



# Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Περιβάλλοντος

Πτυχιακή Εργασία

**«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»**



Εικόνα, 1 Νερό μολυσμένο από ιούς. Πηγή από: <https://www.ppl-biosafety.com/water-based-diseases/should-we-worry-about-viruses-in-drinking-water/>

«Καραμαλή Βιργινία»  
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Κυριακοπούλου Ζαχαρούλα

Λάρισα, 2024



*«Καραμαλή Βιργινία»,*

*«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»*

### ***Ευχαριστίες***

Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή μου εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με βοήθησαν ώστε να καταφέρει να χτιστεί αυτή η εργασία. Ένα ευχαριστώ οφείλω επίσης και στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Ζ. Κυριακοπούλου για την στήριξη, την βοήθεια, την συνεργασία αλλά και τις γνώσεις που με έδωσε καθ' όλη την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας.

Καθώς, η εκπόνηση αυτής της εργασίας σημαίνει και το τελείωμα του κύκλου των φοιτητικών μου χρόνων, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνεργαστήκαμε αυτά τα χρόνια από καθηγητές μέχρι και φίλους.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το χρωστάω στην οικογένεια μου, που ήταν δίπλα μου και κατάφεραν με αγάπη και υποστήριξη να με βοηθήσουν στα χρόνια των σπουδών μου και όχι μόνο.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

## Περίληψη

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, βασίζεται κατά κύριο λόγο στους ιούς που μολύνουν το νερό. Αρχικά, είναι γνωστή σε όλους μας η ζωτική σημασία που έχει το νερό στην ζωή μας. Αποτελεί ένα μέσο επιβίωσης τόσο για τον άνθρωπο, τα ζώα και γενικά για το περιβάλλον. Δυστυχώς, όμως η αφθονία και η ασφάλεια που μας παρείχε κάποτε το νερό, όλο και ελαττώνονται. Πλέον, στις μέρες η εύρεση καθαρού, πόσιμου νερού είναι δύσκολη, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες. Τα ύδατα γενικά, είτε πόσιμο νερό, είτε λίμνες, είτε θάλασσες είτε και υπόγεια ύδατα καθημερινά έρχονται αντιμέτωπα με παθογόνους μικροοργανισμούς. Στην εργασία αυτή, όμως θα αναλυθούν οι ιοί που βρίσκονται σε ύδατα.

Οι ιοί που μπορούν να μεταδοθούν μέσω του νερού δεν είναι πάρα πολλοί, αλλά είναι αρκετά σημαντικοί και επιβλαβείς για την δημόσια υγεία των ανθρώπων. Από τους πιο σημαντικούς ιούς: Ο Νοροϊός, ο Εντεροϊός, ο Τοροϊός και ο Rotavirus. Όλοι αυτοί οι ιοί αλλά και οι υπόλοιποι είναι πιθανόν να βρίσκονται στο νερό που έχουμε στην καθημερινότητα μας. Πέρα από την δημόσια υγεία, οι ιοί αυτοί έχουν επιπτώσεις και στο κοινωνικό, οικονομικό, πολιτικό σύνολο αλλά και στο περιβάλλον το ίδιο. Όμως στην πτυχιακή θα μιλήσουμε για την δημόσια υγεία. Οι αρρώστιες που μπορεί να προκαλέσει μια λοίμωξη από έναν υδατογενή ιό, είναι πολλές και σημαντικές, όπως: γαστρεντερίτιδα, διάρροια, ηπατίτιδα, προβλήματα στο ήπαρ και σε κάποιες περιπτώσεις μέχρι και θάνατο. Επομένως, είναι ανάγκη τόσο σε προσωπικό, τοπικό αλλά και κυβερνητικό επίπεδο να υπάρξει μια λύση. Κατά τα χρόνια, έχουνε βρεθεί αρκετά σπουδαία μοντέλα επεξεργασίας και απολύμανσης του νερού. Ο στόχος των συστημάτων αυτών, προπαντός είναι η απολύμανση του νερού από ιούς αλλά και η βελτίωση στην ποιότητα της ζωής και της ανθρώπινης υγείας. Οι λύσεις που υπάρχουνε για την αντιμετώπιση αυτού του περιβαλλοντικού προβλήματος είναι αρκετές και αξιόλογες αρκεί να δοθούν τα κατάλληλα πρότυπα και η αυστηρότητα που χρειάζεται για την σωστή χρήση τους. Στο τέλος, της εργασίας αναφέρονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

## Λέξεις-Κλειδιά

Ιοί, υγεία, πόσιμο νερό, μολυσμένο, επιδημίες.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

<<Water contaminated with viruses. Public health implications>>

<<Virginia Karamali>>

## **Abstract**

This paper is mainly based on viruses that contaminate water. First of all, we all know the vital importance of water in our lives. It is a means of survival for humans, animals, and the environment in general. Unfortunately, however, the abundance and security that water once provided us with is diminishing more and more. Nowadays, finding clean, potable water is difficult, especially in developing countries. Water in general, whether drinking water, lakes, seas, or even underground water, is daily confronted with pathogenic micro-organisms. In this work, they analyze viruses found in water. Viruses that are present in water are not very many, but they are quite important and harmful to the public health of people. Among the most important viruses are: Norovirus, Enterovirus, Torovirus and Rotavirus. All these viruses and others are likely to be found in abundance in the water we have in our daily lives. In addition to public health, these viruses also have effects on the social, economic, political whole as well as on the environment itself. But in the present, we will talk about public health, The diseases that can be caused by and inflection from a waterborne virus are many and important, such as: Gastroenteritis, diarrhea, hepatitis, liver problems and in some cases even death. Therefore, it is necessary both at the personal, local, and government level to find a solution. Over the years, several great models of water treatment and disinfection have been found. The goal of these systems, above all, is to disinfect the water from viruses, but also to improve the quality of life and human health. The solutions that exist to deal with this environmental problem are sufficient and worthy as long as the appropriate standards and the rigor needed for their correct use are given. At the end of the work, the conclusions of the work are started.

## **Keywords**

Viruses, health, drinking water, contaminated, epidemics.



*«Καραμαλή Βιργινία»,*

*«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»*

## **Πρόλογος**

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία συντάχθηκε στη Σχολή Περιβάλλοντος, Τμήμα Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το ακαδημαϊκό έτος 2023-2024.

Το θέμα της εργασίας έχει να κάνει με την μελέτη των υδάτων που έχουν μολυνθεί από ιούς και τι επιπτώσεις δημιουργούνε στη δημόσια υγεία.

Η εργασία αυτή, πραγματοποιήθηκε με την επιβλέπουσα καθηγήτρια Ζ. Κυριακοπούλου όπου θα ήθελα να αναφέρω και ένα μεγάλο ευχαριστώ για την σωστή καθοδήγηση και τις γνώσεις που με μετέφερε καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας. Καθώς, με αυτήν εργασία σημαίνει και το τέλος των φοιτητικών μου χρόνων, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνεργαστήκαμε μαζί αυτά τα χρόνια τόσο όσο για τις γνώσεις που πήρα μέσα σε αυτά τα χρόνια αλλά κυρίως για τις εμπειρίες.

Η εργασία αποτελεί μια μελέτη και εμβάθυνση στους ιούς που περιέχονται στα νερά και τι προβλήματα δημιουργούνε οι υδατογενείς ιοί. Θα ασχοληθούμε με τα προβλήματα που δημιουργούνε στην δημόσια υγεία και τι επιδημιολογικούς κινδύνους έχει ο καθένας ιός. Επίσης, θα αναφερθούμε και στα τα αίτια, τις προτάσεις αντιμετώπισης αλλά και τις επιπτώσεις των υδάτων που έχουν μολυνθεί με ιούς. Η μελέτη στηρίζεται κατά κύριον σε επιστημονικά άρθρα και σε πληροφορίες από Διεθνής και Παγκόσμιους Οργανισμούς όπως Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, ΕΟΔΥΥ, ECDC.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Λέξεις-Κλειδιά .....	3
Abstract .....	4
Keywords.....	4
Πρόλογος .....	5
Περιεχόμενα .....	6
Κατάλογος Εικόνων/ Σχημάτων.....	7
Κατάλογος Πινάκων.....	7
Συνομογραφίες Και Ακρωνύμια .....	8
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>9</b>
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	10
<b>2. ΤΟ ΝΕΡΟ .....</b>	<b>10</b>
2.1 ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ .....	10
2.2 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ .....	11
2.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΕΡΟΥ .....	14
2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	17
<b>3. ΙΟΙ.....</b>	<b>18</b>
3.1 Η ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	21
3.2 ΙΟΙ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ .....	22
3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΙΩΝ .....	23
3.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΥΣ ΙΟΥΣ .....	35
3.5 ΙΟΙ ΑΠΕΙΛΗΤΙΚΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ .....	38
3.6 ΕΠΙΔΗΜΙΕΣ ΤΩΝ ΙΩΝ .....	39
3.7 ΣΕ ΠΟΙΑ ΕΙΔΗ ΝΕΡΩΝ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ.....	43
3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΓΙΑ ΙΟΥΣ .....	45
<b>4. ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ .....</b>	<b>47</b>
4.1 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΓΕΝΩΝ ΙΩΝ .....	48
Adenovirus/ Rotavirus/ Νοροϊός .....	49
4.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	50
4.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ.....	50



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

<b>5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b> .....	51
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	58
<b>7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	60

### **Κατάλογος Εικόνων/ Σχημάτων**

Εικόνα, 1 Νερό μολυσμένο από ιούς. ....	1
Εικόνα, 2, Κατηγορίες νερού. ....	16
Εικόνα, 3, Κατηγορίες Υγρών. / .....	17
Εικόνα, 4, Επιβίωση των Ιών σε ημέρες. ....	20
Εικόνα, 5, Νοσηρότητα των ιών τα τελευταία 20 χρόνια, έναντι 20 χρόνια πριν. ....	20
Εικόνα, 6 Ιοί σε λύματα σε κάθε χώρα .....	23
Εικόνα, 7, Σχηματικό διάγραμμα ισοματών ΤΟV. ....	28
Εικόνα, 8 Δομές υδατογενών ιών. ....	34
Εικόνα, 9, Επίδραση της θερμοκρασίας στο Poliovirus. ....	35
Εικόνα, 10, Επίδραση της θερμοκρασίας στη Coxsackie B5. ....	36
Εικόνα, 11, Εμφάνιση ιών σε πηγές υδάτων. ....	44
Εικόνα, 12, Ιοί, ασθένειες και επιπτώσεις. ....	49
Εικόνα, 13, Υδατογενή κρούσματα στις Ηνωμένες Πολιτείες, το χρονικό διάστημα 2003 με 2010. ....	49
Εικόνα, 14, Μαθηματική σχέση. ....	52
Εικόνα, 15, Μαθηματική σχέση. ....	52
Εικόνα, 16, Σύγκριση της οξόνωσης, της UV και της Χλωρίωσης. ....	55

### **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1, Ιοί που μολύνουν το νερό. ....	9
Πίνακας 2, Ανάλυση των κατηγοριών του νερού. ....	17
Πίνακας 3, Τυπικοί έλεγχοι νερού. ....	18
Πίνακας 4, Αναλυτικός πίνακας ιών. ....	22
Πίνακας 5, Επιδημίες Αδενοϊού. ....	25
Πίνακας 6, Επιδημίες Νοροϊού . ....	27
Πίνακας 7, Επιδημίες ηπατίτιδας HEV. ....	30
Πίνακας 8, Επιδημίες του ιού Coxsackie. ....	31
Πίνακας 9, Επιδημίες ιού echo- ιού. ....	32
Πίνακας 10 Επιδημίες του SARS-COV .....	34
Πίνακας 11, Επιδημίες του ιού Echo-ιου. ....	40
Πίνακας 12, Επιδημία του ιού Coxsackie B5. ....	40
Πίνακας 13, Επιδημία Αδενοϊού. ....	41
Πίνακας 14, Επιδημίες Νοροϊού. ....	42
Πίνακας 15, Επιδημίες της Ηπατίτιδα HEV. ....	43



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Πίνακας 16, Επιδημίες του SARS-COV -----43

Πίνακας 17, Οι ιοί και οι ασθένειές που προκαλούν. -----49

## Συντομογραφίες Και Ακρωνύμια

ΕΟΔΥΥ= Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας

ECDC= Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Ελέγχου Νόσων.

EPA= United States Environmental Protection Agency

Βλ.= βλέπε

ΟΗΕ= Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

ΠΟΥ= Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας

ΕΟΚ = Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα

ΕΕ= Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΚ= Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο .

ΚΥΑ = Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις

ΦΕΚ= Φύλλα Εφημερίδας της Κυβέρνησης

ΠΕΠ = Πρωτοβουλία Ευρωπαίων Πολιτών .

ΗΠΑ= Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

Κλπ.= Και λοιπά

g/kg = Χιλιόγραμμα

ppm = Μέτρο ανά εκατομμύριο

mg/L = Χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο

Nm = Νανόμετρο .

Πχ = Παράδειγμα

BEV = ιός της Βέρνης

RT – PCR = Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης ανάστροφης μεταγραφής

PML = πολυομαϊκή λευκοεγκεφαλοπάθεια .

PCR = Δοκιμές Αλυσιδωτής Αντίδρασης πολυμεράσης

UV= Υπεριώδη Ακτινοβολία

ROS = reactive oxidative species

N = Φυσικός αριθμός

USEPA = Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών .

UF= Υπερδιήθηση

ICC – PCR = Ολοκληρωμένη τεχνική κυτταροκαλλιέργειας – αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης

Lp = Χαμηλή Πίεση

Mp = Μέση πίεση

HC = Υδροδυναμική σπηλαίωση

AC = Ακουστική σπηλαίωση

QMRA = Ποσοτική Εκτίμηση μικροβιολογικού κινδύνου

HACCP = Hazard Assessment and Critical Control Points

IWA = International Water Association



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εδώ και χρόνια ο πλανήτης μας βρίσκεται σε αδιέξοδο, το χειρότερο μέρος όμως είναι ότι όσο περνάνε τα χρόνια αντί να καλυτερεύουν τα πράγματα, αυτά γίνονται χειρότερα. Η υπερθέρμανση του πλανήτη, η τρύπα του όζοντος, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ρύπανση, η καταστροφή της βιοποικιλότητας καθώς και η εκμετάλλευση αγαθών και πόρων είναι μόνο λίγα από τα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχει ο πλανήτης μας, και δυστυχώς όλο και μεγαλώνουν. Πιο συγκεκριμένα, όσο αφορά το τελευταίο περιβαλλοντικό πρόβλημα που αναφέρθηκε ( εκμετάλλευση πόρων και αγαθών) ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα θεωρείται και το νερό. Το νερό, είναι γνωστό ότι είναι ίσως και το σημαντικότερο αγαθό που υπάρχει στον πλανήτη. Το νερό με λίγα λόγια σημαίνει ζωή, ζωή για κάθε οργανισμό πάνω στη γη. Οι ιδιότητες και οι κατηγορίες που έχει το νερό είναι πάρα πολλές, η πιο σημαντική όμως κατηγορία του είναι το πόσιμο νερό. Το πόσιμο νερό συνδέεται άμεσα με την ανθρώπινη ζωή, και έτσι όταν το νερό μολύνεται από ιούς έχουμε αρκετούς και σοβαρούς κινδύνους για την δημόσια υγεία των κατοίκων. Η μόλυνση των υδάτων από ιούς, είναι μια αρκετά εύκολη διαδικασία λόγω του λανθασμένου συστήματος αποχέτευσης, των πλημμυρών και της απορροής των όμβριων υδάτων. Οι λίμνες, τα ποτάμια, η μη επεξεργασμένες πηγές νερού και οι μη αποστειρωμένες πηγές θεωρούνται οι πιο ευάλωτες πηγές μόλυνσης από τους ιούς.

Επιπλέον, οι ιοί στο πόσιμο νερό είναι πολύ εύκολο να εισέλθουν καθώς το νερό έχει ήδη υποστεί επεξεργασία. Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA), έχει δημοσιεύσει κάποιους από τους πιο γνωστούς ιούς που προσβάλλουν το νερό. (βλ. πίνακα 1). Η επαφή με νερό που περιέχει ιούς στις μέρες μας είναι ένα συχνό φαινόμενο και κυρίως σε περιοχές υποανάπτυκτες και πιο φτωχές χώρες, όπου τα νερά τους είναι κατά ένα μεγάλο ποσοστό μολυσμένα. Έτσι προκαλούνται σοβαρές ασθένειες, ολόκληρες επιδημίες αλλά μέχρι και θάνατοι. Μια από τις πιο γνωστές ασθένειές που προκαλείτε από ιούς του νερού είναι η γαστρεντερίτιδα και η διάρροια. Δυστυχώς, υπάρχει η ψευδαίσθηση ότι το νερό βρίσκεται σε αφθονία, κάτι που τις τελευταίες δεκαετίες έχει πάψει να ισχύει. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές καλές τεχνολογίες, λύσεις αλλά και προτάσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση της ποιότητας του νερού, τόσο σε ατομικό, κρατικό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο. Μερικές από τις λύσεις για την βελτίωση της ποιότητας του νερού είναι ο καθαρισμός μέσω φίλτρων, ο βιολογικός καθαρισμός, η ανακύκλωση του νερού και το σημαντικότερο, να μπει ένα τέλος στην ρύπανση και στην εκμετάλλευση του περιβάλλοντος.

<b><u>Ιοί που μολύνουν τα νερά</u></b>
Ηπατίτιδα HAV και HEV
Ροταϊός
Νοροϊός
Εντεροϊός

Πίνακας 1, Ιοί που μολύνουν το νερό.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

## 1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η καταγραφή ιών που μολύνουν ύδατα και των επιπτώσεων στη δημόσια υγεία. Ένας από τους στόχους της παρούσας εργασίας είναι να γίνουν κατανοητές, οι αλλαγές που χρειάζεται να γίνουν σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και σε προσωπικό επίπεδο για μια καλύτερη και πιο καθαρή υποδομή νερού, δίχως να προκαλεί προβλήματα υγείας. Πρέπει να γίνει γνωστός ο λόγος που το πόσιμο νερό αλλά και τα ύδατα γενικά, είναι μολυσμένα διότι αυτό επηρεάζει σε τεράστιο ποσοστό και εμάς τους ίδιους πέρα από το περιβάλλον. Ο στόχος λοιπόν της εργασίας, είναι η εκμάθηση και η πληροφόρηση για τους ιούς που υπάρχουνε στο νερό και τα προβλήματα που αυτοί δημιουργούνε στην δημόσια υγεία.

## **2. ΤΟ ΝΕΡΟ**

### 2.1 ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ

Είναι γνωστό σε όλους μας, πως το νερό αποτελεί το κυριότερο και το πιο ανεκτίμητο στοιχείο της φύσης. Είναι απαραίτητο στοιχείο για την διατήρηση της ανθρώπινης ζωής, της φυτικής και της ζωικής. Χωρίς νερό ο πλανήτης μας θα εξασθενούσε. Αλώστε το νερό αποτελεί βιολογική ανάγκη. Δεν είναι τυχαίο που ο άνθρωπος αποτελείται από 70% νερό, ούτε ότι μπορεί να αντέξει χωρίς τροφή έως και εβδομήντα μέρες αλλά χωρίς νερό ούτε πάνω από έξι μέρες. Το νερό είναι αλληλοσυνδεδεμένο με την ίδια τη ζωή. Ακόμα, το νερό έχει τεράστια σημασία στο ολοκληρωτικό επίπεδο του ανθρώπου, στο κοινωνικό σύνολο, στον πολιτισμό αλλά και την πολιτισμική κληρονομιά. Θεωρείται το μέσο με το οποίο συνδέθηκε ο κόσμος μεταξύ του, καθώς κατάφερε να γεφυρώσει τεράστιες αποστάσεις χωρών και ηπείρων. Με λίγα λόγια λοιπόν το νερό αποτελεί το σημαντικότερο αγαθό της φύσης και για αυτό η ανάγκη για την προστασία του είναι τεράστια. Το νερό πέρα από καλή υγεία μας προσφέρει και σαν καλλυντικό θα έλεγε κανείς. Επίσης, έχει καθιερωθεί και παγκόσμια ημέρα νερού, στις 22 Μαρτίου. Κάποια από τα σημαντικά οφέλη του νερού είναι:

- Καλύτερη υγεία (Η κατανάλωση καθαρού νερού αποτρέπει ασθένειες και διατηρεί την υγεία μας).
- Απώλεια και βοήθεια στη διαχείριση βάρους και επομένως καλύτερη πέψη των τροφών.
- Μεταφορά θρεπτικών συστατικών στους ιστούς του σώματος.
- Καλύτερη κινητικότητα του εντέρου.
- Ξεκουράζει από πονοκεφάλους.
- Διατήρηση του Περιβάλλοντος.
- Καλή διάθεση.
- Λεία Επιδερμίδα.

Οι χρήσεις που έχει το νερό είναι αρκετές και σημαντικές. Χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς λόγω της ζωτικής σημασίας που έχει. Ορισμένες από τις χρήσεις που έχει είναι:

- Στη γεωργία (Το νερό είναι απαραίτητο για την καλλιέργεια φυτών και οι γεωργικές δραστηριότητες βασίζονται στο νερό )
- Πόσιμο Νερό (Η πιο βασική χρήση του νερού)



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

- Στη Βιομηχανία ( Το νερό επίσης, είναι και ένα πολύ διαδεδομένο μέσο στη βιομηχανία, χρησιμοποιείται για ψύξη μηχανημάτων, καθαρισμό εξοπλισμού κτλ.)
- Στη κτηνοτροφία
- Για ενέργεια ( Χρησιμοποιείται σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας)
- Υγιεινή ( Για μπάνιο, πλύσιμο δοντιών-προσώπου και καθαρισμό προσωπικών αντικείμενων)

Στις περιοχές που δεν υπάρχει πρόσβαση σε πόσιμο νερό, υπάρχουν τεράστιες δυσκολίες. Η μεγαλύτερη δυσκολία που αντιμετωπίζουν σε τέτοιες περιοχές είναι οι αρρώστιες. Καθημερινά, μικρά παιδιά, χάνουν την ζωή τους, λόγω έλλειψης του νερού είτε λόγω κατανάλωσης νερού που έχει μολυνθεί με ιούς. Το πιο γνωστό παράδειγμα τέτοιας χώρας είναι η Αφρική, μια αρκετά φτωχή και αναπτυσσόμενη χώρα, με αρκετά δύσκολες συνθήκες επιβίωσης και μέσα από μια έρευνα του ΟΗΕ, φάνηκε πως σχεδόν 190 εκατομμύρια παιδιά βρίσκονται σε κίνδυνο λόγω του νερού που έχει μολυνθεί με ιούς. Επίσης, μια ακόμα έρευνα δείχνει πως πάνω από 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό, πόσιμο νερό, καθώς σχεδόν 159 εκατομμύρια άνθρωποι καταναλώνουν μη επεξεργασμένο νερό από διάφορες πηγές (UNICEF, 2017).

Όσο αφορά τώρα την υγιεινή του νερού, είναι μια έννοια που ιδρύθηκε από το ΠΟΥ και στην ουσία ιδρύθηκε για να πραγματοποιείτε έλεγχο όλων των παραγόντων στο φυσικό περιβάλλον (WHO, 1950). Θεωρείται μια κρίσιμη ιδιότητα καθώς πρέπει να μπορεί να διατηρήσει την ανθρώπινη υγεία. Υγιεινή του νερού σημαίνει, η ποιότητα του νερού που καταναλώνουμε αλλά και χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα μας. Για παράδειγμα, μερικά βασικά στοιχεία της υγιεινής του νερού είναι:

- Το πόσιμο νερό: Είναι ανάγκη το νερό που καταναλώνουμε να είναι καθαρό, ασφαλές καθώς και ελεγχόμενο, ώστε να μην υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.
- Υγιεινή Των Τροφίμων: Είναι ανάγκη να χρησιμοποιείτε καθαρό και ασφαλές νερό για το πλύσιμο των τροφίμων, των χεριών και των σκευών της μαγειρικής μας, για την αποφυγή μικροβίων.
- Υγιεινή Σώματος: Η προσωπική υγιεινή, το μπάνιο, το ντους, το πλύσιμο των δοντιών είναι ανάγκη να γίνεται με καθαρό νερό.
- Καθαρισμός Χώρων: Το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό χώρων πρέπει να είναι καθαρό.
- Αντιμετώπιση Αποβλήτων: Η κατάλληλη και σωστή διαχείριση των αποβλήτων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της υγιεινής.

## 2.2 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ

Είναι γνωστό ότι οι νομοθεσίες τις κάθε χώρας είναι διαφορετικές και ανάλογες με τις ιδιαιτερότητές και τις ανάγκες που έχει η κάθε χώρα. Όσο αφορά λοιπόν τις νομοθεσίες που υπάρχουν για το νερό, είναι πολλές. Φαίνεται ότι μέσω των νομοθεσιών γίνεται μια



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

προσπάθεια προστασίας του νερού , της ποιότητας του και ταυτοχρόνως προστασία της ανθρώπινης δημόσιας υγείας. Το νερό έχει οριστεί σαν ανθρώπινο δικαίωμα. Οι αρμόδιοι για το καθαρό νερό όσο αφορά τα νομοθετικά θέματα είναι:

- Το Κοινοβούλιο
- Η Εθνική Κυβέρνηση (Όλοι οι νόμοι ορίζονται από την κυβέρνηση της κάθε χώρας).
- Οι Τοπικές Αρχές (Σε κάθε περιοχή οι τοπικές αρχές συμβάλουν στην διαχείριση των αποβλήτων και τα τοπικά θέματα του νερού).
- Οι Υδρολογικοί Φορείς (Σε κάποιες χώρες υπάρχουν ειδικοί υδρολογικοί φορείς που είναι υπεύθυνοι για την διαχείριση των νερών και των υδάτινων πόρων) .
- Οι Περιβαλλοντικοί Φορείς (Είναι συγκεκριμένοι φορείς που ασχολούνται με την προστασία του περιβάλλοντος και παίρνουν θέση στη νομοθετική προστασία) .

Το 2010 στις 18 Ιουλίου, στην Γενική Συνέλευση Ηνωμένων Εθνών, πραγματοποιείται το ψήφισμα 64/292, με τίτλο ‘Αναγνώριση Του Δικαιώματος Στο Ασφαλές και Καθαρό Πόσιμο Νερό’ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2018) όπου με λίγα λόγια κρίνει ανθρώπινο δικαίωμα το νερό και υποστήριξε πως το πόσιμο νερό και οι εγκαταστάσεις υγιεινής του είναι αναγκαίες για την πραγμάτωση όλων των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.

Εφόσον ψηφίστηκε η νομοθεσία αυτή, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας υποστηρίζει πως σχεδόν ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι δεν έχουν προσέγγιση σε καθαρό, πόσιμο νερό. Ειδικά μετά από ένα τέτοιο ψήφισμα, όπου ο νόμος καθιστά το νερό δικαίωμα του καθενός είναι αδιανόητο να μην υπάρχει σε όλους τους ανθρώπους πρόσβαση σε καθαρό και πόσιμο νερό. Η χρονολογική σειρά σε σχέση με την νομοθεσία και το νερό έχει ως εξής:

1975: Η οδηγία 75/440/ΕΟΚ του συμβουλίου, που αφορά την απαιτούμενη ποιότητα των πόσιμων υδάτων, επίσης η ΕΕ ορίζει μια νομοθέτηση σχετικά με την προφύλαξη των ανθρώπων από τις επιζήμιες επιδράσεις του νερού (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο) .

1977: Η Γενική Συνέλευση Ηνωμένων Εθνών, κηρύσσει ότι το πόσιμο νερό είναι δικαίωμα όλων των ανθρώπων δίχως να παίζει ρόλο η οικονομική κατάσταση που υπάρχει.

1980: Οδηγία 80/778/ΕΟΚ του συμβουλίου, για την ποιότητα του πόσιμου νερού. Ξεκαθάρισε τους παράγοντες που θα κρίνουν την ποιότητα του νερού, υποχρέωσε όλα τα κράτη – μέλη να λάβουν σοβαρά τους παράγοντες και να τεθούν σε εφαρμογή γρήγορα τα μέτρα αυτά. Τέλος, υποχρέωσε τα κράτη – μέλη σε συχνό έλεγχο νερού.

1995: Ο ΠΟΥ, αποφασίζει ότι χρειάζεται να γίνουν ορισμένες αναθεωρήσεις στις προηγούμενες αποφάσεις.

1998: Η οδηγία 98/83/ ΕΚ του συμβουλίου αποφασίζεται σχετικά με την ποιότητα του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, με σκοπό την προφύλαξη της δημόσιας υγείας από αρνητικές επιδράσεις εξαιτίας λοιμώξεων των υδάτων (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο). Στην Ελλάδα, η οδηγία 98/93/ΕΚ εφαρμόστηκε με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001.

2000: Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, θεσπίστηκε λοιπόν στις 23 Οκτωβρίου 2000 η κοινοτική δράση της πολιτικής στα ύδατα. Ο σκοπός της οδηγίας αυτής είναι η προφύλαξη και αναβάθμιση των υδάτινων πόρων και το τέλος της ρύπανσης των υδάτων. Η συγκεκριμένη οδηγία βασίστηκε σε κάποιες πολύ συγκεκριμένες αρχές:

- Η αρχή ‘ο ρυπαίνων πληρώνει’
- Η αρχή της ‘αναλογικότητας’



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

▪ Η ‘αρχή της πρόληψης’

Πραγματοποιείται η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών, που αφορούσε τους αναπτυξιακούς στόχους της χιλιετίας για το νερό.

2001: Υ2/2600/2001 - ΦΕΚ 892/Β/11-7-2001 , Κοινή υπουργική απόφαση, όσο αφορά την ποιότητα του πόσιμου νερού σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998.

2002: Η Ειδική Επιτροπή Ηνωμένων Εθνών, αναγνώρισε το νερό σαν ανθρώπινο δικαίωμα. (General Comment No. 15. The right to water. UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights, November 2002). Επισήμανε επίσης, πως είναι ανάγκη κάθε άνθρωπος να έχει προσέγγιση στο καθαρό νερό.

2003: Νόμος 3199/2003 - ΦΕΚ 280/Α/9-12-2003 για την προφύλαξη και διαχείριση των νερών - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000.

