



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΙΑΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
«ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ (ΒΒΕ)»  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ (ΜΔΕ)**

**«ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ ΑΠΟ ΤΕΧΝΗΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»**

**ΜΑΥΡΟΥΔΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ**

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Αγγελίδης Χαράλαμπος, Ομότιμος Καθηγητής Ιατρικού  
Τμήματος, Σχολής Επιστημών Υγείας, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2022**





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΙΑΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
«ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ (ΒΒΕ)»  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ (ΜΔΕ)**

**«ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ ΑΠΟ ΤΕΧΝΗΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»**

**ΜΑΥΡΟΥΔΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ**

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Αγγελίδης Χαράλαμπος, Ομότιμος Καθηγητής Ιατρικού  
Τμήματος, Σχολής Επιστημών Υγείας, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2022**

«Η έγκριση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης από το Τμήμα Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος)»

Όνοματεπώνυμο Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας:  
**Μαυρουδή Αναστασία**

Τίτλος Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης:  
**«Υδατογενείς Λοιμώξεις από Τεχνητά Υδάτινα Οικοσυστήματα»**

**Ημερομηνία Παρουσίασης:**  
7 Δεκεμβρίου 2022

**Επιβλέπων Καθηγητής:**  
Αγγελίδης Χαράλαμπος: Ομότιμος Καθηγητής Ιατρικού Τμήματος, Σχολής Επιστημών  
Υγείας, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**  
Αγγελίδης Χαράλαμπος: Ομότιμος Καθηγητής Ιατρικού Τμήματος, Σχολής Επιστημών  
Υγείας, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Επιβλέπων  
Γκαρτζονίκα Κωνσταντίνα: Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μικροβιολογίας, Ιατρικό Τμήμα  
Μποζίδης Πέτρος: Βιολόγος Ε.ΔΙ.Π, Εργαστήριο Μικροβιολογίας, Ιατρικό Τμήμα

**Ο/Η ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΟΥ  
ΠΜΣ ΒΒΕ**

**Ο/Η ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

*Αφιερωμένη στη μνήμη του αποθανόντα επιβλέποντα καθηγητή μου κ.Ηρακλή  
Σακκά, Επίκουρου Καθηγητή Μικροβιολογίας της Ιατρικής Σχολής του  
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την υπομονή, την υποστήριξη και την καθοδήγησή  
του στο ξεκίνημα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου και τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Αγγελίδη Χαράλαμπο, Ομότιμο Καθηγητή του Ιατρικού Τμήματος της Σχολής Επιστημών Υγείας, που κλήθηκε νέος επιβλέπωντας καθηγητής μου, παρέχοντάς μου την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του, καθώς και τις εποικοδομητικές συμβουλές του, στη συνέχεια διεκπεραίωσης και ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου εργασίας.

Ακόμη, ευχαριστώ θερμά όλους τους καθηγητές του ΠΜΣ ΒΒΕ και τα μέλη της εξεταστικής μου επιτροπής κ. Γκαρτζονίκα Κωνσταντίνα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μικροβιολογίας του Ιατρικού Τμήματος και τον κ. Μποζίδη Πέτρο, Βιολόγο Ε.ΔΙ.Π στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας του Ιατρικού Τμήματος, που κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής μου, στάθηκαν με αξιοπρέπεια και υπομονή, με δίδαξαν και φρόντισαν για την καλύτερη δυνατή μόρφωσή μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της Συντονιστικής Επιτροπής, καθώς και την κ. Βεζυράκη Πατρώνα, Διευθύντρια του ΠΜΣ ΒΒΕ και Καθηγήτρια Φυσιολογίας του τμήματος Ιατρικής, που με επέλεξαν για να συμμετέχω στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «ΒΒΕ» του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Μαυρουδή Αναστασία  
Ιωάννινα, 2022

## Πρόλογος

Η ύπαρξη του νερού είναι απόλυτα συνυφασμένη με την ανάπτυξη και τη διατήρηση της ζωής. Η επιβίωση όλων των έμβιων όντων είναι αδύνατη χωρίς το νερό και αυτός είναι ο λόγος που αναμφισβήτητα θεωρείται το υπέρτατο αγαθό της ανθρωπότητας. Παρόλα αυτά, οι υδατογενείς λοιμώξεις αποτελούν έναν από τους κυριότερους παράγοντες ανθρώπινης νοσηρότητας και θνησιμότητας παγκοσμίως. Τόσο το φυσικό υδάτινο περιβάλλον (επιφανειακά και υπόγεια νερά), όσο και το τεχνητό υδάτινο περιβάλλον (κολυμβητικές δεξαμενές κάθε λογής, συστήματα κλιματισμού, κλπ) απειλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς, που επιφέρουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Εκατομμύρια άνθρωποι ανά τον κόσμο, έχουν προσβληθεί από παθογόνους μικροοργανισμούς που μεταδίδονται μέσω του νερού, γεγονός επιβεβαιωμένο από πολλές επιδημιολογικές μελέτες.

Ειδικότερα, με το πέρασμα των χρόνων ο υπερπληθυσμός και η κλιματική αλλαγή έχουν συμβάλει σημαντικά στην αύξηση των υδατογενών νοσημάτων και έχουν επιφέρει σοβαρά προβλήματα στην διαχείριση των υδάτινων πόρων. Ακόμη, η συνολική ζήτηση του νερού έχει διπλασιαστεί εξαιτίας της αυξημένης τουριστικής δραστηριότητας και της μαζικής μετακίνησης των πληθυσμών. Το γεγονός αυτό, έχει δημιουργήσει αμφιβολίες σχετικά με την ποιότητα του νερού, λόγω κοινής χρήσης υδάτινων πόρων σε συνδυασμό φυσικά, με κακές συνθήκες υγιεινής. Έτσι λοιπόν, οι υδατογενείς λοιμώξεις αποτελούν ένα εξαιρετικά επείγον πρόβλημα του πλανήτη και χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης, προκειμένου να διασφαλιστεί η δημόσια υγεία.

Η παρούσα λοιπόν διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο Μικροβιολογίας, στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Βασικές Βιοϊατρικές Επιστήμες (BBE)», του τμήματος Ιατρικής, της σχολής Επιστημών Υγείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Σκοπός της είναι η ανάδειξη των υδατογενών λοιμώξεων, που προκαλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς που προέρχονται από το Τεχνητό Υδάτινο Οικοσύστημα. Καταγράφονται τα γενικά χαρακτηριστικά των κυριότερων παθογόνων μικροοργανισμών που μεταδίδονται μέσω του νερού, αναφέρονται σημαντικά επιδημιολογικά δεδομένα που αφορούν τη δημόσια υγεία και φυσικά, αναλύονται τα συμπτώματα, τα αίτια και οι επιπτώσεις των υδατογενών λοιμώξεων.



## Περιεχόμενα

Πρόλογος	8
Περιεχόμενα	9
Συντομογραφίες	11
1. Εισαγωγή	12
1.1. Ιστορική Αναδρομή	12
1.2. Η έννοια του Τεχνητού Υδάτινου Οικοσυστήματος	14
1.3. Υδατογενείς Λοιμώξεις	15
2. Παθογόνοι μικροοργανισμοί του τεχνητού υδάτινου περιβάλλοντος	17
2.1. Ταξινόμηση	17
2.2. Υδατογενή νοσήματα από τεχνητό υδάτινο περιβάλλον	18
2.3. Πηγές μόλυνσης	19
2.4. Τρόποι μετάδοσης	20
3. Κυριότερα παθογόνα κοπρανώδους προέλευσης	22
3.1. Βακτήρια	22
3.1.1. <i>E.coli</i> O157 - <i>Shigella spp</i>	22
3.1.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα	24
3.2. Πρωτόζωα	26
3.2.1. <i>Cryptosporidium</i> - <i>Giardia lamblia</i>	26
3.2.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα	30
3.3. Ιοί	32
3.3.1. Ανθρώπινος Αδενοϊός (HAdV)	32
3.3.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα	32
3.3.2. Νοροϊοί - Ιός Ηπατίτιδας Α - Εντεροϊοί	34
4. Κυριότερα παθογόνα μη κοπρανώδους προέλευσης	36
4.1. Βακτήρια	36
4.1.1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	36
4.1.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα	37
4.1.2. <i>Legionella spp.</i>	38
4.1.2.1. Επιδημιολογικά δεδομένα	39
4.1.3. <i>Mycobacterium spp</i>	41
4.1.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	43
4.2. Μύκητες	46
4.2.1. Δερματόφυτα	46
4.2.1.1. <i>Tinea pedis</i> ή “πόδι του αθλητή”	47
4.2.1.2. Επιδημιολογικά δεδομένα	49
4.3. Πρωτόζωα	50
4.3.1. <i>Naegleria fowleri</i> - <i>Acanthamoeba</i>	50
4.4. Ιοί	52
4.4.1. <i>Molluscum Contagiosum Virus (MCV)</i> - <i>Papillomavirus (HPV)</i>	52

5. Καταγεγραμμένες υδατογενείς επιδημίες από τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα	54
5.1. Βακτηριακές λοιμώξεις	54
5.2. Ιογενείς λοιμώξεις	56
5.3. Λοιμώξεις από πρωτόζωα	58
5.4. Μυκητιασικές λοιμώξεις	60
6. Πρόληψη	61
6.1. Μικροβιολογικός έλεγχος νερού - Μικροβιακοί Δείκτες	61
6.2. Κολυμβητικές Δεξαμενές	63
6.3. Εισπνεόμενο νερό	65
7. Συμπεράσματα	67
Περίληψη	69
Abstract	70
Βιβλιογραφία	71
Βιβλιογραφία εικόνων	81

## Συντομογραφίες

EPA	Environmental Protection Agency
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CSTE	Council of State and Territorial Epidemiologists
RWLs	Recreational Water Illnesses
E.E	Ευρωπαϊκή Ένωση
WHO	World Health Organization
AFR	Accidental Fecal Release
ID	Infectious Dose
SEM	Scanning Electron Microscope
NIH	National Institute of Health
CTWs	Cooling Tower Waters
DNA	Deoxyribonucleic Acid
HAdV	Human Adenovirus
PCF	Pharyngoconjunctival Fever
HAV	Hepatitis A Virus
NoV	Norovirus
MCV	Molluscum Contagiosum Virus
HPV	Human Papillomavirus
PAM	Primary Amoebic Meningoencephalitis
GAE	Granulomatous Amebic Encephalitis
HVAC	Heating, Ventilation and Air-conditioning
MAHC	Model Aquatic Health Code
DPD	diethyl-p-phenylenediamine
EWGLI	European Working Group for Legionella Infections
CFU	Colony Forming Unit

## 1. Εισαγωγή

### 1.1. Ιστορική Αναδρομή

Κάνοντας μία επισκόπηση ανάμεσα στους αιώνες παρατηρούμε ότι η χρήση των λουτρών, των ιαματικών πηγών και γενικότερα η σχέση του ανθρώπου με τον υδάτινο κόσμο είναι γνωστή ήδη από την αρχαιότητα. Ο Ιπποκράτης, ο πατέρας της ιατρικής επιστήμης, τονίζει την ευεργετική επίδραση του νερού στην αποκατάσταση διαφόρων παθήσεων και μέσα από το έργο του *“Περί αέρων, υδάτων και τόπων”*, επικεντρώνεται στα οφέλη της υδροθεραπείας και καθορίζει τη θεραπευτική χρήση των θερμών και των ψυχρών λουτρών επί του σώματος (Gianfaldoni, et al., 2017). Στα Ασκληπιεία της αρχαίας Ελλάδας, που ήταν τα πρώτα σανατόρια που λειτουργούσαν ως θεραπευτικά κέντρα και αποτελούσαν τους κατεξοχήν χώρους υδροθεραπείας, οι αρχαίοι Έλληνες συνέρρεαν κατά χιλιάδες προκειμένου να επωφεληθούν από τις λουτροθεραπείες, τις οποίες θεωρούσαν όχι μόνο μέσο ίασης και υγείας, αλλά ένα μέσο ευεξίας και σθένους (Tsoukalas, et al., 2015). Στην αρχαία Ελλάδα και στον Ρωμαϊκό πολιτισμό, κάνουν την εμφάνισή τους τον 5ο αι. π.Χ τα λεγόμενα Βαλανεία (balnea), τα οποία ήταν δημόσια ή ιδιωτικά λουτρά που βρίσκονταν στα αστικά κέντρα. Χρησίμευαν στην αποθεραπεία των τραυματισμένων στρατιωτών και επίσης, συνέβαλαν στην επίτευξη της ψυχολογικής τους μεταβολής, στην χαλάρωση και στην αναψυχή τους (A van Tubergen, et al., 2002).

Με την πάροδο των αιώνων και μέσα από αναδρομές του παρελθόντος, παρατηρούμε τη μετεξέλιξη των λουτρικών εγκαταστάσεων σε δημόσιους χώρους κολύμβησης και αναψυχής. Το 1828 άνοιξε για το κοινό η πρώτη δημόσια πισίνα εσωτερικού χώρου με θαλασσινό νερό (St George’s Baths) στην Αγγλία. Από τον 19ο αιώνα, σημειώνεται κατακόρυφη ανάπτυξη των κολυμβητικών εγκαταστάσεων και αρχίζει να δημιουργείται η σύγχρονη έννοια της πισίνας. Η δημοτικότητα της πισίνας συνεχίζει μέχρι και σήμερα να εξαπλώνεται και μάλιστα εκτός από τις κολυμβητικές δεξαμενές, που χρησιμοποιούνται από τους λουόμενους για άθληση και αναψυχή, πλέον χρησιμοποιούνται και δεξαμενές υδρομάλαξης και αναζωογόνησης (spa, whirlpool spa, Jacuzzi), για λόγους φυσικοθεραπείας και αισθητικής (Μαυρίδου, κ.συν., 2014).

Στην διάρκεια της ιστορίας όμως, πέραν της εξέλιξης, της άνθησης και της ραγδαίας εξάπλωσης των κολυμβητικών δεξαμενών, είναι αδύνατο να παραβλέψουμε τις μεταδοτικές ασθένειες που έπληξαν και συνεχίσουν μέχρι και σήμερα να πλήττουν την ανθρωπότητα, φτάνοντας μάλιστα σε σημείο επιδημιών. Στα πλαίσια επιδημιολογικής

διερεύνησης των υδατογενών λοιμώξεων από τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα, παρατηρούμε πολλές επιδημίες για τις οποίες έχει ενοχοποιηθεί το νερό κολυμβητικών δεξαμενών. Μερικές επιδημίες που έχουν καταγραφεί κατά τη διάρκεια των χρόνων και σχετίζονται με κολυμβητικά νερά, αναφέρονται χρονολογικά παρακάτω:

Ήδη από το 1971 η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA), τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC) και το Συμβούλιο Κρατικών και Εδαφικών Επιδημιολόγων (CSTE), ξεκίνησαν ένα σύστημα επιτήρησης για την αναφορά περιστατικών και αιτιών που σχετίζονται με υδατογενείς επιδημίες στις ΗΠΑ. Συγκεκριμένα, κατά την περίοδο 1971-2000 το σύστημα επιτήρησης παρείχε πληροφορίες για 259 εξάρσεις και υπολογίστηκαν 21,740 περιπτώσεις ασθενειών, 36 επισκέψεις στα επείγοντα, 206 νοσηλείες και 28 θάνατοι. Οι περισσότερες ασθένειες (58%) συσχετίστηκαν με μόλυνση από πρωτόζωα και οι νοσηλείες και οι επισκέψεις στα επείγοντα (67%), συσχετίστηκαν με βακτηριακές μολύνσεις. Οι πιο συχνές καταγεγραμμένες ασθένειες ήταν η οξεία γαστρεντερίτιδα, οι δερματικές παθήσεις και οι λοιμώξεις του αναπνευστικού. Τα κρούσματα συμμετείχαν σε ψυχαγωγικές δραστηριότητες και έκαναν κοινή χρήση τόσο των φυσικών όσο και των τεχνητών υδάτων αναψυχής (Craun, et al., 2005).

Το χρονικό διάστημα 1999-2000 συνέβησαν 4 θάνατοι και πάνω από 2,000 ασθένειες που σχετίζονταν με νερά αναψυχής (recreational water illnesses-RWIs), λόγω αστοχίας στο σύστημα ύδρευσης των πισινών. Το πιο κοινό RWI είναι η διάρροια, η οποία επηρεάζει χιλιάδες κολυμβητές που καταπίνουν κατά λάθος μολυσμένο νερό πισίνας (Lawrence, 2004).

Ακόμη, κατά την περίοδο 2000-2014 στελέχη δημόσιας υγείας από 46 πολιτείες και το Πουέρτο Ρίκο, ανέφεραν 493 εξάρσεις που σχετίζονται με νερά αναψυχής. Αυτές οι εξάρσεις είχαν ως αποτέλεσμα 27,219 κρούσματα και 8 θανάτους. Περισσότερα από τα μισά κρούσματα σημειώθηκαν από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο. Το 89% των περιπτώσεων προκλήθηκαν από *Cryptosporidium* και οι τουλάχιστον 6 από τους 8 θανάτους προκλήθηκαν από *Legionella* (Hlavsa, et al., 2018).

Τέλος, κατά την περίοδο 2015-2019, στις ΗΠΑ ξέσπασαν 208 εξάρσεις που οδήγησαν σε 3,646 περιπτώσεις ασθενειών, 286 νοσηλείες και 13 θανάτους. Το 96% των κρουσμάτων έκαναν χρήση δημόσιων πισινών, υδρομασάζ και νεροτσουλήθρων. Τα παθογόνα που ενοχοποιήθηκαν ήταν το *Cryptosporidium* και η *Legionella* (Hlavsa, et al., 2021).

Δυστυχώς, η ανίχνευση των κρουσμάτων των υδατογενών νόσων γίνεται μόνο στις χώρες με συστήματα επιτήρησης. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να γίνεται σωστά η διαχείριση των πισινών, να λαμβάνονται κατάλληλα προληπτικά μέτρα και να εφαρμόζονται ευρέως σε έναν πληθυσμό, προκειμένου να αποτραπούν ή να μειωθούν τα κρούσματα των υδατογενών νόσων (Μαυρίδου, κ.συν., 2014).

## 1.2. Η έννοια του Τεχνητού Υδάτινου Οικοσυστήματος

Λαμβάνοντας υπόψη μας την παράγραφο 8 του άρθρου 2 της οδηγίας 2000/60 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ε.Ε, το «*Τεχνητό υδατικό σύστημα είναι ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων που δημιουργείται με δραστηριότητα του ανθρώπου*» (σελ. 10). Χαρακτηριστικά παραδείγματα ενός τεχνητού υδάτινου οικοσυστήματος αποτελούν για παράδειγμα, οι κολυμβητικές δεξαμενές. Πλέον χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από μεγάλες ομάδες ατόμων, με σκοπό όχι μόνο την αναψυχή, αλλά και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής και υγείας του ατόμου, μέσω της άθλησης. Ακόμη, τεχνητές δεξαμενές νερού προσφέρονται στο κοινό και για θεραπευτικούς σκοπούς (υδροκινησιοθεραπεία), αλλά και για λόγους υδρομάλαξης και αναζωογόνησης (Spa, Whirlpool spa, Jacuzzi, Hot tubs), όπου ο λουόμενος παραμένει αδρανής και επιδρά πάνω του το νερό, συνήθως υπό πίεση. Μη εξαιρετικά από την εξίσωση θεωρούνται και τα υδάτινα πάρκα αναψυχής, τα οποία περιλαμβάνουν συντριβάνια, νεροτσουλήθρες και υδάτινα παιχνίδια μέσα στο νερό, τα οποία απαιτούν φυσικά, κατάλληλα συστήματα υδροδότησης και φιλτραρίσματος που είναι τεχνητά κατασκευασμένα από τον άνθρωπο προκειμένου να προφυλάσσουν τους χρήστες από διάφορες λοιμώξεις (WHO, 2006).

Άλλου είδους τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα αποτελούν τα συστήματα κλιματισμού, οι πύργοι ψύξης, τα συστήματα βιολογικού καθαρισμού και διάφορα συστήματα ύδρευσης ζεστού και κρύου νερού, που αποτελούνται από το κεντρικό δίκτυο (σωληνώσεις) και από τις εξόδους του (βρύσες). Τέτοια δίκτυα διακίνησης νερού, δεν δημιουργούνται από την ίδια τη φύση, αλλά δημιουργούνται σκόπιμα, για να εξυπηρετήσουν τον άνθρωπο στις πρωταρχικές του ανάγκες (πόση, μαγείρεμα, οικιακές χρήσεις, προσωπική υγιεινή) και συντηρούνται από τον ίδιο (Μαυρίδου, κ.συν., 2014).

Προκειμένου λοιπόν, να αντιληφθούμε καλύτερα τον όρο 'τεχνητό' είναι συνετό να λάβουμε υπόψη μας και το σχετικό κείμενο Κατευθυντήριων Οδηγιών, το οποίο ερμηνεύει

ένα τεχνητό υδατικό σύστημα «ως ένα επιφανειακό υδατικό σύστημα το οποίο έχει δημιουργηθεί σε μια περιοχή όπου δεν υπήρχαν προηγουμένως υδατικά συστήματα και το οποίο δεν έχει δημιουργηθεί από την άμεση φυσική αλλοίωση ή μετακίνηση ή ευθυγράμμιση ενός υφιστάμενου υδατικού συστήματος» (CIS, Guidance document N° 4, 2003).

Σύμφωνα λοιπόν με όλα τα παραπάνω, αντιλαμβανόμαστε ότι τα τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα εναρμονίζονται πλήρως με το φυσικό περιβάλλον και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του. Ωστόσο, οι τεχνητές υδάτινες δεξαμενές διαθέτουν και αυτές με τη σειρά τους πολυάριθμους μολυσματικούς παράγοντες (βακτήρια, ιούς, μύκητες, πρωτόζωα), που απειλούν την υγεία των χρηστών με λοιμώξεις που μεταδίδονται μέσω του νερού (Fewtrell & Kay, 2015).

### 1.3. Υδατογενείς Λοιμώξεις

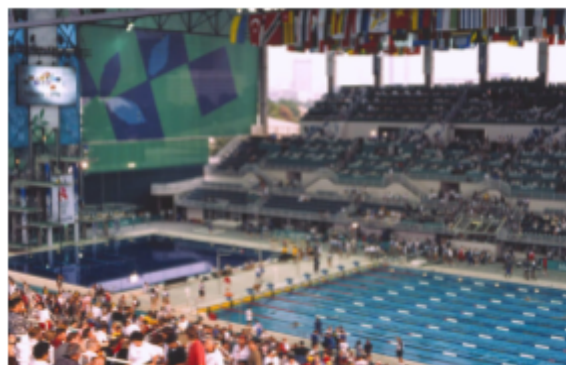
Οι λοιμώξεις, οι οποίες οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς που μεταδίδονται μέσω του νερού, ορίζονται ως “**υδατογενείς λοιμώξεις**”. Είναι εφικτό να εμφανιστούν ως μεμονωμένα σποραδικά κρούσματα, αλλά συνήθως ορίζονται ως επιδημίες, γιατί προσβάλλουν ταυτόχρονα έναν ανθρώπινο πληθυσμό μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ο οποίος είτε έχει εκτεθεί σε κοινό μέσο, είτε σε διαδιδόμενη πηγή (Decher & Palmore, 2013).

