

THE ANALYSIS OF MONITORING OF VIRUS POLLUTION OF WATER OBJECTS OF THE ODESSA AREA

Mokienko A. V., Petrenko N. F., Zasyпка L.I., Kotlik L.S., Tarasyuk Y.F., Skopenko Ye.V., Isakova N.P.

АНАЛИЗ МОНИТОРИНГА ВИРУСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

В

настоящее время в загрязненных сточных водах идентифицировано более 100 разновидностей вирусов, которые вызывают разнообразные болезни у человека. Однако только несколько вирусов являются эпидемически значимыми как передающиеся через воду инфекционные агенты. Таковыми являются энтеровирусы (ЭВ), аденовирусы (АдВ), ротавирусы (РВ), вирус гепатита А (ВГА), реовирусы (РеВ), норовирусы (НВ) и астровирусы (АстВ) [1]. Согласно обобщенным результатам исследований [2] некоторые из перечисленных вирусов при заражении человека вызывают весьма высокие уровни летальности: ВГА — 0,60%; РВ 0,01-0,12%; НВ — 0,0001%, АдВ — 0,01%.

В последние годы в Украине активизируется циркуляция неполиомиелитных энтеровирусов (НПЕВ) в сточной и питьевой воде, что является неблагоприятным прогностическим признаком осложнения эпидемиологической ситуации и требует совершенствования эпидемиологического надзора и профилактики этих инфекций [3].

Результаты 30-летнего мониторинга циркуляции ЭВ разных серотипов в воде (сточной, питьевой, воде открытых водоемов) позволили констатировать также низкую эффективность

методов очистки и обеззараживания сточной и питьевой воды, что подтверждается совпадением наибольшей частоты определения ЭВ в 1998 г., наименьшей — в 2000 г. во всех водных объектах и высокой прямой коррелятивной связью (коэффициент корреляции — 0,8) между многолетней динамикой выделения ЭВ из сточной и питьевой воды [4].

Анализ результатов исследований 14089 проб сточной воды, 12911 проб воды открытых водоемов и 23831 пробы питьевой воды за 1998-2002 гг. свидетельствует: частота выделения ЭВ из сточной воды, воды открытых водоемов и питьевой воды за указанный период соответственно составляла 5,9%, 2,2% и 0,5%. Эти показатели значительно ниже данных зарубежных стран, что, по мнению авторов, связано с применением более чувствительных молекулярно-генетических методов исследований и с недостаточной эффективностью вирусологических исследований в большинстве региональных лабораторий Украины [4, 5].

Как установлено в данных работах, частота выделения вирусов Коксаки В (ВК В) и ЕСНО, как наиболее приоритетных, составляла соответственно из сточной воды 41,6% и 23,5%, воды открытых водоемов — 37,6% и 36,6%, питьевой воды — 32,2% и 19,0%.

Очистка и обеззараживание хлором питьевой воды на очистных сооружениях не гарантируют ее полного освобождения от ЭВ и безопасности населения относительно ЭВ-инфекций при ее употреблении: частота выявления вирусопозитивных проб питьевой воды до очистки составляла 6,4%, после очистки — 4,6% [4].

Данные зарубежной литературы по контаминации вирусами Коксаки (ВК) водных объектов в

**МОКИЕНКО А.В.,
ПЕТРЕНКО Н.Ф.,
ЗАСЫПКА Л.И.,
КОТЛИК Л.С.,
ТАРАСЮК Е.Ф.,
СКОПЕНКО А.В.,
ИСАКОВА Н.П.**

Государственное предприятие
"Украинский научно-исследовательский институт
медицины транспорта
Министерства
здравоохранения Украины",
г. Одесса,
Одесская областная
санитарно-эпидемиологическая служба

УДК 614.777:578.4(477.74)

Ключевые слова:
**мониторинг, вирусы, вода,
водные объекты.**

АНАЛІЗ МОНИТОРИНГУ ВИРУСНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Мокієнко А.В., Петренко Н.Ф., Засипка Л.І., Котлик Л.С.,
Тарасюк О.Ф., Скопенко О.В., Ісакова Н.П.**

Виконано аналіз результатів вірусологічних досліджень якості води різних водних об'єктів Одеської області за 1994-2008 рр. Встановлено, що вірогідність розбіжностей (χ^2) між забрудненням водних об'єктів вивченими вірусами зростає у ряду питна — стічна вода (22,5562-521,7394) < річкова — морська (7,6801-311,1097) < стічна — морська (10,3640-231,0708) < стічна — річкова (8,6836-122,0153) < питна — річкова (35,6092-91,7816). Це свідчить про недостатню ефективність очищення та знезаражування питних і стічних вод і необхідність їх оптимізації.