2006: Οδηγία 2006/11/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, που αφορά την ρύπανση από διάφορες επιβλαβείς ουσίες στο νερό. Εφαρμόζεται κυρίως σε εσωτερικά επιφανειακά , σε παράκτια νερά και χωρικά νερά. Επίσης υποχρέωσε τα κράτη - μέλη να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για την εξαφάνιση της ρύπανσης.

2006/118/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, για την προφύλαξη των υπόγειων υδάτων από ρύπανση.

2008: Οδηγία 2008/105/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου, όσο αφορά τα μοντέλα ποιότητας του περιβάλλοντος και των υδάτων. Η οδηγία 2008/105/ΕΚ τέθηκε σε εφαρμογή στην Ελλάδα με το νόμο ΚΥΑ 51354/2641/Ε103 .

2010: Η Γενική Συνέλευση Ηνωμένων Εθνών, με το ψήφισμα 64/292, δέχτηκε και αυτή το νερό σαν ανθρώπινο δικαίωμα και υποστήριξε πως το πόσιμο νερό και οι εγκαταστάσεις υγιεινής του είναι αναγκαίες για την πραγμάτωση όλων των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.

2013: Η UNICEF και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έβγαλαν στο φως κάποιες εκτιμήσεις, οι οποίες ανέφεραν πως πάνω από 786 εκατομμύρια άνθρωποι, δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό, το οποίο συνεπάγεται με την αρρώστια και τον θάνατο εξίσου εκατοντάδων παιδιών (και ενηλικών) κάθε χρόνο. Στο μεγαλύτερο ποσοστό, αυτοί οι άνθρωποι είναι φτωχοί και ζούνε σε μη αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, το 2013 εγκρίνεται το ψήφισμα 68/157, με ονομασία ‘Το ανθρώπινο δικαίωμα σε πόσιμο νερό και αποχέτευση’ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο) .

2014: Στην εκστρατεία Right2Water (right2water.eu) οπού είναι και η πρώτη ΠΕΠ ( Πρωτοβουλία Ευρωπαίων Πολιτών) επιθυμούσαν από την ΕΕ να θεσπίσει και να εγγυηθεί το νερό σαν δικαίωμα. Έτσι, η ΠΕΠ εφάρμοσε αυτόν τον νόμο (άρθρο 11 παράγραφος 4 της Συνθήκης της Ευρωπαϊκής Ένωσης) .

2020: Τέθηκε σε εφαρμογή η οδηγία για την προστασία του πόσιμου νερού και της ανθρώπινης δημόσιας υγείας με μεγαλύτερη βαρύτητα από εδώ και πέρα (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο).

2022: Για πρώτη φορά εγκρίνεται ο πρώτος κατάλογος επιτήρησης,. Αυτό σημαίνει πως στην ΕΕ, το πόσιμο νερό θα ελέγχεται στενότερα για ενδεχόμενη εμφάνιση ιών και μικροοργανισμών γενικότερα (europa.eu) .



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

2023: Η νομοθεσία 98/83/EK καταργείται λόγω της οδηγίας 2020/ 2184 όπου λέει για την ποιότητα του νερού από ανθρώπινη κατανάλωση (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο).

Όσο αφορά, συγκεκριμένα τους εντεροϊούς ο ΠΟΥ, αποφάσισε πως και μια μικρή ποσότητα τους σε πόσιμο νερό είναι επικίνδυνο για την δημόσια υγεία. Έτσι , τέθηκαν συγκεκριμένες οδηγίες για την απολύμανση των εντερικών ιών από τα ύδατα ( ΠΟΥ, 2003).

Όπως αναφέραμε, η νομοθεσία τις κάθε χώρας αλλάζει ανάλογα με τις ανάγκες τις κάθε χώρας, τους κανόνες υγιεινής της κάθε χώρας και γενικά παίζουν ρόλο αρκετοί παράμετροι. Στις ΗΠΑ , η Υπηρεσία Προστασίας Του Περιβάλλοντος, έχει κηρύξει πως όλα τα συστήματα που χρησιμοποιούν επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα θα πρέπει να ελαττώσουν την παρουσία των ιών στο 99,9 %. Ακόμη, τον Ιούλιο του 2003, βγήκε η απόφαση πως η παρουσία των εντεροϊών, είναι ανάγκη να είναι στο μηδέν. Όπως σε κάθε χώρα αλλάζει και η νομοθεσία, έτσι και από χώρα σε χώρα αλλάζουν και οι προτάσεις όσο αφορά την καλύτερη αντιμετώπιση των ιών. Δηλαδή, στις παρακάτω χώρες ισχύει :

Καναδικές οδηγίες (Το καλύτερο μέσο απολύμανσης για παρουσία ιών, είναι η κατάλληλη δείκτες μόλυνσης όπως είναι η Escherichia coli )

Αιγυπτιακές οδηγίες (Δυστυχώς, στις αιγυπτιακές οδηγίες, η παρουσία ιών δεν υπάρχει πουθενά)

Σαουδική Αραβία οδηγίες (Επίσης δεν υπάρχουν σαφές οδηγίες για την παρουσία των ιών στα ύδατα)

Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για τους οποίους οι ιοί δεν περιλαμβάνονται σε νομοθεσίες για την ποιότητα του νερού σε κάποιες χώρες, συγκεκριμένα:

- Οι μέθοδοι συγκέντρωσης των ιών δεν έχουν μεγάλο ποσοστό ανάκτησης.
- Οι μη καλλιεργήσιμοι ιοί προϋποθέτουν μοριακές τεχνικές για την εύρεση τους και πολύπλοκες τεχνικές για την τυποποίησή τους.
- Στα ύδατα γενικά, τα επίπεδα συγκέντρωσης των ιών είναι ελάχιστα .
- Μια έρευνα για τους ιούς πέρα από το ότι χρειάζεται ένα πολύ καλά εξοπλισμένο εργαστήριο, χρειάζεται πολύ καλά εκπαιδευμένο προσωπικό και επιστήμονες και επίσης είναι αρκετά δαπανηρή.
- Οι ιοί δεν πολλαπλασιάζονται στα ύδατα και δεν είναι σταθεροί σε συνθήκες περιβάλλοντος .

## 2.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΕΡΟΥ

Οι κατηγορίες που υπάρχουν στο νερό ποικίλουν σε σχέση με τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των υδάτων. Παρακάτω λοιπόν έχουμε τις κατηγορίες του νερού.

1. Πόσιμο Νερό
2. Γλυκό Νερό
3. Θαλασσινό νερό
4. Υφάλμυρο νερό
5. Σκληρό νερό
6. Αποσταγμένο νερό
7. Λυμάτων
8. Μαύρο νερό
9. Γκρίζο νερό



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

#### 10. Ακατέργαστο νερό

Πιο συγκεκριμένα, θα αναλύσουμε την κάθε κατηγορία ξεχωριστά (Βλ. εικόνα 2).

Το πόσιμο νερό, είναι το νερό που είναι σε θέση να καταναλωθεί χωρίς κίνδυνο και δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Η πηγή του πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια και επιφανειακά νερά, βέβαια μπορεί να παρθεί και από ξηρές περιοχές μέσω της αφαλάτωσης ή από θαλάσσια νερά. Όπως όλα τα νερά, έτσι και το πόσιμο είναι ανάγκη να τηρεί κάποια φυσικοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά, καθώς η κάθε χώρα έχει αντίστοιχη νομοθεσία για την ποιότητα των πόσιμων νερών της, αλλά και για την διατήρηση της ανθρώπινης υγείας. Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού είναι: να είναι διαυγές, άχρωμο, άοσμο, να μην περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς, εύγεστο και να μην προξενεί διάβρωση των μετάλλων. Το νερό όπως προ είπαμε είναι απαραίτητο για την επιβίωση του ανθρώπου, καθώς περιέχει μεταλλικά στοιχεία (νάτριο, κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο, κλπ.) και ιχνοστοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο καθημερινά (Μάλαμα Α. 2017).

Το γλυκό νερό, βρίσκεται σε πολύ μεγάλη επιφάνεια πάνω στη γη σαν πάγος, νερό σε λίμνες, ποτάμια, ρυάκια αλλά και υπόγεια ύδατα. Το γλυκό νερό έχει πολύ χαμηλή περιεκτικότητα αλάτων και άλλων ουσιών, το οποίο το καθιστά να μην είναι σε θέση να καταναλωθεί. Η ποιότητα όμως του γλυκού νερού είναι πολύ σημαντική σε διάφορους τομείς, όπως: στη γεωργία και στη βιομηχανία.

Το θαλασσίνο νερό, αποτελεί το νερό των ωκεανών και των θαλασσών. Το βασικό στοιχείο του θαλασσινού νερού είναι το χλώριο και βρίσκεται περίπου στα 19 g/kg. Το πιο σημαντικό όσο αφορά το θαλασσίνο νερό είναι το pH όπου κυμαίνεται μεταξύ 7,5 με 8,5 διότι τα ανθρακικά ιόντα έχουν τον ρόλο του ρυθμιστικού διαλύματος και θεωρούνται αναγκαία για την συντήρηση της υδρόβιας ζωής (Μάλαμα Α. 2017).

Το υφάλμυρο νερό, αποτελεί μια ενδιάμεση κατάσταση του γλυκού νερού και του θαλασσινού νερού. Η έκθεση όμως και η κατανάλωση υφάλμυρου νερού είναι αρκετά επικίνδυνη καθώς προκαλεί σοβαρές μόλυνσης αλλά και υποθερμία. Δεν συνιστάται από τον άνθρωπο. Η απολύμανση του υφάλμυρου νερού αποτελεί μια από τις πιο μακροχρόνιες διαδικασίες (Μάλαμα Α. 2017).

Το σκληρό νερό, είναι πλούσιο σε μεταλλικά στοιχεία (άλατα, μαγνήσιο και ασβέστιο). Όταν ένα νερό έχει τόσο υψηλή σκληρότητα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα. Η σκληρότητα του νερού μετρείται σε μονάδες ppm και mg/L. Για να ελαττώσουμε την σκληρότητα του νερού, υπάρχουν συσκευές αποσκληρυντών νερού καθώς και η μέθοδος της ιοντοανταλλαγής.

Το αποσταγμένο νερό, έχει απολυμανθεί με απόσταξη, η οποία είναι μια μέθοδος καθαρισμού των ιόντων, των αλάτων και άλλων ακαθαρσιών. Συνήθως η χρήση του αποσταγμένου νερού είναι για εργαστηριακούς και βιομηχανικούς τομείς καθώς και για βιολογικές και χημικές διαδικασίες.

Το νερό των λυμάτων, θεωρείται το νερό της αποχέτευσης, είτε το νερό που έχει υποστεί διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων. Περιέχει ουσίες όπως: απορρίμματα, οργανικά υλικά, ρυπαντικά και βακτηρίδια. Μέχρι να ξανά αφεθεί ελεύθερο αυτό το νερό υποστατέ σε

«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

αρκετές διαδικασίες επεξεργασίας. Κάποιες τεχνολογίες επεξεργασίας που υπάρχουν είναι: η βιολογική επεξεργασία, τα φίλτρα και η χημική επεξεργασία.

Το μαύρο νερό, θεωρείται το νερό που έχει μαύρο χρώμα λόγω της παρουσίας οργανικών ενώσεων ( κομμάτια φυτών, κόπρανα και ούρα) και έτσι δικαιολογείται και το χρώμα. Επίσης προκαλείται και από ανόργανα άλατα καθώς και από το σίδηρο και το μαγγάνιο που μπορούν να το οξειδώσουν.

Το γκρίζο νερό, θεωρείται το νερό που έχει μειωμένη διαυγήνεια λόγω της παρουσίας κάποιων ουσιών. Κάποια χαρακτηριστικά που κάνουν το νερό γκρίζο είναι: Διαρροή από αγροτικές περιοχές και αστικά απόβλητα.

Το ακατέργαστο νερό, θεωρείται το νερό που δεν έχει λάβει καμία επεξεργασία είτε καθαρισμό. Υπάρχει σε φυσικές πηγές, γεωτρήσεις και υπόγεια ύδατα. Δεν είναι ασφαλές για ανθρώπινη κατανάλωση καθώς περιέχει ουσίες που είναι αρνητικές για την υγεία των ανθρώπων.



Εικόνα, 2, Κατηγορίες νερού. Πηγή από: <https://www.canadarestorationservices.com/blog/different-categories-water-damage/>

Είναι κατανοητό πως οποιαδήποτε μόλυνση είτε βακτηριδιακή είτε ιογενής μπορεί να συμβεί σε κάθε τύπο νερού που υπάρχει. Γενικά δεν θεωρείται δύσκολο να συμβεί μια μόλυνση από έναν ιό καθώς υπάρχουν αρκετοί παράγοντες είτε φυσικοί είτε ανθρωπογενείς, που ενισχύουν την μετάδοση των ιών στα ύδατα. Βέβαια, υπάρχουν πηγές νερών, οι οποίες θεωρούνται πιο ευάλωτες στην μετάδοση των ιών σε σύγκριση με άλλες, αυτές είναι:

- Μη αποστειρωμένες πηγές ( λίμνες, ποτάμια )
- Μη επεξεργασμένες πηγές νερού
- Αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς υπάρχει αδυναμία προσέγγισης καθαρού νερού.

Στον παρακάτω πίνακα ( Βλ. πίνακα 2 ), παρουσιάζεται σύμφωνα με κανονισμούς που έχουν γίνει στην Αγγλία, την Ουαλία, τη Βόρεια Ιρλανδία και στη Σκωτία μια κατηγοριοποίηση των υγρών σε σχέση με τον κίνδυνο υγείας που επιφέρουν αλλά και τους ρύπους. Υπάρχουν πέντε κατηγορίες από την ασφαλέστερη στην πιο επικίνδυνη, η

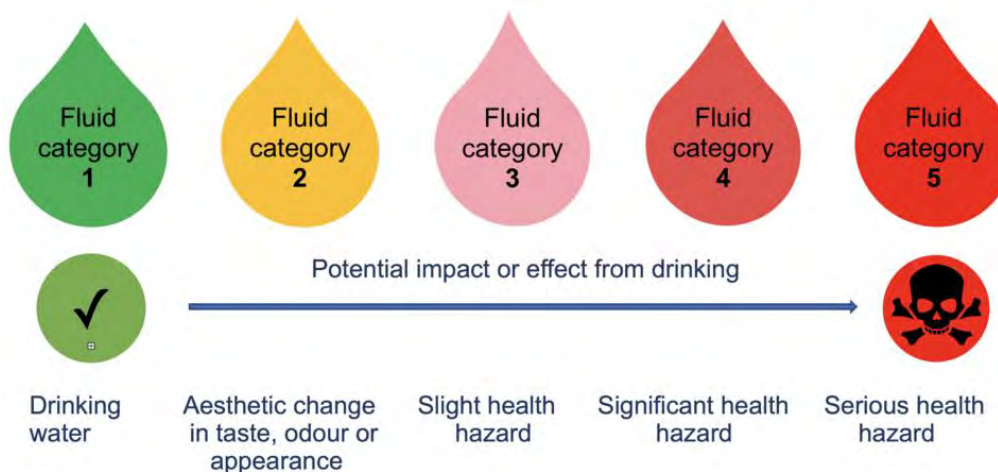
«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

αντίστοιχη περιγραφή για την κάθε κατηγορία και το αντίστοιχο παράδειγμα ( Βλ. εικόνα 3).

<u>Κατηγορία Υγρών</u>	<u>Περιγραφή</u>	<u>Παράδειγμα</u>
1	Πόσιμο νερό που παρέχεται από εταιρία ύδρευσης	Νερό κατευθείαν από την εταιρία
2	Πόσιμο νερό, που είτε έχει θερμανθεί είτε έχει αλλάξει η γεύση του	Ζεστό Νερό
3	Μικρό ποσοστό κινδύνου για την υγεία	Απολυμαντικά
4	Μεγάλο ποσοστό κινδύνου για την υγεία	Φυτοφάρμακα
5	Σημαντικό ποσοστό κινδύνου για την υγεία	Κόπρανα

Πίνακας 2, Ανάλυση των κατηγοριών του νερού.



Εικόνα, 3, Κατηγορίες Υγρών. Πηγή Από: <https://www.waterregsuk.co.uk/guidance/backflow/what-is-a-fluid-category/>

## 2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το πόσιμο νερό και γενικά τα ύδατα είναι ανάγκη να προστατευτούν. Χρειάζεται να βρεθούν λύσεις και να γίνουν προσπάθειες ώστε, να υπάρχει καθαρό νερό για όλους τους ανθρώπους. Ένας από αυτούς τους τρόπους είναι ο συστηματικός έλεγχος νερού. Με την έννοια αυτή, εννοούμε μια διαδικασία που αποσκοπεί στην προστασία, την διασφάλιση και στην βελτίωση της υγείας των ανθρώπων. Δεν αφορά αποκλειστικά μόνο στην υγεία των ανθρώπων αλλά ελέγχει και την ποιότητα του νερού για την γεωργία, την κτηνοτροφία, τη βιομηχανία και άλλες δραστηριότητες. Με τον έλεγχο του νερού εξασφαλίζουμε την ποιότητα και την ασφάλεια τόσο του νερού όσο και της υγείας. Ο έλεγχος του νερού στην ουσία συμπεριλαμβάνει την παρακολούθηση κάποιων συγκεκριμένων παραμέτρων αλλά και χαρακτηριστικών του νερού, ώστε να μπορέσει να βγει το συμπέρασμα πως το νερό



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

είναι ασφαλές για κατανάλωση. Ο έλεγχος νερού γίνεται με την συλλογή δειγμάτων νερού από διάφορες πηγές. Παρακάτω στον πίνακα (Βλ. πίνακα 3) διατυπώνονται οι έλεγχοι που γίνονται όσο αφορά τα ύδατα και η περιγραφή τους. Υπεύθυνοι της υλοποίησης του ελέγχου του νερού θεωρούνται οι αρμόδιες αρχές, όπως οι υγειονομικές υπηρεσίες και οι υδραυλικές αρχές. Ακόμα μεγαλύτερη έμφαση και προσοχή χρειάζεται να δοθεί όταν το νερό αντλείτε από κάποιο πηγάδι είτε πηγή που δεν έχει υποστεί επεξεργασία και δεν το ελέγχει κάποιος πάροχος. Κυρίως γιατί τα πηγάδια και γενικά οι μη αποστειρωμένες πηγές και η μη επεξεργασμένες πηγές νερού είναι ιδιαίτερα ευάλωτες σε ιογενής μολύνσεις. Με λίγα λόγια, ο έλεγχος του νερού για οποιαδήποτε μόλυνση είναι απαραίτητος και πολύ σημαντικός για την εξασφάλιση της ανθρώπινης δημόσιας υγείας, για τη γεωργία και γενικά για την εξασφάλιση του καθαρού πόσιμου νερού.

<u>Τυπικός Έλεγχος Νερού</u>	<u>Περιγραφή</u>
Χημικός Έλεγχος Νερού	Έλεγχος επιπέδων χημικών ουσιών (νιτρικά, αρσενικό) Μέτρηση pH του νερού για συμπεράσματα οξύτητας των υδάτων
Βακτηριακός Έλεγχος Νερού	Έλεγχος παρουσίας βακτηριδίων (E. Coli) Έλεγχος παρουσίας άλλων παθογόνων μικροοργανισμών.
Φυσικός Έλεγχος Νερού	Μέτρηση χρωματικότητας του νερού Έλεγχος θερμοκρασίας του νερού
Σωματιδιακός Έλεγχος Νερού	Έλεγχος σωματιδίων του νερού
Διαδοχικοί Έλεγχοι Νερού	Συστηματικοί έλεγχοι σε σύντομο διάστημα για τον έλεγχο ποιότητας των υδάτων
Οργανοχημικός Έλεγχος Νερού	Έλεγχος οργανικών ουσιών από ανθρώπινες δραστηριότητες
Βιολογικός Έλεγχος Νερού	
Επιτόπιος Έλεγχος Νερού	Αρκετά δύσκολος τρόπος καθώς αφορά εξέταση μεγάλων αποστάσεων αλλά θεωρείται από τους πιο σημαντικούς και αξιόπιστους τρόπους ελέγχου του νερού
Οργανοληπτικός Έλεγχος Νερού	
Μικροβιολογικός Έλεγχος Νερού	Σύμφωνα με την Οδηγία της ΕΕ η νομοθεσία 2020/2184 ( Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο) κρίνει ότι ο μικροβιολογικός έλεγχος του νερού δεν είναι από μόνος του κατάλληλος για να μπορέσει ένα νερό να θεωρηθεί ασφαλές ή μη

Πίνακας 3, Τυπικοί έλεγχοι νερού.

### 3. ΙΟΙ

Για αρχή ας ξεκινήσουμε με τον ορισμό του ιού. Ένας ιός είναι ένας παθογόνος μικροοργανισμός, ο οποίος μπορεί και σχετίζεται με όλες τις μορφές ζωής. Ορίζονται σαν μολυσματικά ενδοκυτταρικά παράσιτα είτε με DNA είτε με RNA . Αποτελούνται από ένα



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

γονιδίωμα που έχει αρχή αντιγραφής, συν ένα πρωτεϊνικό περίβλημα, το καψίδιο. Ένας ιός είναι πολύ μικρός (30-250 nm). Οι ιοί έχουν τεράστια ιστορία και κυρίως στην ιατρική. Η πρώτη φορά που αναγνωρίστηκαν ιοί σαν 'ορισμένα παθογόνα' ήταν το 1887. Καθώς τα πρώτα εμβόλια που ανακαλύφθηκαν ήταν για αντιμετώπιση ιών. Συνεχώς ανακαλύπτονται νέοι ιοί αλλά και εξελίσσονται οι υπόλοιποι. Μέσω μιας έρευνας, έχουμε το αποτέλεσμα πως οι ιοί μπορούν να επιβιώνουν παραπάνω ώρα σε μια στερεά επιφάνεια σε σχέση με όταν βρίσκονται στο νερό.

Η ιολογία στο νερό ξεκίνησε ως αντίδραση στην ανάγκη πρόληψης των ασθενειών που μεταδίδονται μέσω του νερού. Η σύνδεση μεταξύ μολυσματικών ασθενειών και ρύπανσης του νερού ήταν γνωστή από την αρχαιότητα, αλλά η επιστημονική μελέτη και κατανόηση των ιών στο νερό ξεκίνησε κυρίως τον 20ο αιώνα. Τον 20ο αιώνα, με την εξέλιξη της μικροβιολογίας και των τεχνολογιών ανίχνευσης, οι επιστήμονες άρχισαν να μελετούν εκτενώς την παρουσία ιών στο νερό και τις επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία. Η ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης και ανίχνευσης, όπως η μοριακή βιολογία και η ιολογία, βοήθησε στην ταχεία ανίχνευση και παρακολούθηση των ιών στο νερό. Οι επιδημιολογικές έρευνες και οι εκθέσεις για ασθένειες που συνδέονται με το νερό, όπως η διάρροια και η ηπατίτιδα, ενίσχυσαν την ανάγκη για μελέτη και πρόληψη των ιών στο νερό. Αυτή η αύξηση του ενδιαφέροντος οδήγησε σε περαιτέρω έρευνες και εξελίξεις στον τομέα της ιολογίας στο νερό, προκειμένου να αναπτυχθούν αποτελεσματικότερες μεθόδους ανίχνευσης και απολύμανσης. Το πρώτο κρούσμα της ιολογίας στο νερό όμως, βρέθηκε τον Δεκέμβριο του 1955 λόγω της επιδημίας της ηπατίτιδας που υπήρχε τότε και εξαπλώθηκε μέσα από το νερό στο Νέο Δελχί ( Bosch A, 1998 ). Έπειτα, η ιστορία των υδατογενών ιών, συνεχίστηκε με τον ιό της πολιομυελίτιδας. Οι επιστήμονες δοκίμασαν να ανιχνεύσουν τον ιό σε δείγματα νερού. Γενικά, οι επιδημίες των υδατογενών ιών, είναι αρκετές και σοβαρές. Μερικά ακόμα παραδείγματα επιδημιών είναι: Η Επιδημία του εντεροϊού Coxsackie B5 σε καλοκαιρινή κατασκήνωση αγοριών στο Βερμόντ, ο οποίος απομονώθηκε από μη χλωριωμένη λίμνη. Βέβαια, λόγω του γεγονότος ότι στελέχη του CVB5 βρέθηκαν σε άτομα που έμεναν στην ίδια καμπίνα, προκάλεσε διχασμό για το αν η μετάδοση οφειλόταν στην στενή επαφή μέσα στην καμπίνα ή σε μόλυνση από το νερό (Hawley et al., 1973). Ορισμένοι βακτηριακοί δείκτες (π.χ. Total coliform= ολικά κολοβακτηρίδια) μαρτυρούν την παρουσία μικροβιακών παραγόντων σε μολυσμένο νερό, όμως δεν είναι εντελώς αξιόπιστοι, διότι δεν είναι αντιπροσωπευτικοί της ποσότητας του ιικού φορτίου, εξαιτίας της ικανότητας των ιών να μπορούν να επιβιώνουν περισσότερο απ' ό,τι τα βακτήρια. Έτσι, από τότε ξεκίνησαν να εφαρμόζονται οι ιικοί δείκτες. Από τις πρώτες περιπτώσεις εφαρμογής ήταν σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις λίμνες Donghu , Tangxunhu και Moshuihu της πόλης Γουχάν στην Κίνα, στις οποίες βρέθηκε η παρουσία εντεροϊών. Πιο συγκεκριμένα, η λίμνη Moshuihu βρέθηκε πως ήταν η πιο μολυσμένη, στην οποία ανιχνεύθηκαν οι ιοί E-9, E-20 και PV3, ενώ η λίμνη Donghu ήταν η λιγότερη μολυσμένη εξαιτίας των συνεχόμενων απολυμάνσεων που λαμβάνουν χώρα για πάνω από 20 χρόνια. Επίσης πηγή μόλυνσης της λίμνης Tangxunhu υποστηρίζεται πως αποτέλεσε ένας σωλήνας λυμάτων που κατέληγε σε αυτή από γειτονικά εστιατόρια (Allmann et al., 2013). Ένα άλλο περιστατικό υδατογενούς



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

λοιμώξης σημειώθηκε στη Γαλλία το 1974, όπου 5 παιδιά ύστερα από κολύμπι σε λίμνη παρουσίασαν πανομοιότυπα κλινικά συμπτώματα λοίμωξης, της οποίας αιτιολογικός παράγοντας βρέθηκε πως ήταν ο CVA16 (Denis et al., 1974). Επιπρόσθετα, το 2004 στο Μεξικό συνέβη και ένα άλλο περιστατικό υδατογενούς εντερικής λοίμωξης σε ταξιδιώτες με αιτιολογικούς παράγοντες τους E30 και CVA1, ύστερα από επαφή με μολυσμένο νερό από λύματα που κατέληγαν κοντά στην ακτή (Begier et al., 2008).

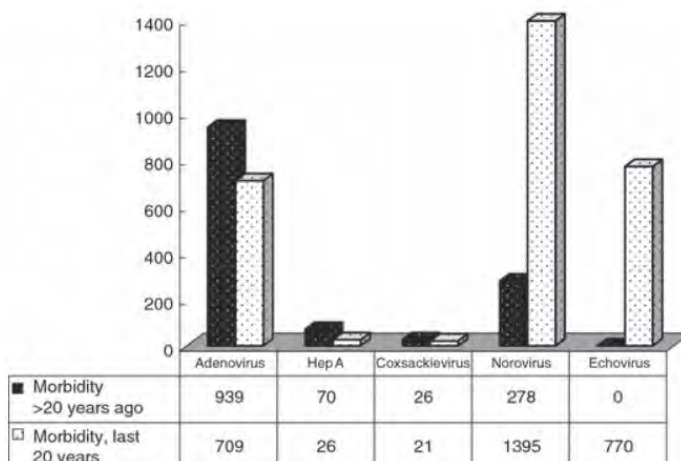
Οι πρώτες μελέτες των υδατογενών ιών πραγματοποιήθηκαν στη θαλάσσια μικροβιακή οικολογία και σιγά σιγά ξεκίνησε και η μελέτη των υπόλοιπων υδατικών οικοσυστημάτων ( λίμνες, ποτάμια, μη επεξεργασμένες πηγές, πισίνες και μέρη αναψυχής και διασκέδασης) (Suttle, 2005, 2007). Οι υδατογενείς ιοί θεωρούνται τα πρωταρχικά μέλη των υδάτινων οικοσυστημάτων και φαίνεται να είναι αρκετά διαφορετικές βιολογικές οντότητες σε σύγκριση με άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς (Angly et al, 2006). Στα ύδατα, το σύνολο των υδατογενών ιών, δεν είναι πολύ μεγάλο. Βέβαια, έχει αποδειχθεί πως στο νερό υπάρχουν 15% παραπάνω ιοί από ότι βακτήρια και πρῶτιστα. Είναι γνωστό, πως τα είδη των ιών στο νερό είναι περίπου εκατό. Οι εντερικοί ιοί, είναι αυτοί που βρίσκονται σε παραπάνω αφθονία στο νερό. Επίσης, μέσα από κάποιες έρευνες φαίνεται πως ο εντερικός ιός τείνει να έχει μεγαλύτερη αφθονία στα γλυκά νερά σε σχέση με τα θαλάσσια περιβάλλοντα (De Bruyn et al, 2004). Παρακάτω ( Βλ. εικόνα 4) μας παρουσιάζεται μια εικόνα όπου μας δείχνει την επιβίωση των ιών ( σε ημέρες) στα συγκεκριμένα ύδατα:

Οργανισμός	Φρέσκα Νερά	Θαλασσινό Νερό
Ιοί	11-304	11-871

Εικόνα, 4, Επιβίωση των Ιών σε ημέρες. Πηγή από: [NovakiG\\_2018.pdf](#)

Η απομάκρυνση, η απολύμανση και η εξάλειψη των ιών είναι μια αρκετά δύσκολη διαδικασία ( Βλ. εικόνα 5), κυρίως για δύο λόγους:

- Την ανθεκτικότητα τους στην απολύμανση.
- Το πολύ μικρό τους μέγεθος.