Η έξαρση κρουσμάτων από υδατογενείς λοιμώξεις μπορεί να χαρακτηριστεί ως επιδημία, όταν πληροί δύο βασικές προϋποθέσεις:

- **Επιδημιολογικό κριτήριο:** την παρουσία δύο ή περισσότερων ατόμων με παρόμοια συμπτωματολογία, μετά την κατάποση πόσιμου νερού ή μετά την έκθεση σε νερό που χρησιμοποιείται για λόγους αναψυχής
- **Κριτήριο ποιότητας του ύδατος:** όταν τα επιδημιολογικά και εργαστηριακά δεδομένα στηρίζουν την υπόθεση, ότι το νερό είναι η πιθανή πηγή του νοσήματος (ΚΕΕΛΠΝΟ, 2011).

Το τεχνητό υδάτινο περιβάλλον απειλεί και αυτό με τη σειρά του την ανθρώπινη υγεία, καθώς αποτελεί πόλο έλξης εκατοντάδων παθογόνων μικροοργανισμών. Πλήθος επιδημιολογικών μελετών επιβεβαιώνει, ότι η ανθρωπότητα έχει πληγεί στο παρελθόν από

υδατογενείς λοιμώξεις που προέρχονται από υδάτινες δεξαμενές άθλησης και αναψυχής, αλλά και από διάφορα τεχνητά συστήματα υδροδότησης. Δυστυχώς, αυτή είναι μία εικόνα που συνεχίζει να παρατηρείται μέχρι και σήμερα. Σύμφωνα με τα δεδομένα του CDC (Centers for Disease Control, 2008), στις ΗΠΑ, κατά την περίοδο 1999-2008 καταγράφηκαν 399 εξάρσεις επιδημιών από νερά αναψυχής, με περισσότερες από 25,000 περιπτώσεις μόλυνσης. Από αυτόν τον αριθμό οι 293 εξάρσεις (73%) με 23,800 κρούσματα, αποδόθηκαν σε πισίνες (Manridou, et al., 2014). Επίσης, το καλοκαίρι του 2015 στην πολιτεία της Ν. Υόρκης, ξέσπασε επιδημία Λεγιονέλλωσης, που αποδείχθηκε μία από τις μεγαλύτερες και πιο θανατηφόρες ασθένειες στην ιστορία των ΗΠΑ, καθώς υπήρξαν 138 περιπτώσεις κρουσμάτων και 16 θάνατοι, που συνδέθηκαν με έναν μόνο πύργο ψύξης (Lapierre, et al., 2017). Κατανοούμε λοιπόν, ότι όταν δεν τηρούνται αυστηρά οι συνθήκες υγιεινής, ο κίνδυνος διασποράς παθογόνων μικροοργανισμών αυξάνεται και μπορεί να αποβεί μοιραίος για την ασφάλεια της δημόσιας υγείας.



**Εικόνα 1:** Εγκαταστάσεις υδάτινων δεξαμενών άθλησης (CDC)



## 2. Παθογόνοι μικροοργανισμοί του τεχνητού υδάτινου περιβάλλοντος

### 2.1. Ταξινόμηση

Με τον όρο *μικροοργανισμοί* ή κοινώς μικρόβια, αναφερόμαστε σε μικροσκοπικούς οργανισμούς, συνήθως μονοκύτταρους, τους οποίους δεν μπορούμε να διακρίνουμε με γυμνό οφθαλμό, παρά μόνο με το μικροσκόπιο. Οι μικροοργανισμοί είναι άφθονοι στη γη και επιζούν σε όλα τα περιβάλλοντα (αέρας, έδαφος, νερό) και σε ακραίες θερμοκρασίες (καύσωνας, ψύξη) (National Institute of Allergy and Infectious Diseases, 2006).

Το ανθρώπινο σώμα φιλοξενεί εκατομμύρια μικροοργανισμούς, οι οποίοι είναι αβλαβείς και αποτελούν την λεγόμενη φυσιολογική μικροβιακή χλωρίδα του σώματος. Ορισμένοι όμως, είναι επικίνδυνοι και έχουν την ικανότητα να εισβάλλουν στον οργανισμό μας, να εγκαθίστανται σε μια περιοχή του σώματός μας και να πολλαπλασιάζονται, με αποτέλεσμα να διαταράσσουν την υγεία και να προκαλούν νόσο. Αυτοί είναι οι λεγόμενοι **παθογόνοι μικροοργανισμοί**, οι οποίοι διαθέτουν έναν ευρύ μηχανισμό διείσδυσης στο ανθρώπινο σώμα.

Η μόλυνση προκαλείται με την είσοδο ενός μικροοργανισμού στον άνθρωπο, ενώ η λοίμωξη συμβαίνει όταν ο μικροοργανισμός έχει την ικανότητα να αναπτύσσεται και να προκαλεί νόσο στον ξενιστή. Διακρίνουμε 4 ομάδες μικροοργανισμών που δυνητικά μπορούν να προκαλέσουν νόσο:

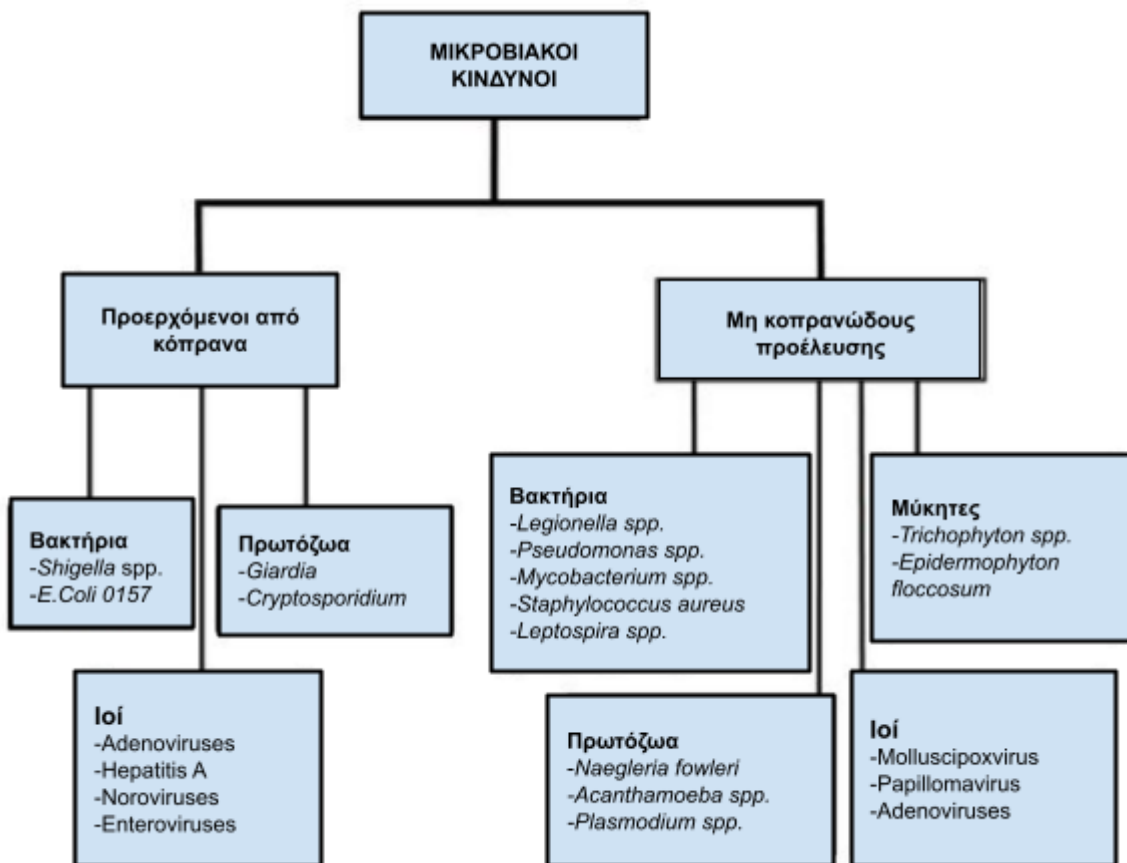
- τα Βακτήρια
- τους Ιούς
- τα Παράσιτα
- τους Μύκητες

(Αντωνιάδης, et al., 2000).

Οι μικροοργανισμοί του υδάτινου περιβάλλοντος μπορεί να είναι:

- **Ενδογενείς**, δηλαδή μικροοργανισμοί που προϋπάρχουν στο νερό και προκαλούν λοίμωξη λόγω ανάπτυξης των μικροβίων της φυσιολογικής χλωρίδας του ατόμου και
- **Εξωγενείς**, δηλαδή προστίθενται από το εξωτερικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τον WHO, στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1) κατατάσσονται ορισμένοι ιοί, βακτήρια, μύκητες και πρωτόζωα, που έχουν αναγνωριστεί ως ικανοί να ευδοκιμήσουν σε πισίνες και παρόμοια τεχνητά υδάτινα περιβάλλοντα, όπως είναι π.χ τα spa, jacuzzi, air-conditions, κλπ.



Πίνακας 1: Πιθανοί μικροβιακοί κίνδυνοι σε πισίνες και παρόμοια περιβάλλοντα (WHO, 2006)

## 2.2. Υδατογενή νοσήματα από τεχνητό υδάτινο περιβάλλον

Τα τεχνητό υδάτινο οικοσύστημα αποτελεί και αυτό με τη σειρά του, φορέα μετάδοσης πολυάριθμων νοσημάτων που σχετίζονται με νερά αναψυχής (RWIs) σε όλο τον κόσμο. Τα υδατογενή νοσήματα που απειλούν την υγεία των ατόμων περιλαμβάνουν: (Adetunde & Ninkuu, 2016)

- Λοιμώξεις του αναπνευστικού
- Γαστρεντερίτιδες (ήπιες έως απειλητικές για τη ζωή του ατόμου)
- Λοιμώξεις των ματιών και των αυτιών
- Λοιμώξεις του δέρματος

- Γενικευμένες λοιμώξεις
- Ηπατίτιδα Α, Ε

Τα πιο κοινά συμπτώματα που προκαλούνται από ασθένειες που σχετίζονται με το κολύμπι είναι ο πυρετός, η διάρροια, η ναυτία, ο εμετός, τα δερματικά εξανθήματα, ο πόνος στα αυτιά και στα μάτια και ο βήχας ή η αναπνευστική συμφόρηση (CDC).

Η μόλυνση δεν συνεπάγεται υποχρεωτικά με την εκδήλωση κάποιας νόσου. Η εμφάνιση της νόσου εξαρτάται από το μέγεθος της μολυσματικής δόσης (ID) και τα χαρακτηριστικά του δέκτη (όπως η φυσική κατάσταση, η ηλικία, η λήψη φαρμάκων, οι γενετικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού, κλπ). Η μολυσματική δόση ποικίλει από 1 μικροβιακό κύτταρο μέχρι πολλές χιλιάδες. Για παράδειγμα, οι μολυσματικές δόσεις της *Giardia lamblia* και του *Cryptosporidium* είναι τόσο χαμηλές, που απαιτούνται μόλις 10 κύτταρα για να προκληθεί λοίμωξη, οπότε η κατανάλωση μόνο ενός μικρού όγκου νερού αρκεί για να γίνει η μετάδοση της νόσου (Castor & Beach, 2004). Επίσης, οι ωκύστες του *Cryptosporidium* είναι πολύ ανθεκτικές στο χλώριο και τις χλωραμίνες και όταν εκτεθούν στο νερό της πισίνας μπορούν να επιβιώσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα, >7 ημέρες (Hlavsa, et al., 2018).

### 2.3. Πηγές μόλυνσης

Οι υδατογενείς λοιμώξεις προκαλούνται συνήθως από την έκθεση σε εντερικά παθογόνα που μεταδίδονται μέσω της κοπρανοστοματικής οδού. Η βασική πηγή ρύπανσης και μόλυνσης μιας κολυμβητικής δεξαμενής έχει συνδεθεί με την κοπρανώδη μόλυνση του νερού, λόγω των περιπτώσεων που απελευθερώνονται από τους ίδιους τους λουόμενους. Συγκεκριμένα, η κοπρανώδης ουσία εισέρχεται στο νερό, όταν ένα άτομο έχει τυχαία απελευθέρωση κοπράνων (AFR) μέσα στο νερό (π.χ απελευθέρωση διαρροϊκών κοπράνων) ή όταν υπάρχουν υπολείμματα κοπράνων στα σώματα των κολυμβητών, που παρασύρονται μέσα στην πισίνα. Σύμφωνα με το CDC, οι άνθρωποι διαθέτουν συνήθως 0,14gr υπολειμμάτων κοπράνων στο σώμα τους (ποσότητα παρόμοια με μερικούς κόκκους άμμου), οπότε κατά την καταβύθισή τους στο νερό, απελευθερώνουν αυτή τη ποσότητα και μολύνουν τη δεξαμενή. Συχνά, στους λουόμενους συμπεριλαμβάνονται και παιδιά νηπιακής ηλικίας που κάνουν χρήση πάντας, οπότε η πιθανότητα μόλυνσης του νερού αυξάνεται, λόγω τυχαίας απελευθέρωσης περιπτώσεων - AFR (Castor & Beach, 2004).

Επιπλέον, μία πιθανή πηγή παθογόνων μικροοργανισμών αποτελεί και η μη κοπρανώδης αποβολή από τον άνθρωπο, όπου η μόλυνση πραγματοποιείται από υγρά του σώματος και από εκκρίσεις, όπως π.χ από εμετούς, σάλιο, ιδρώτα, ρινικές εκκρίσεις, βλέννα, ούρα και κυτταρικά υπολείμματα. Αυτό είναι ένα γεγονός ιδιαίτερα επιβαρυντικό αν αναλογιστεί κανείς, ότι ο ρυθμός εφίδρωσης ενός ατόμου μπορεί να φτάσει το μέγιστο τα 4 λίτρα ιδρώτα ανά ώρα (Das & Alagyrusami, 2010).

Ορισμένα βακτήρια, κυρίως αυτά που δεν προέρχονται από τα κόπρανα, μπορεί να συσσωρευτούν σε βιομεμβράνες και να παρουσιάσουν κίνδυνο μόλυνσης. Επιπλέον, ορισμένα υδρόβια βακτήρια και αμοιβάδες μπορούν να αναπτυχθούν στα νερά της πισίνας ή στις εγκαταστάσεις της, όπως στα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού και να προκαλέσουν ποικιλία λοιμώξεων και ασθενειών στο αναπνευστικό, στο δερματικό ή στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Papadopoulou, et al., 2008). Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελούν τα είδη *Legionella* που απελευθερώνονται στον αέρα μέσω συσκευών που διαχέουν νερό, όπως π.χ τα κλιματιστικά και υπό τη μορφή υδρατμών εισπνέονται από τον άνθρωπο και προκαλούν νόσο (Lin, et al., 2009).

Ως παράγοντας επιμόλυνσης του νερού, μπορεί επίσης να είναι και ορισμένα υδατογενή παθογόνα που προέρχονται από μολυσμένα ζώα (πτηνά, τρωκτικά, κατοικίδια), τα οποία θα μπορούσαν να έχουν πρόσβαση στη πισίνα ή στο γειτονικό της περιβάλλον, ειδικά όταν πρόκειται για εξωτερικές κολυμβητικές δεξαμενές που βρίσκονται σε υπαίθριο χώρο. Φυσικά, δεν θα μπορούσε να παραληφθεί η πηγή προέλευσης του νερού ή η μη επαρκής χλωρίωση της πισίνας, η επιμόλυνση του νερού παροχής και η επιμόλυνση του αέρα για τις πισίνες κλειστού τύπου (Barna & Kádár, 2012).

Ωστόσο, η κύρια αιτία ύπαρξης κρουσμάτων που σχετίζονται με τεχνητές υδάτινες δεξαμενές, έχει καταγραφεί η αποτυχία της σωστής απολύμανσής τους (Bonadonna & La Rosa, 2019).

#### 2.4. Τρόποι μετάδοσης

Οι υδατογενείς λοιμώξεις οφείλονται:

- στην άμεση επαφή με μολυσμένα κολυμβητικά νερά
- στην κατανάλωση μολυσμένου νερού
- στην εισπνοή αερολυμάτων (υδατοσταγονίδια)
- στην εισρόφηση μολυσμένου νερού

Ο μηχανισμός με τον οποίο ένας μολυσματικός παράγοντας εισέρχεται στον ξενιστή καλείται μετάδοση. Δεξαμενή αυτών των μολυσματικών παραγόντων αποτελούν μολυσμένα ή αποικισμένα άτομα που μπορεί να νοσούν ή να είναι ασυμπτωματικοί φορείς ενός παθογόνου (Walker, 2014). Τα άτομα αυτά, όπως προαναφέραμε, αποβάλλουν τους παθογόνους μικροοργανισμούς μέσω αναπνευστικών εκκρίσεων (φτέρνισμα, βήχας, εμετός), μέσω κοπράνων, ούρων, ιδρώτα και νεκρών κυττάρων του σώματος και προκαλούν τη μετάδοσή τους από άτομο σε άτομο. Πύλες εισόδου των μικροοργανισμών στο ανθρώπινο σώμα θεωρούνται: (Walker, 2014):

- η ανώτερη αναπνευστική οδός,
- ο γαστρεντερικός σωλήνας (στοματική κοιλότητα, φάρυγγας, οισοφάγος, στομάχος, παχύ και λεπτό έντερο)
- τα μάτια
- τα αυτιά
- το ουρογεννητικό σύστημα (κόλπος, ουρήθρα)
- το δέρμα

Επίσης, ορισμένα ευκαιριακά παθογόνα βακτήρια, κυρίως μυκοβακτηρίδια (*M. fortuitum*, *M. chelonae*, *M. marinum*), μπορούν να απελευθερωθούν από τους χρήστες της πισίνας και να μεταδοθούν προκαλώντας ήπια έως σοβαρή νόσο σε ανοσοκατασταλμένα και ανοσοανεπαρκή άτομα (Paradourouli, et al., 2008). Τέλος, υπάρχουν και παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορούν να εισέλθουν στο αίμα μέσω πληγών, ουλών και τραυμάτων αλλά και στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα, φτάνοντας μέχρι τους πνεύμονες και τις πνευμονικές κυψελίδες, μέσω της εισπνοής αερολυμάτων (αεροζόλ).

### 3. Κυριότερα παθογόνα κοπρανώδους προέλευσης

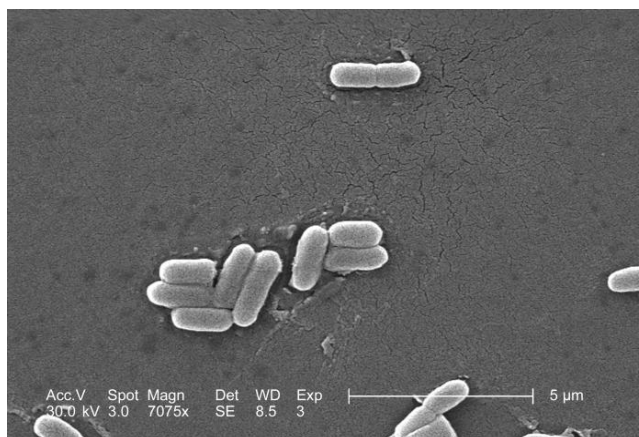
#### 3.1. Βακτήρια

##### 3.1.1. *E.coli* O157 - *Shigella* spp

Η *E.coli* και η *Shigella*, είναι Gram (-) βακτηρίδια, προαιρετικά αναερόβια, και αποτελούν δύο από τα αντιπροσωπευτικότερα είδη της οικογένειας των εντεροβακτηριακών. Φαινοτυπικά παρουσιάζουν ομοιότητα της τάξης του 80% - 90%. Ουσιαστικά, οι *Shigellae* είναι φυλογενετικά *E.coli*, που όμως αργότερα ταξινομήθηκαν ως ξεχωριστά είδη βάσει βιοχημικών χαρακτηριστικών και κλινικής σημασίας (Devanga Ragupathi, et al., 2018).

Ένας ορότυπος της *E.coli*, γνωστός ως *E.coli* O157:H7, μπορεί να προκαλέσει από ήπια διάρροια έως σοβαρή εντερική λοίμωξη στον άνθρωπο, λόγω παραγωγής μιας τοξίνης τύπου Shiga, που καταστρέφει την επένδυση του εντερικού τοιχώματος και προκαλεί αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο (HUS), με θνητότητα 3,7% (Verma, et al., 2007).

Η *E.coli* O157 ζυμώνει την γλυκόζη και τη λακτόζη, αλλά σε αντίθεση με τα υπόλοιπα είδη *E.coli* δεν παράγει γλυκουρονιδάση. Η περίοδος επώασής της είναι 3-4 ημέρες. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν εμετό, διάρροιες και σε πιο σοβαρές καταστάσεις μπορεί να εξελιχθούν σε αιματηρές και να εμφανιστεί και πυρετός. Ένα ποσοστό της τάξης 5-10% που περιλαμβάνει κυρίως παιδιά και ηλικιωμένους, μετά από μόλυνση με *E.coli* O157, αναπτύσσει HUS με αιμολυτική αναιμία και οξεία νεφρική ανεπάρκεια.



Εικόνα 2: *Escherichia coli* O157:H7 (SEM) (CDC, 2006)

Οι σιγκέλλες είναι προαιρετικά αναερόβιοι μικροοργανισμοί, μη σπορογόνοι. Στο γένος ταξινομούνται 4 είδη με πολλαπλούς ορότυπους (Bliven & Lampel, 2017):

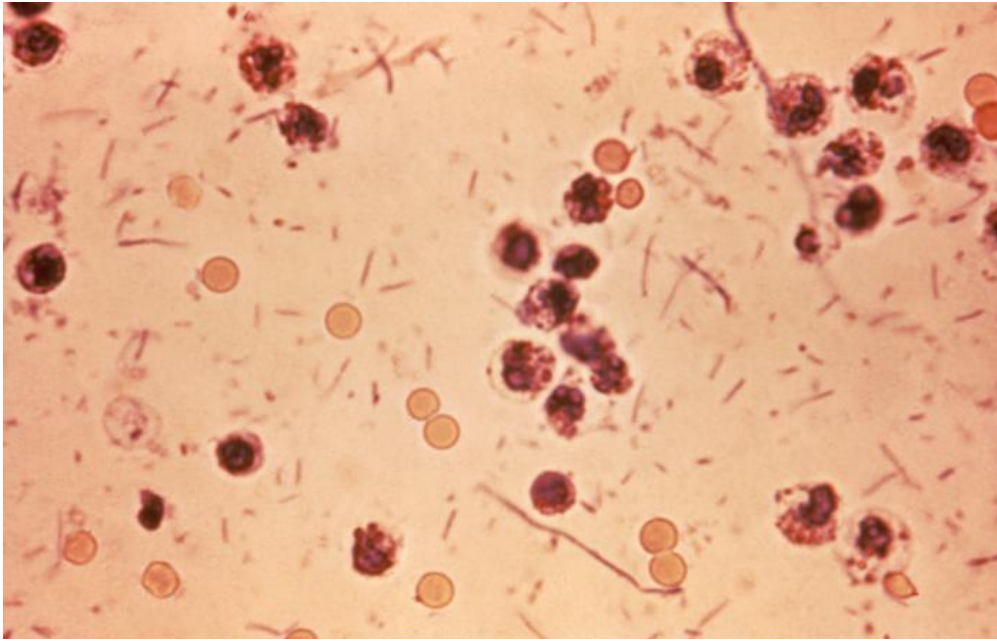
- *S.dysenteriae* (15 ορότυποι),
- *S.flexneri* (8 ορότυποι),
- *S.boydii* (19 ορότυποι)
- *S.sonnei* (1 ορότυπος)

Προκαλούν εντερίτιδες, βακτηριακή δυσεντερία και έχουν ενοχοποιηθεί επίσης, για αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο, HUS, λόγω της τοξίνης Shiga που παράγει η *Shigella dysenteriae* (Εικόνα 4). Η περίοδος επώασης είναι 1-3 ημέρες και η νόσος διαρκεί περίπου 1 εβδομάδα. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν πυρετό, ναυτία, εμετό, διάρροιες. Οι σιγκέλλες έχουν ισχυρή λοιμογόνο δύναμη (10-100 μικρόβια μπορούν να προκαλέσουν νόσο) και μεταδίδονται μέσω της εντερο-στοματικής οδού με συνηθέστερη την μετάδοσής τους μέσω κατανάλωσης μολυσμένης με κόπρανα τροφής ή νερού (Αντωνιάδης, κ.συν., 2000). Η μόλυνση με μικρότερες δόσεις μπορεί να προκαλέσει ασθένεια σε παιδιά και ανοσοκατασταλαμένους (WHO, 2006). Σύμφωνα με τα δεδομένα του ΚΕΕΛΠΝΟ (2016), οι σιγκέλλες είναι ικανές να μεταδοθούν μέσω μολυσμένων υδάτων, όπως είναι τα επιφανειακά νερά, οι κολυμβητικές δεξαμενές και οι δεξαμενές υδρομάλαξης.

