



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**

**Παράσιτα που μεταδίδονται υδατογενώς και η διαχείρισή τους
για την πρόσπιση της Δημόσιας Υγείας**

**Πτυχιακή Εργασία
Υπεύθυνος Εργασίας : Κωνσταντίνος Καραμαλής
ΑΜ : 18679057**

Αθήνα 2022



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**

**Παράσιτα που μεταδίδονται υδατογενώς και η διαχείρισή τους
για την προάσπιση της Δημόσιας Υγείας**

Επιτροπή Παρουσίασης:
Ευδοκία Βασσάλου
Παρασκευή Μπουλανίκη
Κωνσταντίνα Σκαναβή

Πτυχιακή Εργασία

Υπεύθυνος Εργασίας : Κωνσταντίνος Καραμαλής

ΑΜ : 18679057

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια : Ευδοκία Βασσάλου

Επίκουρος Καθηγήτρια Παρασιτολογίας- Τροπικής Ιατρικής και Υγείας Ταξιδιωτών

Αθήνα 2022

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να αποδώσω τις μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Καταρχήν, οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ειδικότερα, θα ήθελα να αποδώσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην καθηγήτρια μου και επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας, Δρ. Ευδοκία Βασσάλου, επίκουρη καθηγήτρια Παρασιτολογίας- Τροπικής Ιατρικής και Υγείας Ταξιδιωτών, αρχικά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξαρχής αναθέτοντας μου το συγκεκριμένο θέμα και εν συνεχεία, για τις συμβουλές και τις υποδείξεις που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας αλλά και για το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή έως το τέλος, καθώς επίσης και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μεταλαμπάδευσε στα μαθήματά της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση και τη στήριξή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Copyrights © Κωνσταντίνος Καραμαλής, Τμήμα Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας,
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Βεβαιώνω ότι, η παρούσα Πτυχιακή Εργασία είναι αποτέλεσμα προσωπικής μου δουλειάς και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Σε τυχόν δημοσιευμένες ή μη δημοσιευμένες πηγές που αναφέρονται στην Πτυχιακή Εργασία, έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά όπου απαιτείται, καθώς επίσης έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας.

Υπογραφή: 

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, η κύρια αιτία υδατογενών επιδημιών είναι τα παράσιτα που μεταδίδονται υδατογενώς, αποτελώντας σοβαρό πρόβλημα δημόσιας υγείας. Συγκεκριμένα, όπως αναφέρεται στις περισσότερες βιβλιογραφίες, οι κύστες τόσο του παρασιτικού πρωτόζωου *Giardia lamblia*, όσο και οι ωκύστες του *Cryptosporidium spp.*, κατέχουν την πρώτη θέση αιτιολογικού παράγοντα για την πρόκληση υδατογενούς παρασιτικής λοίμωξης. Επίσης, υπάρχουν κι άλλα είδη παρασιτικών πρωτόζωων που μεταδίδονται με το νερό και προκαλούν λοιμώξεις, όπως είναι η *Naegleria fowleri*, η *Acanthamoeba sp.*, η *Entamoeba histolytica* και το *Toxoplasma gondii*, αλλά έχουν ενοχοποιηθεί και παρασιτικά μετάζωα τα οποία μεταδίδονται με το νερό, όπως είναι η *Ascaris lumbricoides*, ο *Trichuris trichiura*, ο *Enterobius vermicularis*, αλλά και μερικά που χρησιμοποιούν ενδιάμεσους ξενιστές του υδάτινου περιβάλλοντος για να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο, όπως το *Schistosoma sp* και η *Fasciola hepatica*. Το κοινό σημείο των παραπάνω πρωτόζωων και μετάζωων είναι ο τρόπος μετάδοσης, που είναι το νερό, όμως έχει βρεθεί ότι οι (ω)κύστες τους μπορούν να μεταδοθούν και με την κατανάλωση ωμού κρέατος ή των μη πλυμένων λαχανικών. Επιπλέον, τα χαμηλά επίπεδα ατομικής υγιεινής έχουν σχετιστεί άμεσα με τη μετάδοση των (ω)κύστεων των παρασίτων, με αποτέλεσμα την πρόκληση λοίμωξης. Σχετικά με την μετάδοση μέσω του νερού, πρέπει να αναφερθεί ότι η μόλυνση ενός πληθυσμού από παράσιτα μπορεί να γίνει είτε με άμεση κατανάλωση πόσιμου νερού από μολυσμένο σύστημα ύδρευσης ή από κατανάλωση μολυσματικών (ω)κύστεων από ύδατα αναψυχής. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον, παρουσιάζουν ορισμένες θρησκευτικές τελετές, όπως το ablution ή οι διαδικασίες της Αγιουβέρδας, οι οποίες περιλαμβάνουν τη χρήση νερού για ρινική πλύση, με τον κίνδυνο μετάδοσης αμοιβάδων, λόγω χρήσης μολυσμένων υδάτων. Η παρούσα βιβλιογραφική πτυχιακή εργασία, εστιάζει στα παράσιτα που μεταδίδονται υδατογενώς και αναφέρεται σε πρότυπα ποιότητας που χρησιμοποιούνται για την ορθή διαχείρισή τους, που αποσκοπούν στην προάσπιση της δημόσιας υγείας. Ωστόσο, το πρόβλημα με τις υδατογενείς επιδημίες είναι παγκόσμιας κλίμακας, με την επίπτωση να είναι ιδιαίτερα υψηλή στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, κρίνεται επιτακτική ανάγκη η διερεύνηση των υδατογενών επιδημιών παρασιτικής αιτιολογίας σε παγκόσμια κλίμακα αλλά και η διαχείρισή τους για την προστασία της δημόσιας υγείας.

Abstract

In the past few years, the main cause of waterborne outbreaks is water-borne parasites, posing a major public health problem. Specifically, in the most recent literature, the cysts of both the parasitic protozoan *Giardia lamblia* and the oocysts of *Cryptosporidium spp.* are responsible for the most water-borne outbreaks. There are also other species of water-borne parasitic protozoa that cause infections, such as *Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba sp.*, *Entamoeba histolytica* and *Toxoplasma gondii*, but also there are water-borne parasitic metazoa that have been implicated in water-borne outbreaks, for example *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Enterobius vermicularis* and others that use intermediate vectors in the aquatic environment, in order to complete their biological cycle, such as *Schistosoma sp* and *Fasciola hepatica*. The common point of the protozoa and metazoan above is their transmission, which is water, but it has been found that their (oo)cysts can also be transmitted by consuming raw meat or unwashed vegetables. In addition, low levels of personal hygiene have been directly linked to the transmission of parasitic (oo)cysts, resulting in infection. Regarding water transmission, it should be noted that the infection of a population with parasites can be done either by direct consumption of drinking water from a contaminated water supply system or by consumption of infectious (oo)cysts from recreational waters. Furthermore, of particular interest are certain religious ceremonies, such as ablution or Ayurvedic procedures, which involve the use of water for nasal washing, with the risk of transmitting amoebae due to the usage of contaminated water. This dissertation focuses on water-borne parasites and refers to quality standards used for their proper management, aimed at protecting public health. However, the problem with water-borne outbreaks is global, with the impact being particularly high in developing countries. Thus, there is an urgent need to investigate the waterborne parasitic outbreaks in a worldwide scale and manage them to protect public health.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	6
Abstract	7
1. Εισαγωγή.....	10
2. Μόλυνση των υδάτων.....	13
2.1 Μικροβιολογία υδάτων	13
2.1.1 Βακτήρια	13
2.1.2 Μύκητες	14
2.1.3 Πρωτόζωα	14
2.1.4 Μετάζωα	14
2.1.5 Ιοί.....	15
3. Παράσιτα.....	16
3.1 Γενικά για τα παράσιτα.....	16
3.2 Κατηγοριοποίηση παρασίτων.....	16
3.2.1 Ξενιστές παρασίτων	17
3.3 Βιολογικός κύκλος παρασίτων	17
3.3.1 Μονόξενος βιολογικός κύκλος	17
3.3.2 Ετερόξενος βιολογικός κύκλος	18
3.3.3 Κύκλος ζωής Πρωτοζώων	19
3.3.4 Κύκλος ζωής Ελμίνθων.....	20
3.4 Διατροφή	20
3.4.1 Διατροφή Πρωτοζώων.....	20
3.5 Παρασιτικές Λοιμώξεις.....	20
3.5.1 Γενικά για τις παρασιτικές λοιμώξεις	20
3.5.2 Παθογένεια	21
4. Παράσιτα που μεταδίδονται υδατογενώς.....	23
4.1 Πρωτόζωα	23
4.1.1 <i>Naegleria fowleri</i>	23
4.1.2 <i>Acanthamoeba sp.</i>	27
4.1.3 <i>Entamoeba histolytica</i>	31
4.1.4 <i>Giardia lamblia</i>	34
4.1.5 <i>Cryptosporidium sp.</i>	39
4.1.6 <i>Toxoplasma gondii</i>	44
4.2 Μετάζωα.....	48
4.2.1 <i>Ascaris lumbricoides</i>	48
4.2.2 <i>Trichuris trichiura</i>	51

4.2.3	<i>Enterobius vermicularis</i>	53
4.2.4	<i>Schistosoma sp.</i>	54
4.2.5	<i>Fasciola hepatica</i>	56
5.	Κίνδυνοι και επιδημίες ανά τον κόσμο	59
5.1	Υδατογενείς επιδημίες παρασιτικής αιτιολογίας	59
5.1.1	<i>Αρχές του 21^{ου} αιώνα</i>	59
5.1.2	<i>Σήμερα</i>	59
5.2	Μέτρα πρόληψης υδατογενών επιδημιών	62
5.2.1	<i>Πρόληψη σε ατομικό επίπεδο</i>	62
5.2.2	<i>Πρόληψη σε επίπεδο πολιτείας</i>	64
6.	Προστασία και διαχείριση υδάτων	69
6.1	Πρότυπα για τον έλεγχο του πόσιμου νερού στην Ελλάδα	69
6.2	Πρότυπα ποιότητας για τον έλεγχο του νερού ανά τον κόσμο	74
6.2.1	<i>Ανόργανοι παράγοντες</i>	74
6.2.2	<i>Οργανικοί παράγοντες</i>	75
6.2.3	<i>Παράμετροι σχετικοί με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των υδάτων</i>	75
6.2.4	<i>Μικροβιολογικοί Παράμετροι</i>	76
7.	Συμπεράσματα	77
	Βιβλιογραφία	79
	Βιβλιογραφία εικόνων	84
	Βιβλιογραφία πινάκων	85

1. Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα αγαθά και θεμελιώδες δικαίωμα του ανθρώπου είναι το νερό, το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του πλανήτη μας. Από τη συνολική ποσότητα του νερού στον πλανήτη, το 97% είναι αλμυρό νερό προερχόμενο από τους ωκεανούς και μόνο το 3% είναι το γλυκό νερό. (1)



Εικόνα 1 : Κατανομή του νερού στη γη.

Αναλύοντας την αναλογία του γλυκού νερού, φαίνεται ότι το 68.7% προέρχεται από παγετώνες, το 30.1% είναι υπόγειο νερό και μόνο το 1.2% είναι επιφανειακό νερό. Συγκεκριμένα, το επιφανειακό νερό με τη σειρά του αποτελείται από ένα μεγάλο ποσοστό της τάξης του 87% από λίμνες και στη συνέχεια το 11% προέρχεται από έλη και το 2% από ποτάμια. (1)

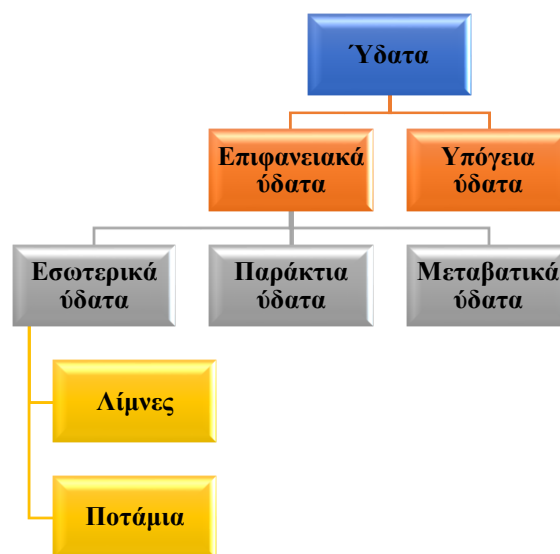


Εικόνα 2: Κατανομή γλυκού νερού.



Εικόνα 3: Κατανομή επιφανειακού γλυκού νερού.

Βάσει Οδηγίας- Πλαισίου 2000/ 60 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υφίσταται μια κατάταξη των υδάτων σε επτά κατηγορίες. Ο πρώτος διαχωρισμός των υδάτων είναι σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Ως επιφανειακά ύδατα (λίμνες και ποτάμια), νοούνται όλα τα εσωτερικά ύδατα εκτός των υπογείων, τα μεταβατικά και παράκτια ύδατα ενώ ως υπόγεια ύδατα χαρακτηρίζονται εκείνα που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, (ζώνη κορεσμού) και έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος ή με το υπέδαφος. (2) Στην παρακάτω εικόνα, απεικονίζεται ο διαχωρισμός των υδάτων:



Εικόνα 4: Διαχωρισμός των υδάτων.

Στην κατηγορία των επιφανειακών υδάτων, υπάγονται τα παράκτια και μεταβατικά ύδατα. Τα παράκτια ύδατα είναι εκείνα που εντοπίζονται στην πλευρά της ξηράς θέτοντας μια νοητή γραμμή, όπου κάθε σημείο της βρίσκεται σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου προς τη θάλασσα από το πιο κοντινό σημείο της γραμμής από την οποία μετριέται το εύρος των χωρικών υδάτων και εκτείνονται έως το ανώτερο όριο των μεταβατικών υδάτων. Ως μεταβατικά ύδατα, νοούνται τα ύδατα πλησίον ποταμών, των οποίων ένα μέρος τους είναι αλμυρό λόγω της ανάμειξής τους με τα παράκτια ύδατα (γειννίαση) αλλά επηρεάζονται κατά βάση από ρεύματα γλυκού νερού. (2)

Το νερό αποτελεί τον κύριο φορέα μετάδοσης και διάδοσης διάφορων μικροοργανισμών, οι οποίοι διασπούν την οργανική ύλη. Οι εν λόγω μικροοργανισμοί καλούνται σαπρόφυτοι και δεν προκαλούν λοιμώξεις. Ωστόσο, υπάρχουν και μικρόβια τα οποία είναι υπεύθυνα για την πρόκληση ασθενειών, οι λεγόμενοι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί ζουν εις βάρος τόσο των ζώων, όσο και των φυτών αλλά και των ανθρώπων και είναι υπεύθυνοι για λοιμώδη νοσήματα όπως είναι η αμοιβαδική δυσεντερία. (3)

Ένας μεγάλος αριθμός παθογόνων μικροοργανισμών έχει εντοπιστεί σε επιφανειακά νερά αναψυχής ή ακόμη και πόσιμα. Μπορούν να εισέλθουν στα ύδατα μέσω των αποβλήτων, τόσο από τον άνθρωπο, όσο και από τα ζώα, όπως επίσης ενδεχομένως να υπάρχουν και στο φυσικό περιβάλλον. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, πηγή εισόδου των μικροοργανισμών στα ύδατα αποτελεί και η ίδια η ατμόσφαιρα, καθώς οι άνεμοι που πνέουν από την ξηρά προς τη θάλασσα ή τις λίμνες βοηθά στη μεταφορά τους από την ατμόσφαιρα προς το υδάτινο περιβάλλον. (4)

Η μολυσματική ικανότητα ενός παθογόνου μικροοργανισμού μπορεί να είναι από ένα έως και εκατομμύρια κύτταρα, σε συνάρτηση πάντα με τις βιολογικές μεταβλητές του ξενιστή (ηλικία, ανοσοκαταστολή κλπ.). Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκαλούν υδατογενείς λοιμώξεις είναι τα βακτήρια, οι μύκητες, τα παράσιτα και οι ιοί, οι οποίοι μπορούν να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της γαστρεντερικής οδού, της αναπνευστικής οδού αλλά και του δέρματος. (4)

2. Μόλυνση των υδάτων

2.1 Μικροβιολογία υδάτων

Ο όρος μόλυνση αναφέρεται στην ύπαρξη μικροοργανισμών- μικροβίων στο νερό. Ως μικροοργανισμοί νοούνται οι οργανισμοί οι οποίοι συνήθως δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι, παρά μόνο με τη χρήση μικροσκοπίου. Στους μικροοργανισμούς περιέχονται τα βακτήρια, οι μύκητες, τα πρωτόζωα, τα μετάζωα και οι ιοί. (5)

Η κατάταξη των μικροοργανισμών μπορεί να γίνει βάσει ορισμένων ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει με βάση την κυτταρική δομή τους σε προκαρυωτικούς και ευκαρυωτικούς ενώ μπορεί να γίνει και βάσει τις απαιτήσεις σε οξυγόνο και να προκύψουν οι αερόβιοι, οι αναερόβιοι και οι επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμοί. Μια άλλη κατηγοριοποίηση των μικροοργανισμών μπορεί να γίνει και ανάλογα με την πηγή άνθρακα και να προκύψουν οι αυτότροφοι και οι ετερότροφοι οργανισμοί. Οι αυτότροφοι οργανισμοί χρησιμοποιούν ανόργανο C που εντοπίζεται στο νερό με τη μορφή CO₂ για να παρασκευάσουν κυτταρική ύλη, ενώ οι ετερότροφοι χρησιμοποιούν οργανικό άνθρακα για την παρασκευή κυτταρικής ύλης. (1)

Ένας ακόμη τρόπος κατάταξης των μικροοργανισμών είναι με βάση της ικανότητάς τους να προκαλούν λοίμωξη στον ανθρώπινο οργανισμό, διακρίνοντας έτσι τρεις κατηγορίες :

1. Μη- παθογόνοι μικροοργανισμοί που συμβιώνουν με τον άνθρωπο και έχουν θετική επίδραση στο μεταβολισμό του.
2. Παθογόνοι μικροοργανισμοί οι οποίοι με την είσοδό τους στον ανθρώπινο οργανισμό ενδεχομένως να προκαλέσουν την εκδήλωση της νόσου.
3. Δυνητικά παθογόνοι μικροοργανισμοί οι οποίοι μπορεί να είναι μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας του ανθρώπου και σε ορισμένες περιπτώσεις να γίνονται παθογόνοι. (4)

2.1.1 Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι προκαρυωτικοί οργανισμοί, καθώς το γενετικό τους υλικό δεν περιβάλλεται από μεμβράνη. Η μορφολογία τους ποικίλλει, δηλαδή υπάρχουν βακτήρια με ραβδόμορφο σχήμα, σε μορφή κόκκων και σπειροειδή. Ένα ακόμη επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό των βακτηρίων είναι και η διάταξή τους

στο χώρο, συνήθως διατάσσονται σε ζεύγη, αλυσίδες ή ομάδες ενώ υπάρχουν και διατάξεις που είναι χαρακτηριστικές για το κάθε είδος. Τα βακτηριακά κύτταρα περιβάλλονται από ένα κυτταρικό τοίχωμα, δομημένο από σύμπλεγμα υδατανθράκων και πρωτεϊνών. Η αναπαραγωγή τους γίνεται με απλή διαίρεση, ενώ για τη διατροφή τους χρησιμοποιούν οργανικές ενώσεις. Ορισμένα είδη βακτηρίων φέρουν μαστίγια τα οποία τα βοηθάνε στην κίνηση τους. (5)

2.1.2 Μύκητες

Οι μύκητες είναι ευκαρυωτικοί οργανισμοί, καθώς το DNA τους περιβάλλεται από την πυρηνική μεμβράνη. Αποτελούν ξεχωριστό βασίλειο και μπορεί να είναι είτε μονοκύτταροι είτε πολυκύτταροι. Αξίζει να αναφερθεί ότι, υπάρχει μια ομάδα μυκήτων, οι μυξομύκητες, η οποία έχει χαρακτηριστικά τόσο μυκήτων όσο και αμοιβάδων. (5)

2.1.3 Πρωτόζωα

Τα πρωτόζωα ή πρώτιστα είναι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί οι οποίοι διαθέτουν πυρηνόπλασμα και κυτταρόπλασμα. Διαθέτουν δυνατότητα κίνησης μέσω των ψευδοποδιών, των μαστίγιων ή των βλεφαρίδων τους. Η μορφολογία του σχήματός τους ποικίλλει και μπορεί να είναι αυτότροφα ή ετεροτρόφα (παράσιτα). Η αναπαραγωγή τους γίνεται με ασεξουαλικό τρόπο ή σεξουαλικό. (5)

2.1.4 Μετάζωα

Τα μετάζωα ή αλλιώς έλμινθες είναι πολυκύτταρα παράσιτα τα οποία διακρίνονται σε πλατυέλμινθες και νηματέλμινθες. Η ονομασία τους προκύπτει αμιγώς από τη μορφολογία τους. Σε ορισμένα στάδια του βιολογικού τους κύκλου παρουσιάζουν μικροσκοπικές μορφές. (5)

Οι παρασιτικοί πλατυέλμινθες είναι ραχιοκοιλιακά αποπλατυσμένοι και χωρίζονται σε δυο επιμέρους κατηγορίες, τους κεστώδεις και τρηματώδεις έλμινθες. Οι κεστώδεις ή ταινίες διαθέτουν στην κεφαλή τους μυζητήρες για να προσκολλούν στον εντερικό βλεννογόνο (παράσιτα του εντέρου). Συγκριτικά με τους νηματώδεις έλμινθες, δε διαθέτουν πεπτικό σύστημα. Το σώμα τους αποτελείται από κομμάτια που ονομάζονται προγλωττίδες και παράγονται συνεχώς από τον αυχένα του σκόληκα, όσο και η κεφαλή του παραμένει ζωντανή. (6), (7)



Εικόνα 5: Μικροσκοπική απεικόνιση ενήλικης ταινίας.

Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128187319001075>

Οι νηματώδεις έλμινθες είναι λεπτοί, μακριοί σκώληκες οι οποίοι λεπταίνουν σε κάθε άκρο. Επίσης, διαθέτουν ολοκληρωμένο πεπτικό σύστημα και μια προστατευτική εξωτερική επιδερμίδα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι νηματώδεις έλμινθες είναι παράσιτα σχεδόν όλων των σπονδυλωτών ζώων, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Οι αρσενικοί νηματώδεις έλμινθες είναι πιο μικροί σε μέγεθος από τους θηλυκούς και διαθέτουν άκανθες, που τους βοηθούν στην αναπαραγωγική διαδικασία. (6)

2.1.5 Ιοί

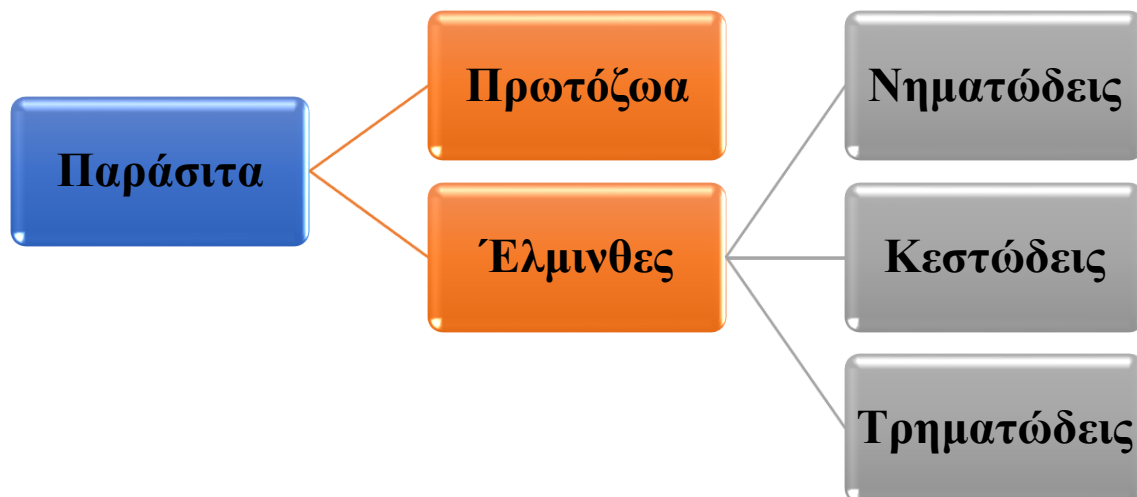
Οι ιοί είναι ακυτταρικές μορφές ζωής και είναι ορατοί μόνο με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου. Το γενετικό υλικό των ιών μπορεί να είναι είτε DNA (DNA- ιοί) RNA (RNA- ιοί) αλλά και στις δύο περιπτώσεις περιβάλλεται από το καψίδιο, το οποίο είναι ένα πρωτεϊνικό περίβλημα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το καψίδιο περικλείεται από το φάκελο, δηλαδή μια λιπιδική μεμβράνη η οποία αποτελεί ένα δεύτερο περίβλημα. Οι ιοί μπορούν να χαρακτηριστούν και ως ζωντανοί οργανισμοί, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής τους εντός των κυττάρων- ξενιστών τους, ζώντας «παρασιτικά» ενώ εκτός των κυττάρων- ξενιστών είναι ανενεργοί. (5)

3. Παράσιτα

3.1 Γενικά για τα παράσιτα

Τα παράσιτα είναι οργανισμοί που ζουν στην εξωτερική επιφάνεια ή στα εσωτερικά όργανα ενός άλλου οργανισμού, ο οποίος ονομάζεται ξενιστής. Μέσω του ξενιστή, τα παράσιτα δε λαμβάνουν μόνο την τροφή τους αλλά και όλα τα υπόλοιπα απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξή τους. Η μορφή της συμβίωσης μεταξύ του ξενιστή και των παρασίτων (παρασιτισμός), είναι αφενός ωφέλιμη για τα ίδια τα παράσιτα αφού ζώντας εις βάρος του ξενιστή αναπτύσσονται, αφετέρου όμως είναι επιβλαβής για τον ίδιο τον ξενιστή, καθώς προκαλούν βλάβες στους ανθρώπους και τα ζώα που παρασιτούν. (8)

Συνολικά υπάρχουν τρεις κλάσεις παρασίτων που μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες στον ξενιστή, τα πρωτόζωα, τα μετάζωα (έλμινθες) και τα εκτοπαράσιτα. (8) Από τις παραπάνω κατηγορίες μόνο τα πρωτόζωα και τα μετάζωα εντοπίζονται ελεύθερα στη φύση και συνεπώς μπορούν να μεταδοθούν υδατογενώς. Τα εκτοπαράσιτα, συσχετίζονται κυρίως με τη συνομοταξία των αρθροπόδων και συγκεκριμένα με την κλάση των εντόμων. (9) Στην παρακάτω εικόνα, απεικονίζεται μια αδρή κατάταξη των παρασίτων :



Εικόνα 6 : Αδρή κατάταξη παρασίτων.

3.2 Κατηγοριοποίηση παρασίτων

Τα παράσιτα αναλόγως με το σημείο του ξενιστή, διακρίνονται σε ενδοπαράσιτα και σε εκτοπαράσιτα. Τα ενδοπαράσιτα, ζουν εσωτερικά του ξενιστή και

προκαλούν λοιμώξεις, ενώ τα εκτοπαράσιτα ζουν στην εξωτερική επιφάνεια του ξενιστή και προκαλούν επιφανειακές λοιμώξεις ή και μολύνσεις. (6)

Επιπλέον, υπάρχει μια ακόμη κατηγοριοποίηση των παρασίτων, βάσει βαθμού εξάρτησής τους από τον ξενιστή. Η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση των παρασίτων περιλαμβάνει τα υποχρεωτικά παράσιτα, τα προαιρετικά και τα σποραδικά ή τυχαία παράσιτα. Τα υποχρεωτικά παράσιτα είναι εκείνα που δεν μπορούν να επιβιώσουν μόνα τους εκτός του ξενιστή και να ζήσουν ως ελεύθεροι οργανισμοί καθώς η ύπαρξή τους εξαρτάται άμεσα από την παρουσία ξενιστή. Στη συνέχεια, τα προαιρετικά παράσιτα είναι εκείνα που μπορούν να ζήσουν και ως ελεύθεροι οργανισμοί καθώς δεν έχουν απόλυτη εξάρτηση από τον ξενιστή τους. Τέλος, τα σποραδικά ή τυχαία παράσιτα είναι εκείνα που αναπτύσσονται σε έναν ξενιστή, ενώ κανονικά δεν αναπτύσσονται. (6)

3.2.1 Ξενιστές παρασίτων

Οι ξενιστές των παρασίτων χωρίζονται σε δυο κατηγορίες τους τελικούς και τους ενδιάμεσους ξενιστές. Οι τελικοί ξενιστές είναι εκείνοι που φιλοξενούν τη σεξουαλικά ώριμη μορφή του παρασίτου. Οι ενδιάμεσοι ξενιστές με τη σειρά τους είναι εκείνοι που φιλοξενούν το παράσιτο στη προνυμφική ή ενδιάμεση μορφή του. Επιπλέον, οι ενδιάμεσοι ξενιστές χωρίζονται σε δυο επιμέρους κατηγορίες, στην κατηγορία του βιολογικού φορέα, όπου είναι απαραίτητος για τον βιολογικό κύκλο του παρασίτου και στο μηχανικό φορέα, όπου ο ξενιστής δεν είναι απαραίτητος για την εξέλιξη του παρασίτου. (10)

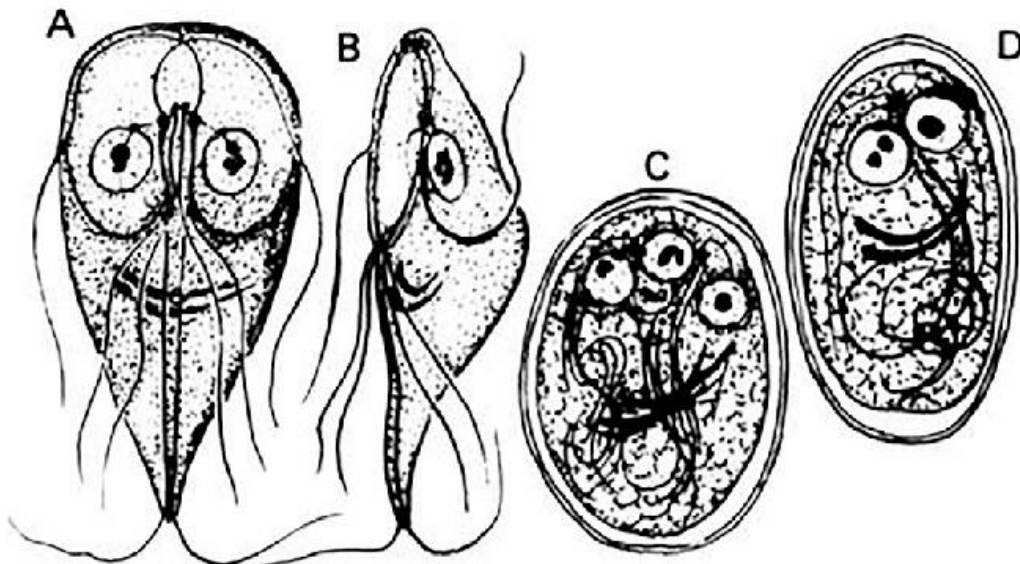
3.3 Βιολογικός κύκλος παρασίτων

Ως βιολογικός κύκλος ορίζεται το σύνολο των σταδίων ανάπτυξης ενός παρασίτου, από το στάδιο του ζυγωτού έως και την παραγωγή του ώριμου ενήλικου παρασίτου καθώς και την παραγωγή αναπαραγωγικών στοιχείων. Τα παράσιτα, δεν έχουν όλα τον ίδιο βιολογικό κύκλο, αντιθέτως είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Τέλος, είναι εφικτό ένα παράσιτο να διανύσει τη ζωή του σε περισσότερους από έναν ξενιστές και κατά συνέπεια ο κύκλος χαρακτηρίζεται ως μονόξενος ή ετερόξενος βιολογικός κύκλος. (6) (11)

3.3.1 Μονόξενος βιολογικός κύκλος

Με τον όρο μονόξενος βιολογικός κύκλος (ή άμεσος βιολογικός κύκλος) νοούνται όλα τα στάδια του βιολογικού κύκλου του παρασίτου, τα οποία λαμβάνουν

χώρα μέσα σε ένα μοναδικό ξενιστή. Τα άμεσα παράσιτα, συνήθως εμφανίζουν δυο μορφές, αναλόγως που εντοπίζονται. Συγκεκριμένα, τα παράσιτα εντός του ξενιστή έχουν την κανονική μορφή τους, για παράδειγμα τα πρωτόζωα έχουν τη μορφή του τροφοζώιτη ενώ οι έλμινθες έχουν τη μορφή ώριμων/ ανώριμων σκωλήκων. Όταν χρειαστεί τα παράσιτα να εγκαταλείψουν τον ξενιστή τους και βρεθούν στο εξωτερικό περιβάλλον, προκειμένου να επιβιώσουν μετατρέπονται στις ανθεκτικές τους μορφές, δηλαδή την κύστη/ ωοκύστη για τα πρωτόζωα και αντιστοίχως για τους έλμινθες το ωάριο. Οι ανθεκτικές μορφές των παρασίτων στο εξωτερικό περιβάλλον παραμένουν αδρανείς μέχρι να βρεθούν εντός ενός νέου οργανισμού- ξενιστή, χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το παράσιτο *Giardia lamblia*, το οποίο εντός του ξενιστή έχει τη μορφή του τροφοζώιτη (A, B) και εκτός ξενιστή, μετατρέπεται σε κύστη (C, D). (11)



Εικόνα 7 : *Giardia lamblia*. Στα σχήματα A και B απεικονίζεται ο τροφοζώιτης του παρασίτου, που εντοπίζεται εντός του ξενιστή. Στα σχήματα C και D απεικονίζεται η ανθεκτική μορφή του παρασίτου, η κύστη. Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Trophozoites-of-Giardia-duodenalis-A-and-B-Cysts-of-G-duodenalis-C-and-D-Source_fig1_324719677

3.3.2 Ετερόξενος βιολογικός κύκλος

Ο ετερόξενος βιολογικός κύκλος (ή έμμεσος βιολογικός κύκλος), συναντάται στα παράσιτα τα οποία χρειάζονται δύο ή περισσότερους ξενιστές προκειμένου να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Ο ξενιστής μπορεί να είναι είτε σπονδυλωτός είτε ασπόνδυλος. Τα εν λόγω παράσιτα, αναπτύσσονται σε έναν κύριο ή τελικό ξενιστή (άνθρωπος) αλλά και σε ένα ή περισσότερους ενδιάμεσους ξενιστές με μια ποικιλία μορφών, όπως συμβαίνει με τα κουνούπια, τα οποία περνούν ανώριμα παράσιτα μέσω

της προβοσκίδας τους κατευθείαν στην κυκλοφορία του αίματος του τελικού ξενιστή. (11)

Το τελικό στάδιο του ξενιστή χρειάζεται για την αναπαραγωγή του παρασίτου και την ωρίμανση προς το ενήλικο στάδιο. Από την άλλη, το στάδιο του ενδιάμεσου ξενιστή, χρειάζεται για την ανάπτυξη του παρασίτου, όπου μετά θα είναι σε θέση να μεταδοθεί σε έναν τελικό ξενιστή. (11)

3.3.3 Κύκλος ζωής Πρωτόζωων

Η αναπαραγωγή των πρωτόζωων γίνεται μονογονικά (ασεξουαλικά) με διχοτόμηση, εκβλάστηση ή σχιζογονία. Η διαδικασία της σχιζογονίας μοιάζει με εκείνη της πολλαπλής διαίρεσης, όπου ο πυρήνας υφίσταται πολλές διαδοχικές διαιρέσεις προτού διαιρεθεί το ίδιο το κύτταρο. Εν συνεχεία, δημιουργούνται πολλοί πυρήνες εντός του κυττάρου, όπου γύρω από τους οποίους συσσωρεύεται κυτταρόπλασμα και στο τέλος το κύτταρο διαιρείται σε πολλά θυγατρικά κύτταρα. (6)

Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί και αμφιγονική αναπαραγωγή στα πρωτόζωα (σεξουαλική αναπαραγωγή) μέσω της σύζευξης. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της αμφιγονικής αναπαραγωγής, τα κύτταρα ενώνονται και ανταλλάσσουν γενετικό υλικό μεταξύ τους. Στην πραγματικότητα, ο μικροπυρήνας του κυττάρου μεταναστεύει από το ένα κύτταρο στο άλλο και στη συνέχεια τα δυο αρχικά κύτταρα (μητρικά κύτταρα) αποχωρίζονται, έχοντας το καθένα γονιμοποιηθεί από το άλλο. Επομένως, έπειτα από διαδοχικές διαιρέσεις των γονιμοποιημένων κυττάρων, προκύπτουν θυγατρικά με ανασυνδυασμένο DNA. Αξίζει να αναφερθεί ότι, κάποια πρωτόζωα παράγουν απλοειδή κύτταρα, τα γαμεοκύτταρα, τα οποία στο στάδιο της αναπαραγωγής ενώνονται δημιουργώντας διπλοειδή ζυγωτά. (6) (12)

Έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένα πρωτόζωα, όταν βρίσκονται κάτω από αντίξοες συνθήκες, παράγουν ένα ανθεκτικό τοίχωμα, την κύστη. Τα πρωτόζωα υπό τη μορφή κύστης, μπορούν και επιβιώνουν εκτός ξενιστή, σε περιβάλλοντα με έλλειψη τροφής, υγρασίας, οξυγόνου ακόμη και όταν εκτίθενται σε ακατάλληλες για αυτά θερμοκρασίες ή τοξικές χημικές ουσίες. (11), (12)

3.3.4 Κύκλος ζωής Ελμίνθων

Οι παρασιτικοί έλμινθες παρουσιάζουν έναν πολύπλοκο βιολογικό κύκλο, ο οποίος ενδεχομένως να περιλαμβάνει μια σειρά από ενδιάμεσους ξενιστές. Συγκεκριμένα, κάθε ενδιάμεσος ξενιστής αντιστοιχεί σε μια εξελικτική φάση του παρασίτου, μέχρι να καταλήξει στον τελικό ξενιστή, όπου εκεί φιλοξενείται η ενήλικη μορφή του. (6), (13)

Το φύλο των ελμίνθων μπορεί να ποικίλει, ορισμένοι ενήλικες έλμινθες μπορεί να έχουν διακριτά φύλα (δίοικα) ή να είναι ερμαφρόδιτοι (μόνοι). Στην πρώτη περίπτωση ελμίνθων, η αναπαραγωγή γίνεται μόνο αν δυο ενήλικες έλμινθες του αντίθετου φύλου βρεθούν στον ίδιο ξενιστή, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η αναπαραγωγική διαδικασία διαφέρει. Για τους ερμαφρόδιτους έλμινθες, ισχύει ότι μπορούν είτε να αυτογονιμοποιηθούν είτε να συνευρεθούν με άλλον ερμαφρόδιτο έλμινθα. (6), (13)

3.4 Διατροφή

3.4.1 Διατροφή Πρωτόζωων

Βάσει του τρόπου διατροφής τους, τα πρωτόζωα χωρίζονται σε 4 ομάδες, τα αυτοτροφικά, τα ολοφυτικά, τα ολοζωικά και τα σαπροζωικά πρωτόζωα. Τα αυτοτροφικά πρωτόζωα είναι εκείνα που έχουν την ικανότητα να ζουν σε ένα ανόργανο περιβάλλον και να συνθέτουν πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λίπη από ανόργανα στοιχεία του περιβάλλοντός τους, προκειμένου να εξασφαλίσουν την τροφή τους. Τα ολοφυτικά είναι μια ομάδα που περιλαμβάνει πρωτόζωα, τα οποία με τη βοήθεια της χλωροφύλλης συνθέτουν υδατάνθρακες. Επιπρόσθετα, τα ολοζωικά πρωτόζωα προσλαμβάνουν την τροφή τους από το περιβάλλον μέσω ενός προσωρινού ή μόνιμου στόματος (κυτόστομα). Τέλος, ως σαπροζωικά πρωτόζωα, χαρακτηρίζονται εκείνα που προσλαμβάνουν την τροφή τους, μέσω της διαδικασίας της ώσμωσης ή με διαπίδυση διαμέσου του κυτταρικού τους τοιχώματος. (4), (6)

3.5 Παρασιτικές Λοιμώξεις

3.5.1 Γενικά για τις παρασιτικές λοιμώξεις

Οι παρασιτικές λοιμώξεις ή παρασιτώσεις είναι κατά κανόνα χρόνιες λοιμώξεις και προκαλούνται από πρωτόζωα, μετάζωα (έλμινθες) και αρθρόποδα. Λόγω του πολύπλοκου βιολογικού κύκλου των παρασίτων, η ανάπτυξη προστατευτικής ανοσίας είναι αρκετά πιο δύσκολη από εκείνη ενάντια σε βακτήρια ή ιούς. (14)

Συγκεκριμένα, τα διακυβεύματα που απορρέουν από τις παρασιτικές λοιμώξεις βασίζονται στο γεγονός ότι τα κλινικά χαρακτηριστικά είναι γενικά, δηλαδή μπορεί να περιλαμβάνουν μια ναυτία ή ακόμη διάρροια και αφυδάτωση, συμπτώματα τα οποία εμπíπτουν και σε άλλες λοιμώδεις και μη-λοιμώδεις αιτιολογίες. Ακόμα, λόγω του ότι τα συμπτώματα είναι γενικά, δεν υφίσταται πάντα υποψία για παρασιτική λοίμωξη και έτσι η σωστή διάγνωση συνήθως καθυστερεί. Επιπλέον, δεν έχουν βρεθεί ακόμη ευαίσθητες διαγνωστικές μέθοδοι για την ανίχνευση παρασιτικών λοιμώξεων, με αποτέλεσμα οι διαγνώσεις να πραγματοποιούνται με συμβατικές τεχνικές, όπως είναι η μικροσκόπηση, η καλλιέργεια, οι μοριακές δοκιμές και η ανίχνευση αντισωμάτων. (15)

Ένας ακόμη παράγοντας που συμβάλλει αρνητικά στις παρασιτικές λοιμώξεις είναι το γεγονός ότι ένα υποσύνολο ανθρώπων δεν παρουσιάζει κλινικά συμπτώματα, με αποτέλεσμα να μη χρειαστούν ιατρική βοήθεια. Όμως, τα παράσιτα που δεν έχουν άμεση κλινική εκδήλωση, μπορούν μακροπρόθεσμα να επιδράσουν στην υγεία του ανθρώπου, οι οποίοι με τη σειρά τους θα συνεχίσουν να μεταδίδουν και να μολύνουν άλλους ανθρώπους. Όπως με όλα τα λοιμώδη νοσήματα, έτσι και με τις παρασιτώσεις υπάρχει ο κίνδυνος νέων λοιμώξεων αλλά και επαναμολύνσεων- υποτροπή. Το φαινόμενο αυτό, δείχνει να έχει αυξημένη συχνότητα εμφάνισης σε χώρες χαμηλού εισοδήματος, όπου τα επίπεδα φροντίδας και υγιεινής είναι σε χαμηλά ποσοστά, ευνοώντας έτσι την υποτροπή των αναρρωμένων. (15)

3.5.2 Παθογένεια

Στις παρασιτικές λοιμώξεις, όπως και σε όλα τα λοιμώδη νοσήματα, ένα κομβικό σημείο είναι η θέση εγκατάστασης του λοιμογόνου παράγοντα. Η θέση στην οποία θα εγκατασταθεί, συνδέεται άμεσα με το βαθμό της λοίμωξης. Επίσης, έλλειψη ατομικής υγιεινής, το μη-ορθό πλύσιμο των τροφίμων ακόμη και η απουσία πόσιμου νερού, μπορούν συνδράμουν στη μετάδοση των παρασίτων. Συγκεκριμένα, οι βλάβες που προκαλούνται από παράσιτα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: στις μηχανικές ιστικές βλάβες, στις ιστικές βλάβες και στις φυσιολογικές επιδράσεις. Η μηχανική ιστική βλάβη, στην ουσία είναι η παρακώλυση της λειτουργίας μιας ανατομικής περιοχής, όπως για παράδειγμα ο παρασιτισμός στο επιθήλιο του εντέρου από *Ascaris lumbricoides*, με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της ροής της λέμφου μέσω του λεμφικού συστήματος. Από την άλλη, οι ιστικές βλάβες οφείλονται στην απέκκριση πρωτεολυτικών ενζύμων από τα παράσιτα, βλάπτοντας τους ιστούς του

