировались данные 52 научных публикаций, касающихся эпидемического процесса РВИ, НВИ и ЭВИ, в основном результатов мета-анализа. Использовался описательный метод исследования.

Результаты и обсуждение

Ротавирусная инфекция

Установлено, что предикторами увеличения заболеваемости РВИ являются понижение температуры и влажности воздуха. Метаанализ результатов оценки сезонности эпидемического процесса РВИ в тропиках (26 исследований на территории стран Южной Азии, где температура января колеблется от 10 до 20 °С, июля – от 15 до 40 °С) показал, что на каждый один градус Цельсия увеличения средней температуры заболеваемость РВИ снижалась на 10%. Одновременно выявлена отрицательная связь заболеваемости с относительной влажностью, которая колеблется от 50–66% (сухой сезон) до 65–80% (сезон дождей). Увеличение относительной влажности на 1% сопровождалось снижением заболеваемости на 1% [6]. Аналогичные данные по странам Южной Азии, свидетельствующие о том, что понижение температуры и влажности воздуха способствуют увеличению частоты регистрации РВИ, приводятся и в другом метаанализе [18].

Ротавирус может оставаться жизнеспособным вне человеческого организма от нескольких часов

до нескольких месяцев. Установлено, что идеальная температура воздуха для выживания ротавируса составляет 4–20 °С [19–21]. Сохранению жизнеспособности ротавируса в окружающей среде благоприятствует низкая относительная влажность [22,23]. Увеличение выживаемости ротавируса на предметах окружающей среды и в воде в зимнее время, а также в сухой период года могут способствовать реализации бытового и водного путей передачи инфекции.

Помимо увеличения жизнеспособности ротавируса в зимние месяцы сезонной активизации эпидемического процесса РВИ способствует аэрозольный механизм передачи инфекции в ситуации длительного пребывания людей в помещениях [8,13]. В пользу аэрозольного механизма передачи ротавируса свидетельствует наличие у части больных РВИ признаков воспаления верхних дыхательных путей [25,26]. Отмечено, что сочетание диареи и катаральных изменений слизистой оболочки верхних дыхательных путей отмечается с первого дня болезни у 70% детей [27]. Имеются сообщения о выделении геномной РНК ротавируса из носоглоточной слизи и слюны больных [28]. Предполагается, что есть «респираторные» варианты среди ротавирусов, которые способны распространяться воздушно-капельным путем [29]. Отмечено совпадение внутригодовой динамики эпидемического процесса РВИ и ОРВИ [30].

Норовирусная инфекция

Причины сезонных подъемов заболеваемости НВИ в осенне-зимний и зимне-весенний период года менее изучены. Однако, как и при РВИ, сезонной активизации эпидемического процесса НВИ способствует понижение температуры воздуха, благоприятно влияющее на выживаемость норовирусов в окружающей среде. В Англии и Уэльсе с 1993 г. по 2006 г. (температура воздуха в январе колеблется от 2 до 7 °С, в июле – от 15 до 25 °С) выявлена обратная связь между заболеваемостью НВИ и суточной температурой воздуха [31]. Установлено, что оптимальной для сохранения жизнеспособности норовируса является температура воздуха в диапазоне от минус 6,6 °С до 20 °С [32]. В г. Торонто (Канада) с ноября 2005 г. по март 2008 г. выявлена корреляция между низкой температурой воды озера Онтарио (< или = 4 °С) и заболеваемостью НВИ. Самая высокая заболеваемость отмечается через 24–48 часов после снижения температуры воды [33].

В условиях субтропического, тропического, субэкваториального и экваториального поясов, где температура воздуха в течение года почти всегда плюсовая (от 1 до 20 °С в январе до 25–40 °С в июле), отмечается связь заболеваемости НВИ с влажностью воздуха. В то же время результаты исследований этого вопроса разными авторами не идентичны. Есть работы, в которых рост заболеваемости НВИ отмечен в период сезона дождей. Так,