Σύμφωνα με τον WHO, σε περίπτωση που συμβεί μία τυχαία απελευθέρωση κοπράνων (AFR) σε πισίνες ή υδρομασάζ, θα πρέπει να γίνει εκκένωση της δεξαμενής, γιατί παρόλο που η *E.coli* και τα είδη *Shigella* μπορούν να καταπολεμηθούν από το χλώριο και τις απολυμαντικές ουσίες, η εξάλειψή τους σε σύντομο χρονικό διάστημα είναι δύσκολη.



**Εικόνα 3:** *Shigella spp* με πολυάριθμες λεπτές τριχοειδής προεξοχές (CDC, 2016)



**Εικόνα 4:** *Shigella dysenteriae* - Εξιδρώματα κοπράνων από ασθενή με σιγκέλλωση (CDC, 1980)

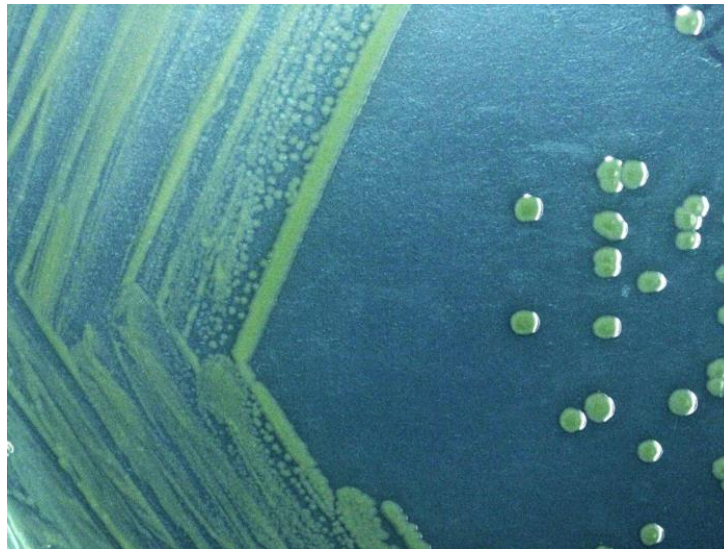
#### 3.1.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα

Σύμφωνα με το CDC (2014), εκτιμάται ότι 265,000 λοιμώξεις από *E.coli* που παράγουν την τοξίνη Shiga (STEC), συμβαίνουν κάθε χρόνο στις Η.Π.Α, με τον ορότυπο *E.coli* O157 να προκαλεί το 36% από αυτές. Η *Shigella* εκτιμάται ότι προκαλεί μισό εκατομμύριο ασθένειες κάθε χρόνο στις Η.Π.Α, με περισσότερες από 5,400 νοσηλείες και 38 θανάτους (CDC, 2018)

Το 1996 γίνεται αναφορά μόλυνσης από *E.coli* O157:H7, που σχετίζεται με ανεπαρκώς χλωριωμένο νερό πισίνας. Η έρευνα έλαβε χώρα στη Τζόρτζια των Η.Π.Α και αφορούσε κρούσματα ατόμων που εμφάνισαν HUS, μετά από κοινή έκθεση σε πισίνα χωρίς σύστημα συνεχούς χλωρίωσης, η οποία ήταν οικογενειακή ιδιοκτησία και συχνά ενοικιαζόταν για πάρτυ (Friedman, et al., 1999). Τον Σεπτέμβριο του 2004 ξέσπασε κρούσμα από στέλεχος του *E.coli* O157 σε πισίνα κέντρου αναψυχής στο Μάντσεστερ. Ταυτοποιήθηκαν 8 επιβεβαιωμένα κρούσματα από τον συγκεκριμένο ορότυπο και 2 παιδιά εμφάνισαν HUS. Σύμφωνα με το προσωπικό της πισίνας, το σύστημα δοσομέτρησης του χλωρίου της πισίνας μπλοκαρίστηκε και το επίπεδο ελεύθερου χλωρίου καταγράφηκε στο 0,5 mg/l (Verma, et al., 2007).



Το 2001 ξέσπασε επιδημία σιγκέλλωσης από πάρκο αναψυχής με παιδικές πισίνες, στην Αϊόβα των ΗΠΑ. Τα συμπτώματα περιελάμβαναν διάρροια (100%), ναυτία (51%), εμετό (47%), αιματηρή διάρροια (39%) και πονοκέφαλο (29%). Ο συνολικός αριθμός των κρουσμάτων ήταν 69 και εργαστηριακά επιβεβαιωμένα ήταν τα 26. Το ξέσπασμα σιγκέλλωσης προκλήθηκε από τυχαία απελευθέρωση κοπράνων μέσα στο νερό, λόγω του ότι τα παιδιά δεν είχαν ακόμη εξοικειωθεί με την χρήση της τουαλέτας. Τα δείγματα κοπράνων που ελήφθησαν επιβεβαίωσαν εργαστηριακά την παρουσία της *S. sonnei* (Εικόνα 5). Η πισίνα δεν ήταν απολυμασμένη και το νερό της δεξαμενής προερχόταν από το δίκτυο (“*Shigellosis Outbreak*”, 2001).



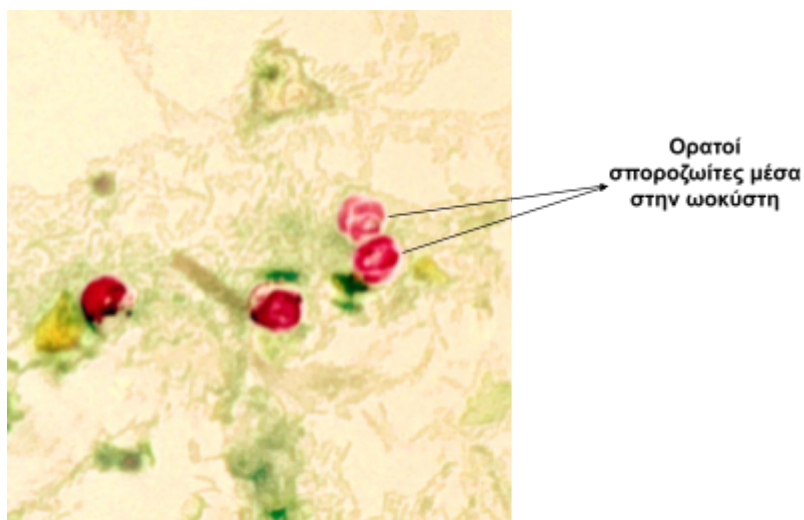
**Εικόνα 5:** Αποικίες *Shigella sonnei*. Καλλιέργεια σε εντερικό άγαρ Hektoen (HEK) για 48 ώρες στους 37°C (CDC, 2014)

## 3.2. Πρωτόζωα

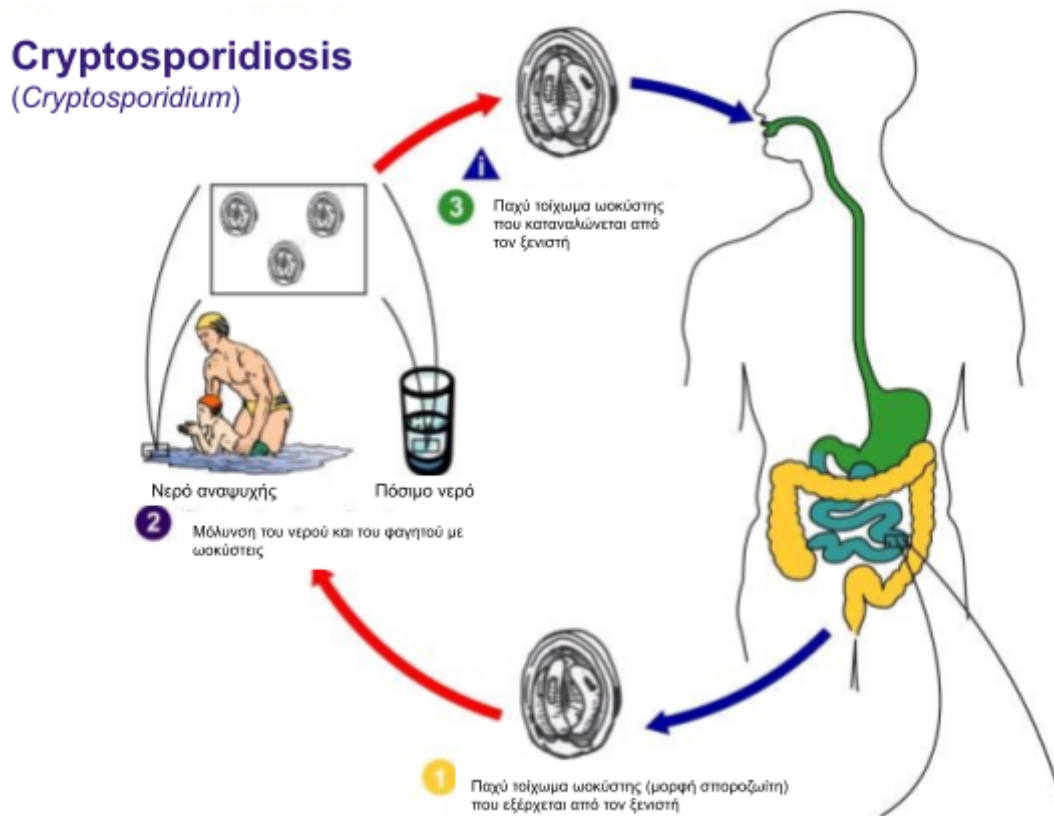
### 3.2.1. *Cryptosporidium* - *Giardia lamblia*

Το *Cryptosporidium* είναι ένα ενδοκυτταρικό παράσιτο που ανήκει στην ομάδα των κοκκιδίων. Έχουν περιγραφεί περίπου 22 είδη κρυπτοσποριδίου, αλλά τα είδη που προκαλούν τις περισσότερες λοιμώξεις στον άνθρωπο είναι τα *C.hominis* (γνωστό ως *C.parvum* γονότυπου 1) και *C.parvum*. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εξάπλωσης του πρωτοζώου είναι το πόσιμο νερό και τα νερά κολυμβητηρίων και αναψυχής. Μεταδίδεται κυρίως με την εντεροστοματική οδό και εκδηλώνεται με διαρροϊκά επεισόδια και κοιλιακές κράμπες. Το παράσιτο προστατεύεται από ένα εξωτερικό κέλυφος, που του επιτρέπει να επιβιώνει έξω από τον ξενιστή για μεγάλο χρονικό διάστημα και που το καθιστά ανθεκτικό στην απολύμανση με χλώριο (CDC, 2019).

Ο άνθρωπος μολύνεται με την κατάποση των ωοκύστεων, που είναι η μολυσματική μορφή του παρασίτου (Εικόνα 6). Μόλις 10 ωοκύστες αρκούν για να προκληθεί νόσος. Η ωοκύστη έχει διάμετρο 4-6 μm και περιέχει τους σποροζωίτες, οι οποίοι απελευθερώνονται στον εντερικό σωλήνα του ξενιστή, διασπείρονται και προκαλούν λοίμωξη. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι λοιμογόνες ωοκύστες του κρυπτοσποριδίου που αποβάλλονται μέσω κοπράνων από μολυσμένους ξενιστές, παραμένουν λοιμογόνες σε υγρό περιβάλλον για 2-6 μήνες, μολύνοντας έτσι νέους ξενιστές (Παπαδοπούλου, 2012).



**Εικόνα 6:** *Cryptosporidium parvum*. Ωοκύστες (έντονος κόκκινος χρωματισμός) του *Cryptosporidium parvum* μετά από χρώση. Στα δεξιά γίνονται ορατοί οι σποροζωίτες μέσα στις δύο κύστες (CDC).



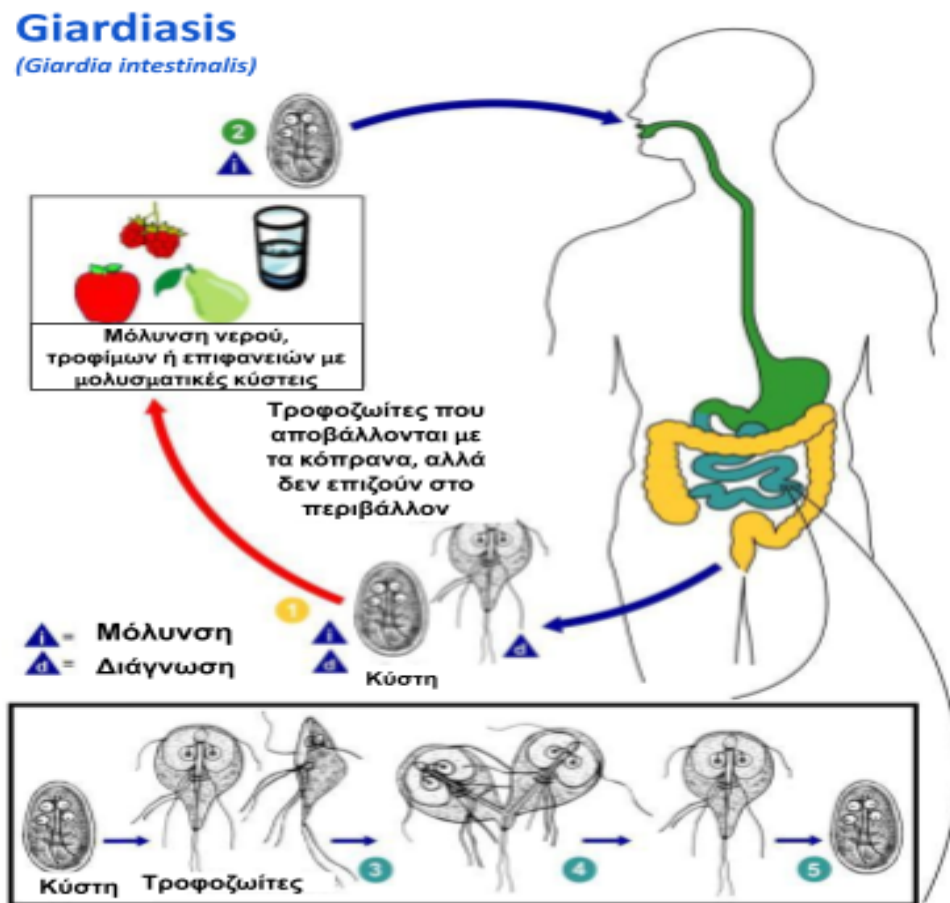
**Εικόνα 7:** Κύκλος ζωής του *Cryptosporidium* (CDC, 2002)

Κατά την Κρυπτοσποριδίωση, οι μολυσμένες ωοκύστεις εισέρχονται με κατάποση στο σώμα του ξενιστή. Ταξιδεύουν στον στόμαχο και στο δωδεκαδάκτυλο και έπειτα, διεισδύουν στο λεπτό έντερο και στα κύτταρα του εντερικού επιθηλίου, όπου απελευθερώνονται οι σποροζωΐτες. Εκεί πολλαπλασιάζονται και στη συνέχεια εξέρχονται από τον ξενιστή σαν ώριμες ωοκύστεις με τα κόπρανα. Το 80% απελευθερώνεται στο περιβάλλον, ενώ το υπόλοιπο 20% των σποροζωΐτων παραμένει στον εντερικό σωλήνα και συνεχίζει τον ενδογενή κύκλο ζωής. Έτσι η λοίμωξη παραμένει, διασπείρεται και μάλιστα επιδεινώνεται.

Η *Giardia lamblia* είναι ένα εντερικό μαστιγοφόρο πρωτόζωο που μπορεί να μεταδοθεί κυρίως με κατάποση μολυσμένου πόσιμου νερού ή νερού αναψυχής. Προκαλεί τη λεγόμενη Γιαρδίαση/Λαμβλίαση με συμπτώματα παρατεταμένης διάρροιας, που διαρκεί 2 εβδομάδες ή περισσότερο. Εκτός από το διαρροϊκό σύνδρομο (5-8 κενώσεις/ημέρα) προκαλεί επίσης, γαστρεντερίτιδες και σύνδρομο δυσαπορρόφησης, καθώς προσβάλλει το δωδεκαδάκτυλο. Ο χρόνος επώασης της νόσου κυμαίνεται από 7-12 ημέρες. Ο κύκλος ζωής της (Εικόνα 8) απαντάται σε δύο μορφές:

- τον τροφοζωΐτη, που παρασιτεί στο ανώτερο τμήμα του λεπτού εντέρου και
- την κύστη, η οποία αποτελεί και το μολυσματικό στάδιο.

Και οι δύο μορφές του παρασίτου μπορούν να απομονωθούν στα κόπρανα. Η *Giardia* φέρει εξωτερικά ένα σκληρό κέλυφος από το οποίο προστατεύεται και το οποίο, της επιτρέπει να επιβιώνει μέχρι και 45 λεπτά σε χλωριωμένες πισίνες. Η μετάδοσή της γίνεται από την κατάποση μολυσμένου νερού ή τροφίμων και από επαφή με μολυσμένες επιφάνειες και αντικείμενα (Αντωνιάδης, κ.συν., 2005).



**Εικόνα 8:** Βιολογικός κύκλος *Giardia* (CDC, 2002)

Ο κύκλος ζωής της *Giardia* ξεκινάει με την κατάποση των μολυσμένων κύστεων από τον ξενιστή. Στη συνέχεια αυτές, φτάνουν στο λεπτό έντερο και εκεί απελευθερώνονται 2 τροφοζώιτες από κάθε κύστη. Αυτοί διχοτομούνται και αποικίζουν τις κρύπτες του δωδεκαδακτύλου, προσκολλούμενοι στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου. Στο κόλον του ξενιστή γίνεται η δημιουργία των ανθεκτικών κύστεων που τελικά, αποβάλλονται με τα κόπρανα.

Παρακάτω επισημαίνονται κάποια χαρακτηριστικά των κυριότερων υδατογενώς μεταδιδόμενων πρωτοζώων που συνδέονται με νερά πισινών:

	<i>Cryptosporidium</i>	<i>Giardia lamblia</i>
<b>Ασθένεια</b>	Διάρροια, εμετός, πυρετός, κοιλιακές κράμπες	Διάρροια με κοιλιακές κράμπες
<b>Περίοδος επώασης (μέσος όρος)</b>	7 ημέρες	7 - 12 ημέρες
<b>Διάρκεια της νόσου</b>	10-14 ημέρες	10 ημέρες ή περισσότερο
<b>Πηγές περιβαλλοντικής μόλυνσης</b>	μολυσμένοι άνθρωποι και κατοικίδια ζώα (βοοειδή)	μολυσμένοι άνθρωποι και ζώα (κάστορες, μοσχοπόντικες)
<b>1η καταγραφή της ασθένειας</b>	1986	1965
<b>Στάδιο εντοπισμού στο νερό</b>	ωοκύστη	κύστη
<b>Στάδιο εντοπισμού στο έντερο</b>	σποροζωίτης	τροφοζωίτης
<b>Μέγεθος κύστης ή ωοκύστης</b>	4 - 6,7 μ	4 - 12,7 μ
<b>Λεπτά θανάτωσης 99.9% με 2 mg/l ελεύθερο χλώριο (pH 7,5 - 25°C)</b>	> 5,000 min	50 min

**Πίνακας 2 :** Χαρακτηριστικά του *Cryptosporidium* και της *Giardia lamblia* (Gerba, et al.)

### 3.2.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα

Το *Cryptosporidium* και η *Giardia* αποτελούν τις κυριότερες αιτίες διαρροϊκών ασθενειών που σχετίζονται με μολυσμένα κόπρανα σε ύδατα αναψυχής και πόσιμα ύδατα (CDC, 2019).

Η μεγαλύτερη υδατογενής επιδημία κρυπτοσποριδίωσης έχει καταγραφεί το 1993 στο Milwaukee των Η.Π.Α, κατά τη διάρκεια της οποίας προσβλήθηκαν 403,000 άτομα, από τους οποίους οι 143 έχασαν τη ζωή τους (Chalmers, 2012).

Σύμφωνα με τους Baldursson & Karanis (2011), μεταξύ Ιανουαρίου 2004 - Δεκεμβρίου 2010, συνέβησαν 199 υδατογενείς παρασιτικές επιδημίες που εκδηλώθηκαν και δημοσιεύτηκαν παγκοσμίως. Το 46,7% των καταγεγραμμένων κρουσμάτων εκδηλώθηκαν στην Αυστραλία, το 30,6% στη Βόρεια Αμερική και το 16,5% στην Ευρώπη. Το *Cryptosporidium spp* ήταν ο αιτιολογικός παράγοντας για το 60,3% (120) των κρουσμάτων, η *Giardia lamblia* για το 35,2% (70) και το 4,5% (9) των κρουσμάτων οφειλόταν σε άλλα πρωτόζωα (*Toxoplasma gondii* 2%, *Cyclospora cayetanensis* 1,5%, *Acanthamoeba spp* 1%).

Παρακάτω παρουσιάζονται σύμφωνα με τον WHO, οι παράγοντες έκθεσης στο *Cryptosporidium* και την *Giardia lamblia*, καταγράφοντας στοιχεία που αντιπροσωπεύουν την περίοδο αιχμής και όχι το σύνολο της περιόδου μόλυνσης:

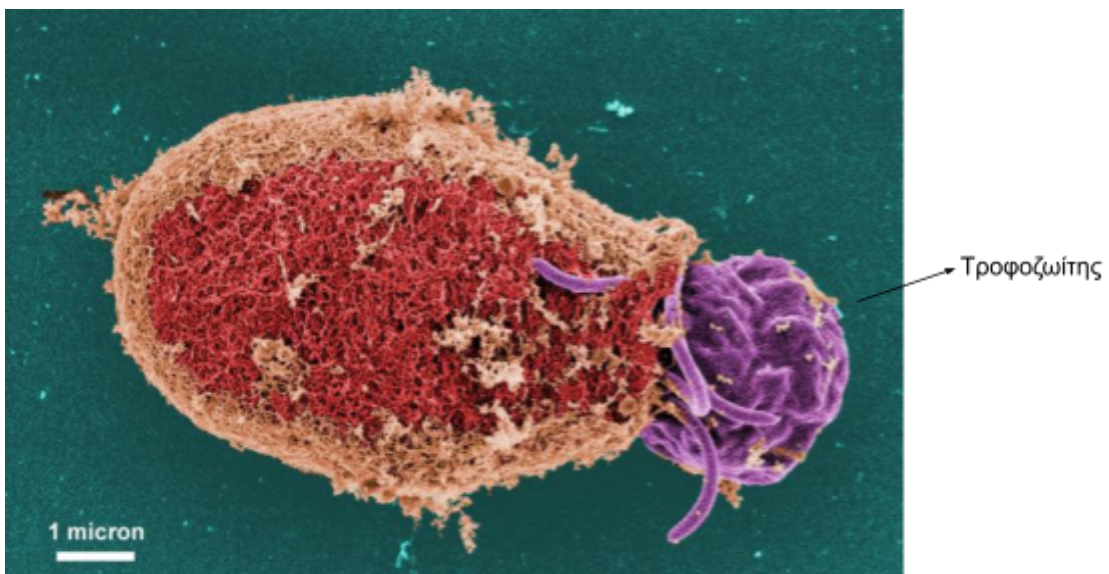
Πρωτόζωο	Πυκνότητα αποβολής των κύστεων κατά την διάρκεια της λοίμωξης	Διάρκεια αποβολής	Μολυσματική δόση
<i>Cryptosporidium</i>	10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup> ανά gr	1-2 εβδομάδες	132/ID <sub>50</sub> <sup>1</sup>
<i>Giardia lamblia</i>	3 x10 <sup>6</sup> ανά gr	6 μήνες	25/ID <sub>25</sub>

**Πίνακας 3:** Παράγοντες έκθεσης (WHO, 2006)

<sup>1</sup> ID<sub>50</sub>-ID<sub>25</sub> : Ο αριθμός των μικροοργανισμών (κυττάρων) που απαιτείται για την πρόκληση λοίμωξης στο 50% και στο 25% του εξεταζόμενου πληθυσμού αντίστοιχα.



