Научная статья

Original article

УДК 578.834:616.24-002.6

ПУТИ ПЕРЕДАЧИ SARS-COV-2

SARS-COV-2 TRANSMISSION ROUTES

Жабура Мария Олеговна, студент 5 курса, педиатрический факультет, Медицинская академия имени С. И. Георгиевского (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 294006, Бульвар Ленина 5/7, Симферополь, тел.+79788032600, sunrise_see@mail.ru

Шостаковская Анастасия Сергеевна, студент 5 курса, педиатрический факультет, Медицинская академия имени С. И. Георгиевского (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 294006, Бульвар Ленина 5/7, Симферополь, +79789639110, Nastyashost@gmail.com

Zhabura Maria Olegovna, 5th year student, Faculty of Pediatrics the Medical Academy named after S.I. Georgievsky of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky”, Russian Federation, Simferopol, +79788032600, sunrise_see@mail.ru

Shostakovskaya Anastasiya Sergeevna, 5th year student, Faculty of Pediatrics the Medical Academy named after S.I. Georgievsky of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky”, Russian Federation, Simferopol, +79789639110, Nastyashost@gmail.com

Аннотация: Считается, что заражение вирусом SARS-COV-2 может происходить аэрогенным (аспирационным) путем передачи в том случае, если контаминированный вирусным возбудителем аэрозоль, который образуется при чихании и кашле инфицированного человека, попадает в респираторный тракт здорового при вдохе. Но следует заметить, что динамика заражения COVID-19 не совсем соответствует таковому при аэрогенном механизме передачи и воздушно-капельном пути заражения.

Summary: It is believed that infection with the SARS-COV-2 virus can occur by aerogenic (aspiration) transmission if an aerosol contaminated with a viral pathogen, which is formed when an infected person sneezes and coughs, enters the respiratory tract of a healthy person when inhaled. But it should be noted that the dynamics of COVID-19 infection does not quite correspond to that of the aerogenic mechanism of transmission and the airborne route of infection.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, механизм передачи, путь передачи, факторы передачи.

Key words: COVID-19, SARS-CoV-2, transmission mechanism, transmission route, transmission factors.

Основная часть:

Для сравнения контагиозности: если один больной эпидемическим паротитом, для которого характерен аэрогенный механизм передачи и воздушно-капельный путь проникновения вируса в респираторный тракт, заражает в среднем 10-12 человек (R0 10-12), то больной COVID-19 заражает от 2 до 5 человек (R0 2-5). При этом, если для передачи эпидемического паротита необходим относительно небольшой срок, то передачи COVID-19 способствует более длительный контакт (более 5 дней) в куда более ограниченном пространстве. Так как вспышка COVID-19 в Китае за год переросла в пандемию, то интенсивное распространение имело место и связано с аэрогенным выходом из респираторного тракта инфицированных частиц во внешнюю среду. Для заражения здоровых лиц необходим

длительный многодневный контакт и вероятно, что после выхода в окружающую среду, возбудитель оказывается на предметах внешней среды, а затем алиментарным путем проникает в организм здорового человека.

Так как вспышка COVID-19 в Китае за год переросла в пандемию, то это означает, что интенсивное распространение вируса имело место и напрямую связано с аэрогенным выходом возбудителя из респираторного тракта и попаданием во внешнюю среду. Для того, чтобы здоровый человек заразился, необходим длительный близкий многодневный контакт, и вероятно, после того как вирус выходит из респираторного тракта, он оказывается на предметах внешней среды, в том числе предметах обихода, а после алиментарным путем проникает в организм здорового человека. Свою жизнеспособность вирус SARS-CoV-2 сохраняет на объектах внешней среды до 28 дней. Такой вариант распространения болезни COVID-19 требует пристального изучения, а так же внимания при организации противоэпидемических мероприятий в связи с особенностями проживания, питания, общения и санаторно-курортного лечения в Крыму.

Пандемия COVID-19 затронула весь мир,в том числе и Крым,в связи с чем противоэпидемические меры, с учетом механизма и путей передачи ее возбудителя актуальны всегда в связи с особенностями отдыха и санаторного-курортного лечения.