Ключові слова: моніторинг, віруси, вода, водні об'єкти.

© Мокієнко А.В., Петренко Н.Ф., Засипка Л.І., Котлик Л.С., Тарасюк Е.Ф., Скопенко А.В., Ісакова Н.П. СТАТТЯ, 2010.

THE ANALYSIS OF MONITORING OF VIRUS
POLLUTION OF WATER OBJECTS OF THE
ODESSA AREA

**Mokienko A.V., Petrenko N.F., Zasipka L.I.,
Kotlik L.S., Tarasyuk Y.F., Skopenko Ye.V.,
Isakova N.P.**

*It is analysed results of virologic researches of quality
of water of various water objects of the Odessa
region for 1994-2008. It is established, that reliability*

*of distinctions (χ^2) between pollution of water objects
by the studied viruses increases in a line drinking —
waste (22,5562-521,7394) <river — sea (7,6801-
311,1097) <waste — sea (10,3640-231,0708)
<waste — river (8,6836-122,0153) <drinking — river
(35,6092-91,7816). It testifies to insufficient efficien-
cy of treatment and disinfecting drinking and sewage
and necessity of their optimization.*

Key words: monitoring, virus, water, water objects.

определенной степени согласуются с результатами отечественных исследований.

Так, в работе [6] продемонстрировано наличие ВК в 42,5% образцов сточных вод, 28,5% — речной воды (в том числе 26,7% — в точках водозабора), в 18,7% — обработанной питьевой воды, в 25,3% — воды скважины.

ЭВ (с преобладанием ВК В) были обнаружены в 11% и 16% проб питьевой воды, очищенных на двух водоочистных станциях [7]. Это исследование подтверждает, что принятые индикаторные показатели качества воды не отражают содержание вирусов в питьевой воде.

Вышеизложенное определило **цель** наших исследований относительно анализа результатов мониторинга вирусной контаминации различных водных объектов Одесской области.

Материалы и методы. Оценку вирусного загрязнения водных объектов Одесской области за 1994-2008 годы осуществляли по данным мониторинга Центральной иммуно-вирусологической лаборатории Одесской областной СЭС. Объектами мониторинга служили сточные воды, воды открытых водоемов (речная + озерная, морская + лиманная), питьевые воды. Изучение барьерной роли ВОС "Днепр" (речная, водоводная, питьевая) проводили по данным мониторинга за период 2000-2003 гг. Исследовали уровни контаминации данных водных объектов ротавирусами (РВ), энтеровирусами (ЭВ), вирусом гепатита А (ВГА), аденовирусами (АдВ), реовирусами (РеВ), астровирусами (АстВ), норовирусами (НВ). Идентификацию вирусов проводили с использованием соответствующих тест-систем согласно инструкциям на их применение. Количество исследованных проб воды представлено в табл. 1.

Для расчета достоверности различий использовали показатель χ^2 Пирсона согласно [8, 9].

Результаты и их обсуждение. Анализ усредненных уровней загрязнения вирусами вод-

ных объектов Одесской области за изученный период показал выраженную вариабельность для различных вод и для групп вирусов (рис.). Однако наибольший процент ПЦР-позитивности практически для всех вирусов (за исключением ВГА) был характерен для сточных вод, что согласуется с данными литературы [10, 11]. Следует отметить определенное совпадение количества ПЦР-позитивных проб сточных вод и клинического материала (стула больных) на ЭВ — особенно это характерно для 1999, 2000, 2002, 2004 годов. Отмечена тенденция к средней корреляции этих признаков ($r=0,5589$). Это подтверждает тот неоспоримый факт, что больной-вирусоноситель является основным источником контаминации внешней среды вирусами [2]. Обращает внимание стабильно высокий уровень выделения вирусов ЕСНО, который колебался от 39% до 60%.