Εικόνα, 5, Νοσηρότητα των ιών τα τελευταία 20 χρόνια, έναντι 20 χρόνια πριν. Πηγή Από: <https://academic.oup.com/jambio/article/107/6/1769/6720147>



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

### 3.1 Η ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί ένας ιός να μολύνει κάποια πηγή νερού, είναι αρκετοί. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος είναι μέσω μόλυνσης των ούρων και των κοπράνων είτε των ανθρώπων είτε των ζώων. Μερικοί ακόμα, τρόποι μετάδοσης των υδατογενών ιών είναι: το ανάρμοστο μοντέλο αποχέτευσης, η μολυσμένη απορροή των όμβριων νερών και οι πλυμμηρες οι οποίες συμβάλουν θετικά στην εξάπλωση των ιών. Ακόμη, η μόλυνση του νερού μπορεί να οφείλεται σε χημικούς ρύπους (Αρσένιο, φθόριο, μικροπλαστικά) αλλά και σε βιολογικούς ρύπους ( όξινη βροχή ).

Σε μια έρευνα βρέθηκε πως το 25% (το 2012 που έγινε η έρευνα αντιστοιχεί σε 1,8 δισεκατομμύρια ανθρώπους) καταναλώνουν νερό μολυσμένο με κόπρανα (ΠΟΥ, UNICEF, 2014). Η κατανάλωση νερού με κόπρανα, οδηγεί μερικές φορές στον θάνατο. Σύμφωνα με μια έρευνα, το 2012 , το ποσοστό των θανάτων από διάρροια έφτασε το 90%(UNICEF, 2012). Η διάρροια είναι δεύτερη κύρια αιτία θανάτου παγκοσμίως για παιδιά μικρότερα των πέντε ετών (UNICEF, 2012). Αν και όπως είπαμε τα είδη των ιών στο νερό δεν είναι πάρα πολλά, οι επιπτώσεις που προκαλούν στην υγεία είναι αρκετά σοβαρές. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι διαρροϊκές ασθένειες εξαιτίας υδατογενών ιών, αποτελεί μια από τις πιο συνηθισμένες αιτίες θανάτου (Fayomi et al., 2019). Βέβαια, και στις αναπτυγμένες χώρες, σε μια έρευνα φάνηκε πως από το 2013 έως και το 2014, το 7% των κρουσμάτων εκείνων των χρονιών, οφειλόταν σε υδατογενείς ιούς (Benedict et al., 2017). Όσο πάλι αφορά, τα κράτη της Ευρώπης το ποσοστό των κρουσμάτων από υδατογενείς ιούς ανερχόταν στο 6%. Το μολυσμένο νερό (είτε από ιούς, είτε βακτήρια) έχει τεράστιες αρνητικές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία των ανθρώπων. Η μόλυνση του νερού, έχει σημαντικό αντίκτυπο και σε άλλους τομείς. Στην Παγκόσμια Τράπεζα για παράδειγμα, και γενικά στην παγκόσμια οικονομία, φαίνεται πως δημιουργεί μια παγκόσμια οικονομική απώλεια των 260 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ, ετησίως (ΠΟΥ, 212).

Μια πηγή νερού, που μπορεί να περιέχει ιούς, είναι ένα αρκετά συνηθισμένο φαινόμενο. Μια τέτοια μόλυνση, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οποιαδήποτε πηγή νερού. Τον μεγαλύτερο κίνδυνο όμως, τον διατρέχουν οι ευάλωτες πηγές νερού, όπως: οι μη αποστειρωμένες πηγές και οι μη επεξεργασμένες πηγές νερού.

Η μετάδοση των υδατογενών ιών, είναι μια σχετικά εύκολη διαδικασία, και μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους, μερικοί από τους πιο διαδεδομένους τρόπους είναι:

- Κατανάλωση πόσιμου νερού. (είτε πίνοντας, είτε πλένοντας)
- Κατανάλωση φαγητού.
- Χρήση Μολυσμένου Νερού.

Σε ένα γενικό σύνολο, οι ιοί οφείλονται στο 10% των ασθενειών, που προκαλούνται από νερό που έχει μολυνθεί από ιούς. Αν και τα κολοβακτηρίδια που βρίσκονται στα κόπρανα ανθρώπων και ζώων δεν προκαλούν κάποιου είδους ασθένεια, είναι ικανά να μας παρουσιάσουν την ύπαρξη άλλων παθογόνων, καθώς και ιών.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

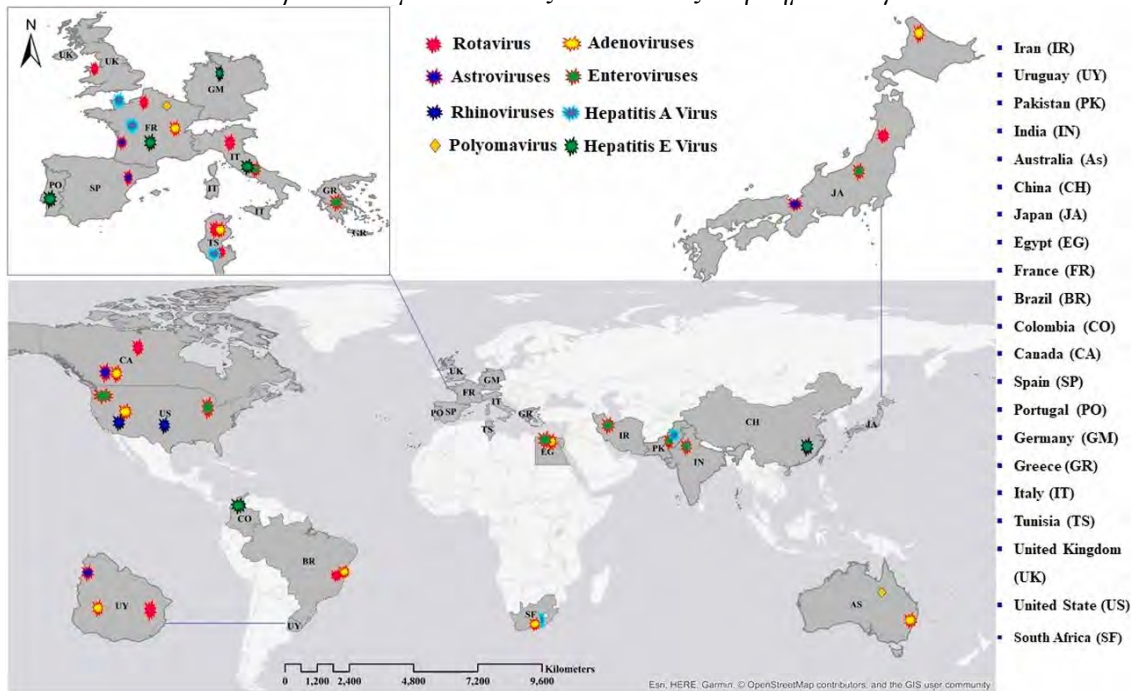
### 3.2 ΙΟΙ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Στον παρακάτω πίνακα (Βλ. πίνακα 4), παρουσιάζονται αναλυτικά οι ιοί που περιέχονται στο νερό. Αναλύεται ο ιός, το γένος και η οικογένεια που προέρχεται αλλά και η ασθένεια που προκαλεί ο καθένας ξεχωριστά.

Αν και όπως είπαμε, δεν είναι πολλοί είναι αρκετά σημαντικοί για την υγεία μας. Τα βακτήρια, σε αντίθεση βρίσκονται σε ποικιλία στο νερό. Οι ιοί ταξινομούνται από μέτρια έως και υψηλή σπουδαιότητα για την δημόσια υγεία των ανθρώπων (ΠΟΥ). Ακόμη υπάρχουν οι ιοί που απεκκρίνονται μέσω ούρων, όπως είναι ο πολυομαϊκός ( ΠΟΥ,2011) και ο κυτταρομεγαλοϊός (Cannon MJ , Hyde TB , Schmid DS 2011) που ακόμη δεν είναι σίγουρο ότι μεταδίδονται μέσω του νερού αλλά είναι πιθανόν. Όπως επίσης ο κοροναϊός , φαίνεται να μεταδίδεται μέσω του νερού αλλά μέχρι και σήμερα δεν έχει βγει σαφές αποτέλεσμα. Στην εικόνα 6 , παρουσιάζονται οι υδατογενείς ιοί σε κάθε χώρα στα συστήματα αποχέτευσης.

<u>Κοινό Όνομα</u>	<u>Οικογένεια</u>	<u>Γένος</u>	<u>Ασθένειες</u>
Αδενοϊός	Adenovirus	Mastadenovirus	Επιπεφυκίτιδα - οφθαλμικές λοιμώξεις – φαρυγγίτιδα – γαστρεντερίτιδα – αναπνευστική νόσο και πυρετό
Αστροϊός	Astrovirus	Mamastrovirus	Γαστρεντερίτιδα – διάρροια
Νοροϊός	Calicivirus	Norovirus	Εμετό – Γαστρεντερίτιδα – Αδιαθεσία – Κράμπες – Πυρετό - Θάνατο
Τοροϊός	Coronaviridae	Torovirus	Γαστρεντερίτιδα
SARS-COM	Coronaviridae	Coronaviridae	Γαστρεντερίτιδα, SARS, αναπνευστική νόσο
Ιός Ηπατίτιδας E (HEV)	Hepeviridae	Orthohepevirus	Ηπατίτιδα E
Ιός Cocksackie A	Picornavirus	Enterovirus	Παράλυση στόματος, χεριών και ποδιών , πυρετός, μηνιγγίτιδα, αναπνευστική νόσο μυοκαρδίτιδα και καρδιακές ανωμαλίες
Echo - ιός	Picornavirus	Enterovirus	Μηνιγγίτιδα, πυρετό, αναπνευστική νόσο και γαστρεντερίτιδα
πολιοϊός	Picornavirus	Enterovirus	Πολιομυελίτιδα
Ιός της Ηπατίτιδας A (HAV)	Picornavirus	Hepetovirus	Ηπατίτιδα A
JC ιός	Polyomaviridae	Polyomavirus	Προοδευτική πολυεστιακή λευκοεγκεφαλοπάθεια
Ροταϊός	Reovirus	Rotavirus	Ζάλη – ναυτία - πονοκέφαλο - Αφυδάτωση - Πυρετό – Εμετό - Δερματολογικές παθήσεις – Διάρροια - Στομαχικές Διαταραχές - Κοιλιακές κράμπες - Γαστρεντερίτιδα

Πίνακας 4, Αναλυτικός πίνακας ιών.



Εικόνα, 6 Ιοί σε λύματα σε κάθε χώρα

### 3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΙΩΝ

Παρακάτω, έχουμε μια ανάλυση των υδατογενών ιών. (Βλ. εικόνα 8 για την ανάλυση των δόμων από μερικούς υδατογενείς ιούς)

#### Αδενοϊός (Βλ. Πίνακα 5)

Η ιστορία των αδενοϊών ξεκινάει το 1953 από τον Rowe και τους συναδέλφους του. Αρχικά, απομονώθηκε από καλλιέργειες ανθρώπινων κυττάρων αδενοϊκών εκβλαστήσεων, στην προσπάθεια ανεύρεσης καταλλήλου υποστρώματος κυττάρων για την απομόνωση ιών που προκαλούν κοινό κρυολόγημα. Ο Αδενοϊός (HAdVs) αποτελείται από ένα δίκλωνο γραμμικό DNA και ένα εικοσαεδρικό κέλυφος χωρίς περίβλημα που έχει προεξοχές που μοιάζουν με ίνες από καθεμία από τις 12 κορυφές του (Stewart et al.,1993 ). Τα σωματίδια του ιού έχουν διάμετρο 60-90 nm. Τα είδη AdVs B (Ad3, Ad7 και Ad21), τα είδη C (Ad1, Ad2, Ad5 και Ad6) και τα είδη E (Ad4) είναι υπεύθυνα για το 5–10% των παιδικών αναπνευστικών ασθενειών και της επιπεφυκίτιδας (Wold , Horwitz,2007 ). Το είδος AdV F αποτελεί βασικό παράγοντα (5 με 20%) των οξέων περιπτώσεων της γαστρεντερίτιδας σε βρέφη και ανήλικα παιδιά (Haramoto et al.,2010 ).

Η πρώτη επιδημία λόγω του αδενοϊού συνέβη την δεκαετία του '50 σε νεοσύλλεκτους στρατιωτικούς με σύμπτωμα μια αναπνευστική νόσο. Από το 1950, και ύστερα έχουν βρεθεί σχεδόν 100 ακόμη τύποι του ιού. Μια αρκετά σημαντική πληροφορία για τον ιό αυτό είναι πως, το 1998, συμπεριλήφθηκε στο “Candidate Contaminant List” σαν κομμάτι της κίνησης «Safe Drinking Water Act» από τον οργανισμό U.S. Environmental Protection Agency. Ήταν μια από τις τέσσερις ομάδες ιών που συμπεριλήφθηκαν στη λίστα εξαιτίας των επιπτώσεων που προκαλεί στη δημόσια υγεία και της μεγάλης συχνότητας που έχει στα ύδατα (Fong TT, 2005).



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Ο ιός μεταδίδεται εύκολα μέσω της κατανάλωσης μολυσμένου νερού και τροφίμων, (Charpron et al.,2000 , Dongdem et al,2009 , Okoh et al,2010 ), επίσης μπορεί να μεταδοθεί και μέσω κόπρανών -στόμα, στόμα- στόμα και επαφή με τα χέρια-μάτι, και εισπνοή αερολυμάτων (Boone , Gerba,2007 , WHO, 2004 ). Τις μεγαλύτερες πιθανότητες μόλυνσης από τον ιό, την έχουν τα παιδιά μικρής ηλικίας.

Τα αυξημένα κρούσματα του ιού φαίνεται να αυξάνονται κατά το τέλος του χειμώνα και νωρίς το καλοκαίρι. Η περίοδος επώασης του ιού κυμαίνεται από 2 έως και 21 μέρες με μέση κλίμακα να θεωρούνται οι 7 με 13 ημέρες. Τα μοναδικά μέτρα προστασίας που υπάρχουν έναντι του ιού είναι το σωστό και συστηματικό πλύσιμο των χεριών και η αποφυγή με ασθενείς του ιού.

Την εμφάνιση του ο ιός κάνει σε: λύματα, ύδατα αναψυχής, σε επιφανειακά ύδατα στη Γερμανία (Pusch et al.,2005 ), στη Νότια Καλιφόρνια (Jiang , Chu,2004 ) και σε πηγές μη επεξεργασμένου νερού καθώς και σε παροχές επεξεργασμένου πόσιμου νερού διεθνώς (Dongdem et al,009 , Okoh et al,2010 ).

Οι επιπτώσεις που προκαλεί ο ιός στην υγεία είναι: Επιπεφυκίτιδα - οφθαλμικές λοιμώξεις – φαρυγγίτιδα – γαστρεντερίτιδα- διάρροια – αναπνευστική νόσο και πυρετό.

Σε αντίθεση με τους υπόλοιπους εντερικούς ιούς οι HAdVs έχουν την μεγαλύτερη συχνότητα στα λύματα (Pina et al.,1998 ) και απεκκρίνονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις από ασθενείς. Ο Αδενοϊός έχει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην UV ακτινοβολία σε σύγκριση με τους υπόλοιπους εντερικούς ιούς (Jiang,2006 ).Η μεγάλη ανθεκτικότητα του ιού, το έχει καταστήσει σαν μια σημαντική και ενδιαφέρουσα περίπτωση μελέτης (Thompson et al.,2003 , Jiang.2006 ). Η ανίχνευση του τα τελευταία χρόνια είναι σχετικά εύκολη και γρήγορη διαδικασία λόγω της μεθόδου της PCR ( Ehlers, , Grabow 2005).

ΕΤΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΠΗΓΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΑΝΑΦΟΡΑ
1951	Κολοράντο	Πισίνα	206	Cockburn (1953)
1954	Καναδάς	Πισίνα	112	Ormsby HL et al. (1955)
1955	Σουηδία	Λίμνη	125	Kjellen et al. (1957)
1959	Ιαπωνία	Πισίνα	124	Kaji M. et al. (1961)
1960	Ιαπωνία	Πισίνα	48	Kaji M. et al. (1961)
1966	Βάσιγκτων	Πισίνα	26	Foy et al. (1968)
1973	Κάνσας	Πισίνα	44	Caldwell et al. (1974)



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

1977	Γεωργία	Πισίνα	105	Martone et al. (1980 )
1977	Γεωργία	Πισίνα	72	D'Angelo LJ et al. (1979)
1982	Οκλαχόμα	Πισίνα	77	Turner et al. (1987)
1991	Βόρεια Καρολίνα	Λιμνούλα	595	Moore et al. (1993)
1995	Ελλάδα	Πισίνα	80	Παπαπετροπούλου και Βανταράκης (1998)
2000	Αυστραλία	Πισίνα	34	Harley et al. (2001 )
2001	Νότια Καλιφόρνια	Παράκτια Ύδατα	4	Jiang et al. 2001
2002	Νέα Ζηλανδία	Ποτάμι	4	Greening et al. 2002
2004	Νότια Κορέα	Ποτάμι	13	Lee et al.
2005	Ιαπωνία	Επιφανειακά Ύδατα	45%	Haramoto et al. 2005

Πίνακας 5, *Επιδημίες Αδενοϊού.*

### **Ο Αστροϊός.**

Η ανίχνευση του Αστροϊού πραγματοποιήθηκε το 1975 ( Vu et al., 2017 ). Οι AstV αποτελούν μικρούς μη περικαλυμμένους εικοσαεδρικούς ιούς με μονόκλωνο RNA που έχουν διάμετρο 28–30 nm (Matsui και Greenberg, 1996 ). Έχουν αναγνωριστεί επτά ορότυποι ανθρώπινου αστροϊού (HAstV) (Matsui , Greenberg 1996).

Τα AstV, βρίσκονται σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, σε θάλασσες και σε λύματα ( Magana-Arachchi , Wanigatunge, 2020 ). Τα AstV βρέθηκαν επίσης και σε πηγές λυμάτων στην περιοχή Tshwane στη Νότια Αφρική (Nadan et al., 2003 ). Η οδός κοπράνων-στοματικής οδού είναι το πιο διαδεδομένο μέσο μετάδοσης του AstV.

Σε μια μελέτη, το 70% των περιβαλλοντικών δειγμάτων που μελετήθηκαν από περιοχές στη Νότια Αφρική ήταν θετικά για HAstVs (Marx et al., 1998 ). Τα στοιχεία και οι μελέτες που έχουν δοθεί σχετικά με την εμφάνιση του ιού είναι αρκετά λίγα (Taylor et al. 1995, Abad et al. 1997 ).

Σε εύκρατες περιοχές, οι παραπάνω μολύνσεις από AstV εμφανίζονται το χειμώνα, ενώ σε τροπικά κλίματα, οι μολύνσεις εμφανίζονται στην φάση των βροχών (Matsui , Greenberg, 1996 ). Οι μολύνσεις από HAstV παρουσιάζονται κυρίως σε μικρά παιδιά και ηλικιωμένους (Glass et al., 1996 ), αν και άτομα όλων των ηλικιακών ομάδων μπορεί να κολλήσουν (Oishi et al., 1994 ). Τα συμπτώματα του ιού είναι: γαστρεντερίτιδα, εγκεφαλίτιδα και διάρροια. Ο



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Αδενοϊός θεωρείται η τρίτη πιο συχνή αιτία της γαστρεντερίτιδας. Ο ιός σύμφωνα με μελέτες, έχει την μικρότερη εμφάνιση σε σύγκριση με τους υπόλοιπους υδατογενείς ιούς.

#### **Ο Νοροϊός (norovirus). (Βλ. πίνακα 6)**

Αποτελούν μικρούς ιούς με μονόκλωνο RNA, χωρίς περίβλημα, με διάμετρο 27-38 nm ( Rani et al., 2021 ). Ο ιός, κατατάσσεται σε δέκα διαφορετικές γονιδιακές ομάδες ( GI – GX). Αποτελεί έναν από τους πιο γνωστούς ιούς που υπάρχουν καθώς είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς για την μεγάλη μεταδοτικότητα τους, ο ιός μπορεί να επιβιώσει σε μια επιφάνεια για πάρα πολύ ώρα. Επίσης, είναι περιβαλλοντικά σταθερός, ικανός να αντέχει τόσο στην κατάψυξη όσο και στη θέρμανση, ακόμη είναι ανθεκτικός σε αρκετά χημικά απολυμαντικά (Hall et al., 2011 ).

Ο Νοροϊός (HNoV), μεταδίδεται μέσω του μολυσμένου νερού, μέσα από μολυσμένα τρόφιμα, από άτομα σε άτομο κλπ. Επίσης, ο ιός εμφανίζεται αρκετά σε λύματα και επιφανειακά ύδατα (MyrmeI et al., 2006 ). Οι HNoV, επίσης, αποβάλλονται στα κόπρανα ασθενών σε μεγάλη συγκέντρωση. Έτσι, η οδός κοπράνων-στοματικής οδού μέσω μολυσμένων τροφίμων ή νερού είναι ο κύριος τρόπος μετάδοσής του (Green et al., 2001 ). Επίσης, είναι γνωστός διότι προκαλεί μια από τις πιο κοινές αρρώστιες παγκοσμίως, την γαστρεντερίτιδα η οποία προκαλεί πόνο στο στομάχι, εμετό, διάρροια και επίσης προκαλεί αδιαθεσία και κράμπες . Ο χρόνος ανάρρωσης δεν είναι μεγάλος, σχεδόν δύο μέρες. Σε σπάνιες περιπτώσεις ο ιός μπορεί να προκαλέσει μέχρι και θάνατο, κυρίως σε ηλικιωμένους. Η ανίχνευση του ιού αυτού ήταν μια αρκετά δύσκολη διαδικασία, τις τελευταίες όμως δύο δεκαετίες με την εξέλιξη των μοριακών τεχνικών έχει γίνει αρκετά πιο εύκολη η ανίχνευση τους σε κλινικά και περιβαλλοντικά δείγματα (Atmar και Estes, 2001 ). Μια από τις πιο γνωστές και διαδεδομένες τεχνικές είναι η RT-PCR (Karim , LeChevallier, 2004 , Greening , Hewitt, 2008 ). Η μέθοδος αυτή σε συνδυασμό με τις τεχνικές προσδιορισμού αλληλουχίας νουκλεοτιδίων έχει καταφέρει να μπορέσει να δίνει πληροφορίες για επιδημιολογικές μολύνσεις του ιού.

Μια από τις πιο γνωστές περιπτώσεις του ιού που είτε ανιχνεύθηκε είτε υποψιάστηκε είναι το 2002 στην Ιρλανδία, όπου το 84% των λοιμώξεων εκείνη την χρονιά αποτελούσαν την λοιμώδη εντερική νόσο (NDSC, 2003 ). Από τις λοιμώξεις αυτές, το 70% βρέθηκε σε νοσοκομειακούς χώρους ενώ το υπόλοιπο 10% σε διάφορους χώρους υγειονομικής περίθαλψης, επιδεινώνοντας το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης (Logan et al., 2007 ). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο νοροϊός είναι υπαίτιος για σχεδόν 21 εκατομμύρια περιπτώσεις λοίμωξης από διάρροια, και ευθύνεται για σχεδόν 800 θανάτους από την λοίμωξη αυτή (Hall et al., 2011 , 2012 ). Την μεγαλύτερη επιρροή, την έχει στις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς οι θάνατοι εκεί έχουν φτάσει μέχρι και 200.000 θανάτους ετησίως σε παιδιά ηλικίας των 5 ετών (Patel et al., 2008 ).

Αξίζει να πούμε, πως υπάρχουν δύο τροφές, τα σμέουρα και τα στρείδια που λέγεται ότι προκαλούν τα μεγαλύτερα ξεσπάσματα του ιού.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

ΕΤΟΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΠΗΓΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΑΝΑΦΟΡΑ
1977	Οχάιο	Πισίνα	229	Kappus et al. (1982)
1979	Μίσιγκαν	Λίμνη	49	Koopman et al. (1982)
1987	Βόρεια Ντακότα	Πισίνα	48	Levine et al. (1990)
1994	Αγγλία	Λίμνη	7	Gray et al. (1997)
1996	Αϊντάχο	Λίμνη	55	Levy et al. (1998)
1998	Οχάιο	Λίμνη	30	Barwick et al. (2000)
1998	Μινεσότα	Λίμνη	15	Yoder et al. (2004)
1998	Ουάσιγκτον	Λίμνη	18	Barwick et al. (2000)
1999	Αϊντάχο	Θερμοπηγές	25	Yoder et al. (2004)
1999	Νέα Υόρκη	Λίμνη	168	Yoder et al. (2004)
2001	Φιλανδία	Πισίνα	242	Maunula et al. (2004)
2001	Μινεσότα	Λίμνη	40	Yoder et al. (2004)
2002	Αριζόνα	Ράφτινγκ στο ποτάμι	130	Jones et al. (2009)
2002	Μινεσότα	Πισίνα	36	Yoder et al. (2004)
2002	Μινεσότα	Λίμνη	11	Yoder et al. (2004)
2002	Ουισκόνσιν	Πισίνα	15	Yoder et al. (2004)
2002	Ουισκόνσιν	Λίμνη	44	Yoder et al. (2004)
2003	Αριζόνα	Ράφτινγκ στο ποτάμι	22	Yoder et al. (2004)
2004	Όρεγκον	Λίμνη	150	Tomlinson (2004)
2004	Βερμόντ	Πισίνα	53	Podewils et al. (2007 )
2004	Σουηδία	Λίμνη	163	Sartorius et al. (2007)
2005	Μινεσότα	Λίμνη	8	Yoder et al. (2008)
2006	Ουισκόνσιν	Πισίνα	18	Yoder et al. (2008)
2006	Φλόριντα	Λίμνη	50	Yoder et al. (2008)

Πίνακας 6, *Επιδημίες Νοροϊού*.

### **Τοροϊός**

Οι τοροϊοί (ToV) , αποτελούν μια ομάδα ιών RNA με περίβλημα, γραμμικό, μη τμηματοποιημένο. Οι τοροϊοί παρουσιάζουνε πολυμορφισμούς όπως σφαιρικά, ωοειδή, ραβδόμορφα και νεφρικά σωματίδια (Weiss, M , Steck, F. , Horzinek, 1983). Το νουκλεοκαψίδιο του σχηματίζει μια ελικοειδώς συμμετρική σωληνοειδή δομή, ένα σχήμα δηλαδή που φέρνει σε ντόνατ και περιγράφεται από τη λατινική λέξη «torus», που είναι η προέλευση του ονόματος Τορονίους. (Βλ. εικόνα 7 για το σχηματικό διάγραμμα του) .

Η πρώτη απομόνωση του ιού έγινε το 1972, στην Βέρνη της Ελβετίας από ένα ορθικό επίχρισμα που ελήφθη από ένα άλογο με διάρροια 1 εβδομάδα πριν πεθάνει. Το BEV είναι το μόνο προϊόν απομόνωσης τοροϊού ιπποειδών που αναπαράγεται σε κυτταρική καλλιέργεια. Δεδομένου ότι τα περισσότερα μοριακά δεδομένα έχουν ληφθεί με αυτό το προϊόν απομόνωσης, το BEV έχει αναγνωριστεί ως το πρωτότυπο του τοροϊού. Η

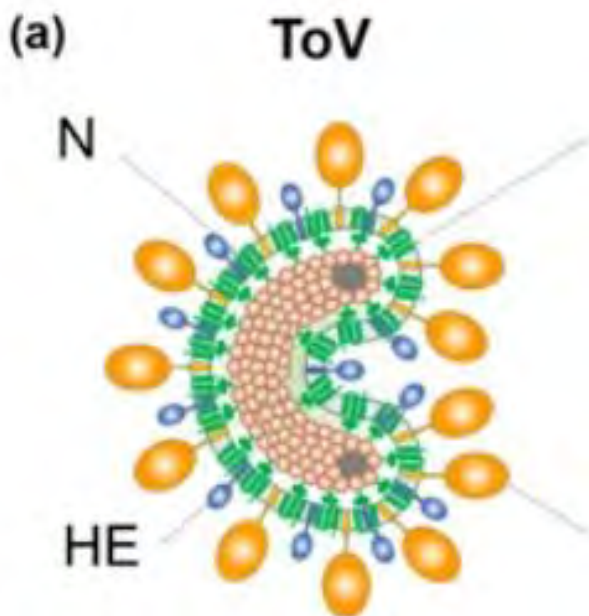


### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

αναγνώριση των τοροϊών ως νέα ομάδα δυνητικά παθογόνων ιών ήρθε επτά χρόνια μετά την ανακάλυψη του BEV, όταν ανακαλύφθηκαν μορφολογικά παρόμοια σωματίδια με ηλεκτρονική μικροσκοπία σε δείγματα κοπράνων από μόσχους με σοβαρή διάρροια σε κοπάδι γαλακτοπαραγωγής στην Μπρέντα της Αϊόβα (Weiss, M , Steck, F. , Horzinek, 1983).

Το ΤοV σχετίζεται άμεσα με εντερικές λοιμώξεις σε ζώα και ανθρώπους (Weiss, M , Steck, F. , Horzinek, 1983) καθώς και η λοίμωξη που επιφέρει στους ανθρώπους, η γαστρεντερίτιδα, αποτελεί μια από τις πιο κοινές εντερικές λοιμώξεις διεθνώς. Στους ανθρώπους αυτός ο ιός, μπορεί να προξενήσει εντερικές και αναπνευστικές μολύνσεις. Μεσώ μελετών βέβαια, έχει υποστηριχθεί, πως οι λοιμώξεις που επιφέρει ο τοροϊός σε γενικές γραμμές είναι ασυμπτωματικές. Αυτό το συμπέρασμα, οφείλεται στην πρόσφατη πρόοδο στη μοριακή βιολογία ΤοV, συμπεριλαμβανομένης της αντίστροφης γενετικής, και στις ομοιότητες και διαφορές με τους CoVs ( Petric, M. VI, 2003).



Εικόνα, 7, Σχηματικό διάγραμμα ιοσωμάτων TOV. Πηγή από: <https://www.mdpi.com/1999-4915/13/3/435#B9-viruses-13-00435>

#### **Οι ιός της ηπατίτιδας HAV και HEV (βλ. πίνακα 7)**

Αποτελεί από τους πιο γνωστούς ιούς. Η ηπατίτιδα μεταδίδεται κυρίως από το στόμα, από μολυσμένο άτομο. Οι επιπτώσεις του ιού είναι: Ίκτερος – Πυρετό – Ναυτία – Εμετό - Προβλήματα στο ήπαρ και άμα δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα υπάρχουν σοβαρές επιπλοκές. ( La Rosa et al., 2012 ).