в г. Хошимин (Вьетнам, субэкваториальный пояс) дождливыми месяцами являются май–ноябрь. Именно в этот период отмечен пик заболеваемости НВИ [34]. На территории государства Ботсвана (Африка, южное полушарие, субтропический пояс) повышенный уровень заболеваемости НВИ отмечен в сезон дождей, который длится с декабря по март [35]. Аналогичная ситуация наблюдается в г. Белен (Бразилия, южное полушарие, субэкваториальный пояс) [36]. Вместе с тем большинство авторов указывают на сезонную активизацию эпидемического процесса НВИ в сухой период года. В г. Уагадуга (столица Буркина-Фасо, западная Африка, субэкваториальный пояс) на НВИ обследованы дети в возрасте до 5 лет, госпитализированные с кишечной инфекцией. 23% проб фекалий оказались положительными на норовирус, большинство из них были обнаружены в сухой сезон (декабрь – март), когда показатель относительной влажности снижается до 20–33% против 60–70% в летний период [37]. На Тайване в условиях субтропического климата рост заболеваемости НВИ выявлен в сухой период (ноябрь – февраль) [38]. Аналогичные сведения приводятся по Никарагуа (тропический пояс) [39]. В Камеруне (субэкваториальный климат) пик обнаружения норовирусов у больных гастроэнтеритом отмечен в сухой период года (март–апрель) [40]. Распространенность НВИ у детей с диареей на юго-западе Нигерии (экваториальный климат) оказалась максимальной во время сухого сезона в октябре–январе [41]. Обратная связь между заболеваемостью НВИ и относительной влажностью воздуха выявлена в Англии [31]. Colas de la Noue A с соавт. [42] использовали культивируемый норовирус (MNV) для изучения его стойкости при воздействии относительной влажности от 10 до 100% при 9 и 25 °С. Результаты показали, что низкая относительная влажность воздуха (ниже 0,007 кг воды/м³) является благоприятным условием сохранения норовируса. Таким образом, скорее всего именно низкая влажность воздуха способствует выживаемости норовируса в окружающей среде, т. е. так же, как и ротавируса.

Не исключено, что помимо увеличения жизнеспособности норовируса в холодное время сезонной активизации эпидемического процесса НВИ способствует аэрозольный механизм передачи [43]. В детском саду в провинции Цзянсу (Китай) была зарегистрирована вспышка гастроэнтерита, вызванная норовирусом GII.P16-GII.2. В течение дня заболело 20 детей. По заключению авторов, вспышка возникла вследствие аэрозольной передачи вируса через кондиционер [3]. Bonifait L с соавт. [24] исследовали наличие биоаэрозолей норовируса во время вспышек НВИ в медицинских учреждениях. Было отобрано 48 проб воздуха. Пробы отбирали на расстоянии 1 м от пациента, перед комнатой пациента и на посту медсестер. Норовирусные геномы были обнаружены

в аэрозольных пробах, взятых в 6 из 8 медицинских центров. Nenonen N P с соавт. [44] провели оценку загрязнения норовирусом воздуха палат и пыли во время вспышек НВИ в больнице. Были исследованы пробы воздуха, пыли и смывы с решеток вентиляции. Вирус был обнаружен в 48 из 101 (47%) пробах из окружающей среды. Молекулярно-генетический анализ выявил высокую степень генетического сходства между штаммами норовирусов от пациентов и из объектов внешней среды в больничной палате, что доказывает, по мнению авторов, рассеивание возбудителя в воздухе и пыли.

Энтеровирусная инфекция

В качестве основной причины летне-осенних сезонных подъемов заболеваемости ЭВИ, в отличие от РВИ и НВИ, называют повышение температуры и увеличение относительной влажности воздуха. Joshi Y P с соавт. [45] изучили заболеваемость асептическим менингитом в шести столичных провинциях Республики Корея с января 2002 г. по декабрь 2012 г. Повышение средней температуры на один градус Цельсия приводило к увеличению количества случаев асептического менингита на 11,4% с лагом в 0 недель; повышение уровня осадков на 10 мм – к росту количества случаев асептического менингита на 8,0% с лагом в 7 недель. Coates SJ с соавт. [46] провели метаанализ, рассмотрев англоязычную литературу, описывающую связь между метеорологическими переменными и ЭВИ. Были определены 72 исследования, отвечающих соответствующим критериям. Выявлена положительная статистически значимая связь между количеством случаев ЭВИ и температурой (91,0% авторов сообщили о положительной связи) и относительной влажностью (75,9% сообщили о положительной связи). В г. Фукуока (средняя температура января колеблется от 2 до 6 °С, июля – от 22 до 28 °С, относительная влажность в зимние месяцы достигает 70–87%) с 2000 г. по 2010 г. еженедельное количество случаев ЭВИ увеличивалось на 11,2% на каждое повышение средней температуры на один градус Цельсия и на 4,7% при росте относительной влажности на 1% [47]. При этом отмечается, что при повышении влажности воздуха увеличивается выживаемость энтеровирусов на объектах внешней среды. Аналогичные сведения приводятся в других работах [48,49]. Во Вьетнаме при повышении месячной температуры на один градус Цельсия выше 26 °С заболеваемость энтеровирусной экзантемой увеличивается на 7%, при повышении влажности выше 76% – на 1% [50]. Заболеваемость энтеровирусной экзантемой в Гонконге в 2008–2011 гг. увеличивалась при повышении температуры в диапазоне от 8 до 25 °С и выше [49]. В Сингапуре каждый градус увеличения температуры выше 32 °С повышал риск заболеваемости ЭВИ на 36%. Умеренный ливень предшествовал росту