Механизм передачи инфекционного заболевания можно разделить на три фазы. Фаза выхода возбудителя из источника заболевания, которым могут быть больной или носитель инфекции. Фаза временного пребывания во внешней среде, продолжительность которой напрямую сопряжена с выживаемостью возбудителя во внешней среде. Фаза внедрения в здоровый и восприимчивый к заболеванию организм, особенности которой определяются путем проникновения возбудителя в организм и входными воротами инфекции. Особенностям и характеристикам данных фаз для возбудителя коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 (COVID-19) посвящено большое количество литературы и научных работ, на основе которых разрабатываются

и совершенствуются противоэпидемические меры. Всеобщее понимание эпидемиологии COVID-19 заключается в следующем: COVID-19 нельзя отнести к тем вирусным заболеваниям, которые сверхбыстро распространяются, при которых один пациент заражает большое количество других, а механизм быстрого распространения остается неизвестным [21].

Источник инфекции и выход SARS-CoV-2 из источника во внешнюю среду.

Источником инфекции является либо больной COVID-19 человек, либо носитель с бессимптомным течением заболевания. Период выделения вируса из респираторного тракта при бессимптомном носительстве может достигать 30 дней. При этом у больных выделение копий вируса наблюдается за неделю до появления первых симптомов. Предполагается, что заражение COVID-19 происходит с помощью аэрогенного механизма передачи: при кашле/чихании носителя образуется контаминированный аэрозоль, который при вдохе попадает в организм здорового человека. Считается, что выделение вируса SARS-CoV-2 во внешнюю среду происходит в основном из респираторного тракта, так как его наибольшая репликационная активность отмечается именно в респираторном тракте [1]. Эти данные подтверждаются при использовании обратной транскриптазно-полимеразной цепной реакции для определения копий РНК вируса в качестве индикатора его присутствия в организме: с наибольшей частотой и в большем количестве они обнаруживаются в бронхиальных смывах (в 14 образцах из 15; 93%), за ними следуют мокрота (в 72 образцах из 104; 72%), мазки из носа (в 5 образцах из 8; 63%), мазки из глотки (в 126 образцах из 398; 32%), кал (в 44 образцах из 153; 29%) и кровь (в 3 образцах из 307; 1%) [3]. При этом стоить отметить, быстрое распространение заболевания объясняется выделение вируса SARS-CoV-2 во внешнюю среду не только через респираторный тракт, но и другими путями [2]. Об этом свидетельствует обнаружение вируса не только в образцах из дыхательных путей, но и в кале, что может говорить о реализации фекально-

орального механизма передачи, в крови а так же на конъюнктивах и в слезной жидкости [3].

Жизнеспособность SARS-CoV-2 во внешней среде. После того, как вирус SARS-CoV-2 оказывается во внешней среде, он долгое время сохраняется на различных поверхностях, что повышает риски его передачи. В одном из исследований было продемонстрированно, что в контролируемых условиях SARS-CoV-2 (при начальной вирусной нагрузке в жидком матриксе, эквивалентном тому, который обычно выделяется из респираторного тракта пациентами) может оставаться жизнеспособным при 20°C и относительной влажности 50% в течение минимум 28 дней на непористых поверхностях, а на пористых поверхностях SARS-CoV-2 остается жизнеспособным в течение 14 дней. При температуре 30°C вирус сохраняет жизнедеятельность в течение 7 дней на нержавеющей стали, полимерных купюрах и стекле, и 3 дня - на поверхности винила и хлопчатобумажной ткани. В то время как на бумажных купюрах он обнаруживается в жизнеспособном состоянии на протяжении 21 дня. При 40°C жизнеспособность вируса SARS- CoV-2 значительно снижена: менее 24 часов на хлопчатобумажной ткани и до 48 часов на всех остальных протестированных поверхностях. Поэтому необходимо обратить внимание на то, что устойчивость SARS-COV-2 в течение продолжительного времени на стекле и виниле, являющихся материалом для дисплеев и для их защиты на мобильных телефонах, позволяет рассматривать их как устройства, способствующие заражению ,и данные устройства требуют регулярной дезинфекции [4,5]. Если считается,что «основной способ передачи COVID19 - капельно-контактная передача», которая осуществляется посредством вдыхания контаминированного вирусом аэрозоля человеком, который находится на близком расстоянии от источника заболевания [6], остается вопрос о роли обсеменённых поверхностей предметов окружающей среды в заражении COVID-19. Остается открытым вопрос, если входными воротами инфекции являются слизистые респираторного тракта, что является «капельноконтактной передачей», могут ли контаминированные аэрозолем

(содержащим вирусные частицы) поверхности предметов окружающей среды, включая предметы обихода, служить факторами передачи SARS-COV- 2?

