

(17.5%), the level of specific antibodies was 1: 128. Of the 120 sera samples obtained from dogs and examined by RAC, antibodies were detected in 20 cases (16.7%) in IFA - 36%. In 30% of the animals the level of antibodies was 1: 128. Retrospective analysis of the epidemiological situation revealed that 116014 people - 51516 (40.3%) were seropositive for toxoplasmosis. From them were 45.6% women and 29.7% men. Invasion was increase with age. Children up to 10 years had antibodies to Toxoplasma in 12.3% of cases, young people aged 11 to 20 years - 18.5%, from 21 to 30 years - 27.3%, those of 30 and over - in 41.9%.

Сведения об авторах:

Беспалова Надежда Сергеевна, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры паразитологии и эпизоотологии ФБГОУ ВПО: «Воронежский ГАУ имени императора Петра I»; д. 114а, ул. Ломоносова, г. Воронеж, Россия, 394087; тел: 8(920)423-06-92; e-mail: nadezh.bespalova2014@yandex.ru

Степкин Юрий Иванович, доктор медицинских наук, профессор, главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»; д. 21, ул. Космонавтов, г. Воронеж, Россия, 394038; тел: 8(473)263-52-41; e-mail: san@sanep.vrn.ru

Катков Сергей Сергеевич, аспирант кафедры паразитологии и эпизоотологии ФБГОУ ВПО «Воронежский ГАУ имени императора Петра I»; д. 114а, ул. Ломоносова, г. Воронеж, Россия, 394087; тел: 8(908)138-50-93; e-mail: Katkov.vrn@mail.ru

Author affiliation:

Bespalova Nadezhda Sergeevna, D. Sc. in Veterinary Medicine, Professor of the Department of Parazitology and Epizootology of the Federal State budgetary educational institution (FSBEI) «Voronezh Agricultural university the name of Imperior Peter I»; h. 114a, Lomonosov str., Voronezh city, Russia, 394087; phone: 8(920)423-06-92; e-mail: Nadezh.bespalova2014@yandex.ru

Stepkin Yuri Ivanovich, D. Sc. in Medicine, Professor, Chief doctor of the FBHI «Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region»; h. 21, Kosmonavtov str., Voronezh city, Russia, 394038; phone: 8(473)263-52-41; e-mail: san@sanep.vrn.ru

Katkov Sergei Sergeevich, the graduate student of the Department of Parazitology and Epizootology of the Federal State budgetary educational institution (FSBEI) «Voronezh Agricultural university the name of Imperior Peter I»; h. 114a, Lomonosov str., Voronezh city, Russia, 394087; phone: 8(908)138-50-93; e-mail: Katkov.vrn@mail.ru

УДК 579.26:579.843.1:048.8

Меньшикова Е.А., Курбатова Е.М., Миронова А.В.

ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭКОЛОГИИ ХОЛЕРНЫХ ВИБРИОНОВ

Ключевые слова: холерные вибрионы, фитопланктон, зоопланктон, бактериопланктон, экологическая ниша, температура изменения климата.

Резюме: В обзоре представлены сведения о некоторых аспектах экологии возбудителя холеры. Холерные вибрионы вместе с другими представителями флоры и фауны заселяют морские и речные водоемы, как экваториальных стран, так и северных – вплоть до Ледовитого океана. Обсуждается связь холерных вибрионов со всеми компонентами водной гидробиоты. В поясах умеренного климата, так же как и на эндемичных по холере территориях, представители зоо- и фитопланктона являются одной из экологических ниш для холерных вибрионов, в том числе в зимний период, и могут служить факторами персистенции этих микроорганизмов во внешней среде, формируя возможные вторичные очаги при заносе возбудителя. Рассматривается возможное изменение географии возбудителя при повышении температуры вследствие изменения

климата. Кроме того, изменения в популяции планктона и других хозяев, по отношению к которым вибрионы являются комменсалами или симбионтами, также могут вызывать изменения экологии этих патогенных бактерий – автохтонных обитателей водной среды. Помимо климатических факторов в обзоре рассматриваются последствия антропогенного влияния на экологию поверхностных водоемов. Рост поступления биогенов приводит к развитию процесса антропогенного эвтрофирования водоемов. В верхнем слое воды происходит концентрация биогенных веществ, что провоцирует активное развитие микрофлоры, фитопланктона в этой зоне и увеличение массы, питающегося фитопланктоном зоопланктона. Такая экологическая ситуация может стать достаточно благоприятной для длительной циркуляции холерных вибрионов

Изменение климата и его воздействия на водные экосистемы в настоящее время становится поводом для всеобщего беспокойства. Несмотря на противоречивые мнения о масштабах изменений климата, их причинах и возможных последствиях, представляется вероятным, что они окажут определенное влияние на заболеваемость и распространение как местных, так и заносных инфекций. Связанное с климатом изменение уровня моря и повышение температуры воды способны повлечь за собой более высокую заболеваемость инфекциями, передаваемых с водой. Роль воды в эпидемиологии холеры впервые доказал в 1850-х годах **J. Snow**, когда установил взаимосвязь между массовыми заболеваниями и небольшим колодцем в Лондоне [1]. Впоследствии интенсивные исследования показали, что *Vibrio cholerae* можно обнаружить повсеместно в прибрежных зонах разнотипных водоемов средних широт, особенно в эндемичных очагах, в течение всего летне-осеннего периода. Холерные вибрионы вместе с другими представителями флоры и фауны заселяют морские и речные водоемы, как в экваториальных странах, так и в северных – вплоть до Ледовитого океана [2]. В настоящее время убедительно представлено значение поверхностных водоемов как сложной составной части среды обитания вибриона *El-Tor*, играющего ведущую роль в эпидемиологии холеры.