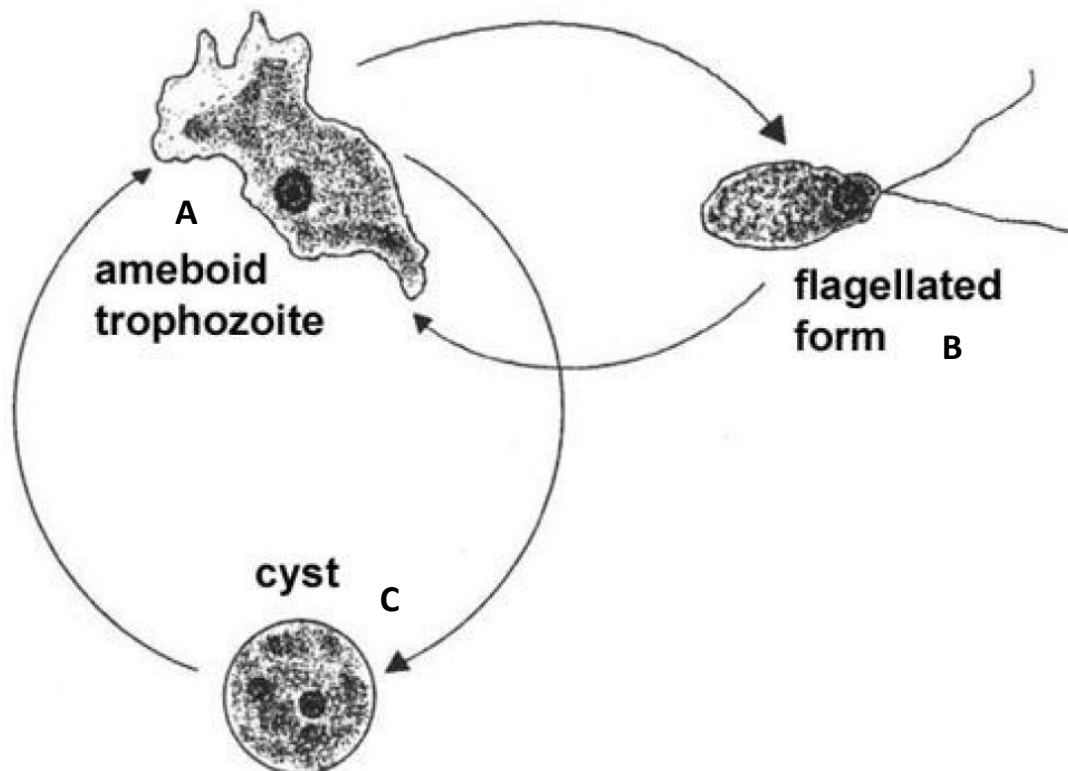
ξενιστή. Τέλος, παρατηρούνται και φυσιολογικές επιδράσεις που προκαλούνται από την ύπαρξη των παρασίτων, όπως συμβαίνει όταν ο βλεννογόνος του λεπτού εντέρου καλύπτεται από παράσιτα του είδους *Giardia spp.*, όπου προκύπτουν προβλήματα με την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών. (14)

4. Παράσιτα που μεταδίδονται υδατογενώς

4.1 Πρωτόζωα

4.1.1 *Naegleria fowleri*

Το είδος *Naegleria fowleri* είναι μια αμφιζωϊκή¹ αμοιβάδα του περιβάλλοντος η οποία εντοπίζεται συνήθως σε λίμνες, ποτάμια και θερμές πηγές αλλά και στο έδαφος. Η *N. fowleri* ενοχοποιείται για την πρόκληση Πρωτοπαθούς Αμοιβαδικής Μηνιγγοεγκεφαλίτιδας (ΠΑΜ) στον άνθρωπο. (16) Η μολυσματική μορφή της αμοιβάδας είναι ο τροφοζώιτης (A), ενώ σε απεσταγμένο νερό ή άλλο μη θρεπτικό κανονιστικό διάλυμα μεταμορφώνεται περιστασιακά σε μορφή μαστιγοφόρου (B), δίνοντας της τη δυνατότητα να μετακινείται σε μεγάλες αποστάσεις. Έχοντας τη μορφή του μαστιγοφόρου η *N. fowleri* δεν μπορεί να αναπαραχθεί ούτε να σχηματίσει κύστη. Σε δυσμενείς συνθήκες, οι τροφοζώιτες αποκτούν τη μορφή της κύστης (C), η οποία είναι μεταβολικά ανενεργή, καθώς ούτε τρέφονται αλλά ούτε αναπαράγονται. (17)



Εικόνα 8: Ο βιολογικός κύκλος της *Naegleria fowleri*. Η ένδειξη "A" αντιστοιχεί στη μορφή του τροφοζώιτη της αμοιβάδας, η ένδειξη "B" στη μαστιγοφόρο μορφή και η ένδειξη "C" στη μορφή της κύστης.

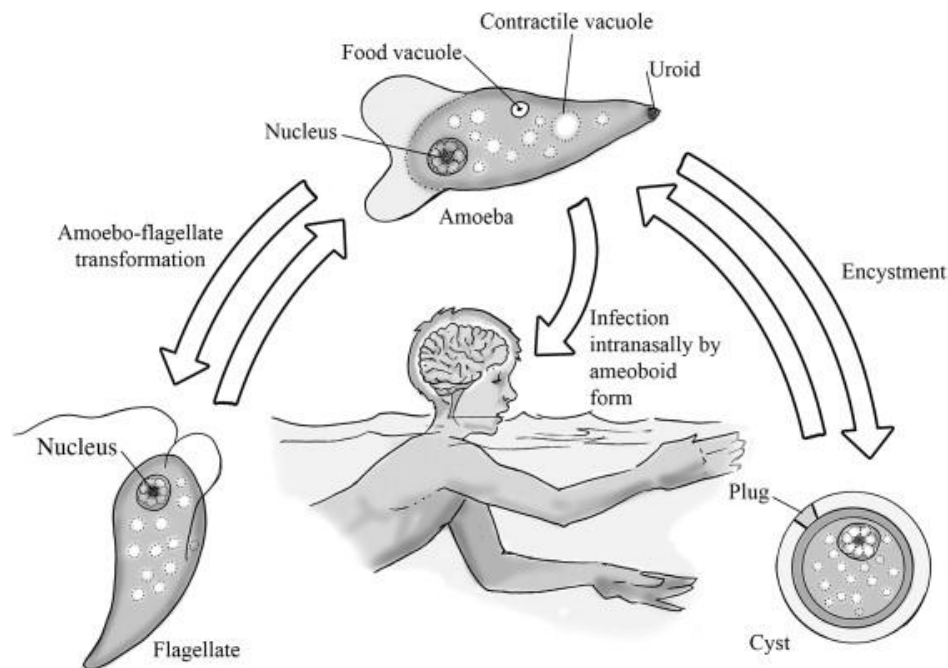
Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Life-Cycle-of-Naegleria-fowleri_fig1_265289396

¹ **Αμφιζωϊκή αμοιβάδα:** Αμοιβάδες που έχουν την ικανότητα να ζουν σε δυο κόσμους, δηλαδή ως ελεύθεροι οργανισμοί και ως ενδοπαράσιτα.

Όπως απεικονίζεται και στην παραπάνω εικόνα μόνο οι τροφοζώιτες μπορούν να αναπαραχθούν και/ή να πάρουν τη μορφή της κύστης.

4.1.1.1 Επιδημιολογία

Η *N. fowleri* είναι ένα παράσιτο με κοσμοπολίτικη κατανομή. Τα παράσιτα εισέρχονται στους ξενιστές μέσω της ρινικής οδού, περνώντας μέσα από το οσφρητικό νευροεπιθήλιο και καταλήγουν στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ). (17) Στην παρακάτω εικόνα αναπαρίσταται ο τρόπος εισόδου της *N. fowleri*.



Εικόνα 9: Η είσοδος της *Naegleria fowleri* στον άνθρωπο.

Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124159150000042>

Σύμφωνα με το CDC οι άνθρωποι μολύνονται με το παράσιτο, όταν εισέλθει στο σώμα τους νερό μέσω του αναπνευστικού συστήματος, όπως για παράδειγμα μολύνονται οι λουόμενοι σε μέρη με ζεστό γλυκό νερό, σε θερμοκρασίες ευνοϊκές για το παράσιτο (46°C). Αξίζει να σημειωθεί ότι, η μόλυνση δεν μπορεί να γίνει από την κατανάλωση μολυσμένου νερού. Ωστόσο, δεν είναι ακόμα αποδεδειγμένο ότι το παράσιτο μπορεί να εξαπλωθεί μέσω σταγονιδίων αερολυμάτων από υγραντήρες. (16)

Η *Naegleria fowleri* εντοπίζεται σε θερμά γλυκά νερά αλλά και σε μη επεξεργασμένα οικιακά αποθέματα νερού, ακόμη και σε κακοδιατηρημένα ύδατα αναψυχής. Σε χώρες χαμηλού οικονομικού εισοδήματος, όπου οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος ξεπερνάνε τους 45°C και οι θερμοκρασίες των υδάτων αγγίζουν τους 35°C, αλλά και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η παροχή ρεύματος δεν είναι συνεχής,

οι περισσότεροι άνθρωποι καταφεύγουν σε κανάλια γλυκών υδάτων, προκειμένου να ανακουφιστούν από τις υψηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο, η ύπαρξη της *N. fowleri* στα συγκεκριμένα νερά, η απουσία μέτρων ελέγχου, η κακές υποδομές ιατρικής περίθαλψης αλλά και η έλλειψη φαρμάκων για την αντιμετώπιση της ΠΑΜ, θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των ανθρώπων αυτών. (17)

Ένας ακόμη παράγοντας κινδύνου σχετίζεται με τη διαδικασία της πλύσης μεταξύ των θρησκευτικών ομάδων (ablution)². Οι μουσουλμανικοί λαοί, λόγω της θρησκείας τους, προσεύχονται αρκετές φορές μέσα στην ημέρα, όπου πριν από κάθε προσευχή, υποβάλλονται στην πρακτική της πλύσης, για κάθαρση. Η διαδικασία αυτή, περιλαμβάνει το πλύσιμο των χεριών, του στόματος, του προσώπου, της μύτης των αφτιών, των χεριών και των ποδιών. (18) Παρά το γεγονός ότι η διαδικασία πλύσης έχει σημαντικά οφέλη για την υγεία, θα πρέπει το νερό να είναι απαλλαγμένο από παθογόνα μικρόβια. Στις εν λόγω χώρες, όπου δεν υπάρχουν οι απαραίτητες προϋποθέσεις για ένα καθαρό, πόσιμο νερό, απαλλαγμένο από μικρόβια, μέσω της διαδικασίας της πλύσης, η παρασιτική αμοιβάδα *Naegleria fowleri* εισέρχεται μέσω της πλύσης στη ρινική κοιλότητα και οδηγείται έπειτα στον εγκέφαλο. Επιπλέον, η πρακτική της πλύσης πριν την προσευχή, περιλαμβάνεται και σε άλλα θρησκευτικά δρώμενα, όπως για παράδειγμα το Kumbh Mela, όπου εκατομμύρια Ινδουιστές συναντώνται στην ινδική πόλη Allahabad για ένα τελετουργικό μπάνιο στον ιερό ποταμό Γάγγη ή οι πρακτικές της Αγιουβέρδας, οι οποίες περιλαμβάνουν τη ρινική πλύση για την εισπνοή νερού. (17)

Είναι σημαντικό να γίνουν κατανοητοί ποιοι παράγοντες συμβάλλουν στην κατανομή της *N. fowleri* στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία και η αλατότητα των υδάτων, η διαθεσιμότητα κατάλληλων οργανισμών θηραμάτων καθώς και η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών. Μια περαιτέρω, λιγότερο εξερευνημένη θεώρηση είναι αυτή του ανταγωνισμού με άλλες αμοιβάδες, ειδικά με άλλα είδη *Naegleria spp.* (19)

Η παρασιτική αμοιβάδα *N. fowleri*, όπως έχει προαναφερθεί, συνδέεται με υψηλές θερμοκρασίες, όπως για παράδειγμα περιοχές όπου τα νερά/τα εδάφη είναι θερμά (γεωθερμικές πηγές) ή σε περιοχές όπου τα υδατικά συστήματα είναι ζεστά για μεγάλες περιόδους λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Το όριο ανάπτυξης της *N.*

² **Wudhu:** η διαδικασία πλύσης μεταξύ των θρησκευτικών ομάδων πριν την προσευχή.

fowleri κυμαίνεται από 30- 46°C, όμως σε θερμοκρασία 32°C, παρόλο που βρίσκεται εντός των ορίων θερμοκρασίας για την ανάπτυξη, φαίνεται ότι δεν αναπτύσσεται. Σε θερμοκρασίες > 46°C οι αμοιβάδες μπορούν και επιβιώνουν για μερικές ώρες, συγκεκριμένα έως 24 ώρες στους 49°C, ενώ στις 48 ώρες δεν επιβίωσε καμία. Επιπλέον, οι αμοιβάδες με μορφή τροφοζώιτη και κύστης μπορεί να επιβιώσει σε υψηλές θερμοκρασίες για ένα μικρό χρονικό διάστημα, με τις κύστες να είναι οι πιο ανθεκτικές. Τέλος, σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από τους 10°C οι τροφοζώιτες φαίνεται να χάνουν ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, ενώ οι κύστες μπορούν να επιβιώσουν για μισό χρόνο σε θερμοκρασία 4°C. (19)

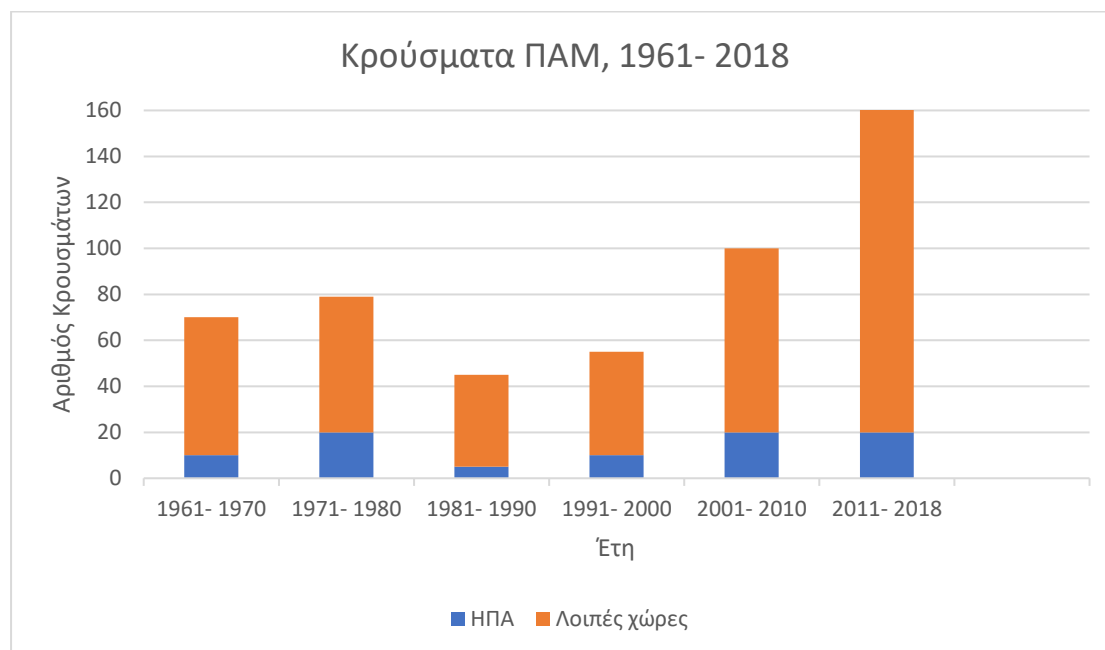
Προκειμένου η *N. fowleri* να επιβιώσει στον ανθρώπινο εγκέφαλο, θα πρέπει να είναι σε θέση να αντέξει τις συγκεντρώσεις των φυσιολογικών ιόντων. Πράγματι, η εν λόγω παρασιτική αμοιβάδα είναι ικανή να αντέξει τα επίπεδα αλατότητας του ανθρώπινου ιστού (0.9% NaCl). Γενικά, οι αμοιβάδες των γλυκών υδάτων έχουν την ικανότητα προσαρμογής σε μεγαλύτερα ποσοστά αλατότητας με την πάροδο του χρόνου. (19)

4.1.1.2 Πρωτοπαθής Αμοιβαδική Μηνιγγοεγκεφαλίτιδα (ΠΑΜ)

Η Πρωτοπαθής Αμοιβαδική Μηνιγγοεγκεφαλίτιδα (ΠΑΜ) χαρακτηρίζεται ως μια αιμορραγική- νεκρωτική μηνιγγοεγκεφαλίτιδα, με τα συμπτώματά της να κυμαίνονται από κεφαλαλγίες μέχρι και επιληπτικές κρίσεις, έχοντας ως αποτέλεσμα το θάνατο των ασθενών. Τα συμπτώματα της ΠΑΜ είναι αρκετά όμοια με εκείνα της βακτηριακής μηνιγγίτιδας, συνεπώς μια έγκαιρη διάγνωση είναι απαραίτητη όχι μόνο για τον αποκλεισμό άλλων τύπων μηνιγγίτιδας αλλά και λόγω της ταχύτατης ανάπτυξης της λοίμωξης. (17) (19)

Η αιτία πρόκλησης της ΠΑΜ είναι η έκθεση των ανθρώπων σε μολυσμένο νερό με παρασιτικές αμοιβάδες. Συγκεκριμένα, μετά την έκθεση των ανθρώπων, το παράσιτο εισέρχεται στο ρινικό βλεννογόνο και κατευθύνεται προς τον εγκέφαλο διαμέσου της νευροεπιθηλιακής οδού. Όταν το παράσιτο φτάσει στον εγκέφαλο του ασθενούς, εντοπίζεται στη βάση του εγκεφάλου, στον υποθάλαμο και στο μεσεγκέφαλο. (17) Μέχρι σήμερα, δεν έχει αποδειχθεί ότι η παρασιτική αμοιβάδα *N. fowleri* μπορεί να μεταδοθεί μεταξύ ανθρώπων, όπως άλλα λοιμώδη νοσήματα. Ωστόσο, σε επίπεδο εργαστηρίου έχει επιβεβαιωθεί η μετάδοσή της από ποντίκι σε ποντίκι. (19)

Αρκετοί ειδικοί της επιστημονικής κοινότητας, χαρακτηρίζουν την ΠΑΜ ως μια αναδύομενη μολυσματική ασθένεια, καθώς η συχνότητά της έχει αυξηθεί τα τελευταία 20 χρόνια και αναμένεται να αυξηθεί παραπάνω λόγω κλιματικής αλλαγής. (19) Τα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζουν την αύξηση της ΠΑΜ από το 1961 έως το 2018, επιβεβαιώνοντας τον παραπάνω ισχυρισμό.



Πίνακας 1: Κρούσματα Προτοπαθούς Αμοιβαδικής Μηνιγγοεγκεφαλίτιδας βάσει βιβλιογραφίας από το 1961 έως το 2018.

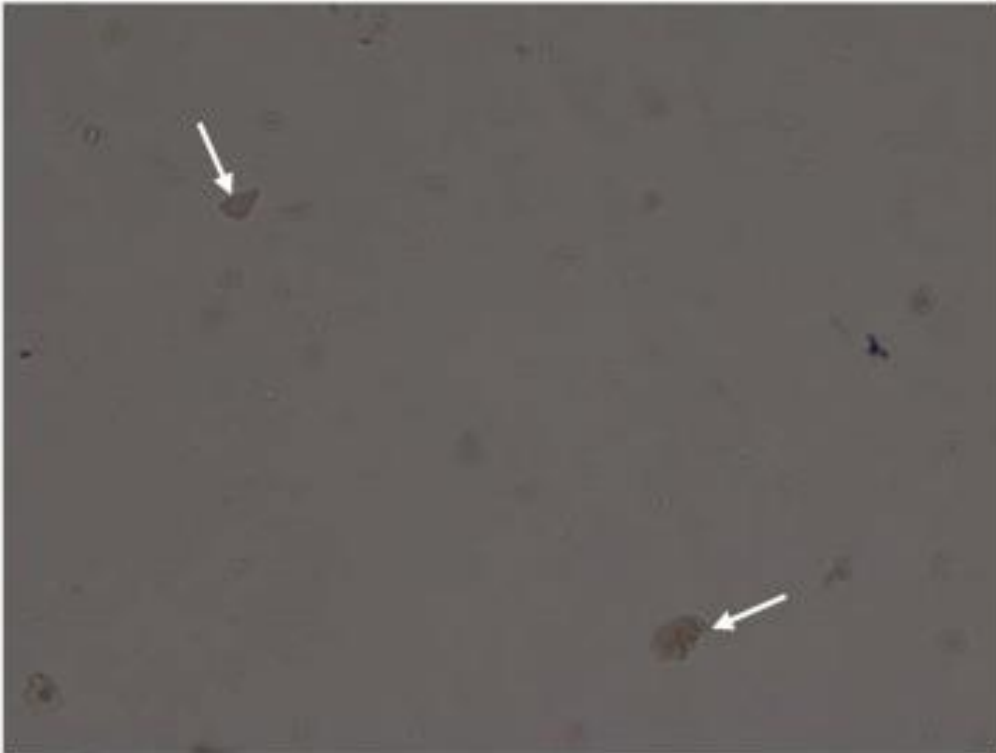
Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471492219302673>