Сравнение полученных результатов с данными литературы относительно многолетней и годовой динамики выделения ЭВ из сточной воды за 1994-2004 гг. [12] в целом по Украине свидетельствует об обнаружении ЭВ в 3,8-10,7% образцов.

Для поверхностных водоемов, которые распределены на две группы (солёные — морская, лиманная вода, пресные — речная, озерная вода), уровень контаминации некоторыми вирусами (РВ, ВГА, АдВ, РеВ) практически не отличался, а в некоторых случаях превышал таковой сточных вод:

для сточной, морской + лиманной, речной + озерной вод этот показатель составил соответственно 12,6; 11,8; 15,5 — для РВ, 5,9; 3,5; 5,7 — для ВГА; 15,1; 11,4; 14,4 — для АдВ; 16; 12,7; 20,6 — для РеВ. Для ЭВ установлена более выраженная тенденция к уменьшению контаминации воды данных водных объектов (12,8; 2,3; 3,8), что согласуется с данными литературы, в частности, работы [10], где представлены результаты исследований 27198 проб сточной воды, 22951 — воды открытых водоемов, 45119 — питьевой воды за период с 1994 по 2003 годы.

Установлено [10], что частота выделения ЭВ из вышеуказанных водных объектов составила 6,9%, 3,2% и 1,5%. Двукратное расхождение частоты выделения ЭВ из сточной воды и воды открытых водоемов еще раз подтверждает: при очистке сточных вод не происходит полного освобождения от ЭВ. Уменьшение частоты их изоляции из воды открытых водоемов обусловлено, главным образом, разбавлением стоков. Низкую эффективность методов обеззараживания воды разного вида подтверждают совпадение минимальной частоты выделения ЭВ из всех водных объектов в 2000 г. и высокая прямая коррелятивная связь (коэффициент корреляции 0,6-0,9) между многолетней динамикой выделения ЭВ из сточной, питьевой воды и воды открытых водоемов.

Обобщение данных исследований энтеровирусного загрязнения открытых водоемов Укра-

Таблица 1
Количество исследованных проб воды по результатам мониторинга вирусного загрязнения водных объектов

Объекты исследования	Выявленные вирусы							Общее число проб
	РВ	ЭВ	ВГА	АдВ	РеВ	АстВ	НВ	
Сточная вода	2312	3071	2059	2183	773	601	693	11692
Речная + озерная вода	1716	1719	1149	1292	782	85	111	6854
Морская + лиманная вода	4007	5369	2529	2694	757	149	159	15664
Питьевая вода	13214	9734	11353	8950	5429	716	930	50326

ины за 1994-2004 гг. позволило установить выраженную тенденцию к снижению результативности такого мониторинга. Средняя частота выделения ЭВ составляла 3,8% от общего числа проб [11], что сопоставимо с нашими данными для речной и озерной воды.

Что касается вирусного загрязнения морской воды (рис.), то по данным разных авторов [13], частота ее загрязнения ЭВ составляет от 8,7% до 43,9% (по

Наиболее загрязненной была вода, отобранная возле места сброса сточных вод (50%). В воде пляжей ЭВ выявлены в 15,9%, а в других точках (возле причалов, в промышленной зоне) — в 8,8%.

Для питьевой воды (рис.) нами также констатирована переменность колебаний удельного веса ПЦР-положительных проб на РВ, ЭВ, ВГА и АдВ: от 0 до 21-20% в 1997 и 1999 гг. для РВ, до 22% и 15% — в 1997 и 2006 гг.