При повышении температуры, вследствие изменения климата, область географического распространения возбудителя может измениться, что потенциально способствует возрастанию возможности контакта с этими патогенными бактериями и повышению риска заражения людей. Кроме того, изменения в популяции планктона и других хозяев, по отношению к которым вибрионы являются комменсалами или симбионтами, также могут вызывать изменения экологии этих патогенных бактерий – автохтонных обитателей водной среды [3].

Несмотря на широкое распростране-

ние этого микроорганизма по всему миру, только в некоторых регионах, в основном в тропиках и субтропиках, холера является эндемичным заболеванием. На этих территориях случаи заболевания носят сезонный характер. Высокая численность *V. Cholerae* совпадает с периодами повышения температуры воды и массового развития зоопланктона [4]. В литературе имеется целый ряд сообщений о том, что водоросли способны являться ассоциантами бактерий [5, 6, 7]. Массовое развитие и цветение фитопланктона и водорослей в начале теплых сезонов играет важную роль в развитии водного сообщества, поскольку обеспечивает питательные дополнительные вещества для последующего развития зоопланктона и гидробионтов, а также активного размножения холерных вибрионов. Этим объясняется то, что в летний сезон основную роль в развитии эпидемий играет фито-, а сентябрь-ноябрь – зоопланктон [8].

Холерные вибрионы, являясь компонентом автохтонной флоры эндемичных по холере территорий, встречаются с огромным количеством животных и растений – естественных обитателей водной среды, взаимоотношения с которыми представляют интерес с точки зрения их роли в эпидемическом процессе [9]. В настоящее время зоо- и фитопланктоны рассматриваются рядом специалистов как важный фактор в распространении холеры как внутри континентов, так и между ними [10, 11]. Так, представители фитопланктона – сине-зеленые водоросли, широко распространенные на эндемичных по холере территориях, способствуют размножению и сохранению холерных вибрионов. Исследования показали, что в речной воде Бангладеш холерные вибрионы более 15 мес. могут персистировать в клеевой ворсинке сине-зеленых водорослей *Anabaena variabilis*. При прикреплении к простой ряске *Lemna minor*, они сохраняли жизнеспособность и вирулентность более длительное время, чем в воде водоема [12]. Широко распространенные в теплых водах Индии и Бангладеш

деш цианобактерии способствовали выживанию холерных вибрионов в окружающей среде, так как интенсивное развитие цианобактерий обеспечивает повышенное содержание азота, что ускоряет защелачивание воды и интенсифицирует цветение водоемов, обогащая их растворимыми органическими веществами, являющимися питательным субстратом для холерных вибрионов [13]. В условиях эксперимента, при совместном культивировании с холерными вибрионами, *Anabaena* sp. способствовала сохранению *V. Cholerae* O1 и O139 до 12 суток, а в некультивируемой форме – от 15 до 25 мес. Проведенные исследования позволили рассматривать цианобактерии как резервуар длительного выживания холерных вибрионов в водной среде. В поисках местонахождения холерных вибрионов в межэпидемические периоды в Бангладеш M.S. Islam et al. (1990) исследовали пресноводные растения: *Anabaena variabilis*, *Rhizoclonium fontanum*, *Clodophora* sp., *Fontinalis antipyretica* и *Elodea Canadensis*. Холерные вибрионы прикреплялись ко всем изученным водорослям, однако наиболее интенсивное прикрепление наблюдалось к *R. fontanum*, а при солености воды 0,05% токсигенные штаммы холерных вибрионов в присутствии *R. fontanum* выживали лучше, чем без нее. Дальнейшие исследования выявили способность зеленой водоросли *R. fontanum* в искусственной питательной среде стимулировать продукцию токсина холерными вибрионами [12]. Холерные вибрионы активно адгезировались к поверхности зеленой водоросли *Ulva australis* благодаря маннозочувствительному гемагглютиниру, который способствовал прикреплению холерных вибрионов к ее поверхности [6]. Из водного растения *Eichhornia crassipes*, растущего в реке Ганг (Индия), были изолированы штаммы холерных вибрионов O139 серовара. Все штаммы содержали генетический элемент CTX (ctxA, zot и ace) и несли структурные и регуляторные гены токсинорегулируемых пилей (tcpA, tcpI, toxR), фактора адгезии (ompV) и дополнительного фактора колонизации (acfB) [14].

Выживанию холерных вибрионов в окружающей среде не меньше способствуют простейшие обитатели водной биоты. Амебы способны поглощать несколько бактерий, иногда различного происхождения, и стимулировать их рост. Попадая на слизистую оболочку амебы *Anabaena* sp., холерные вибрионы O1 и O139 серогрупп активно размножаются и распространяют-

ся в воде, что позволяет считать *Anabaena* sp. одним из резервуаров холеры в окружающей среде [9, 15, 16, 17]. Холерные вибрионы также активно размножаются и длительно выживают внутри (в цитоплазме трофозоитов и цистах) амебы *Acanthamoeba castellanii* [18].

Они могут поглощаться детритофагами, питающимися остатками погибших растений и живых существ. В детритофагах холерные вибрионы не только переживают неблагоприятное время года, но и успешно размножаются, обеспечивая себе впоследствии выход в окружающую среду [19].

Токсигенные и нетоксигенные холерные вибрионы были выделены от устриц, крабов, креветок, кальмаров, моллюсков, мидий, рыб, черепах, из слизистой кишечника, из панцирей, жабр, чешуи и других частей тела этих животных [20 - 29].

До 63% усоногих раков, отловленных в водоемах Бангладеш, содержали холерные вибрионы, а в 5 из 12 исследованных проб планктона были обнаружены *V. Cholerae* O1 или O139 в культивируемой и некультивируемой форме. Экспериментально доказано, что *V. cholerae* не только выживают в организме усоногих раков, но даже само их присутствие повышает выживаемость холерных вибрионов в микрокосме [30, 31].