**Εικόνα 9:** *Giardia lamblia* - SEM (CDC, 2016)



**Εικόνα 10:** Κύστη *Giardia lamblia*. Τροφοζώιτης που συλλήφθηκε να αναδύεται από τη δεξιά πλευρά της κύστης (CDC, 1999)

### 3.3. Ιοί

#### 3.3.1. Ανθρώπινος Αδενοϊός (HAdV)

Οι αδενοϊοί ανήκουν στην οικογένεια Adenoviridae, περιέχουν δίκλωνο DNA και έχουν διάμετρο 70-100 nm. Προς το παρόν, υπάρχουν 88 τύποι ανθρώπινων αδενοϊών (HAdVs) και διακρίνονται σε 7 είδη (Α έως Γ). Οι περισσότεροι τύποι (57) ανήκουν στο είδος HAdV-D (Dhingra, et al., 2019).

Οι HAdVs είναι σταθεροί σε pH 6-9 και μπορούν να επιβιώσουν για παρατεταμένες περιόδους στο νερό. Δεδομένου ότι οι ιοί δεν μπορούν να αναπαραχθούν εκτός των ιστών του ξενιστή και να πολλαπλασιαστούν στο περιβάλλον, η παρουσία τους στις πισίνες είναι αποτέλεσμα της άμεσης μόλυνσης από τους λουόμενους. Η μετάδοσή τους στις πισίνες συμβαίνει μέσω της κατάποσης μολυσμένου νερού, της εισπνοής υδατοσταγονιδίων ή της άμεσης επαφής των ματιών με νερό που έχει μολυνθεί με κόπρανα, προκαλώντας γαστρεντερικές λοιμώξεις. Μπορεί επίσης να γίνει μετάδοση (χωρίς να προέρχεται από κόπρανα) από άτομο σε άτομο, με άγγιγμα ενός αντικειμένου ή μιας μολυσμένης επιφάνειας, με χειραψία, με τον βήχα, το φτέρνισμα κλπ, προκαλώντας λοιμώξεις του αναπνευστικού και του επιπεφυκότα (Mena & Gerba, 2009).

Οι ασθενείς που μολύνονται με HAdV από νερό πισινών, εκδηλώνουν κλινικά συμπτώματα που περιλαμβάνουν πυρετό, φαρυγγίτιδα, φλεγμονή του επιπεφυκότα, που συχνά αναφέρονται ως “φαρυγγοεπιπεφυκτικός πυρετός” (PCF). Η ασθένεια διαρκεί συνήθως 5-7 ημέρες, αλλά δεν προκαλεί μόνιμη οφθαλμική βλάβη. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να σημειωθεί και πνευμονία. Οι τύποι 3, 7 και 14 συνδέονται συχνότερα με PCF (Mena & Gerba, 2009).

##### 3.3.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα

Ο Sinclair και οι συνεργάτες του (2009), αναφέρουν ότι το 48% των ιογενών επιδημιών συμβαίνουν σε κολυμβητικές πισίνες.

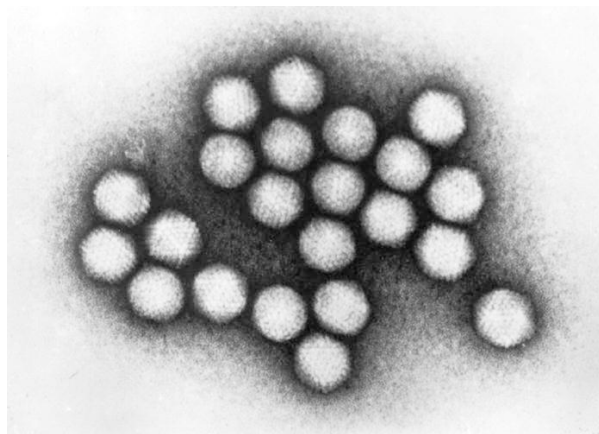
Το 1953 δημοσιεύτηκε η πρώτη επιδημία που σχετίζεται με πισίνες (επιδημία του Greeley) και συνέβει το 1951 στο Greeley του Κολοράντο. Αναφέρθηκαν 206 κρούσματα



με συμπτώματα οξείας επιπεφυκίτιδας, φαρυγγίτιδας, μυϊκού πόνου και πυρετού. Μεταξύ του 25% - 50% των παιδιών που κολυμπούσαν στην πισίνα, προσβλήθηκαν. Τα δείγματα των ασθενών εξετάστηκαν αργότερα και έδειξαν εξουδετερωτική απόκριση των αντισωμάτων στον HAdV τύπου 3 (Bonadonna & La Rosa, 2019).

Στις 30 Μαΐου του 2013 ξέσπασε επιδημία αδενοϊού σε πισίνα ενός πανεπιστημίου στο Πεκίνο της Κίνας. Μεταξύ των 55 κρουσμάτων, οι 44 (80%) ήταν άνδρες και η διάμεση ηλικία ήταν 23 έτη (εύρος 23-77 ετών). Όλα τα κρούσματα διαγνώστηκαν κλινικά με PCF. Οι 52 (95%) παρουσίασαν συμπτώματα επιπεφυκίτιδας, οι 31 (56%) είχαν φαρυγγίτιδα και 25 άτομα (45%) είχαν πυρετό. Το 91% των ασθενών θεωρήθηκαν πρωτογενή περιστατικά γιατί παρακολούθησαν την ίδια πισίνα δύο εβδομάδες πριν την εκδήλωση των συμπτωμάτων. Το 9% ορίστηκαν ως δευτερογενή κρούσματα (μετάδοση από άτομο σε άτομο). Από τα επιχρίσματα των ματιών και του λαιμού των ασθενών, αλλά και από τα δείγματα νερού της πισίνας απομονώθηκε ο HAdV τύπου 4. Οι αλληλουχίες γονιδίων που ελήφθησαν από τα δείγματα νερού, παρουσίασαν 100% ταύτιση με τις αλληλουχίες που ελήφθησαν από τα επιχρίσματα των ασθενών (Li, et al., 2018).

Γενικότερα, τα περισσότερα επιδημιολογικά δεδομένα για τους αδενοϊούς προέρχονται από μελέτες επιλεγμένων πληθυσμών που φαίνεται να επηρεάζονται περισσότερο από την έκθεση σε αδενοϊούς, όπως είναι παιδιά σε νοσοκομεία και ιδρύματα, νεοσύλλεκτοι στρατιωτικοί, ανοσοκατασταλαμένα άτομα κλπ (Mena & Gerba, 2008). Τη δεκαετία του 1959 και 1960 οι λοιμώξεις από HAdVs ήταν υπεύθυνοι για το 90% των νοσηλείων για πνευμονία. Ο αντίκτυπος των αδενοϊών υποχώρησε με την εφαρμογή ενός εμβολίου, μέχρι που ο κατασκευαστής διέκοψε την παραγωγή του το 1996. Η νοσηρότητα αυξήθηκε πάλι σε 10% - 12% και παρατηρήθηκαν θάνατοι σε προηγουμένως υγιής νεοσύλλεκτους στρατιωτικούς (CDC, 2001).



**Εικόνα 11:** Ιικά σωματίδια (βίρια) Αδενοϊού (CDC)

### 3.3.2. Νοροϊοί - Ιός Ηπατίτιδας Α - Εντεροϊοί

Οι νοροϊοί, οι εντεροϊοί και ο ιός της ηπατίτιδας Α έχουν συνδεθεί με κρούσματα ασθενειών σε υδάτινες εγκαταστάσεις κολύμβησης (Sinclair, et al., 2009).

Οι Νοροϊοί, παλαιότερα γνωστοί ως ιοί Norwalk, είναι RNA ιοί, μεγέθους 27-38 nm και είναι αιτία επιδημιών διάρροιας παγκοσμίως. Μεταδίδονται μέσω μολυσμένης τροφής και νερού. Τα συμπτώματα μοιάζουν με συμπτώματα 'γαστρικής γρίπης' και περιλαμβάνουν εμετούς, διάρροιες, κεφαλαλγίες και πυρετό. Η περίοδος επώασης των νοροϊών είναι 12-72 ώρες και η νόσος διαρκεί περίπου 1-4 ημέρες. Οι νοροϊοί σχετίζονται με κρούσματα σε πισίνες κολύμβησης και μάλιστα θεωρείται ότι αποτελούν την μεγαλύτερη αιτία επιδημιών σε ποσοστό 45%. Ακολουθούν οι αδενοϊοί με 24% (Sinclair, et al., 2009).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα επιδημίας από νοροϊό εμφανίστηκε τον Ιούλιο του 2001 στο Ελσίνκι της Φινλανδίας. Ξέσπασε επιδημία γαστρεντερίτιδας και έπληξε 242 άτομα μετά από κολύμπι σε πισίνα εξωτερικού χώρου. Στα δείγματα κοπράνων των ασθενών, καθώς και στα δείγματα νερού της πισίνας ανιχνεύτηκαν νοροϊοί και αστροϊοί. Διαπιστώθηκε ότι η μόλυνση προήλθε από ανθρώπινα κόπρανα που μεταφέρθηκαν από τις δημόσιες τουαλέτες (Bonadonna & La Rosa, 2019).

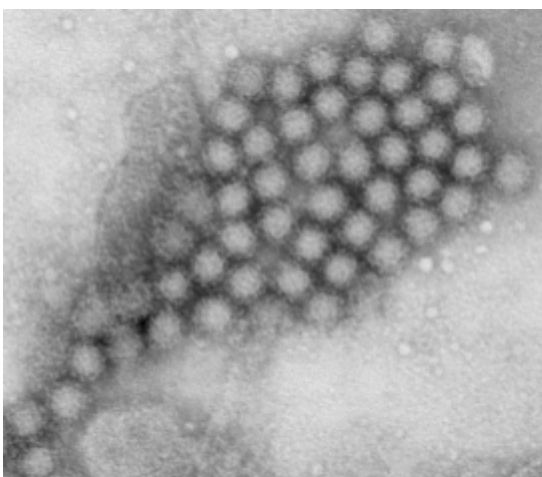
Επίσης, σχετική επιδημία οξείας γαστρεντερίτιδας αναφέρθηκε το 2004 στο Βερμόντ των ΗΠΑ. Υπήρξαν 53 περιπτώσεις ασθενών με συμπτώματα εμετού και διάρροιας, που έκαναν χρήση ιδιωτικής πισίνας εσωτερικού χώρου. Σαν αίτιο αναφέρθηκε η ανεπαρκής συντήρηση της πισίνας και η ανεπαρκής εκπαίδευση των χειριστών (Podewils, et al., 2007).

Ο ιός της Ηπατίτιδας Α είναι ένας RNA ιός, μονής έλικας θετικής κατεύθυνσης. Προκαλεί σοβαρή ηπατική νόσο και μεταδίδεται κυρίως μέσω της κοπρανοστοματικής οδού, λόγω κατανάλωσης μολυσμένου νερού ή τροφίμων. Υπάρχουν μελέτες που έχουν συσχετίσει την μόλυνση από τον ιό της Ηπατίτιδας Α με κολύμπι σε μολυσμένο νερό. Από τις πρώτες επιδημίες ηπατίτιδας Α, συνέβει στην Ουγγαρία το 1979, όταν ξέσπασε επιδημία σε πισίνα μιας κατασκήνωσης και μόλυνε 56 παιδιά ηλικίας 5-17 ετών. Προκλήθηκαν 31 νοσηλείες και η αιτία καταγράφηκε η κακή υγιεινή των χρηστών και η τυχαία απελευθέρωση κοπράνων (AFR) στο νερό της πισίνας.

Οι εντεροϊοί ανήκουν στην οικογένεια Picornaviridae και είναι RNA ιοί θετικής πόλωσης. Περιλαμβάνουν τους polioviruses, τους echoviruses και τους coxsackieviruses. Η μετάδοσή τους γίνεται κυρίως με την κοπρανοστοματική οδό, με μολυσμένα τρόφιμα ή υδατογενώς, καθώς και με μολυσμένα σταγονίδια του αέρα (WHO, 2006). Οι περισσότερες λοιμώξεις είναι ασυμπτωματικές ή έχουν ήπια εκδήλωση με κρυολόγημα και πυρετό. Οι εντεροϊοί συνδέονται με λοιμώξεις σε πισίνες και η πρώτη επιδημία εντεροϊού που σχετίζεται με κολυμβητικές δεξαμενές, συνέβη το 1987 στο Κολοράντο των ΗΠΑ σε μία δημοτική πισίνα. 26 παιδιά παρουσίασαν πυρετό, συνοδευόμενο από επιπλέον συμπτώματα, όπως πονοκέφαλο, διάρροια και ναυτία. Ο εντεροϊός καταγράφηκε ως πιθανή αιτία της νόσου, βάσει των κλινικών συμπτωμάτων και του χρόνου επώασης. Από τα δείγματα κοπράνων που ελήφθησαν ταυτοποιήθηκαν εντερικά παθογόνα, όπως η *Salmonella spp* και η *Shigella spp*. Το σύστημα χλωρίωσης ήταν ακατάλληλο, καθώς το επίπεδο χλωρίωσης της πισίνας ήταν σχεδόν μηδενικό (Kee, et al., 1994).

Γενικότερα, οι ιοί δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν μέσα στο νερό γιατί ο πολλαπλασιασμός τους απαιτεί κάποιον ξενιστή για να επιτευχθεί. Έτσι, η παρουσία τους στο νερό είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας ή προηγηθείσας ρύπανσης από κάποιον ξενιστή (WHO, 2006).

Στο κεφάλαιο 5, καταγράφονται παραδείγματα ιικών λοιμώξεων που αφορούν τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα με την χρονολογική σειρά που πραγματοποιήθηκαν.



**Εικόνα 12:** Ιικά σωματίδια Νοροϊού



**Εικόνα 13:** Ιός της ηπατίτιδας Α

## 4. Κυριότερα παθογόνα μη κοπρανώδους προέλευσης

### 4.1. Βακτήρια

#### 4.1.1. *Pseudomonas aeruginosa*

Πρόκειται για ένα ευκαιριακά παθογόνο Gram (-) βακτηρίδιο, υποχρεωτικά αερόβιο, μη σπορογόνο με διαστάσεις 1,5-3 μm μήκος και 0,5 μm πλάτος. Απαντάται στα υδάτινα οικοσυστήματα και σε περιβάλλοντα με υψηλά ποσοστά υγρασίας. Παραδείγματα αποτελούν τα συστήματα διανομής νερού των νοσοκομείων, τα δάπεδα των κολυμβητηρίων, τα αποδυτήρια, τα ντουζ, τα φίλτρα των δεξαμενών κλπ. Μάλιστα, παρουσιάζει αντιμικροβιακή αντοχή λόγω της χαμηλής διαπερατότητας της εξωτερικής της μεμβράνης. Η απελευθέρωσή της στο νερό πραγματοποιείται μέσω εκκρίσεων από μολυσμένους χρήστες και η μετάδοσή της γίνεται μέσω άμεσης δερματικής επαφής από άτομο σε άτομο ή μέσω επαφής με το μολυσμένο νερό. Έχει καταγραφεί ως η κύρια αιτία πρόκλησης εξάνθηματος στα υδρομασάζ (Hot tub rash, Hot - foot syndrome) και εξωτερικής ωτίτιδας ή “αυτί του κολυμβητή” (swimmer’s ear) σε τεχνητές υδάτινες δεξαμενές, καθώς συσσωρεύεται υπό την μορφή βιοφίλμ (Lutz & Lee, 2011).

Η πρώτη περίπτωση, αφορά μία φλεγμονή του δέρματος που προσβάλλει άτομα όλων των ηλικιών, λόγω παραμονής τους σε κακοσυντηρημένη πισίνα. Αναφέρεται και ως *Pseudomonas folliculitis*, καθώς προκαλεί θυλακίτιδα των τριχών με φουσκάλες γεμάτες πύον στην περιοχή γύρω από τους θύλακες της τρίχας και κνησμώδες ερυθρό εξάνθημα. Το εξάνθημα εμφανίζεται 48 ώρες μετά την έκθεση (Jacob & Tschén, 2020).

Η δεύτερη περίπτωση, αφορά μία φλεγμονή του ωτός, η οποία μπορεί να εμφανιστεί όταν το μολυσμένο νερό της πισίνας έρχεται σε άμεση επαφή με τον έξω ακουστικό πόρο. Εμφανίζονται επίσης, οίδημα και ερυθρότητα του αυτιού. Παρατηρείται συχνότερα σε παιδιά και σε νέους ενήλικες λόγω παρατεταμένης παραμονής τους στο νερό. Τα κυριότερα συμπτώματα περιλαμβάνουν έντονο πόνο στο αυτί, κνησμό και έκκριση πύου, που μπορεί να οδηγήσουν μέχρι και σε μεγαλύτερης βαρύτητας συμπτώματα, όπως η βαρηκοΐα (Wang, et al., 2005).

#### 4.1.1.1. Επιδημιολογικά δεδομένα

Η *P. aeruginosa* περιγράφηκε για πρώτη φορά ότι προκαλεί θυλακίτιδα που σχετίζεται με ψυχαγωγική χρήση νερού, το 1975 από τους McCausland και Cox, οι οποίοι περιέγραψαν την κατάσταση του δέρματος μετά από χρήση δημόσιου υδρομασάζ (Tate, et al., 2003). Έκτοτε, εμφανίζεται συχνά ως επιδημία που επηρεάζει μεγάλο αριθμό ατόμων. Εκτιμάται ότι το 67% των των υδρομασάζ και το 63% των πισινών μολύνεται από *P. aeruginosa* σε οποιοδήποτε σημείο της δεξαμενής (Jacob & Tschen, 2020).

Το 2010, στο περιοδικό Eastern Mediterranean Health Journal δημοσιεύθηκε μία έρευνα, με σκοπό την αξιολόγηση εμφάνισης αντιμικροβιακής αντοχής της *P.aeruginosa* σε νερά πισινών της Βόρειας Ελλάδας. Από τα δείγματα νερού που ελήφθησαν από πισίνες υδροθεραπείας, τζακούζι/σπα και κολυμβητικές πισίνες, συνολικά το 16,6% (45/271) των δειγμάτων ήταν θετικά για *P. aeruginosa* με το υψηλότερο ποσοστό απομόνωσής της (25,0%) να αντιστοιχεί στις πισίνες υδροθεραπείας (Tirodimos, et al., 2010).

Επιπλέον, σε μία μελέτη που διεξήχθη στην Αίγυπτο κατά την χρονική περίοδο αρχές Ιουνίου - τέλη Ιουλίου 2014, από τα 120 δείγματα νερού που συλλέχθηκαν από 36 εσωτερικού τύπου πισίνες και 84 εξωτερικού τύπου πισίνες κολύμβησης και αναψυχής, η ψευδομονάδα απομονώθηκε στα 26 από τα 120 δείγματα (21,7%), με ποσοστό ελαφρώς υψηλότερο στις εσωτερικές από ό,τι στις εξωτερικές δεξαμενές (16,7% και 14,3%). Σε 2 πισίνες η *P.aeruginosa* βρέθηκε σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% των δειγμάτων, γεγονός που αποδόθηκε στην κακή συντήρηση, καθώς είχε μη λειτουργικό σύστημα φιλτραρίσματος (Hashish, et al., 2017).



**Εικόνα 14:** *Pseudomonas aeruginosa* (CDC, 2019)

#### 4.1.2. *Legionella spp.*

Τα είδη *Legionella* είναι Gram (-) υποχρεωτικά αερόβιοι κοκκοβάκιλοι, μη σπορογόνοι, πλάτους 0,9 μm και μήκους 2-20 μm. Υπάρχουν πάνω από 58 αναγνωρισμένα είδη *Legionella*, από τα οποία η *Legionella pneumophila* είναι η αιτία για το 90% των λοιμώξεων στον άνθρωπο. Οφείλεται στην εισπνοή μολυσμένων με *Legionella* υδατοσταγονιδίων (αεροζόλ) και η κύρια οδός μετάδοσής της είναι η αναπνευστική. Δεδομένου ότι τα σωματίδια έχουν πολύ μικρή διάμετρο, μπορούν να διεισδύσουν μέχρι το κατώτερο αναπνευστικό σύστημα και να προκαλέσουν πνευμονίες. Η θερμοκρασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για για την ανάπτυξη και την μετάδοση της *Legionella*. Η ανάπτυξή της έχει καταγραφεί μεταξύ 20°C - 45°C. Απαντάται σχεδόν αποκλειστικά σε υδάτινα περιβάλλοντα και ανευρίσκεται σε οποιαδήποτε πηγή νερού μπορούν να δημιουργηθούν αερολύματα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι πύργοι ψύξης, τα συστήματα κλιματισμού και γενικότερα τα συστήματα HVAC, τα συστήματα βιολογικού καθαρισμού, οι υγραντήρες, οι υδάτινες δεξαμενές (spa, jacuzzi, πισίνες φυσικοθεραπείας, κλπ), τα συστήματα ύδρευσης ζεστού και κρύου νερού που βρίσκονται συνήθως σε δημόσια κτίρια (π.χ ξενοδοχεία, νοσοκομεία), κλπ. Παρουσιάζει επίσης, συμβιωτική ικανότητα με άλλους μικροοργανισμούς, όπως π.χ οι αμοιβάδες (Αντωνιάδης κ.συν., 2005).

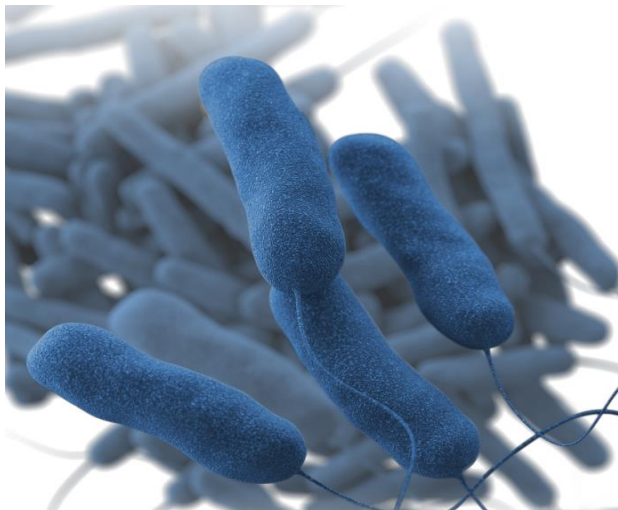
Η λοίμωξη από λεγεωνέλλες μπορεί να εκδηλωθεί με δύο κλινικές μορφές:

1. Λεγιονέλλωση ή νόσος των λεγεωναρίων
2. Πυρετός Pontiac

Η λεγιονέλλωση ή νόσος των Λεγεωναρίων, είναι μία οξεία βακτηριακή λοίμωξη του αναπνευστικού και εκδηλώνεται με τη μορφή βαριάς και θανατηφόρου πνευμονίας. Η περίοδος επώασής της είναι 2 - 10 ημέρες. Στα αρχικά στάδια της νόσου παρατηρούνται συμπτώματα όπως πυρετός, απώλεια όρεξης, πονοκέφαλος, ναυτία, εμετοί. Κάποιοι ασθενείς μπορεί να εμφανίσουν ήπιο βήχα και το 1/3 αυτών μπορεί να εμφανίσει αιμόπτυση. Αν τα συμπτώματα δεν αντιμετωπιστούν, συνήθως επιδεινώνονται και μπορεί να οδηγήσουν σε αναπνευστική ανεπάρκεια, σοκ, πολυοργανική ανεπάρκεια και θάνατο (WHO, 2022).