заболеваемости ЭВИ [51]. В регионе дельты реки Меконга во Вьетнаме повышение средней температуры на один градус Цельсия вызывало увеличение заболеваемости ЭВИ на 5,6% с задержкой 5 дней. Увеличение влажности на 1% оказало влияние на увеличение частоты ЭВИ на 1,7% с задержкой 3 дня. Увеличение на 1 единицу осадков обусловило увеличение частоты регистрации случаев ЭВИ на 0,5% с лагом 1–6 дней [52].

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать следующее. Для РВИ и НВИ характерна глобальная сезонность заболеваемости в осенне-зимние и зимне-весенние месяцы. В северном полушарии такими месяцами являются ноябрь–апрель, в южном – май–октябрь. В отличие от РВИ и НВИ сезонная активизация эпидемического процесса ЭВИ повсеместно наблюдается

в теплые летне-осенние месяцы. Активизация эпидемического процесса РВИ и НВИ в осенне-зимние и зимне-весенние месяцы наблюдается на фоне понижения температуры и влажности воздуха, что обуславливает увеличение выживаемости ротавирусов и норовирусов в окружающей среде и может способствовать реализации бытового, водного и пищевого путей передачи возбудителя. Кроме того, увеличение скученности населения в зимние месяцы определяет реализацию в этот период аэрозольного механизма передачи возбудителей. Сезонная активизация эпидемического процесса ЭВИ в летне-осенние месяцы связана с биологическими особенностями энтеровирусов, для выживаемости которых во внешней среде благоприятными условиями являются повышенные температура и влажность воздуха.