Предпочтительным местом прикрепления культивируемых и некультивируемых холерных вибрионов является оболочка яиц и область рта веслоногих рачков, где они быстро размножаются, при этом не исключена возможность и обратного открепления [4]. Обычно в одном и том же организме зоопланктона или фитопланктона можно обнаружить *V. Cholerae* O1 и O139 в культивируемой и некультивируемой форме [11]. Однако не все обитатели водоемов благоприятствуют выживанию холерных вибрионов. Экспериментально установлено, что инфузории *Paramecium caudatum*, оказываясь в одной среде с холерными вибрионами различных серогрупп и токсигенности, начинают их поглощать немедленно, а вибрионам требуется не менее полутора часов на адаптацию [32]. Автохтонные морские бактерии препятствуют колонизации и размножению холерных вибрионов. Эти бактерии, собранные с плавающих в море частиц и морских животных, ингибировали холерные вибрионы с большей интенсивностью, чем свободно плавающие морские бактерии. Оказалось, что механизм ингибции вибрионов связан с биосинтезом морскими бактерия-

ми антибактериального агента андримида [33]. Уровень размножения и выживания холерных вибрионов в окружающей среде снижается и за счет их поглощения питающимися бактериями реснитчатыми и жгутиковыми. С целью собственной защиты от водных хищников холерные вибрионы продуцируют белок PrtV, губительно действующий на реснитчатых и жгутиковых [34]. Обнаружены холерные вибрионы O1 и O139 в культивируемой и некультивируемой форме в яйцекладках хирономид комара дергунца. Эти комары откладывают яйца у кромки воды в желатинообразной матрице. Развиваясь в яйцах, вибрионы продуцируют секреторную гемагглютинин–протеазу, разрушающую гликопротеин яйцекладок, препятствуя выходу хирономид из яиц [25, 35]. Механическими переносчиками холеры также могут быть употребляемые в пищу морепродукты, загрязненные во время продажи [9, 36]. Выявлены случаи переноса холерных вибрионов водоплавающими птицами [37]. Таким образом, можно заключить, что водные растения и животные являются экологической нишей, где холерные вибрионы сохраняются в период эпидемий и в межэпидемические периоды; там существуют условия для сохранения и обмена генетической информацией, которая необходима для возникновения клонов с новыми свойствами, в том числе вирулентными.

В умеренных широтах, где холера носит в основном завозной характер, холерные вибрионы также выделялись из фитопланктона, зоопланктона, водорослей и гидробионтов, достигая пика в более теплые месяцы года [38]. Исследования показали, что из воды р. Волги вибрионы O1 высевались реже, чем из сине-зеленых водорослей [39]. Сотрудниками Ростовского противочумного института проводились многолетние исследования по влиянию фито- и зоопланктона на выживаемость холерных вибрионов в водах семи водоемов (р.р. Днестр, Дон, Темерник, Волга, Чаган, Деркул, Селенга), расположенных в различных климатогеографических областях. Было установлено, что представители фитопланктона – сине-зеленые водоросли *A. Nidulans* – обладали выраженным антагонистическим действием в отношении холерных вибрионов, в то время как зеленые водоросли (*Sc. quadricauda*, *Ch. vulgaris*) в зависимости от температуры по-разному воздействовали на вибрионы – при температуре 24–25°C оказывали лишь бактериостатическое действие, а при 4–16°C

стимулировали рост холерных вибрионов [40]. Предполагается, что антагонизм фитопланктона связан с выделяемыми им антибиотиками [41]. Представители зоопланктона: циклопы, дафнии, моины, обитающие в водоемах среднего пояса, способны поглощать холерные вибрионы, которые длительное время сохраняются в их кишечнике, могут являться экологической нишей для переживания холерных вибрионов в межэпидемический период, а также служить резервуаром для распространения холеры. В то же время установлено, что дафнии являются естественными антагонистами энтеропатогенных холерных вибрионов не O1 группы [42]. Представители фито- и зоопланктона провоцируют изменчивость свойств холерных вибрионов в умеренном климатическом поясе, под их влиянием изменяются морфологические, агглютинабельные, фаголизабельные, биохимические и вирулентные свойства холерных вибрионов [40]. В реках Сибири и Дальнего Востока и побережья Японского моря увеличение основных групп зоо- и фитопланктона не только не угнетает рост популяции холерных вибрионов, но оказывает на нее благотворное воздействие, поставляя питательные вещества и кислород, а также снижая численность естественных конкурентов. Исследования показали, что в холодное время года холерные вибрионы сохраняются в иловых отложениях и в некоторых представителях зоопланктона, например инфузорий *Tetrahymena pyriformis* [43, 44]. Кроме фито- и зоопланктона холерные вибрионы были обнаружены в рыбе, устрицах, раках, лягушках, выловленных в водоемах в зоне очагов холеры. При этом доказано, что наиболее длительное время холерные вибрионы Эль Тор находились в кишечнике лягушек (до 6 мес.), устрицах и раках (до 20 сут.), в рыбе (8 сут.) [45]. *V. Cholerae* O1 находили у личинок кровососущих насекомых, мизид, мелких хищных рыб (гамбузий, чебочка), раков, озерных лягушек сеголеток, птиц, в основном куликовых, и др. [19, 46].