Данный вопрос актуален, так как в литературе нет данных о возможности передачи вируса контактным механизмом с чрезкожным проникновением в организм человека через непроверженные кожные покровы. Реализация фекально-орального же механизма передачи вируса предполагается возможной в развивающихся странах с низким уровнем деконтаминации сточных вод и предметов обихода [19]. Несмотря на то, что преимущественное выделение SARS-COV-2 из организма носителей инфекции в окружающую среду происходит из дыхательных путей не вызывает сомнений, следует отметить, что вирус обнаруживается в фекалиях больных в том числе и в развитых странах [2.3]. Этот факт можно рассматривать, как следствие реализации алиментарного пути попадания в организм здорового человека, после выхода вируса из респираторного тракта инфицированного человека.

Патогенез заражения SARS-CoV-2. SARS-CoV2 проникает в клетки, используя ангиотензинпревращающий фермент-2 (ACE2/АПФ-2) в качестве рецептора В связи с этим клетки и органы, которые являются носителями данных рецепторов, оказываются первичной мишенью SARS-CoV-2, а оказавшись вторичной мишенью способствуют распространению вируса и развитию генерализованного инфекционного процесса в организме инфицированного человека [7], так как АПФ-2 экспрессируется не только в легочной ткани, но и в клетках кишечника, почках и кровеносных сосудах [8]. Более того, экспрессия АПФ-2 в эпителии кишечника [8], а также в клетках слизистой полости рта [9], является предрасполагающим к заражению после проникновения SARS-CoV-2 в организм человека алиментарным путем, что выглядит близким к реальности при сравнении контагиозности эпидемического паротита и COVID-19.

Сравнение контагиозности COVID-19 и эпидемического паротита. В настоящее время базовое количество репродукций COVID-19 (R0, определяется как количество индивидуумов, которые будут заражены

типичным заболевшим, попавшим в полностью неиммунизированное окружение при отсутствии специальных эпидемиологических мер) оценивается от 2 до 3 (что означает, что один человек заражает от 2 до 3 человек) [10] и может достигать 5 [11]. Данные о таких показателях R 0 для COVID-19 получены до массового внедрения вакцин, способствующих возникновению приобретенного искусственного иммунитета к этому заболеванию. Однако, для такого заболевания с аэрогенным механизмом передачи и воздушно-капельным путем его проникновения в организм человека как эпидемический паротит, R 0 указывается как 10-12, что означает, что каждый человек, заболевший корью, в среднем заразил бы 10-12 человек в полностью восприимчивой к эпидемическому паротиту популяции [12]. Столь существенные различия в величинах R 0 при эпидемическом паротите и COVID-19 свидетельствует против утверждения, согласно которому заражение COVID-19 осуществляется преимущественно при вдыхании аэрозоля, содержащего высокие концентрации SARS-CoV-2 и образующегося при чихании и кашле пораженных этим вирусом. Вероятность существования иных путей проникновения SARS-CoV-2 в организм здорового человека поддерживается тем, что риск заражения COVID-19 выше, если инфицированный и здоровый находятся в тесном контакте в течение нескольких дней в относительно ограниченном пространстве [6], тогда как для заражения эпидемическим паротитом достаточно общение в течение нескольких часов или даже в течение нескольких минут.

Обстоятельства, способствующие заражению и интенсивному распространению COVID-19. Сравнение условий заражения COVID-19 при длительном и кратковременном контактах позволяет сделать вывод, что передача вируса чаще происходит при контактах, продолжающихся более 5 дней, по сравнению со случайными контактами (5,9% и 1,2% соответсвенно) [15] и чаще при совместном проживании и совместном ведении хозяйства, чем при социальных контактах, например, на работе (5,9% и 1,3% соответственно) [16]. Кроме того, был проведен анализ условий заражения пациентов,

