



Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»
(Государственное предприятие «НПЦГ»)

Референтные микроорганизмы для оценки риска здоровью, ассоциированного с микробиологическим фактором в питьевой воде

АВТОРЫ: Дроздова Е.В., Суравец Т.З., Фираго А.В.

**Научная сессия БГМУ
Минск 2021**



Актуальность

Настоящий уровень санитарно-эпидемиологического благополучия населения в области питьевого водопользования характеризуется отсутствием вспышек водно-ассоциированных инфекционных заболеваний, что позволяет говорить о надлежащем уровне защиты населения. В то же время действующая система надзора за безопасностью питьевого водопользования, основанная на традиционных подходах, не в полной мере отвечает современным тенденциям совершенствования нормативной правовой базы, предполагающим имплементацию в практику методологии анализа рисков здоровью.



Актуальность

В Республике Беларусь наиболее проработан вопрос о проведении оценки рисков здоровью, связанных с химическим фактором. Аспекты оценки микробиологических рисков, ассоциированных с водным фактором, в нашей стране не изучались. Национальная методология оценки рисков здоровью от микробиологического фактора в питьевой воде отсутствует. Подобные исследования отсутствуют и на территории постсоветских стран.

задание 01.03. «Научно обосновать и внедрить метод интегральной оценки рисков здоровью, ассоциированных с водопользованием» ОНТП «Гигиеническая безопасность»



Устанавливать целевые показатели эффективности в отношении всех водопатогенных организмов, включая бактерии, вирусы, протозойные организмы и гельминты, было бы непрактичным, и для этого нет достаточных данных. Более разумный подход заключается в выделении **референтных (контрольных) патогенов** в качестве представителей групп патогенов, с учетом различия в характеристиках, поведении и факторах уязвимости каждой такой группы при разных процессах обработки воды. Как правило, выделяются контрольные патогены, представляющие **бактерии, вирусы, протозойные организмы и гельминты.**



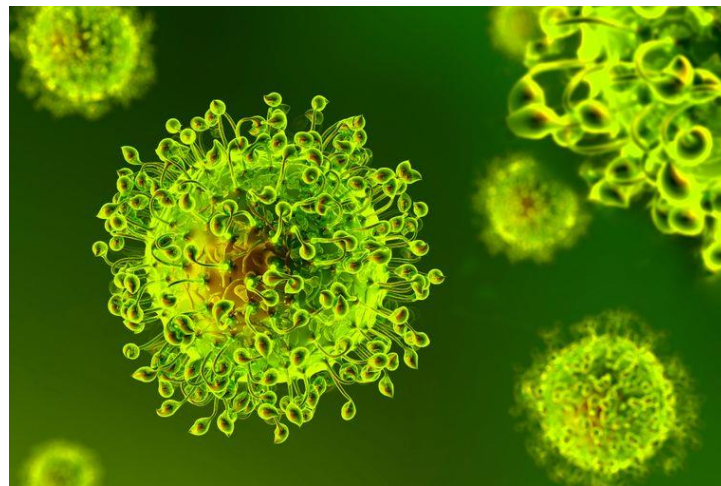
Факт оры, учитываемые при отборе референтных (контрольных) патогенов





Вирусы

- ✓ Самые маленькие по размеру патогены, и поэтому их сложно удалить физическим путем, например фильтрацией.
- ✓ Некоторые вирусы устойчивее к дезинфекции, чем бактерии и паразиты (например, аденовирус менее восприимчив к УФО), могут длительное время существовать в воде.
- ✓ Инфицирующие дозы, как правило, невелики.
- ✓ Обычно круг хозяев вируса ограничен, многие видоспецифичны.
- ✓ В качестве возможных контрольных патогенов были выделены ротавирусы, энтеровирусы и норовирусы.





Род *Enterovirus* относится к семейству Picornaviridae, состоит из 69 инфицирующих человека серотипов (видов): полиовирус типов 1–3, вирусы Коксаки типов А1–А24, вирусы Коксаки типов В1–В6, ЕСНО-вирусы типов 1–33 и энтеровирусы типов EV68–EV73

Являются одной из наиболее распространенных причин инфицирования человека. Согласно оценкам, в США они являются причиной примерно 30 млн случаев заболевания ежегодно. Для энтеровирусов разработана модель зависимости реакции от дозы и существует рутинный культуральный метод определения количества инфекционных частиц

Энтеровирусы

Выделяются с фекалиями инфицированных лиц. Из всех типов вирусов, которые можно обнаружить стандартным методом выделения из клеточной культуры, энтеровирусы являются, как правило, наиболее многочисленными в сточных водах, водных ресурсах и системах снабжения очищенной питьевой водой. Также эти вирусы легко обнаруживаются во многих продуктах питания.