Ο πυρετός Pontiac, είναι μία πιο ήπια εκδήλωση της νόσου, που είναι μηδενικής θνησιμότητας, μοιάζει περισσότερο με γρίπη και είναι αυτοπεριοριζόμενη. Ο χρόνος επώασής της νόσου είναι μικρός, 12 - 48 ώρες και τα συμπτώματα είναι πυρετός, ρίγος, μυαλγίες, χωρίς εμφάνιση πνευμονίας. Το ποσοστό προσβολής είναι υψηλότερο απ' ό,τι

για τη νόσο των λεγεωναρίων (έως και 95% των ατόμων που εκτίθενται) και τα κρούσματα εντοπίζονται συνήθως σε περιβάλλοντα που η έκθεση συνδέεται με χρήση κοινόχρηστων πισινών σπα και αναψυχής (Fields, et al., 2002).



**Εικόνα 15:** 3D απεικόνιση του *Legionella pneumophila* σε Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM), (CDC, 2016).

#### 4.1.2.1. Επιδημιολογικά δεδομένα

Σύμφωνα με μελέτες εκτιμάται ότι 8,000 με 18,000 άτομα νοσηλεύονται ετησίως με λεγεωνέλλωση στις Η.Π.Α (Fields, et al., 2002). Από το 2010 κάθε χρόνο τα κρούσματα της νόσου των λεγεωναρίων που σχετίζονται με ταξίδια, αντιστοιχούν στο 20% του συνόλου των δηλωθέντων κρουσμάτων της νόσου στην ΕΕ/ΕΟΧ. Το 2011 αναφέρθηκαν 4,917 κρούσματα λεγεωνέλλας από 29 χώρες. Τα άτομα ηλικίας 65 ετών και άνω αντιπροσώπευαν 2,072 (42%) από τις 4,909 περιπτώσεις με γνωστή ηλικία, με την αναλογία ανδρών και γυναικών να είναι 2,5:1. (ECDC, 2013).

Σύμφωνα με το ECDC (2020), το 2018 τα περιστατικά Λεγιονέλλωσης με λοιμώξεις του αναπνευστικού έφτασαν τα 2,2 ανά 100,000 πληθυσμού για την Ευρωπαϊκή Ένωση.

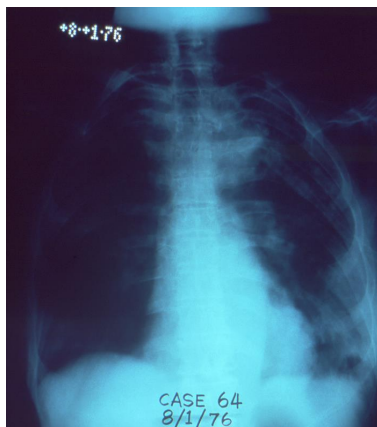
Η πρώτη επιδημία λεγιονέλλωσης, συνέβη το 1976 σε ξενοδοχείο της Φιλαδέλφειας των ΗΠΑ, όταν 221 συμμετέχοντες στο ετήσιο συνέδριο της Αμερικανικής Λεγεώνας προσβλήθηκαν από πνευμονία και 34 από αυτούς πέθαναν. Η *Legionella pneumophila* της ορομάδας 1, απομονώθηκε από το σύστημα κλιματισμού του ξενοδοχείου (Leoni, et al., 2018).

Σύμφωνα με μία μελέτη περίπτωσης που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Case Reports in Infectious Diseases* (2018), το 2009 και το 2012 καταγράφηκαν κρούσματα Λεγιονέλλωσης σε 2 νοσοκομεία της Κεντρικής Ελλάδας. Τα αποτελέσματα της μικροβιακής ανάλυσης του νερού, έδειξαν αποικισμό του συστήματος διανομής νερού με *Legionella spp* στο νοσοκομείο Α και συγκεκριμένα σε δωμάτιο ασθενών στο καρδιολογικό τμήμα. Στην δεύτερη περίπτωση (νοσοκομείο Β), η *Legionella pneumophila* sg 1, απομονώθηκε από το ντουζ του δωματίου των ασθενών σε συγκεντρώσεις  $1 \times 10^3$  cfu/L, καθώς και από τον νεφελοποιητή του ασθενούς. Και στις δύο περιπτώσεις οι ασθενείς ήταν άνω των 65 ετών και μετά από νοσηλεία και θεραπεία με αντιβιοτικά ανάρρωσαν πλήρως, εκτός από έναν που μετά το εξητήριο του εμφάνισε υπερπυρεξία, αναπνευστικές διαταραχές και νευρολογικά συμπτώματα και πέθανε κατά τη διάρκεια της νοσηλείας του μετά από 30 ημέρες (Kyritsi, et al, 2018).

Το 2012, ξέσπασε επιδημία Λεγιονέλλωσης σε ξενοδοχείο της Ισπανίας. Καταγράφηκαν 42 κρούσματα μεταξύ Δεκεμβρίου 2011 και Ιουνίου 2012 και η έρευνες απέδειξαν ότι πηγή της επιδημίας ήταν η πισίνα σπα του ξενοδοχείου (Vanaclocha, et al., 2012).

Το 2008 πραγματοποιήθηκε μία μελέτη σχετικά με την ύπαρξη λεγεωνέλλας σε νερά πύργων ψύξης των συστημάτων κλιματισμού (CTWs) της Σαγκάης, στην Κίνα. Συνολικά έγινε δειγματοληψία από 321 CTWs και κάθε δείγμα αποτελούνταν από 500mL νερού. Μετά από επεξεργασία των δειγμάτων από το Shanghai CDC εντός 24 ωρών, παρουσιάστηκε υψηλό θετικό ποσοστό λεγεωνέλλας στους CTWs της Σαγκάης που κυμαινόταν στο 58,9%, δηλαδή στα 189/321 δείγματα (Lin, et al, 2008).

Γενικότερα, οι πύργοι ψύξης έχουν αναγνωρισθεί ως η κύρια πηγή μετάδοσης επιδημιών Λεγιονέλλωσης (Kirrage, et al., 2007).



**Εικόνα 16:** Ακτινογραφία ασθενούς με αμφοτερόπλευρες πνευμονικές διηθήσεις που διαγνώστηκε με νόσο των λεγεωναρίων (CDC).



### 4.1.3. *Mycobacterium spp*

Τα μυκοβακτηρίδια είναι ακίνητα και άσπορα αερόβια βακτηρίδια (ράβδοι). Στο υδάτινο περιβάλλον απαντώνται συχνότερα τα άτυπα μυκοβακτηρίδια, τα οποία είναι μη χρωμογόνα μυκοβακτηρίδια, δηλαδή δεν παράγουν χρωστικές ούτε στο φως, ούτε στο σκοτάδι και τα οποία προκαλούν λοιμώξεις κυρίως σε ανοσοκατασταλμένους ασθενείς. Από τα άτυπα μυκοβακτηρίδια το *Mycobacterium avium complex* (MAC), έχει ενοχοποιηθεί για πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας (Hot tub lung) μετά από χρήση πισινών και υδρομασάζ (Carpelluti, et al., 2003).

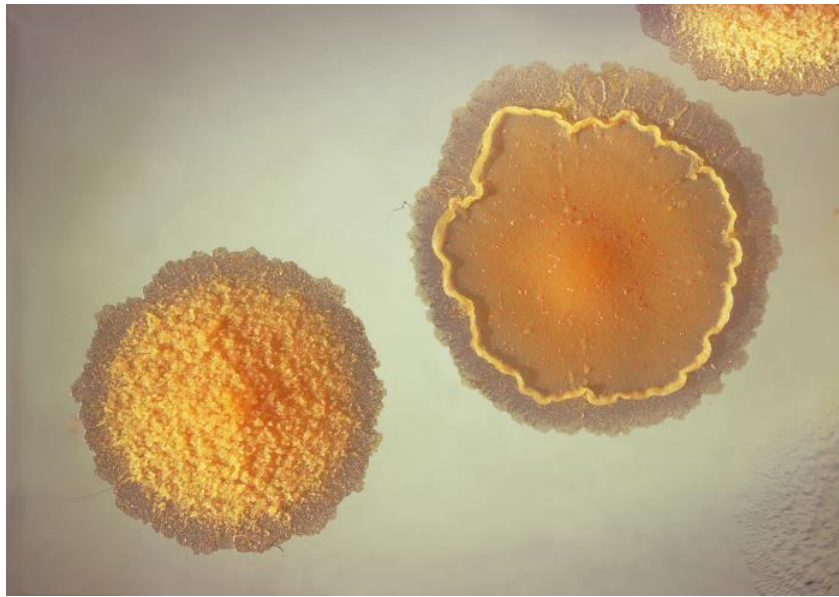
Το 2006 πραγματοποιήθηκε μία αναδρομική μελέτη 21 ασθενών που διαγνώστηκαν με πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας (Hot tub lung). Όλοι οι ασθενείς (ηλικίας περίπου 46 ετών) είχαν εκτεθεί σε υδρομασάζ και είχαν εμφανίσει συμπτώματα δύσπνοιας, βήχα και το 48% εμφάνισε υποξυγοναιμία. Από τα δείγματα νερού του υδρομασάζ και από τις αναπνευστικές εκκρίσεις των ασθενών απομονώθηκε το *M. avium* (Hanak, et al., 2006).

Το 2003 στον Καναδά, καταγράφηκε η πρώτη επιδημία από *Mycobacterium abscessus*<sup>2</sup> που σχετίζεται με έκθεση σε νερό πισινών. Συγκεκριμένα, καταγράφηκαν 85 κρούσματα, τα οποία εμφάνισαν δερματικές βλάβες στις παλαμιαίες πλευρές των χεριών, στα δάχτυλα των χεριών και των ποδιών, στα μετατόρσια και στις φτέρνες. Η επιδημία προήλθε από δημόσια πισίνα για πατινάζ (Dytoc, et al., 2005).

Τέλος, το *M. marinum* είναι και αυτό ένα από τα είδη μυκοβακτηριδίου που μεταδίδεται με επαφή με μολυσμένο νερό. Προκαλεί κυρίως λοιμώξεις του δέρματος και των μαλακών ιστών. Η λοίμωξη αναφέρεται συνήθως ως οζώδης κοκκιωματώδης νόσος και περιορίζεται κυρίως στους ανοσοκατασταλμένους ασθενείς. Το 1951 καταγράφηκε το πρώτο κρούσμα από *M. marinum* στο Έρεμπρο της Σουηδίας, όπου κολυμβητές μετά από κολύμπι σε μολυσμένη πισίνα εμφάνισαν δερματικές βλάβες (Hashish, et al., 2018).

---

<sup>2</sup> Το *Mycobacterium abscessus* είναι γνωστό ως υποείδος του *Mycobacterium chelonae*



**Εικόνα 17:** Καλλιέργεια σε τρυβλίο Petri με αποικίες του *M. marinum* (CDC)



**Εικόνα 18:** Απεικόνιση σε μεγέθυνση αποικιών του *M. avium* (CDC)

#### 4.1.4. *Staphylococcus aureus*

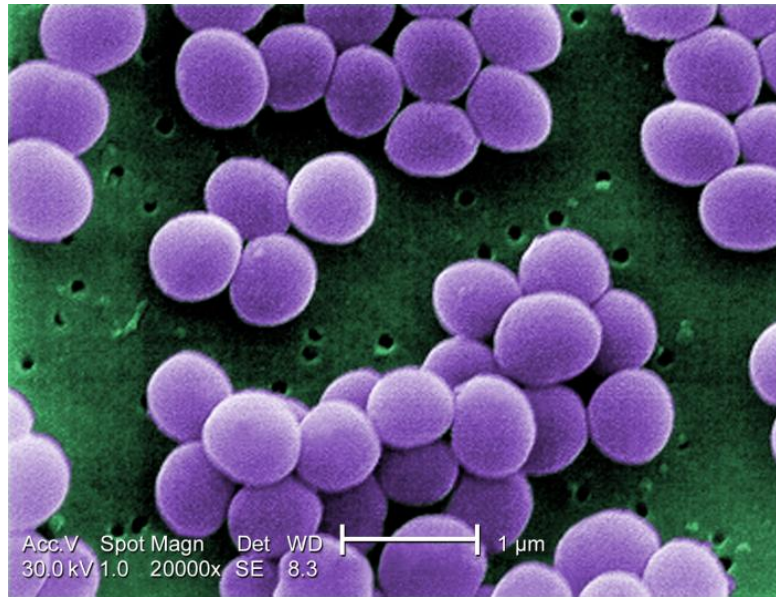
Οι σταφυλόκοκκοι είναι Gram (+) κόκκοι με διάμετρο περίπου 1 μm, μη κινητοί και άσποροι. Διακρίνονται περίπου 30 είδη στο γένος σταφυλοκόκκων, αλλά ο *Staphylococcus aureus* (Σταφυλόκοκκος ο χρυσίζων), ο *Staphylococcus epidermidis* (Σταφυλόκοκκος της επιδερμίδας) και ο *Staphylococcus saprophyticus* (Σταφυλόκοκκος σαπροφυτικός), είναι 3 είδη με ιδιαίτερη σημασία για την παθολογία του ανθρώπου (Αντωνιάδης κ, συν., 2005).

Ο *S.aureus* είναι ο σημαντικότερος κλινικά για την παθολογία στον άνθρωπο και επίσης, είναι το μόνο είδος σταφυλόκοκκου που είναι θετικό στην κοαγκουλάση. Μπορεί να ανευρεθεί σε νερά κολυμβητικών δεξαμενών, καθώς αποβάλλεται από τους λουόμενους και μολύνει τα επιφανειακά φιλμ του νερού της πισίνας. Βρίσκεται συνήθως στο δέρμα, στην ρινική κοιλότητα και σε κόπρανα υγιών ατόμων. Η επαφή με μολυσμένο νερό πισίνας προκαλεί πληθώρα συμπτωμάτων, όπως οφθαλμικές λοιμώξεις, ουρολοιμώξεις, δερματικά εξανθήματα, έκζεμα, μολυσματικό κηρίο, λοιμώξεις τραυμάτων κλπ (Totaro, et al., 2019).

Επιδημιολογική μελέτη των De Araujo, et al., (1990), αναφέρει ότι η πυκνότητα των λουόμενων σχετίζεται άμεσα με τις σταφυλοκοκκικές λοιμώξεις στα νερά δεξαμενών αναψυχής και είναι παρόμοια με τον κίνδυνο γαστρεντερίτιδων, λόγω κοπρανώδους μόλυνσης του νερού.

Λόγω του γεγονότος ότι ο σταφυλόκοκκος αποτελεί μέρος της φυσιολογικής μικροβιακής χλωρίδας του ατόμου (ρινική κοιλότητα, δέρμα, γαστρεντερικό), η εμφάνιση ολόκληρου του σώματος ενός κολυμβητή ή λουόμενου στο νερό μιας δεξαμενής, απελευθερώνει εκατοντάδες μικροοργανισμούς και μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να μολύνει πολλούς χρήστες (Masoud, et al., 2016).

Γενικότερα, προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα των σταφυλόκοκκων που αποβάλλονται από το σώμα μας, θα ήταν συνετό να προηγείται ντους πριν από την είσοδο μας σε πισίνες. Ακόμη, προτείνεται τα επίπεδα του χλωριωμένου νερού να είναι > 1 mg/l και να υπάρχει σωστό σύστημα ανακυκλοφορίας του νερού, ώστε να επιτευχθεί ο έλεγχος συσσώρευσης του *S.aureus* (WHO, 2006).



**Εικόνα 19:** Στέλεχος βακτηρίων *Staphylococcus aureus*.



**Εικόνα 20:** Απεικόνιση ενός παιδιού με μολησματικό κηρίο (Impetigo) από το βακτήριο *S.aureus*.

Βακτήριο	Μόλυνση	Πηγή
<i>Legionella spp.</i>	Λεγεωνέλλωση - Νόσος των Λεγεωνάριων, πυρετός Pontiac	Αερολύματα από φυσικά σπα, υδρομασάζ και συστήματα HVAC. Κακώς συντηρημένα ντους ή θερμαινόμενα συστήματα νερού
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Θυλακίτιδα (υδρομασάζ), Αυτί του κολυμβητή (πισίνες)	Επαφή λουόμενων με νερά πισινών, υδρομασάζ και υγρών επιφανειών
<i>Mycobacterium spp.</i>	Κοκκίωμα, πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας	Επαφή των λουόμενων σε υγρές επιφάνειες πισινών και υδρομασάζ - Αερολύματα από υδρομασάζ και συστήματα HVAC
<i>Staphylococcus aureus</i>	Λοιμώξεις δέρματος, αυτιών και τραυμάτων	Επαφή με μολυσμένο νερό
<i>Leptospira spp.</i>	Αιμορραγικός ίκτερος, Ασηπτική μηνιγγίτιδα	Μολυσμένο νερό με ούρα από μολυσμένα ζώα

**Πίνακας 4:** Βακτήρια μη κοπρανώδους προέλευσης από τεχνητά υδάτινα περιβάλλοντα  
(WHO,2006)

## 4.2. Μύκητες

### 4.2.1. Δερματόφυτα

Τα δερματόφυτα είναι παρασιτικοί μύκητες που προκαλούν δερματοφυτιάσεις, δηλαδή λοιμώξεις της κεράτινης στιβάδας του δέρματος, των νυχιών και των τριχών. Περιλαμβάνουν 3 γένη:

- *Epidermophyton*
- *Microsporum*
- *Trichophyton*



**Εικόνα 21:** Αποικίες σε τρυβλία Petri των δερματόφυτων *Epidermophyton floccosum*, *Trichophyton rubrum* και *Microsporum canis* (CDC).

Αναπτύσσονται συνήθως σε χώρους με υγρασία, όπως οι χώροι κολυμβητικών δεξαμενών, τα γυμναστήρια, τα αποδυτήρια και τα δημόσια ντουζ, όπου συνήθως ο άνθρωπος κυκλοφορεί με γυμνά πόδια. Μεταδίδονται με άμεση ή έμμεση επαφή από άτομο σε άτομο (πισίνες, πετσέτες, είδη υπόδησης κλπ) αλλά και από άμεση επαφή με μολυσμένα ζώα. Ανάλογα από το είδος και το στέλεχος του δερματόφυτου προκαλούν κλινικά συμπτώματα όπως: κνησμό, κόκκινο φολιδωτό εξάνθημα, υπερκεράτωση, απολέπιση, τριχόπτωση, πάχυνση και αποχρωματισμό ονύχων κλπ. Τα συμπτώματα συνήθως εμφανίζονται 4 -14 ημέρες από τη στιγμή που το δέρμα έρθει σε επαφή με τον μύκητα (Πορετσάνου-Χ' Νικολάου & Στυλιανάκης, 2007).

Διακρίνονται δερματοφυτιάσεις (Πορετσάνου-Χ' Νικολάου & Στυλιανάκης, 2007):

- των ποδιών και των χεριών (*Tinea pedis* και *Tinea manuum*)
- του τριχωτού της κεφαλής (*Tinea capitis*)
- του προσώπου και των γενιών (*Tinea facialis* και *Tinea barbae*)

- του σώματος (*Tinea corporis*)
- της βουβωνικής χώρας (*Tinea cruris*)
- της ονυχικής πλάκας (*Tinea unguium*)

#### 4.2.1.1. *Tinea pedis* ή “πόδι του αθλητή”

Η δερματοφυτία ποδιών ή αλλιώς το “πόδι του αθλητή” (*Athlete’s foot*, *Tinea pedis*), είναι μία δερματική λοίμωξη των ποδιών που προσβάλλει τα πέλματα, τις μεσοδακτύλιες περιοχές και τα νύχια. Η λοίμωξη προκαλείται συνήθως από το *Trichophyton rubrum* (70% των περιπτώσεων), αλλά μπορεί να ευθύνονται και το *Trichophyton mentagrophytes* και το *Epidermophyton floccosum* (Ilkit & Durdu, 2015).

Ανευρίσκεται συνήθως σε πισίνες και δημόσια λουτρά, όπου το ζεστό και υγρό περιβάλλον, καθώς και οι λουόμενοι που κυκλοφορούν ξυπόλητοι μπορούν να συμβάλλουν στην εξάπλωση της μυκητιασικής μόλυνσης. Αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης παρουσιάζουν οι αθλητές λόγω υπερβολικής εφίδρωσης των ποδιών, οι εργαζόμενοι σε χώρους πισινών (π.χ ναυαγοσώστες) λόγω παρατεταμένης έκθεσης στο νερό, οι ηλικιωμένοι και τα άτομα με εξασθενημένο ανοσοποιητικό. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν ξεφλουδισμένο και σκασμένο δέρμα με ερυθρότητα, κνησμό και αίσθημα καύσου που συνοδεύονται από πόνο. Ακόμα, μπορεί να εμφανιστούν φολιδωτές φουσκάλες και πληγές ενδιάμεσα των δακτύλων, στα πέλματα και στις φτέρνες (WHO, 2006).

Συχνά, λόγω αλλοιώσεων του δέρματος, μπορεί να συμβεί επιμόλυνση με βακτήρια όπως ο *Staphylococcus aureus*, ο *Streptococcus agalactiae*, η *Pseudomonas aeruginosa* και κάποια είδη *Candida* και να δημιουργηθεί πυώδης φλεγμονή (Αντωνιάδης κ.συν, 2005).

Σύμφωνα με το πρόγραμμα Achilles Project, που αναπτύχθηκε σε 16 ευρωπαϊκές χώρες (ανάμεσά τους και η Ελλάδα) το 2003, το 34,9% των 70,497 ατόμων που έπασχαν από μυκητιασικές λοιμώξεις των ποδιών, οι *Tinea pedis* και *Tinea unguium* (ονυχομυκητιάσεις) παρουσίασαν την μεγαλύτερη συχνότητα (Burzykowsky, et al., 2003).



**Εικόνα 22:** *Tinea pedis*. Ξηρό και σκασμένο δέρμα πέλματος και δακτύλων από *Trichophyton rubrum*.



**Εικόνα 23:** *Tinea pedis*. Κοκκιωματώδης φλεγμονώδη αντίδραση με φολιδωτές κηλίδες του δέρματος.



## 4.2.1.2. Επιδημιολογικά δεδομένα

Σύμφωνα με το NIH (2022), περίπου το 10% του συνολικού πληθυσμού μπορεί να προσβληθεί από δερματόφυτα στις σχισμές των δακτύλων και των ποδιών. Μία αναδρομική ανασκόπηση για τις δερματοφυτικές λοιμώξεις που έγινε στον γενικό πληθυσμό του Όκλαντ της Νέας Ζηλανδίας, επέτρεψε την ταυτοποίηση του *Trichophyton rubrum* (69%), και του *Trichophyton mentagrophytes* (19%), ως τα πιο απομονωμένα στελέχη. Το *Microsporum canis* ήταν συχνότερο στα παιδιά, ενώ ο επιπολασμός του *Trichophyton mentagrophytes* συσχετίστηκε σημαντικά με την ηλικία των ασθενών (20 έως 59 ετών). Η επίπτωση των μυκητιασικών λοιμώξεων ήταν 2,9/1000 πληθυσμού για το έτος 2000 και αυξανόταν με την ηλικία των ασθενών (Singh, et al., 2003).