4.1.2 *Acanthamoeba sp.*

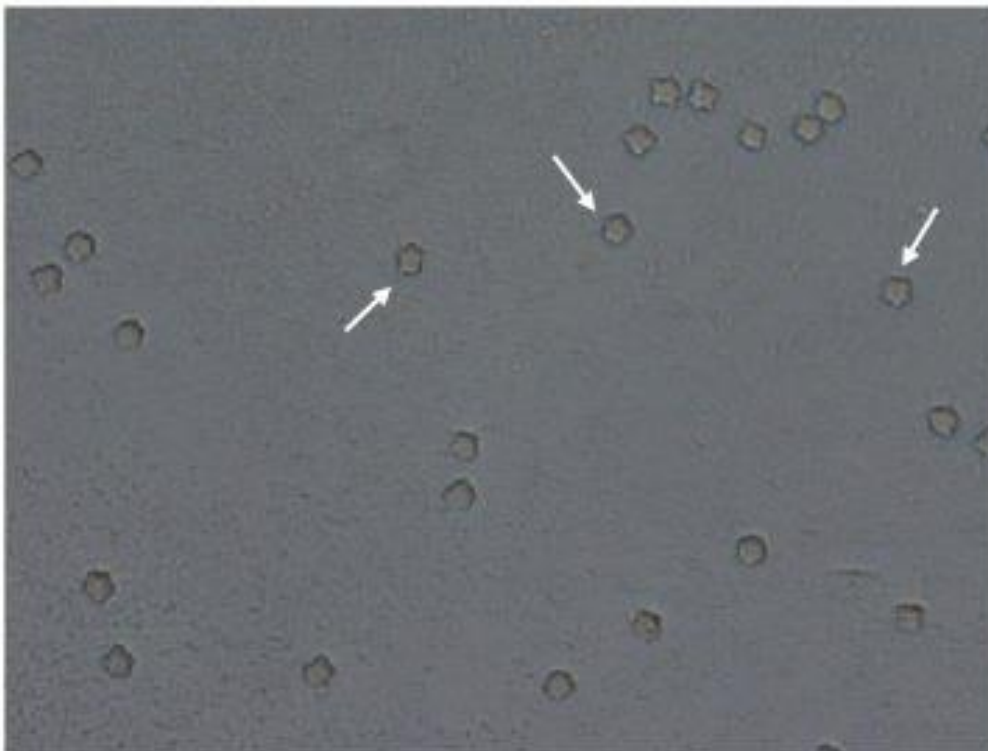
Οι αμοιβάδες του είδους *Acanthamoeba* είναι ευκαιριακοί μονοκύτταροι ζωντανοί οργανισμοί, που ζουν ελεύθερες στο περιβάλλον και συγκεκριμένα στα εδάφη, στα ύδατα αλλά και στα λύματα. Οι λοιμώξεις από την *Acanthamoeba sp.* είναι σπάνιες σε συχνότητα αλλά πολύ σοβαρές, σε αυτές περιλαμβάνεται η κοκκιωματώδης αμοιβαδική εγκεφαλίτιδα, η κερατίτιδα από *Acanthamoeba* αλλά και δερματικές βλάβες. (20)

Η *Acanthamoeba sp.* παρουσιάζει ένα διφασικό τρόπο ζωής, καθώς διαθέτει μια κινητή μορφή ενός μολυσματικού τροφοζωίτη (Εικόνα 10) αλλά και μια δεύτερη ανθεκτική μορφή, την κύστη (Εικόνα 11). Η αμοιβάδα μετατρέπεται σε κύστη όταν εκτεθεί σε δυσμενή περιβάλλοντα, όπως για παράδειγμα περιβάλλοντα με μεταβολές

της θερμοκρασίας, του pH ή ακόμη και σε περιβάλλοντα όπου υπάρχει στέρηση τροφών. (21)



Εικόνα 10: Τροφοζώιτες της αμοιβάδας *Acanthamoeba* spp .
Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452014422000814>

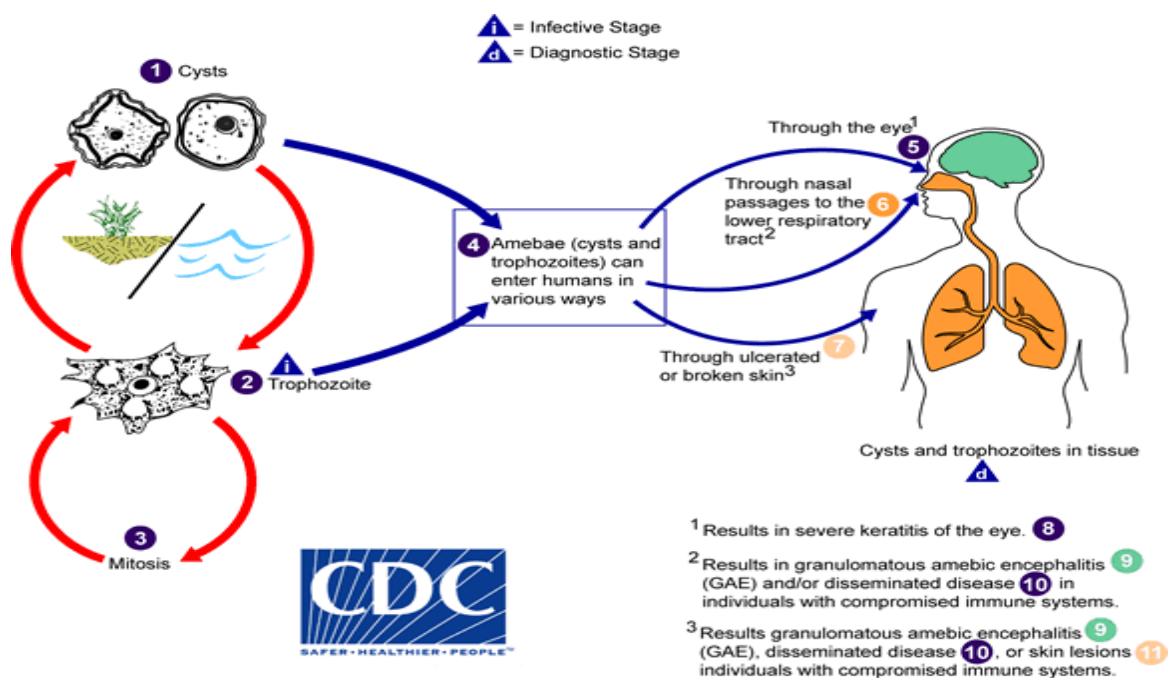


Εικόνα 11: Κύστες της αμοιβάδας *Acanthamoeba* spp.
Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452014422000814>

Βάσει αναλύσεων της νουκλεοτιδικής αλυσίδας του πυρηνικού αλλά και του μιτοχονδριακού rRNA, οι αμοιβάδες του είδους *Acanthamoeba* ταξινομούνται σε 20 τύπους, οι οποίοι ταξινομούνται βάσει γονοτύπων T1 έως T20. Από τους 20 γονοτύπους, έπειτα από μελέτες έχει φανεί ότι μόνο οι γονότυποι T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T10, T11, T12, T15 είναι παθογόνοι για τον άνθρωπο και τα ζώα. (21)

4.1.2.1 Επιδημιολογία

Συγκριτικά με την παρασιτική αμοιβάδα *N. fowleri*, η *Acanthamoeba* έχει μόνο δυο στάδια στο βιολογικό της κύκλο, τον τροφοζώιτη και την κύστη, καθώς απουσιάζει το μαστιγοφόρο στάδιο που παρουσιάζει η *N. fowleri*. Η αναπαραγωγή γίνεται με τη διαδικασία της μίτωσης στο στάδιο του τροφοζώιτη. Η είσοδος στον οργανισμό του ανθρώπου μπορεί να γίνει μέσω των οφθαλμών, των ρινικών διόδων ή μέσω του δέρματος που φέρει λύσεις στη συνέχειά του. Ανάλογα με τον τρόπο εισόδου της αμοιβάδας στον ανθρώπινο οργανισμό, μπορεί να προκαλέσει διάφορες βλάβες. Για παράδειγμα, αν η είσοδος γίνει μέσω των οφθαλμών, μπορεί να προκαλέσει σοβαρή κερατίτιδα ενώ αν γίνει μέσω του αναπνευστικού συστήματος ή μέσω του λυμένου δέρματος μπορεί να προσβάλει το ΚΝΣ προκαλώντας στον ξενιστή κοκκιωματώδη αμοιβαδική εγκεφαλίτιδα. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι, σε ανοσοκατεσταλμένα άτομα, οι αμοιβάδες του είδους *Acanthamoeba* μπορεί να προκαλέσουν διάχυτη νόσο, ακόμη και δερματικές βλάβες. (20)



Εικόνα 12: Ο κύκλος ζωής της *Acanthamoeba*
Πηγή: <https://www.cdc.gov/parasites/acanthamoeba/pathogen.html>

Στην παραπάνω εικόνα περιγράφεται ο κύκλος ζωής της αμοιβάδας. Συγκεκριμένα απεικονίζονται οι φάσεις του κύκλου εντός και εκτός του ξενιστή. Στο εξωτερικό περιβάλλον, όπως για παράδειγμα στο έδαφος ή στα ύδατα, έχοντας τη μορφή του τροφοζώιτη, αναπαράγεται μέσω της μίτωσης και μπορεί να εισέλθει στον ανθρώπινο οργανισμό με τους τρόπους που προαναφέρθηκαν. Σε περίπτωση όμως που στο εξωτερικό περιβάλλον που εντοπίζεται ελεύθερη, επικρατούν δυσμενείς συνθήκες, προκειμένου να επιβιώσει η αμοιβάδα, μεταμορφώνεται σε κύστη, η οποία και αυτή μπορεί να εισέλθει στον ξενιστή, με τους ίδιους τρόπους.

4.1.2.2 Κοκκιωματώδης Αμοιβαδική Εγκεφαλίτιδα (ΚΑΕ)

Η Κοκκιωματώδης Αμοιβαδική Εγκεφαλίτιδα (ΚΑΕ) είναι μια λοίμωξη του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η ΚΑΕ παρατηρείται συχνά σε εγκυμονούσες, σε άτομα με χαμηλό ανοσοποιητικό σύστημα, όπως άτομα μολυσμένα με τον ιό HIV, άτομα με διαβήτη, όπως επίσης άτομα που υποβάλλονται σε χειρουργεία για μεταμόσχευση οργάνων καθώς και καρκινοπαθείς στο στάδιο της θεραπείας τους. Επιπλέον, στους παράγοντες κινδύνου συγκαταλέγονται και οι αιματολογικές κακοήθειες αλλά και ο ανθυγιεινός τρόπος ζωής, όπως για παράδειγμα η υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ και ο υποσιτισμός. (22)

Η πρόκληση λοίμωξης στο ΚΝΣ οφείλεται στην είσοδο τροφοζωιτών στη ρηνική κοιλότητα, καθώς υπάρχουν κι άλλοι τρόποι εισόδου στον οργανισμό. Τα στάδια της ΚΑΕ αποτελούνται από την είσοδο του παρασίτου στον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και στη συνέχεια τη βλάβη του συνδετικού ιστού καθώς και των νευρώνων προκαλώντας εγκεφαλική δυσλειτουργία. Πρέπει να αναφερθεί ότι, τα συμπτώματα της ΚΑΕ, εμφανίζουν κοινά σημεία με την ιογενή ή τη φυματιώδη μηνιγγίτιδα αλλά και με τη βακτηριακή. Για παράδειγμα, η συμπτωματολογία περιλαμβάνει κεφαλαλγίες, ναυτία, ζάλη και όσο εξελίσσεται η λοίμωξη, το άτομο παρουσιάζει νευρολογικά κλινικά συμπτώματα όπως είναι οι επιληπτικές κρίσεις. Γενικά, η ΚΑΕ μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια προοδευτική νόσος με πολύ υψηλά ποσοστά θνησιμότητας που οδηγεί σε θάνατο λόγω αυξημένης ενδοκρανιακής πίεσης, σε διάστημα ένα με δύο μήνες από την έναρξη των συμπτωμάτων. (22)

4.1.2.3 Κερατίτιδα από *Acanthamoeba*.

Η κερατίτιδα από *Acanthamoeba* είναι μια ασυνήθιστη αλλά αρκετά σοβαρή νόσος των οφθαλμών, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μόνιμη βλάβη τους ή και την απώλεια

της όρασης. Η λοίμωξη προκαλείται όταν το εν λόγω παράσιτο μολύνει τον κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμού, προκαλώντας δυνατό οφθαλμικό πόνο στον ασθενή. Έπειτα από αρκετές μελέτες, ο πιο συνηθισμένος τρόπος μόλυνσης είναι μέσω των φακών επαφής, χωρίς να αποκλείονται όσοι δε φοράνε. (23) (24)

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη ενότητα, η *Acanthamoeba* είναι μια ελεύθερη αμοιβάδα η οποία ζει στο περιβάλλον και εντοπίζεται στον αέρα, στο έδαφος και το νερό. Λόγω της ιδιότητας τους να μπορούν να επιβιώνουν σε αντίξοες συνθήκες, παίρνοντας τη μορφή της κύστης, προβάλλουν αντίσταση τόσο στο χλώριο του νερού όσο και στο απολυμαντικό διάλυμα των φακών επαφής, καθιστώντας τους φορείς της νόσου. Η κερατίτιδα από *Acanthamoeba* έχει χαρακτηριστεί ως μια προκλητική νόσος καθώς αρκετές φορές υπάρχει λάθος διάγνωση λόγω του γεγονότος ότι αντιμετωπίζεται ως μια κερατίτιδα ερπητικής ή βακτηριακής αιτιολογίας λόγω των κοινών τους συμπτωμάτων. (24) (25)

4.1.3 *Entamoeba histolytica*

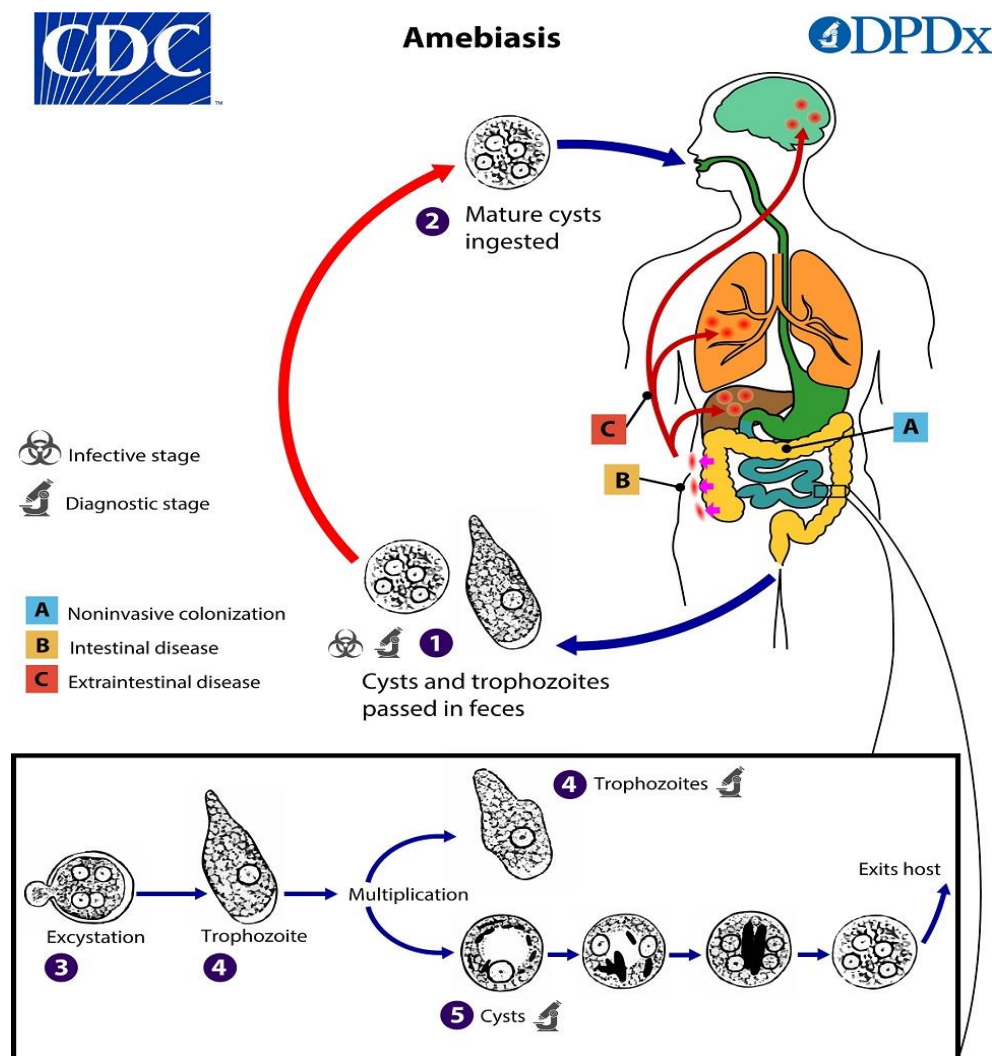
Η αμοιβάδα του εντέρου *Entamoeba histolytica* είναι υπεύθυνη για την πρόκληση αμοιβάδωσης στον άνθρωπο, αποτελώντας ένα σημαντικό πρόβλημα για τη δημόσια υγεία. Η σχέση μεταξύ ξενιστή και παρασίτου βασίζεται από παράγοντες του ξενιστή, όπως είναι η λεπτίνη και η χλωρίδα του εντέρου. Συγκεκριμένα, τα βακτήρια του εντέρου αποτελούν την τροφή της εντερικής αμοιβάδας καθώς επίσης διαμορφώνουν και ένα περιβάλλον με αναερόβιες συνθήκες και κατάλληλο pH, ευνοώντας έτσι τον πολλαπλασιασμό των τροφοζωιτών της αμοιβάδας. (26)

4.1.3.1 Κύκλος ζωής

Ο άνθρωπος μολύνεται με την κατάποση των κύστεων η οποίες μπορεί να έχουν μολύνει τα χέρια του ατόμου, την τροφή ή το νερό του. Η εντερική αμοιβάδα εντοπίζεται στο νερό με τη μορφή της κύστης η οποία έχει εισχωρήσει στο υδάτινο περιβάλλον μέσω των κοπράνων του ατόμου³. Στη συνέχεια, λαμβάνει χώρα το στάδιο της εκκύστωσης στο λεπτό έντερο, όπου η εντερική αμοιβάδα περνά από τη μορφή της κύστης στη μορφή του τροφοζωίτη, ο οποίος στη συνέχεια εγκαθίσταται στο παχύ έντερο. (27)

³ Η κυστική μορφή της εντερικής αμοιβάδας εντοπίζεται συνήθως στα σχηματισμένα κόπρανα, ενώ η μορφή το τροφοζωίτη απαντάται στα διαρροϊκά κόπρανα.

Στο παχύ έντερο, οι τροφοζώιτες μπορεί να παραμείνουν εντός του εντερικού σωλήνα (σήμανση A, εικόνα 13) και το μολυσμένο άτομο να είναι ασυμπτωματικός, μεταδίδοντας όμως μολυσματικές κύστες. Μια άλλη περίπτωση είναι, οι τροφοζώιτες να εισέλθουν στον εντερικό βλεννογόνο (σήμανση B, εικόνα 13) μεταναστεύοντας στο συκώτι ή τους πνεύμονες (σήμανση C, εικόνα 13). Εντός του ξενιστή, οι τροφοζώιτες αναπαράγονται και έτσι μέσω των κοπράνων η *Entamoeba histolytica* περνά στο εξωτερικό περιβάλλον είτε με τη μορφή κύστης είτε με τη μορφή του τροφοζώιτη. Οι κύστες μπορούν να επιβιώσουν έως και 30 ημέρες σε υδάτινο περιβάλλον, ενώ οι τροφοζώιτες καταστρέφονται με γρήγορο ρυθμό. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ο βιολογικός κύκλος της εντερικής αμοιβάδας, καθώς επισημαίνονται τα μολυσματικά και διαγνωστικά στάδια. (27)



Εικόνα 13: Ο κύκλος ζωής της εντερικής αμοιβάδας *Entamoeba histolytica*.
 Πηγή: <https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/>

4.1.3.2 Επιδημιολογία

Η εντερική αμοιβάδα έχει κοσμοπολίτικη κατανομή και πολλές φορές εντοπίζεται σε γλυκά νερά, τα οποία έχουν μολυνθεί με ανθρώπινα κόπρανα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κρουσμάτων εμφανίζεται στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω χαμηλών επιπέδων υγιεινής αλλά και λόγω κακών κοινωνικοοικονομικών συνθηκών. Στις ανεπτυγμένες χώρες, τα άτομα υψηλού κινδύνου είναι τα άτομα τα οποία φιλοξενούν μετανάστες από ενδημικές περιοχές, τα ανοσοκατεσταλμένα άτομα καθώς φαίνεται να έχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης της λοίμωξης και οι ομοφυλόφιλοι. (27) (28)

Τα ποσοστά μόλυνσης μεταξύ ανδρών και γυναικών είναι ίδια, όμως στην περίπτωση του ηπατικού αποστήματος η συχνότητα είναι 10:1, δηλαδή είναι 10 φορές πιο συχνό στον ανδρικό πληθυσμό από ότι στο γυναικείο. Ένας ακόμη παράγοντας, φαίνεται να είναι η ηλικία, καθώς τα περισσότερα κρούσματα εμπεριέχονται στο εύρος των 18- 50 ετών. (28)

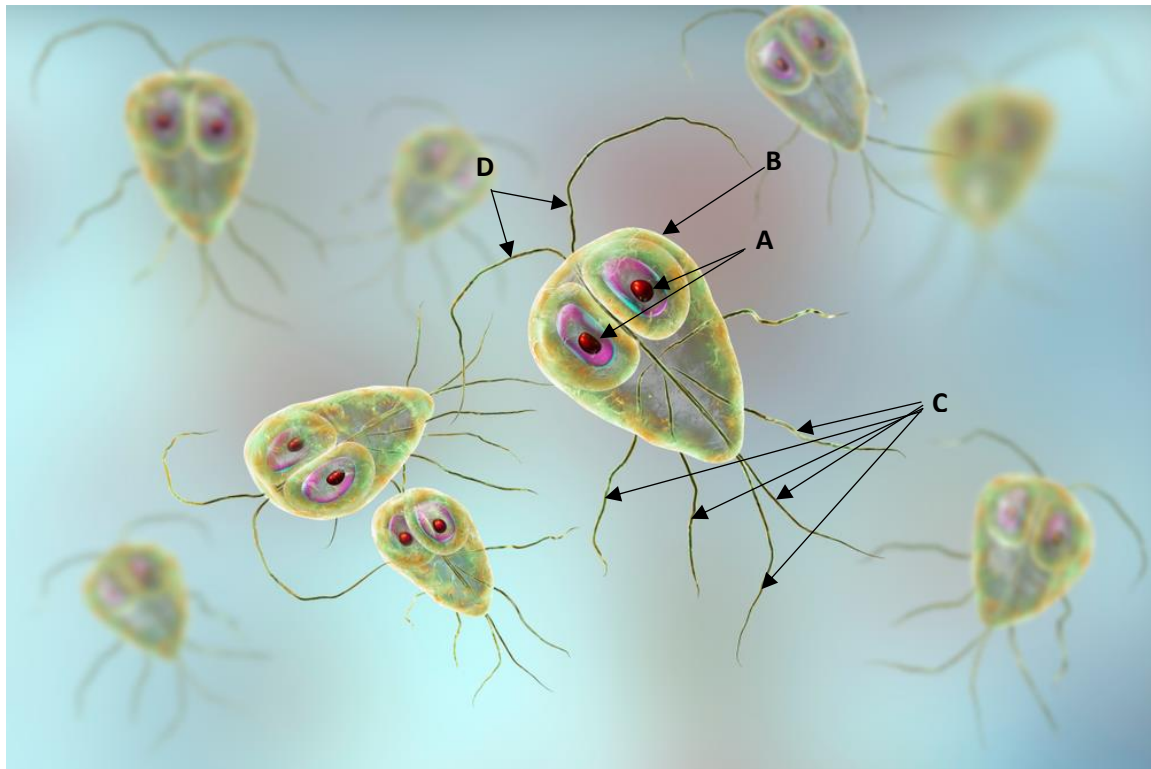
4.1.3.3 Αμοιβάδωση

Αναλόγως το σημείο που εγκαθίσταται το παράσιτο, προκαλεί και την ανάλογη λοίμωξη. Συγκεκριμένα, αν η εντερική αμοιβάδα παραμείνει εντός του εντερικού σωλήνα, τότε πρόκειται για αμοιβαδική δυσεντερία. Στην αμοιβαδική δυσεντερία, τα συμπτώματα περιέχουν σοβαρές δυσεντερίες και τις ανάλογες επιπλοκές. Αξίζει να σημειωθεί ότι, σε περίπτωση υποκείμενου χρόνιου νοσήματος, ενδεχομένως να υπάρξουν σοβαρότερες επιπλοκές, όπως περιτονίτιδα ή σχηματισμό αμοιβαδικών κοκκιωμάτων. (27) (28)