Για αρχή, ο HAV είναι ένας μικρός με διάμετρο 27 nm, εικοσαεδρικός, χωρίς περίβλημα, μονόκλωνος ιός RNA (Hollinger , Emerson,2007 ).

Ο ιός αυτός είναι αρκετά διαδεδομένος στην Νότια Αφρική (Schwab et al,1995 ). Στις αναπτυσσόμενες χώρες, φαίνεται πως ο ιός αποκτάται υποκλινικά στην μικρή παιδική ηλικία, όπου σχεδόν 100% των παιδιών όπου πάνε σχολείο αποκτάνε ανοσία στον ιό πριν από τα δέκα χρονών, αντίστοιχα στις αναπτυγμένες χώρες η ανοσία ανέρχεται στην ηλικία



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

των 50 με 70% (Taylor et al.,2001 ). Σύμφωνα με μελέτες, σχεδόν 1,5 εκατομμύριο άνθρωποι μολύνονται με HAV ετησίως (Lemon et al., 2018 ). Μέσα από τα δεδομένα φαίνεται πως η εξάλειψη της Ηπατίτιδας HAV κυρίως στην Νότια Αφρική είναι σχεδόν αδύνατη (Venter et al.,2007 ).

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος μετάδοσης του ιού, είναι η άμεση επαφή με μολυσμένο άτομα και η κοπράνων – στοματική οδός. Ο ιός, περιέχεται στα κόπρανα και στα ούρα ασθενών μέσω των οποίων μολύνεται το νερό. Επίσης, ο ιός έχει βρεθεί σε υπόγεια ύδατα, υδάτινα φράγματα που χρησιμεύουν για ψυχαγωγική χρήση, σε ακατέργαστα λύματα, σε επιφανειακά ύδατα, για αρδευτική αλλά και οικιακή χρήση στη Νότιο Αφρική (Taylor et al.,2001 ).

Τα συμπτώματα της HAV είναι: Πυρετός- κοιλιακός πόνος- ναυτία- ίκτερος – εμετός και ηπατική βλάβη. Ο χρόνος ζωής και μετάδοσης του ιού είναι σχεδόν 60 μέρες στο νερό της βρύσης, ενώ στο νερό του ποταμιού μπορεί να επιβιώσει έως 6 εβδομάδες, στα υπόγεια ύδατα αντέχει έως 8 εβδομάδες και στη θάλασσα 30 εβδομάδες.

Ο ιός μπορεί να αντέξει σε συνθήκες ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου 0,5–1,51 mg/L για 1 ώρα και για 2–2,5 mg/L μπορεί να αντέξει για 15 λεπτά (Feinstone , Gust,2002 ). Επίσης, αντέχει θερμοκρασίες 60–80 °C για τουλάχιστον 1 ώρα (Koopmans et al.,2002 ), χαμηλή σχετική υγρασία (~25% για 7 ημέρες) (Mbithi et al.,1991 ) και οι τιμές pH του είναι αρκετά χαμηλές (Feinstone , Gust,2002 ). Σε μια έρευνα του 2007, φάνηκε πως ο ιός μπορεί και αντέχει μέχρι και μήνες σε πειραματικά μολυσμένα γλυκά νερά, επιφανειακά ύδατα, θαλασσινό νερό, θαλάσσια ιζήματα, λύματα, εδάφη και στρείδια (Hollinger , Emerson,2007 ). Η απολύμανση του είναι σχετικά εύκολη καθώς υπάρχουν αρκετές μέθοδοι που το επιτυγχάνουν, όπως: υπεριώδη ακτινοβολία, φορμαλίνη, ιώδιο ή χλώριο (σε καθορισμένες συγκεντρώσεις) (Hollinger και Ticehurst,1996 ). Μπορεί να βρεθεί εύκολα με την τεχνική της RT-PCR.

Όσο αφορά, την ηπατίτιδα E , αποτελεί έναν ssRNA ιό, χωρίς περίβλημα. Έχουν εντοπιστεί οχτώ γονότυποι 1-4 και 7 της HEV ( Urfold et al., 2021 ). Είναι μια αρκετά διαδεδομένη νόσος, καθώς προκαλεί: οξεία ηπατίτιδα και προβλήματα στο ήπαρ. Επίσης, μεταδίδεται μέσω του μολυσμένου νερού, μέσω της κοπράνων- στοματικής οδού και εξαπλώνεται αρκετά γρήγορα. Βρίσκεται σε πόσιμο νερό, σε ακατέργαστα λύματα, στα ποτάμια και σε επεξεργασμένα ύδατα. Ο ιός HEV, γενικά όμως θεωρείται μια ασυμπτωματική νόσος ( Khuroo , Kamili, 2003 ).

Μια γνωστή περίπτωση της ηπατίτιδας E , ήταν το 1991, όπου 79.000 άνθρωποι μολύνονται από τον ιό στο Κανπούρ. Από τις πιο πρόσφατες μολύνσεις με ηπατίτιδα που έχουμε, είναι η περίπτωση στο Νότιο Σουδάν, όπου 88 κάτοικοι της περιοχής πέθαναν από ηπατίτιδα E. Το 2014 η ηπατίτιδα E, ξανά εμφανίζεται στο Νότιο Σουδάν και πέθαναν 21 άνθρωποι.

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
1969	Νότια Καρολίνα	Λίμνη	14	Bryan <i>et al.</i> (1974)



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

1979	Ουγγαρία	Ιαματική πισίνα - σπα	56	Solt (1994)
1989	Λουϊζιάνα	Πισίνα	20	Mahoney <i>et al.</i> (1992)
1997	Αυστραλία	Πισίνα	6	Tallis , Gregory (1997 )

Πίνακας 7, Επιδημίες ηπατίτιδας HEV.

### Ιός JC

Ο ιός JC ανήκει στην οικογένεια Polyomaviridae. Υπάρχουν πέντε γνωστοί ανθρώπινοι πολυόμα ιοί. Ο ιός JC και ο ιός BK είναι δύο πολυόμα ιοί που ανιχνευθήκαν πριν από σχεδόν τρεις δεκαετίες.

Οι λοιμώξεις με πολυόμα ιούς στον άνθρωπο οφείλονται στους ιούς BK και JC που σχεδόν πάντα αποκτώνται στην παιδική ηλικία. Σχεδόν το 50-80% των ανθρώπων έχουν οροθετικότητα σε αυτούς τους ιούς. Αποτελεί , δηλαδή, έναν ιό που σχετίζεται άμεσα με τον ανθρώπινο οργανισμό και προκαλεί πολυομαϊκή λευκοεγκεφαλοπάθεια (PML). Η PML θεωρείται μια σπάνια και σοβαρή νευρολογική αρρώστια που επιδρά στον εγκέφαλο. Ο ιός JC είναι διαδεδομένος, και η πλειονότητα των ανθρώπων έρχεται σε επαφή μαζί του κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, όμως σπάνια θα επιφέρει πρόβλημα υγείας, μόνο εάν το ανοσοποιητικό σύστημα είναι αδύναμο. Ο νευροτροπικός ιός JC καταφτάνει στον εγκέφαλο και επιφέρει προοδευτική πολυεστιακή λευκοεγκεφαλοπάθεια, μια απομυελινοτική νόσο του κεντρικού νευρικού συστήματος με υψηλό ποσοστό θνησιμότητας.

### Οι Εντεροϊοί (Βλ. πίνακες 8 και 9)

Εντερικοί ιοί θεωρούνται οι ιοί που διαβιβάζονται μέσω της γαστρεντερικής οδού και είναι μονίμως αναπτυσσόμενοι. Η ιστορία των εντερικών ιών ξεκινάει το 1941 , από τους Paul και Trask. . Πιο συγκεκριμένα, ένας εντεροϊός (EVs) περιέχει σωματίδια ιού χωρίς περίβλημα που περιλαμβάνουν ένα μονόκλωνο γονιδίωμα θετικής αίσθησης RNA 7500 νουκλεοτιδίων που φυλάγεται από ένα εικοσαεδρικό καψίδιο (Nasri et al, 2007 ). Θεωρούνται μικροί ιοί RNA και το μέγεθος τους είναι από 22 έως 30 nm σε διάμετρο (Friedman-Huffman , Rose,1998 ). Οι ανθρώπινοι EVs κατηγοριοποιούνται σε ιούς πολιομυελίτιδας , ιούς coxsackie ομάδας, ιούς coxsackie ομάδας Β και EVs 68–71 (Ehlers et al.,2005 ). Διεθνώς, περίπου 150 εντερικοί ιοί, σχετίζονται με τις υδατογενείς λοιμώξεις. Ο αριθμός των τύπων των εντερικών ιών κυμαίνεται κοντά στους 110 τύπους.

Οι εντερικοί ιοί επιβιώνουν σε συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος, όπως το pH να κυμαίνεται από 3 έως 10 και η θερμοκρασία να είναι αρκετά χαμηλή. Επιπλέον, είναι άμεσα εξαρτώμενοι με ξενιστές, χωρίς αυτούς δεν μπορούν να επιβιώσουν. [Fogg TT., 2005 ] .

Ο ιός αυτός, συνήθως περιέχεται σε ακατέργαστα λύματα, ιζήματα λυμάτων, ποτάμια που δέχονται λύματα, σε επεξεργασμένα λύματα (Kocwa-Haluch,2001 ), σε φυσικά ύδατα, υπόγεια ύδατα, ποτάμια, θαλάσσια ύδατα, αερολύματα και σε ανεπαρκώς επεξεργασμένο νερό (Kocwa-Haluch,2001 , Vivier et al.,2004 ). Τα ποσοστά λοιμώξεων του ιού φαίνεται



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

να είναι μεγαλύτερα το καλοκαίρι και αρχές φθινοπώρου. Τις μεγαλύτερες πιθανότητες μόλυνσης από εντερικό ιό την έχουν οι ηλικιωμένοι και οι αρκετά νέοι άνθρωποι. Οι επιπτώσεις του ιού είναι: πολιομυελίτιδα- Παράλυση – Μηνιγγίτιδα – Επιπεφυκίτιδα- πυρετός – αναπνευστική νόσος – μυοκαρδίτιδα – καρδιακές ανωμαλίες – Εγκεφαλίτιδα – γαστρεντερίτιδα. Ο ιός είναι ικανός να επιβιώσει για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα στα ανθρώπινα κόπρανα. Η μετάδοση του είναι αρκετά εύκολη καθώς μεταδίδετε μέσω της επαφής, των τροφών καθώς και του νερού. Τα ποσοστά λοιμώξεων του ιού φαίνεται να είναι μεγαλύτερα το καλοκαίρι και αρχές φθινοπώρου. Τις μεγαλύτερες πιθανότητες μόλυνσης από εντερικό ιό την έχουν οι ηλικιωμένοι και οι αρκετά νέοι άνθρωποι.

Επίσης, ο ιός αυτός έχει μεγάλη ανθεκτικότητα στην απολύμανση, καθώς αντέχει το υπολειμματικό χλώριο από την επεξεργασία λυμάτων (Wang et al.,2005) και ένα ευρύ φάσμα αλατοτήτων (Skraber et al.,2004), καθιστώντας έτσι την επιβίωση του σε περιβαλλοντικά ύδατα εύκολη. Ένας εύκολος σχετικά τρόπος αδρανοποίησης του ιού, είναι οι μεγάλες θερμοκρασίες (αντέχει έως 42 °C, αν και υπάρχουν περιπτώσεις όπου συγκεκριμένοι αναγωγικοί σουλφουδρυλικοί συντελεστές και κατιόντα μαγνησίου καταφέρνουν να σταθεροποιήσουν τον ιό, μέχρι και στους 50 °C (Wang et al.,2005)). Η ανίχνευση του ιού είναι μια αρκετά δύσκολη διαδικασία καθώς είναι αρκετά χρονοβόρα. Φαίνεται βέβαια ότι η PCR και η RT-PCR είναι πιο ευνοϊκές από τις τεχνικές που στηρίζονται σε (Denis-Mize et al.,2004, Greening, Hewitt,2008).

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
1972	Βέρμونت	Λίμνη	21	Hawley <i>et al.</i> (1973)
1974	Γαλλία	Λίμνη	5	Denis <i>et al.</i> (1974)
2004	Μεξικό	Ωκεανός	21	Begier <i>et al.</i> (2008)

Πίνακας 8, Επιδημίες του ιού *Coxsackie*.



«Καραμαλή Βιργινία»,  
«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
1992	Ιρλανδία	Πισίνα	46	Kee <i>et al.</i> (1994)
1997	Ιταλία	Πισίνα	68	Faustini A <i>et al.</i> (2006)
1998	Ιταλία	Πισίνα	?	Manzara S <i>et al.</i> (2002)
1999	Ρουμανία	Υδάτινο Σώμα	5000	CDC (2000)
2000	Ιταλία	Πισίνα	?	Manzara S. <i>et al.</i> (2002)
2001	Νότια Αφρική	Πισίνα	90	Yeats J. <i>et al.</i> (2005)
2001	Γερμανία	Πισίνα	215	Hauri <i>et al.</i> (2005)
2003	Κονέκτικατ	Πισίνα	36	Yoder <i>et al.</i> (2004)
2004	Σιβηρία	Λίμνη	294	Manenkov (2004)
2004	Μεξικό	Ωκεανός	21	Begier <i>et al.</i> (2008)

Πίνακας 9, Επιδημίες ιού *echo- ιού*.

### Ροταϊός

Οι RV (Ροταϊός) θεωρούνται αρκετά μεγάλοι (70 nm) χωρίς περίβλημα εικοσαεδρικοί ιοί. Τα σωματίδια RV απαρτίζονται από ένα πρωτεϊνικό καψίδιο που περιβάλλει 11 τμήματα ενός γονιδιώματος δίκλωνου RNA (Dennehy,2007 ). Το γένος RV έχει κατηγοριοποιηθεί σε ομάδες και μετέπειτα σε υποομάδες και ορότυπους με βάση τις ικές πρωτεΐνες καψιδίου. Οι RV χωρίζονται στο λιγότερο σε πέντε ομάδες (A έως E) και ενδεχομένως φαίνεται πως έχουν βρεθεί δύο επιπλέον ομάδες (F και GG με κριτήριο την αντιδραστικότητα της πρωτεΐνης της μεσαίας στιβάδας VP6 (Estes,2001 ). Η πρώτη ομάδα η A RV έχει να κάνει με τις ανθρώπινες λοιμώξεις (Karikian *et al.*,2001 ).

Ο Ροταϊός βρίσκεται κυρίως σε κόπρανα ασθενών, σε ποτάμια, σε λύματα και σε υπόγεια ύδατα αλλά και επιφανειακά καθώς και σε επεξεργασμένο και μη πόσιμο νερό. Η μετάδοση τους είναι αρκετά εύκολη.

Οι επιπτώσεις της ασθένειας είναι: Ζάλη – ναυτία - πονοκέφαλο - Αφυδάτωση - Πυρετό – Εμετό - Δερματολογικές παθήσεις – Διάρροια - Στομαχικές Διαταραχές - Κοιλιακές κράμπες – Γαστρεντερίτιδα.

Από τους πιο διαδεδομένους τρόπους εύρεσης του ιού είναι οι μοριακές τεχνικές (ανάστροφη μεταγραφή PCR ) (Hopkins *et al.*, 1984 , van Zyl *et al.*, 2006 ).



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Στις υποανάπτυκτες χώρες φαίνεται να είναι υπαίτιος ο ιός για σχεδόν 500.000 θανάτους ετησίως (Parashar et al., 2003). Μια έρευνα έδειξε πως στην Αφρική, μικρά παιδιά ηλικίας έως πέντε ετών (σχεδόν 110.000 με 150.000 παιδιά) χάνουν την ζωή τους κάθε χρόνο λόγω της λοίμωξης αυτής (Molbak et al., 2000, Parashar et al., 2003). Σε μια έρευνα του 2004 βρέθηκε πως ο ιός είναι υπαίτιος για το 25% των περιπτώσεων σε διάρροιες στη Νότιο Αφρική κάθε χρόνο, και το μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε σε βρέφη μικρότερα του ενός έτους (Steele et al., 2004).

### **SARS-COV**

Ο ιός, αποτελεί έναν μονόκλωνο ιό RNA, με περίβλημα. Περιέχει πάνω από τριάντα διαφορετικά είδη. Επίσης κατατάσσεται σε τέσσερις τύπους. Ο ιός, είναι σχετικά σφαιρικός, με διάμετρο 60-140 nm.

Τα αρχικά στελέχη του ιού, αναγνωρίστηκαν πρώτη φορά το 1960 και έχει αποδειχτεί πως από τότε αποτελούν το 15 με 30% των λοιμώξεων παγκοσμίως (Kitajima et al., 2020). Βέβαια, ο ιός, έγινε γνωστός τον Δεκέμβριο του 2019, λόγω μιας μόλυνσης που θεωρήθηκε άγνωστη πνευμονία που συνέβη στην πόλη Ουχάν, στην Κίνα. Σε μισό χρόνο από την εμφάνιση του ο ιός έχει ήδη επιφέρει 500.000 θανάτους διεθνώς (ΠΟΥ, 2020). Η Λατινική Αμερική, ορίστηκε σαν το κέντρο της επιδημίας (ΟΗΕ, 2020). Ο ιός είναι αλλιώς γνωστός σαν κορονοϊός.

Ο επικρατέστερος τρόπος μετάδοσης θεωρείται ο αερομεταφερόμενος (Zang et al., 2020), ακόμη μπορεί να μεταδοθεί από ανακυκλωμένα λύματα αλλά και από το γκρίζο νερό, υπάρχουν όμως μελέτες που υποδεικνύουν ότι η μετάδοση μπορεί να γίνει και μέσω κοπράνων και μολυσμένου νερού (Lodder, de Roda Husman, 2020). Εάν και έχει βγει το πόρισμα ότι η μετάδοση του ιού είναι αερομεταφερόμενη υπάρχουν μελέτες που υποδεικνύουν ότι η μετάδοση μπορεί να γίνεται και μέσω των κοπράνων. Αυτό αποδείχτηκε, καθώς ασθενείς του ιού, απέκριναν με κόπρανα τον ιό, και έτσι ανιχνεύθηκε σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων από πολλές πόλεις παγκοσμίως και συγκεκριμένες χώρες έχουν ξεκινήσει να παρακολουθούν το ικό φορτίο στα αποχετευτικά συστήματα σε μια προσπάθεια να σχεδιάσουν έγκαιρες προειδοποιήσεις για μελλοντικά ξεσπάσματα (Bivins et al., 2020). Πρόσφατα ο ιός απομονώθηκε αλλά και ταυτοποιήθηκε από υδάτινα περιβάλλοντα (Saadat, S, Rawtani, Hussain, 2020). Οι ενδείξεις για την μετάδοση του ιού μέσω του νερού δεν είναι πολλές αλλά αυτές που ήδη υπάρχουν είναι αρκετά σημαντικές (Chaudhry, Sachdeva, P, 2019). Σύμφωνα με τους Kitajima et al., υποστηρίχτηκε πως η μόλυνση των υδάτων από τον συγκεκριμένο ιό προκαλεί σημαντικούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία.

Ο ιός SARS-COV, μπορεί να επιβιώσει για μέρες μέσα στο νερό. Οι επιπτώσεις που έχει ο ιός στον ανθρώπινο οργανισμό είναι: πυρετός, βήχας, δυσκολία στην αναπνοή, απώλεια γεύσης και μυρωδιάς, ναυτία, μυαλγία, ρίγη και πνευμονία (Kitajima et al., 2020). Η επικινδυνότητά της ασθένειας ορίζεται από σοβαρή έως και θανατηφόρα σε άτομα που ανήκουν σε ευπαθείς ομάδες και διατρέχουν ήδη κάποια προβλήματα υγείας.

Η απομάκρυνση του ιού, από τα ύδατα αλλά και γενικά θεωρείται μια δύσκολη διαδικασία, αλλά συγκεκριμένα η απολύμανση με χλώριο, είναι αρκετά αποτελεσματική για την απομάκρυνση του ιού από τα ύδατα (Vammen, K, Guillen, S., 2020). Ο ΠΟΥ, έχει βγάλει



### «Καραμαλή Βιργινία»,

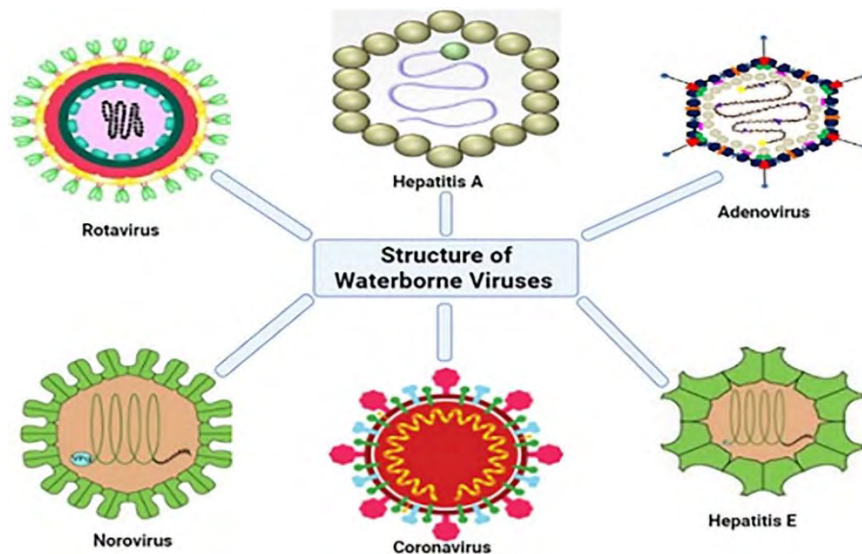
#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

σαφές οδηγίες για την προστασία της δημόσιας υγείας από τον ιό. Μερικές οδηγίες είναι: Συχνός καθαρισμός χεριών, Περιορισμός στο άγγιγμα ματιών-μύτης και στόματος, απολύμανση των επιφανειών συστηματικά και σωστή υγιεινή νερού .

Η πρώτη ανίχνευση του ιού, σε λύματα βρέθηκε στην Ολλανδία το 2020 , με 14 από τα 24 δείγματα θετικά (58% θετικά δείγματα) Medema et al. (2020).

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
2020	Ρώμη	Σύστημα λυμάτων	14	Medema et al., 2020
2020	Ιαπωνία	Σύστημα λυμάτων	6	La Rosa et al. ., 2020 )
2020	Ισραήλ	Σύστημα λυμάτων	1	Haramoto et al., 2020
2020	Τουρκία	Σύστημα λυμάτων	10	Or et al., 2020
2020	Παρίσι	Σύστημα λυμάτων	71,5%	Kocamemi et al., 2020
2020	Ισπανία	Σύστημα λυμάτων	23	Wurtzer et al., 2020
2020	Τσεχία	Σύστημα λυμάτων	7	Balboa et al., 2020
2020	Αυστραλία	Σύστημα λυμάτων	15	Mlejnkova et al., 2020
2020	Ινδία	Σύστημα λυμάτων	22	Arora et al., 2020
2020	Πακιστάν	Σύστημα λυμάτων	21	Yaqub et al., 2020
2020	Κίνα	Σύστημα λυμάτων	78,6%	Zhang et al., 2020
2020	ΗΠΑ	Σύστημα λυμάτων	66,7%	Chen et al., 2020

Πίνακας 10 Επιδημίες του SARS-COV



Εικόνα, 8 Δομές υδατογενών ιών. Πηγή από: [https://www.frontiersin.org/files/Articles/981896/fmicb-13-981896-HTML/image\\_m/fmicb-13-981896-g001.jpg](https://www.frontiersin.org/files/Articles/981896/fmicb-13-981896-HTML/image_m/fmicb-13-981896-g001.jpg)



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

### 3.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΥΣ ΙΟΥΣ

Οι ιοί όπως όλοι οι παθογόνοι οργανισμοί χρειάζονται τις κατάλληλες συνθήκες επιβίωσης ώστε να μπορέσουν να διατηρηθούν ενεργοί και ζωντανοί. Οι παράγοντες που βοηθάνε στην επιβίωση των ιών μπορεί να είναι είτε χημικοί, φυσικοί είτε και βιολογικοί και επίσης μεγάλο ρόλο έχουν και οι περιβαλλοντικές εστίες. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που είναι υπεύθυνα για την επιβίωση των ιών είναι:

**Θερμοκρασία** Το 1980, ο Melnick και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν πως η θερμοκρασία είναι ο μόνος ακριβείς παράγοντας με προβλέψιμη επίδραση στη λειτουργικότητα των ιών. Τονίζουν πως σε υδάτινα περιβάλλοντα, σε υψηλές θερμοκρασίες οι ιικές πρωτεΐνες των πολιοϊών υφίστανται μετουσίωση, ενώ παράλληλα το ιικό RNA γίνεται πιο ευαίσθητο στη δράση των ριβονουκλεασών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση δομικών αλλοιώσεων του καψιδίου. Αντίθετα, σε χαμηλές θερμοκρασίες, κατάψυξης ή σχεδόν μηδενικές, μπορούν να διατηρηθούν για μήνες (Fong T. , Lipp E., 2005) . Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα που έγινε για τον έλεγχο επίδρασης της θερμοκρασίας στον PV1 ( βλ. εικόνα 9) σε θαλάσσιο νερό, διαπιστώθηκε πως στους 4°C και μπόρεσε και διατήρησε τη μολυσματικότητά του πάνω από 46 εβδομάδες, στους 15°C παρουσίασε αδρανοποίηση κατά την 22η,32η και 53η εβδομάδα αντίστοιχα, ενώ στους 25°C παρουσίασε ραγδαία αδρανοποίηση και κατάφερε να διατηρηθεί για περίπου 10 εβδομάδες (Lo et al., 1976). Επίσης επισημαίνεται ότι μπορούν να διατηρηθούν ενεργοί και μολυσματικοί για 130 μέρες σε θαλάσσια νερά, για 120 μέρες σε λύματα και επιφανειακά νερά και για 100 μέρες στο έδαφος σε θερμοκρασίες 20-30°C (Fong T. , Lipp E., 2005) ( Βλ. εικόνα 10).

Weeks	Log <sub>10</sub> of no. of PFUs/ml at:								
	4°C*			15°C			25°C		
	10 <sup>b</sup>	20	34	10	20	34	10	20	34
0	5.4	5.3	5.2	4.7	4.5	4.8	5.0	5.5	4.8
2	5.2	4.5	4.1	4.7	3.3	4.2	3.2	2.6	3.7
4	5.0	3.9	3.4	4.4	3.0	3.6	2.1	0.5	2.5
6	4.8	3.7	3.3	4.0	2.9	2.8	1.0	0.0 <sup>c</sup>	0.8
8	4.3	3.6	3.3	3.5	2.8	2.5	0.0		0.0
10	4.0	3.4	3.1	3.9	2.5	2.3			
12	3.8	3.3	3.3	4.3	2.7	2.3			
14	3.9	2.6	3.2	4.1	2.3	1.9			
16	3.7	3.0	3.5	4.3	2.5	2.3			
18	3.1	2.6	3.4	3.8	1.7	1.8			
20	2.8	2.2	2.7	3.9	0.6	1.3			
22	2.4	1.8	2.2	3.4	0.0	0.0			
24	2.8	2.3	2.4	2.8					
32	2.6	1.9	1.5	3.1					
40	1.4	1.7	1.9	2.2					
46	0.0	0.0	0.7	1.1					
53			0.0	0.0					

\* Incubation temperature.  
<sup>b</sup> Salinity in parts of NaCl per thousand.  
<sup>c</sup> No plaques detected with the undiluted sample.

Εικόνα, 9, Επίδραση της θερμοκρασίας στο Poliovirus (Lo et al., 1976)



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

TABLE 3. Effects of salinity and incubation temperatures on the survival of coxsackie B-5 (Faulkner) virus

Weeks	Log <sub>10</sub> of no. of PFUs/ml at:								
	4°C <sup>a</sup>			15°C			25°C		
	10 <sup>b</sup>	20	34	10	20	34	10	20	34
0	5.6	5.4	5.5	4.8	4.9	4.7	5.2	6.0	4.7
2	5.0	4.9	5.0	4.5	4.4	4.4	4.1	4.4	3.6
4	5.4	4.9	4.7	4.7	4.2	4.6	3.7	2.6	3.1
6	4.9	5.1	4.8	4.7	4.6	4.6	2.6	2.6	2.3
8	5.1	4.6	4.9	4.5	4.1	4.0	2.2	1.3	1.0
10	4.9	4.7	4.8	4.5	4.1	4.3	1.1	0.0 <sup>c</sup>	0.0
12	5.3	4.9	4.8	4.6	4.2	4.3	0.0		
14	4.9	5.2	5.1	4.3	4.0	4.1			
16	5.3	5.8	5.4	4.8	4.3	4.4			
18	5.2	5.0	5.1	4.6	4.3	4.1			
20	4.8	4.2	4.5	4.0	2.9	3.3			
22	3.9	3.8	3.9	3.5	2.8	2.9			
24	4.5	4.4	4.5	3.5	3.2	3.1			
32	3.3	4.5	4.8	3.3	3.1	2.6			
40	2.1	4.0	4.6	3.0	2.3	1.3			
46	1.4	3.4	3.8	1.6	0.3	0.0			
53	1.6	2.6	3.1	1.2	0.0				

<sup>a</sup> Incubation temperature.

<sup>b</sup> Salinity in parts of NaCl per thousand.

<sup>c</sup> No plaques detected in the undiluted sample.