Μεταξύ Απριλίου και Νοεμβρίου του 2017, ερευνήθηκαν 8 κλειστού τύπου δημόσιες πισίνες σε μια περιφέρεια της Πολωνίας. Συλλέχθηκαν 96 δείγματα από νιπτήρες, από τα ντουζ και από τα δάπεδα των γυναικείων αποδυτηρίων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, στο 23% των δειγμάτων ταυτοποιήθηκαν τα δερματόφυτα, ενώ το 32% και το 77% των δειγμάτων ήταν λοιποί μύκητες και ζυμομύκητες αντίστοιχα. Το *Trichophyton mentagrophytes* αποτέλεσε το 95,5% των θετικών σε δερματόφυτα δειγμάτων, ενώ το υπόλοιπο 4,5% ήταν το *Microsporum canis*. Το *Trichophyton rubrum* δεν εντοπίστηκε (Jankowski, et al., 2017).

Σε πανεπιστήμιο της Ιαπωνίας πραγματοποιήθηκε μελέτη ανάμεσα σε 282 αθλητές, 137 μη αθλητές και 140 φοιτητές που παρακολουθούσαν μαθήματα κολύμβησης. Η μελέτη διαπίστωσε ότι το 63% των μαθητών που έκαναν κολύμβηση ήταν φορείς και ότι το 85% των δερματόφυτων ήταν το *Trichophyton mentagrophytes*. Επιπλέον, απομονώθηκαν δερματόφυτα από τα δάπεδα των πισινών και από τα δημόσια λουτρά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε κίνδυνος δερματοφυτίασης τόσο στους αθλητές, όσο και στους υπόλοιπους φοιτητές που χρησιμοποιούσαν την πισίνα (Kamihama, et al., 1997).

Μύκητας	Μόλυνση	Πηγή
<i>Trichophyton spp</i> <i>Epidermophyton floccosum</i>	Tinea pedis (Πόδι του αθλητή)	Επαφή των λουόμενων με δάπεδα αποδυτηρίων και ντουζ των πισινών και των υδρομασάζ

**Πίνακας 5:** Κυριότεροι μύκητες που προκαλούν μυκητιασικές λοιμώξεις σε πισίνες και παρόμοια περιβάλλοντα (WHO, 2006)

### 4.3. Πρωτόζωα

#### 4.3.1. *Naegleria fowleri* - *Acanthamoeba*

Τα πρωτόζωα *Naegleria fowleri* και τα είδη *Acanthamoeba* κατατάσσονται στην κατηγορία των παθογόνων, ελεύθερα διαβιούντων αμοιβάδων, του νερού και του χώματος, εισέρχονται στον άνθρωπο μέσω της ρινικής κοιλότητας και προσβάλλουν το κεντρικό νευρικό σύστημα. Απαντώνται συνήθως σε μολυσμένα νερά φυσικών και τεχνητών λιμνών, λουτρών, υπονόμων και σε συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC) (Martinez, 1993).

Σύμφωνα με το CDC η *Naegleria fowleri* εκτός από το φυσικό περιβάλλον έχει αποδειχθεί ότι ανευρίσκεται και σε νερά αναψυχής όπως οι πισίνες που υπολείπονται χλωρίωσης ή δεν συντηρούνται σωστά. Οι λοιμώξεις που προκαλεί προέρχονται συνήθως από αναψυχή ή κολύμβηση σε ζεστά νερά ή σε θερμαινόμενες πισίνες, δεδομένου ότι είναι θερμόφιλη και μπορεί να πολλαπλασιαστεί σε θερμοκρασίες μέχρι και 46°C. Ο κύκλος ζωής της περιλαμβάνει τα στάδια του τροφοζώιτη, της κύστης και μιας μαστιγοφόρου μορφής. Η κύστη έχει διάμετρο 8-12 μm, είναι σφαιρική και ευαίσθητη στην ξηρασία και σε ιόντα χλωρίου. Ο τροφοζώιτης, έχει μέγεθος 10-20 μm, αναδύεται από τις κύστες και κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να μετατραπεί στην μαστιγοφόρο μορφή. Όσον αφορά την παθογόνο δράση της, η *Naegleria* είναι το αίτιο της πρωτοπαθούς αμοιβαδικής μηνιγγοεγκεφαλίτιδας (PAM), η οποία μπορεί να εξελιχθεί σε θανατηφόρο λοίμωξη (Αντωνιάδης, κ συν, 2005). Στα συμπτώματα αναφέρονται ο υψηλός πυρετός, ο πονοκέφαλος, η ναυτία, οι (συνήθως ρουκετοειδείς) εμετοί, καθώς και οι παραισθήσεις και οι επιληπτικές κρίσεις. Συνήθως ο θάνατος επέρχεται μέσα σε 1 εβδομάδα από την έναρξη των συμπτωμάτων (WHO, 2006).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εμφάνισης της *Naegleria fowleri* σε νερό πισίνας, αναφέρεται σε μια επιδημιολογική μελέτη των Kadlec et, al., (1977), όπου μία εσωτερική πισίνα στη βόρεια Βοημία της Τσεχίας, αποδείχθηκε ότι ήταν πηγή μόλυνσης από *Naegleria fowleri*. Τα στελέχη απομονώθηκαν από το νερό δίπλα στα σκαλοπάτια της πισίνας, από τον τον πυθμένα και από το φίλτρο του συστήματος ανακύκλωσης του νερού. Η μόλυνση προήλθε από το μπροστινό τοίχωμα της πισίνας που ήταν ραγισμένο και επέτρεπε στο νερό από ένα τοπικό ποτάμι να ρέει. Το νερό ήταν απομακρυσμένο από την επίδραση των απολυμαντικών και έτσι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί αναπτύχθηκαν στο εσωτερικό της πισίνας.

Τα παθογόνα είδη της *Acanthamoeba* για τον άνθρωπο είναι η *A.castellanii*, η *A.astronyxis*, η *A.culbertsoni*, η *A.polyphaga* και η *A.rhysodes*. Προκαλούν κερατίτιδα του οφθαλμού και κοκκιωματώδη αμοιβαδική εγκεφαλίτιδα (ΚΑΕ). Παρευρίσκονται σε υδάτινα περιβάλλοντα και σε πισίνες που δεν έχουν επαρκή απολύμανση, καθώς και σε μονάδες κλιματισμού. Μεταδίδονται μέσω της αναπνευστικής οδού ή μέσω επαφής μολυσμένου νερού με ανοιχτές αμυχές του δέρματος και των βλεννογόνων (Marciano-Cabral & Cabral, 2003).

Στην κοκκιωματώδη αμοιβαδική εγκεφαλίτιδα, οι αμοιβάδες μεταφέρονται αιματογενώς στο ΚΝΣ και προκαλούν χρόνιες παθήσεις στα ανοσοκατασταλμένα άτομα. Στην αμοιβαδική κερατίτιδα προσβάλλεται ο κερατοειδής χιτώννας του οφθαλμού και σε καταστάσεις που το άτομο δεν χρήζει άμεσης θεραπείας μπορεί να εξελιχθεί σε μόνιμη τύφλωση. Σύμφωνα με τον WHO (2006), το 90% των λοιμώξεων από Ακανθαμοιβάδες που μολύνουν τα μάτια, προέρχονται από κακή υγιεινή των χρηστών φακών επαφής. Το 1984 δημοσιεύθηκε μία μελέτη από τους Samples και λοιπούς, όπου αναφέρεται ένας 42χρονος άνδρας, ο οποίος εμφάνισε ερεθισμένο οφθαλμό με δισκοειδές οίδημα που εξελίχθηκε σε δακτυλιοειδές απόστημα. Η κερατίτιδα σύμφωνα με τη μελέτη πιθανόν να αποκτήθηκε από οικιακή χρήση του υδρομασάζ του ασθενούς, καθώς από το νερό καλλιεργήθηκαν αμοιβάδες παρόμοιου τύπου.

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα πρωτόζωα μη κοπρανώδους προέλευσης που μεταδίδονται μέσω επεξεργασμένων υδάτων τεχνητού περιβάλλοντος:

Πρωτόζωο	Μόλυνση	Πηγή
<i>Naegleria fowleri</i>	Πρωτοπαθής Αμοιβαδική μηνιγγοεγκεφαλίτιδα (PAM)	Πισίνες, hot tubs, ιαματικά λουτρά
<i>Acanthamoeba spp</i>	Κερατίτιδα, Κοκκιωματώδης αμοιβαδική εγκεφαλίτιδα (GAE)	Αερολύματα από συστήματα HVAC (θέρμανση, εξαερισμός, κλιματισμός).
<i>Plasmodium spp</i>	Ελονοσία	Πισίνες που λόγω εποχής αποτελούν πρόσφορο έδαφος για κουνούπια που μεταφέρουν πλασμώδιο

**Πίνακας 6:** Παράσιτα μη κοπρανώδους προέλευσης που βρίσκονται σε πισίνες και παρόμοια περιβάλλοντα και οι λοιμώξεις τους (WHO, 2006)

#### 4.4. Ιοί

##### 4.4.1. *Molluscum Contagiosum Virus (MCV) -*

##### *Papillomavirus (HPV)*

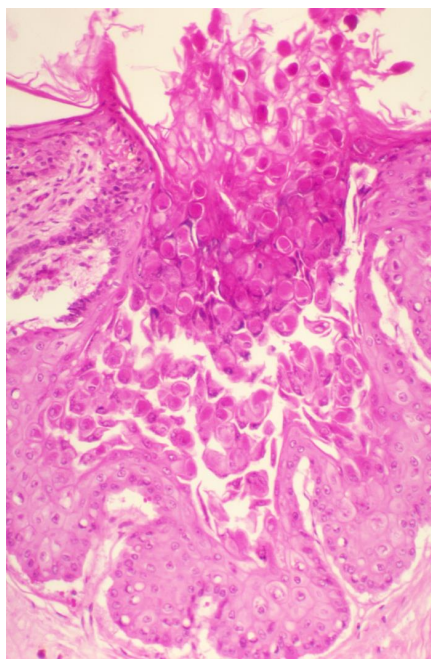
Ο *Molluscipoxvirus* είναι ένας ιός DNA ιός διπλής έλικας που ανήκει στην οικογένεια των ευλογιοϊών (Poxviridae). Προκαλεί μια νόσο που ονομάζεται μολυσματική τέρμινθος (*Molluscum Contagiosum*) και προσβάλλει αποκλειστικά τον άνθρωπο. Απαντάται σε θερμές και υγρές περιοχές, συνήθως σε γυμναστήρια και πισίνες, και μεταδίδεται με την άμεση δερματική επαφή ή με την επαφή με μολυσμένες επιφάνειες ή αντικείμενα (πετσέτες, σεντόνια, στρώματα αθλητισμού, εξοπλισμό κολύμβησης κλπ). Ο χρόνος επώασης είναι 2-7 εβδομάδες και μπορεί να επιτευχθεί αυτοϊαση μέσα σε 1 χρόνο. Εμφανίζεται περισσότερο στα παιδιά και προσβάλλει το πρόσωπο, τον λαιμό, τον κορμό, την γεννητική και την περιπρωκτική περιοχή, με χαρακτηριστικές στρογγυλές βλατίδες ροζ-μωβ χρώματος. Το 2010 εμφανίστηκαν περίπου 122,000,000 περιπτώσεις μολυσματικής τερμίνθου (Badri & Gandhi, 2022). Η πηγή μόλυνσης με *Molluscipoxvirus* που σχετίζεται με τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα αφορά τους λουόμενους και τους κολυμβητές και όχι την μετάδοση μέσω του νερού της πισίνας (WHO, 2006).

Οι ιοί papilloma (HPV) έχουν κυκλικό δίκλωνο DNA και μεταδίδονται μέσω της δερματικής και της σεξουαλικής επαφής και κατά την διάρκεια του τοκετού από την μητέρα στο παιδί. Όσον αφορά το υδάτινο οικοσύστημα, ο ιός προκαλεί καλοήγη πελματιαία κονδυλώματα, λόγω της επαφής με μολυσμένα ντουζ, αποδυτήρια και δάπεδα κολυμβητηρίων. Ο ιός εμφανίζεται κυρίως στα παιδιά που συχνάζουν σε πισίνες και υδρομασάζ και δεν έχουν αποκτήσει ακόμη ανοσία στον ιό.

Το 2015 πραγματοποιήθηκε μία μελέτη από τους La Rosa και λοιπούς, η οποία αφορούσε την πρώτη ανίχνευση εντεροϊών, HPV και HPyVs (Polyomavirus), σε τεχνητές δεξαμενές κολύμβησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ιοί ανθρώπινων θηλωμάτων και οι πολυομοιοί ανιχνεύθηκαν στο 64% των δειγμάτων (9/14 δείγματα).

Ιός	Μόλυνση	Πηγή
<b><i>Molluscum Contagiosum Virus (MCV)</i></b>	Μολυσματική Τέρμινθος (Molluscum Contagiosum)	Άμεση επαφή λουόμενων με την άκρη της πισίνας ή του υδρομασάζ, με τα βοηθήματα κολύμβησης και με πετσέτες.
<b><i>Papillomavirus (HPV)</i></b>	Πελματιαία κονδυλώματα (Plantar warts)	Άμεση επαφή λουόμενων με μολυσμένα ντουζ κολυμβητηρίων και δάπεδα αποδυτηρίων

**Πίνακας 7:** Ιοί μη κοπρανώδους προέλευσης που βρίσκονται σε πισίνες και παρόμοια περιβάλλοντα και οι λοιμώξεις τους (WHO, 2006)



**Εικόνα 24:** Δείγμα δερματικού ιστού που αποκαλύπτει ιστοπαθολογικές αλλαγές που παρατηρούνται σε περίπτωσης λοίμωξης με *Molluscipoxvirus* (CDC).

## 5. Καταγεγραμμένες υδατογενείς επιδημίες από τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα

### 5.1. Βακτηριακές λοιμώξεις

Αιτιολογικός Παράγοντας	Αριθμός κρουσμάτων	Τοποθεσία	Πηγή	Έτος	Παραπομπή
<i>E.coli</i> O157	6 (διάρροια - 1 περίπτωση HUS)	Σκωτία	παιδική πισίνα	1992	Brewster, et al., 1994
<i>E.coli</i> O157	6 (αιμορραγική κολίτιδα- 3 περιπτώσεις HUS - 1 Θάνατος)	Λονδίνο	απολυμασμένη δημόσια πισίνα	1993	Hildebrand, et al., 1996
<i>E.coli</i> O157	18	Τζόρτζια, ΗΠΑ	πισίνα	1996	Friedman, et al., 1999
<i>E.coli</i> O157	8	Μάντσεστερ	πισίνα κέντρου αναψυχής	2004	Verma, et al., 2007
<i>Shigella spp</i>	69	Αϊόβα, ΗΠΑ	AFR σε παιδική πισίνα	2001	CDC, 2001
<i>Legionella spp</i>	221 κρούσματα 34 Θάνατοι	Φιλαδέλφεια ΗΠΑ	σύστημα κλιματισμού ξενοδοχείου	1976	Leoni, et al., 2018
<i>Legionella spp</i>	189/321 δείγματα CTWs (58,9%)	Σαγκάη Κίνα	πύργοι ψύξης (CTWs)	2008	Lin, et al., 2018
<i>Legionella spp</i>	2 ασθενείς	Ελλάδα	σύστημα διανομής νερού/ ντουζ	2009 2012	Kyritsi, et al., 2018
<i>Legionella spp</i>	42 κρούσματα	Ισπανία	πισίνα στα ξενοδοχείου	2012	Vanaclocha, et al., 2012
<i>Legionella spp</i>	138	Νέα Υόρκη	Πύργοι ψύξης	2015	Lapierre, et al., 2017

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	40 παιδιά Hot foot syndrome	Καναδάς	δημόσια πισίνα	1996	Fiorillo, et al., 2001
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1 θάνατος 49χρονης γυναίκας	Αυστρία	υδρομασάζ σε ξενοδοχείο	2010	Huhulescu, et al., 2011
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	142 με εξωτερική ωτίτιδα	Τεχεράνη	δημόσιες πισίνες	2001- 2002	Hajjartabar, 2004
<i>Mycobacterium abscessus</i>	85	Καναδάς	δημόσια πισίνα πατινάζ	2003	Dytoc, et al., 2005
<i>Mycobacterium avium</i>	21	ΗΠΑ	υδρομασάζ	2006	Hanak, et al., 2006
<i>Mycobacterium avium complex</i>	2 Πνευμονία εξ υπερευαισθη σίας (hot tub lung)	ΗΠΑ	ιδιόκτητο υδρομασάζ	2000	Rickman, et al., 2002
<i>Mycobacterium abscessus</i>	29	Ρώμη, Ιταλία	σχολική πισίνα	2010	Sinagra, et al., 2014
<i>Leptospira canicola</i> <sup>3</sup>	24	Αϊντάχο και Ουισκόνσιν , ΗΠΑ	μη χλωριωμένη πισίνα	1953	Cockburn, et al., 1954

**Πίνακας 8:** Υδατογενείς επιδημίες που προέρχονται από βακτήρια.

<sup>3</sup> Η *Leptospira* συνδέεται συνήθως με επιδημίες υδάτων από φυσικές υδάτινες δεξαμενές. Εδώ παρουσιάζεται μία περίπτωση που συνδέεται με ανεπαρκή χλωρίωση.

## 5.2. Ιογενείς λοιμώξεις

Ιός	Αριθμός Κρουσμάτων	Αιτιολογικός Παράγοντας	Τοποθεσία	Εντοπισμός του ιού σε νερά πισίνας	Έτος
<b>Ανθρώπινος Αδενοϊός (HAdV)</b>	200	HAdV	Κολοράντο, ΗΠΑ	Δεν ελέγχθηκε	1951
	>300	HAdV 3	Ουάσινγκτον	Δεν ανιχνεύτηκε	1954
	112	HAdV 3	Καναδάς	Δεν ελέγχθηκε	1955
	358	HAdV 3 και 7	Ιαπωνία	Δεν ελέγχθηκε	1959
	45	HAdV 3	Ουάσινγκτον	Όχι. Ανάλυση νερού 2 εβδομάδες μετά την έκθεση	1966
	44	HAdV 7	Κάνσας	Όχι. Δείγματα ελήφθησαν μετά από υπερχλωρίωση της πισίνας	1973
	105	HAdV 3	Γεωργία	Δεν ελέγχθηκαν	1977
	72	HAdV 4	Γεωργία	Ναι. 1ο κρούσμα που σχετίζεται με πισίνα και ο HAdV ανακτήθηκε από δείγμα νερού	1977
	77	HAdV 7α	Οκλαχόμα	Δεν ελέγχθηκε	1982
	80	Άγνωστο	Ελλάδα	Ναι. Δείγματα νερού: (+) για AdVs), (-) για εντεροϊούς και ιό της Ηπατίτιδας Α	1995
	34	HAdV 3	Αυστραλία	Όχι	2000
	59	HAdV 4	Ισπανία	Δεν ελέγχθηκε	2008
	134	HAdV 3	Κίνα	Δεν ελέγχθηκε	2011
373	HAdV 7	Ταϊβάν	Δεν ελέγχθηκε	2011	



	55	HAdV 4	Κίνα	Ναι. Αλληλουχίες γονιδίων από δείγματα νερού = 100% ταύτιση με τις αλληλουχίες από δείγματα ασθενών.	2013
<b>Εντεροϊός (Echovirus)</b>	26	Πιθανόν εντεροϊός	Κολοράντο	Δεν ελέγχθηκε	1997
	46	Echovirus 30	Ιταλία	Δεν ελέγχθηκε	1979
	68	Echovirus 30	Ιρλανδία	Όχι. Η ανάλυση των δειγμάτων νερού έγινε 1 μήνα μετά το ξέσπασμα της επιδημίας	1997
	90	Echovirus 3	Νότια Αφρική	Δεν εξετάστηκε. Μόλυνση του νερού επιβεβαιώθηκε από τα ολικά κολοβακτηριοειδή.	2001
	215	Echovirus 13 και 30	Γερμανία	Ναι. Αλληλουχία του εντεροϊού 30 από το νερό της πισίνας έδειξε 100% αμινοξική ομολογία με την αλληλουχία από τις απομονώσεις των ασθενών	2001
	36	Echovirus 9	Κονέκτικατ	Δεν ελέγχθηκε	2003
<b>Ιός Ηπατίτιδας Α (HAV)</b>	56	HAV	Ουγγαρία	Δεν ελέγχθηκε	1987
	20	HAV	Λουιζιάνα, ΗΠΑ	Δεν ελέγχθηκε	1989
	7	HAV	Αυστραλία	Δεν ελέγχθηκε	1997
<b>Νοροϊός (Norovirus, NoV)</b>	103	-	Οχάιο	Όχι. Το νερό της πισίνας βρέθηκε αρνητικό για ιούς	1977
	242	-	Φινλανδία	Ναι. Ανιχνεύτηκε πανομοιότυπη αλληλουχία στα κόπρανα ασθενών και στο νερό της πισίνας	2001
	36	-	Μινεσότα	Δεν είναι γνωστό	2001-

					2002
	53	-	Βερμόντ	Δεν ελέγχθηκε	2004
	18	-	Ουισκόνσιν	Δεν είναι γνωστό	2006

**Πίνακας 9:** Λίστα ιογενών επιδημιών σχετικές με πισίνες (Bonadonna & La Rosa, 2011)

### 5.3. Λοιμώξεις από πρωτόζωα

Πρωτόζωο	Μήνας/Χρόνος	Τοποθεσία/ Χώρα	Εκτιμώμενες περιπτώσεις	Αιτιολογικός Παράγοντας	Παραπομπή
<i>Cryptosporidium</i> <i>spp</i>	Ιούλιος, 2004	Οχάιο, ΗΠΑ	160	Επεξεργασμένο νερό αναψυχής σε κοινοτική πισίνα	Dziuban et al., 2006
	Αύγουστος, 2004	Καλιφόρνια, ΗΠΑ	336	Επεξεργασμένο νερό αναψυχής σε πισίνα υδάτινου πάρκου	Dziuban, et al., 2006
	Αύγουστος- Σεπτέμβριος, 2004	Ναγκάνο, Ιαπωνία	41	Πισίνα σε ξενοδοχείο	Ichinohe, et al., 2005
	2005	Νέα Νότια Ουαλία, Αυστραλία	254	Δημόσιες πισίνες	Dale, et al., 2010
	Αύγουστος- Δεκέμβριος, 2005	Λονδίνο, Αγγλία	84	Πισίνες	Nichols, et.al., 2006
	Σεπτέμβριος, 2006	Μινεσότα, ΗΠΑ	47	Επεξεργασμένα ύδατα σχολικών πισινών	Yoder, et al., 2008
	Ιούνιος-	Γιούτα,	1902	Χώροι για	Rolfs, et al.,

	Δεκέμβριος, 2007	ΗΠΑ		εκδηλώσεις με πισίνες	2008
	Νοέμβριος, 2010	Έστερσοντ, Σουηδία	10,000	Μολυσμένο δίκτυο ύδρευσης	Sveriges Radio 2010
<b><i>Giardia lamblia</i></b>	Αύγουστος- Οκτώβριος, 2004	Μπέργκεν, Νορβηγία	2500	Διαρροή σωλήνων αποχέτευσης και ανεπαρκής επεξεργασία νερού	Nygaard, et al., 2006
	Οκτώβριος, 2005	Σμύρνη, Τουρκία	196	Μόλυνση από περιπτώματα στη δημόσια ύδρευση	Tuncay, et al., 2008
<b><i>Acanthamoeba</i> <i>spp</i></b>	1984	San Diego, Καλιφόρνια	42χρονος άνδρας με κερατίτιδα	οικιακή χρήση υδρομασάζ	Samples, et al., 1984

**Πίνακας 10:** Κατάλογος των παγκόσμιων υδατογενών κρουσμάτων που προκαλούνται από τα πρωτόζωα *Cryptosporidium spp* και *Giardia lamblia* σε τεχνητά υδάτινα περιβάλλοντα (Baldursson & Karanis, 2011)

#### 5.4. Μυκητιασικές λοιμώξεις

Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας, όπου καταγράφονται είδη μυκήτων που απομονώθηκαν από εγκαταστάσεις κολύμβησης της Πολωνίας το 2017:

Ο συνολικός αριθμός των δειγμάτων ήταν 69.