Таким образом, в поясах умеренного климата, так же как и на эндемичных по холере территориях, представители зоо- и фитопланктона являются одной из экологических ниш для холерных вибрионов, в том числе в зимний период, и могут служить факторами персистенции этих микроорганизмов во внешней среде, формируя возможные вторичные очаги при заносе возбудителя [38]. В связи с тем, что в последние годы водоемы рассматриваются

как основной резервуар сохранения холерных вибрионов, исследователи большое внимание уделяют механизму сохранения и факторам выживания холерных вибрионов в окружающей среде. Выживание во внешней среде токсигенных вибрионов ограничено по времени, однако гемолитические вибрионы постоянно циркулируют в водоемах отдельных регионов. В последнее десятилетие с развитием молекулярно-генетических методов установили, что холерные вибрионы могут находиться как в стадии планктона, так и в биопленке, образуя ее на поверхности хитинового покрова некоторых морских животных и целлюлозного покрова водорослей, что способствует выживанию их в окружающей среде [27].

В биопленках создаются благоприятные условия для генетического обмена между бактериями, что не исключает возможности появления штаммов холерных вибрионов с новыми свойствами, в том числе эпидемических вариантов [47 - 49]. В стадии биопленки они более устойчивы к негативным факторам окружающей среды [50 - 53].

Еще один фактор, влияющий на экологию в целом и гидробиоту, в частности, **антропогенное воздействие**. Во второй половине XX века с бурным развитием промышленности и сельского хозяйства, увеличения численности населения в больших городах повсеместным явлением, охватившим около 90% всех водоемов мира стало обогащение их вод биогенными элементами, главным образом, неочищенными хозяйственно-бытовыми сточными водами, которые содержат в своем составе в значительных концентрациях органические вещества, соединения азота, хлора, фосфора, различные микроорганизмы, в том числе и патогенные. Рост поступления биогенов

привел к развитию процесса антропогенного эвтрофирования озёр. В верхнем слое воды происходит концентрация биогенных веществ, что провоцирует активное развитие микрочлоры, фитопланктона в этой зоне и увеличение массы питающегося фитопланктоном зоопланктона [54 - 56].

Экологические последствия такой ситуации чаще всего проявляются в снижении видового разнообразия фито- и зоопланктонных сообществ, в смене доминирующих видов компонентов экосистемы на более устойчивых к загрязнению, и увеличению общей численности бактериопланктона. Такая экологическая ситуация может стать достаточно благоприятной для длительной циркуляции холерных вибрионов.

Таким образом, повышение температуры вследствие глобального изменения климата и усиление антропогенного воздействия на водные экосистемы в настоящее время способны повлечь за собой более высокую заболеваемость передаваемыми с водой инфекциями, такими как холера. При изменении климата область географического распространения возбудителя также может измениться, что потенциально способствует возрастанию возможности контакта с этими патогенными бактериями и повышению риска заражения людей. Кроме того, холерные вибрионы, являясь сочленами сложных водных экосистем, вступают в различные взаимоотношения с другими компонентами водной биоты. И любые изменения, происходящие в популяции планктона и других хозяев, по отношению к которым вибрионы являются комменсалами или симбионтами, под воздействием абиотических и других факторов также могут вызывать изменения экологии этих патогенных бактерий обитателей водной среды.

Библиографический список:

1. Rosenberg C.E., The cholerae Years: The united states in 1832? 1849 and 1886 / C.E. Rosenberg // Chicago Press, 1962
2. Sathiyamurthy K. Prevalence of *Vibrio cholerae* and other vibrios from environmental and seafood sources, Tamil Nadu, India. / K. Sathiyamurthy, A. Baskaran, S.D. Kumar // Brit. Microbiol. Res. J. – 2013. – №3 (4). – P. 538-549.
3. Lipp E.K. Effects of global climate on infectious disease: the cholera model / E.K. Lipp, A. Huq, R.R. Colwell // Clin. Microbiol. Rev. – 2002. – Vol. 15. – №4. – P. 757-770.
4. Mekalanos J.J. Environmental signals controlling expression of virulence determinants in bacteria / J.J. Mekalanos // J. Bacteriol. – 1992. – Vol. 174. – №1. – P. 1-7.
5. Андрусенко И.Т. Гидробионтный фактор в эпидемиологии холеры / И.Т. Андрусенко, Ю.М. Ломов, Н.Р. Телесманич, М.В. Акулова, Э.А. Москвитина // ЗНИСО. – 2009. – №3 – С.11-19.
6. Dalisay D.S. A mannose sensitive haemagglutinin (MSHA) like pilus promotes attachment of *Pseudoalteromonas tunicata* cells to the surface of the green alga *Ulva abstralis* / D.S. Dalisay, J.S. Webb, A. Scheffel et al. // Microbiology. – 2006. – Vol. 152. – Pt. 10. – P. 2875-2883.
7. Кривошей М.И. Водоросли и болезни человека / М.И. Кривошей. – С.Пб., 1999. – 116 с.
8. Nascumento D.R. Survival of *Vibrio cholerae* O1 strains in shrimp subjected to freezing and boiling / D.R. Nascumento, R.H. Viera, H.B. Almeida et al. // J. Food Prot. – 1998. – Vol. 81. – №10. – P. 1317-1320.
9. Islam M.S. Association of *Vibrio cholerae* O1 with the cyanobacterium, *Anabaena* sp., elucidated by