поступивших за 3 месяца в обсервационное отделение одной из Крымских больниц. Результаты этого анализа, подтвердили, что большая часть (58,8%) пациентов заболели при контакте с Covid-19 -положительными членами семей, с которыми проживали на одной территории [24]. Полученные данные позволяют предположить, что между источником вируса SARS-CoV-2 и восприимчивым организмом есть промежуточные факторы передачи. Возможностью существования промежуточных факторов передачи объясняется так же отсутствие контактов в анамнезе у 21 (10,9%) больных COVID-19 в Китае [20]. Такими факторами, вероятнее всего, являются предметы внешней среды, в том числе предметы обихода. После контакта с такими предметами руки заражаемого человека контаминированы вирусом и определяют алиментарный путь проникновения вируса SARS-CoV-2 в организм. Кроме того, данные об устойчивости вируса в широком диапазоне значений pH [22] – от 3 до 10 – поддерживают вероятность проникновения SARS-CoV-2 в организм через слизистые оболочки ЖКТ при алиментарном пути заражения.

Вероятно, недостаточная эффективность противоэпидемических мер связана с тем, при их проведении не учитываются данные факты.

Выводы для практики.

Контаминация поверхностей различных предметов окружающей среды вирусом SARS-CoV-2, который сохраняет свою жизнеспособность на этих поверхностях до 28 дней [4, 5] позволяет полагать, что заражение алиментарным путем имеет место и при отсутствии непосредственного контакта с источником возбудителя в помещении. Это означает, что целесообразно проведение не просто текущая уборки помещения, а некоторого аналога заключительной дезинфекции (проводимой в очагах инфекции), в помещении после того, как его покинули временно в нем проживающие, так как роль бессимптомных носителей вируса в эпидемическом процессе при COVID-19 велика [6]. Следовательно, необходимо усиление внимания и к осуществлению профилактической

дезинфекции, которая должна быть схожа с дезинфекцией в очаге заболевания, не только в местах общественного питания и совместного проживания. Увеличивается значимость санитарно-просветительной работы с учетом возможности заражения контактно-бытовым путем, так как привычные нам предметы обихода могут оказаться факторами передачи возбудителя, а защите от проникновения возбудителя COVID-19 подлежат не только респираторный тракт, но и полость ,и ЖКТ. Следовательно, мытье рук и прикосновения к лицу(в большей степени ко рту) чистыми руками помогут существенно снизить вероятность заражения COVID-19.

Так же необходимо заметить,что некоторые особенности факторов природы могут ограничивать распространение COVID-19 в Крыму. Например, при повышении относительной влажности и/или температуры жизнеспособность вируса SARS-CoV-2 снижается,а при 40°C его жизнеспособность сохраняется менее 24 часов на хлопчатобумажной ткани и до 48 часов на всех остальных протестированных поверхностях [4, 5]. При этом температура предметов, подвергаемых прямому солнечному излучению летним днем даже в прибрежной зоне, достигает 56°C и выше. Так же можно полагать,что вода Черного моря и воздух в зоне прибоя (содержащие йод и другие химические элементы, обладающие губительным действием на вирусы) создают неблагоприятные условия для выживания как SARS-CoV-2, так и для других патогенных микроорганизмов. Иначе заболеваемость COVID-19 в Крыму в теплое, благоприятное для купания в море время, была бы в разы выше. Исследования, которые направлены на изучение роли природных факторов в прерывании механизма передачи SARSCoV-2 были бы большим подспорьем при организации профилактики COVID-19 в Крыму.

Литература:

1. Wölfel R., Corman V.M., Guggemos W. et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. Nature 581, 465– 469 (2020). https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x (URL: https://www.nature.com/articles/s41586-020-2196-x)