В связи с повышенной устойчивостью этих вирусов к воздействию дезинфицирующих средств *E. coli* (альтернативный вариант – термотолерантные колиформные бактерии) не является надежным индикатором присутствия/отсутствия энтеровирусов в системах питьевого водоснабжения



Являются основным возбудителем острых гастроэнтеритов во всех возрастных группах. Симптомы заболевания, как правило, выражены слабо, в редких случаях – на протяжении более трех дней.

Бремя заболевания в расчете на конкретный случай ниже, чем для ротавирусов

Норовирусы

Причиной многих вспышек считается питьевая вода

Для определения степени инфективности разных видов норовируса разработана модель дозозависимой реакции, однако культурального метода не существует



Для ротавирусов существует модель зависимости реакции от дозы, однако нет рутинного культурального метода определения количества инфекционных единиц

Как правило, инфицированные пациенты выделяют ротавирусы в очень больших количествах, и эти вирусы могут содержаться в высоких концентрациях в воде, загрязненной отходами жизнедеятельности человека

Ротавирусы и ортореовирусы

Ротавирусы обнаружены в сточных водах, реках, озерах и очищенной питьевой воде. Ортореовирусы, как правило, встречаются в больших количествах в сточных водах

Присутствие ротавирусов человека в питьевой воде представляет риск для здоровья населения вследствие более высокой устойчивости ротавирусов к воздействию дезинфицирующих средств по сравнению с другими энтеровирусами



К калицивирусам человека относятся роды *Norovirus* (Норфолк-подобные вирусы) и *Sapovirus* (Саппоро-подобные вирусы). Вирусы рода *Sapovirus* отличаются типичной морфологией калицивирусов и называются классическими калицивирусами

Не размножаются в доступных системах клеточных культур. Первоначально эти вирусы были обнаружены при помощи электронной микроскопии. Некоторые виды норовирусов могут быть обнаружены посредством твердофазного иммуноферментного анализа с использованием антител против бакуловирус-экспрессированных капсидных белков норовируса. Описано несколько процедур ПЦР с обратной транскрипцией, применяемых для обнаружения

Калицивирусы

Являются основной причиной острого вирусного гастроэнтерита во всех возрастных группах

Основными подтвержденными источниками воздействия являются питьевая вода и многие продукты питания, загрязненные фекалиями человека. Многочисленные вспышки были ассоциированы с контаминацией питьевой воды, льда, воды на круизных судах и водных объектов, используемых в рекреационных целях. Источником вспышек также признавались моллюски, добытые из загрязненной бытовыми стоками воды



Включает два рода: *Mastadenovirus* (хозяевами являются млекопитающие) и *Aviadenovirus* (хозяином являются птицы). Разделены на шесть групп (А–F) на основании их физических, химических и биологических свойств

Подгруппы А–Е легко культивируются в клеточной культуре, тогда как серотипы 40 и 41 прихотливы и растут не так хорошо. Идентификация серотипов 40 и 41 в пробах из окружающей среды происходит, как правило, на основе метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) с амплификацией начальной клеточной культуры или без нее

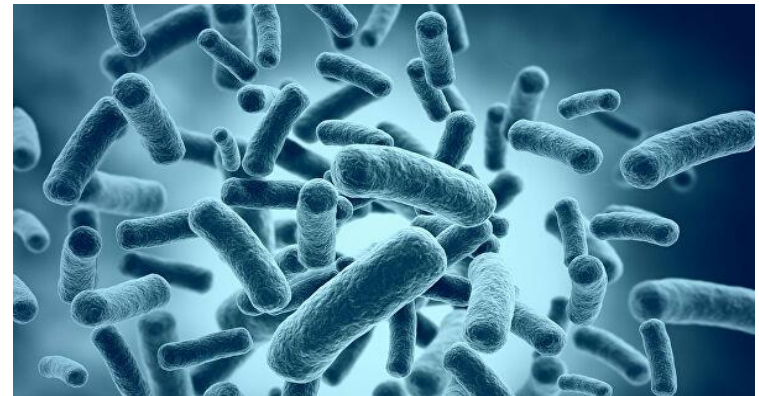
Аденовирусы

Аденовирусы выделяются в больших количествах с фекалиями человека; известно, что они встречаются в сточных водах, источниках сырой воды и системах снабжения очищенной питьевой водой во всем мире. Ограниченность доступной информации о кишечных аденовирусах во многом связана с тем, что они не обнаруживаются обычным методом выделения из клеточной культуры

Контаминированная питьевая вода представляет собой вероятный, но не подтвержденный источник аденовирусных инфекций человека. Аденовирусы считаются серьезной проблемой в связи с их исключительной устойчивостью к некоторым технологиям очистки и дезинфекции, особенно к облучению ультрафиолетовым (УФ) светом. Аденовирусы обнаруживались в системах питьевого водоснабжения, соответствовавших установленным требованиям в отношении очистки, дезинфекции и стандартных индикаторных микроорганизмов