Εικόνα, 10, Επίδραση της θερμοκρασίας στη Cocksackie B5 (Lo et al., 1976)

**Φως** Η ηλιακή ακτινοβολία συμπεριλαμβάνεται στους φυσικούς παράγοντες που οδηγούν στην αδρανοποίηση της λειτουργικότητας τόσο των ιών όσο και των βακτηρίων. Η μεγάλου μήκους (UV-A, 320–400 nm) και η μεσαίου μήκους (UV-B, 280–320 nm) υπεριώδεις ακτινοβολίες έχουν βιοκτόνο δράση έναντι των μικροοργανισμών. Πιο συγκεκριμένα, η UV-A απορροφάται από μοριακά χρωμοφόρα, τα οποία παράγουν αντιδραστικά οξειδωτικά είδη (reactive oxidative species, ROS), με τα τελευταία να προκαλούν ζημιά στις πρωτεΐνες και στο γονιδίωμα των ιών. Η UV-B απορροφάτε απευθείας από τις πρωτεΐνες και το γένωμα των ιών, με αποτέλεσμα την άμεση επίδρασή της στις πυριμιδίνες του γενώματος και την πρόκληση μεταλλαξογόνων και γονιδιοτοξικών επιδράσεων σε αυτό (Jumat M., Hong P., 2019). Από έρευνα που διεξήχθη από τους Fujioka και Yoneyama το 2002 πάνω στο θαλάσσιο νερό, διαπιστώθηκε πως όντως η ηλιακή ακτινοβολία αδρανοποιούσε τους εντερικούς ιούς polio, coxsackie, echo και τους βακτηριοφάγους των κολοβακτηριδίων στο ίδιο περίπου χρονικό διάστημα, ενώ παράλληλα τόνισαν πως το βακτήριο E. Coli εμφάνιζε πολύ γρηγορότερο ρυθμό αδρανοποίησης. Συμπεράναν, λοιπόν, πως πιο αντιπροσωπευτικοί δείκτες για την παρακολούθηση της παρουσίας εντεροϊών στο νερό ήταν οι βακτηριοφάγοι της E.Coli, από ότι το ίδιο το βακτήριο. Επιπροσθέτως, οι Fong και Lipp το 2005 αναφέρουν πως η μεγαλύτερη αντοχή των εντεροϊών στην υπεριώδη ακτινοβολία σε σχέση με τα βακτήρια, οφείλεται στο χαμηλότερο μοριακό τους βάρος.

**pH** Το pH, σε διαφορετικές θερμοκρασίες αλλάζει. Ο Melnick και οι συνεργάτες του το 1980 αναφέρουν πως οι εντερικοί ιοί προτιμούν όξινο pH (3-5) παρά αλκαλικό (9-12), ενώ επισημαίνουν πως οι ιδανικότερες τιμές pH για τη σταθερότητα της δομής των εντερικών ιοσωματίων κυμαίνονται μεταξύ 5-9.



## «Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Παρουσία μικροβιακής γλωρίδας και μικροβιακού πληθυσμού Φαίνεται πως ο μικροβιακός πληθυσμός έχει αρνητικές επιπτώσεις στην διαβίωση των ιών ( Bosch, et al, 2008).

Αλατότητα Η αλατότητα του νερού, δεν έχει βρεθεί έως σήμερα πως επηρεάζει σημαντικά τους ιούς (Lo S. , Gilbert J. , Hetrick F, 1976).

Παρουσία οργανικής ύλης Έχει σημαντική θετική επίδραση στην διαβίωση του οργανισμού. Στο νερό, η αδρανοποίηση των υδατογενών ιών και συγκεκριμένα της πολιομυελίτιδας ή της ηπατίτιδας Α, αυξήθηκε όταν η πρωτεΐνη ελαττώθηκε.

Διεπαφή

Συσχέτιση του ιού με στερεά

Η υγρασία

Συσσωμάτωση

Επίσης, υπάρχουνε ακόμα μερικές περιβαλλοντικές εστίες που είναι δυνατόν είτε να επιδεινώσουν είτε να ενισχύσουν κάποιον υδατογενή ιό. Μερικές από αυτές τις εστίες θεωρούνται οι:

- Φυσικές Καταστροφές (Όπως: πλημμύρες, χιονοπτώσεις, βροχοπτώσεις και ξηρασία, αυτές οι φυσικές καταστροφές είναι σε θέση να απελευθερώσουν υδατογενείς ιούς, οι οποίοι βρίσκονται σε εδάφη ή σε άλλες πηγές υδάτων και να τους μεταφέρουν σε πόσιμα ύδατα, ή ύδατα που θα χρησιμοποιηθούν από τον άνθρωπο. Πιο συγκεκριμένα για την υπερχειλίση των λυμάτων σε διάρκεια πλημμύρας, μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την παρουσία και την εξάπλωση των υδατογενών ιών. Κατά την πλημμύρα τα υδάτινα οικοσυστήματα μπορούν να υποστούν υπερχειλίση, και έτσι τα λύματα από αποχετεύσεις κανάλια και σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων , μπορούν να απελευθερωθούν στο περιβάλλον με αποτέλεσμα, εκτός της ρύπανσης του περιβάλλοντος που δημιουργείτε , η μεταφορά των ιών να αυξάνετε κατά πολύ. Όπως επίσης και η ξηρασία, η ακριβής επίδραση της ξηρασίας στους υδατογενείς ιούς, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως: το είδος του ιού, της τοπολογίας, του εδάφους και των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Πάντως, η ξηρασία, ευνοεί την παρουσία και την εξάπλωση των υδατογενών ιών κατά πολύ.)
- Αλλαγή Κλίματος (Η αύξηση της θερμοκρασίας και η αλλαγή των κλιματικών συνθηκών μπορεί να επιταχύνει την ανάπτυξη κάποιον υδατογενών ιών ή να δημιουργήσει κάποια περιβάλλοντα που ενισχύουν την εξάπλωση τους.)
- Ρύπανση (Η ρύπανση του νερού από βιολογικά, χημικά ή και ανθρωπογενή ρυπογόνα μπορεί να δημιουργήσει περιβάλλοντα όπου οι υδατογενείς ιοί ευδοκίμουν και εξαπλώνονται με μεγαλύτερη ευκολία.)
- Λανθασμένη Συντήρηση Χλωρίωσης Του Νερού Πηγής (Αν και η χλωρίωση του νερού, βοηθάει στην εξάλειψη των ιών και άλλων παθογόνων, η υπερβολική χρήση χλωρίου ή η λανθασμένη εφαρμογή της μπορεί να έχει τα αντίθετα αποτελέσματα.)
- Λανθασμένες Δημοτικές Διαδικασίες Απολύμανσης (Οι λανθασμένες δημοτικές διαδικασίες απολύμανσης μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην παρουσία και την εξάπλωση υδατογενών ιών. Αν δεν εφαρμοστούν σωστά, οι διαδικασίες απολύμανσης, οι ιοί μπορούν να επιβιώσουν και να μεταδοθούν στο νερό,



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

προκαλώντας επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Μερικές λανθασμένες δημοτικές διαδικασίες απολύμανσης είναι: Ανεπαρκής ή υπερβολική χρήση χλωρίου ή και άλλων απολυμαντικών, ανεπαρκής επιτήρηση και συντήρηση των συστημάτων απολύμανσης και μη συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις.)

### 3.5 ΙΟΙ ΑΠΕΙΛΗΤΙΚΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Όπως έχουμε αναφέρει, μπορεί τα είδη των ιών που βρίσκονται ύδατα να μην είναι πολλά, αλλά έχουν μεγάλη σημασία και επικινδυνότητα στην δημόσια υγεία. Το μολυσμένο νερό (είτε από ιούς, είτε από βακτήρια) έχει τεράστιες αρνητικές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία των ανθρώπων. Σε συνδυασμό με την κακή υγιεινή και το μη ασφαλές νερό το ποσοστό των θανάτων από διάρροια ανέρχεται περίπου στο 90% (UNICEF, 2012). Σε ένα συμπέρασμα από όλες τις έρευνες, τα ποσοστά και τα αποτελέσματα που έχουν αναφερθεί, φαίνεται πως σε μια ετήσια βάση τρισεκατομμύρια άνθρωποι μολύνονται από μολυσμένα ύδατα από ιούς. Με το ποσοστό των θανάτων επίσης, ετησίως να ανέρχεται στους εκατομμύρια θανάτους. Το μεγαλύτερο πρόβλημα βέβαια, υπάρχει στις αναπτυσσόμενες χώρες, που η κατανάλωση καθαρού, ασφαλές, πόσιμο νερού είναι σχεδόν αδιανόητη και οι άνθρωποι των χωρών αυτών αναγκάζονται να καταναλώνουν βρώμικο νερό. Λίγο πιο αναλυτικά, μέσα από μια μελέτη του Κέντρου Ελέγχου Νοσημάτων καθώς και με στοιχεία από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), έχει βρεθεί πως καθημερινά περίπου 2.000 άτομα θα μολυνθούν με ιό που περιέχεται σε μολυσμένο νερό. Σε μια συνολική καταμέτρηση, οι υδατογενείς ιοί μολύνουν εκατομμύρια ανθρώπους κάθε χρόνο (ECDC).

Οι ιοί που βρίσκονται στο νερό, συχνά και στο μεγαλύτερο ποσοστό προκαλούν ασυμπτωματικές ή λοιμώξεις που δεν είναι τόσο σοβαρές, πάραυτα μπορεί να προκαλέσουν ιογενής λοιμώξεις που θα οδηγήσουν μέχρι και σε θάνατο. Κάποιοι από τους ιούς που θεωρούνται απειλητικοί για την ανθρώπινη και δημόσια υγεία είναι:

Norovirus (Γαστρεντερίτιδα και πυρετό)

Ιός Ηπατίτιδας HAV και HEV (Προβλήματα στο ήπαρ)

Rotavirus (Γαστρεντερίτιδα)

Εντεροϊός (Παράλυση, μηνιγγίτιδα, πυρετός, αναπνευστική νόσος, γαστρεντερίτιδα, πολιομυελίτιδα, καρδιακές ανωμαλίες)

Πολυομαϊκός ιός (Προοδευτική πολυεστιακή λευκοεγκεφαλοπάθεια)

Για παράδειγμα, για την διάρροια που αποτελεί από τις πιο γνωστές ασθένειες παγκοσμίως και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει σημαντικά και σοβαρά προβλήματα υγείας, έχουμε μια έρευνα για τους ιούς που την προκάλεσαν (υδατογενούς ιούς). Η έρευνα έχει δημοσιοποιηθεί από το ακαδημαϊκό περιοδικό 'The Pediatric Infectious Disease Journal' τον Σεπτέμβριο του 2000 σχετικά με την ιογενής διάρροια στην παιδική ηλικία με τίτλο 'Etiology of community – acquired pediatric viral diarrhea : a prospective longitudinal study in hospitals, emergency departments, pediatric practices and child care centers during the winter rotavirus outbreak 1997 to 1998'. Η έρευνα έχει να κάνει με τις διάρροιες σε παιδική ηλικία που εισάγονται στα νοσοκομεία και παρουσιάζονται σε τμήματα επειγόντων περιστατικών, παιδιατρικά ιατρεία και κέντρα παιδικής φροντίδας από την 1η Νοεμβρίου 1997 έως τις 30 Ιουνίου 1998. Τα παιδιά με διάρροια μελετήθηκαν αντίστοιχα με την ηλικία, το φύλο και τη διάρκεια νοσηλείας. Τα κόπρανα αναλύθηκαν για ροταϊό με ενζυμική



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

ανοσοδοκιμασία και για όλους τους άλλους εντερικούς ιούς με ηλεκτρονική μικροσκοπία. Τα συμπεράσματα που υπήρχαν ήταν ότι από τα 2524 παιδιά που ανιχνεύθηκαν με διάρροια, τα κόπρανα των 1386 (55%) αναλύθηκαν με ενζυμική ανοσοδοκιμασία για ροταϊό και από αυτά τα 1365 (54%) αναλύθηκαν με ηλεκτρονική μικροσκοπία για όλους τους υπόλοιπους εντερικούς ιούς. Ο ροταϊός βρέθηκε στο 32% ( n = 437), ο αδενοϊός στο 4% ( n = 55), ο τοροϊός στο 3% ( n = 44), οι ιοί τύπου Norwalk στο 2% ( n = 25) και οι αστροϊοί σε λιγότερο από 1% των δειγμάτων που αναλύθηκαν ( n = 14 ). Το ποσοστό του ροταϊού ήταν αρκετά μεγαλύτερο σε παιδιά ηλικίας 12 έως 23 μηνών (43% των ελεγμένων κοπράνων, n = 159) και ηλικίας 24 έως 35 μηνών (38% των ελεγμένων κοπράνων, n = 64) από σε οποιαδήποτε άλλη ηλικιακή ομάδα. Οι τοροϊοί βρέθηκαν περίπου στον ίδιο βαθμό σε παιδιά ηλικίας  $\geq 36$  μηνών (6% των ελεγμένων κοπράνων, n = 19) με εκείνα <36 μηνών. Ο ροταϊός (36% των ελεγμένων κοπράνων, n = 375 ) και ο τοροϊός (4% των δοκιμασμένων κοπράνων, n = 43 ) ανιχνεύθηκαν τακτικότερα σε νοσηλευόμενους ασθενείς. Παράλληλα, ιοί τύπου Norwalk και αστροϊοί βρέθηκαν τακτικότερα σε δείγματα ασθενών που πήγαν στα ιατρεία και ήταν συμπτωματικοί για γαστρεντερίτιδα σε κέντρα παιδικής φροντίδας. Σε αυτήν την έρευνα, φαίνεται πως αν και όλοι οι γνωστοί ιοί γαστρεντερίτιδας διαγνώστηκαν σε συμπτωματικά παιδιά, ο ροταϊός αποτέλεσε τον κύριο συντελεστή στα παραπάνω περιστατικά διάρροιας που υπάρχουν στην κοινότητα και στο νοσοκομείο.

### 3.6 ΕΠΙΔΗΜΙΕΣ ΤΩΝ ΙΩΝ

Όπως αναφέραμε ξανά η ιστορία της ιολογίας στα ύδατα ξεκίνησε το 1955, με μια επιδημία και συγκεκριμένα της επιδημίας της ηπατίτιδας στο Νέο Δελχί. Στη συνέχεια η δεύτερη μεγάλη επιδημία λόγω ιών του νερού ήταν για την επιδημία της πολιομυελίτιδας. Σχεδόν για κάθε ιό που αναφέρθηκε πως υπάρχει στα νερά και μολύνει τον ανθρώπινο οργανισμό, από πίσω υπάρχει και μία (και όχι μόνο) επιδημία. Έτσι, λίγο πιο αναλυτικά για τις επιδημίες των ιών έχουμε:

#### Εντεροϊοί:

Στον πίνακα (Βλ. πίνακα 11) έχουμε τις επιδημίες του echo- ιού.

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
1992	Ιρλανδία	Πισίνα	46	Kee <i>et al.</i> (1994)
1997	Ιταλία	Πισίνα	68	Faustini A <i>et al.</i> (2006)
1998	Ιταλία	Πισίνα	?	Manzara S <i>et al.</i> (2002)
1999	Ρουμανία	Υδάτινο Σώμα	5000	CDC (2000)
2000	Ιταλία	Πισίνα	?	Manzara S. <i>et al.</i> (2002)
2001	Νότια Αφρική	Πισίνα	90	Yeats J. <i>et al.</i> (2005)
2001	Γερμανία	Πισίνα	215	Hauri <i>et al.</i> (2005)
2003	Κονέκτικατ	Πισίνα	36	Yoder <i>et al.</i> (2004)



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

2004	Σιβηρία	Λίμνη	294	Manenkov (2004)
2004	Μεξικό	Ωκεανός	21	Begier <i>et al.</i> (2008)

Πίνακας 11, Επιδημίες του ιού Echo-109. Πηγή από: EL Jones, CP Gerba (2009)

Επιδημία του εντεροϊού Coxsackie B5 σε καλοκαιρινή κατασκήνωση αγοριών στο Βερμόντ, ο οποίος απομονώθηκε από μη χλωριωμένη λίμνη. Βέβαια, λόγω του γεγονότος ότι στελέχη του CVB5 βρέθηκαν σε άτομα που έμεναν στην ίδια καμπίνα, προκάλεσε διχασμό για το αν η μετάδοση οφειλόταν είτε λόγω της στενής τους επαφής είτε της παρουσίας του στο νερό (Hawley *et al.*, 1973). Ορισμένοι βακτηριακοί δείκτες (π.χ. Total coliform = Ολικά κολοβακτηρίδια) μαρτυρούν την παρουσία μικροβιακών παραγόντων σε μολυσμένο νερό, όμως δεν είναι εντελώς αξιόπιστοι, διότι δεν είναι αντιπροσωπευτικοί της ποσότητας του ικού φορτίου, εξαιτίας της ικανότητας των ιών να μπορούν να επιβιώνουν περισσότερο απ' ό,τι τα βακτήρια. Για το λόγο αυτό εφαρμόζεται πλέον και η χρήση ικών δεικτών. Στον παρακάτω πίνακα (Βλ. πίνακα 12) υπάρχουν οι επιδημίες του ιού.

Ο ΠΟΥ, έχει ορίσει τους εντερικούς ιούς, ανεξαρτήτως της ποσότητας που βρίσκονται στα ύδατα, επικίνδυνους για την δημόσια υγεία. Επομένως, για τους εντερικούς ιούς, έχουν τεθεί σαφείς και συγκεκριμένες οδηγίες που πρέπει να εφαρμοστούν για την απομάκρυνση τους από τα ύδατα (ΠΟΥ, 2003).

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
1972	Βέρμόντ	Λίμνη	21	Hawley <i>et al.</i> (1973)
1974	Γαλλία	Λίμνη	5	Denis <i>et al.</i> (1974)
2004	Μεξικό	Ωκεανός	21	Begier <i>et al.</i> (2008)

Πίνακας 12, Επιδημία του ιού Coxsackie B5. Πηγή Από: EL Jones, CP Gerba (2009)

**Αδενοϊός:**

Στον πίνακα (Βλ. πίνακα 13) έχουμε τις επιδημίες του Αδενοϊού.

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
1951	Κολοράντο	Πισίνα	206	Cockburn (1953)
1954	Καναδάς	Πισίνα	112	Ormsby HL <i>et al.</i> (1955)



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

1955	Σουηδία	Λίμνη	125	Kjellen et al. (1957)
1959	Ιαπωνία	Πισίνα	124	Kaji M. et al. (1961)
1960	Ιαπωνία	Πισίνα	48	Kaji M. et al. (1961)
1966	Βάσιγκτων	Πισίνα	26	Foy et al. (1968)
1973	Κάνσας	Πισίνα	44	Caldwell et al. (1974)
1977	Γεωργία	Πισίνα	105	Martone et al. (1980 )
1977	Γεωργία	Πισίνα	72	D'Angelo LJ et al. (1979)
1982	Οκλαχόμα	Πισίνα	77	Turner et al. (1987)
1991	Βόρεια Καρολίνα	Λιμνούλα	595	Moore et al. (1993)
1995	Ελλάδα	Πισίνα	80	Παπαπετροπούλου, Βανταράκης (1998)
2000	Αυστραλία	Πισίνα	34	Harley et al. (2001 )
2001	Νότια Καλιφόρνια	Παράκτια Ύδατα	4	Jiang et al. 2001
2002	Νέα Ζηλανδία	Ποτάμι	4	Greening et al. 2002
2004	Νότια Κορέα	Ποτάμι	13	Lee et al.
2005	Ιαπωνία	Επιφανειακά Ύδατα	45%	Haramoto et al. 2005

Πίνακας 13, *Επιδημία Αδενοϊού. Πηγή από: EL Jones, CP Gerba (2009)*

**Νοροϊός:**

Αποτελεί, έναν από τους πιο γνωστούς ιούς των υδάτων, με τεράστιες συχνότητες σε λοιμώξεις. Από τις πιο γνωστές, μεγάλες εμφανίσεις του ιού, είναι το 2002 στην Ιρλανδία όπου στο 84% των λοιμώξεων εκείνη την χρονιά ανιχνεύθηκε ο συγκεκριμένος ιός. Από τις λοιμώξεις αυτές, το 70% βρέθηκε σε νοσοκομειακούς χώρους ενώ το υπόλοιπο 10% σε διάφορους χώρους υγειονομικής περίθαλψης, επιδεινώνοντας το σύστημα υγειονομικής



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

περίθαλψης (Logan et al., 2007 ). Το ποσοστό επικινδυνότητας που έχει ο συγκεκριμένος ιός στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι τεράστιος, για παράδειγμα οι θάνατοι έχουν φτάσει μέχρι και 200.000 θανάτους ετησίως σε παιδιά ηλικίας των 5 ετών (Patel et al.,2008 ) (Βλ. πίνακα 14) .

<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</b>	<b>ΠΗΓΗ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ</b>	<b>ΑΝΑΦΟΡΑ</b>
1977	Οχάιο	Πισίνα	229	<u>Kappus et al. (1982)</u>
1979	Μίσιγκαν	Λίμνη	49	<u>Koopman et al. (1982)</u>
1987	Βόρεια Ντακότα	Πισίνα	48	<u>Levine et al. (1990)</u>
1994	Αγγλία	Λίμνη	7	<u>Gray et al. (1997)</u>
1996	Αϊντάχο	Λίμνη	55	<u>Levy et al. (1998)</u>
1998	Οχάιο	Λίμνη	30	<u>Barwick et al. (2000)</u>
1998	Μινεσότα	Λίμνη	15	Yoder et al. (2004)
1998	Ουάσιγκτον	Λίμνη	18	<u>Barwick et al. (2000)</u>
1999	Αϊντάχο	Θερμοπηγές	25	Yoder et al. (2004)
1999	Νέα Υόρκη	Λίμνη	168	Yoder et al. (2004)
2001	Φιλανδία	Πισίνα	242	<u>Maunula et al. (2004)</u>
2001	Μινεσότα	Λίμνη	40	Yoder et al. (2004)
2002	Αριζόνα	Ράφτινγκ στο ποτάμι	130	<u>Jones et al. (2009)</u>
2002	Μινεσότα	Πισίνα	36	Yoder et al. (2004)
2002	Μινεσότα	Λίμνη	11	Yoder et al. (2004)
2002	Ουισκόνσιν	Πισίνα	15	Yoder et al. (2004)
2002	Ουισκόνσιν	Λίμνη	44	Yoder et al. (2004)
2003	Αριζόνα	Ράφτινγκ στο ποτάμι	22	Yoder et al. (2004)
2004	Όρεγκον	Λίμνη	150	<u>Tomlinson (2004)</u>
2004	Βερμόντ	Πισίνα	53	<u>Podewils et al. (2007 )</u>
2004	Σουηδία	Λίμνη	163	<u>Sartorius et al. (2007)</u>
2005	Μινεσότα	Λίμνη	8	Yoder et al. (2008)
2006	Ουισκόνσιν	Πισίνα	18	Yoder et al. (2008)
2006	Φλόριντα	Λίμνη	50	Yoder et al. (2008)

Πίνακας 14, Επιδημίες Νοροϊού Πηγή από: EL Jones, CP Gerba (2009)

**Ιός της ηπατίτιδας HAV και HEV**

Εξίσου, ένας από τους πιο δημοφιλείς ιούς των υδάτων. Όσο αφορά την ηπατίτιδα, αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια μια από τις πιο γνωστές ασθένειες παγκοσμίως. Μια γνωστή περίπτωση του ιού ήταν το 1988 στη Σαγκάη, σχεδόν 300.000 άνθρωποι μολύνονται με ηπατίτιδα Α. Όσο αφορά, την ηπατίτιδα Ε, μια γνωστή περίπτωση της ήταν το 1991, όπου 79.000 άνθρωποι μολύνονται με ηπατίτιδα Ε, στο Κανπούρ. Από τις πιο πρόσφατες



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

μολύνσεις με ηπατίτιδα που έχουμε, είναι η περίπτωση στο Νότιο Σουδάν, όπου 88 κάτοικοι της περιοχής πέθαναν από ηπατίτιδα Ε. (Βλ. πίνακα 15)

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟ</u> <u>Σ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
1969	Νότια Καρολίνα	Λίμνη	14	Bryan <i>et al.</i> (1974)
1979	Ουγγαρία	Ιαματική πισίνα - σπα	56	Solt (1994)
1989	Λουϊζιάνα	Πισίνα	20	Mahoney <i>et al.</i> (1992)
1997	Αυστραλία	Πισίνα	6	Tallis , Gregory (1997 )

Πίνακας 15, *Επιδημίες της Ηπατίτιδα HEV*. Πηγή από: EL Jones, CP Gerba (2009)

### SARS-COV

<u>ΕΤΟΣ</u>	<u>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</u>	<u>ΠΗΓΗ</u>	<u>ΑΡΙΘΜΟΣ</u>	<u>ΑΝΑΦΟΡΑ</u>
2020	Ρώμη	Σύστημα λυμάτων	14	Medema <i>et al.</i> , 2020
2020	Ιαπωνία	Σύστημα λυμάτων	6	La Rosa <i>et al.</i> , 2020 )
2020	Ισραήλ	Σύστημα λυμάτων	1	Haramoto <i>et al.</i> , 2020
2020	Τουρκία	Σύστημα λυμάτων	10	Or <i>et al.</i> , 2020
2020	Παρίσι	Σύστημα λυμάτων	71,5%	Kocamemi <i>et al.</i> , 2020
2020	Ισπανία	Σύστημα λυμάτων	23	Wurtzer <i>et al.</i> , 2020
2020	Τσεχία	Σύστημα λυμάτων	7	Balboa <i>et al.</i> , 2020
2020	Αυστραλία	Σύστημα λυμάτων	15	Mlejnkova <i>et al.</i> , 2020
2020	Ινδία	Σύστημα λυμάτων	22	Arora <i>et al.</i> , 2020
2020	Πακιστάν	Σύστημα λυμάτων	21	Yaqub <i>et al.</i> , 2020
2020	Κίνα	Σύστημα λυμάτων	78,6%	Zhang <i>et al.</i> , 2020
2020	ΗΠΑ	Σύστημα λυμάτων	66,7%	Chen <i>et al.</i> , 2020

Πίνακας 16, *Επιδημίες του SARS-COV*

### 3.7 ΣΕ ΠΟΙΑ ΕΙΔΗ ΝΕΡΩΝ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ

Όπως προαναφέραμε ήδη, ύδατα που έχουν μολυνθεί με ιούς μπορεί να υπάρχουν παντού.

Πιο συγκεκριμένα όμως οι πιο ευάλωτες περιπτώσεις νερών θεωρούνται:

- Μη αποστειρωμένες πηγές ( λίμνες, ποτάμια)
- Μη επεξεργασμένες πηγές νερού
- Υπόγεια ύδατα ( Τα υπόγεια ύδατα έχουν χαρακτηριστεί ως κοινή οδός μετάδοσης για υδατογενείς ασθένειες στις ΗΠΑ, με περίπου 80% των ιικών υδατογενών εστιών να αποδίδονται στην κατανάλωση μολυσμένου νερού πηγαδιών (Borchardt *et al*, 2003)
- Σηπτικές δεξαμενές



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

- Αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς υπάρχει αδυναμία προσέγγισης καθαρού νερού.

Στην παρακάτω εικόνα (Βλ. εικόνα 11), εμφανίζονται αναλυτικά οι εμφανίσεις ιών σε πηγές υδάτων με την αντίστοιχη ημερομηνία αλλά και τις επιπτώσεις που έφεραν.

Occurrence of human enteric viruses in recreational water sources – U.S. and international combined.		
Water type	Sampling year	Description of results
Urban Rivers	2000	52, 62, and 76% of samples (total of 21) positive for AdV, EVs, and HAV, respectively
River	2002	57 and 37% of samples (total of 30) positive for HEV and AdV, respectively
Lake/River	2002–2003	0 to 76% positive samples depending on sampling site and virus (AdV, astroviruses, EVs, HAV, NoVs, RVs)
Fresh	2004	24% samples (14 of 58) virus positive for AdVs
River	2007–2008	90 and 40% positive for AdV and human polyomaviruses, respectively
Marine	2007	No virus positive samples (total of 12) for NoV and HAV
Lake	2007	50% of samples (25 of 58) virus positive (AdV, EV, RV)
Coastal/Stream	2002–2007	53% of samples (8 of 15) positive for AdV by integrated cell culture – nested PCR
River	2008–2009	18 to 96% positive depending on the virus with AdV being most prevalent followed by polyomaviruses, RV, NoV, and EVs
River	2008–2009	20 and 36% of samples (total of 85) positive for AdV and EVs, respectively
Urban Rivers	2006–2009	83% of samples (70 of 84) were positive for at least one enteric virus (AdV, astrovirus, EV, NoV, HAV)
Fresh/Marine	2006	Nearly 40% of samples virus positive; AdVs were more prevalent than NoVs in both marine and fresh waters
River	2009–2010	54, 63, and 44% of samples (total of 52) positive for NoV GI, NoV GII, and AdV, respectively
River	2007–2008	Nearly 31% of samples (20 of 65) positive for NoV
River	2010–2011	100% of samples (total of 12) were positive for AdV and RV while 50% were positive for EVs

Εικόνα, 11, Εμφάνιση ιών σε πηγές υδάτων. Πηγή από: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879625713002083?via%3Dihub>

Εκτός από τις ευάλωτες αυτές περιπτώσεις, μόλυνση του νερού από ιούς μπορεί να συμβεί και σε μια δημοτική πηγή νερού καθώς υπάρχουν πολλά στοιχεία που μπορούν να την κάνουν επικίνδυνη, όπως (κυρίως περιβαλλοντικές εστίες):

- Φυσικές Καταστροφές (Όπως: πλημμύρες, χιονοπτώσεις, βροχοπτώσεις και ξηρασία, αυτές οι φυσικές καταστροφές είναι σε θέση να απελευθερώσουν υδατογενείς ιούς, οι οποίοι βρίσκονται σε εδάφη ή σε άλλες πηγές υδάτων και να τους μεταφέρουν σε πόσιμα ύδατα, ή ύδατα που θα χρησιμοποιηθούν από τον άνθρωπο. Πιο συγκεκριμένα για την υπερχειλίση των λυμάτων σε διάρκεια πλημμύρας, μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την παρουσία και την εξάπλωση των υδατογενών ιών. Κατά την πλημμύρα τα υδάτινα οικοσυστήματα μπορούν να υποστούν υπερχειλίση, και έτσι τα λύματα από αποχετεύσεις κανάλια και σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων, μπορούν να απελευθερωθούν στο περιβάλλον με αποτέλεσμα, εκτός της ρύπανσης του περιβάλλοντος που δημιουργείτε, η μεταφορά των ιών να αυξάνεται κατά πολύ. Όπως επίσης και η ξηρασία, η ακριβής επίδραση της ξηρασίας στους υδατογενείς ιούς, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως: το είδος του ιού, της τοπολογίας, του εδάφους και των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Πάντως, η ξηρασία, ευνοεί την παρουσία και την εξάπλωση των υδατογενών ιών κατά πολύ.)
- Αλλαγή Κλίματος (Η αύξηση της θερμοκρασίας και η αλλαγή των κλιματικών συνθηκών μπορεί να επιταχύνει την ανάπτυξη κάποιων υδατογενών ιών ή να δημιουργήσει κάποια περιβάλλοντα που ενισχύουν την εξάπλωση τους.)