- polymerase chain reaction and transmission electron microscopy / M.S. Islam, Z. Rahim, M.S. Alam et al. // Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. – 1999. – Vol. 93. – №1. – P. 36-40.
10. Colwell R. Global climate and infectious disease: The cholerae paradigm / R. Colwell // Science. – 1996. – Vol. 274. – №5295. – P. 2025–2031.
11. Rawlings T.K. Association of *Vibrio cholerae* serogroups O1 El Tor and O139 Bengal with the copepods *Acartia tonsa* and *Eurytemora affinis* / T.K. Rawlings, G.M. Ruiz, R.R. Colwell // Appl. Environ. Microbiol. – 2007. – Vol. 73. – №24. – P. 7926-7933.
12. Islam M.S. Attachment of toxigenic *Vibrio cholerae* O1 to various fresh water plants and survival with a filamentous green alga, *Rhizoclonium fontanum* / M.S. Islam, B.S. Drasar, D.J. Bradley // J. Trop. Med. Hyg. – 1989. – Vol. 92. – №6. – P. 396-401.
13. Броун И.И. Роль натриевого цикла энергетического сопряжения в возникновении и сохранении природных очагов современной холеры / И.И. Броун, Л.А. Сиренко // Биохимия. – 1997. – Т. 62. – Вып. 2. – С. 263-269.
14. Ehanumathi R. Molecular characterization of *Vibrio cholerae* O139 Bengal isolated from water and the aquatic plant *Eichhornia crassipes* in the River Ganga, Varanasi, India / R. Ehanumathi, F. Sabeena, S.R. Isac et al // Appl. Environ. Microbiol. – 2003. – Vol. 69. – №4. – P. 2389-2394.
15. Пушкарева В.И. Патогенные бактерии в почвенных и водных сообществах (экспериментально-экологическое исследование): дис. ... докт. биол. наук. / В.И. Пушкарева. – М., 1994.
16. Henst C. van der An intracellular replication niche for *Vibrio cholerae* in the amoeba *Acanthamoeba castellanii* / C. van der Henst, T. Scrinari, M. Blokesch // The ISME J. – 2015. – P.1-14.
17. Islam M.S. Role of cyanobacteria in the persistence of *Vibrio cholerae* O139 in saline microcosms / M.S. Islam, S. Mahmuda, M.G. Marshad et al. // Can. J. Microbiol. – 2004. – Vol. 50. – №2. – P. 127-131.
18. Abd H., Weintraub A., Sandstrom G. Intracellular survival and replication of *Vibrio cholerae* O139 in aquatic freeliving amoebae / H. Abd, A. Weintraub, G. Sandstrom // Environ. Microbiol. – 2005. – Vol. 7. – P. 1003-1008.
19. Семиотрочев В.Л. Адаптация холерных вибрионов к меняющимся условиям среды их обитания / В.Л. Семиотрочев, П.И. Огарков // VI Российско-итальянская научная конференция Инф. биол.: диагностика, лечение, профилактика. Сборник научных трудов. – СПб., – 2000. – С. 234-236.
20. CastroRosas J. Increased tolerance of *Vibrio cholerae* O1 to temperature, pH, or drying associated with colonization of shrimp carcasses / J. CastroRosas, E.F. Escartin // Int. J. Food Microbiol. – 2005. – Vol. 102. – №2. – P. 195-201.
21. Chang Z.R. Identification and molecular study oh *Vibrio cholerae* in sea products / Z.R. Chang, J. Zhang, D.C. Wang et al. // Zhonghua Yi Xue Za Zhi. – 2007. – Vol. 41. – №4. – P. 304-306.
22. Del Refugio Castaneda Chaver M. Influence of water temperature and salinity on seasonal occurrences of *Vibrio cholerae* and enteric bacteria in oyster producing areas of Veracruz Mexico / M. Del Refugio Castaneda Chaver, V.P. Sedas, E. Orrantia Boruuda et al. // Mar. Pollut. Dull. – 2005. – Vol. 50. – №12. – P. 1647-1648
23. Eja M.E. Seasonal occurrence of vibrios in water and shellfish obtained from the great Kwa river estuary, Calabar, Nigeria / M.E. Eja, C. Abrira, C.A. Etok et al. // Bull. Environ. Contam. Toxicol. – 2008. – Vol. 81. – № 3. – P. 245-248.
24. Eyles M.J. *Vibrio cholerae* and enteric bacteria in oysterproducing areas of two urban estuaries in Australia / M.J. Eyles, G.R. Davey // Int. J. Food Microbiol. – 1988. – Vol. 6. – №3. – P. 207-218.
25. Halpern M. Culturable and VBNC *Vibrio cholerae*: Interactions with chironomid egg masses and their bacterial population / M. Halpern, O. Landsberg, D. Raats, E. Rosenberg // Microb. Ecol. – 2006. Dec. 22.
26. Najiah M. Bacterial flora and heavy metals in cultivated oysters *Crassostrea iredalei* of Setui Wetland, East coast peninsular Malaysia / M. Najiah, M. Nadirah, K.I. Lee et al // Vet. Res. Commun. – 2008. – Vol. 32. – №5. – P.377-381.
27. Albert M.J. The role of food in the epidemiology of cholera / M.J. Albert, Y. Motarjemi, M. Neira // World Health Stat. O. – 1997. – Vol. 50. – №1-2. – P. 111-118.
28. Morris J.G. Cholerae and other types of vibriosis: a story of human pandemic and oysters on the half shell / J.G. Morris, Jr. // Clin. Infect. Dis. 2003. Vol. 37. №2. P. 272–280.
29. Prusso C. Global impact of *Vibrio cholerae* interactions with chitin / C. Prusso, L. Vezulli, R.R. Colwell // Environ. Microbiol. – 2008. – Vol. 10. – №6. – P. 1400-1410.
30. Huq A. Coexistence of *Vibrio cholerae* O1 and O139 Bengal in plankton in Bangladesh / A. Huq, R.R. Colwell, M.A.R. Chowdhury et al. // Lancet. – 1995. – № 8959. – P. 1249.
31. Bhowmick R. Effect of environmental factors on expression and activity of chitinase genes of vibrios with special reference to *Vibrio cholerae* / R. Bhowmick, A. Ghosal, N.S. Chatterjee // J. Appl. Microbiol. – 2007. – Vol. 103. – №2. – P. 97-108.
32. Титова С.В. Взаимоотношения холерных вибрионов с представителями планктона водоемов средних широт в условиях эксперимента: автореф. дис. ... канд. мед. наук / С.В. Титова.-Ростов-на-Дону, 2000. – 17с.
33. Long R.A. Antagonistic interactions among marine bacteria impede the proliferation of *Vibrio cholerae* / R.A. Long, D.C. Rowley, E. Zamora, J. Liu et al. // Appl. Environ. Microbiol. – 2005. – Vol.71. – №12. – P. 8531-8536.
34. Vaitkevicius K. A *Vibrio cholerae* protease needed for killing of *Caenorhabditis elegans* has a role in protection from natural predator grazing / K. Vaitkevicius, B. Lindmark, G. Ou et al. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 2006. – Vol. 103. – №24. – P. 9280-9285.
35. Halpern M. *Vibrio cholerae* hemagglutinin/protease degrades chironomid egg masses / M. Halpern, H. Gancz, M. Broza, Y. Kashi //PPL. Environ. Microbiol. – 2003. – Vol. 69. – № 7. –P. 4200-4204.
36. Elhadi N. Prevalence of potentially pathogenic *Vibrio* spe cies in the seafood marketed in Malaysia / N. Elhadi, S. Radu, C.H. Chen, M. Nishibuchi // J. Food Prot. – 2004. – Vol. 67. – №7. – P. 1469-1475.
37. Ogg J.E. Isolation of *Vibrio cholerae* from aquatic birds in Colorado and Utah / J.E. Ogg, R.A. Ryder, H.L. Smith // Appl. Environ. Microbiol. – 1989. – Vol. 55. – №1. – P. 95-99.
38. Жукова Е.А. Экологические особенности взаимоотношений холерных вибрионов с другими представителями водной биоты: автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Е.А. Жукова. Волгоград, 2000. – 14 с.
39. Кузнецов В.В. Экологические связи холерных вибрионов с биоценозом открытых проточных водоемов / В.В. Кузнецов, В.И. Подледнев // Микробиол. и биохим. возбудителей особо опасных инф. – Саратов. – 1982. – С. 66-68.
40. Голубев В.П. Влияние биотических экологических факторов поверхностных водоемов на интенсивность выделения и свойства вибрионов эльтор / В.П. Голубев, Г.М. Мединский, Ю.М. Ломов и др. // Российская научно - практическая конференция по пробл. «Холера» (25–26 апреля 1995 г.). Сборник научных трудов. – Ростов-на-Дону, – 1995. – С. 69-76.
41. Трунова О.Н. Воздействие некоторых экологических биологических факторов на выделяемость холерных вибрионов в водной среде / О.Н. Трунова, Д.Л. Шмеркевич, В.А. Иванов, Л.А. Яковлев //