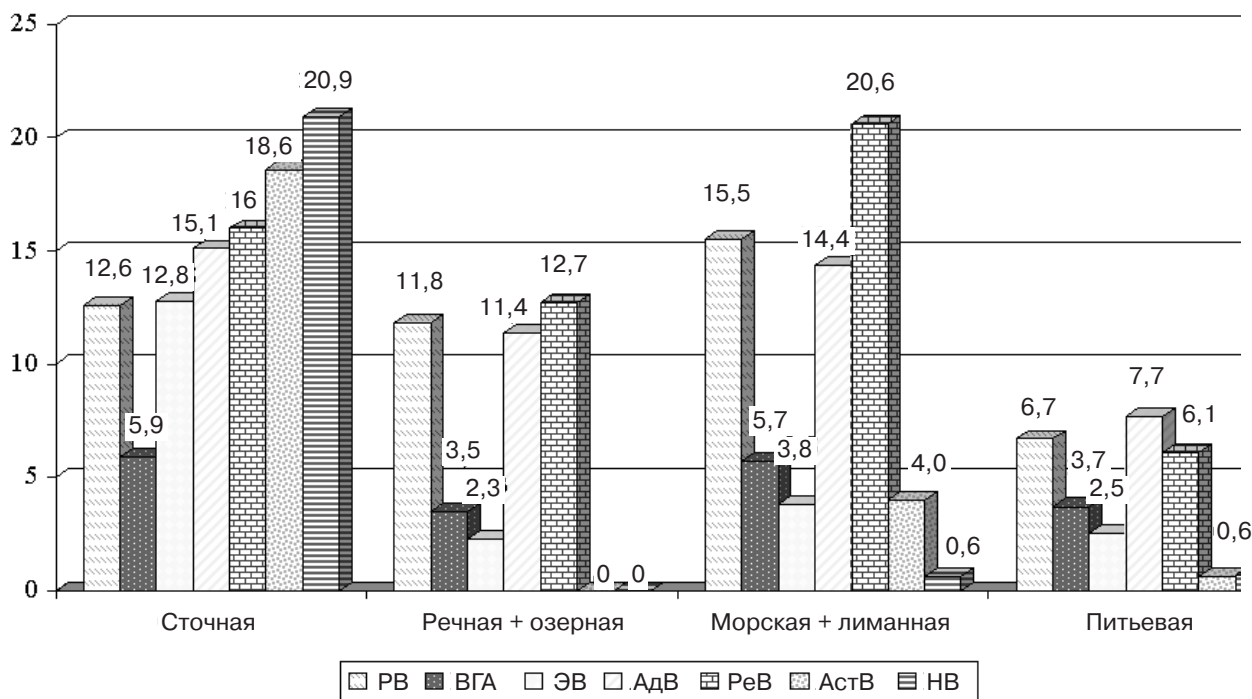
ласть не речная вода, где данные вирусы не обнаружены, а, по-видимому, водоразводящая сеть.

Согласно данным [14], число положительных находок РВ в питьевой воде в Одессе и Одесской области составляло 10,7%, тогда как, по нашим данным, усредненная частота выделения РВ из питьевой воды составила 6,2%, что объясняется более совершенной методикой идентификации этих вирусов [15, 16].

В работе [17] представлено

Рисунок

Результаты исследований контаминации водных объектов вирусами (% положительных проб)



нашим данным — 3,8% с колебаниями от 0 до 21%). В местах сброса сточных вод этот показатель составляет 90%, интенсивность вирусного загрязнения снижается по мере удаления от сточных коллекторов. По данным авторов [13], из 400 проб морской воды выделено 70 вирусных агентов (17,5% проб). Из них 21,4% отнесены к РВ, 18,6% — к ВКА, 34,3% — к ВК В, 17,1% — к ЕСНО, 8,6% не типировались.

для ЭВ, до 53% в 1994 г. — для ВГА, до 16%, 29%, 35%, 23% в 1996, 1997, 1999, 2000 гг. — для АдВ, от 2% до 23% — для РеВ. По данным мониторинга за последние 4 года (2005-2008), питьевая вода в определенном проценте проб была контаминирована НВ и АстВ: в 2005, 2006 гг. эти цифры составили 4,0%; 2,1% и 1,4%; 3,0% соответственно, причем в обоих случаях источником инфицирования явля-

обобщение результатов исследований и данных вирусологических лабораторий областных СЭС относительно изучения проб питьевой воды, отобранных на протяжении 1982-2002 гг. При исследовании 47941 пробы питьевой воды выделено 957 вирусных агентов, что составило 2% от количества исследованных проб. Среди них удельный вес РВ составлял 5,0%, ВК А — 8,7%, ВК В — 24,9%, вирусов