Μια άλλη εκδήλωση της νόσου, είναι εκείνη μέσω του αποστήματος. Το είδος του αποστήματος εξαρτάται από το που θα μεταφερθεί η εντερική αμοιβάδα εντός του οργανισμού, για παράδειγμα, αν μεταφερθεί μέσω των βλεννογόνων στους πνεύμονες θα προκαλέσει πνευμονικό απόστημα. Έχουν αναφερθεί και περιστατικά εγκεφαλικού αποστήματος και νεκρωτικών βλαβών στα γεννητικά όργανα. Έως σήμερα, η πιο συνηθισμένη εξωεντερική εκδήλωση αποστήματος είναι το ηπατικό. Η κλινική εικόνα του ηπατικού αποστήματος εκφράζεται από πυρετό και πόνο στο άνω δεξιό τεταρτημόριο, ενώ λιγότερο από το 10% των ασθενών παρουσιάζουν σημάδια ίκτερου. (27) (28) (29)

4.1.4 *Giardia lamblia*

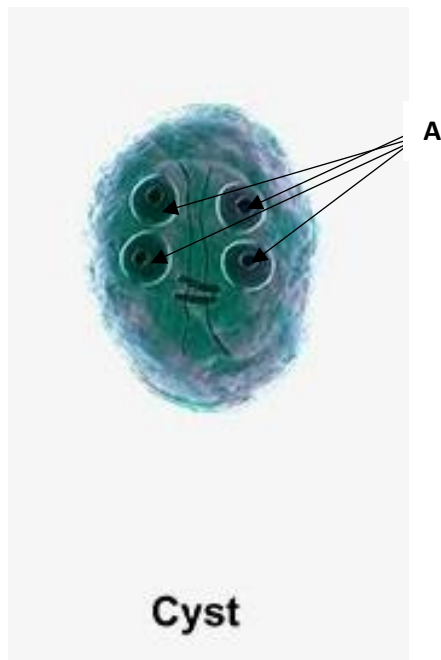
Η *Giardia lamblia* είναι ένα μαστιγοφόρο πρωτόζωο, το οποίο πολλαπλασιάζεται με απλή διαίρεση και είναι υπεύθυνη για την πιο συχνή εντερική παρασίτωση ανεπτυγμένες χώρες, τη λαμβλίαση. Ως παράσιτο εμφανίζει δυο μορφές, τη μορφή του τροφοζώιτη και τη μορφή της μολυσματικής κύστης. Ο τροφοζώιτης του παρασίτου παρουσιάζει αμφίπλευρη συμμετρία, διαθέτει δυο πυρήνες (σήμανση Α, εικόνα 14) και ένα μυζητικό δίσκο με τον οποίο εφάπτεται στο βλεννογόνο του εντέρου, όπου και πολλαπλασιάζεται στο δωδεκαδάκτυλο (σήμανση Β, εικόνα 14). Επιπλέον, διακρίνονται τρία ζεύγη μαστίγιων στο πίσω μέρος (σήμανση C, εικόνα 14) και ένα ζεύγος μαστίγιων στο πρόσθιο μέρος (σήμανση D, εικόνα 14), τα οποία το βοηθάνε στην κίνηση. (30) (31) (32)



Εικόνα 14: Απεικόνιση του μαστιγοφόρου παρασίτου *Giardia lamblia*.

Πηγή : <https://thenativeantigencompany.com/products/giardia-lamblia-cysts/>

Η ανθεκτική μορφή του *Giardia lamblia*, η κύστη, είναι η μολυσματική μορφή του παρασίτου και διασπείρεται μέσω των κοπράνων. Από ανατομική πλευρά, διαθέτει διπλό παχύ τοίχωμα, το οποίο περιβάλλει τους 4 πυρήνες του. (σήμανση Α, εικόνα 15) Η ανθεκτικότητα της κύστης μπορεί και να διαρκέσει έως και αρκετούς μήνες στο περιβάλλον, αναλόγως τις συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας του νερού που επικρατούν. (31) (32)



Εικόνα 15: Η ανθεκτική κύστη του παρασίτου *Giardia lamblia*.
Πηγή: https://www.medicinenet.com/giardia_lamblia/article.htm

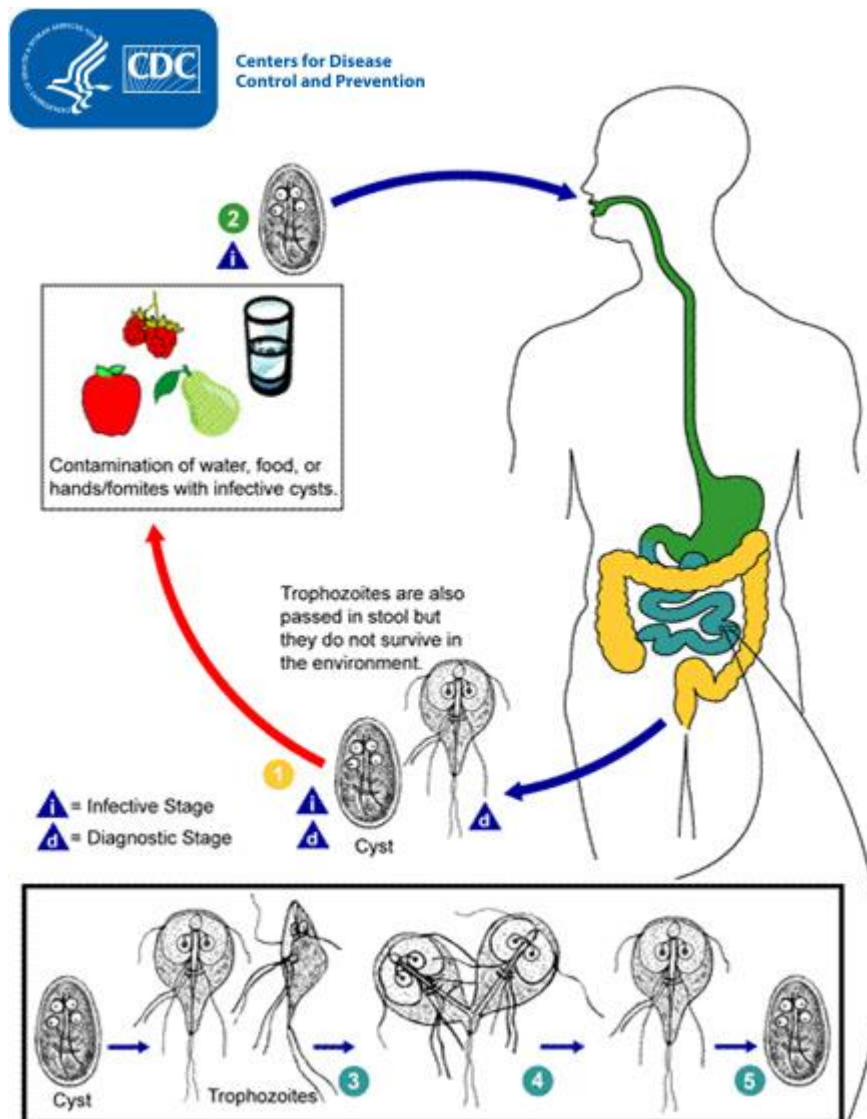
4.1.4.1 Κύκλος ζωής

Λόγω της ανθεκτικότητας τους, οι κύστες του παρασίτου *Giardia lamblia* μπορούν να εντοπιστούν τόσο στα ύδατα, όσο και στην τροφή του ανθρώπου αλλά και στις επιφάνειες. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο χωρίο, οι κύστες είναι οι μολυσματικές μορφές του παρασίτου προκαλώντας λοίμωξη, όταν καταποθούν από τον άνθρωπο αλλά και τα ζώα, καθώς ο άνθρωπος δεν αποτελεί το μοναδικό ξενιστή. (σήμανση 1, εικόνα 15) (33)

Όταν γίνει η κατάποση των κύστεων, η διαδρομή όπου ακολουθείται είναι η στοματική κοιλότητα και έπειτα μέσω του οισοφάγου φτάνει στο στομάχι και στη συνέχεια περνά στο λεπτό έντερο και συγκεκριμένα στο δωδεκαδάκτυλο. Στο δωδεκαδάκτυλο, οι εσωτερικές δομές της κύστης διπλασιάζονται και εν συνεχεία λαμβάνει χώρα η διαδικασία της εκκύστωσης⁴ όπου παράγεται ένα πρώιμο κύτταρο το οποίο υφίσταται δυο διαδοχικές διαιρέσεις. Έτσι, από κάθε κύστη προκύπτουν δυο τροφοζώιτες. Οι τροφοζώιτες με τη σειρά τους λαμβάνουν την τροφή τους από τα θρεπτικά συστατικά του ξενιστή τους, μέσω της ώσμωσης. (σήμανση 2, εικόνα 15) (33)

⁴ **Εκκύστωση:** Η διαδικασία μετατροπής των κύστεων σε τροφοζώιτες στο δωδεκαδάκτυλο με διαίρεση του κυτταροπλάσματός τους. Αρχικά περιβάλλον είναι όξινο ($\text{pH} < 7$) και στη συνέχεια μετατρέπεται σε ελαφρά αλκαλικό ($\text{pH} > 7$)

Αφού πραγματοποιηθεί η εκκύστωση και απελευθερωθούν οι τροφοζώιτες, τότε λαμβάνει χώρα ο πολλαπλασιασμός τους. Συγκεκριμένα, οι τροφοζώιτες πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση ή απλή διαίρεση (σήμανση 3 και 4, εικόνα 15) και παραμένουν στο λεπτό έντερο είτε ελεύθερα είτε προσκολλημένα στην εσωτερική του πλευρά. Η διαδικασία του κύκλου ζωής του παρασίτου συνεχίζεται με τη διαδικασία της εγκύστωσης⁵. Σε πρώτο στάδιο, οι τροφοζώιτες μέσω των μαστίγιων τους κινούνται προς το κόλον, όπου και λαμβάνει χώρα η παραπάνω διαδικασία. (σήμανση 5, εικόνα 15) (34) (33)



Εικόνα 16: Ο κύκλος ζωής του παρασίτου *Giardia lamblia*.
 Πηγή: <https://www.cdc.gov/parasites/giardia/pathogen.html>

⁵ **Εγκύστωση:** Η συνέχεια του βιολογικού κύκλου του παρασίτου, όπου ο τροφοζώιτης μετατρέπεται ξανά σε κύστη, σε ένα περιβάλλον ελαφρώς αλκαλικό (pH = 7.8)

4.1.4.2 Επιδημιολογία

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου, ο άνθρωπος δεν είναι ο μοναδικός ξενιστής του παρασίτου, αυτό σημαίνει ότι και τα κατοικίδια ζώα μπορούν να υπάρξουν ξενιστές. Ο τρόπος με τον οποίο μολύνονται τα ζώα είναι ο ίδιος με τον τρόπο μόλυνσης του ανθρώπου, δηλαδή με την κατάποση μολυσματικών κύστεων. Οι κύστεις εντοπίζονται στο εξωτερικό περιβάλλον όπου και μπορούν να επιβιώσουν για αρκετό χρονικό διάστημα. Η βιωσιμότητά τους εξαρτάται άμεσα από τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον, για παράδειγμα σε ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και σε κρύο νερό, οι κύστεις μπορούν να επιβιώσουν για μήνες. (34) (35)

Ο τρόπος μετάδοσης του παρασίτου ποικίλλει, δηλαδή στη σύγχρονη βιβλιογραφία αναφέρονται διάφοροι παράγοντες που συνδέονται με τη μετάδοση της λοίμωξης. Για παράδειγμα, ο πιο κοινός τρόπος μετάδοσης είναι μέσω υδατογενούς επιδημίας οφειλόμενη στο εν λόγω παράσιτο. Επίσης, μετάδοση μπορεί να γίνει και μεταξύ ατόμων, αυτό συνεπάγεται με τη μετάδοση από ταξιδιώτες οι οποίοι έχουν προέρθει από χώρες με χαμηλά επίπεδα υγιεινής ή ακόμη και από τα μικρά παιδιά τα οποία κάθονται και παίζουν στο έδαφος, καθώς οι μολυσματικές κύστεις εντοπίζονται και στο έδαφος. Στη μετάδοση από άτομο σε άτομο, συμπεριλαμβάνονται και οι χειριστές τροφίμων, οι οποίοι είτε δεν έχουν επεξεργαστεί σωστά (πλύσιμο) το τρόφιμο, με αποτέλεσμα να υπάρχουν κύστεις πάνω του, είτε δεν τηρούν τους κανόνες ατομικής υγιεινής (πλύσιμο χεριών). Βάσει βιβλιογραφίας, μπορεί να υπάρξει μετάδοση του παρασίτου μέσω σεξουαλικής επαφής χωρίς προφύλαξη, όταν ένας από τους δυο νοσεί από Λαμβλίωση. Τέλος, η μετάδοση μπορεί να γίνει από ζώα που έχουν μολυνθεί με το εν λόγω παράσιτο. (34) (36)

Όπως σε κάθε νόσο, έτσι και στην περίπτωση αυτή υπάρχουν άτομα τα οποία κινδυνεύουν περισσότερο από τα υπόλοιπα (population at risk). Στην ομάδα των ατόμων σε κίνδυνο είναι οποιοσδήποτε νοσεί και κατά συνέπεια τα άτομα που εργάζονται σε κατασκηνώσεις, κινδυνεύοντας να νοσήσουν από κακές συνθήκες υγιεινής. Μια ακόμη ομάδα σε κίνδυνο είναι τα άτομα που έρχονται σε επαφή με νοσούντες από Λαμβλίωση και στην περίπτωση αυτή περιέχονται και όσοι έρχονται σε σεξουαλική επαφή χωρίς προφύλαξη με άτομο που νοσεί και είναι ασυμπτωματικό. Στην περίπτωση αυτή, μεγαλύτερο κίνδυνο μετάδοσης μέσω σεξουαλικής δραστηριότητας χωρίς προφύλαξη, φαίνεται να διατρέχουν τα ομοφυλόφιλα ζευγάρια,

καθώς είναι πιο πιθανό να έρθουν σε άμεση επαφή με πιθανώς μολυσμένα κόπρανα. (36) (37)

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, η πιο εύκολη μετάδοση είναι μέσω του νερού. Εκτός από τις υδατογενείς επιδημίες, μετάδοση της *Giardia lamblia* μπορεί να γίνει από την κατανάλωση μη πόσιμου νερού από λίμνες ή ποτάμια ή κατά το κολύμπι σε μολυσμένα ύδατα ποταμιών, λιμνών ή νερών αναψυχής. (34)

4.1.4.3 Λαμβλίαση

Η λαμβλίαση ή γιαρδίαση είναι μια νόσος που προκαλείται από το παράσιτο *Giardia lamblia* με κύρια συμπτώματα εκείνα της διάρροιας, της δυσσαπορρόφησης, της ναυτίας, του κοιλιακού άλγους και της αφυδάτωσης. Άτομα που έχουν μολυνθεί από το συγκεκριμένο παράσιτο, έχουν παρουσιάσει και απώλεια βάρους καθώς και ένα μέρος των νοσούντων δεν έχουν εμφανίσει συμπτώματα. (38)

Η νόσος προκαλείται με την κατάποση μολυσματικών κύστεων του παρασίτου, οι οποίες εντοπίζονται ελεύθερες στο περιβάλλον. Όταν οι κύστεις εισέλθουν στον ξενιστή, υφίστανται εκκύστωση στο έντερο και απελευθερώνουν τους τροφοζώιτες. Οι τροφοζώιτες με τη σειρά τους Οι τροφοζώιτες προσηλώνονται στην επιφάνεια του εντερικού επιθηλίου με το μυζητικό δίσκο τους δίσκο και προκαλούν τοπική βλάβη και κατά συνέπεια ατροφία των εντερικών λαχνών. Η λοιμογόνος δόση για τον άνθρωπο φαίνεται να είναι 10- 100 κύστεις. (39) (40)

Τα συμπτώματα της νόσου διαρκούν συνήθως 1- 3 εβδομάδες, ενώ ο χρόνος επώασης εκτιμάται στις 3- 25 ημέρες. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου, τα συμπτώματα μπορεί να φαίνεται ότι έχουν υποχωρήσει αλλά μετά από κάποιες μέρες, ο ασθενής μπορεί να εμφανίσει υποτροπή. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί σε μικρό ποσοστό ατόμων που νοσούν από λαμβλίαση ή γιαρδίαση, επιπλοκές όπως αντιδραστική αρθρίτιδα, σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου και επαναλαμβανόμενη διάρροια που μπορεί να διαρκέσουν χρόνια. Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι επιπλοκές στα παιδιά, όπου ενδεχομένως να υπάρξει σωματική και πνευματική καθυστέρηση. (41)

4.1.5 *Cryptosporidium sp.*

Το *Cryptosporidium sp.* είναι σποροζώο και ανήκει στα κοκκίδια. Ομοίως με το παράσιτο *Giardia lamblia* παρουσιάζει δυο μορφές, τον τροφοζώιτη και την ανθεκτική κύστη με τη διαφορά ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση ονομάζονται σποροζώιτης και ωοκύστη. Άλλη μια ομοιότητα με τη *Giardia lamblia* είναι ότι ο σποροζώιτης δεν είναι μολυσματικός ενώ η ωοκύστη είναι εκείνη που προκαλεί τη λοίμωξη. Η ανάπτυξή του λαμβάνει χώρα στο λεπτό έντερο του ξενιστή. Ο άνθρωπος δεν είναι ο μοναδικός ξενιστής, καθώς υπάρχουν διαφορετικά ήδη κρυπτοσποριδίου τα οποία μολύνουν πέρα από τον άνθρωπο και τα ζώα. Συγκεκριμένα, στα ζώα το κρυπτοσπορίδιο παρουσιάζει ένα είδος εξειδίκευσης, καθώς άλλο είδος προσβάλλει τα τρωκτικά, άλλο τα πτηνά, άλλο τα οικόσιτα κ.ο.κ. (42)

4.1.5.1 Κύκλος ζωής

Οι ώριμες ωοκύστες που ζουν στο εξωτερικό περιβάλλον περιβάλλονται από ένα παχύ τοίχωμα και περιέχουν 4 σποροζωΐδια η κάθε μια. Η μετάδοσή τους γίνεται κυρίως μέσω του μολυσμένου νερού αλλά και από τρόφιμα που δεν έχουν πλυθεί επαρκώς και μπορούν να θεωρηθούν φορείς του παρασίτου⁶. (σήμανση 2, εικόνα 17) Αφού γίνει η κατάποση της ωοκύστης από τον ξενιστή (σήμανση 3, εικόνα 17) λαμβάνουν χώρα οι διαδικασίες της εκκύστωσης. (σήμανση a, εικόνα 18) (43)

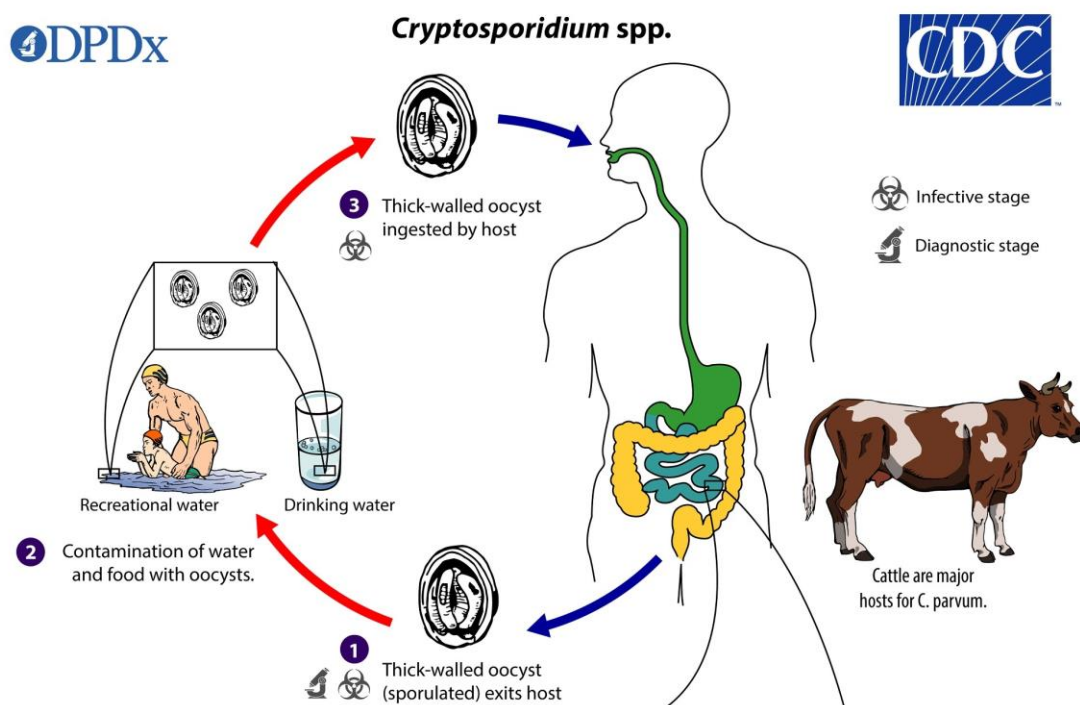
Κατά τη διαδικασία της εκκύστωσης τα σποροζωΐδια εγκαταλείπουν τις ωοκύστες τους και παρασιτούν στα επιθηλιακά κύτταρα του γαστρεντερικού σωλήνα. (σημάνσεις b, c, εικόνα 18) Πάνω στην επιφάνεια των επιθηλιακών κυττάρων του γαστρεντερικού σωλήνα, εντοπίζονται ειδικοί υποδοχείς όπου εφάπτονται τα σποροζωΐδια. Μέσω των ειδικών υποδοχών, τα σποροζωΐδια διαπερνούν στο κύτταρο και δημιουργούν ένα παρασιτοφόρο κενοτόπιο όπου και παράγονται σχιστά τύπου I και σχιστά τύπου II⁷. Στα επιθηλιακά κύτταρα του λεπτού εντέρου λαμβάνει χώρα ο ασεξουαλικός πολλαπλασιασμός των σχιστών τύπου I (άφυλη αναπαραγωγή) (σχιζογονία ή μερογονία) (σημάνσεις d, e, f, εικόνα 18) από τον οποίο παράγεται ο μεροζωΐτης. Έπειτα ο μεροζωΐτης συνεχίζει τον βιολογικό κύκλο με σεξουαλικό

⁶Τα πιο συνηθισμένα είδη κρυπτοσποριδίου είναι το *Cryptosporidium parvum* και το *Cryptosporidium hominis*. Το *Cryptosporidium parvum* είναι υπεύθυνο για τη λοίμωξη στις αγελάδες, τις οποίες χρησιμοποιούν ως ξενιστές ενώ το *Cryptosporidium hominis* ευθύνεται για τη λοίμωξη στους ανθρώπους.