- Проблемы особо опасных инфекций. – Саратов. – 1972. – №1. – С. 146-150.
42. Трунова О.Н. Дафнии как биологические антагонисты НАГ вибрионов / О.Н. Трунова, Д.Л. Шмеркевич, В.А. Иванов, Л.А. Яковлев // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1982. 1. – С. 48-50.
 43. Погорелов В.И. Холерные вибрионы и инфузории: анализ взаимодействий / В.И. Погорелов, А.Ф. Пинигин, А.С. Марамович и др. // Патогенные бактерии в сообществах (механизмы и формы существования) Сборник научных трудов под ред. Литвина В.Ю. Росагросервис. – М., – 1994. – С. 42-48.
 44. Балахонов С. Эколого-микробиологические аспекты эпиднадзора за холерой / С. Балахонов, Л. Урбанович, Е. Куликалова // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.
 45. Адамов А.К. Фактор распространения холеры / А.К. Адамов, В.А. Иванов, Д.Л. Шмеркевич // Проблемы особо опасных инфекций. – Саратов. – 1971. 6(22). – С. 11-14.
 46. Castro Rosas J. Adhesion and colonization of *Vibrio cholerae* O1 on shrimp and crab carapaces / J. Castro Rosas, E.F. Escartín // J. Food. Prot. – 2002. – Vol. 65. – №. – P. 492-298.
 47. Moorthy S. Genetic evidence the *Vibrio cholerae* monolayer is a distinct stage in biofilm development / S. Moorthy, P.I. Watnick // Mol. Microbiol. – 2004. – Vol. 52. – №2. – P. 573-587.
 48. Polyakova E.M. Fenotipicheskie i genotipicheskie aspekty bioplenkoobrazovaniya u shtammov *S. aureus* osnovnykh vzbuditeley implant-assotsirovannykh infektsiy / E.M. Polyakova, S.A. Bozhkova, M.V. Krasnova // Mater. VI ezhgod. Vseros. Kongr. po inf. Boleznyam. – Moskva, – 2014. – P. 247-248.
 49. Faruque S.M. Trans missibility of cholera: in vivo formed biofilms and their relationship to infectivity and persistence in the environment / S.M. Faruque, K. Biswas, S.M. Udden // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 2006. – Vol. 193. – №16. – P. 6350-6358.
 50. Титова С.В. Оценка способности холерных вибрионов к образованию биопленок in vitro с помощью нового методического подхода. Фундаментальные исследования / С.В. Титова, Е.В. Кушнарева // – 2014. – №10. – С.375-379.
 51. Титова С.В. Действие перекиси водорода и хлорамина Б на биопленки холерных вибрионов / С.В. Титова, Л.М. Веркина, О.Д. Кирилова, Л.К. Лысова, Ж.В. Таркаева // Дезинфекционное дело. – 2015. – Т. 93. – №3. – С. 6-13.
 52. Joellsson A. Genetic and phenotypic diversity of quorum sensing systems in clinical and environmental isolates of *Vibrio cholerae* / A. Joellsson, Z. Lin, J. Zhu // Infect. Immun. – 2006. – Vol. 74. – №2. – P. 1141-1147.
 53. Lin Z., Hsiao A., Joellsson A., Zhu J. The transcriptional regulator uqmA increases expression of the quorum sensing activator HapR in *Vibrio cholerae* / Z. Lin, A. Hsiao, A. Joellsson, J. Zhu // Bacteriol. – 2006. – Vol. 188. – №7.
 54. Никаноров А.М. Реки России в условиях чрезвычайных ситуаций / А.М. Никаноров, А.В. Брызгалов, О.С. Решетняк. – Ростов-на-Дону: изд-во «НОК», 2012. – 308 с.
 55. Руховец Л.А. Влияние изменений климата на водные ресурсы больших озер / Л.А. Руховец. 2015-09-03http://refleader.ru/jgeotrbewpolqas.html
 56. Гуськов Г.В. Гигиеническая оценка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок / Г.В. Гуськов, М.М. Сайфудинов // Гигиена и санитария. – 1989. – №9. – С. 56-59.