2. Wenling Wang,YanliXu,Ruqin Gao,Roujian Lu,Kai Han,Guizhen Wu,Wenjie Tan. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens.JAMA (IF 45.540) Pub Date: 2020-05-12 , DOI: 10.1001/jama.2020.3786(URL: https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762997)
3. Noemi Güemes-Villahoz, Barbara Burgos-Blasco, Beatriz VidalVillegas, Julián Garcia-Feijoo, Pedro Arriola-Villalobos, Jose María Martínez-de-la-Casa, David Diaz-Valle, Anastasios G Konstas. . Novel Insights into the Transmission of SARS-CoV-2 Through the Ocular Surface and its Detection in Tears and Conjunctival Secretions: A Review. AdvTher. 2020 Oct;37(10):4086-4095.doi: 10.1007/s12325-020-01442-7. Epub 2020 Aug 18. (URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32809211/)
4. Shane Riddell, Sarah Goldie, Andrew Hill, Debbie Eagles &Trevor W. Drew.The effect of temperature on persistence of SARS-CoV2 on common surfaces. Virol J. 2020 Oct 7;17(1):145. doi: 10.1186/s12985-020-01418-7 (URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33028356/)
5. Aboubakr H. A., Sharafeldin T. A., &Goyal S. M. (Accepted/In press). Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review. Transboundary and Emerging Diseases. https://doi.org/10.1111/tbed.13707
6. ZhiruGao, Yinghui Xu, Chao Sun, Xu Wang, ... Kewei Ma.A systematic review of asymptomatic infections with COVID-19. Journal of Microbiology, Immunology and Infection. Volume 54, Issue 1, February 2021, Pages 12-16. https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.05.001
7. Викулова О.К., Зураева З.Т., Никанкина Л.В., Шестакова М.В. Роль ренин-ангиотензиновой системы и ангиотензинпревращающего фермента 2 типа в развитии и течении вирусной инфекции COVID-19 у пациентов с сахарным диабетом. Сахарный диабет. 2020;23(3):242-249. https://doi.org/10.14341/DM12501

8. Vikulova O.K., Zuraeva Z., Nikankina L.V., Shestakova M.V. The role of renin-angiotensin system and angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) in the development and course of viral infection COVID19 in patients with diabetes mellitus. Diabetes mellitus. 2020;23(3):242-249. (In Russ.) https://doi.org/10.14341/DM12501
9. Hamming I., Timens W., Bulthuis M.L., et al. Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis. J Pathol. 2004;203(2):631- 637. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/path.1570
10. Xu H., Zhong L., Deng J., et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. Int J Oral Sci. 2020;12(1):8. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41368-020- 0074-x
11. Salzberger B., Buder F., Lampl B., EhrensteinB., Hitzenbichler F., Hanses F. Epidemiologie von SARS-CoV-2-Infektion und COVID-19. Internist (Berl). 2020 Aug;61(8):782-788. doi: 10.1007/s00108-020-00834-9.
12. Farrington C. P., Kanaan M. N., Gay N. J. Estimation of the basic reproduction number for infectious diseases from age-stratified serological survey data //Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics). – 2001. – Т. 50. – №. 3. – С. 251-292.\
13. David N. Durrheim,Peter M. Strebel.Measles – The epidemiology of elimination. Review. VaccineVolume 32, Issue 51, 5 December 2014, Pages 6880-6883. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.10.061
14. Hayley A. Thompson, Andria Mousa, Amy Dighe, Han Fu, Alberto Arnedo-Pena, Peter Barrett, Juan Bellido-Blasco, Qifang Bi, Antonio Caputi, Liling Chaw, Luigi De Maria, Matthias Hoffmann, Kiran Mahapure, Kangqi Ng, JagadesanRaghuram, Gurpreet Singh, BijuSoman, Vicente Soriano, Francesca Valent, Luigi Vimercati, Liang En Wee, Justin Wong, Azra C Ghani, Neil M Ferguson.SARS-CoV-2 setting-specific transmission rates: a systematic review and meta-analysis. Clin Infect Dis. 2021 Feb 9;ciab100. doi: 10.1093/cid/ciab100. PMID: 33560412