Бакт ерии

- ✓ Группа патогенов, в наибольшей степени поддающаяся нейтрализации в процессе дезинфекции.
- ✓ Некоторые свободно живущие патогены, например *Legionella* и нетуберкулезные микобактерии, могут размножаться в водной среде, однако кишечные бактерии, как правило, не размножаются в воде и выживают в ней в течение более коротких периодов, нежели вирусы и протозойные организмы.
- ✓ Многие инфективные для людей виды бактерий переносятся животными.
- ✓ Для многих потенциально передаваемых через воду бактериальных патогенов, в том числе для *Vibrio*, *Campylobacter*, *E. coli* O157, *Salmonella* и *Shigella*, известны модели дозозависимой реакции





Бактерии *Campylobacter* входят в число наиболее значимых возбудителей острого гастроэнтерита в мире. Наиболее часто выделяемым видом является *Campylobacter jejuni*, тогда как *C. coli*, *C. laridis* и *C. fetus* также выделяются лишь в небольшом числе случаев. Два тесно связанных между собой рода, *Helicobacter* и *Archobacter*, включают виды, которые прежде относили к роду *Campylobacter*

Значимыми источниками кампилобактерных инфекций являются продукты питания, в том числе мясо и непастеризованное молоко. Другим значимым источником является вода. Было установлено, что появление микроорганизмов в поверхностных водах зависит от количества осадков, температуры воды и наличия водоплавающих птиц

Campylobacter

Источниками инфекции являются поверхностные водные ресурсы, вода в которых не подвергается хлорированию или же хлорирование осуществлялось с нарушением норм, а также фекальное загрязнение водохранилищ дикими птицами

Установлено, что загрязненные запасы питьевой воды являются значимым источником вспышек кампилобактериоза. Выявление отдельных случаев и вспышек заболевания в результате передачи инфекции через воду возрастает



На основе различных факторов вирулентности был выделен ряд классов энтеропатогенных штаммов *E. coli*, в том числе энтерогеморрагическая *E. coli* (EHEC), энтеротоксигенная *E. coli* (ETEC), энтеропатогенная *E. coli* (EPEC), энтероинвазивная *E. coli* (EIEC), энтероагрегативная *E. coli* (EAEC) и диффузно-адгерентная *E. coli* (DAEC)

Инфицирование происходит в результате передачи от человека человеку, контакта с животными и продуктами питания, потребления загрязненной воды

**Патогенные
штаммы
*Escherichia coli***

Нет никаких данных о том, что реакция энтеропатогенных штаммов *E. coli* на процедуры очистки и дезинфекции воды отличается от реакции других *E. coli*

Таким образом, обычный анализ на *E. coli* (альтернативный вариант – на термотолерантные колиформные бактерии) служит надлежащим индикатором присутствия энтеропатогенных серотипов в питьевой воде. Это справедливо даже с учетом того, что стандартные анализы, как правило, не позволяют обнаружить штаммы EHEC



Широко распространена в окружающей среде и может обнаруживаться в фекалиях, почве, воде и сточных водах. Размножается в водной среде, а также на поверхности подходящих органических веществ, соприкасающихся с водой

Обнаруживается в разнообразных объектах с влажной средой, таких как раковины, ванны, системы горячего водоснабжения, душевые и гидромассажные ванны

Pseudomonas aeruginosa

Присутствие *P. aeruginosa* в значительных количествах в питьевой воде, особенно в упаковках, может вызывать жалобы на вкус, запах и мутность

Чувствительна к воздействию дезинфицирующих средств, и ее попадание в водораспределительные системы можно свести к минимуму посредством надлежащей дезинфекции



В настоящее время считается, что на самом деле существуют два вида (*Salmonella enterica* и *Salmonella bongori*).

Все остальные, ранее классифицированные как виды, в том числе *S. Typhi* и *S. Paratyphi*, считаются серотипами

Как правило, патогены попадают в систему водоснабжения с фекалиями домашнего скота, диких животных или в результате сброса сточных вод

Salmonella

Вспышки брюшного тифа, обусловленные распространением через воду, имеют разрушительные последствия для общественного здравоохранения. Вместе с тем нетифоидные разновидности *Salmonella*, несмотря на их широкую распространенность, сравнительно редко вызывают вспышки, возникающие в результате передачи через питьевую воду

Передача, чаще всего с участием *S. Typhimurium*, была ассоциирована с потреблением воды из контаминированных грунтовых и поверхностных вод. Бактерии рода *Salmonella* относительно чувствительны к воздействию дезинфицирующих средств