References:

- 1 - 4. Vide supra.
5. Andrusenko I.T. Hidrobiontnyj faktor v jepidemiologii holery [Hydrobiont factor in the epidemiology of cholera] / I.T. Andrusenko, Ju.M. Lomov, N.R. Telesmanich, M.V. Akulova, Je.A. Moskvitina // ZNISO. – 2009. – №3. – S.11-19.
6. Vide supra.
7. Krivoshej M.I. Vodorosli i bolezni cheloveka [Algae and human disease] / M.I. Krivoshej // – S.Pb., 1999. – 116 s.
- 8 - 12. Vide supra.
13. Broun I.I. Rol' natrievogo cikla jenergeticheskogo sopryazheniya v vozniknovenii i sohranении prirodnih ochagov sovremennoj holery [The role of the sodium cycle of energy pairing in the emergence and persistence of natural foci of modern cholera] / I.I. Broun, L.A. Sirenko // Biohimija. – 1997. – T. 62. – Vyp. 2. – S. 263-269.
14. Vide supra.
15. Pushkareva V.I. Patogennye bakterii v pochvennyh i vodnyh soobshhestvakh (jeksperimental'no-jekologicheskoe issledovanie) [Pathogenic bacteria in soil and aquatic communities (experimental and ecological study)]: diss. ... dokt. biol. nauk / V.I. Pushkareva. – M., 1994.
- 16-18. Vide supra.
19. Semiotrochev V.L. Adaptacija holernyh vibriinov k men'ajushhimsja uslovijam sredi ih obitanija [The adaptation of *V. cholerae* to changing conditions of their habitat] / V.L. Semiotrochev, P.I. Ogarkov // Inf. bol.: diagn., lechenie, profil.: Mater. VI Ross. Ital. nauch. konf. – S.Pb., – 2000. – S. 234-236.
- 20 - 31. Vide supra.
32. Titova S.V. Vzaimootnosheniya holernyh vibriinov s predstaviteljami planktona vodoemov srednih shirot v uslovijah jeksperimenta [Relationship of *Vibrio cholerae* with representatives of the plankton of the ponds in the middle latitudes the conditions of the experiment]: avtoref. dis. kand. med. nauk. / S.V. Titova. – Rostov-na-Donu, 2000. – 17s.
- 33 - 37. Vide supra.
38. Zhukova E.A. Jekologicheskie osobennosti vzaimootnoshenij holernyh vibriinov s drugimi predstaviteljami vodnoj bioty [Ecological interaction of *V. cholerae* with other aquatic biota]: avtoref. dis. kand. med. Nauk / E.A. Zhukova. – Volgograd, 2000. – 14 s.
39. Kuznecov V.V. Jekologicheskie svyazi holernyh vibriinov s biocenoziem otкрыtyh protochnyh vodoemov [Ecological relationships of *Vibrio cholerae* with open biocenosis of flowing waters] / V.V. Kuznecov, V.I. Podlednev // Mikrobiol. i biohim. vzbuditeley osobno opasnyh inf. – Saratov. – 1982. – S. 66-68.
40. Golubev V.P. Vlijanie bioticheskikh jekologicheskikh faktorov poverhnostnyh vodoemov na intensivnost' vydeleniya i svojstva vibriinov jel'tor [The effects of biotic environmental factors surface water on the release rate and properties of the *Vibrio cholerae* El tor] / V.P. Golubev, G.M. Medinskij, Ju.M. Lomov i dr. // Mater. Ros. nauchn. prakt. konferencii po probl. «Holera» (25–26 aprelya 1995 g.). – Rostov-na-Donu. – 1995. S. 69-76.
41. Trunova O.N. Vozdejstvie nekotoryh jekologicheskikh biologicheskikh faktorov na vydelyaemost' holernyh vibriinov v vodnoj srede [The biological effects of some environmental factors on vydelyaet *V. cholerae* in the aquatic environment] / O.N. Trunova, D.L. Shmerkevich, V.A. Ivanov, L.A. Jakovlev // Probl. osobno opasnyh inf. – Saratov. – 1972. – № 1. – S. 146-150.
42. Avcin A.P. Dafnii kak biologicheskie antagonisty NAG vibriinov [Daphnia as biological antagonists of NAG vibrios] / A.P. Avcin, V.A. Shahlamov, R.S. Trager, T.I. Petrova // Bjul. jeksperim. biologii i mediciny. – 1982. 1. – S. 48-50.