Είδος Μύκητα	Αριθμός θετικών δειγμάτων	% των συλλεχθέντων δειγμάτων
<i>Dermatophyte</i> (ομάδα μυκήτων)	22	22,91%
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	21	21,90%
<i>Microsporum canis</i>	1	1,04%
<i>Yeast and yeast-like fungi</i> (ομάδα μυκήτων)	74	77,10%
<i>Candida albicans</i>	55	57,30%
<i>Candida glabrata</i>	1	1,04%
<i>Candida guilliermondii</i>	1	1,04%
<i>Rhodotorula rubra</i>	17	17,70%
<i>Moulds</i> (ομάδα μυκήτων)	31	32,30%
<i>Aspergillus niger</i>	14	14,60%
<i>Aspergillus fumigatus</i>	15	15,60%
<i>Aspergillus flavus</i>	1	1,04%
<i>Penicillium spp</i>	1	1,04%

**Πίνακας 11:** Είδη μυκήτων που απομονώθηκαν από δάπεδα κολυμβητικών δεξαμενών της Πολωνίας (Jankowski. et al., 2017)

## 6. Πρόληψη

### 6.1. Μικροβιολογικός έλεγχος νερού - Μικροβιακοί Δείκτες

Η πρόληψη των υδατογενών λοιμώξεων είναι υψίστης σημασίας και αφορά την ανθρωπότητα, καθώς έχει σκοπό την ελαχιστοποίηση ή την αποφυγή των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία μας.

Η μικροβιολογική εξέταση του νερού των κολυμβητηρίων είναι πρωταρχικής σημασίας για την διασφάλιση της ποιότητας του νερού και της υγείας των χρηστών. Πραγματοποιείται με σωστή δειγματοληψία και έλεγχο των μικροβιακών παραμέτρων. Οι μικροβιακοί παράμετροι που χρησιμοποιούνται, αναφέρονται ως μικροβιακοί δείκτες και η χρήση τους για τον προσδιορισμό της ποιότητας των υδάτων συστήνεται από τον WHO. Στόχος τους είναι ο προσδιορισμός των πιθανών παθογόνων μικροοργανισμών που μπορεί να ανευρίσκονται στα εξεταζόμενα δείγματα νερού και χρησιμοποιούνται περισσότερο για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ληφθέντων μέτρων παρά για την μικροβιακή ασφάλεια. Έτσι, η παρουσία τους υποδηλώνει ανεπαρκή απολύμανση του νερού των δεξαμενών και κακή συντήρηση των εγκαταστάσεων (WHO, 2006).

Οι μικροβιακοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών είναι (Ξένος & Ξένου, 2005):

- A. Ολικά κολοβακτηριοειδή
- B. Κολοβακτηριοειδή κοπράνων
- C. Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι και εντερόκοκκοι
- D. Ψευδομονάδα η πτυοκυανική
- E. Σταφυλόκοκκος χρυσίζων
- F. OMX (Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα)

Τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων (*E.coli*) και οι κοπρανώδης εντερόκοκκοι είναι δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης και τα επίπεδά τους πρέπει να ανευρίσκονται σε ποσοστό  $<1 \text{ cfu}^4/100\text{mL}$  νερού. Η ψευδομονάδα και ο σταφυλόκοκκος αποτελούν δύο δείκτες ανθρωπογενούς μόλυνσης του νερού και σχετίζονται με τον κίνδυνο της υγείας των χρηστών, καθώς σχηματίζονται στις βιομεμβράνες. Τα επίπεδα της ψευδομονάδας για τις πισίνες που έχουν υποστεί απολύμανση, πρέπει να είναι  $<1 \text{ cfu}/100\text{mL}$  νερού, ενώ ο σταφυλόκοκκος καταμετράται μόνο όταν υπάρχουν περιπτώσεις μόλυνσης των

<sup>4</sup> CFU: Colony Forming Units (Μονάδα σχηματισμού αποικιών)

λουόμενων με περιστατικά νοσηρότητας. Στην ομάδα των ολικών κολοβακτηριοειδών ανήκουν όλα τα Gram (-) προαιρετικά αναερόβια βακτήρια, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάλυση διαφόρων ειδών κατανάλωσης νερού, καθώς και για τα τρόφιμα. Τα επίπεδά τους στα νερά κολυμβητικών δεξαμενών πρέπει να κυμαίνονται < 5 cfu/100mL νερού. Τέλος, όλα τα αερόβια βακτήρια, οι ζύμες και οι μύκητες περιλαμβάνονται στην Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (ΟΜΧ), όπου αναπτύσσονται ανάλογα με τη θερμοκρασία. Η επώαση στα νερά των κολυμβητικών δεξαμενών, πραγματοποιείται στους 37°C και απαιτεί επίπεδα ανάπτυξης < 100 cfu/mL (Li & Liu, 2019).



**Εικόνα 25:** Δοκιμαστικοί σωλήνες τύπου Beckford που χρησιμοποιούνταν για την απομόνωση εντερικών βακτηρίων (R/B Enteric Differential System) (CDC)

## 6.2. Κολυμβητικές Δεξαμενές

Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται κάποια στοιχεία, που έχει δημοσιεύσει το CDC (2017) και αφορούν την πρόληψη των ασθενειών που σχετίζονται με νερά αναψυχής (RWIs). Αναφέρεται ως Πρότυπος Κώδικας Υδάτινης Υγείας (Model Aquatic Health Code, MAHC):

<b>Συστάσεις για αποφυγή RWIs</b>
➤ Αποφυγή κολύμβησης σε επεξεργασμένη κολυμβητική δεξαμενή που είναι θολή ή έχει χαρακτηριστική οσμή
➤ Παιδιά νηπιακής ηλικίας που κάνουν χρήση πάναζ πρέπει να ελέγχονται τακτικά για διαρροές κοπράνων
➤ Τα παιδιά <5 ετών να μην χρησιμοποιούν τα υδρομασάζ
➤ Να αποφεύγεται η κολύμβηση από άτομα με συμπτώματα διάρροιας ή διαρροϊκής λοίμωξης για 1 εβδομάδα μέχρι υποχώρησης των συμπτωμάτων
➤ Οι ιδιοκτήτες των κολυμβητικών εγκαταστάσεων πρέπει να ελέγχουν και να διατηρούν τα επίπεδα χλωρίου, ωστόσο οι χρήστες πρέπει να είναι προσεκτικοί διότι υπάρχουν παθογόνα που είναι ανθεκτικά στο χλώριο
➤ Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι προειδοποιήσεις για την κολύμβηση
➤ Απαραίτητη χρήση των ντουζ πριν την χρήση του υδρομασάζ ή της πισίνας
➤ Οι κολυμβητές με λύση της συνέχειας του δέρματος και με ανοιχτές πληγές θα πρέπει να φορούν αδιάβροχους επιδέσμους
➤ Να μην γίνεται κατάποση του νερού είτε είναι επεξεργασμένο, είτε προέρχεται από φυσική πηγή (λόγω μετάδοσης ασθενειών μέσω κοπρανοστοματικής οδού)
➤ Να πραγματοποιείται θάψιμο των περιττωμάτων κατά την παραμονή στη φύση, ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση των υδάτινων πηγών

**Πίνακας 11:** Συστάσεις για την αποφυγή ασθενειών που μεταδίδονται μέσω τεχνητών υδάτινων δεξαμενών (CDC, 2017)

Το υπουργείο υγείας στις 4/3/2020, ανάρτησε μία εγκύκλιο με θέμα “Λήψη μέτρων προστασίας της Δημόσιας Υγείας στις κολυμβητικές δεξαμενές περιοχής ευθύνης σας”, με στόχο την διασφάλιση της Δημόσιας Υγείας, αλλά και τον περιορισμό του COVID19. Σύμφωνα λοιπόν, με την Γ1/443/73 Υγειονομική Διάταξη (ΦΕΚ 87/τ.Β/24-1-73) όπως τροποποιήθηκε και ισχύει σήμερα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

1. Τήρηση όλων των κανόνων υγιεινής στους χώρους κολυμβητικών δεξαμενών, όπως αποδυτήρια, νιπτήρες, εξώστες θεατών κλπ
2. Διασφάλιση της ποιότητας του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών που να είναι σύμφωνη με το άρθρο 15 της υπ’ αριθμόν Γ1/443/73 Υγειονομικής Διάταξης (ΦΕΚ 87/τ.Β/24-1-73), η οποία θα βεβαιώνεται με δειγματοληψίες (2 δείγματα/εβδομάδα τουλάχιστον)
3. Συνεχής ανανέωση του συστήματος ανακυκλοφορίας - καθαρισμού - απολύμανσης του νερού με σκοπό την πλήρη ανανέωσή του και την διασφάλιση ενός διαυγούς νερού και κατάλληλου από μικροβιολογικής άποψης (άρθρο 16)
4. Υποχρεωτική απολύμανση του νερού σύμφωνα με το άρθρο 18
5. Μέτρηση του υπολειπόμενου χλωρίου (χρωματογραφία με τη μέθοδο DPD<sup>5</sup>), που θα κυμαίνεται αυστηρά στο 0,4 - 0,7 mg/l.
6. Καθαριότητα και σχολαστικός καθαρισμός των κολυμβητικών δεξαμενών, σύμφωνα με το άρθρο 20 της σχετικής Υγειονομικής Διάταξης.

---

<sup>5</sup> DPD: Διαιθυλοπααραφαινυλοδιαμίνη



### 6.3. Εισπνεόμενο νερό

Φυσικά, δεν πρέπει να παραβλέπεται από τους υπεύθυνους αρμόδιους των κολυμβητικών χώρων ο έλεγχος των συστημάτων εξαερισμού για τις πισίνες κλειστού τύπου και ο έλεγχος αντλιών κυκλοφορίας νερού και των φίλτρων. Τα φίλτρα θα πρέπει να ανοίγονται εσωτερικά και να ελέγχονται, καθώς μπορεί να έχουν φράξει, με αποτέλεσμα να μειωθεί η αποτελεσματικότητά τους (π.χ από τρίχες λουόμενων, άλγες κλπ). Ο αερισμός των τεχνητών δεξαμενών που βρίσκονται σε εσωτερικό χώρο, είναι απαραίτητος για την ποιότητα του αέρα που κυκλοφορεί και εισπνέεται από τους λουόμενους και γι' αυτό πρέπει να ανανεώνεται. Η θερμοκρασία του θα πρέπει να κυμαίνεται στους 21-24°C και αυτή του νερού στους 22-25°C, προκειμένου να αποφευχθεί η ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών (Μαυρίδου, κ. συν., 2014).

Όσον αφορά τα μέτρα πρόληψης για την αποφυγή διασποράς και μετάδοσης των παθογόνων μικροοργανισμών μέσω εισπνοής αερολυμάτων, θα πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα σχετικά με την συντήρηση, τον καθαρισμό και την απολύμανση των συστημάτων κλιματισμού και των πύργων ψύξης. Όπως προαναφέραμε, η ανάπτυξη της *Legionella* σε τέτοιου είδους συστήματα (συστήματα HVHC), είναι πολύ συνηθισμένη και τα αερολύματα που απελευθερώνονται μπορούν να βλάψουν ευαίσθητους ξενιστές (Geary, 2000).

Έτσι λοιπόν, θα πρέπει να ακολουθούμε τις συστάσεις του κατασκευαστή για τον ορθό καθαρισμό των πύργων ψύξης. Συγκεκριμένα, συνίσταται:

- η χρήση κατάλληλων απολυμαντικών σκευασμάτων,
- η απολύμανση των συστημάτων κλιματισμού και των πύργων ψύξης ετησίως,
- για δομές όπως νοσοκομεία ή ξενοδοχεία θα πρέπει να αποφεύγεται η στασιμότητα του νερού (επιτυγχάνεται με την εναλλαγή στον χρόνο λειτουργίας των κλιματιστικών)
- προτείνεται η χρήση νερού δικτύου στα συστήματα κλιματισμού, ώστε να διασφαλιστεί η ποιότητα και η προέλευση του ύδατος και τέλος,
- ο μικροβιολογικός έλεγχος θα πρέπει να είναι τακτικός, ιδιαίτερα όταν υπάρχει μικροβιακή ανάπτυξη (CDC, 2021).

Η Ευρωπαϊκή Ομάδα Εργασίας για τις Λοιμώξεις από Λεγιονέλλα (EWGLI) προκειμένου να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά τα κρούσματα λεγιονέλλωσης, έχει προτείνει κάποιες ενέργειες σε περίπτωση που ανευρεθεί *Legionella*, σε πύργους ψύξης:

<i>Legionella</i> (cfu/l) <sup>6</sup>	Προτεινόμενες ενέργειες
< 1000 cfu/l	Σύστημα υπό παρακολούθηση
> 1000, αλλά < 10,000 cfu/l	Δειγματοληψία εκ νέου για να επιβεβαιωθεί η καταμέτρηση των μικροοργανισμών και επανεξέταση συστήματος/εκτίμησης κινδύνων
> 10,000 cfu/l	Δειγματοληψία εκ νέου για να επιβεβαιωθεί η καταμέτρηση των μικροοργανισμών. Απολύμανση προληπτικά

**Πίνακας 12:** Ενέργειες για την παρακολούθηση *Legionella spp* σε πύργους ψύξης (EWGLI, 2011)

<sup>6</sup> CFU/l : Colony Forming Units per litre (Μονάδα σχηματισμού αποικιών)

## 7. Συμπεράσματα

Οι υδατογενείς λοιμώξεις αποτελούν μείζον πρόβλημα του παγκόσμιου πληθυσμού εδώ και χρόνια και απειλούν τόσο το φυσικό, όσο και το τεχνητό υδάτινο οικοσύστημα. Η Δημόσια Υγεία έχει κλονιστεί πολλακίς από επιδημίες που έπληξαν και συνεχίζουν να πλήττουν τους λαούς του πλανήτη προκαλώντας, δυστυχώς, μέχρι και θανάτους. Ήδη από το 1854, στο Λονδίνο της Αγγλίας έγινε η πρώτη επιδημιολογική καταγραφή μετάδοσης της χολέρας μέσω μολυσμένου νερού, από τον John Snow. Αυτό ήταν ένα γεγονός που βοήθησε τον πλανήτη να καταλάβει, ότι το νερό μπορεί να μολυνθεί από ανθρώπινη δραστηριότητα και να φιλοξενεί μικροοργανισμούς που βλάπτουν την υγεία.

Όσον αφορά την επιδημιολογία των υδατογενών λοιμώξεων που προέρχονται από τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα, η φιλοσοφία είναι παρόμοια με τις λοιμώξεις που προέρχονται από το φυσικό υδάτινο περιβάλλον και έγκειται στην κατανόηση του ρόλου των παθογόνων μικροοργανισμών, ώστε να εφαρμόσουμε καλύτερες μεθόδους πρόληψης και ελέγχου σε παγκόσμιο επίπεδο. Δεδομένου ότι, η πρόληψη είναι ο βασικός παράγοντας για την αποφυγή διασποράς των λοιμώξεων, πρέπει να εφαρμόζεται τόσο από την πλευρά των ατόμων που κάνουν χρήση των τεχνητών υδάτινων οικοσυστημάτων, όσο και από τους υπεύθυνους λειτουργίας των τεχνητών δεξαμενών. Η σωστή συντήρηση των συστημάτων ανακυκλοφορίας του νερού και των δικτύων, η απολύμανση των χώρων και των συστημάτων ψύξης/θέρμανσης και εξαερισμού, καθώς και η διατήρηση των επιπέδων του υπολειμματικού χλωρίου σε όλο το εύρος μιας τεχνητής δεξαμενής, αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα. Από την εξίσωση δεν πρέπει να λείπουν και οι κατευθυντήριες οδηγίες και οι κανόνες που δίνονται από τις αρμόδιες αρχές του κάθε κράτους και πρέπει να εφαρμόζονται απ' όλους.

Επίσης, η υπευθυνότητα κάθε ατόμου ξεχωριστά για την προσωπική του υγιεινή, πριν από την χρήση δεξαμενών αναψυχής, αναζωογόνησης, κολύμβησης ή φυσικοθεραπείας, αποτελεί βασικό κριτήριο για την αποφυγή διασποράς παθογόνων μικροοργανισμών και αναπτύσει ουσιαστικά και την συλλογική ευθύνη.

Όσον αφορά τα μέτρα που θα μπορούσαμε να υιοθετήσουμε για την αποτροπή των λοιμώξεων στα υδάτινα περιβάλλοντα αναψυχής στο μέλλον και δεδομένου, ότι ο εμβολιασμός για πρόληψη ασθενειών που προκαλούνται από ορισμένα υδάτινα παθογόνα δεν υπάρχει, θα ήταν ενθαρρυντικό να υπάρχει ενημέρωση και να παρέχονται απαραίτητες πληροφορίες από τους αρμόδιους των εγκαταστάσεων, από τους ναυαγοσώστες ή και από τους δημόσιους φορείς υγείας σχετικά με τους τρόπους μιας

υγιούς κολύμβησης. Αυτό περιλαμβάνει την προετοιμασία των λουόμενων πριν τη χρήση της πισίνας αλλά και την αναγνώριση πιθανών κινδύνων. Ακόμη, θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη εποπτεία που να αξιολογεί τους κινδύνους και να θέτει μέτρα έκτακτης ανάγκης, όπως το κλείσιμο των εγκαταστάσεων σε περιπτώσεις έξαρσης κάποιου κρούσματος.

Επιπλέον, η επιμόρφωση πάνω στην μελέτη των παθογόνων μικροοργανισμών που προκαλούν λοιμώξεις και στην επίδραση που έχουν στον άνθρωπο, θα ήταν αναμφισβήτητα ένα πλεονέκτημα που θα μπορούσε να βοηθήσει στην καλύτερη αντιμετώπιση αλλά και στην πρόβλεψη πιθανών επιδημιών στο μέλλον.

Η επιστήμη της επιδημιολογίας κατά την διάρκεια των χρόνων καταγράφει σωρούς επιδημιολογικών μελετών που αφορούν λοιμώξεις από υδατογενή παθογόνα. Για να επιτύχουμε τον πλήρη έλεγχο και για να είμαστε σε θέση σαν ανθρωπότητα να αντιμετωπίσουμε τις εξάρσεις υδατογενών επιδημιών στο μέλλον, θα ήταν συνετό να δημιουργηθούν σωστές υποδομές με κατάλληλο εξοπλισμό παγκοσμίως ή τουλάχιστον να ενισχυθούν οι ήδη υπάρχουσες, ώστε όλοι οι φορείς υγείας να είναι σε θέση να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους, όταν ο λαός βρίσκεται σε ανάγκη.

Παρόλα αυτά, σήμερα ο κόσμος είναι περισσότερο υποψιασμένος για τους κινδύνους που ελλοχεύουν και παρόλο που υπάρχει εξέλιξη πάνω στην μελέτη των μικροοργανισμών, οι λοιμώξεις που φτάνουν σε επιδημικό και πανδημικό επίπεδο, αν και έχουν παρουσιάσει μείωση σε σύγκριση με παλαιότερες εποχές, συνεχίζουν να υφίστανται και να ταλανίζουν την ανθρωπότητα.

## Υδατογενείς λοιμώξεις από τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα

Μαυρουδή Αναστασία

### Περίληψη

Στα τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα ανήκουν ύδατα τεχνητών δεξαμενών που ανευρίσκονται σε εγκαταστάσεις, τις οποίες κατασκευάζει ο άνθρωπος για την προσωπική του ευχαρίστηση και αναψυχή. Εναρμονίζονται πλήρως με το φυσικό περιβάλλον, αλλά αποτελούν πόλο έλξης εκατοντάδων παθογόνων μικροοργανισμών. Σύμφωνα με το CDC (Centers for Disease Control and Prevention), το *Cryptosporidium* και *Giardia* αποτελούν τις κυριότερες αιτίες διαρροϊκών ασθενειών που σχετίζονται με μολυσμένα κόπρανα σε ύδατα αναψυχής και οι πύργοι ψύξης έχουν αναγνωριστεί, ως η κύρια πηγή μετάδοσης της Λεγιονέλλωσης. Οι καταγεγραμμένες υδατογενείς επιδημίες από τεχνητά υδάτινα οικοσυστήματα αποδεικνύουν ολοένα και περισσότερο ότι η ελλιπής χλωρίωση των δεξαμενών, καθώς και η κακή υγιεινή των χρηστών αποτελούν σημαντικούς παράγοντες μετάδοσης νοσημάτων. Αναπνευστικές και δερματικές λοιμώξεις, Ηπατίτιδες (Α και Ε), καθώς και γαστρεντερίτιδες ήπιες έως απειλητικές για τη ζωή, είναι μερικά από τα νοσήματα που απειλούν τη Δημόσια Υγεία. Δεδομένου ότι ο εμβολιασμός για την πρόληψη ασθενειών που προκαλούνται από ορισμένα υδάτινα παθογόνα δεν υπάρχει, θα ήταν συνετό σαν ανθρωπότητα να δράσουμε περαιτέρω και να αναπτύξουμε μηχανισμούς ελέγχου για την καλύτερη πρόληψη και την έγκαιρη αντιμετώπιση και θεραπεία, πιθανών μελλοντικών υδατογενών εξάρσεων.

**Λέξεις κλειδιά:** υδατογενείς λοιμώξεις, βακτήρια, ιοί, τεχνητό υδάτινο οικοσύστημα.

## **Waterborne diseases from artificial aquatic ecosystems**

Mavroudi Anastasia

### **Abstract**

Artificial aquatic ecosystems are waters of man-made reservoirs found in public and private facilities. They are widely adopted for both hydrotherapies as well as general wellness and recreational purposes. Most of the time, these systems can be integrated and be in harmony with the natural habitat, however they can become an attraction to hundreds of pathogens. According to CDC (Centers of Disease Control and Prevention), the *Cryptosporidium* and *Giardia* are the main causes of diarrheal diseases associated with contaminated faeces in recreational waters. Similarly, cooling towers are the main source of transfer of Legionella. The recorded waterborn epidemics associated with artificial aquatic ecosystems prove that the insufficient chlorination of tanks as well as the poor hygiene of the users are major factors for the transmission of diseases. Respiratory and skin infections, Hepatitis (A and E), as well as mild to life-threatening gastroenteritis, are some of the diseases that threaten Public Health. Since vaccines do not cover all diseases caused by waterborne pathogens, it would be wise to act proactively and to develop control mechanisms for better prevention and early treatment of possible waterborne outbreaks.