⁷ Οι τροφοζωΐτες πολλαπλασιάζονται αρχικά με μερογονία παράγοντας σχιστά τύπου I τα οποία διαθέτουν 6- 8 πυρήνες και σχιστά τύπου II τα οποία έχουν 4 πυρήνες. Συνεπώς από την άφυλη αναπαραγωγή προκύπτουν 6- 8 μεροζωΐδια ενώ από την έμφυλη αναπαραγωγή προκύπτουν 4.

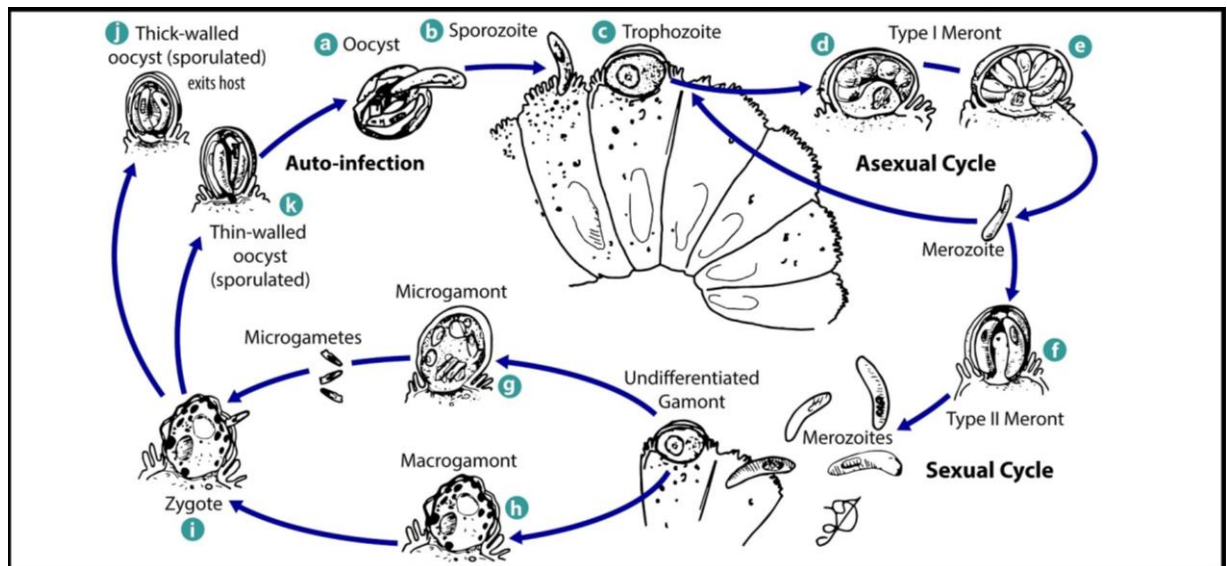
πολλαπλασιασμό (έμφυλη αναπαραγωγή) παράγοντας σχιστά τύπου II (σήμανση f, εικόνα 18) και ως αποτέλεσμα έχουμε τη δημιουργία δυο γαμετών, ενός αρσενικού γαμέτη ή αλλιώς μικρογαμέτη (σήμανση g, εικόνα 18) και ενός θηλυκού γαμέτη ή αλλιώς μακρογαμέτη. (σήμανση h, εικόνα 18) (43)

Στη συνέχεια, οι μικρογαμέτες και οι μακρογαμέτες γονιμοποιούνται και παράγονται ανώριμες ωοκύστες όπου στη συνέχεια ωριμάζουν (σήμανση i, εικόνα 18). Από τις πλέον ώριμες ωοκύστες δημιουργούνται ωοκύστες με λεπτό και παχύ τοίχωμα. Οι ωοκύστες με το παχύ τοίχωμα (σήμανση j, εικόνα 18) εξέρχονται από τον ξενιστή μέσω των κοπράνων και ακολουθούν ξανά την ίδια διαδικασία, δηλαδή την κατάποση από τον επόμενο ξενιστή και μετά ακολουθούν τη διαδικασία της εκκύστωσης για την απελευθέρωση των σποροζωιδίων. Από την άλλη, οι ωοκύστες με το λεπτό τοίχωμα (σήμανση k, εικόνα 18) δεν εγκαταλείπει τον ξενιστή αλλά προκαλεί αυτομόλυνση (σήμανση a, εικόνα 18) στον ξενιστή που βρίσκεται ήδη και εν συνεχεία ακολουθεί ξανά τη διαδικασία της εκκύστωσης στο λεπτό έντερο και την απελευθέρωση σποροζωιδίων, αποτελώντας έτσι τον μονοξενικό βιολογικό κύκλο του παρασίτου. (43)



Εικόνα 17: Ο κύκλος ζωής του *Cryptosporidium* sp.

Πηγή: <https://www.cdc.gov/parasites/crypto/pathogen.html>



Εικόνα 18: Εμφυλη και Άφυλη αναπαραγωγή.

Πηγή: <https://www.cdc.gov/parasites/crypto/pathogen.html>

4.1.5.2 Επιδημιολογία

Η είσοδος του *Cryptosporidium sp.* και συνεπώς και της ωοκύστης του στο περιβάλλον γίνεται μέσω των κοπράνων τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων. Έχει βρεθεί ότι οι ωοκύστες όλων των ειδών του *Cryptosporidium sp.* εντοπίζονται σε όλα τα είδη υδάτων ακόμη και σε αλμυρά νερά, όμως τα δυο είδη που οφείλονται για το 90% της κρυπτοσποριδίωσης στον άνθρωπο είναι το *Cryptosporidium parvum* και το *Cryptosporidium hominis*. (44)

Οι ωοκύστες του *Cryptosporidium sp* είναι ανθεκτικές στη χλωρίωση και μπορούν να κρατήσουν την μολυσματική τους ικανότητα ακόμη και για μήνες. Έχει αποδειχθεί ότι μέσω των διαδικασιών επεξεργασίας του νερού, όπως είναι η φίλτρανση, μπορεί να μειωθεί σημαντικά ο αριθμός των ωοκυστεών στο νερό. Όμως, λόγω του μικρού μεγέθους του, (2- 4 μm) ορισμένες ωοκύστες μπορούν να περάσουν στο δίκτυο κατανάλωσης από το φιλτράρισμα και εν τέλει να προκαλέσουν βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς δεν απαιτείται μεγάλος αριθμός ωοκυστεών για την πρόκληση λοίμωξης. Πράγματι, η μολυσματική δόση για την πρόκληση λοίμωξης σε υγιή άνθρωπο είναι η κατανάλωση 10- 30 ωοκύστες, όμως παρά το γεγονός αυτό, ο σχετικός κίνδυνος λοίμωξης παραμένει υψηλός. (45)

4.1.5.3 Κρυπτοσποριδίωση

Η λοίμωξη που προκαλείται από το εν λόγω παράσιτο είναι η κρυπτοσποριδίωση (*Cryptosporidiosis* > *Crypto*) με χρόνο επώασης περίπου τη 1

εβδομάδα. Η κλινική εικόνα της λοίμωξης μπορεί να διακριθεί αναλόγως τον ξενιστή, δηλαδή τα ζώα και τον άνθρωπο. (46)

Στα ζώα, η πιο συχνή προσβολή είναι εκείνη των νεογνών θηλαστικών εμφανίζοντας βαριά συμπτώματα. Από την άλλη πλευρά, τα ενήλικα ζώα εμφανίζουν ήπια συμπτώματα ακόμη κι αν βρίσκονται σε ανοσοκαταστολή. Βέβαια, τα ενήλικα θηλαστικά ζώα είναι εκείνα που ευθύνονται για την περιβαλλοντική μόλυνση, καθώς μέσω των κοπράνων τους μπορούν να μολύνουν από τρόφιμα που προορίζονται προς ανθρώπινη κατανάλωση μέχρι και επιφανειακά ύδατα όπως λίμνες και ποτάμια. (47)



Εικόνα 19: Οι πηγές και ο τρόπος μετάδοσης του *Cryptosporidium sp* στα ζώα. Τα παράσιτα του *Cryptosporidium sp* που μολύνουν τα ζώα μεταδίδονται τόσο από τα οικίσματα ζώα όσο και από την άγρια πανίδα μέσω των οοκυστεών τους που βρίσκονται στα κόπράνά τους .

Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S147149222030009X#f0005>

Στους ανθρώπους η κλινική εικόνα είναι διαφορετική, καθώς προσβάλλονται όλες οι ηλικίες και ειδικότερα φαίνεται πως τα παιδιά, οι υπερήλικες και οι ανοσοκατεσταλμένοι, εμφανίζουν βαριά συμπτώματα. Τα συμπτώματα της

κρυπτοσποριδίωσης περιλαμβάνουν στομαχικό άλγος, διάρροια, αφυδάτωση, απώλεια βάρους, εμετό και ναυτία, ενώ σε ανοσοκατεσταλμένα άτομα και συγκεκριμένα άτομα με AIDS παρουσιάζεται και χολαγγειίτιδα⁸, ενώ ορισμένοι δεν παρουσιάζουν κανένα σύμπτωμα, μεταδίδοντας το παράσιτο (ωοκύστες μέσω κοπράνων) κανονικά. Εκτός από το λεπτό έντερο, τα ανοσοκατεσταλμένα άτομα που νοσούν από κρυπτοσποριδίωση ενδεχομένως να εμφανίσουν και λοίμωξη του αναπνευστικού συστήματος ή λοίμωξη σε κάποιο άλλο σημείο του πεπτικού συστήματος. (46) (48)

Η συμπτωματολογία διαρκεί περίπου από 7 έως 14 ημέρες σε μη-ανοσοκατεσταλμένα άτομα. Έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις υποτροπής της νόσου σε άτομα, τα οποία νόσησαν ξανά προτού τελειώσει η νόσος, σε ένα διάστημα μιας σύντομης ανάρρωσης. (46)

^{8 8} **Χολαγγειίτιδα:** οξεία φλεγμονή των χοληφόρων πόρων. Οι χοληφόροι πόροι μεταφέρουν τη χολή από το συκώτι και τη χοληδόχο κύστη στο πρώτο τμήμα του λεπτού εντέρου, το δωδεκαδάκτυλο.

4.1.6 *Toxoplasma gondii*

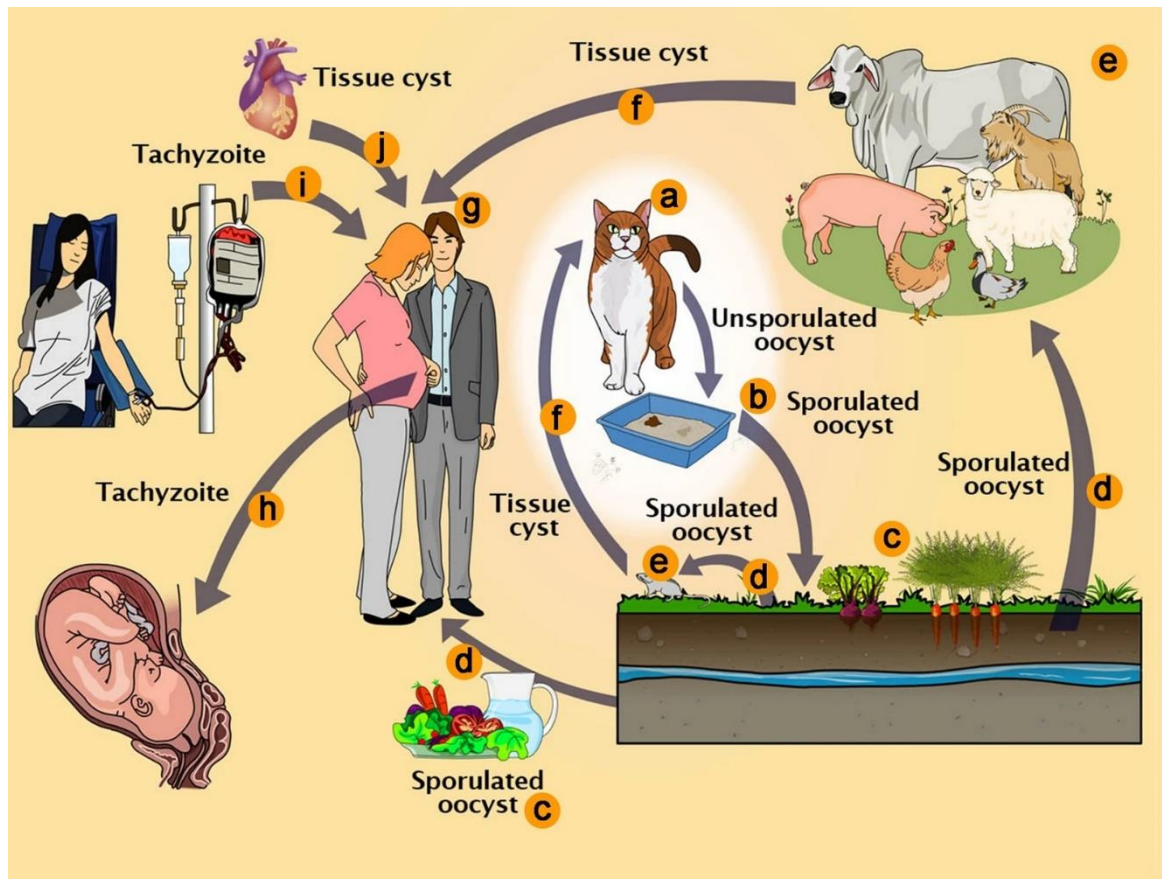
Το *Toxoplasma gondii* είναι ένα κοσμοπολίτικο παράσιτο της οικογένειας *Apicomplexa*, στην οποία ανήκει και το *Cryptosporidium sp.*. Είναι υπεύθυνο για τη μόλυνση σε αρκετά ζώα καθώς και την πρόκληση λοίμωξης στον άνθρωπο. Όσοι άνθρωποι ανά τον κόσμο έχουν παρουσιάσει τοξοπλάσμωση, φαίνεται να την απέκτησαν μέσω μολυσμένης από ωοκύστες τροφές και νερό. Η λοίμωξη η οποία προκαλείται από το *T. gondii* είναι η τοξοπλάσμωση, η οποία έχει έναν ήπιο αντίκτυπο σε υγιή άτομα, ενώ σε ανοσοκατεσταλμένα άτομα παρουσιάζει αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας. (49) (50)

Έχοντας επισημάνει ήδη τη μια μορφή του παρασίτου, την ωοκύστη, το *Toxoplasma gondii* παρουσιάζει άλλες δυο μολυσματικές μορφές, τους ταχυζωίτες και τους βραδυζωίτες. Αρχικά, οι ταχυζωίτες εισέρχονται στον οργανισμό και αναπαράγονται στους ιστούς το ξενιστή, για το λόγο αυτό το εν λόγω παράσιτο καλείται και παράσιτο των ιστών. Στη συνέχεια, γίνεται η μετατροπή των ταχυζωιτών σε βραδυζωίτες, η οποία μετατροπή μπορεί να πυροδοτηθεί από την ανοσολογική απάντηση του ξενιστή στην οξεία λοίμωξη. Με τη σειρά τους, οι βραδυζωίτες καθώς αναπτύσσονται, σχηματίζουν ιστικές κύστες προκαλώντας χρόνια λοίμωξη. (50)

4.1.6.1 Κύκλος ζωής

Ο βιολογικός κύκλος του παρασίτου είναι διξενικός, δηλαδή περιέχει δυο ξενιστές, έναν διάμεσο ξενιστή όπου το παράσιτο αναπαράγεται άφυλα και έναν τελικό ξενιστή, όπου η αναπαραγωγή γίνεται έμφυλα. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το παράσιτο μολύνει τόσο ζώα, όσο και ανθρώπους, καθιστώντας τους ξενιστές. Στην περίπτωση των ζώων, το παράσιτο μολύνει χερσαία και υδρόβια θηλαστικά αλλά και πτηνά, χρησιμοποιώντας τα ως ενδιάμεσους ξενιστές καθώς παρουσιάζει μόνο ασεξουαλικά (άφυλα) στάδια αναπαραγωγής σε αυτά. Η έμφυλη αναπαραγωγή του παρασίτου εντοπίζεται μόνο στην οικόσιτη γάτα και για το λόγο αυτό, οι γάτες θεωρούνται ως τελικοί ξενιστές του *Toxoplasma gondii*. Βέβαια, πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι το παράσιτο αναπτύσσεται με έμφυλη αναπαραγωγή στα εντερικά κύτταρα των ποντικών, πράγμα που τα καθιστά και αυτά τελικούς ξενιστές. (51)

Στην παρακάτω εικόνα, απεικονίζεται ο βιολογικός κύκλος του *Toxoplasma gondii*:



Εικόνα 20: Τρόποι μετάδοσης του παρασίτου *Toxoplasma gondii* και οι ξενιστές του.

Πηγή: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-020-04445-z>

Ως τελικοί ξενιστές στο βιολογικό κύκλο του παρασίτου είναι οι γάτες (σήμανση a, εικόνα 20), οι οποίες μέσω των κοπράνων τους αποβάλλουν άωρες ωοκύστες (σήμανση b, εικόνα 20), οι οποίες ωριμάζουν εντός 14 ημερών. Έπειτα από 14 ημέρες, οι άωρες ωοκύστες γίνονται μολυσματικές και μπορούν να μολύνουν τρόφιμα αλλά και το νερό (σήμανση c, εικόνα 20). Εν συνεχεία του βιολογικού κύκλου, οι ώριμες πλέον ωοκύστες καταναλώνονται από τους ενδιάμεσους ξενιστές μέσω των τροφίμων και του νερού. Οι ενδιάμεσοι ξενιστές μπορεί να είναι βοοειδή, πρόβατα, πουλερικά (σήμανση e, εικόνα 20) όπου εκεί υπάρχει βιολογικό αδιέξοδο, αλλά ως ενδιάμεσος ξενιστής είναι και ο άνθρωπος (σήμανση g, εικόνα 20). Στην περίπτωση κατανάλωσης μολυσμένου τροφίμου ή μολυσμένου νερού από τον άνθρωπο, οι ωοκύστες μετατρέπονται σε ταχυζώδια και προκαλούν οξεία λοίμωξη. Σε περίπτωση που μολυνθεί εγκυμονούσα, τότε μπορεί να υπάρξει και κάθετη μετάδοση του παρασίτου από τη μητέρα στο έμβryo (σήμανση h, εικόνα 20). (51)

4.1.6.2 Επιδημιολογία

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή της ενότητας, το τοξόπλασμα φέρει τρεις μορφές, των ταχυζωιδίων, των σποροζωιδίων και των βραδυζωιδίων. Τα ταχυζωίδια είναι ελεύθερα στον οργανισμό και προκαλούν την οξεία μορφή της τοξοπλάσμωσης, ενώ τα βραδυζωίδια εντοπίζονται σε ψευδοκύστεις στους ιστούς του ξενιστή και προκαλούν τη χρόνια λοίμωξη της τοξοπλάσμωσης.