Литература

- Сергеев В. И. Современные тенденции в многолетней динамике заболеваемости острыми кишечными инфекциями бактериальной и вирусной этиологии. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*, 2020;19(4):14–19. doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-4-14-19.
- Ahmed SM, Hall AJ, Robinson AE et al. Global prevalence of norovirus in cases of gastroenteritis: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*. 2014;14(8):725–730. doi: 10.1016/S1473-3099(14)70767-4.
- Zhang Z, Lai S, Yu J, et al. Etiology of acute diarrhea in the elderly in China: A six-year observational study. *PLoS One*. 2017; 12(3): e0173881. doi: 10.1371/journal.pone.0173881.
- Barril PA, Fumian TM, Prez VE, et al. Rotavirus seasonality in urban sewage from Argentina: Effect of meteorological variables on the viral load and the genetic diversity. *Environ Res*. 2015; 409–15. doi: 10.1016/j.envres.2015.03.004.
- Chan MC, Kwok K, Zhang LY, et al. Bimodal seasonality and alternating predominance of norovirus GII.4 and Non-GII.4, Hong Kong, China, 2014–2017. *Emerg Infect Dis*. 2018;24(4). doi: 10.3201/eid2404.171791.
- Levy K, Hubbard AE, Eisenberg JN. Seasonality of rotavirus disease in the tropics: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol*. 2009;38(6):1487–96. doi: 10.1093/ije/dyn260.
- Konstantopoulos A, Tragiannidis A, Fouzas S. Burden of rotavirus gastroenteritis in children <5 years of age in Greece: hospital-based prospective surveillance (2008–2010). *BMJ Journals*. 2013;3(12). doi: 10.1136/bmjopen-2013-003570.
- D'Souza RM, Hall G, Becker NG. Climatic factors associated with hospitalizations for rotavirus diarrhoea in children under 5 years of age. *Epidemiol Infect*. 2008;136(1):56–64.
- Bidalot M, Théry L, Kaplon J, et al. Emergence of new recombinant noroviruses GII.p16-GII.4 and GII.p16-GII.2, France, winter 2016 to 2017. *Euro Surveill*. 2017;22(15):pii=30508. doi:10.2807/1560-7917.ES.2017.22.15.30508.
- Kumazaki M, Usuku S. Norovirus genotype distribution in outbreaks of acute gastroenteritis among children and older people: an 8-year study. *BMC Infect Dis*. 2016;16(1):643. doi:10.1186/s12879-016-1999-8.
- Kraut RY, Snedeker KG, Babenko O, Honish L. Influence of School Year on Seasonality of Norovirus Outbreaks in Developed Countries. *Can J Infect Dis Med Microbiol*. 2017. Article ID 9258140. doi: 10.1155/2017/9258140.
- Wang X, Du X, Yong W, et al. Genetic characterization of emergent GII.17 norovirus variants from 2013 to 2015 in Nanjing, China. *J Med Microbiol*. 2016;65(11):1274–1280. doi:10.1099/jmm.0.000363.
- Qiao N, Wang SM, Wang JX, et al. Variation analysis of norovirus among children with diarrhea in rural Hebei Province, north of China. *Infect Genet Evol*. 2017;53:199–205. doi: 10.1016/j.meegid.2017.02.012.
- Bahrí O, Rezig D, Nejima-Oueslati BB, et al. Enteroviruses in Tunisia: virological surveillance over 12 years (1992–2003). *J Med Microbiol*. 2005;54(1):63–9.
- Koh WM, Bogich T, Siegel K, et al. *Pediatr Infect Dis J*. 2016;35(10):285–300. doi: 10.1097/INF.0000000000001242.
- Medina NH, Haro-Muñoz E, Pellini AC, et al. Acute hemorrhagic conjunctivitis epidemic in São Paulo State, Brazil, 2011. *Rev Panam Salud Publica*. 2016;39(2):137–141.
- Wiczorek M, Figas A, Krzysztoszek A. Enteroviruses Associated with Aseptic Meningitis in Poland, 2011–2014. *Pol J Microbiol*. 2016;65(2):231–235. doi: 10.5604/17331331.1204485.
- Jagaj JS, Sarkar R, Castronovo D, et al. Seasonality of rotavirus in South Asia: a meta-analysis approach assessing associations with temperature, precipitation, and vegetation index. *PLoS ONE*. 2012;7(5). doi: 10.1371/journal.pone.0038168.
- Fischer TK, Steinsland H, Valentiner-Branth P. Rotavirus particles can survive storage in ambient tropical temperatures for more than 2 months. *J Clin Microbiol*. 2002;40(12):4763–4.
- Boone SA, Gerba CP. Significance of Fomites in the Spread of Respiratory and Enteric Viral Disease. *Appl Environ Microbiol*. 2007;73(6):1687–96.
- Hashizume M, Armstrong B, Wagatsuma Y, et al. Rotavirus infections and climate variability in Dhaka, Bangladesh: a time-series analysis. *Epidemiology & Infection*. 2008;36(9):1281–1289. doi: 10.1017/S0950268807009776.
- Patel MM, Pitzer VE, Alonso WJ. Global seasonality of rotavirus disease. *The Pediatric Infectious Disease Journal*. 2013;32(4):134–147. doi: 10.1097/INF.0b013e31827d3b68.
- Patel MM, Pitzer VE, Alonso WJ, et al. Global seasonality of rotavirus disease. *Pediatr Infect Dis J*. 2013; 32(4): 134–147.
- Bonifait L, Charlebois R, Vimont A, Turgeon N, et al. Detection and quantification of airborne norovirus during outbreaks in healthcare facilities. *Clin Infect Dis*. 2015;61(3):299–304. doi: 10.1093/cid/civ321.