Таблица 2

Достоверность различий (χ^2) идентификации вирусов в воде водных объектов

Сравниваемые типы воды	Достоверность различия идентификации различных вирусов (χ^2)						
	РВ	ЭВ	АдВ	ВГА	АстВ	НВ	РеВ
Питьевая сточная	93,2633	521,7394	114,8109	22,5562	130,6888	187,9694	197,6642
Питьевая речная	57,6183	0,1326	35,6092	0,0541	0,0151	0,0917	91,7816
Сточная речная	0,3710	143,3491	122,0153	8,6836	17,5915	26,9376	6,9645
Сточная морская	10,7639	231,0708	0,4350	0,0728	18,1337	36,0966	10,3640
Речная, морская	13,2486	311,1097	115,2886	7,6801	2,0860	0,0328	34,5803

ЕСНО — 24,7%, 4,3% — ЭВ других типов. Не удалось типировать диагностическими энтеровирусными сыворотками 32,5% штаммов. Частота выделения ЭВ по годам исследований колебалась от 0,2% (что сопоставимо с нашими данными за 2000-2003 гг.) до 5,6% (что значительно ниже установленных нами уровней загрязнения до 22% и 15% в 1997 и 2006 гг.).

Обобщение полученных нами данных позволило рассчитать достоверность различий (χ^2) как отражение взаимосвязи загрязнения изученными вирусами различных водных объектов (табл. 2).

Как видно из представленных данных, питьевая вода по загрязненности РВ, ЭВ, АдВ, АстВ, НВ, РеВ и ВГА статистически высоко достоверно отличается (степень загрязненности значительно ниже) от сточной, а для РВ, ЭВ и РеВ также от речной воды. Речная вода статистически высоко достоверно отличается по степени загрязненности от сточной в отношении 6 из 7 изученных вирусов, и только РВ она оказалась загрязнена так же, как и сточная. По отношению к морской речная вода оказалась также загрязнена только АстВ и НВ, а в отношении остальных 5 вирусов она достоверно чище морской. Сточная вода статистически высоко достоверно загрязнена сильнее всего. Только в отношении РВ ее загрязненность сопоставима с речной (различие статистически недостоверно), а в отношении АдВ и ВГА ее загрязненность сравнима с морской водой. Таким образом, при сопоставлении полученных данных можно заключить следующее. Наиболее высокая достоверность наблюдается для всех вирусов между питьевой и сточной водами (от 22,5562 до 521,7394), что косвенно могло бы свидетельствовать об эффективности очистки сточных и питьевых вод. Однако сравнение χ^2 для питьевой и речной воды позволяет судить о неэффективности такой очистки, поскольку для четырех из семи вирусов (ЭВ, ВГА, АстВ и НВ) такое различие недостоверно, а для остальных трех вирусов (РВ, АдВ и РеВ) достоверность колеблется от 35,6092 до 91,7816. Судя по полученным данным, сточная вода достаточно эффективно очищается перед сбросом в реки (недостоверность только для РВ — 0,3710) и в море (недостоверность для АдВ и ВГА — 0,4350 и 0,0728 соответственно). Вместе с тем, учитывая высокую

эпидемическую значимость этих вирусов, прогностически такую ситуацию следует, с нашей точки зрения, оценивать как неблагоприятную. Недостоверные различия для морской и речной воды установлены только для АстВ и НВ (2,0860 и 0,0328), что свидетельствует о разбавлении речного стока. Однако эти результаты, особенно для данных вирусов, являются предварительными, поскольку здесь рассматривалась ограниченная выборка за последние 4 года.