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

- Ρύπανση (Η ρύπανση του νερού από βιολογικά, χημικά ή και ανθρωπογενή ρυπογόνα μπορεί να δημιουργήσει περιβάλλοντα όπου οι υδατογενείς ιοί ευδοκιμούν και εξαπλώνονται με μεγαλύτερη ευκολία.)
- Λανθασμένη Συντήρηση Χλωρίωσης Του Νερού Πηγής (Αν και η χλωρίωση του νερού, βοηθάει στην εξάλειψη των ιών και άλλων παθογόνων, η υπερβολική χρήση χλωρίου ή η λανθασμένη εφαρμογή της μπορεί να έχει τα αντίθετα αποτελέσματα.)
- Λανθασμένες Δημοτικές Διαδικασίες Απολύμανσης (Οι λανθασμένες δημοτικές διαδικασίες απολύμανσης μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην παρουσία και την εξάπλωση υδατογενών ιών. Αν δεν εφαρμοστούν σωστά, οι διαδικασίες απολύμανσης, οι ιοί μπορούν να επιβιώσουν και να μεταδοθούν στο νερό, προκαλώντας επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Μερικές λανθασμένες δημοτικές διαδικασίες απολύμανσης είναι: Ανεπαρκής ή υπερβολική χρήση χλωρίου ή και άλλων απολυμαντικών, ανεπαρκής επιτήρηση και συντήρηση των συστημάτων απολύμανσης και μη συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις.)

### 3.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΓΙΑ ΙΟΥΣ

Ο έλεγχος για την παρουσία των ανθρώπινων εντερικών ιών στα ύδατα ξεκίνησε το 1940 . Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος Των ΗΠΑ έχει αξιολογήσει σαν ενδεχομένως ρυθμιστικό διάλυμα τους ιούς: αδενοϊούς, τους καλυκοϊούς, τους εντεροϊούς και τον ιό της ηπατίτιδας Α (USEPA, 2009).

Οι κανονισμοί των ΗΠΑ απαιτούν την εξάλειψη ή την αδρανοποίηση του 99,99% των εντερικών ιών με επίσημες τεχνικές θεραπείες. Αυτές οι επίσημες τεχνικές επεξεργασίας βασίζονται σε ένα Bench scale studies όπου, ένας συγκεκριμένος ιός εκτίθεται σε ένα απολυμαντικό σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες έως ότου φτάσει το 99,99% της αδρανοποίησης. Με την ανάλυση μιας σειράς εντερικών ιών, βγαίνει πόρισμα και κανονισμοί για κάθε απολυμαντικό με κριτήριο την αρμόζουσα δόση για την πλήρης (έως όπου γίνεται) αδρανοποίηση ανθεκτικού εντερικού ιού που χρησιμοποιήθηκε.

Μετάπειτα, ένας τρόπος για έλεγχο ιών στο πόσιμο νερό, είναι ο εργαστηριακός τρόπος. Όπου, θεωρείται και ο πιο διαδεδομένος και εξακριβωμένος έλεγχος. Τα συγκεκριμένα βήματα που χρειάζεται να πραγματοποιηθούν για τον έλεγχο αυτόν είναι:

1. Να παρθεί δείγμα του νερού.
2. Μετέπειτα, στο εργαστήριο το δείγμα νερού συγκεντρώνεται σε μικρότερο όγκο.
3. Έπειτα, πραγματοποιείται ανίχνευση των ιών με μοριακή ανίχνευση (Δοκιμές Αλυσιδωτής Αντίδρασης πολυμεράσης PCR ).

Ο πιο γνωστός και διαδεδομένος τρόπος παγκοσμίως για απομάκρυνση ιού είναι η φυσική αφαίρεση. Η διήθηση στην περίπτωση απομάκρυνσης ιών δεν είναι αποτελεσματική, καθώς οι ιοί είναι τόσο μικροί που την κάνουν να είναι αναποτελεσματική.

Δυστυχώς, νομοθετικά δεν υπάρχει καμία νομοθεσία, νόμος ψήφισμα ή κάτι για την πραγμάτωση ελέγχου για ιούς όπως υπάρχει στα βακτήρια. Αυτό, θα έπρεπε να αλλάξει κατευθείαν ειδικά μετά από τόσες αρρώστιες και θανάτους που προκαλούν οι υδατογενείς ιοί.

Μέθοδοι συγκέντρωσης και ανίχνευσης ιών:



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Όσον αφορά τις τεχνολογίες ανίχνευσης ιών, η κυτταρική καλλιέργεια έχει οριστεί σαν την καλύτερη τεχνολογία ανίχνευσης ιών. Η μοριακή βιοτεχνολογία έχει επίσης γίνει ανάρπαστη όσο αφορά στην εύρεση αλλά και την αξιολόγηση της εμφάνισης ιών στο νερό.

Οι πιο γνωστές διεθνώς εφαρμογές συγκέντρωσης ιών από το νερό είναι:

- (1) Ηλεκτροαρνητικά φίλτρα (Μεμβράνες νάιλον και φίλτρα μικτών εστέρων κυτταρίνης. Η διαδικασία είναι σχετικά εύκολη καθώς τα βήματα είναι τα εξής: Οι ιοί απορροφούνται στην επιφάνεια της μεμβράνης μέσω ηλεκτροστατικής έλξης με ρύθμιση του pH και επακόλουθη έκλουση από την επιφάνεια. Απαιτείται προσθήκη συγκεκριμένου άλατος ή οξέος) (Cashdollar, Wymer, 2013).
- (2) Ηλεκτροθετικά φίλτρα (Φίλτρα από ίνες γυαλιού και φίλτρα νανο-αλουμινίου, που έλκουνε τους αντίθετους φορτισμένους ιούς στο υδάτινο περιβάλλον.)
- (3) Η υπερδιήθηση (UF) (Θεωρείται, μια διαδικασία συγκέντρωσης στην οποία παγιδεύονται οι ιοί, οι οποίοι πρέπει να είναι μεγαλύτεροι στο μέγεθος από τους πόρους της μεμβράνης. Κυρίως είναι ιδανική για μικρό όγκο δειγμάτων χαμηλής θολότητας. Οι παράγοντες που παίζουν ρόλο στα ποσοστά ανάκτησης συγκέντρωσης του κάθε ιού είναι: ο τύπος του κάθε ιού, τα συστατικά της μήτρας του νερού και ο όγκος του δείγματος) (Cashdollar, Wymer, 2013).
- (4) Ιική κροκίδωση/καθίζηση (Αποτελεί μια από τις πιο οικονομικές, πρακτικές εφαρμογές συγκέντρωσης ιών παγκοσμίως) (Bofill-Mas, Rusiñol, 2020).

Οι πιο γνωστές διεθνώς εφαρμογές – μέθοδοι ανίχνευσης ιών από το νερό είναι:

- (1) Η μέθοδος κυτταροκαλλιέργειας (Από τις πιο γνωστές μεθόδους ανίχνευσης μολυσμένων ιών. Πάραυτα, δεν είναι μια ακριβής μέθοδος, καθώς τις συγκεντρώσεις των μολυσματικών ιών τις εμφανίζει κατά 2-3 τάξεις μεγέθους)
- (2) Η μέθοδος της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR) (εξέλιξη των μοριακών βιολογικών εφαρμογών, έχει επιφέρει σημαντικά αποτελέσματα όσο αφορά την ανίχνευση των μολυσμένων ιών. Με την PCR για πρώτη φορά έχουμε την πιο ακριβής ποσοτικοποίηση των γονιδιωμάτων του ιού στο νερό (Haramoto et al., 2018). Η τεχνική ενισχύει ορισμένα θραύσματα νουκλεϊκού οξέος in vitro. Ακόμη, μια χρήση της είναι για την ανίχνευση των ιών που δύσκολο να καλλιεργηθούν σε κύτταρα ή να σχηματίσουν πλάκες) (Vinje, 2015).
- (3) Η αλυσιδωτή αντίδραση αντίστροφης μεταγραφής-πολυμεράσης (RT-PCR) (Η διαδικασία αυτής της τεχνικής είναι: Αρχικά, πραγματοποιείται εκχύλιση ιικού νουκλεϊκού οξέος και στη συνέχεια αντίστροφη μεταγραφή του RNA σε συμπληρωματικό DNA) (Carter et al., 2020).
- (4) ICC-PCR (Οι μέθοδοι της PCR και της RT-PCR δεν θεωρούνται ιδανικές για την εύρεση μολυσμένων και αδρανοποιημένων ιών, (Bhattacharya et al., 2004), έτσι δημιουργήθηκε μια καινούρια τεχνική ολοκληρωμένης κυτταροκαλλιέργειας-αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (ICC-PCR). Η διαδικασίες που γίνονται σε αυτήν την μέθοδο περιέχουν: εμβολιασμό του συμπυκνωμένου δείγματος από κυτταροκαλλιέργεια που ακολουθείται από ανάλυση RT-PCR.)



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

#### 4. ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ

Ο όρος δημόσια υγεία μας παροτρύνει σε μια επιστήμη , όπου ο ρόλος της είναι συγκεκριμένος. Η επιστήμη της δημόσιας υγείας, ασχολείται με την παρεμπόδιση των λοιμώξεων, την παράταση της ζωής , την αναβάθμιση της σωματικής υγείας, την παραγωγικότητα των πολιτών μέσα από μεθοδικές προσπάθειες της κοινότητας, την φροντίδα του περιβάλλοντος, τον συστηματικό έλεγχο για τις μολύνσεις που υπάρχουνε στην πολιτεία, την εκμάθηση και πληροφόρηση του κάθε ατόμου προσωπικά για τον σωστό τρόπο της προσωπικής υγιεινής, την σωστή λειτουργία των ιατρικών και νοσηλευτικών κέντρων για την σωστή και ακριβή διάγνωση των ασθενειών, την προληπτική θεραπεία της κάθε ασθένειας καθώς και την βελτίωση της υγείας των πολιτών. Την σημασία του ορισμού της, την πήρε από τον Edward Winslow το 1920, ο οποίος ήταν ένας πρόεδρος σημαντικών και αρκετών οργανισμών , όπως για παράδειγμα: American Public Health Association , American Association for the Advancement of Science καθώς και του American Society of Heating and Ventilating Engineers. Βέβαια, διάφοροι είναι οι ορισμοί που έχουνε δοθεί για την δημόσια υγεία κατά τα χρόνια από σπουδαίους ανθρώπους, αλλά ο επικρατέστερος είναι ο προαναφερόμενος. Το ψήφισμα του άρθρου 1 του ν. 3370/2005, προσδιορίζει την δημόσια υγεία σαν ‘το σύνολο των οργανωμένων δραστηριοτήτων της πολιτείας και της κοινωνίας, που είναι επιστημονικά τεκμηριωμένες και αποβλέπουν στην πρόληψη νοσημάτων, στην προστασία και την προαγωγή της υγείας του πληθυσμού, στην αύξηση του προσδόκιμου επιβίωσης και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής’. Με λίγα λόγια, η δημόσια υγεία ασχολείται με τους κινδύνους που διατρέχει η υγεία των πολιτών. Η δημόσια υγεία , είναι ένας αλληλοσυνδεμένος κρίκος με διάφορους τομείς που συνδέονται άμεσα με τον άνθρωπο και επιδράνε στην υγεία τους. Οι τομείς αυτοί είναι: κοινωνική , οικονομική και περιβαλλοντική. Ο σκοπός της δημόσιας υγείας είναι ο σχηματισμός των αρμοζουσών συνθηκών, ώστε οι άνθρωποι να καταφέρνουνε να ζούνε υγιεινά και να ευχαριστιούνται μια καλή, και υγιή ζωή. Η δημόσια υγεία, είναι μια δράση της δημόσιας πολιτικής και έτσι γίνεται με αρμόζουσα το κράτος, Επομένως απευθύνεται σε όλους τους ανθρώπους της κάθε χώρας (άστεγοι , φτωχοί και ευάλωτες ομάδες ). Οι φορείς που δουλεύουνε και λειτουργούνε στην δημόσια υγεία είναι οι εξής:

- Ιατροί ( Το κύριο είδος της δημόσιας υγείας, καθώς είναι εξειδικευμένοι πάνω στην προληπτική ιατρική και την υγεία) .
- Νοσηλευτές ( Κυρίως νοσηλευτές που είναι εξειδικευμένοι στην κοινοτική νοσηλευτική )
- Ψυχολόγοι
- Επιδημιολόγοι
- Στατιστικολόγοι
- Βοηθοί Ιατρικών Λειτουργιών
- Μικροβιολόγοι



### «Καραμαλή Βιργινία»,

«Μεσό Μολυσμαίο Με Ιοί» - Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

- Επιθεωρητές περιβαλλοντικής υγείας και επιθεωρητές δημόσιας υγείας
- Φαρμακοποιοί
- Επόπτες δημόσιας υγείας
- Διαιτολόγοι και διατροφολόγοι
- Κτηνίατροι
- Γεωπόνοι
- Κοινωνιολόγοι

Από την άλλη οι δημόσιες υπηρεσίες, επιτελούνε και αυτές ένα έργο με στόχο την ασφάλεια των ανθρώπων και την βελτίωση στη ζωή τους. Βέβαια, χρειάζεται να τηρούνε και κάποιες ακόμη λειτουργίες, όπως: Προσφορά ιατρικής περίθαλψης, ενημέρωση και πληροφόρηση υγιεινών τρόπων , εποπτεία των μολύνσεων - των εμβολιασμών – της επιδημιολογίας και των σχεδίων πρόληψης , δημιουργία και αξιολόγηση υπηρεσιών υγείας και τέλος στην αντιμετώπιση των εκτάκτων απειλών της υγείας.

#### 4.1 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΓΕΝΩΝ ΙΩΝ

Όπως, προαναφέραμε και πριν οι ασθένειες που οφείλονται σε ιούς του νερού δεν είναι όλες επιβλαβείς για την υγεία μας, κάποιες ασθένειες μπορεί να είναι και τελείως ασυμπτωματικές. Ωστόσο, στον παρακάτω πίνακα (βλ. πίνακα 17) απεικονίζονται αναλυτικά ο κάθε ιός με την ασθένεια που μπορεί να επιφέρει. Στην εικόνα 12, αναλύονται οι ιοί, το γένος τους, οι ασθένειές που προκαλούν και οι επιπτώσεις που έχουν στη δημόσια υγεία. Στην εικόνα 13, έχουμε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το 2003 έως και το 2010 σε σχέση με τις υδατογενείς μολύνσεις στις ΗΠΑ.

<u>Ιοί</u>	<u>Ασθένειες</u>
Adenovirus	Επιπεφυκίτιδα - οφθαλμικές λοιμώξεις – φαρυγγίτιδα – γαστρεντερίτιδα – αναπνευστική νόσο και πυρετό
Αστροϊός	Γαστρεντερίτιδα – διάρροια
Νοροϊός	Εμετό – Γαστρεντερίτιδα – Αδιαθεσία – Κράμπες – Πυρετό - Θάνατο
Τοροϊός	Γαστρεντερίτιδα
Ορθοηπειϊός	Ηπατίτιδα Ε
Εντεροϊός	Παράλυση – Μηνιγγίτιδα – φαρυγγίτιδα – επιπεφυκίτιδα – εγκεφαλίτιδα - πυρετός – αναπνευστική νόσος – μυοκαρδίτιδα – καρδιακές ανωμαλίες – βιασύνη – γαστρεντερίτιδα – πολιομυελίτιδα
Ηπατίτιδα	Ίκτερο – Πυρετό – Ναυτία – Εμετό - Προβλήματα στο ήπαρ - Ηπατίτιδα
Ιός JC	Προοδευτική πολυεστιακή λευκοεγκεφαλοπάθεια



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Rotavirus	Ζάλη – ναυτία - πονοκέφαλο - Αφυδάτωση - Πυρετό – Εμετό - Δερματολογικές παθήσεις – Διάρροια - Στομαχικές Διαταραχές - Κοιλιακές κράμπες - Γαστρεντερίτιδα
Adenovirus/ Νοροϊός	Ήπια- Σοβαρή γαστρεντερίτιδα
Adenovirus/ Εντεροϊός	Αναπνευστική νόσο

Πίνακας 17, Οι ιοί και οι ασθένειές που προκαλούν.

Viruses of primary concern for waterborne disease outbreaks.				
Family	Virus group	Properties	Associated illnesses	Public health impact
Adenoviridae	Adenoviruses	90–100 nm, dsDNA	Conjunctivitis, gastroenteritis, respiratory disease	Outbreaks not common in the U.S. though sporadic illnesses do occur; respiratory disease most common
Astroviridae	Astroviruses	28–30 nm, ssRNA	Gastroenteritis	Predominantly impacts children ≤2 years of age; possibly higher prevalence in settings outside of U.S. (i.e. China, India, Egypt)
Picornaviridae	Enteroviruses <sup>a</sup>	24–30 nm, ssRNA	Gastroenteritis, HFMD, encephalitis, meningitis, conjunctivitis	10–15 million infections in the U.S. each year (all routes of transmission, not just water) <sup>b</sup>
Picornaviridae	HAV	25–30 nm, ssRNA	Hepatitis	17,000 new cases in the U.S. in 2010 (person-to-person food and water) <sup>c</sup> ; in developing countries nearly all children are infect with HAV by 9 years of age <sup>d</sup>
Picornaviridae	HEV	25–30 nm, ssRNA	Acute viral hepatitis	Rare in the U.S. though it is very common in many parts of the world due to inadequate sanitation; 20 million cases globally each year <sup>e</sup>
Caliciviridae	Noroviruses	27–38 nm, ssRNA	Gastroenteritis	Leading cause of reported outbreaks of gastroenteritis in the U.S. and primary cause of viral gastroenteritis and foodborne outbreaks worldwide
Reoviridae	Rotaviruses	70–75 nm, dsRNA	Gastroenteritis	Before introduction of vaccine in 2006, resulted in hospitalization 55,000 children each year in the U.S. and caused 527,000 deaths in children each year worldwide <sup>f</sup>

Εικόνα, 12, Ιοί, ασθένειες και επιπτώσεις. Πηγή από: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879625713002083?via%3Dihub>

Waterborne disease outbreaks due to viral pathogens in the United States – 2003–2010. <sup>a</sup>				
Location	Year	Water type	Virus	No. of cases
Connecticut	2003	RW-T	Echovirus 9	36
Florida	2004	RW-T	NoV	42
Idaho	2004	RW-T	NoV	140
Minnesota	2004	RW-U	NoV	9
Oregon	2004	RW-U	NoV	39
Pennsylvania	2004	DW, pond	NoV	70
Vermont	2004	RW-T	NoV	70
Minnesota	2005	RW-U	NoV	8
Florida	2006	RW-U	NoV Gil	50
Maryland	2006	DW, well	NoV Gi	148
Minnesota	2006	RW-U	NoV Gi	10
North Carolina	2006	DW, spring	HAV	16
Oregon	2006	DW, well	NoV Gi	48
Wisconsin	2006	RW-T	NoV	18
California	2007	RW-T	NoV Gil	6
Colorado	2007	DW, well	NoV Gil	77
Idaho	2007	RW-T	NoV Gil	50
Maryland	2007	DW, well	NoV Gil	94
Washington	2007	DW, well	NoV	32
Wisconsin	2007	DW, well	NoV Gi	229
Connecticut	2008	RW-U	NoV Gi	16
Minnesota	2008	RW-U	NoV	26
Ohio	2008	RW-U	NoV Gi	54
Oklahoma	2008	DW, well	NoV Gl.4	62
Tennessee	2008	DW, well	HAV	9
Wisconsin	2008	RW-U	NoV Gi	23
Maine	2009	DW, well	HAV	2
California	2010	DW, well	NoV	47

Εικόνα, 13, Υδατογενή κρούσματα στις Ηνωμένες Πολιτείες, το χρονικό διάστημα 2003 με 2010. Πηγή από: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879625713002083?via%3Dihub>



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

## 4.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Οι υδατογενείς ιοί, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις σε αρκετούς κλάδους της ζωής μας, όπως: στο περιβάλλον, στη παγκόσμια οικονομία, στην κοινωνία αλλά και στην δημόσια υγεία των ανθρώπων. Προκαλούν διάφορα νοσήματα, όπως γαστρεντερίτιδα, πυρετό, ίκτερο, ναυτία, επιπεφυκίτιδα και αναπνευστικά προβλήματα. Οι υδατογενείς ιοί, δεν είναι αρκετοί, πάραυτα όμως οι επιπτώσεις που επιφέρουν είναι αρκετά σημαντικές. Οι λοιμώξεις των ιών αυτών, μπορούν να δημιουργήσουν ολόκληρες επιδημίες με αποτέλεσμα να υπάρχει ολόένα και μεγαλύτερος αριθμός των κρουσμάτων και να χρειάζονται παραπάνω πόροι για την αντιμετώπιση της λοίμωξης. Επίσης, μερικές φορές οι λοιμώξεις από υδατογενείς ιούς μπορούν να προκαλέσουν και θάνατο. Οι ιοί που περιέχονται στα ύδατα, θεωρούνται ένα αρκετά σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα, με επιζήμιες επιπτώσεις. Το μεγαλύτερο πρόβλημα, το αντιμετωπίζουν οι αναπτυσσόμενες χώρες όπου εκεί η πρόσβαση σε καθαρό, πόσιμο νερό είναι αρκετά περιορισμένη καθώς και η υγιεινή του νερού σχεδόν ανεπαρκής. Στις συγκεκριμένες περιοχές, οι ασθένειες και οι θάνατοι από υδατογενείς ιούς, βρίσκονται σε υψηλά στάδια. Μέσω μιας έρευνας του ΟΗΕ, στις Αφρικανικές χώρες σχεδόν 190 εκατομμύρια παιδιά βρίσκονται σε κίνδυνο λόγω του μολυσμένου νερού. Οι επιπτώσεις των ιών αυτών, μπορεί να θεωρούνται σε γενικές γραμμές ασυμπτωματικές ή μη επικίνδυνες αλλά οι επιπτώσεις που επιφέρουν είναι μακροπρόθεσμες. Οι επιπτώσεις που επιφέρουν ή μπορεί να επιφέρουν οι υδατογενείς ιοί, είναι αρκετά σοβαρές επομένως, χρειάζεται να βρεθούν σωστά μέτρα πρόληψης που να περιλαμβάνουν την χρήση καθαρού, πόσιμου και ασφαλούς νερού, την σωστή υγιεινή του νερού, την προώθηση των πρακτικών υγιεινής σε κάθε πόλη και αποτελεσματικά συστήματα ύδρευσης.

## 4.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΑ

Οι σχετικοί νόμοι, που υπάρχουν για την ποιότητα, την προστασία του νερού και της δημόσιας υγείας είναι αρκετοί. Βέβαια, ο κάθε νόμος, με την πάροδο των χρόνων και τις σχετικές αλλαγές που συμβαίνουν, είτε αλλάζει είτε αναβαθμίζεται σχετικά με τις επιστημονικές εξελίξεις και τις ανάγκες της διεθνούς υγείας. Αν και, υπάρχουν τόσοι νόμοι σχετικά με την σημαντικότητα του νερού, την ιδιότητα του σαν ανθρώπινο δικαίωμα, την σημασία να εξασφαλίζεται το καθαρό, πόσιμο νερό σε όλους, δεν υπάρχει ακόμη κάποιος συγκεκριμένος νόμος που να αφορά αποκλειστικά την προστασία από τους υδατογενείς ιούς είτε με την απολύμανση τους είτε με την απομάκρυνση τους. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, φαίνεται να έχει δώσει την μεγαλύτερη βάση πάνω στο συγκεκριμένο θέμα, σε σύγκριση με άλλους οργανισμούς. Το μεγαλύτερο μέρος, για την εξασφάλιση της τήρησης των οδηγιών του ΠΟΥ, το έχουν οι ρυθμιστικές αρχές και το κράτος και μετέπειτα οι άνθρωποι. Μερικές από τις οδηγίες που έχουν δοθεί και πρέπει να εφαρμοστούν και να αξιολογηθούν ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε χώρας, για ασφαλέστερο νερό και για τη βελτίωση της δημόσιας υγείας είναι: Αξιολόγηση της ποιότητας του νερού (κυρίως του πόσιμου), σωστή προώθηση πρακτικών υγιεινής, πραγματοποίηση της διαχείρισης των υδάτινων πόρων, και λήψη μέτρων για την σωστή διαχείριση κρίσεων.

Ο ΠΟΥ, έχει ορίσει τους εντερικούς ιούς, ανεξαρτήτως της ποσότητας που βρίσκονται στα ύδατα, επικίνδυνους για την δημόσια υγεία. Επομένως, για τους εντερικούς ιούς, έχουν τεθεί



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

σαφείς και συγκεκριμένες οδηγίες που πρέπει να εφαρμοστούν για την απομάκρυνση τους από τα ύδατα (ΠΟΥ, 2003).

Οι νομοθεσίες της κάθε χώρας αλλάζουν σύμφωνα με τα προβλήματα και τις ανάγκες που υπάρχουν στην κάθε χώρα. Για παράδειγμα, στις ΗΠΑ, η Υπηρεσία Προστασίας Του Περιβάλλοντος (EPA), έχει θεσπίσει πως τα συστήματα που χρησιμοποιούν επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα θα πρέπει να ελαττώσουν την παρουσία των ιών στο 99,9 %. Επίσης, ύστερα από την απόφαση που πήρε ο ΠΟΥ, σχετικά με τους εντερικούς ιούς, βγήκε απόφαση πως η παρουσία των εντεροϊών, πρέπει να είναι στο μηδέν. Όπως, υπάρχουν διαφορές και τροποποιήσεις στις νομοθεσίες της κάθε χώρας, έτσι και κάθε χώρα έχει κηρύξει το κατάλληλο μέσο απολυμαντικό που της ταιριάζει παραπάνω. Για παράδειγμα:

Οι Καναδικές οδηγίες: Το καλύτερο μέσο απολύμανσης για παρουσία ιών, είναι η κατάλληλη δείκτες μόλυνσης όπως είναι η E. Coli.

Οι Αιγυπτιακές οδηγίες: Δυστυχώς, στις αιγυπτιακές οδηγίες, η παρουσία ιών δεν υπάρχει πουθενά.

Στη Σαουδική Αραβία οδηγίες: Επίσης δεν υπάρχουν σαφές οδηγίες για την παρουσία των ιών στα ύδατα.

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι μολύνσεις των υδάτων από ιούς, είναι ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα, που χρειάζεται άμεση αντιμετώπιση. Η μόλυνση του νερού και οι επιπτώσεις που θα επιφέρει είτε στην δημόσια υγεία, είτε στο περιβάλλον, είτε στα ζώα είτε στην οικονομία, είναι τεράστιες και αρκετά σοβαρές. Για την πρόληψη και την βελτίωση της δημόσιας υγείας, αλλά και όχι μόνο χρειάζεται να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα. Η αντιμετώπιση ενός τέτοιου προβλήματος αφορά πολλούς παραμέτρους. Χρειάζεται ολοκληρωμένες προσεγγίσεις σε διάφορα επίπεδα, όπως των υγειονομικών πρακτικών, των υδραυλικών συστημάτων αλλά και της ευαισθητοποίησης της κοινότητας. Οι πρακτικές απολύμανσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα ύδατα αλλά και πιο εξειδικευμένα σε:

- Κολυμβητικές δεξαμενές, λουτρά, πισινές αναψυχής
- Ιχθυοτροφεία, ενυδρεία και υδάτινα πάρκα
- Πύργους ψύξης
- Νερό για χρήση υγιεινής.

Στην κάθε τεχνική απολύμανσης, μεγάλη σημασία έχουν διάφοροι παράγοντες, κυρίως περιβαλλοντολογικοί που μπορούν να την επηρεάσουν στο αποτέλεσμα που θα έχει στην αδρανοποίηση του ιού. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

Ο Χρόνος επαφής: Θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός συγκέντρωσης ενός απολυμαντικού μέσου, τόσο μεγαλώνει και το ποσοστό απολύμανσης των ιών.

Η Θερμοκρασία



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

Το Είδος και η συγκέντρωση του απολύμαντικού: Ορίζεται από την μαθηματική σχέση (Βλ.

$$C^n \cdot t = K$$

εικόνα 14) : Εικόνα, 14, Μαθηματική σχέση (Metcalf , Eddy 1991)

Συχνότητα ελέγχων: Η τακτική παρακολούθηση της ποιότητας του νερού και η αντίδραση σε ενδεχόμενες παραβιάσεις.

Συντήρηση Εγκαταστάσεων

Σωστή Δοσολογία: Η σωστή ποσότητα χλωρίου ή άλλων χημικών για την απολύμανση.

Κόστος: Το κόστος της λειτουργίας και της εγκατάστασης των διάφορων τεχνικών απολύμανσης είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το αποτέλεσμα.

Ποιότητα του νερού: Η πηγή του νερού και η ποσότητα των ρυπαντικών που περιέχει επηρεάζει την επιλογή των τεχνικών απολύμανσης. Το νερό από διαφορετικές πηγές μπορεί να απαιτεί διαφορετικές μεθόδους επεξεργασίας.

Το Είδος και η συγκέντρωση των ιών: Ορίζεται από τη μαθηματική σχέση (Βλ. εικόνα 15):

$$C^r \cdot N_c = K$$

Εικόνα, 15, Μαθηματική σχέση (Metcalf , Eddy 1991)

Η μεγαλύτερη βαρύτητα, όσο αφορά τις μελέτες που έχουν γίνει για να δημιουργηθεί ένα μοντέλο ή μια τεχνική απολύμανσης ενός ιού έχει δοθεί στο πόσιμο νερό. Έτσι, τα μοντέλα και οι τεχνικές απολύμανσης είναι παραπάνω προσαρμοσμένες για το πόσιμο νερό. Οι προτάσεις αντιμετώπισης και απολύμανσης των υδατογενών ιών είναι:

1. Φυσική Απολύμανση.