- Булатова С. И., Лоскутов Д. В., Коница М. В. Эпидемиологические аспекты ротавирусной инфекции на территории Республики Марий Эл. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015;7(268):29–32.
- Тхакушинова Н. Х. Ротавирусная инфекция у детей. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2012;2:56–59.
- Литвинчук О. А. Клинико-эпидемиологические особенности и вопросы терапии острых вирусных кишечных инфекций у детей, связанных с оказанием медицинской помощи: автореф. дисс. канд. мед. наук. М., 2015.
- Мухана А. А., Шипулин Г. А., Бокоевой А. Г. и др. Диагностика ротавирусной инфекции методом полимеразной цепной реакции. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2002;2:43–47.
- Новикова Н. А., Епифанова Н. В., Романова Т. В. и др. Дрейф сезонности ротавирусной инфекции в Нижнем Новгороде. *Достижения отеч. эпидемиол. в 20 веке. Взгляд в будущее*. Тр. научной конф. СПб. 2001;152.
- Сергеев В. И., Вольдшмидт Н. Б., Сарометов Е. В. Сезонность эпидемического процесса ротавирусной инфекции и ее причины. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2007;3(34):35–38.
- Lopman B, Armstrong B, Atchison C, Gray JJ. Host, weather and virological factors drive norovirus epidemiology: time-series analysis of laboratory surveillance data in England and Wales. *PLoS One*. 2009;4(8):6671. doi: 10.1371/journal.pone.0006671.
- Chenar SS, Deng Z. Development of genetic program-ming-based model for predicting oyster norovirus outbreak risks. *Water Res*. 2018;1(128):20–37. doi: 10.1016/j.watres.2017.10.032.
- Greer AL, Drews SJ, Fisman DN. Why 'winter' vomiting disease? Seasonality, hydrology, and Norovirus epidemiology in Toronto, Canada. *Ecohealth*. 2009;6(2):192–9. doi: 10.1007/s10393-009-0247-8.
- My PV, Thompson C, Phuc HL, et al. Endemic norovirus infections in children. Ho Chi Minh City, Vietnam, 2009–2010. *Emerg Infect Dis*. 2013;19(6):977–80. doi: 10.3201/eid1906.111862.
- Makhaola K, Moyo S, Lechille K, et al. Genetic and epidemiological analysis of norovirus from children with gastroenteritis in Botswana, 2013–2015. *BMC Infect Dis*. 2018;18(1):246. doi: 10.1186/s12879-018-3157-y.
- Siqueira JA, Linhares AC, Gonçalves MS, et al. Group A rotavirus and norovirus display sharply distinct seasonal profiles in Belém, northern Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2013;108(5):661–4.
- Bonkougou JO, Ouédraogo N, Tamini L, et al. Rotavirus and norovirus in children with severe diarrhea in Burkina Faso before rotavirus vaccine introduction. *J Med Virol*. 2018; 90(9):1453–1460. doi: 10.1002/jmv.25213.
- Liu LT, Kuo TY, Wu CY, et al. Recombinant GII.P16-GII.2 Norovirus, Taiwan, 2016. *Emerg Infect Dis*. 2017;23(7):1180–1183. doi: 10.3201/eid2307.170212.
- Bucardo F, Reyes Y, Becker-Dreps S, et al. Pediatric norovirus GII.4 infections in Nicaragua, 1999–2015. *Infect Genet Evol*. 2017; 55:305–312. doi: 10.1016/j.meegid.2017.10.001.
- Ayukekboing JA, Andersson ME, Vansarla G, et al. Monitoring of seasonality of norovirus and other enteric viruses in Cameroon by real-time PCR: an exploratory study. *Epidemiol Infect*. 2014;142(7):1393–402. doi: 10.1017/S095026881300232X.
- Oluwatoyin Japhet M, Adeyemi Adesina O, Famurewa O, Svensson L, Nordgren J. Molecular epidemiology of rotavirus and norovirus in Ile-Ife, Nigeria: high prevalence of G12P[8] rotavirus strains and detection of a rare norovirus genotype. *J Med Virol*. 2012; 84(9):1489–96. doi: 10.1002/jmv.23343.
- Colas de la Noue A, Estienney M, Aho S, et al. Absolute Humidity Influences the Seasonal Persistence and Infectivity of Human Norovirus. *Appl Environ Microbiol*. 2014; 80(23):7196–205. doi: 10.1128/AEM.01871-14.
- Glass I, Parashar UD, Estes MK. Norovirus Gastroenteritis. *N Engl J Med*. 2009; 361(18):1776–85. doi: 10.1056/NEJMora0804575.
- Nononen NP, Hannoun C, Svensson L, et al. Norovirus GII.4 detection in environmental samples from patient rooms during nosocomial outbreaks. *J Clin Microbiol*. 2014;52(7):2352–8. doi:10.1128/JCM.00266-14.
- Joshi YP, Kim EH, Kim JH, et al. Associations between Meteorological Factors and Aseptic Meningitis in Six Metropolitan Provinces of the Republic of Korea. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(12):pii: E1193. doi:10.3390/ijerph13121193.
- Coates SJ, Davis MDP, Andersen LK. Temperature and humidity affect the incidence of hand, foot, and mouth disease: a systematic review of the literature – a report from the International Society of Dermatology Climate Change Committee. *Int J Dermatol*. 2019;58(4):388–399.