Выделяют четыре вида: *S. dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii* и *S. sonnei*

Передаются преимущественно фекально-оральным путем при личном контакте между людьми, через контаминированные продукты питания и воду

Shigella

Поскольку эти микроорганизмы не слишком устойчивы к воздействию водной среды, их присутствие в питьевой воде указывает на недавнее ее фекальное загрязнение

Имеющиеся данные о распространенности в системах водоснабжения могут быть занижены, поскольку уровень чувствительности и надежности обычно применяемых методов обнаружения может быть достаточно низким. Бактерии *Shigella* относительно чувствительны к воздействию дезинфицирующих средств



Протозойные организмы

- ✓ Входят в число наиболее распространенных причин инфицирования и возникновения заболеваний у человека и животных.
- ✓ Контроль за распространением через воду представляет определенные сложности, поскольку большинство патогенов формируют цисты, ооцисты или откладывают яйца, которые демонстрируют чрезвычайную устойчивость к дезинфекции воды, и в некоторых случаях с трудом удаляются при помощи фильтрации.
- ✓ Наименее восприимчивы к реагентной дезинфекции.
- ✓ Инфективные дозы обычно низки.





Род *Cryptosporidium* насчитывает примерно 13 видов, при этом инфекции человека вызывают преимущественно *C. hominis* и инфицирующий крупный рогатый скот генотип *C. parvum*

Ооцисты *Cryptosporidium* выявлялись во многих системах питьевого водоснабжения. Однако в большинстве случаев имеется мало информации о присутствии инфекционных для человека видов. Имеющиеся в настоящее время стандартные аналитические методы обеспечивают только косвенную оценку жизнеспособности и не дают информации об инфекционности для человека. Ооцисты обнаруживаются также в водных объектах, используемых в рекреационных целях

Cryptosporidium

Ооцисты чрезвычайно устойчивы к воздействию окислительных дезинфицирующих средств, таких как хлор, однако инактивируются УФО. Вследствие относительно небольшого размера ооцист их удаление путем обычной фильтрации с использованием сыпучих материалов представляет определенную сложность

Жизнеспособным альтернативным способом эффективного удаления ооцист *Cryptosporidium* может быть процесс мембранной фильтрации, обеспечивающий непосредственный физический барьер.



Род включает нескольких видов, но возбудителем заболевания человека (лямблиоз) обычно считают вид *G. intestinalis*, известный и как *G. lamblia* или *G. duodenalis*

Подтверждено наличие цист в источниках воды и системах питьевого водоснабжения. Цисты также встречаются в водных объектах, используемых в рекреационных целях, и в загрязненных продуктах питания

Giardia

Имеющиеся в настоящее время стандартные методы исследований обеспечивают только косвенные показатели жизнеспособности и не дают информации об инфицирующей способности в отношении человека

Цисты лямблий более устойчивы к воздействию окислительных дезинфицирующих средств (хлор), чем энтеробактерии, но менее устойчивы по сравнению с ооцистами *Cryptosporidium*



Является наиболее распространенным простейшим кишечным патогеном в мире и относится к надклассу Rhizopoda подтипа Sarcodina

Может присутствовать в сточных водах и загрязненной воде. Передача через загрязненную питьевую воду доказана

***Дизентерийная амеба
(Entamoeba histolytica)***

Цисты относительно устойчивы к воздействию дезинфицирующих средств и не инактивируются хлорированием

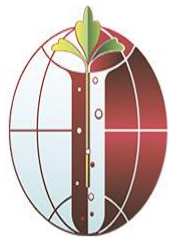
В связи с устойчивостью цист к воздействию дезинфицирующих средств *E. coli* (альтернативный вариант – ТКБ) не может считаться надежным индикатором присутствия/отсутствия *E. histolytica* в системах питьевого водоснабжения



Заключение

На основании комплексной оценки результатов исследований, литературы, методической базы обоснован проект первичного перечня референтных патогенов для количественной оценки микробиологических рисков (кампилобактер, аденовирусы, этеровирусы, лямблии и криптоспоридии), который в последующем будет отработан и оптимизирован.





Республиканское унитарное предприятие
**Научно-практический
центр гигиены**

220012, г. Минск,

ул. Академическая, 8

Тел. 375 (17) 284-13-70

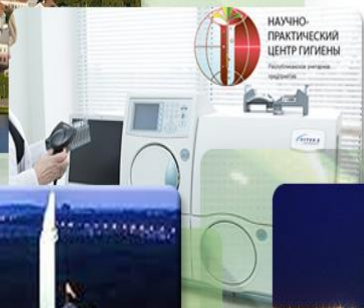
факс: 375 (17) 284-03-45

E-mail: rspch@rspch.by

www.certificate.by;

www.rspch.by

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Республика Беларусь