Вывод

Достоверность различий в контаминации различных водных объектов вирусами возрастает в ряду вода питьевая — сточная < речная — морская < сточная — морская < сточная — речная < питьевая — речная. Это позволяет судить о недостаточной эффективности существующих сооружений по очистке и обеззараживанию питьевых и сточных вод в отношении устранения вирусного загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вода и воднообусловленные инфекции / А.В. Мокиенко, А.И. Гоженко и др. — Одесса: РА "АРТ-В", 2008. — Т. 2. — 288 с.
2. Bosch A. Human enteric viruses in the water environment: a minireview / A. Bosch // *Internatl. Microbiol.* — 1998. — № 1. — P. 191-196.
3. Про результати епідеміологічного дослідження у Донецькій області у постсертифікаційному періоді / В.І. Денисенко, Т.А. Біломеря, Т.І. Філіппова [та ін.] // Сучасні проблеми епідеміології, мікробіології та гігієни. — 2008. — Вип. 6. — С. 38-42.
4. Порівняльна характеристика виділення ентеровірусів із води різного виду в Україні / С.І. Доан, В.І. Задорожна, В.І. Бондаренко [та ін.] // *Довкілля та здоров'я.* — 2007. — № 4. — С. 38-41.
5. Доан С.І. Роль води різного виду у розповсюдженні ентеровірусних інфекцій / С.І. Доан, В.І. Задорожна, В.І. Бондаренко // *Актуальні питання якості води в Україні: матеріали наук.-практ. семінару.* — К., 2004. — С. 49-56.
6. Ehlers M.M. Detection of enteroviruses in untreated and treated drinking water supplies in South Africa / M.M. Ehlers, W.O.K. Grabow, D.N. Pavlov // *Water Research.* — 2005. — V. 39, № 11. — P. 2253-2258.
7. Vivier J.C. Detection of enteroviruses in treated drinking water / J.C. Vivier, M.M. Ehlers, W.O.K. Grabow // *Water Research.* — 2004. — V. 38, № 11. — P. 2699-2705.
8. Минцер О.П. Методы обработки медицинской информа-

ции / О.П. Минцер, Б.Н. Угаров, В.В. Власов. — К.: Вища школа, 1982. — 2.3. Оценка различий между частотами появления признака в отдельных сериях наблюдений. — С. 44-50.

9. Разработка компьютерной программы эпидемиологического и эпизоотологического анализа базы данных мониторинга туляремии в Украине и некоторых других программ для научно-исследовательских работ: отчет о НИР / УкрНИПЧИ им. И.И. Мечникова. — № госрег. 0102И001226. — Одесса, 2003. — 435 с.

10. Фролов А.Ф. Вода як фактор передачі вірусних інфекцій / А.Ф. Фролов, В.І. Задорожна, С.І. Доан // *Актуальні проблеми транспортної медицини.* — 2006. — № 1. — С. 65-69.

11. Доан С.І. Характеристика ентеровірусного забруднення води відкритих водоймищ / С.І. Доан, В.І. Бондаренко, В.І. Задорожна // *Вода і водоочисні технології.* — 2005. — № 4. — С. 32-35.

12. Багаторічна та річна динаміка виділення ентеровірусів із стічної води / С.І. Доан, В.І. Задорожна [та ін.] // *Вода і водоочисні технології.* — 2005. — № 4. — С. 28-31.

13. Доан С.І. Роль морської води у поширенні ентеровірусних інфекцій / С.І. Доан, В.І. Задорожна, В.І. Бондаренко // *Вода і водоочисні технології.* — 2002. — № 2-3. — С. 41-46.

14. Поширення ротавірусів у водних об'єктах довкілля України / І.В. Дзюблик, О.В. Обертинська, І.Г. Костенко [та ін.] // *Інфекційні хвороби.* — 2008. — № 4. — С. 38-43.

15. Вивчення та оцінка ефективності розробленого способу концентрування кишкових вірусів із води різного походження у польових умовах / О.В. Романюк, О.В. Обертинська, Н.І. Миколенко [та ін.] // *36. наук. праць КМАПО.* — К., 2006. — Вип. 15, кн. 2. — С. 589-594.

16. Обертинська О.В. Ротавіруси та їх індикація у навколишньому середовищі методом імунохроматографічного аналізу / О.В. Обертинська // *Сучасні проблеми клінічної та теоретичної медицини: матер. доп. Міжнародної наук.-практ. конф. студентів і молодих вчених.* — Суми, 2005. — С. 20-21.

17. Питна вода як фактор передачі збудників інфекційних хвороб / Н.Л. Зубкова, А.В. Кракович, В.В. Василенко [та ін.] // *Вода і водоочисні технології.* — 2004. — № 1. — С. 33-37.

Надійшла до редакції 19.02.2010.