47. Onozuka D, Hashizume M. The influence of temperature and humidity on the incidence of hand, foot, and mouth disease in Japan. *Sci Total Environ*. 2011;1:410–411:119–25. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.09.055.
48. Urashima M, Shindo N, Okabe N. Seasonal models of herpangina and hand-foot-mouth disease to simulate annual fluctuations in urban warming in Tokyo. *Jpn J Infect Dis*. 2003;56(2):64–68–53.
49. Wang JF, Guo YS, Christakos G, et al. Hand, foot and mouth disease: spatiotemporal transmission and climate. *Int J Health Geogr*. 2011;10(25). doi: 10.1186/1476-072X-10-25.
50. Phung D, Nguyen HX, Nguyen HLT, et al. Spatiotemporal variation of hand-foot-mouth disease in relation to socioecological factors: A multiple-province analysis in Vietnam. *Sci Total Environ*. 2018;983–991. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.006.
51. Hii YL, Rocklöv J, Nawi Ng. Short Term Effects of Weather on Hand, Foot and Mouth Disease. *PLOS ONE*. 2011;6(2):e16796. doi.org/10.1371/journal.pone.0016796.
52. Nguyen HX, Chu C, Nguyen HLT, et al. Temporal and spatial analysis of hand, foot, and mouth disease in relation to climate factors: A study in the Mekong Delta region, Vietnam. *Sci Total Environ*. 2017;1:766–772. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.006.