15. OonTek Ng, KalisvarMarimuthu, Vanessa Koh, Junxiong Pang, KyawZaw Linn, Jie Sun, Liang De Wang, Wan Ni Chia, Charles Tiu, Monica Chan, Li Min Ling, Shawn Vasoo, Mohammad YazidAbdad, Po Ying Chia, Tau Hong Lee, Ray Junhao Lin, Sapna P Sadarangani, Mark I-Cheng Chen, Zubaidah Said, LalithaKurupatham, Rachael Pung, Lin-Fa Wang, Alex R Cook, Yee-Sin Leo, Vernon JmLee. SARS-CoV-2 seroprevalence and transmission risk factors among high-risk close contacts: a retrospective cohort study. Lancet Infect Dis. 2021 Mar;21(3):333- 343.doi: 10.1016/S1473-3099(20)30833-1. Epub 2020 Nov 2.
16. Gastañaduy P.A., Redd S.B., Fiebelkorn A.P., et al. Measles— United States, January 1–May 23, 2014. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2014;63:496–9.
17. Hamada A. Aboubakr, Tamer A. Sharafeldin, Sagar M. Goyal. Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review.Wiley Online Library. TransboundEmerg Dis. DOI: 10.1111 / tbed.13707 (URL: https://doi.org/10.1111/tbed.13707)
18. SijiaTian, NanHu, JingLou, KunChen, XuqinKang, ZhenjunXiang, HuiChe n, DaliWang, NingLiu, DongLiu, GangChen, YongliangZhang, DouLi, Ji anrenLi, HuixinLian, ShengmeiNiu, LuxiZhang, JinjunZhang.Characteris tics of COVID-19 infection in Beijing. J Infect. 2020 Apr;80(4):401-406. doi: 10.1016/j.jinf.2020.02.018. Epub 2020 Feb 27.
19. Hussin A. Rothan, Siddappa N. Byrareddy.he epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. Review article.Journal of Autoimmunity. Volume 109, May 2020, 102433 https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433Get rights and content
20. Alex W. H. Chin, Julie T. S. Chu, Mahen R. A.Perera, Kenrie P. Y. Hui, Hui-Ling Yen, Michael C. W. Chan, Malik Peiris, Leo L. M. Poon. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. Lancet Microbe. 2020 May;1(1):e10. doi: 10.1016/S2666- 5247(20)30003-3. Epub 2020 Apr 2.

21. Синицын Б. Ф.1 , Каладзе Н. Н , Игнатенко Н. А. К МЕХАНИЗМУ И ПУТЯМ ПЕРЕДАЧИ COVID-19

References:

1. Wölfel R., Corman V.M., Guggemos W. et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. Nature 581, 465– 469 (2020). https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x (URL: https://www.nature.com/articles/s41586-020-2196-x)
2. Wenling Wang,YanliXu,Ruqin Gao,Roujian Lu,Kai Han,Guizhen Wu,Wenjie Tan. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens.JAMA (IF 45.540) Pub Date: 2020-05-12 , DOI: 10.1001/jama.2020.3786(URL: https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762997)
3. Noemi Güemes-Villahoz, Barbara Burgos-Blasco, Beatriz VidalVillegas, Julián Garcia-Feijoo, Pedro Arriola-Villalobos, Jose María Martínez-de-la-Casa, David Diaz-Valle, Anastasios G Konstas. . Novel Insights into the Transmission of SARS-CoV-2 Through the Ocular Surface and its Detection in Tears and Conjunctival Secretions: A Review. AdvTher. 2020 Oct;37(10):4086-4095.doi: 10.1007/s12325-020-01442-7. Epub 2020 Aug 18. (URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32809211/)
4. Shane Riddell, Sarah Goldie, Andrew Hill, Debbie Eagles &Trevor W. Drew.The effect of temperature on persistence of SARS-CoV2 on common surfaces. Virol J. 2020 Oct 7;17(1):145. doi: 10.1186/s12985-020-01418-7 (URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33028356/)
5. Aboubakr H. A., Sharafeldin T. A., &Goyal S. M. (Accepted/In press). Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review. Transboundary and Emerging Diseases. https://doi.org/10.1111/tbed.13707
6. ZhiruGao, Yinghui Xu, Chao Sun, Xu Wang, ... Kewei Ma.A systematic review of asymptomatic infections with COVID-19. Journal of Microbiology,

Immunology and Infection. Volume 54, Issue 1, February 2021, Pages 12-16. https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.05.001

7. Vikulova O.K., Zuraeva Z.T., Nikankina L.V., Shestakova M.V. The role of the renin-angiotensin system and type 2 angiotensin-converting enzyme in the development and course of the COVID-19 viral infection in patients with diabetes mellitus. Diabetes. 2020;23(3):242-249. https://doi.org/10.14341/DM12501
8. Vikulova O.K., Zuraeva Z., Nikankina L.V., Shestakova M.V. The role of renin-angiotensin system and angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) in the development and course of viral infection COVID19 in patients with diabetes mellitus. Diabetes mellitus. 2020;23(3):242-249. (In Russ.) https://doi.org/10.14341/DM12501
9. Hamming I., Timens W., Bulthuis M.L., et al. Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis. J Pathol. 2004;203(2):631- 637. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/path.1570
10. Xu H., Zhong L., Deng J., et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. Int J Oral Sci. 2020;12(1):8. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41368-020- 0074-x
11. Salzberger B., Buder F., Lampl B., EhrensteinB., Hitzenbichler F., Hanses F. Epidemiologie von SARS-CoV-2-Infektion und COVID-19. Internist (Berl). 2020 Aug;61(8):782-788. doi: 10.1007/s00108-020-00834-9.
12. Farrington C. P., Kanaan M. N., Gay N. J. Estimation of the basic reproduction number for infectious diseases from age-stratified serological survey data //Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics). – 2001. – Т. 50. – №. 3. – С. 251-292.
13. David N. Durrheim,Peter M. Strebel.Measles – The epidemiology of elimination. Review. VaccineVolume 32, Issue 51, 5 December 2014, Pages 6880-6883. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.10.061