43. Pogorelov V.I. Holernye vibriony i infuzorii: analiz vzaimodejstvij [Cholera vibrios and ciliates: an analysis of interactions] //Pathogenic bacteria in communities (mechanisms and forms of existence)] / V.I. Pogorelov, A.F. Pinigin, A.S. Maramovich i dr. // Sbornik nauchnyh trudov «Patogennye bakterii v soobshhestvah (mekhanizmy i formy sushhestvovaniya)» pod red. Litvina V.Ju. Rosagroservis. – M., – 1994. – S. 42-48.
44. Balahonov S. Jekologo- mikrobiologicheskie aspekty jepidnadzora za holeroj [Ecological and microbiological aspects of the surveillance of cholera] / S Balahonov, L. Urbanovich, E. Kulikalova // Izdatel'stvo: LAP LAMBERT Academic Publishing 2013.
45. Adamov A.K. Gidrobiontnyj faktor rasprostraneniya holery [Hydrobiont factor in the spread of cholera] / A.K. Adamov, V.A. Ivanov, D.L. Shmerkevich // Probl. osobo opasnyh inf. Saratov, – 1971. – № 6 (22). – S. 11-14.
- 46 - 49. Vide supra.
50. Titova S.V. Ocenka sposobnosti holernyh vibriionov k obrazovaniju bioplenok in vitro s pomoshhju novogo metodicheskogo podhoda. Fundamental'nye issledovanija [To evaluate the ability of *V. cholerae* to the formation of biofilms in vitro using a new methodological approach. Fundamental research] / S.V. Titova, E.V. Kushnareva // – 2014 – № 10. – S. 375-379.
51. Titova S.V. Dejstvie perekisi vodoroda i hloramina B na bioplenki holernyh vibriionov [The action of hydrogen peroxide and chloramine B on biofilms of *Vibrio cholerae*] / S.V. Titova, L.M. Verkina, O.D. Kirilova, L.K. Lysova, Zh.V. Tarkaeva // Dezinfekcionnoe delo. – 2015. – T. 93. – №3. – S. 6-13.
- 52 - 53. Vide supra.
54. Nikanorov A.M. Reki Rossii v uslovijah chrezvychajnyh situacij[Rivers of Russia in the conditions of emergency situations] / A.M. Nikanorov, A.V. Bryzgalov, O.S. Reshetnjak // – Rostov-na-Donu: izd-vo «NOK», – 2012. – 308 s.
55. Ruhovec L.A. Vlijanie izmenenij klimata na vodnye resursy bol'shih ozer [The impact of climate change on water resources of the great lakes] / L.A. Ruhovec // 2015-09-03 <http://refleader.ru/geotrbeupolqas.html>
56. Gus'kov G.V., Sajfutdinov M.M. Gigienicheskaja ocenka poverhnostnogo stoka s territorij gorodov i promyshlennyh ploshhadok [Hygienic assessment of surface runoff from urban areas and industrial sites] / G.V. Gus'kov, M.M. Sajfutdinov // Gigiena i sanitariya. – 1989. – №9. – S. 56-59.

Menshikova E.A., Kurbatova E.M., Mironova A.V.

GENERAL PRESENTATION ABOUT THE ECOLOGY OF *VIBRIO CHOLERA*

Key Words: *Vibrio cholerae*, phytoplankton, zooplankton, bacterioplankton, ecological niche, the temperature of the climate change.

Abstract: The relationship between the *V. cholerae* with all components of the water hydrobiontite are discussing. We are considering the possibility of changing the geography of the pathogen with increasing temperature due to climate change. Furthermore, changes in plankton populations and other hosts, in relation to which the vibrio are commensals or symbionts, can also cause changes in the ecology of *Vibrio*. Besides the climatic factors, the article examines the effects of anthropogenic impact on the ecology of surface reservoirs. The increase of biogen inputs leads to the development of the process of anthropogenic eutrophication of water bodies. In the upper layer of water there is a concentration of nutrients that induces an active microflora development of phytoplankton and zooplankton, the increase in weight. This environmental situation may be favorable for long-term circulation of *V. cholerae*.

Сведения об авторах:

Меньшикова Елена Аркадьевна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник ФКУЗ Ростовского-на-Дону противочумного института; д. 117/40, ул. М. Горького, Ростов-на-Дону, Россия, 344002; тел.: +7(863)240-91-08; e-mail: super.monika2007@yandex.ru

Курбатова Екатерина Михайловна, научный сотрудник ФКУЗ Ростовского -на-Дону противочумного института; д. 117/40, ул. М. Горького, Ростов-на-Дону, Россия, 344002; тел.: +7(863)240-91-08; e-mail: kat2080@yandex.ru

Миронова Анна Витальевна, научный сотрудник ФКУЗ Ростовского-на-Дону противочумного института; д. 117/40, ул. М. Горького, Ростов-на-Дону, Россия, 344002; тел.: +7(863)240-91-08

Author affiliation:

Menshikova Elena Arkadyevna, Ph. D. in Biology, Senior Researcher of Federal state healthcare Institution (FSHI) Rostov-on-Don Anti-Plague Institute; h. 117/40, Gorky str., Rostov-on-Don, Russia, 344002; phone: + 7(863)2409108; e-mail: super.monika2007@yandex.ru

Kurbatova Ekaterina, Researcher of Federal state healthcare Institution (FSHI) Rostov-on-Don Anti-Plague Institute; h. 117/40, Gorky str., Rostov-on-Don, Russia, 344002; phone: + 7(863)2409108; e-mail: kat2080@yandex.ru

Mironova Anna Vitalyevna, Researcher of Federal state healthcare Institution (FSHI) Rostov-on-Don Anti-Plague Institute; h. 117/40, Gorky str., Rostov-on-Don, Russia, 344002; phone: + 7(863)2409108