**Keywords:** waterborne diseases, bacteria, viruses, artificial aquatic ecosystem.

## Βιβλιογραφία

Adetunde, L., A., Ninkuu, V., (2016). Potential Infections Linked to the Microbiological Quality of Swimming Pools\_Kumasi, Ghana, West Africa. *British Microbiological Research Journal* 15(4), 1-7.

Badri, T., Gandhi, G., R., (Last update: 2022, May 1). Molluscum Contagiosum. *National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information*. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441898/>

Baldursson, S., Karanis, P., (2011). Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2004 - 2010. *Water Research* 25(2011), 6603-6614.

Barna, Z., Kádár, M., (2012). The risk of contracting infectious diseases in public swimming pools. A review. *Annali dell' Istituto Superiore di Sanità*, 48(4), 374-386.

Bliven, K., Lampel, K.A., (2017). *Foodborne Diseases Third Edition - Chapter 6 - Shigella*. p. 171-188.

Bonadonna, L., La Rosa, G., (2019). A Review and Update on Waterborne Viral Diseases Associated with Swimming Pools. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(2), 166.

Brewster, D., H., Brown, M., I., Robertson, D., Houghton, G.,L., Bimson, J., Sharp, J., C., M., (1994). An outbreak of *Escherichia coli* O157 associated with a children's paddling pool. *Epidemiology and Infection* 112, 441–447.

Burzykowski, T., Molenberghs, G., Abeck, D., Haneke, E., Hay, R., Katsambas, A., Roseeuw, D., Van De Kerkhof, P., Van Aelst, R., Marynissen, G., (2003). High prevalence of foot diseases in Europe: results of the Achilles Project. *Mycoses* 46, 496 – 505.

Castor, M., L., Beach, M., (2004, May). Prevention of recreational water illnesses. *Infectious Diseases in Children*, 17(5).

CDC, (2001). Shigellosis Outbreak Associated With an Unchlorinated Fill-and-Drain Wading Pool - Iowa, 2001. *MMWR* 50, 797-800.

CDC, (2001). Two fatal cases of adenovirus-related illness in previously healthy young adults-Illinois *MMWR* 50 : 553 – 555.

CDC, (2016). The Model Aquatic Health Code (MAHC): an all-inclusive model public swimming pool and spa code. 2016 edition. Retrieved from: <https://www.cdc.gov/mahc/editions/index.html> Accessed February 7, 2017.

CDC, (2018). *National Enteric Disease Surveillance: Shigella Surveillance Overview*. Retrieved from: <https://www.cdc.gov/ncezid/dfwed/PDFs/Shigella-Overview-508.pdf>.

CDC, (2021, February 3). *Controlling Legionella in Cooling Towers*. Retrieved from: <https://www.cdc.gov/legionella/wmp/control-toolkit/cooling-towers.html>

Chalmers, R., M., (2012). Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. *Ann. Ist. Super. Sanità* 48(4), 429-446.

Cappelluti, E., Fraire, a., E., Schaefer, O., P., (2003). A Case of 'Hot Tub Lung' Due to Mycobacterium avium Complex in Immunocompetent Host. *Archives of Internal Medicine* 163(7), 845.

Cockburn, T., A., Vavra., J., D., Spencer, S., S., Dann, J., R., Peterson, L., J., Reinhard, K., R., (1954). Human leptospirosis associated with a swimming pool, diagnosed after eleven years. *The American Journal of Hygiene* 60(1).

Craun, G.F., Calderon R.L., Craun, M.F., (2005). Outbreaks associated with recreational water in the United States. *International Journal of Environmental Health Research* 15 (4), 243-262.

Dale, K., Kirk, M., Sinclair, M., Hall, R., Leder, K., (2010). Reported waterborne outbreaks of gastrointestinal disease in Australia are predominantly associated with recreational exposure. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 34, 527-530.

Das, A., Alagyrusami, R., (2010). Science in Clothing Comfort. Neurophysiological processes in Clothing Comfort. *Woodhead Publishing India PVT. LTD*: 31-53.



de Araujo, M., A., Guimaraes, V., F., Mendonca-Hagler, L., C., S., Hagler, A., N., (1990). *Staphylococcus aureus* and faecal streptococci in fresh and marine waters of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista de Microbiologia* 21 (2), 141-147.

Decker, B. K., & Palmore, T. N. (2013). The role of water in healthcare-associated infections. *Current opinion in infectious diseases*, 26 (4), 345-351.

Devanga Ragupathi, N., K., Muthuirulandi Sethuve, D., P., Inbanathan, F., Y., Veeraraghavan, B., (2018). Accurate differentiation of E.coli and Shigella serogroups: Challenges and Strategies. *New Microbes* 21: 58-62.

Dhingra, A., Hage, E., Ganzenmueller, T., Böttcher, S., Hofmann, J., Hamprecht, K., Obermeier, P., Rath, B., Hausmann, F., Dobner, T., Heim, A., (2019). Molecular Evolution of Human Adenovirus (HAdV) Species C. *Scientific Reports* 9(1), 1039.

Dytoc, M., T., Honish, L., Shandro, C., Ting, P., T., Chui, L., Fiorillo, L., Robinson, J., Fanning, A., Predy, G., Rennie, R., P., (2005). Clinical, microbiological, and epidemiological findings of an outbreak of *Mycobacterium abscessus* hand-and-foot disease. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 53, 39 – 45.

Dziuban, E., Liang, J., Craun, G., Hill, V., Yu, P., Painter, J., Moore, M., Calderon, R., Roy, S., Beach, M., (2006). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water - United States, 2003-2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 55, 1-30.

E.C (2003). Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No 4.

ECDC, European Centre for Disease Prevention and Control, (2020, July 23). Legionnaires' disease - Annual Epidemiological Report for 2018.

ECDC (2013). Annual Epidemiological Report, Reporting on 2011 Surveillance data and 2012 Epidemic Intelligence data. *Surveillance Report*. Retrieved from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/annual-epidemiological-report-2013.pdf>

EWGLI - European Working Group for Legionella Infections, (2011, September). *EWGLI Technical Guidelines for the Investigation, Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease*. Version 1.1.

Fewtrell, L., Kay, D., (2015). Recreational Water and Infection: A Review of Recent Findings. *Current Environmental Health Reports* (2), 85–94.

Fields, B., S., Benson, R., F., Besser, R.E., (2002). *Legionella* and *Legionnaires' Disease*: 25 Years of Investigation. *Clinical Microbiology Reviews* 15(3), 506-526.

Fiorillo, L., Zucher, M., Sawyer, D., Lin, A., N., (2001). The *Pseudomonas* Hot-Foot Syndrome. *The New England Journal of Medicine* 345(5), 335-338.

Friedman, M., S., Roels, T., Koehler, J., E., Feldman, L., Bibb, W., F., Blake, P., (1999). *Escherichia coli* O157:H7 Outbreak Associated with an Improperly Chlorinated Swimming Pool. *Clinical Infectious Diseases* 29(2), 298-303.

Geary, D., F., (2000). New guidelines on Legionella. *ASHRAE Journal* 42(9),44–49.

Gerba, B., C., (1995). Outbreaks Caused by *Giardia* and *Cryptosporidium* Associated with Swimming Pools. *Journal of the Swimming Pool and Spa Industry* 1(3), 9-18.

Gianfaldoni, S., Tchernev, G., Wollina U., Roccia, M.G., Fioranelli M., Gianfaldoni R., Lotti, T.(2017). History of the Baths and Thermal Medicine. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 5(4), 566-568.

Hajjartabar, M., (2004). Poor-quality water in swimming pools associated with a substantial risk of otitis externa due to *Pseudomonas aeruginosa*. *Water Science and Technology* 50(1), 63-67.

Hanak, V., Kalra, S., Aksamit, T., R., Hartman, T., E., Tazelaar, H, D., Ryu, J., H., (2006). Hot tub lung: Presenting features and clinical course of 21 patients. *Respiratory Medicine* 100, 610-615.

Hashish, A., Mahmoud, N., Abbass, G., Amine, A., (2017). *Pseudomonas aeruginosa* in Swimming Pools. *Cogent Environmental Science* 3(1).

Hashish, E., Merwad, A., Elgaml, S., Amer, A., Kamal, H., Elsadek, A., Marei, A., Sitohy, M., (2018). *Mycobacterium marinum* infection in fish and man: epidemiology, pathophysiology and management, a review. *Veterinary Quarterly* 38(1), 35-46.

Hildebrand, J., M., Maguire, H., C., Halliman, R., E., Kangesu, E., (1996). An outbreak of *Escherichia coli* O157 infection linked to paddling pools. *Communicable Disease Report Review* 6, R33–R36.

Hlavsa, M.C., Aluko, S.K., Miller, A.D., Person, J., Gerdes, M.E., Lee, S., ..., & Hill, V.R. (2021). Outbreaks Associated with Treated Recreational Water - United States, 2015-2019. *MMWR Weekly Report* 70 (20), 733-738.

Hlavsa, M.C., Cikesh, B.L., Roberts, V.A., Kahler, A.M., Vigar, M., Hilborn, E.D., ..., & Yoder, J.S. (2018). Outbreaks Associated with Treated Recreational Water - United States, 2000-2014. *US Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention, MMWR* 67 (19), 547-551.

Huhulescu, S., Simon, M., Lubnow, M., Kaase, M., Wewalka, G., Pietzka, A., T, Stöger, A., Ruppitsch, W., Allerberger, F., (2011). Fatal *Pseudomonas aeruginosa* pneumonia in a previously healthy woman was most likely associated with a contaminated hot tub. *Infection* 39(3), 265-269.

Ichinohe, S., Fukushima, T., Kishida, K., Sanbe, K., Saika, S., Ogura, M., (2005). Secondary transmission of cryptosporidiosis associated with swimming pool use. *Japanese Journal of Infectious Diseases* 58, 400-401.

Ilkit, M., Durdu, M., (2015). *Tinea pedis*: The etiology and global epidemiology of a common fungal infection. *Critical Reviews in Microbiology*, 41(3), 374-388.

Jacob, A., S., Tschen, J., (2020). Hot Tub Associated *Pseudomonas folliculitis* - A Case Report and Review of Host Risks Factors. *Cureus* 12(9), 1-5.

Kadlec, V., Skvářová, J., Cerva, L., Nebáznivá, D., (1980). Virulent *Naegleria fowleri* in indoor swimming pool. *Folia Parasitologica* 27(1), 11-7.

Kamihama, T., Kimura, T., Hosokawa, J., I., Ueji, M., Takase, T., Tagami, K., (1997). Tinea pedis outbreak in swimming pools in Japan. *Public Health* 111(4), 249-253.

Kee, F., McElroy, G., Stewart, D., Coyle, P., Watson, J., (1994). A community outbreak of echovirus infection associated with an outdoor swimming pool. *J. Public Health Med.* 16, 145–148.

Kirrage, D., Reynolds, G., Smith, G., E., Olowokure, B., (2007). Investigation of an outbreak of Legionnaires' Disease: Hereford, UK, 2003. *Respiratory Medicine* 101, 1639-1644.

Kyritsi, M., A., Mouchtouri, V., A., Katsiafliaka, A., Kolokythopoulou, F., Plakokefalos, E., Nakoulas, V., Rachiotis, G., Hadjichristodoulou, C., (2018). Clusters of Healthcare - Associated Legionnaires' Disease in Two Hospitals in Central Greece. *Case Reports in Infectious Diseases* 2018, 1-5.

Lapierre, P., Nazarian, E., Zhu, Y., Wroblewski, D., Saylor, A., Passaretti, T., ... Musser, K.A., (2017). Legionnaires' Disease Outbreak Caused by Endemic Strain of *Legionella pneumophila*, New York, New York, USA, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, 23 (11), 1784-1791.

La Rosa, G., Della Libera, S., Petricca, S., Iaconelli, M., Briancesco, R., Paradiso, R., Semproni, M., Di Bonito, P., Bonadonna, L., (2015). First detection of papillomaviruses and polyomaviruses in swimming pool waters: unrecognized recreational water-related pathogens? *Journal of Applied Microbiology* 119(6), 1683-1691.

Lawrence, J. (2004, July 12). *Swim, Don't Swallow: Water-Borne Illnesses at New Highs*. Retrieved from <https://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=50298>.

Li, D., & Liu, S., (2019). Chapter 12-Water quality monitoring in aquaculture. *Water quality monitoring and management: Basis, technology and case studies 1st ed*, 303-328.

Li, J., Xiaoyan, L., Sun, Y., Lin, C., Li, F., Yang, Y., Liang, Z., Jia, L., Chen, L., Jiang, B., Wang, Q., (2018). A swimming pool associated outbreak of pharyngoconjunctival fever caused by human adenovirus type 4 in Beijing, China. *International Journal of Infectious Diseases* 75, 89-91.

Lin, H., Xu, B., Chen, Y., Wang, W., (2009). *Legionella* pollution in cooling tower water of air-conditioning systems in Shanghai, China. *Journal of Applied Microbiology* 106 (2), 606-612.

Lutz, J., K., Lee, J., (2011). Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* in Swimming Pools and Hot Tubs. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8(2), 554-564.

Martinez, A., J. (1993). Free-living amebas: infection of the central nervous system. *Mount Sinai Journal of Medicine* 60(4): 271–278.

Masoud, G., Abbass, A., Abaza, A., Hazzah, W., (2016). Bacteriological quality of some swimming pools in Alexandria with special reference to *Staphylococcus aureus*. *Environ Monit Assess* 188(7), 412.

Mavridou, A., Pappa, O., Papatzitze, O., Blougoura, A., Drossos, P., (2014). An overview of pool and spa regulations in Mediterranean countries with a focus on the tourist industry. *Journal of water and health* 12 (3), 359-371.

Mena, K., D., Gerba, C., P., (2009). Waterborne adenovirus. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 198:133–67.

National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID), (2006). *Understanding Microbes in Sickness and in Health*. NIH Publication No. 06-4914.

Nichols, G., Chalmers, R., Lake, I., Sopwith, W., Regan, M., Hunter, P., Grenfell, P., Harrison, F., Lane, C., (2006). Cryptosporidiosis: a report on the surveillance and epidemiology of *Cryptosporidium* infection in England and Wales. *In: Drinking Water Directorate Contract Number DWI 70/2/201*, pp. 1-142.

Nigam, P., K., Saleh, D., (2022, July 3). *Tinea pedis*. NIH - National Library of Medicine. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470421/>

Nygård, K., Schimmer, B., Søbstad, Ø, Walde, A., Tveit, I., Langeland, N., Hausken, T., Aavitsland, P., (2006). A large community outbreak of waterborne giardiasis- delayed detection in a non-endemic urban area. *BMC Public Health* 6, 141.

Papadopoulou, Ch., Economou, V., Sakkas, H., Gousia, E., Giannakopoulos, X., Dontorou, C., Filioussis, G., Gessouli, H., Karanis, P., Leveidiotou, S., (2008). Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: Investigation of antibiotic resistance of the bacterial isolates. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 211(3-4), 385-397.

Podewils, L., J., Zanardi, B., L., Hagenbuch, M., Itani, D., Burns, A., Otto, C., Blanton, L., Adams, S., Monroe, S., S., Beach, M., J., et al. (2007). Outbreak of norovirus illness associated with a swimming pool. *Epidemiol. Infect.* 135, 827–833.

Rickman, O., B., Ryu, J., H., Fidler, M., E., Kalra, S., (2002). Hypersensitivity Pneumonitis Associated With *Mycobacterium avium* Complex and Hot Tub Use. *Mayo Clin Proc* 77(11), 1233-1237.

Rolfs, R., Beach, M., Hlavsa, M., 2008. Community wide cryptosporidiosis outbreak - Utah, 2007. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 57, 989-993.

Samples, J., R, Binder, P., S., Luibel, F., J., Font, R., L., Visvesvara, G., S., Peter, C., R. (1984). Acanthamoeba keratitis possibly acquired from a hot tub. *Archives of Ophthalmology* 102, 707–710.

*Shigellosis Outbreak Associated with an Unchlorinated Fill and Drain Wading Pool - Iowa, (2001).* *JAMA* 286(16), 1964-1965.

Sinagra, J., L., M., Kanitz, E., E., Cerocchi, C., Cota, C., Fantetti, O., Prignano, G., Donati, P., Tortoli, E., M., D'Ancona, F., P., Capitanio, B., (2014). *Mycobacterium abscessus* Hand-and-Foot Disease in Children: Rare or Emerging Disease? *Pediatric Dermatology* 31(3), 292-297.

Sinclair, R., G., Jones, E., L., (2009). Viruses in recreational water-borne disease outbreaks: A review. *Journal of Applied Microbiology* 107, 1769-1780.

Singh, D., Patel, D., C.,, Rogers, K., Wood, N., Riley, D., Morris, A., J., (2003). Epidemiology of dermatophyte infection in Auckland, New Zealand. *Austral J Dermatol* 44, 263 – 266.

Sveriges Radio 2010, Retrieved from: [www.sverigesradio.se](http://www.sverigesradio.se)

Tate, D., Mawer, S., Newton, A., (2003). Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* folliculitis Associated with a swimming pool inflatable. *Epidemiology and Infection* 130(2), 187-192.

The European Parliament and the Council of the European Union. (2000, October 23). *Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.*

Totaro, M., Vaselli, O., Nisi, B., Frenzo, L., Cabassi, J., Profeti, S., Valentini, P., Casini, B., Privitera, G., & Bagglani, A., (2019). Assessment, control, and prevention of microbiological and chemical hazards in seasonal swimming pools of the Versilia district (Tuscany, central Italy). *Journal of Water and Health* 17(3), 490-498.

Tsoukalas, G., Sgantzios, M., Karamanou, M., Gritzalis, K., Androustos, G. (2015). Hydrotherapy: Historical Landmarks of a cure all remedy. *Archives of the Balkan Medical Union*, 50(3), 430-432.

Tuncay, S., Delibas, S., Inceboz, T., Over, L., Oral, A.M., Akisu, C., Aksoy, U., (2008). An outbreak of gastroenteritis associated with intestinal parasites. *Türkiye Parazitoloji Dergisi* 32, 249-252.

Vanaclocha, H., Guiral, S., Morena, V., Calatayud, M., A., Castellanos, M., Moya, V., Jerez, G., Gonález, F., (2012). Preliminary report: outbreak of Legionnaires' disease in a hotel in Calpe, Spain, update on 22 February 2012. *Euro Surveill* 17(8).

Van Tubergen, A., van der Linden, S. (2002). A brief history of spa therapy. *Ann Rheum Dis* 61(3), 273-275.

Verma, A., Bolton, F., J., Fiefield, D., Lamb, P., Woloschin, E., Smith, N., McCann, R., (2007). An outbreak of *E.coli* O157:H7 associated with a swimming pool: an unusual vehicle of transmission. *Epidemiology and Infection* 135(6), 989-992.

Walker, D., H., (2014). Interactions of Pathogens with the Hosts. *Pathobiology of Human Disease*, 214-216.

Wang, M., C., Liu, C., Y., Shiao, A., S., Wang, T., (2005). Ear Problems in Swimmers. *J. Chin. Med. Assoc.* 68(8), 347-352.

WHO, (2022, September 6). *Legionellosis*. Retrieved from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/legionellosis>

WHO (World Health Organization), (2006). *Guidelines for safe recreational water environments - Volume 2 - Swimming Pools And Similar Environments*, ISBN: 92-4-154680-8.

Yoder, J., Hlavsa, M., Craun, G., Hill, V., Roberts, V., Yu, P., Hicks, L., Alexander, N., Calderon, R., Roy, S., Beach, M., (2008). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility associated health events, United States, 2005-2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 57(SS09), 1-29.

Αντωνιάδης, Α., Καρτάλη, Σ., Λεγάκης, Ν., Σ., Μανιάτης, Α., Τσελέντης, Ι., (2005). *Ιατρική Μικροβιολογία*. 3η Έκδοση, Τόμος ΙΙ, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Αντωνιάδης, Α., Λεγάκης, Ι., Ν.Σ., Μαυρίδης, Κ., Α., Τσελέντης, Ι., (2000). *Ιατρική Μικροβιολογία*. 3η έκδοση, Τόμος Α', Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Ελληνική Δημοκρατία, Υπουργείο Υγείας (δημοσίευση: 4/3/2020). Εγκύκλιος - Λήψη μέτρων προστασίας της Δημόσιας Υγείας στις κολυμβητικές δεξαμενές περιοχής ευθύνης σας. *Informatics Development Agency*, Αθήνα.

ΚΕΕΛΠΝΟ (2011). Υδατογενείς λοιμώξεις και επιδημίες γαστρεντερίτιδας υδατογενούς αιτιολογίας. *Ενημερωτικό Δελτίο ΚΕΕΛΠΝΟ*.

Μαυρίδου, Α., Βανταράκης, Α., Ευστρατίου, Μ.Α., Αρβανιτίδου Βαγιωνά, Μ., (2014). *Μικροβιολογία και Επιδημιολογία νερού - θεωρίες και Τεχνικές*. Κύπρος: Εκδόσεις Π.Χ.Πασχαλίδης.

Ξένος, Κ., Ξένου, Κ., (2005). *Ρύπανση & Τεχνικές Ελέγχου και Ποιότητας του Νερού*. Εκδόσεις ΙΩΝ.



Παπαδοπούλου, Χ., (2012). *Μικροβιολογία και υγιεινή Τροφίμων*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Πορετσάνου - Χ' Νικολάου, Α., Στυλιανάκης, Α., (2007). *Ιατρικοί Μύκητες. Κλινικές και εργαστηριακές προσεγγίσεις*. Αθήνα, Ιατρικές Εκδόσεις: Γιάννης Β. Παρισιάνος.

## Βιβλιογραφία εικόνων

CDC, (1980). *Shigella dysenteriae*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=6659>

CDC, Archer, J., (2016). *Giardia lamblia*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=21916>

CDC, Carr, C., (2001). *Staphylococcus aureus*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=11157> , <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=14923>

CDC, *Cryptosporidium parvum* oocysts. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=7829>

CDC, Cutchin, S., B., (2016). *Legionella pneumophila*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=22879>

CDC, da Silva, A., J., Moser, M., (2002). Βιολογικός κύκλος *Cryptosporidium*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=3386>

CDC, da Silva, H., J., Moser, M., (2002). Βιολογικός κύκλος *Giardia*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=3394>

CDC, Erlandsen, S., (1999). *Giardia lamblia*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=11650>

CDC, Ewing, E., P., (1985). *Molluscum contagiosum*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=860>

CDC, Ewing, E., P., (1996). Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=1490>,  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=1175>

CDC, Gary, G., W., (1981). *Adenovirus*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=237>

CDC, Hawkins, T., (1977). Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=19232>

CDC, Higgins, D., (2016). *Shigella spp. Antibiotic Resistance Coordination and Strategy Unit*. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=21920>

CDC, Humphrey, C. *Norovirus*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=10703>

CDC, Kubica, G., (1986). *Mycobacterium avium*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=14425>

CDC, Lucille, K., G., (1964). *Epidermophyton floccosum*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=22058>

CDC, Lucille, K., G., (1964). *Microsporium canis*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=22030>

CDC, Lucille, K., G., (1969). *Tinea pedis*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=16097>, <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=16659>

CDC, National *Escherichia, Shigella, Vibrio* Reference Unit at CDC, (2006). *Escherichia coli* O157:H7. Retrieved from: <https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=8802>

CDC, Oosthuizen, J., (2019). *Pseudomonas aeruginosa*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=23249>

CDC, Papageorge, C., (1976). *Trichophyton rubrum*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=16018>

CDC, Parker, T., (2014). *Shigella sonnei*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=17186>

CDC, Partin, B., (1977). Ιός ηπατίτιδας A. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=2739>

CDC, Partin, B. (1977). Legionella disease. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=17299>

CDC, Shepard, C., C., (1965). *Mycobacterium marinum*. Retrieved from:  
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=23055>