14. Hayley A. Thompson, Andria Mousa, Amy Dighe, Han Fu, Alberto Arnedo-Pena, Peter Barrett, Juan Bellido-Blasco, Qifang Bi, Antonio Caputi, Liling Chaw, Luigi De Maria, Matthias Hoffmann, Kiran Mahapure, Kangqi Ng, JagadesanRaghuram, Gurpreet Singh, BijuSoman, Vicente Soriano, Francesca Valent, Luigi Vimercati, Liang En Wee, Justin Wong, Azra C Ghani, Neil M Ferguson.SARS-CoV-2 setting-specific transmission rates: a systematic review and meta-analysis. Clin Infect Dis. 2021 Feb 9;ciab100. doi: 10.1093/cid/ciab100. PMID: 33560412
15. OonTek Ng, KalisvarMarimuthu, Vanessa Koh, Junxiong Pang, KyawZaw Linn, Jie Sun, Liang De Wang, Wan Ni Chia, Charles Tiu, Monica Chan, Li Min Ling, Shawn Vasoo, Mohammad YazidAbdad, Po Ying Chia, Tau Hong Lee, Ray Junhao Lin, Sapna P Sadarangani, Mark I-Cheng Chen, Zubaidah Said, LalithaKurupatham, Rachael Pung, Lin-Fa Wang, Alex R Cook, Yee-Sin Leo, Vernon JmLee. SARS-CoV-2 seroprevalence and transmission risk factors among high-risk close contacts: a retrospective cohort study. Lancet Infect Dis. 2021 Mar;21(3):333- 343.doi: 10.1016/S1473-3099(20)30833-1. Epub 2020 Nov 2.
16. Gastañaduy P.A., Redd S.B., Fiebelkorn A.P., et al. Measles— United States, January 1–May 23, 2014. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2014;63:496–9.
17. Hamada A. Aboubakr, Tamer A. Sharafeldin, Sagar M. Goyal. Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review.Wiley Online Library. TransboundEmerg Dis. DOI: 10.1111 / tbed.13707 (URL: https://doi.org/10.1111/tbed.13707)
18. SijiaTian, NanHu, JingLou, KunChen, XuqinKang, ZhenjunXiang, HuiChe n, DaliWang, NingLiu, DongLiu, GangChen, YongliangZhang, DouLi, Ji anrenLi, HuixinLian, ShengmeiNiu, LuxiZhang, JinjunZhang.Characteris tics of COVID-19 infection in Beijing. J Infect. 2020 Apr;80(4):401-406. doi: 10.1016/j.jinf.2020.02.018. Epub 2020 Feb 27.

19. Hussin A. Rothan, Siddappa N. Byrareddy.he epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. Review article.Journal of Autoimmunity. Volume 109, May 2020, 102433 https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433Get rights and content
20. Alex W. H. Chin, Julie T. S. Chu, Mahen R. A.Perera, Kenrie P. Y. Hui, Hui-Ling Yen, Michael C. W. Chan, Malik Peiris, Leo L. M. Poon. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. Lancet Microbe. 2020 May;1(1):e10. doi: 10.1016/S2666- 5247(20)30003-3. Epub 2020 Apr 2
21. Sinitsyn B. F.1 , Kaladze N. N , Ignatenko N. A. TO THE MECHANISM AND ROUTES OF TRANSMISSION OF COVID-19

© Жабура М.О., Шостаковская А.С. 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №2/2022.

Для цитирования: Жабура М.О., Шостаковская А.С. ПУТИ ПЕРЕДАЧИ SARS-COV-2// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №2/2022.