**Με Υπεριώδη Ακτινοβολία UV:**

Η απολύμανση με υπεριώδη Ακτινοβολία UV , αποτελεί μια φυσική απολύμανση και τα τελευταία χρόνια γίνεται ολοένα και πιο ανάρπαστη λόγω της αποτελεσματικότητας της. Η μέθοδος της υπεριώδους ακτινοβολίας απαρτίζεται από κάποια συγκεκριμένα βήματα: Για αρχή γίνεται η διέλευση του νερού μέσα από τους σωλήνες που διαχέουν υπεριώδη ακτινοβολία, οι οποίοι είναι ικανοί να βλάψουν απευθείας τα ιικά νουκλεϊκά οξέα και να μετατρέψουν το γονιδίωμα σε μη αναπαραγόμενο, έτσι ώστε τα βακτήρια και οι ιοί να χάνουν τη βιωσιμότητα και την ικανότητα αναπαραγωγής τους (Simonet , Gantzer, 2006, Wigginton et al., 2012,. Sigstam et al., 2013 ). Με λίγα λόγια δηλαδή, το σύστημα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία σκοτώνει στην ουσία σιγά σιγά το DNA των ιών, λόγω του υπεριώδους φωτός (UV), με αποτέλεσμα , οι ιοί να μην μπορούν να αναπαραχθούν και να καθίστανται ανίκανοι. Η φυσική απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία είναι ικανή να σκοτώσει έως και το 99,9 των ζωντανών οργανισμών όταν το νερό προ φιλτράρεται. Τις παραπάνω φορές, η μέθοδος της υπεριώδους ακτινοβολίας, πραγματοποιείται σε συστήματα συνεχούς κύματος μονοχρωματικών χαμηλής πίεσης (LP) και πολυχρωματικών συστημάτων UV μέσης πίεσης (MP). Η διαφορά μεταξύ τους βρίσκεται στο ότι οι λαμπτήρες ατμού υδραργύρου LP έχουν ένα μεγάλο μήκος κύματος εξόδου (85%) στα 254 nm, ενώ το MP UV εκπέμπει φάσμα υψηλής έντασης UV μεταξύ 200 nm και 400 nm ( Oguma et al., 2002 ). Ένα από τα μεγαλύτερα θετικά, της συγκεκριμένης μεθόδου, είναι ότι όσο αφορά το εργατικό προσωπικό, η μέθοδος είναι τελείως φιλική. Δεν παρατηρούνται



### «Καραμαλή Βιργινία»,

#### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

ούτε οσμές ούτε τίποτα επικίνδυνο. Επίσης, ο χρόνος επαφής μέχρι να πραγματοποιηθεί η απολύμανση είναι ελάχιστος από είκοσι έως και τριάντα λεπτά (με μικρή ένταση UV).

2. Αναδυόμενες τεχνολογίες απολύμανσης.

#### **Φωτοκαταλυτική απολύμανση:**

Από την διέγερση του φωτός, ο ημιαγωγός φωτοκαταλύτης ενεργοποιεί το οξυγόνο σε αέρια είτε σε υδατινή φάση για να παράγει μια ομάδα από δραστικές ουσίες, όπως: Μονό-οξυγόνο, ρίζες υπεροξειδίου, υπεροξειδίου του υδρογόνου, ρίζες υδροξυλίου και ριζοσπάστες. Η ομάδα αυτή από δραστικές ουσίες, απολυμάνει σε μεγάλο βαθμό τους ιούς και τα παθογόνα από τα ύδατα. Το μυστικό της φωτοκαταλυτικής απολύμανσης, είναι η εξέλιξη των φωτοκαταλυτών. Ο πιο γνωστός παγκοσμίως φωτοκαταλύτης είναι ο  $TiO_2$ . Αν και θεωρείται ο πιο γνωστός φωτοκαταλύτης παγκοσμίως, η αλήθεια είναι πως έχει αρκετά μειονεκτήματα, όπως: η μεγάλη απαίτηση που έχει σε ακτινοβολία UV ( Zang et al., 2019 ), καθώς και ότι αποτελεί μια σημαντικά δαπανηρή μέθοδο. Βέβαια, υπάρχουν και θετικά στοιχεία στη συγκεκριμένη μέθοδο, όπως: Το  $TiO_2$  αποτελεί έναν ανακυκλώσιμο καταλυτή. Επίσης, είναι δυνατόν να προκαλέσει την εξάλειψη από μια ολόκληρη ομάδα επικίνδυνων ενώσεων.

#### **Σπηλαίωση:**

Η Σπηλαίωση χωρίζεται και αυτή σε δύο κατηγορίες : Την υδροδυναμική σπηλαίωση (HC) και την ακουστική σπηλαίωση (AC). Η πρώτη κατηγορία, είναι πολύ πιο οικονομική, αν και η μέθοδος της σπηλαίωσης από μόνης της αποτελεί μια πανάκριβη διαδικασία ( Holkar et al., 2019 ). Η σπηλαίωση αποτελεί μια συνδυαστική διαδικασία.

3. Χημική Απολύμανση.

#### **Οζονισμός:**

Το όζον, γνωστό και σαν  $O_3$  αποτελεί ένα από τα καλύτερα απολυμαντικά στην αγορά για όλους σχεδόν τους υδατογενείς ιούς ( Wolf et al., 2018 ). Δεν προσφέρει μόνο απολύμανση του ιού, αλλά και εξέταση γεύσης και οσμής, αλλά και χημική οξειδωση των ρύπων στο πόσιμο νερό. Σε διάφορες μελέτες έχει φανεί, πως το όζον απολύμανε πλήρως τους εντερικούς ιούς: EV, NV ( Shin , Sobsey, 2003 ), PV ( Shin , Sobsey, 2003 , Thurston-Enriquez et al., 2005 ), HAdV ( Thurston-Enriquez, et al. 2005 ). Ακόμη, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του όζον είναι πως είναι ισχυρό απολυμαντικό μέχρι και στους ανθεκτικούς στο χλώριο ιούς, όπως ο Αδενοϊός. Βέβαια, η εφαρμογή του όζον σαν απολυμαντικό είναι δύσκολη διαδικασία, λόγω τις αστάθειας του και της περιοριστικότητας του σε διαλυτότητα στο νερό. Γενικά , η απολύμανση με όζον αποτελεί μια συνδυαστική διαδικασία με την απολύμανση με χλώριο. Επίσης, θεωρείται ότι όσο αφορά την απολύμανση των ιών, το όζον είναι πιο αποτελεσματικό από το χλώριο. Ο χρόνος επαφής μέχρι να πραγματοποιηθεί η απολύμανση των ιών κυμαίνεται από δέκα έως τριάντα λεπτά περίπου.

#### **Με Χλώριο:**

Ως γνωστόν το χλώριο εξαφανίζει και απολυμαίνει όλους τους ιούς που υπάρχουν μέσω μιας χημικής αντίδρασης. Με την προσθήκη χλωρίου στο νερό δημιουργείται ένα ασθενές οξύ, το ΥΠΟ χλωρικό οξύ και εισέρχεται στα κυτταρικά τοιχώματα των ιών εξαλείφοντας τους. Η μέθοδος αυτή με το χλώριο αποτελεί την πιο διαδεδομένη παγκοσμίως μέθοδο για την απολύμανση των ιών από τα ύδατα.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

### **Χλωρίωση:**

Η πρώτη και από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές απολύμανσης παγκοσμίως, Αποτελεί μια απλή, οικονομική, εύκολα προσβάσιμη μέθοδο και για αυτόν τον λόγο είναι και τόσο διαδεδομένη ( Lim et al., 2010 , Luo et al., 2020 , Rachmadi et al., 2020 ). Η απολύμανση των παθογόνων μικροοργανισμών από το ελεύθερο χλώριο είναι δυνατόν να επιτευχθεί με την εξολόθρευση της ιικής πρωτεΐνης καψιδίου και την αναστολή της αντιγραφής του γονιδιώματος ( Fuzawa et al., 2019 ). Το χλώριο γενικά, έχει έναν απολυμαντικό χαρακτήρα, λόγω του αργού ρυθμού αποσύνθεσής του για αυτό θεωρείται ένα από τα καλύτερα απολυμαντικά και εφαρμόζεται και σε συστήματα αποθήκευσης νερού για την παρεμπόδιση της υδατογενούς παρουσίας ( World Health Organization, 1996 , Xiao et al., 2020 ). Η μελέτη της απόδοσης χλωρίωσης για τους υδατογενείς ιούς είναι αρκετά ενδιαφέρουσα και πολυζήτητη καθώς έχουν πραγματοποιηθεί άπειρες προσπάθειες για τον ακριβή προσδιορισμό της απόδοσης του. Υπάρχουν βέβαια, μερικά συγκεκριμένα και σαφή αποτελέσματα όπως: Υπάρχουν παράγοντες που παίζουν ρόλο για τον ακριβή προσδιορισμό της χλωρίωσης των ιών. Οι δύο παράγοντες που επηρεάζουν είναι το pH και η θερμοκρασία ( Lim et al., 2010 ). Επίσης, πως το ελεύθερο χλώριο είναι πλήρως αποτελεσματικό όσο αφορά τους Εντεροϊούς, δεν ισχύει όμως το ίδιο στην περίπτωση των Νοροϊών. Το συμπέρασμα αυτό προήλθε από τον Keswick et al. (1985) όταν σε μια προσπάθεια του να απολυμάνει τον NV με ελεύθερο χλώριο, αποτύγχανε και το εναιώρημα έμενε ακόμη μολυσματικό για τριάντα λεπτά μετά την επαφή.

### **Μονοχλωρίωση:**

Η ιστορία της μονοχλωρίωσης ξεκινάει το 1917, στον Καναδά , όπου και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά. Το ξέσπασμα του το έκανε στην αγορά το 1930, γιατί αποτελούσε ένα απολυμαντικό με διακριτική οσμή. Ο χρόνος απολύμανσης βέβαια είναι αρκετός, καθώς χρειάζεται να απομονωθεί το υποχλωριώδες που δρα σαν απολυμαντικό.

### **Διοξειδίο του χλωρίου:**

Το διοξειδίο του χλωρίου γνωστό και σαν  $ClO_2$ , αποτελεί από το πιο οικονομικά, αποτελεσματικά, γνωστά και καλά απολυμαντικά που υπάρχουνε ( Wigginton et al., 2012 , Jin et al., 2013 ). Η διάδοση του οφείλεται στην διακριτική οσμή που έχει, καθώς και στον αποχρωματισμό, που φέρνει. Το διοξειδίο του χλωρίου θεωρείται ένα ασταθές χημικό είδος. Σε σχέση με το χλώριο και το διοξειδίο του χλωρίου θεωρείται πιο δραστικό στην απολύμανση ( Lim et al., 2010 , Xue et al., 2013 ). Βέβαια, υπάρχουνε εξωτερικοί, περιβαλλοντικοί παράγοντες που παίζουνε ρόλο στο ποσοστό αποτελεσματικότητας που θα έχει το  $ClO_2$ .



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»  
Μέθοδος Απολύμανσης

Χαρακτηριστικό	Μέθοδος Απολύμανσης		
	Οζόνωση	Υπεριώδης Ακτινοβολία	Χλωρίωση
Ικανότητα απομάκρυνσης κολοβακτηριδίων	Πολύ καλή	Πολύ καλή	Πολύ καλή
Ικανότητα απομάκρυνσης Ιών	Πολύ καλή	Καλή	Μέτρια
Πιθανότητες επανεμφάνισης βακτηρίων μετά το πέρας της απολύμανσης	Καμία	Σημαντική	Ελάχιστη
Δυσμενείς επιδράσεις στο υδάτινο οικοσύστημα και στους υδρόβιους οργανισμούς	Καμία	Καμία	Αύξηση Διαλυτών Στερεών
Εμφάνιση Παραπροϊόντων απολύμανσης	Όχι	Όχι	Αλογονοφόρμια
Επικινδυνότητα Παραπροϊόντων	Μηδενική	Μηδενική	Μεγάλη
Επικινδυνότητα χρησιμοποιούμενων χημικών	Καμία	Καμία	Μεγάλη
Κόστος Εγκατάστασης	Μεγάλο	Μεγάλο	Μέσο
Λειτουργικό κόστος & κόστος συντήρησης	Μέσο	Μεγάλο	Μέσο
Κόστος προσωπικού (μισθοί, ασφαλιστική κάλυψη κλπ.)	Δεν απαιτείται επιπλέον προσωπικό	Μέσο (1 άτομο/βάρδια)	Μέσο (1 άτομο/βάρδια)
Έκταση του απαιτείται για εγκατάσταση μονάδας απολύμανσης	Μέση	Μικρή	Μεγάλη

Εικόνα, 16, Σύγκριση της οζόνωσης, της UV και της Χλωρίωσης. Πηγή από: EPA, 1999 , EPA, 2003 EPA, 2016 )

Από έρευνες, έχει βγει το συμπέρασμα πως σε ένα διεθνές επίπεδο η κατάταξη των παραπάνω μεθόδων απολύμανσης σύμφωνα με την μεγαλύτερη χρήση είναι η εξής: (Βλ. εικόνα 16, για την σύγκριση των μεθόδων απολύμανσης).

- Το χλώριο
- Υπεριώδης ακτινοβολία
- Όζον

4. Τεχνολογίες διήθησης μεμβράνης.

**Διήθηση:**

Μια αρκετά γνωστή μέθοδο απολύμανσης των ιών και τον παθογόνων γενικά. Η διήθηση λοιπόν, πραγματοποιείται σε μονάδες επεξεργασίας νερού και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: Την διήθηση βαθιάς κλίνης και την διήθηση με μεμβράνη. Στην πρώτη κατηγορία η διαδικασία απαρτίζεται από το παρακάτω βήματα: Το νερό περνάει μέσα από μια σπογγοειδή δομή, όπου σε αυτήν την σπογγοειδή κατασκευή, διαβαίνει το επεξεργασμένο νερό και έτσι, τα στερεά σωματίδια αναχαιτίζονται και έλκονται. Στην πρώτη κατηγορία, υπάρχουνε κάποιους παράγοντες , οι οποίοι κρίνουν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου, αυτοί είναι: Το σχήμα των ιών αλλά και τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά των ιών.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

### **Μεμβράνες Υπερδιήθησης:**

Είναι ένα σύστημα που παρεμποδίζει αλλά και παγιδεύει τους ιούς αλλά και τα υπόλοιπα βακτήρια να περάσουν από τη μεμβράνη κοίλων ιών. Επιτρέπει μόνο το καθαρό νερό να περάσει, και παγιδεύει όλα τα υπόλοιπα μαζί με τους ιούς. Επειδή, το μέγεθος των ιών είναι πολύ μικρό τα διάφορα φίλτρα δεν μπορούν να τους σταματήσουν, ενώ η μεμβράνη υπερδιήθησης έχει μέγεθος 0,025 micron και έτσι είναι ένα κατάλληλο σύστημα για την απολύμανση των ιών. Η διήθηση με μεμβράνη στηρίζεται κατά κύριο λόγο στην πίεση, η οποία μπορεί να υποδιαιρεθεί σε μικροδιήθηση, νανοδιήθηση και αντίστροφη ώσμωση. Μερικές τεχνικές που ενισχύουν, την αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι: Το φυσικό κοσκίνισμα (προσρόφηση) και η κατάσταση ρύπανσης των φαινομένων της μεμβράνης. Οι μεμβράνες που υπάρχουν δεν έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα όλες, για παράδειγμα, οι μεμβράνες MF και UF δεν είναι ικανές να απολυμάνουν ιούς με μεγάλους πόρους (Fritzmann et al., 2007). Αποτελεί μια αρκετά φθηνή εγκατάσταση, και γενικά αποτελεί μια από τις πιο οικονομικές μεθόδους απολύμανσης. Η αποτελεσματικότητα όμως της μεθόδου βασίζεται αποκλειστικά στην κατάσταση της μεμβράνης, και η απόφραξη μεμβρανών, είναι μια αρκετά εύκολη και συχνή διαδικασία (Fazal et al., 2015, Ezugbe, Rathilal, 2020).

### **Πήξη και καθίζηση:**

Στη μέθοδο αυτή, οι ιοί ενσωματώνονται σε κροκίδες (Heffron, Mayer, 2016). Τα κροκίδια αυτά, αφαιρούνται μαζί με τους ιούς με την καθίζηση ή την διήθηση. Τα ενδιάμεσα πολυμερή που δημιουργούνται στην υδρόλυση, ασκούν σημαντικότερη έλξη στους ιούς, με αποτέλεσμα, είτε να αδρανοποιούνται οι ιοί, είτε να θεωρούνται ανενεργοί (Matsui et al., 2003). Δύο από τα πιο γνωστά ευρέως πηκτικά θεωρούνται τα άλατα αλουμινίου και σιδήρου (Shirasaki et al., 2016b). Όπως και όλες οι μέθοδοι, έτσι και στην πήξη – καθίζηση υπάρχουν παράγοντες, που επιδράνε στην μέθοδο αυτή. Οι παράγοντες που επιδράνε στην μέθοδο αυτή είναι: Το pH, οι τύποι αλλά οι δόσεις των πηκτικών. Η πήξη κατηγοριοποιείται σε δύο κατηγορίες: Την παραδοσιακή πήξη και την ενισχυμένη πήξη. Ανάμεσα στις δύο, η ενισχυμένη πήξη είναι πολύ πιο αποτελεσματική από την παραδοσιακή. Μερικοί, σημαντικοί μηχανισμοί της διαδικασίας της πήξης είναι: Η ενσωμάτωση των ιών στο αναπτυσσόμενο υδροξείδιο του αργιλίου και η συγκαταβύθιση στην διάρκεια της καταπολέμησης του φορτίου. Όσο αφορά τον μηχανισμό της προσρόφησης των ιών στις σχηματισμένες κροκίδες υδροξειδίου του αργιλίου, δεν έχουν συγκεκριμένο και σταθερό ρόλο. Θεωρείται από τις πιο ακριβές μεθόδους απολύμανσης που υπάρχουν. Το ποσοστό αποτελεσματικότητας, όσον αφορά την απολύμανση των ιών, αυξάνεται όταν συνδυάζονται η πήξη και η διήθηση μαζί.

5. Με αποστακτήρες νερού.

Σε αυτή τη μέθοδο απολύμανσης των ιών, η εξάλειψη πραγματοποιείται μέσω απόσταξης. Με λίγα λόγια, οι αποστακτήρες νερού μετατρέπουν το νερό σε ατμό, εξαφανίζοντας έτσι τους ιούς που υπάρχουν.

6. Ηλεκτροχημική απολύμανση.

Αποτελεί, μια από τις πιο καλές, αποτελεσματικές, οικονομικές, φιλικές προς το περιβάλλον αλλά και προς το εργαζόμενο προσωπικό μεθόδους, αποτελεί μια υψηλής απόδοσης και



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

εναλλακτική μέθοδο απολύμανσης των ιών. Η κύρια χρήση της αφορά: Το πόσιμο νερό, το θαλασσινό νερό και το νερό της πισίνας. Η μέθοδος αυτή, κατηγοριοποιείται σε δύο κατηγορίες: Την άμεση οξείδωση στην άνοδο και την έμμεση οξείδωση για σχηματισμό ενδιάμεσων προϊόντων. Εφόσον, το νερό αποτελείται από ιόντα χλωρίου η έμμεση οξείδωση, θεωρείται η κατάλληλη κατηγορία απολύμανσης. Σε μελέτες του 1999, από τον Kraft, υποστηρίχθηκε, πως με την δημιουργία υποχλωριώδους άλατος με ηλεκτρόλυση από υπερβολικά αραιά διαλύματα χλωρίου, θα ήταν δυνατόν, να χρησιμοποιηθεί ως καθαρισμός του νερού ( Kraft et al., 1999 ). Επειδή, όμως οι ιοί αν και μικροί στο μέγεθος, έχουν μεγάλη αντίσταση στην ηλεκτροχημική επεξεργασία, έτσι η συγκεκριμένη μέθοδος δεν έχει μεγάλο ποσοστό αποτελεσματικότητας ( Drees et al., 2003 ). Τα ηλεκτροχημικά παραγόμενα οξειδωτικά, για παράδειγμα δηλαδή: Οι δραστικές στο χλωρίδιο ουσίες βοηθάνε την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης.

#### 7. Εφαρμογή QMRA .

Αποτελεί, μια μέθοδο, για την αξιολόγηση του κινδύνου ( Schijven et al., 2011 , Enger et al., 2012 ). Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της επικινδυνότητας των ιών. Η αξιολόγηση αυτή, βασίζεται σε κάποιους παράγοντες, για παράδειγμα: Στους δείκτες ακατέργαστου νερού (συγκέντρωση ιών), την απόδοση επεξεργασίας (επιρροή του συστήματος επεξεργασίας πόσιμου νερού) και την οδό έκθεσης ( Schijven et al., 2016 , Hamouda et ., 2018 ). Όσο αφορά, τώρα τα ύδατα χωρίζονται σε κάποιες καταστάσεις επικινδυνότητας, όπως: Τα ύδατα που παρουσιάζουν μεγάλη αποτυχία στις επεξεργασίες πόσιμου νερού, ο κίνδυνος χαρακτηρίζεται ως ‘ ξεπερνάει το αποδεκτό όριο κινδύνου’ ( Mohammed , Seidu, 2019 ). Στο μοντέλο αυτό, ο καθαρισμός με χλώριο, έχει τον πιο ακριβή ρόλο στον έλεγχο για ιούς ( Sokolova et al., 2015 , Mohammed , Seidu, 2019 ). Πλέον, που το μοντέλο QMRA έχει γίνει αρκετά διαδεδομένο, έχει ενσωματωθεί σχεδόν σε όλα τα τοπικά μοντέλα παροχής πόσιμου νερού, με σκοπό την βέλτιστη αξιολόγηση και τον έλεγχο ιών στο νερό, με βάσει τους κινδύνους που παρουσιάζουν ( Hamouda et al., 2018 ).

#### 8. Προσωπικό Επίπεδο.

Το ατομικό επίπεδο, είναι επίσης ένα μεγάλο κομμάτι για την αντιμετώπιση των υδατογενών ιών. Η ευαισθητοποίηση του καθενός για αρχή, όσο αφορά ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι η αρχή όλων. Εφόσον ευαισθητοποιηθεί ο κάθε άνθρωπος και πληροφορηθεί για το πρόβλημα που υπάρχει, τότε οι λύσεις ξεκινάνε και πραγματώνονται σιγά σιγά. Μετέπειτα, χρειάζεται κάθε νοικοκυριό να κατέχει φίλτρα νερού. Ακόμη, καλό θα ήταν να γίνεται συστηματικός έλεγχος νερού. Όσο αφορά τώρα την μετάδοση των ιών, είναι ανάγκη όλοι οι άνθρωποι να πληροφορηθούν και να γίνει μια σωστή εκμάθηση όσο αφορά τους ιούς, τις λοιμώξεις αλλά και την μεταδοτικότητα τους. Χρειάζεται να ξέρουμε πως θα προφυλάξουμε τον εαυτό μας, τους γύρω ανθρώπους μας αλλά και το ίδιο το περιβάλλον. Ακόμη, σαν κοινότητα θα μπορούσαμε να βοηθήσουμε στην σωστότερη διαχείριση των υδάτινων πόρων, ώστε να μην μολύνονται από ανθρώπινο λάθος.

#### 9. Κυβερνητικό Επίπεδο.

Τώρα, όσο αφορά, το κυβερνητικό κομμάτι, οι κυβερνήσεις έχουν αρχίσει να δείχνουν έναν οικτρό, μια λύπηση και ένα ενδιαφέρον, τόσο στο ίδιο το νερό αλλά κυρίως στην δημόσια υγεία των πολιτών της. Η κυβέρνηση της κάθε χώρας χρειάζεται να ευαισθητοποιήσει και



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

να πληροφορήσει τους πολίτες της σχετικά με τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και τους κινδύνους που διατρέχουν στην υγεία τους. Επίσης πρέπει, να προωθήσει σωστά το πρότυπο υγιεινής που χρειάζεται να γνωρίζει ο κάθε άνθρωπος. Τα τελευταία χρόνια, έχουν ξεκινήσει να διοργανώνουν εκστρατείες ελέγχου υγείας και ευαισθητοποίησης. Καθώς επίσης, προσπαθούν να ευαισθητοποιήσουν αλλά και να μάθουν τους πολίτες της κάθε χώρας τους κινδύνους, τις προφυλάξεις σχετικά με το θέμα των ιών στο νερό αλλά και τις ασθένειες που προκαλούνται από αυτό. Αυτές οι κινητοποιήσεις χρειάζεται να γίνουν παγκοσμίως γνωστές και να χρησιμοποιούνται σαν μάθημα προς μίμηση για όλες τις υπόλοιπες χώρες. Επίσης, είναι ανάγκη να προστατεύουν οι φυσικές πηγές των νερών αλλά και εδαφών. Ένα μεγάλο βήμα, αντιμετώπισης της μεταφοράς των νοσημάτων θα ήταν η αποτροπή της απόφραξης του νερού που περικλείει τις κατοικίες.

#### 10. Σχέδια Ασφάλειας Υδάτων.

Τα σχέδια ασφάλειας υδάτων και η εκτίμηση της επικινδυνότητας κρίσιμων σημείων ελέγχου ( Hazard Assessment , Critical Control Points HACCP ) , είναι συστήματα που στοχεύουν στην πρόληψη των κινδύνων που έχουν τα νερά που έχουν μολυνθεί με ιούς. Αποτελεί ένα σύστημα που αναλύει και ελέγχει ενδεχόμενους κινδύνους στα ύδατα που έχουν μολυνθεί από ιούς, με στόχο την αποτροπή της λοίμωξης. Επίσης, μπορούν να εφαρμοστούν και σε συστήματα επεξεργασίας υδάτων , με σκοπό την ελάττωση μετάδοσης λοιμώξεων. Τα HACCP , έχουν εφαρμοστεί σε ενενήντα τρεις χώρες παγκοσμίως (WHO , IWA, 2017 ).

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το νερό αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία και έχει τεράστια σημασία στην ίδια την ζωή. Η σύσταση του εμπεριέχει διάφορα στοιχεία σε συγκεκριμένες ποσότητες. Το νερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οικιακή , ατομική , γεωργική και βιομηχανική χρήση. Όλες οι χρήσεις του νερού έχουν τεράστια σημασία στον άνθρωπό αλλά η κυριότερη χρήση του νερού για τον άνθρωπο είναι το πόσιμο νερό. Το πόσιμο νερό, έχει άμεση επίδραση είτε αρνητική είτε θετική στον άνθρωπό. Βέβαια, το νερό για διάφορους λόγους και κυρίως λόγω ανθρώπινων παρεμβάσεων έχει μολυνθεί αρκετά από παθογόνους μικροοργανισμούς. Οι υδατογενείς ιοί είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μόλυνσης του νερού. Οι ιοί έχουν τεράστιες αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη δημόσια υγεία. Για αυτόν τον λόγο, έχουν δημιουργηθεί νομοθεσίες, ειδικά μοντέλα και τεχνικές για να μπορεί να οριστεί το νερό πόσιμο και να είναι ασφαλές για κατανάλωση.

Οι θετικές ιδιότητες του νερού είναι πάρα πολλές και οι περισσότερες σχετίζονται άμεσα με την δημόσια υγεία. Οι νομοθεσίες που έχουν δημιουργηθεί για το νερό είναι πολλές, και μέσα στα χρόνια αλλάζουν συνεχώς, αλλά η νομοθεσία που ορίζει το νερό σαν ανθρώπινο δικαίωμα το 1997 από την Γενική Συνέλευση Ηνωμένων Εθνών κρίνεται η πιο σημαντική. Βέβαια, οι νομοθεσίες τις κάθε χώρας αλλάζουν ανάλογα με τις ανάγκες που έχει η κάθε χώρα. Γενικά, το νερό ορίζεται από τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του. Υπάρχουν αρκετές κατηγορίες νερού όπως: Πόσιμο, Γλυκό , θαλασσινό , μαύρο και ακατέργαστο νερό. Οι λοιμώξεις από ιούς, μπορεί να συμβούν σε όλα τα είδη νερού, αλλά πιο ευάλωτες είναι οι περιπτώσεις των μη αποστειρωμένων πηγών , των μη επεξεργασμένων



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

πηγών νερού και τα νερά των αναπτυσσόμενων χωρών. Για να μπορούμε να είμαστε σίγουροι για το εάν το νερό είτε του σπιτιού μας είτε γενικά είναι μολυσμένο με ιούς, υπάρχει ο έλεγχος του νερού με διάφορους τρόπους: Χημικός έλεγχος νερού, Βακτηριακός έλεγχος νερού, φυσικός έλεγχος νερού και βιολογικός έλεγχος νερού. Κάθε έλεγχος νερού από τους παραπάνω μελετάει και αναλύει κάτι διαφορετικό.

Όσο αφορά τους ιούς, αποτελούν έναν παθογόνο μικροοργανισμό που σχετίζεται με όλες τις μορφές ζωής. Είναι πάρα πολύ μικροί και είναι μολυσματικά ενδοκυτταρικά παράσιτα. Η ιολογία στο νερό έχει ξεκινήσει από το 1955 στο Νέο Δελχί και από τότε μέχρι και σήμερα έχει κάνει τεράστια πρόοδο. Το ξεκίνημα το έκανε η επιδημία της ηπατίτιδας HAV και HEV και έπειτα ακολούθησε ο ιός της πολιομυελίτιδας. Οι ιοί που μπορούν να μεταδοθούν μέσω του νερού δεν είναι πάρα πολλοί, αλλά είναι αρκετά σημαντικοί και επιβλαβείς για την δημόσια υγεία των ανθρώπων. Έχει βρεθεί πως στο νερό το ποσοστό των ιών έναντι των βακτηρίων είναι κατά 15% μεγαλύτερο. Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό των ιών που μολύνουν το νερό, το έχουν οι εντερικοί ιοί. Οι υδατογενείς ιοί έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα στην απολύμανση.