Ο άνθρωπος μπορεί να μολυνθεί από την κατανάλωση μολυσμένου νερού ή μολυσμένης τροφής με οοκύστεις που έχουν αποβληθεί από τη γάτα μέσω των κοπράνων της. Επιπλέον, η μόλυνση μπορεί να γίνει από την κατανάλωση κακοψημένου ή ωμού κρέατος το οποίο περιέχει κύστεις στους ιστούς του. Οπότε, ο άνθρωπος μπορεί να μολυνθεί τόσο από την κατανάλωση μολυσμένου κρέατος με ψευδοκύστεις στους ιστούς του όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον, από μη πλυμένα τρόφιμα και κατανάλωση μη πόσιμου νερού, όπου ενδεχομένως να υπάρχουν σποροζωίδια του παρασίτου. Ωστόσο, μετάδοση του *T. gondii* μπορεί να συμβεί και κατά τη διάρκεια μετάγγισης αίματος ή μεταμόσχευσης οργάνων, τα οποία μπορεί να έχουν κύστεις ή ταχυζωίτες (σημάνσεις i, j, εικόνα 20). (51)

Οι τελικοί ξενιστές του παρασίτου, οι γάτες, μπορούν να μολυνθούν από την κατανάλωση ήδη μολυσμένων θηλαστικών, πτηνών ακόμη και ποντικών. Έτσι, μολύνονται και αυτές, συνεχίζοντας τη μετάδοση του παρασίτου με την αποβολή του μέσω των κοπράνων τους. (51)

4.1.6.3 Τοξοπλάσμωση

Η τοξοπλάσμωση σε υγιή άτομα εμφανίζεται ως μια ήπια λοίμωξη καθώς η άμυνα του οργανισμού τους συνήθως μπορεί και αντιμετωπίζει το παράσιτο, χωρίς την εμφάνιση κλινικών συμπτωμάτων. Σε υγιή άτομα τα συμπτώματα είναι περίπου ίδια με εκείνα της κοινής γρίπης και περιλαμβάνουν ευαίσθητους λεμφαδένες και μυαλγίες, όμως η διάρκειά τους κυμαίνεται από μερικές εβδομάδες έως και μήνες. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, το *T. gondii* μπορεί να μείνει στο σώμα ξενιστή σε ανενεργή κατάσταση και όταν βρεθεί σε ανοσοκαταστολή να ενεργοποιηθεί. (52)

Μια ιδιαίτερη περίπτωση είναι εκείνη των γυναικών στο στάδιο της εγκυμοσύνης, καθώς μια λοίμωξη από τοξόπλασμα μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές στην κυοφορία της. Γενικά όμως, αν μια γυναίκα έχει μολυνθεί προτού κυοφορήσει, το έμβρυο θα αναπτύξει άμυνα λόγω της ανοσίας που θα έχει ήδη η μητέρα. Στην

περίπτωση όμως που η μητέρα μολυνθεί λίγο πριν ή κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, μπορεί να υπάρξει συγγενής μετάδοση (ή κάθετη μετάδοση) και να μολύνει το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Η σοβαρότητα της βλάβης στο έμβρυο είναι αντιστρόφως ανάλογη με το στάδιο της εγκυμοσύνης που εμφανίζεται η λοίμωξη, δηλαδή όσο πιο νωρίς κατά την κυοφορία γίνει η μόλυνση της μητέρας, τόσο σοβαρότερη θα είναι η βλάβη στο έμβρυο. Τα αποτελέσματα μιας συγγενούς μετάδοσης του τοξοπλάσματος μπορούν να είναι αποβολή του εμβρύου ή να μην επιβιώσει προτού γεννηθεί ή να γεννηθεί ένα έμβρυο με κλινικές ενδείξεις τοξοπλάσμωσης, όπως υδροκεφαλισμός, σπασμοί και ενδοεγκεφαλικές αποτιτανώσεις. Έχουν αναφερθεί επίσης και βλάβες στα μάτια των παιδιών και συγκεκριμένα στον αμφιβληστροειδή χιτώνα-χοριοαμφιβληστροειδίτιδα. (50) (52)

Η οφθαλμική βλάβη συχνά είναι ένα αποτέλεσμα της οξείας τοξοπλάσμωσης, που μπορεί να προκύψει είτε από συγγενή μετάδοση είτε με έναν από τους προηγούμενους τρόπους που αναφέρθηκαν. Στην περίπτωση της οφθαλμικής βλάβης κατά την εγκυμοσύνη, οι βλάβες στους οφθαλμούς εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της ενηλικίωσης. Η βλάβη των οφθαλμών οδηγεί σε οξεία φλεγμονή του αμφιβληστροειδούς χιτώνα του οφθαλμού προκαλώντας πόνο στα μάτια, φωτοφοβία και απώλεια όρασης (θόλωμα). Ιδιαίτερη περίπτωση και προσοχή πρέπει να δοθεί, εάν υπάρξει υποτροπή, διότι η βλάβη στον αμφιβληστροειδή θα είναι μεγαλύτερη και η μερική απώλεια της όρασης μπορεί να εξελιχθεί σε μόνιμη τύφλωση. (52)

Άτομα που βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο είναι τα ανοσοκατεσταλμένα, καθώς μια τοξοπλάσμωση μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιπλοκές στην υγεία τους. Εξίσου σημαντικό κίνδυνο διατρέχουν και άτομα που νόσησαν από *T. gondii*, προτού μουν σε ανοσοκαταστολή, καθώς υπάρχει περίπτωση να ενεργοποιηθεί ξανά η τοξοπλάσμωση και να ανήκουν στην ομάδα των ανοσοκατεσταλμένων ατόμων με τοξοπλάσμωση. Για παράδειγμα, ένας άνθρωπος που είχε νοσήσει παλαιότερα και ανέρρωσε από *T. gondii* και μολυνθεί από τον ιό HIV, έχει μεγάλες πιθανότητες να υποτροπιάσει ξανά και να ενεργοποιήσει την λοίμωξη της τοξοπλάσμωσης παρουσιάζοντας κεφαλαλγίες, πυρετό και επιληπτικές κρίσεις. (52)

4.2 Μετάζωα

4.2.1 *Ascaris lumbricoides*

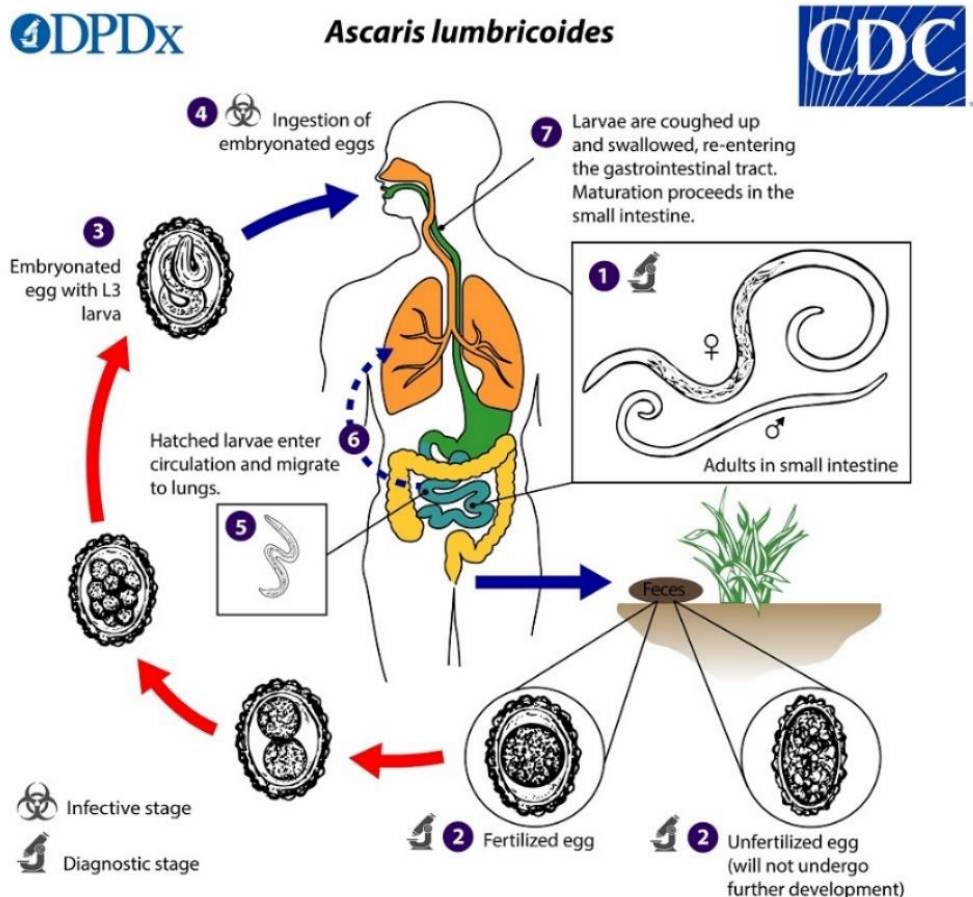
Ο σκώληκας του εντέρου *A. lumbricoides* φιλοξενείται από πολλούς ανθρώπους ανά τον κόσμο στο λεπτό έντερο και είναι γνωστός ως έλμινθας που μεταδίδεται από το έδαφος (Solid Transmitted Helminth- STH). Η μετάδοση γίνεται δια μέσου της κοπρανοστοματικής οδού από τα αυγά τους που βρίσκονται ελεύθερα στο περιβάλλον. Τα αυγά του *A. lumbricoides* αποβάλλονται από τον άνθρωπο μέσω των κοπράνων του στο περιβάλλον όπου και επιβιώνουν. Πολλές φορές τα αυγά του σκώληκα μπορούν να εντοπισθούν και στα ύδατα, όπου σπάνια μπορούν να μεταφερθούν σε δίκτυα ύδρευσης, καθώς λόγω του μεγέθους τους συγκρατούνται κατά την επεξεργασία του νερού (φιλτράρισμα). Συνεπώς, αφού ο άνθρωπος μέσω των κοπράνων του αποβάλλει τα αυγά, εκείνα με τη σειρά τους μολύνουν το έδαφος και στη συνέχεια μολύνουν άλλους ανθρώπους. Αυτό γίνεται είτε με αυγά που είναι πάνω στα λαχανικά και καταπίνονται όταν τα λαχανικά δεν έχουν ψηθεί, καθαριστεί ή αποφλοιωθεί πλήρως, είτε τα αυγά καταναλώνονται από μολυσμένες πηγές νερού. (53) (54)

Έχουν γίνει δράσεις από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, χρησιμοποιώντας εργαλεία, όπως το Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA), το οποίο συνδυάζει ποσοτικά δεδομένα που σχετίζονται με υδατογενείς λοιμώξεις με σκοπό την υποστήριξη ενός σχεδίου διαχείρισης ασφάλειας των υδάτων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν τα ωά του νηματέλμινθα *Ascaris lumbricoides* ως δείκτη για την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων στον τομέα της γεωργίας. (55)

4.2.1.1 Κύκλος ζωής

Ο βιολογικός κύκλος των νηματελμίνθων περιλαμβάνει τρεις μορφές του σκώληκα, την ενήλικη μορφή, το αυγό και την προνύμφη. Τα μολυσματικά στάδια είναι εκείνα του αυγού και της προνύμφης (L3), ενώ η ενήλικη μορφή φιλοξενείται από τον άνθρωπο.

Αφού πραγματοποιηθεί στο δωδεκαδάκτυλο η εκκόλαψη των ωών, οι μολυσματικές προνύμφες διαπερνούν τον εντερικό βλεννογόνο και εισέρχονται στη κυκλοφορία του αίματος. Στη συνέχεια, μεταφέρονται στην πνευμονική κυκλοφορία και από εκεί στον πνεύμονα (σήμανση 6, εικόνα 21), όπου και υφίστανται δυο μεταμορφώσεις (ωρίμανση)⁹ και μέσω της τραχείας μεταναστεύουν στο γαστρεντερικό σωλήνα όπου καταπίνονται ξανά και καταλήγουν στο λεπτό έντερο (σήμανση 7, εικόνα 21). (56)



Εικόνα 22: Ο βιολογικός κύκλος του έλμινθα *Ascaris lumbricoides*.
 Πηγή: <https://www.cdc.gov/parasites/ascariasis/biology.html>

4.2.1.2 Ασκαριδίαση

Τα άτομα τα οποία έχουν μολυνθεί από *A. lumbricoides* δεν εμφανίζουν πάντοτε κλινική εικόνα. Ωστόσο, η κλινική εικόνα που μπορεί να εμφανίσουν μπορεί να είναι η εικόνα της ελαφριάς λοίμωξης, περιλαμβάνοντας την κοιλιακή δυσφορία αλλά μπορεί να έχει και την εικόνα σοβαρής λοίμωξης. Στην περίπτωση αυτή, τα συμπτώματα ποικίλουν αναλόγως το στάδιο μετανάστευσης του σκώληκα. Για παράδειγμα, κατά τη μετανάστευση δια μέσου των πνευμόνων μπορεί να προκαλέσει

⁹ Η ωρίμανση των προνυμφών στους πνεύμονες έχει διάρκεια από 10 έως 14 ημέρες.

αναπνευστικά προβλήματα και συγκεκριμένα σύνδρομο πνευμονίτιδας (σύνδρομο Loeffler). Αντιστοίχως, με την εγκατάσταση των σκώληκων στο λεπτό έντερο, τα συμπτώματα που παρουσιάζονται είναι εντερικές διαταραχές, δυσεντερίες και όμοια με την ελαφρά γαστρεντερίτιδα. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σε ήδη αλλεργικά άτομα, ενδεχομένως να προκύψουν αναφυλακτικά επεισόδια. Τέλος, οι λοιμώξεις που έχουν προκληθεί από μεγάλο αριθμό ωών, μπορεί να καταλήξουν σε εντερική απόφραξη ή να παρατηρηθούν περαιτέρω επιπλοκές, όπως απόφραξη της σκωληκοειδούς ή της χοληφόρου οδού αλλά και άλλες εξωεντερικές αποφράξεις, όπως η παγκρεατίτιδα ή η περιτονίτιδα. (53)

4.2.2 *Trichuris trichiura*

Ο νηματέλμινθας *Trichuris trichiura* είναι ένας STH και απαριθμείται ως ο τρίτος πιο κοινός σκώληκας στον άνθρωπο. Ο σκώληκας αυτός βρίσκεται συχνά σε συνδυασμό με τον νηματέλμινθα *Ascaris lumbricoides*. Η μετάδοση του γίνεται είτε από άτομο σε άτομο είτε μέσω της κοπρανοστοματικής οδού ή από μολυσμένα με ωά τρόφιμα. Ο ενήλικας έλμινθας παρασιτεί στο βλεννογόνο του παχέος εντέρου του ανθρώπου με το λεπτότερο τμήμα του ενσφηνωμένο σε αυτό. (53)



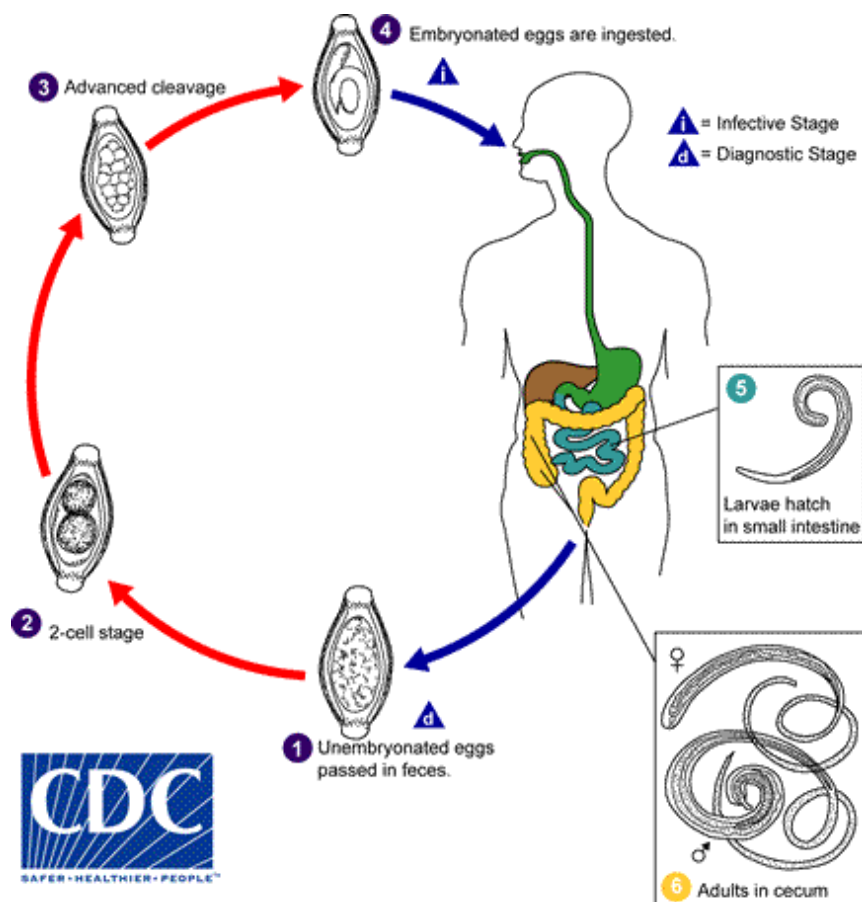
Εικόνα 23: Απεικόνιση του έλμινθα *Trichuris trichiura*. Στα δεξιά βρίσκεται ο θηλυκός έλμινθας ενώ στα δεξιά ο αρσενικός.

Πηγή: <https://obgynkey.com/trichuriasis-trichuris-trichiura/>

4.2.2.1 Κύκλος ζωής

Ο άνθρωπος αποβάλλει τα αυγά μέσω των κοπράνων στο έδαφος (σήμανση 1, εικόνα 24) όπου τα μη γονιμοποιημένα αυγά αποκτούν δυο κύτταρα (σήμανση 2, εικόνα 24). Στη συνέχεια τα κύτταρα αυτά διασπώνται (σήμανση 3, εικόνα 24) και τα

αυγά γονιμοποιούνται (σήμανση 4, εικόνα 24). Τα πλέον γονιμοποιημένα αυγά αποκτούν τη μολυσματική τους ικανότητα μέσα σε 2 με 4 εβδομάδες. Μετά την κατάποση μολυσμένων ωών, τα γονιμοποιημένα ωά εκκολάπτονται στο λεπτό έντερο και προκύπτουν οι προνύμφες. Με τη σειρά τους οι προνύμφες, αφού ενηλικιωθούν ζουν στο τυφλό και το ανιόν κόλον (σήμανση 6, εικόνα 24). (57)



Εικόνα 24: Ο κύκλος ζωής του έλμινθα *Trichuris trichiura*.
 Πηγή: <https://www.cdc.gov/dpdx/trichuriasis/>

4.2.2.2 Τριχιουρίαση

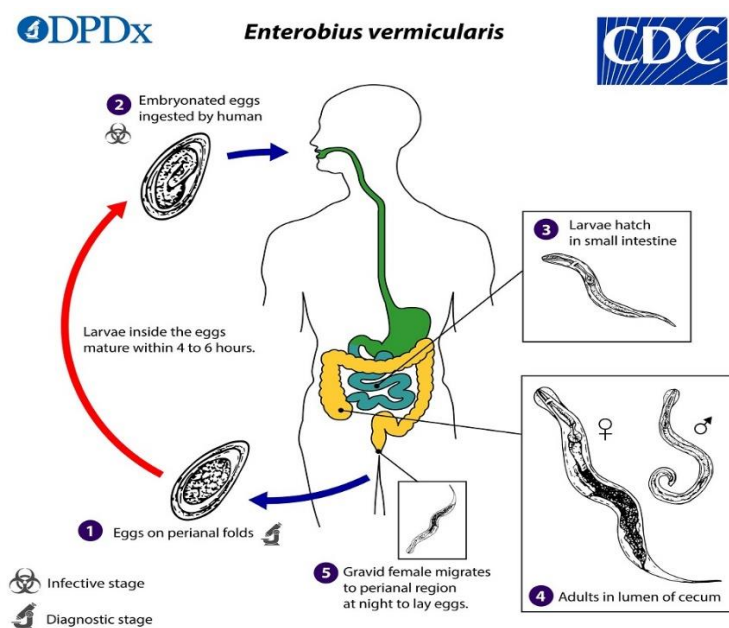
Για τη συγκεκριμένη λοίμωξη, η κλινική εικόνα ποικίλει. Συγκεκριμένα, τα άτομα που νοσούν με την ελαφριά μορφή της λοίμωξης δεν εμφανίζουν συμπτώματα ενώ, όσοι νοσούν με τη βαριά μορφή της λοίμωξης ενδεχομένως να τους προκληθεί ερεθισμός και φλεγμονή στο τυφλό, στη σκωληκοειδή απόφυση και στο ανιόν κόλον. Σε μικρά παιδιά έχει παρατηρηθεί και πρόπτωση του ορθού. (53) (57)

4.2.3 *Enterobius vermicularis*

Ο νηματέλμινθος *Enterobius vermicularis* ή οξίζουρος είναι ο πιο γνωστός έλμινθος υπεύθυνος για παρασιτική μόλυνση, με μια ευρεία κατανομή παγκοσμίως. Οι άνθρωποι μπορούν να μολυνθούν μέσω της κοπρανοστοματικής οδού ή από την κατανάλωση μολυσμένης από αυγά του έλμινθα τροφής ή νερού. Οι ενήλικες σκώληκες αυτού του είδους βρίσκονται στον ειλέο του λεπτού εντέρου και στο ανιόν κόλον, όμως έχουν εντοπιστεί και στην σκωληκοειδή απόφυση. Μια συνήθεια των ενήλικων θηλυκών σκωληκών είναι, κατά τη διάρκεια της νύχτας, να μεταναστεύουν από το ορθό στην περιπρωκτική περιοχή και να εναποθέτουν τα αυγά τους, προκαλώντας περιπρωκτικό κνησμό. (58)

4.2.3.1 Κύκλος ζωής

Ο κύκλος ζωής του σκώληκα αρχίζει με τον ενήλικα θηλυκό σκώληκα να εναποθέτει τα αυγά του στην περιπρωκτική περιοχή (σημάνσεις 5, 1, εικόνα 25). Μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα οι προνύμφες του σκώληκα ωριμάζουν και γονιμοποιούνται εντός του αυγού (σήμανση 2, εικόνα 25). Το άτομο μπορεί να αυτομολυνθεί αφού αγγίξει την περιπρωκτική περιοχή με τα χέρια του ή αγγίξει περιοχές/ επιφάνειες που έχουν μολυνθεί με τα αυγά του σκώληκα. Όταν τα αυγά καταποθούν, τότε αυτά εκκολάπτονται στην περιοχή του λεπτού εντέρου (σήμανση 3, εικόνα 25) και όταν ενηλικιωθούν μεταναστεύουν στο ανιόν κόλον και το τυφλό (σήμανση 4, εικόνα 25). (59)



Εικόνα 25: Ο κύκλος ζωής του *Enterobius vermicularis*

Πηγή: <https://www.cdc.gov/parasites/pinworm/biology.html>

4.2.3.2 Εντεροβίαση

Η λοίμωξη που προκαλείται από το νηματέλμινθα *Enterobius vermicularis* καλείται εντεροβίαση και τις περισσότερες φορές είναι ασυμπτωματική. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα που έχουν αναφερθεί είναι ο πρωκτικός κνησμός, η αϋπνία, η ευερεθιστότητα, η κολίτιδα, το κοιλιακό άλγος και μερικές φορές, μπορεί να προκληθεί βακτηριακή επιμόλυνση. Σχεδόν σπανίως μπορεί να προκαλέσει αιδοιοκολπίτιδα και κοκκιώματα της πυέλου ή του περιτοναίου στις γυναίκες. Εκτός από τις παραπάνω κλινικές εκδηλώσεις, ο σκώληκας *E. vermicularis* ενοχοποιείται για την πρόκληση οξείας σκωληκοειδίτιδας, ως το πιο συχνό επειγόντα περιστατικό σε παγκόσμια κλίμακα. (58) (59)

4.2.4 *Schistosoma sp.*

Τα είδη του τρηματώδους έλμινθα *Schistosoma sp.* έχουν σχήμα φύλλου ή κυλινδρικό και παρασιτούν σε σπονδυλωτά ζώα. Έχουν 4 προνυμφικά στάδια, το μειρακίδιο, τη σποροκύστη, τη κερκάρια και τη μετακερκάρια. Η ανάπτυξη των ωαρίων του συγκεκριμένου τρηματέλμινθα γίνεται στο γλυκό νερό. Για το λόγο αυτό, προκειμένου να ολοκληρωθεί ο βιολογικός του κύκλος, απαιτούνται ένας ή και παραπάνω ενδιάμεσοι ξενιστές. (53)