References

1. Sergevin VI. Modern Trends in Long-Term Dynamics of the Acute Intestinal Infectious Incidence of Bacterial and Viral Etiology. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2020; 19(4): 14–19. doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-4-14-19. (In Russ.).
2. Ahmed SM, Hall AJ, Robinson AE et al. Global prevalence of norovirus in cases of gastroenteritis: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*. 2014;14(8):725–730. doi: 10.1016/S1473-3099(14)70767-4.
3. Zhang Z, Lai S, Yu J, et al. Etiology of acute diarrhea in the elderly in China: A six-year observational study. *PLoS One*. 2017; 12(3): e0173881. doi: 10.1371/journal.pone.0173881.
4. Barril PA, Fumian TM, Prez VE, et al. Rotavirus seasonality in urban sewage from Argentina: Effect of meteorological variables on the viral load and the genetic diversity. *Environ Res*. 2015; 409–15. doi: 10.1016/j.envres.2015.03.004.
5. Chan MC, Kwok K, Zhang LY, et al. Bimodal seasonality and alternating predominance of norovirus GII.4 and Non-GII.4, Hong Kong, China, 2014–2017. *Emerg Infect Dis*. 2018;24(4). doi: 10.3201/eid2404.171791.
6. Levy K, Hubbard AE, Eisenberg JN. Seasonality of rotavirus disease in the tropics: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol*. 2009;38(6):1487–96. doi: 10.1093/ije/dyn260.
7. Konstantopoulos A, Tragiannidis A, Fouzas S. Burden of rotavirus gastroenteritis in children <5 years of age in Greece: hospital-based prospective surveillance (2008–2010). *BMJ journals*. 2013;3(12). doi: 10.1136/bmjopen-2003570.
8. D'Souza RM, Hall G, Becker NG. Climatic factors associated with hospitalizations for rotavirus diarrhoea in children under 5 years of age. *Epidemiol Infect*. 2008;136(1):56–64.
9. Bidalot M, Théry L, Kaplan J, et al. Emergence of new recombinant noroviruses GII.p16-GII.4 and GII.p16-GII.2, France, winter 2016 to 2017. *Euro Surveill*. 2017;22(15):pii=30508. doi:10.2807/1560-7917.ES.2017.22.15.30508.
10. Kumazaki M, Usuku S. Norovirus genotype distribution in outbreaks of acute gastroenteritis among children and older people: an 8-year study. *BMC Infect Dis*. 2016;16(1):643. doi:10.1186/s12879-016-1999-8.
11. Kraut RY, Snedeker KG, Babenko O, Honish L. Influence of School Year on Seasonality of Norovirus Outbreaks in Developed Countries. *Can J Infect Dis Med Microbiol*. 2017. Article ID 9258140. doi: 10.1155/2017/9258140.
12. Wang X, Du X, Yong W, et al. Genetic characterization of emergent GII.17 norovirus variants from 2013 to 2015 in Nanjing, China. *J Med Microbiol*. 2016;65(11):1274–1280. doi: 10.1099/jmm.0.000363.
13. Qiao N, Wang SM, Wang JX, et al. Variation analysis of norovirus among children with diarrhea in rural Hebei Province, north of China. *Infect Genet Evol*. 2017;53:199–205. doi: 10.1016/j.meegid.2017.03.004.
14. Bahri O, Rezig D, Nejma-Oueslati BB, et al. Enteroviruses in Tunisia: virological surveillance over 12 years (1992–2003). *J Med Microbiol*. 2005;54(1):63–9.
15. Koh WM, Bogich T, Siegel K, et al. *Pediatr Infect Dis J*. 2016;35(10):285–300. doi: 10.1097/INF.0000000000001242.
16. Medina NH, Haro-Muñoz E, Pellini AC, et al. Acute hemorrhagic conjunctivitis epidemic in São Paulo State, Brazil, 2011. *Rev Panam Salud Publica*. 2016;39(2):137–141.
17. Wiecekorek M, Figas A, Krzysztoszek A. Enteroviruses Associated with Aseptic Meningitis in Poland, 2011–2014. *Pol J Microbiol*. 2016;65(2):231–235. doi: 10.5604/17331331.1204485.
18. Jagai JS, Sarkar R, Crastnovo D, et al. Seasonality of rotavirus in South Asia: a meta-analysis approach assessing associations with temperature, precipitation, and vegetation index. *PLoS ONE*. 2012;7(5). doi: 10.1371/journal.pone.0038168.
19. Fischer TK, Steinsland H, Valentiner-Branth P. Rotavirus particles can survive storage in ambient tropical temperatures for more than 2 months. *J Clin Microbiol*. 2002;40(12):4763–4.
20. Boone SA, Gerba CP. Significance of Fomites in the Spread of Respiratory and Enteric Viral Disease. *Appl Environ Microbiol*. 2007;73(6):1687–96.
21. Hashizume M, Armstrong B, Wagatsuma Y, et al. Rotavirus infections and climate variability in Dhaka, Bangladesh: a time-series analysis. *Epidemiology & Infection*. 2008;36(9):1281–1289. doi: 10.1017/S0950268807009776.
22. Patel MM, Pitzer VE, Alonso WJ. Global seasonality of rotavirus disease. *The Pediatric Infectious Disease Journal*. 2013;32(4):134–147. doi: 10.1097/INF.0b013e31827d3b68.
23. Patel MM, Pitzer VE, Alonso WJ, et al. Global seasonality of rotavirus disease. *Pediatr Infect Dis J*. 2013; 32(4): 134–147.
24. Bonifait L, Charlebois R, Vimont A, Turgeon N, et al. Detection and quantification of airborne norovirus during outbreaks in healthcare facilities. *Clin Infect Dis*. 2015;61(3):299–304. doi: 10.1093/cid/civ321.
25. Bulatova S.I., Loskutov D.V., Konina M.V. Epidemiological aspects of rotavirus infection in the Republic of Mari El. *Public health and habitat*. 2015;7(268):29–32 (In Russ.).
26. Tkhakushinova N.Kh. Rotavirus infection in children. *Epidemiology and infectious diseases*. 2012;2:56–59 (In Russ.).
27. Litvinchuk O. A. Clinical and epidemiological features and issues of treatment of acute viral intestinal infections in children associated with the provision of medical care: author. dis.kand. honey. sciences. Moscow. 2015 (In Russ.).
28. Mukhina A.A., Shipulin G.A., Bokovoy A.G. et al. Diagnosis of rotavirus infection by polymerase chain reaction. *Epidemiology and infectious diseases*. 2002;2:43–47 (In Russ.).
29. Novikova N.A., Epifanova N.V., Romanova T.V. et al. Drift of seasonality of rotavirus infection in Nizhny Novgorod. *Father's Achievements epidemiol. in 20th century. A look into the future. Tr. scientific conf. Spb*. 2001;15 (In Russ.).