Από τους κυριότερους τρόπους μόλυνσης του νερού, θεωρούνται η μόλυνση με ούρα, κόπρανα είτε ανθρώπων είτε ζώων, το λανθασμένο μοντέλο αποχέτευσης που υπάρχει, η μολυσμένη απορροή των όμβριων νερών καθώς και οι πλυμμηρες. Το ποσοστό των ανθρώπων που καταναλώνουν νερό που έχει μολυνθεί με ιούς, ανέρχεται περίπου στο 25% σύμφωνα με την WHO και τη UNICEF. Βέβαια, το περιβαλλοντικό αυτό πρόβλημα, έχει τεράστια αρνητική επίπτωση στην παγκόσμια οικονομία. Κάποιοι από τους πιο σημαντικούς ιούς είναι: Ο Αδενοϊός, ο Αστροϊός, ο Νοροϊός και οι εντερικοί ιοί. Αυτοί, είναι διάφοροι υδατογενείς ιοί που μολύνουν το νερό και έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία. Μέσα από έρευνες φαίνεται πως έχουν τεράστιο μερίδιο ευθύνης σε αρκετούς θανάτους αλλά και σε πολλές υδατογενείς λοιμώξεις. Οι παραπάνω υδατογενείς ιοί και οι υπόλοιποι μέσα στα χρόνια έχουν δημιουργήσει μεγάλες επιδημίες και επιπτώσεις στην δημόσια υγεία. Από τις πιο γνωστές και σημαντικές ασθένειες που προκαλούν είναι: Γαστρεντερίτιδα, πυρετό, διάρροια, ίκτερο, ναυτία, μηνιγγίτιδα, αναπνευστικές νόσο και σε κάποιες περιπτώσεις στις ευάλωτες ομάδες μέχρι και θάνατο.

Η δημόσια υγεία, είναι μια επιστήμη η οποία είναι υπεύθυνη για την προστασία και την παρεμπόδιση των λοιμώξεων στους ανθρώπους. Δυστυχώς, στις μέρες μας το ποσοστό των ανθρώπων που δεν έχει πρόσβαση σε καθαρό και πόσιμο νερό είναι τεράστιο, αντίστοιχα αυτό σημαίνει ότι δεν έχουν και προσέγγιση σε εγκαταστάσεις υγιεινής. Η διάρροια οφείλεται στο 88% των περιπτώσεων σε νερό το οποίο έχει μολυνθεί με ιούς και ειδικά σε ηλικίες κάτω των πέντε ετών οδηγεί σε θάνατο. Είναι γνωστό, πως το μεγαλύτερο ποσοστό των λοιμώξεων και τον θανάτων συμβαίνουν σε φτωχές και αναπτυσσόμενες χώρες τόσο λόγω της φτώχειας αλλά και του μεγάλου κόστους που έχει η διαχείριση του καθαρού νερού. Σε ένα άρθρο το 2003, είχαν δημοσιοποιηθεί οι τιμές των θανάτων για παιδιά μικρότερα από πέντε, λόγω του ροταϊού, και οι τιμές κυμαινότανε 352.000 και 592.000.

Οι ιοί χρειάζονται και τις κατάλληλες συνθήκες επιβίωσης ώστε να διατηρούνται ενεργοί και ζωντανοί. Οι παράγοντες αυτοί είναι είτε φυσικοί, είτε χημικοί είτε και βιολογικοί καθώς



## «Καραμαλή Βιργινία»,

### «Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

και ένα μεγάλο μέρος οφείλεται στις περιβαλλοντικές εστίες. Μερικοί από τους παράγοντες είναι: Η θερμοκρασία, το pH, το φως, η υγρασία, η πλημμύρες, οι φυσικές καταστροφές και η αλλαγή κλίματος.

Σε κάθε περίπτωση, εντόπισης κάποιου υδατογενή ιού χρειάζεται να γίνονται έλεγχοι και να μπαίνουν σε λειτουργία τα αρμόδια μοντέλα απολύμανσης. Αλλά, χρειάζεται να γίνονται και προληπτικοί έλεγχοι. Οι υπηρεσίες προστασίας περιβάλλοντος της κάθε χώρας έχει αξιολογήσει τον ιδανικότερα για τις πόλεις του. Ο έλεγχος των ιών χωρίζεται σε φυσικό, και χημικό τρόπο, για παράδειγμα υπάρχουν: Οι μοριακές ανιχνεύσεις (PCR), τα ηλεκτροαρνητικά φίλτρα, η υπερδιήθηση και τα ηλεκτροθετικά φίλτρα. Ο πιο γνωστός τρόπος ελέγχου του νερού είναι ο φυσικός. Δυστυχώς όμως, δεν υπάρχουν νομοθεσίες για την πραγμάτωση ελέγχου για ιούς. Έπειτα έχουμε τις μεθόδους απολύμανσης, για την πλήρη αποστείρωση του ιού. Οι τεχνολογίες απολύμανσης χρησιμοποιούνται σε όλα τα ύδατα και υπάρχουν πολλοί παράγοντες που καθορίζουν την αδρανοποίηση του ιού. Οι μέθοδοι απολύμανσης μπορεί να είναι φυσικοί, χημικοί, ηλεκτροχημικοί και τεχνολογίες διήθησης μεμβράνης. Από τις πιο σημαντικές μεθόδους αποτελούν: Η υπεριώδης ακτινοβολία, η φωτοκαταλυτική απολύμανση, ο οζονισμός, το χλώριο και η εφαρμογή QMRA. Καθώς και πολύ σημαντικό ρόλο έχει το προσωπικό και κυβερνητικό επίπεδο για την εξάλειψη ενός ιού.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική βιβλιογραφία

1. Μάλαμα. Α (2017) *Μικροβιολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά στο πόσιμο νερό*. Καλαμάτα: Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Πελοποννήσου.
2. Μπαλασοπούλου Μ. Αγγελική (2013) *Μοριακή Ανίχνευση και τυποποίηση αδενοϊών από ασθενείς με επιπεφυκίτιδα*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.
3. Μποτσιβάλης Γ. (2021). *Αστικός κύκλος νερού: Από την πηγή-στον καταναλωτή-στο περιβάλλον*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Χημικών Μηχανικών.
4. Νοβάκη. Γ(2018) *Διερεύνηση των επιδημιών που μεταδόθηκαν από το νερό-δικαστικές εκβάσεις*. Ξάνθη: Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
5. Παπαπετροπούλου, Μ.. και Βανταράκης, Α.Γ (1998) *Detection of adenovirus outbreak at a municipal swimming pool by nested PCR amplification*. J Infect 36, 101–103.
6. Πάσιος, Γ.(2022) *Ανίχνευση Εντεροϊών σε λύματα*. Λάρισα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

1. Arora S , Nag A , Sethi J , Rajvanshi J , Saxena S, Shrivastava S.K, Gupta A.B (2020) *Sewage surveillance for the presence of SARS-CoV-2 genome as a useful wastewater based epidemiology (WBE) tracking tool in India*. MedRxiv, 82, 2823-2836.
2. Balboa S, Mauricio-Iglesias M, Rodríguez S, Martínez-Lamas L, Vasallo F.J, Regueiro B, Lema J.M (2020) *The fate of SARS-CoV-2 in WWTPs points out the sludge line as a suitable spot for monitoring*.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

3. Barwick, R.S., Levy, D.A., Craun, G.F., Beach, M.J. and Calderon, R.L. (2000) *Surveillance for waterborne-disease outbreaks—United States, 1997–1998*. MMWR Surveill Summ 49, 1–21.
4. Biziagos E, Passagot J, Crance JM, Deloince R. (1988) *Long-term survival of hepatitis A virus and poliomyelitis virus type 1 in mineral water*. Appl Environ Microbiol. 54, 2705-2710.
5. Bofill-Mas S., M. Rusiñol (2020) *Recent trends on methods for the concentration of viruses from water samples*. Current Opinion in Environmental Science & Health, 16, 7-13.
6. Begier, E.M., Oberste, M.S., Landry, M.L., Brennan, T., Mlynarski, D., Mshar, P.A., Frenette, K., Rabatsky-Ehr, T. et al. (2008) *An outbreak of concurrent echovirus 30 and coxsackievirus A1 infections associated with sea swimming among a group of travelers to Mexico*. Clin Infect Dis 47, 616–623.
7. Bhattacharya S.S., M. Kulka, K.A. Lampel, T.A. Cebula, B.B. (2004) *Goswami Use of reverse transcription and PCR to discriminate between infectious and non-infectious hepatitis A virus* J. Virol. Methods, 116, 181-187.
8. Bryan, J.A., Lehmann, J.D., Setiady, I.F. and Hatch, M.H. (1974) *An outbreak of hepatitis-A associated with recreational lake water*. Am J Epidemiol 99, 145–154.
9. Caldwell , G.G., Lindsey, N.J., Wulff, H., Donnelly, D.D. and Bohl, F.N. (1974) *Epidemic of adenovirus type 7 acute conjunctivitis in swimmers*. Am J Epidemiol 99, 230–234.
10. Gregg, D.J. Soares, T.R. Beskid, S.R. Jervey, C. Liu (2020) *Assay techniques and test development for COVID-19 diagnosis*. ACS Cent. Sci. 591-605.
11. Cashdollar J.L, L. Wymer (2013) *Methods for primary concentration of viruses from water samples: a review and meta-analysis of recent studies*. J. Appl. Microbiol, 115, 1- 11.
12. CDC (Centers for Disease Control) (2000) *Outbreak of aseptic meningitis associated with multiple enterovirus subtypes – Romania, 1999*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 49, 669–671.
13. Chen Y, Chen L , Deng Q, Zhang G, Wu K, Ni L, Yang Y, Liu B, Wang W, Wei C (2020) *The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of COVID-19 patients*. J. Med. Virol., 92, 833-840.
14. Cockburn, T.A. (1953) *An epidemic of conjunctivitis in Colorado associated with pharyngitis, muscle pain, and pyrexia*. Am J Ophthalmol 36 , 1534 –1539.
15. D’Angelo, L.J., Hierholzer, J.C., Keenlyside, R.A., Anderson, L.J. and Martone, W.J. (1979) *Pharyngoconjunctival fever caused by adenovirus type 4: report of a swimming pool-related outbreak with recovery of virus from pool water*. J Infect Dis 140, 42–47.
16. Denis, F.A., Blanchouin, E., DeLignieres, A. and Flamen, P. (1974) *Letter: Coxsackie A16 infection from lake water*. JAMA 228, 1370–1371.
17. Drees K.P, M. Abbaszadegan, R.M. Maier (2003) *Comparative electrochemical inactivation of bacteria and bacteriophage*. Water Res, 37, 2291-2300.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

18. Eisenberg R.J, Atanasiou, Cairns T.M (2012) *Herpes virus fusion and entry: a story with many characters*. *Viruses*, 4, 800-832.
19. Ehlers, Grabow. (2005). *Detection of enteroviruses in untreated and treated drinking water supplies in South Africa*. *Water Research*, 39, 2253–2258.
20. Enger K.S, K.L. Nelson, T. Clasen, J.B. Rose, J.N. Eisenberg (2012) *Linking quantitative microbial risk assessment and epidemiological data: informing safe drinking water trials in developing countries*. *Environ. Sci. Technol*, 46, 5160-5167.
21. Faustini, A., Fano, V., Muscillo, M., Zaniratti, S., La Rosa, G., Tribuzi, L. and Perucci, C.A. (2006) *An outbreak of aseptic meningitis due to echovirus 30 associated with attending school and swimming in pools*. *Int J Infect Dis* 10, 291–297.
22. Fong TT, Lipp EK. (2005) *Enteric Viruses of Humans and Animals in Aquatic Environments: Health Risks, Detection, and Potential Water Quality Assessment Tools*. *Am Microbial and molecular biology reviews*. 2005; 69, 357-71.
23. Foy, H.M., Cooney, M.K. and Hatlen, J.B (1968) *Adenovirus type 3 epidemic associated with intermittent chlorination of a swimming pool*. *Arch Environ Health* 17, 795-802.
24. Fritzmann C, J. Löwenberg, T. Wintgens, T. Melin (2007) *State-of-the-art of reverse osmosis desalination*. *Desalination*, 216, 1-76.
25. Fuzawa M, E. Araud, J. Li, J.L. Shisler, T.H.(2019) *Free chlorine disinfection mechanisms of rotaviruses and human norovirus surrogate tulane virus attached to fresh produce surfaces*. *Environ. Sci. Technol.*, 53, 11999-12006.
26. Gray, J.J., Green, J., Cunliffe, C., Gallimore, C., Lee, J.V., Neal, K. and Brown, D.W. (1997) *Mixed genogroup SRSV infections among a party of canoeists exposed to contaminated recreational water*. *J Med Virol*, 52, 425–429.
27. Greening, G. E. Hewitt, J. Lewis, G. D. (2002) *Evaluation of integrated cell culture-PCR (C-PCR) for virological analysis of environmental samples*. *J.Appl.Microbiol.* 93, 745–750.
28. Hamouda M.A, X. Jin, H. Xu, F. Chen (2018) *Quantitative microbial risk assessment and its applications in small water systems: a review*. *Sci. Total Environ.*, 645, 993-1002.
29. Haramoto, E. Katayama, H. Oguma, K. Ohgaki, S. (2005) *Application of cation-coated filter method to detection of noroviruses, enteroviruses, adenoviruses, and torque teno viruses in the Tamagawa River in Japan*. *Appl. Environ. Microbiol*, 71, 2403–2411.
30. Haramoto E, M. Kitajima, A. Hata, J.R. Torrey, Y. Masago, D. Sano, H. Katayama A (2018) *Review on recent progress in the detection methods and prevalence of human enteric viruses in water*. *Water Res*, 135, 168-186.
31. Haramoto E, Malla B, Thakali O, Kitajima M (2020) *First environmental surveillance for the presence of SARS-CoV-2 RNA in wastewater and river water in Japan*.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

32. Harley, D., Harrower, B., Lyon, M. and Dick, A. (2001) *A primary school outbreak of pharyngoconjunctival fever caused by adenovirus type 3*. *Commun Dis Intell* 25, 9–12.
33. Hauri, A.M., Schimmelpfennig, M., Walter-Domes, M., Letz, A., Diedrich, S., Lopez-Pila, J. and Schreier, E.(2005) *An outbreak of viral meningitis associated with a public swimming pond*. *Epidemiol Infect* 133, 291-298.
34. Hawley, H.B., Morin, D.P., Geraghty, M.E., Tomkow, J. and Phillips, A. (1973) *Coxsackievirus B epidemic at a boys summer camp isolation of virus from swimming water*. *JAMA* 226, 33–36.
35. Heffron J, B.K. Mayer (2016) *Emerging investigators series: virus mitigation by coagulation: recent discoveries and future directions*. *Environ. Sci.: Water Research & Technology*, 2, 443-459.
36. Hoebe, C.J., Vennema, H., DeRoda Husman, A.M. and VanDuynhoven, Y.T. (2004) *Norovirus outbreak among primary schoolchildren who had played in a recreational water fountain*. *J Infect Dis* 189, 699–705.
37. Holkar C.R, A.J. Jadhav, D.V. Pinjari, A.B. Pandit (2019) *Cavitationally driven transformations: a technique of process intensification*. *Ind. Eng. Chem. Res*, 58, 5797-5819.
38. Jiang, S. Noble, R. Chu, W. (2001) *Human adenoviruses and coliphages in urban runoff-impacted coastal waters of Southern California*. *Appl. Environ. Microbiol*, 67, 179–184.
39. Jin M, J. Shan, Z. Chen, X. Guo, Z. Shen, Z. Qiu, B. Xue, Y. Wang, D. Zhu, X. Wang, J. Li(2013) *Chlorine dioxide inactivation of enterovirus 71 in water and its impact on genomic targets*. *Environ. Sci. Technol.*, 47, 4590-4597.
40. Jones, E.L., Gaither, M., Kramer, A. and Gerba, C.P. (2009) *An analysis of water quality in the Colorado River, 2003–04, An investigation into recurring outbreaks of norovirus among rafters*. *Wilderness Environ Med* 20, 6–13.
41. Kaji, M., Kimura, M., Kamiya, S., Tatewaki, E., Takahashi, T., Nakajima, O., Koga, T., Ishida, and Majima, Y. (1961) *An epidemic of pharyngo-conjunctival fever among school children in an elementary school in Fukuoka Prefecture*. *Kyushu J Med Sci* 12, 1–8.
42. Kappus, K.D., Marks, J.S., Holman, R.C., Bryant, J.K., Baker, C., Gary, G.W. and Greenberg, H.B. (1982) *An outbreak of Norwalk gastroenteritis associated with swimming in a pool and secondary person-to-person transmission*. *Am J Epidemiol* 116, 834–839.
43. Kee, F., McElroy, G., Stewart, D., Coyle, P. and Watson, J. (1994) *A community outbreak of echovirus infection associated with an outdoor swimming pool*. *J Public Health Med* 16, 145–148.
44. Keswick B.H, T.K. Satterwhite, P.C. Johnson, H.L. DuPont, S.L. Secor, J.A. Bitsura, G.W. Gary, J.C. Hoff(1985) *Inactivation of Norwalk virus in drinking water by chlorine*. *Appl. Environ. Microbiol*, 50, 261-264.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

45. Kocamemi B.A, Kurt H, Hacıoglu S, Yarali C, Saatci A.M, Pakdemirli B. (2020) *First Data-Set on SARS-CoV-2 Detection for Istanbul Wastewaters in Turkey.*
46. Kitajima M ,Ahmed W , Bibby K, Carducci A ,Gerba C.P , Hamilton K.A ,Haramoto E , Rose JB (2020) *SARS-CoV-2 in wastewater: state of the knowledge and research needs.* Sci. Total Environ., 739 (2020), Article 139076
47. Kjellen, L., Zetterberg, B.O. and Svedmyr, A. (1957) *An epidemic among Swedish children caused by adenovirus type 3.* Acta Pediatric 46, 561–568.
48. Koopman, J.S., Eckert, E.A., Greenberg, H.B., Strohm, B.C., Isaacson, R.E. and Monto, A.S. (1982) *Norwalk virus enteric illness acquired by swimming exposure.* Am J Epidemiol 115, 173–177.
49. Kraft A, M. Stadelmann, M. Blaschke, D. Kreysig, B. Sandt, F. Schroder, J. Rennau (1999) *Electrochemical water disinfection - Part I: hypochlorite production from very dilute chloride solutions.* J. Appl. Electrochem, 29, 861-868.
50. La Rosa G., Laconelli M, Mancini P, Ferraro G.B., Veneri C, Bonadonna L, Lucentini L ,Suffredini E (2020) *First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy.* Sci. Total Environ., 736 Article 139652
51. Lee, C. Lee, S. H. Han, E. Kim, S. J. (2004) *Use of cell culture-PCR assay based on combination of A549 and BGMK cell lines and molecular identification as a tool to monitor infectious adenoviruses and enteroviruses in river water.* Appl. Environ. Microbiol, 70, 6695–6705.
52. Levine, W.C., Stephenson, W.T. and Craun, G.F. (1990) *Waterborne disease outbreaks.* MMWR CDC Surveill Summ 39, 1–13.
53. Levy, D.A., Bens, M.S., Craun, G.F., Calderon, R.L. and Herwaldt, B.L. (1998) *Surveillance for waterborne-disease outbreaks—United States, 1995–1996.* MMWR Surveill Summ 47, 1–34.
54. Lim M.Y, J.M. Kim, G. Ko (2010) *Disinfection kinetics of murine norovirus using chlorine and chlorine dioxide.* Water Res., 44, 3243-3251.
55. Medema G, Heijnen L., Elsinga G., Italiaander R., Brouwer A., (2020) *Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage.*
56. Mahoney, F.J., Farley, T.A., Kelso, K.Y., Wilson, S.A., Horan, J.M. and McFarland, L.M. (1992) *An outbreak of hepatitis A associated with swimming in a public pool.* J Infect Dis 165, 613–618.
57. Matsui Y, T. Matsushita, S. Sakuma, T. Gojo, T. Mamiya, H. Suzuoki, T. (2003) *Inoue Virus inactivation in aluminum and polyaluminum coagulation* Environ. Sci. Technol., 37, 5175-5180.
58. Maunula, L., Kalso, S., Von Bonsdorff, C.H. and Ponka, A. (2004) *Wading pool water contaminated with both noroviruses and astroviruses as the source of a gastroenteritis outbreak.* Epidemiol Infect 132, 737–743.
59. Manzara, S., Muscillo, M., La Rosa, G., Marianelli, G., Cattani, P. and Fadda, G. (2002) *Molecular identification and typing of enteroviruses isolated from clinical specimens.* J Clin Microbiol, 40, 4554–4560.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

60. Martone, W.J., Hierholzer, J.C., Keenlyside, R.A., Fraser, D.W., D'Angelo, L.J. and Winkler, W.G. (1980) *An outbreak of adenovirus type 3 disease at a private recreation center swimming pool*. Am J Epidemiol 111, 229–237.
61. Mlejnkova H, Sovova K, Vasickova P, Ocenaskova V, Jasikova L, Juranova E (2020) *Preliminary study of Sars-Cov-2 occurrence in wastewater in the Czech Republic*. Int. J. Environ. Res. Public Health, 17, 5508
62. Mohammed H, R. Seidu (2019) *Climate-driven QMRA model for selected water supply systems in Norway accounting for raw water sources and treatment processes*. Sci. Total Environ, 660, 306-320
63. Moore, A.C., Herwaldt, B.L., Craun, G.F., Calderon, R.L., Highsmith, A.K. and Juraneck, D.D. (1993) *Surveillance for waterborne disease outbreaks – United States, 1991–1992*. MMWR CDC Surveill Summ 42, 1–22.
64. Oguma K, H. Katayama, S. Ohgaki (2002) *Photoreactivation of Escherichia coli after low- or medium-pressure UV disinfection determined by an endonuclease sensitive site assay* Appl. Environ. Microbiol, 68, 6029-6035.
65. Or I.B, Yaniv K, Shagan M, Ozer E, Erster O, Mendelson E, Mannasse B, Shirazi R, Kramarsky-Winter E, Nir O. (2020) *Regressing SARS-CoV-2 sewage measurements onto COVID-19 burden in the population: a proof-of-concept for quantitative environmental surveillance*.
66. Ormsby, H.L and Aitchison, W.S. (1995) *The role of the swimming pool in the transmission of pharyngeal-conjunctival fever*. Can Med Assoc J 73, 864-866.
67. Podewils, L.J., Zanardi Blevins, L., Hagenbuch, M., Itani, D., Burns, A., Otto, C., Blanton, L., Adams, S. et al. (2007) *Outbreak of norovirus illness associated with a swimming pool*. Epidemiol Infect 135, 827–833.
68. Rachmadi A.T, M. Kitajima, T. Kato, H. Kato, S. Okabe, D. Sano (2020) *Required chlorination doses to fulfill the credit value for disinfection of enteric viruses in water: a critical review*. Environ. Sci. Technol, 54, 2068-2077.
69. Sartorius, B., Andersson, Y., Velicko, I., De Jong, B., Lofdahl, M., Hedlund, K.O., Allestam, G., Wangsell, C., et al. (2007) *Outbreak of norovirus in Vastra Gotaland associated with recreational activities at two lakes during August 2004*. Scand J Infect Dis 39, 323–331.
70. Semenza J.C., Menne B., (2009) *Climate change and infectious diseases in Europe*. Lancet Infect. Dis., 9, 365-375
71. Schijven J, J.M. Foret, J. Chardon, P. Teunis, M. Bouwknecht, B. Tangena (2016) *Evaluation of exposure scenarios on intentional microbiological contamination in a drinking water distribution network*. Water Res, 96, 148-154
72. Schijven J.F, P.F. Teunis, S.A. Rutjes, M. Bouwknecht, (2011) *A tool for Quantitative Microbial Risk Assessment from surface water to potable water*. Water Res, 45, 5564-5576
73. Shin G.A, M.D.(2003) *Reduction of Norwalk virus, poliovirus 1, and bacteriophage MS2 by ozone disinfection of water*. Appl. Environ. Microbiol., 69, 3975-3978.



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

74. Shirasaki N., T. Matsushita, Y. Matsui, T. Marubayashi (2016) *Effect of coagulant basicity on virus removal from water by polyferric chloride* J. Water Supply Res. Technol. - Aqua, 65, 322-329.
75. Sigstam T., G. Gannon, M. Cascella, B.M. Pecson, K.R. Wigginton, T. Kohn (2013) *Subtle differences in virus composition affect disinfection kinetics and mechanisms* Appl. Environ Microbiol, 79, 3455-3467.
76. Simonet J, C. Gantzer (2006) *Inactivation of poliovirus 1 and F-specific RNA phages and degradation of their genomes by UV irradiation at 254 nanometers* Appl. Environ. Microbiol, 72, 7671-7677.
77. Sigstam T, G. Gannon, M. Cascella, B.M. Pecson, K.R. Wigginton, T. Kohn (2013) *Subtle differences in virus composition affect disinfection kinetics and mechanisms.* Appl. Environ. Microbiol., 79, 3455-3467
78. Sokolova E, S.R. Petterson, O. Dienus, F. Nystrom, P.E. Lindgren, T.J. Pettersson (2015), *Microbial risk assessment of drinking water based on hydrodynamic modelling of pathogen concentrations in source water* Sci. Total Environ, 526, 177-186.
79. Solt, K., Nagy, T., Csohan, A., Csanady, M. and Hollos, I. (1994) *An outbreak of hepatitis A due to a thermal spa.* Budapesti Kozegeszsegugy 26, 8–12.
80. Tallis, G. and Gregory, J. (1997) *An outbreak of hepatitis A associated with a spa pool.*
81. Commun Dis Intell 21, 353–354.
82. Thurston-Enriquez J.A, C.N. Haas, J. Jacangelo, C.P. Gerba(2005) *Inactivation of enteric adenovirus and feline calicivirus by ozone.* Water Res, 39, 3650-3656.
83. Tomlinson, S. (2004) *Officials retain blue lake swimming ban.* In The Oregonian, Sunrise edition B07, Portland, OR: Advance Publications Inc. Turner, M., Istre, G.R., Beauchamp, H., Baum, M. and Arnold, S. (1987) *Community outbreak of adenovirus type 7a infections associated with a swimming pool.* South Med J 80, 712–715.
84. Vinje J. (2015) *Advances in laboratory methods for detection and typing of norovirus.* J. Clin. Microbiol, 53, 373-381
85. Vivier J.C, M.M. Ehlers, W.O.K. (2004) *Grabow Detection of enteroviruses in treated drinking water* Water Res, 38, 2699-2705.
86. Wigginton K.R, B.M. Pecson, T. Sigstam, F. Bosshard, T. Kohn (2012) *Virus inactivation mechanisms: impact of disinfectants on virus function and structural integrity.* Environ. Sci. Technol, 46, 12069-12078.
87. Wolf C, U. von Gunten, T. Kohn (2018) *Kinetics of inactivation of waterborne enteric viruses by ozone.* Environ. Sci. Technol, 52, 2170-2177.
88. World Health Organization (1996) *Fact Sheets on Environmental Sanitation.*
89. Wurtzer S, Marechal V, Mouchel J-M, Moulin L (2020) *Time course quantitative detection of SARS-CoV-2 in Parisian wastewaters correlates with COVID-19 confirmed cases.*



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

90. Xiao R, Y. Duan, W. Chu (2020) *The effectiveness of household water treatment and safe storage in improving drinking water quality: a disinfection by-product (DBP) perspective* J. Water Supply Res. Technol. - Aqua, 69, 785-806.
91. Xue B, M. Jin, D. Yang, X. Guo, Z. Chen, Z. Shen, X. Wang, Z. Qiu, J. Wang, B. Zhang, J. Li (2013) *Effects of chlorine and chlorine dioxide on human rotavirus infectivity and genome stability*. Water Res., 47, 3329-3338
92. Yaqub T ,Nawaz M ,Shabbir M.Z, Ali M.A, Altaf I, Raza S , Shabbir M.A.B, Ashraf M.A, Aziz S.Z, Cheema S.Q (2020) *A longitudinal survey for genome-based identification of SARS-CoV-2 in sewage water in selected lockdown areas of Lahore city, Pakistan; a potential approach for future smart lockdown strategy*.
93. Yeats, J., Smuts, H., Serfontein, C.J. and Kannemeyer, J. (2005) *Investigation into a school enterovirus outbreak using PCR detection and serotype identification based on the 5' non-coding region*. Epidemiol Infect 133, 1123–1130.
94. Yoder, J.S., Blackburn, B.G., Craun, G.F., Hill, V., Levy, D.A., Chen, N., Lee, S.H., Calderon, R.L. et al. (2004) *Surveillance for waterborne-disease outbreaks associated with recreational water – United States, 2001–2002*. MMWR Surveill Summ 53, 1–22.
95. Yoder, J.S., Hlavsa, M.C., Craun, G.F., Hill, V., Roberts, V., Yu, P.A., Hicks, L.A., Alexander, N.T. et al. (2008) *Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility-associated health events – United States, 2005–2006*. MMWR Surveill Summ 57, 1–29.
96. Zhang W, Du R.H., Li B, Zheng X.-S., Yang X.-S., Hu B, Wang Y.-Y., Xiao G.-F., Yan B, Shi Z.-L., Zhou P (2020) *Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes*. Emerg. Microbes Infect., 9, 386-389

**Διαδίκτυο**

1. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2555&qid=1706656639570>, τελευταία πρόσβαση στις 29/01/2024.
2. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0346\\_EL.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0346_EL.html), τελευταία πρόσβαση στις 29/01/2024.
3. [https://environment.ec.europa.eu/publications/implementing-decision-drinking-water-directive-watch-list\\_en](https://environment.ec.europa.eu/publications/implementing-decision-drinking-water-directive-watch-list_en), τελευταία πρόσβαση στις 29/01/2024.
4. [https://governnet.gr/wp-content/uploads/2021/11/posimo\\_nero\\_odigia.pdf](https://governnet.gr/wp-content/uploads/2021/11/posimo_nero_odigia.pdf), τελευταία πρόσβαση στις 29/01/2024.
5. [www.ecdc.europa.eu/en/norovirus-infection/facts](http://www.ecdc.europa.eu/en/norovirus-infection/facts), τελευταία πρόσβαση στις 29/01/2024
6. <https://unescoyouth.gr/%CF%84%CE%BF-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CF%8C-%CF%89%CF%82-%CE%B8%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B5%CF%82->



«Καραμαλή Βιργινία»,

«Νερό Μολυσμένο Με Ιούς. Επιπτώσεις Στη Δημόσια Υγεία»

%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CE%AF%CF%89%CE%BC%CE%B1-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B1%CE%BD%CE%B8/, τελευταία πρόσβαση στις 29/01/2024.