30. Sergevin VI, Woldschmidt NB, Sarmometov EV. Seasonality of the epidemic process of rotavirus infection and its causes. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2007;3(34):35–38 (In Russ.).
31. Lopman B, Armstrong B, Atchison C, Gray JJ. Host, weather and virological factors drive norovirus epidemiology: time-series analysis of laboratory surveillance data in England and Wales. *PLoS One*. 2009;4(8):6671. doi: 10.1371/journal.pone.0006671.
32. Chenar SS, Deng Z. Development of genetic program-ming-based model for predicting oyster norovirus outbreak risks. *Water Res*. 2018;112(8):20–37. doi: 10.1016/j.watres.2017.10.032.
33. Greer AL, Drews SJ, Fisman DN. Why «winter» vomiting disease? Seasonality, hydrology, and Norovirus epidemiology in Toronto, Canada. *Ecohealth*. 2009;6(2):192–9. doi: 10.1007/s10393-009-0247-8.
34. My PV, Thompson C, Phuc HL, et al. Endemic norovirus infections in children, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2009–2010. *Emerg Infect Dis*. 2013;19(6):977–80. doi: 10.3201/eid1906.111862.
35. Makhola K, Moyo S, Lechile K, et al. Genetic and epidemiological analysis of norovirus from children with gastroenteritis in Botswana, 2013–2015. *BMC Infect Dis*. 2018;18(1):246. doi: 10.1186/s12879-018-3157-y.
36. Siqueira JA, Linhares AC, Gonçalves MS, et al. Group A rotavirus and norovirus display sharply distinct seasonal profiles in Belém, northern Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2013;108(5):661–4.
37. Bonkoungou IJO, Ouédraogo N, Tamini L, et al. Rotavirus and norovirus in children with severe diarrhea in Burkina Faso before rotavirus vaccine introduction. *J Med Virol*. 2018; 90(9):1453–1460. doi: 10.1002/jmv.25213.
38. Liu LT, Kuo TY, Wu CY, et al. Recombinant GII.P16-GII.2 Norovirus, Taiwan, 2016. *Emerg Infect Dis*. 2017;23(7):1180–1183. doi: 10.3201/eid2307.170212.
39. Bucardo F, Reyes Y, Becker-Dreps S, et al. Pediatric norovirus GII.4 infections in Nicaragua, 1999–2015. *Infect Genet Evol*. 2017; 55:305–312. doi: 10.1016/j.meegid.2017.10.001.
40. Ayukebong JA, Andersson ME, Vansarla G, et al. Monitoring of seasonality of rotavirus and other enteric viruses in Cameroon by real-time PCR: an exploratory study. *Epidemiol Infect*. 2014;142(7):1393–402. doi: 10.1017/S095026881300232X.
41. Oluwatoyin Japhet M, Adeyemi Adesina O, Famurewa O, Svensson L, Nordgren J. Molecular epidemiology of rotavirus and norovirus in Ile-Ife, Nigeria: high prevalence of G12P[8] rotavirus strains and detection of a rare norovirus genotype. *J Med Virol*. 2012; 84(9):1489–96. doi: 10.1002/jmv.23343.
42. Colas de la Noue A, Estienney M, Aho S, et al. Absolute Humidity Influences the Seasonal Persistence and Infectivity of Human Norovirus. *Appl Environ Microbiol*. 2014; 80(23):7196–205. doi: 10.1128/AEM.01871-14.
43. Glass I, Parashar UD, Estes MK. Norovirus Gastroenteritis. *N Engl J Med*. 2009; 361(18):1776–85. doi: 10.1056/NEJMra0804575.
44. Nenonen NP, Hannoun C, Svensson L, et al. Norovirus GII.4 detection in environmental samples from patient rooms during nosocomial outbreaks. *J Clin Microbiol*. 2014;52(7):2352–8. doi: 10.1128/JCM.00266-14.
45. Joshi YP, Kim EH, Kim JH, et al. Associations between Meteorological Factors and Aseptic Meningitis in Six Metropolitan Provinces of the Republic of Korea. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(12):pii: E1193. doi:10.3390/ijerph13121193.
46. Coates SJ, Davis MDP, Andersen LK. Temperature and humidity affect the incidence of hand, foot, and mouth disease: a systematic review of the literature – a report from the International Society of Dermatology Climate Change Committee. *Int J Dermatol*. 2019;58(4):388–399.
47. Onozuka D, Hashizume M. The influence of temperature and humidity on the incidence of hand, foot, and mouth disease in Japan. *Sci Total Environ*. 2011;1:410–411:119–25. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.09.055.
48. Urashima M, Shindo N, Okabe N. Seasonal models of herpangina and hand-foot-mouth disease to simulate annual fluctuations in urban warming in Tokyo. *Jpn J Infect Dis*. 2003;56(2):64–68–53.
49. Wang JF, Guo YS, Christakos G, et al. Hand, foot and mouth disease: spatiotemporal transmission and climate. *Int J Health Geogr*. 2011;10(25). doi: 10.1186/1476-072X-10-25.
50. Phung D, Nguyen HX, Nguyen HLT, et al. Spatiotemporal variation of hand-foot-mouth disease in relation to socioecological factors: A multiple-province analysis in Vietnam. *Sci Total Environ*. 2018;983–991. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.006.
51. Hii YL, Rocklöv J, Nawi Ng. Short Term Effects of Weather on Hand, Foot and Mouth Disease. *PLOS ONE*. 2011;6(2):e16796. doi.org/10.1371/journal.pone.0016796.
52. Nguyen HX, Chu C, Nguyen HLT, et al. Temporal and spatial analysis of hand, foot, and mouth disease in relation to climate factors: A study in the Mekong Delta region, Vietnam. *Sci Total Environ*. 2017;1:766–772. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.006.

Об авторе

- **Виктор Иванович Сергеевич** – д. м. н., профессор кафедры эпидемиологии и гигиены Пермского государственного медицинского университета имени академика Е. А. Вагнера, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26. +7 (342) 233-40-15, +7 (912) 592-91-40. viktor-sergevin@mail.ru. orcid.org/0000-0002-2729-2248.

Поступила: 19.11.2020. Принята к печати: 11.12.20.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Author

- **Viktor I. Sergevin** – Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Epidemiology and Hygiene of the Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya st., Perm, 614990, Russia. +7 (342) 233-40-15, +7 (912) 592-91-40. viktor-sergevin@mail.ru. orcid.org/0000-0002-2729-2248.

Received: 19.11.2020. Accepted: 11.12.20.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.