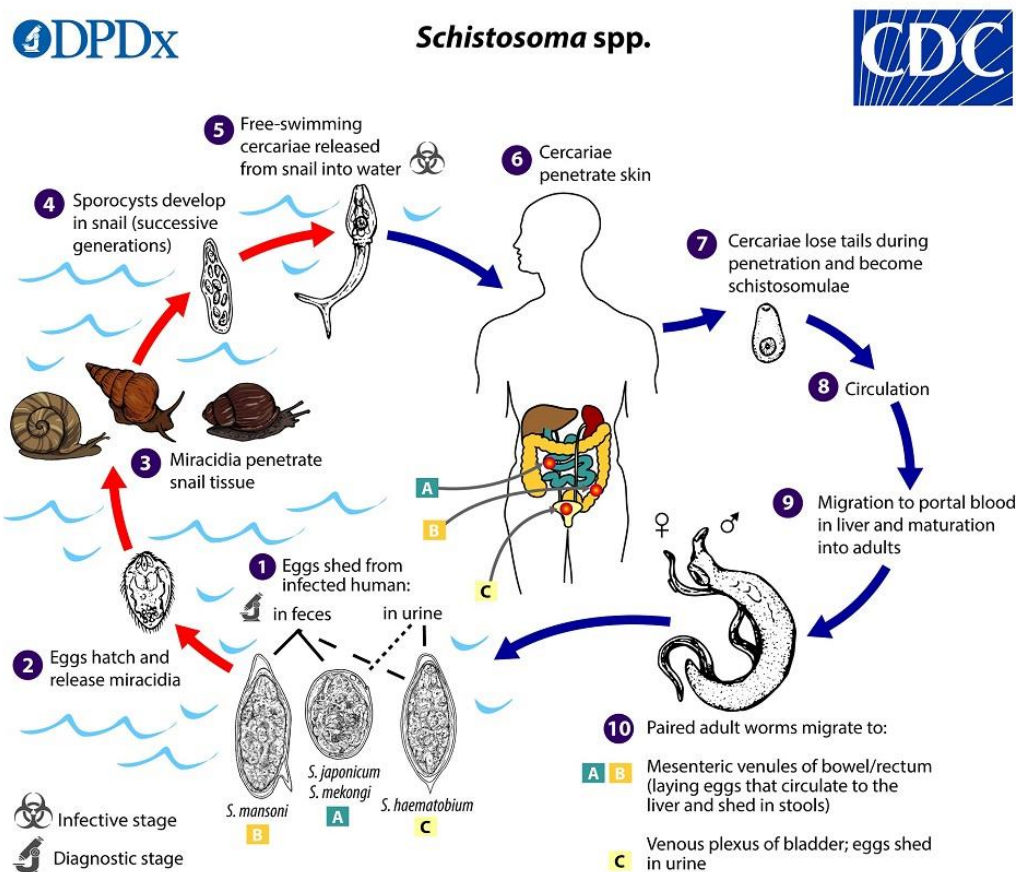
Το μολυσματικό στάδιο είναι εκείνο του κερκαρίου, όπου μολύνει τους κοχλίες (ενδιάμεσος ξενιστής). Όταν οι κερκάρια περάσουν το δέρμα, προκαλούν δερματίτιδες και στη συνέχεια εισέρχονται στην κυκλοφορία του αίματος ως μετακερκάρια και καταλήγουν στο ήπαρ. Εκεί, λαμβάνει χώρα η διαδικασία της ωρίμανσης και έπειτα οι πλέον ενήλικες σκώληκες μετακινούνται προς το έντερο ή την ουροδόχο κύστη. Τα ωάρια που εναποθέτονται από τους ενήλικες σκώληκες αποβάλλονται είτε μέσω των κοπράνων είτε μέσω των ούρων. (53)

4.2.4.1 Κύκλος ζωής

Αρχικά ο κύκλος ξεκινά με την αποβολή των ωών του σκώληκα από τον ανθρώπινο οργανισμό μέσω των κοπράνων ή των ούρων, αναλόγως το είδος του σκώληκα (σήμανση 1, εικόνα 26). Στη συνέχεια, λαμβάνει χώρα η εκκόλαψη των αυγών κάτω από κατάλληλες συνθήκες, απελευθερώνοντας μειρακίδια (σήμανση 2, εικόνα 26), τα οποία έχουν την ικανότητα να διεισδύσουν μέσω του δέρματος σε συγκεκριμένο είδος κοχλία το *Biomphalaria spp.* (σήμανση 3, εικόνα 26) καθιστώντας το ενδιάμεσο ξενιστή. Εντός του κοχλία, ο σκώληκας «περνά» από δυο

μεταμορφώσεις, συγκεκριμένα πρώτα το μειρακίδιο μετατρέπεται σε σποροκύστη (σήμανση 4, εικόνα 26) και έπειτα σε κερκάριο όπου και εγκαταλείπει τον ενδιάμεσο ξενιστή και εντοπίζεται ελεύθερο εντός του νερού (σήμανση 5, εικόνα 26). (60)

Αφού εγκαταλείψουν τον κοχλία, οι κερκάρια διεισδύουν στο δέρμα του τελικού τους ξενιστή, του ανθρώπου (σήμανση 6, εικόνα 26) όπου και μετατρέπονται σε μετακερκάριο (σήμανση 7, εικόνα 26) όπου μέσω του κυκλοφορικού συστήματος (σήμανση 8, εικόνα 26) μεταφέρεται στους πνεύμονες, έπειτα στην καρδιά και τέλος καταλήγουν στο ήπαρ, όπου και εκεί αναπτύσσονται σε ενήλικες σκώληκες (σήμανση 9, εικόνα 26). Από εκεί και έπειτα, η θέση των σκωλήκων ποικίλει ανάλογα το είδος, για παράδειγμα το *S. japonicum* εντοπίζεται συχνότερα στις μεσεντέριες φλέβες ενώ το *S. haematobium* εντοπίζεται στην ουροδόχο κύστη. Έτσι αναλόγως το είδος, τα θηλυκά γεννάνε τα αυγά τους και στα ανάλογα σημεία (σήμανση 10, εικόνα 26). (60)



Εικόνα 26: Ο βιολογικός κύκλος του έλμινθα *Schistosoma sp.*

Πηγή: <https://www.cdc.gov/dpdx/schistosomiasis/>

4.2.4.2 Σχιστοσωμίαση

Η σχιστοσωμίαση περιλαμβάνει δυο φάσεις της νόσου, την οξεία και τη χρόνια. Ουσιαστικά, η μόλυνση γίνεται όταν διεισδύσουν μέσω του δέρματος προνύμφες του

σκώληκα, οι οποίες προέρχονται από τον ενδιάμεσο ξενιστή, τον κοχλία του γλυκού νερού. Βάσει βιολογικού κύκλου, οι σκώληκες του είδους *Schistosoma sp.* αποβάλλονται είτε μέσω των κοπράνων είτε μέσω των ούρων, γεγονός που δηλώνει τα ήδη της νόσου. Έτσι, υπάρχουν δύο ήδη σχιστοσωμιάσης, η εντερική και η ουροποιητική. (61)

Η εντερική μορφή της νόσου περιλαμβάνει συμπτώματα όπως διάρροια και αιματηρές κενώσεις, ωστόσο υπάρχουν και πιο σοβαρές περιπτώσεις όπως διόγκωση του ήπατος και του σπλήνα. Η άλλη μορφή της λοίμωξης, όπως προαναφέρθηκε προσβάλλει το ουροποιητικό σύστημα. Τα συμπτώματα στην εν λόγω μορφή της λοίμωξης χαρακτηρίζονται από την παρουσία αίματος κατά την ούρηση. Στην περίπτωση της χρόνιας λοίμωξης του ουροποιητικού από σκώληκα, η κλινική εικόνα εξελίσσεται σε αυτή της ίνωσης της ουροδόχου κύστεως προκαλώντας υδρονέφρωση¹⁰ και εν τέλει να υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου της ουροδόχου κύστης. Συγκεκριμένα, στις γυναίκες η σχιστοσωμιάση του ουροποιητικού συστήματος προκαλεί κολπική αιμορραγία, αίσθημα του πόνου κατά τη σεξουαλική επαφή αλλά και οζίδια στην περιοχή του αιδοίου, ενώ στους άνδρες, η σχιστοσωμιάση του ουρογεννητικού συστήματος μπορεί είναι υπεύθυνη για νόσο στις σπερματοδόχους κύστες και στον προστάτη. (61)

4.2.5 *Fasciola hepatica*

Ο τριηματώδης σκώληκας του ήπατος *Fasciola hepatica* είναι υπεύθυνος για ζωνοσόους καθώς ως τελικό ξενιστή έχει τα θηλαστικά, όμως χρησιμοποιεί το νερό για την ανάπτυξη των ενδιάμεσων μορφών του μέσω ενδιάμεσων ξενιστών. Η λοίμωξη από *Fasciola hepatica* έχει μεγάλο αντίκτυπο στον τομέα της κτηνοτροφίας καθώς μειώνεται σημαντικά η παραγωγή σε ποσότητα, αλλά πολλές φορές είναι ικανή και να προκαλέσει το θάνατο σε έναν αριθμό ζώων. Οι συνέπειες της *Fasciolosis* δεν πλαισιώνονται μόνο στον τομέα της κτηνοτροφίας, αλλά φαίνεται να είναι ένα θέμα Δημόσιας Υγείας, καθώς μπορεί να επηρεάσει και την ανθρώπινη υγεία, μέσω της κατανάλωσης μη επεξεργασμένων φυτών αλλά και από μολυσμένο νερό με μετακερκάρια. (53) (62)

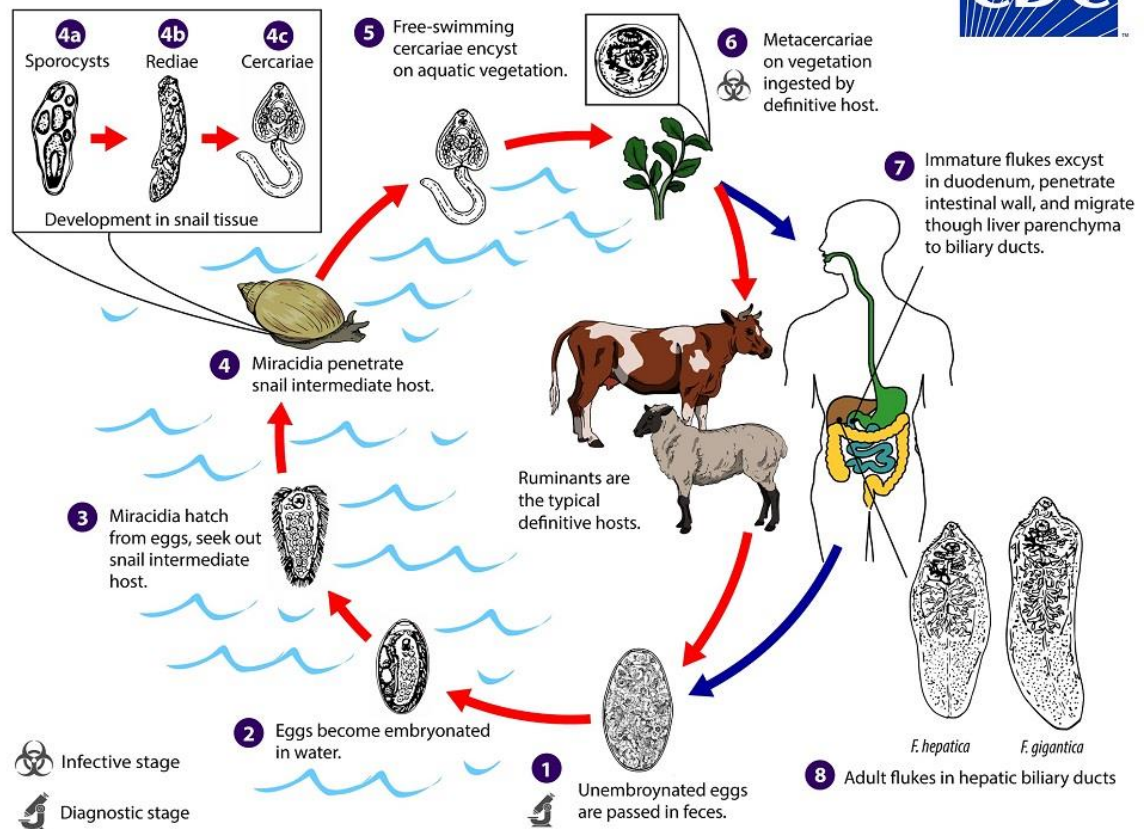
¹⁰ **Υδρονέφρωση:** Η στένωση του σημείου όπου ο ουρητήρας συνδέεται με τη νεφρική πύελο και συγκεντρώνονται τα ούρα που παράγονται στο νεφρό πριν μεταφερθούν μέσω των ουρητήρων στην κύστη. Εκδηλώνεται με πόνο στην κοιλία ή στη μέση, με επώδυνη ούρηση ή με συμπτώματα ουρολοίμωξης.

4.2.5.1 Κύκλος ζωής

Ο βιολογικός κύκλος του συγκεκριμένου έλμινθα ξεκινάει όταν τα ωά του αποβληθούν από τον άνθρωπο μέσω των κοπράνων του (σήμανση 1, εικόνα 27). Εντός των γλυκών υδάτων, τα ωά γονιμοποιούνται σε διάστημα 14 ημερών (σήμανση 2, εικόνα 27) και έπειτα, από τα πλέον γονιμοποιημένα αυγά εκκολάπτονται μειρακίδια (σήμανση 3, εικόνα 27), τα οποία διεισδύουν μέσω του δέρματος στον ενδιάμεσο ξενιστή τους, τον κοχλία του γλυκού νερού (σήμανση 4, εικόνα 27). (63)

Εντός του κοχλία, ο βιολογικός κύκλος του παρασίτου συνεχίζεται κανονικά και από μειρακίδιο περνάει στη μορφή της σποροκύστης (σήμανση 4a, εικόνα 27), έπειτα στη μορφή της ρέδιας (σήμανση 4b, εικόνα 27) και τέλος στη μορφή της κερκάριας (σήμανση 4c, εικόνα 27). Όταν το παράσιτο αποκτήσει τη μορφή της κερκάριας, εγκαταλείπει τον ενδιάμεσο ξενιστή του και ζει ελεύθερο στα γλυκά ύδατα (σήμανση 5, εικόνα 27), μέχρι να συναντήσει υδρόβια βλάστηση και να σχηματίσει μετακερκάρια (σήμανση 6, εικόνα 27). (63)

Έτσι, οι έλμινθες όντας με τη μορφή των μετακερκαρίων μπορούν να μολύνουν τόσο τα θηλαστικά, όσο και τους ανθρώπους μέσω της βλάστησης που έχει μολυνθεί από αυτά ή από την κατανάλωση μη πόσιμου νερού. Έπειτα, μετά την κατάποση, τα μετακερκάρια διοχετεύονται στην περιοχή του δωδεκαδακτύλου και περνούν μέσω του εντερικού τοιχώματος στην περιτοναϊκή κοιλότητα (σήμανση 7, εικόνα 27). Η ωρίμανση των ελμίνθων του είδους *Fasciola hepatica* πραγματοποιείται στους χοληφόρους πόρους και η διάρκεια της διαδικασίας είναι περίπου 3- 4 μήνες. Τέλος, οι πλέον ενήλικοι θηλυκοί σκώληκες παράγουν τα ωά τους (σήμανση 8, εικόνα 27) και ο βιολογικός κύκλος συνεχίζεται με την επόμενη αποβολή των ωών μέσω των κοπράνων. (63)



Εικόνα 27: Ο βιολογικός κύκλος του έλμινθα *Fasciola hepatica*.
 Πηγή; <https://www.cdc.gov/parasites/fasciola/biology.html>

4.2.5.2 Περιτονίαση

Η λοίμωξη που προκαλείται από τους τρηματώδεις έλμινθες του είδους *Fasciola hepatica* είναι η περιτονίαση. Η λοίμωξη αποκτάται όταν καταναλωθούν μολυσμένα με προνυμφικές μορφές του σκώληκα υδρόβια φυτά, όπως το κάρδαμο ή η μέντα αλλά και με την κατανάλωση μη πόσιμου νερού. (64)

Η λοίμωξη χαρακτηρίζεται από δυο φάσεις, την οξεία και τη χρόνια φάση. Στην οξεία φάση, η κλινική εκδήλωση του ασθενούς περιλαμβάνει κοιλιακά άλγη, πυρετό, διάρροια, κνίδωση, ηπατομεγαλία αλλά και ηωσινοφιλία. Ενώ, ως αποτέλεσμα της χρόνιας λοίμωξης, είναι η διαλείπουσα απόφραξη των χοληφόρων οδών αλλά και η καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος, συνοδευόμενη από νευρολογικές αλλά και οφθαλμολογικές βλάβες. (64)

5. Κίνδυνοι και επιδημίες ανά τον κόσμο

5.1 Υδατογενείς επιδημίες παρασιτικής αιτιολογίας

5.1.1 Αρχές του 21^{ου} αιώνα

Βάσει των αποτελεσμάτων μιας μελέτης που έγινε σχετικά με τις υδατογενείς επιδημίες παρασιτικής αιτιολογίας, παρουσιάστηκε ότι κατά την περίοδο του Ιανουαρίου του 2004 έως και το Δεκέμβρη του 2010 δηλώθηκαν 199 εστίες επιδημίας παρασιτικής λοίμωξης. Συγκεκριμένα, οι περισσότερες εστίες σημειώθηκαν στην Αυστραλία με ποσοστό 46,7%, στη συνέχεια η Βόρεια Αμερική έχοντας το 30,6% των συνολικών κρουσμάτων και η Ευρώπη το 16,5% (65)

Ο αιτιολογικός παράγοντας των περισσότερων εστιών, ήταν το πρωτόζωο *Cryptosporidium sp.* προκαλώντας 120 επιδημίες, ενώ το παρασιτικό πρωτόζωο *Giardia lamblia* ήταν ο υπεύθυνος αιτιολογικός παράγοντας 70 εστιών. Η αιτία των υπόλοιπων 9 επιδημιών ήταν άλλα παράσιτα, όπως το *Toxoplasma gondii* (4 εστίες), το *Cyclospora cayetanensis* (3 εστίες), ενώ μόνο σε 2 εστίες επιδημίας και στις 3 ηπείρους, ο αιτιολογικός παράγοντας ήταν η αμοιβάδα *Acanthamoeba spp.* (65)

Ένα γενικό συμπέρασμα που απορρέει είναι ότι στις ηπείρους που υπήρξαν οι περισσότερες εστίες και κατά συνέπεια τα περισσότερα κρούσματα, ενδεχομένως να μην είχαν ανεπτυγμένα συστήματα επιδημιολογικής επιτήρησης για υδατογενείς επιδημίες. Επίσης, μέσω της μελέτης παρατηρείται ότι, υψηλά επίπεδα επιπολασμού εμφανίζονται στις αναπτυσσόμενες χώρες, γεγονός που αντανακλά τα χαμηλά επίπεδα των προτύπων υγιεινής τους.

5.1.2 Σήμερα

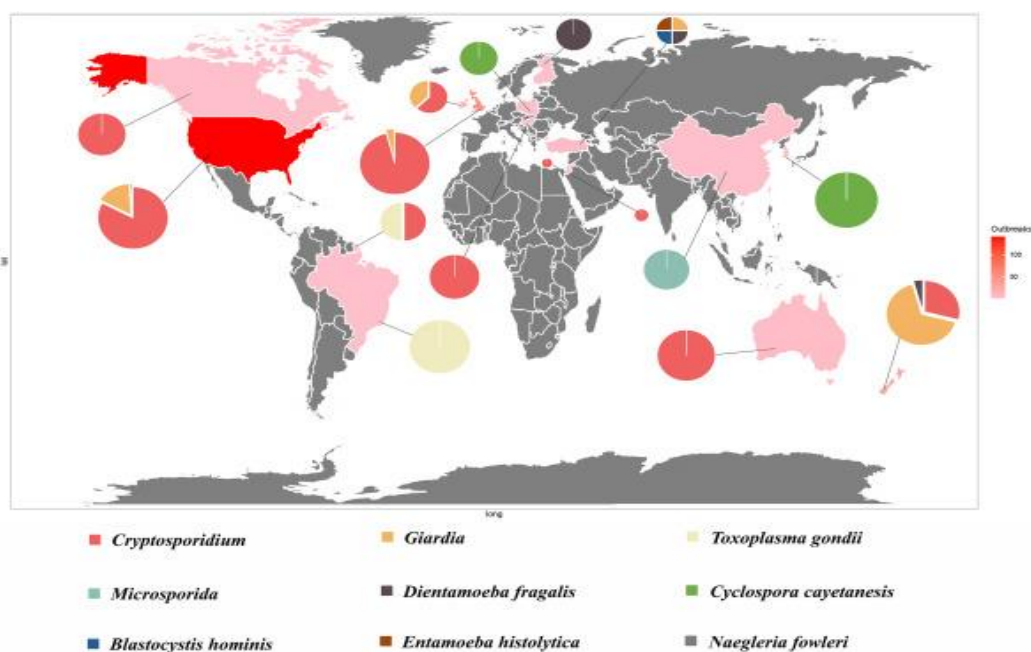
Εν συνεχεία της προηγούμενης ανασκόπησης σχετικά με τις υδατογενείς επιδημίες παρασιτικής αιτιολογίας ανά τον κόσμο, μια ακόμη ανασκόπηση δημοσιεύτηκε καταγράφοντας τις υδατογενείς επιδημίες το διάστημα μεταξύ του Ιανουαρίου του 2011 μέχρι και το Δεκέμβρη του 2016. Στην εν λόγω ανασκόπηση, καταγράφηκαν 182 περισσότερες επιδημίες συγκριτικά με την ανασκόπηση της περιόδου 2004- 2010. (66)

Η διασπορά των κρουσμάτων ανά τον κόσμο, ακολούθησε εκείνη της πρώτης ανασκόπησης, με την Αυστραλία να μετρά τις περισσότερες εστίες επιδημιών, στη συνέχεια η Βόρεια Αμερική και τέλος η Ευρώπη. Συγκεκριμένα, στην ήπειρο της

Αυστραλίας εντοπίστηκε το 49% των εστιών, στη Βόρεια Αμερική το 41% και στην Ευρώπη το 9%. Οι κοινοί αιτιολογικοί παράγοντες στις συγκεκριμένες υδατογενείς επιδημίες ήταν το *Cryptosporidium spp.* και τα παράσιτα του είδους *Giardia spp.*, τα οποία εντοπίστηκαν σε 239 (63%) και 142 (37%) κρούσματα αντιστοίχως. (66)

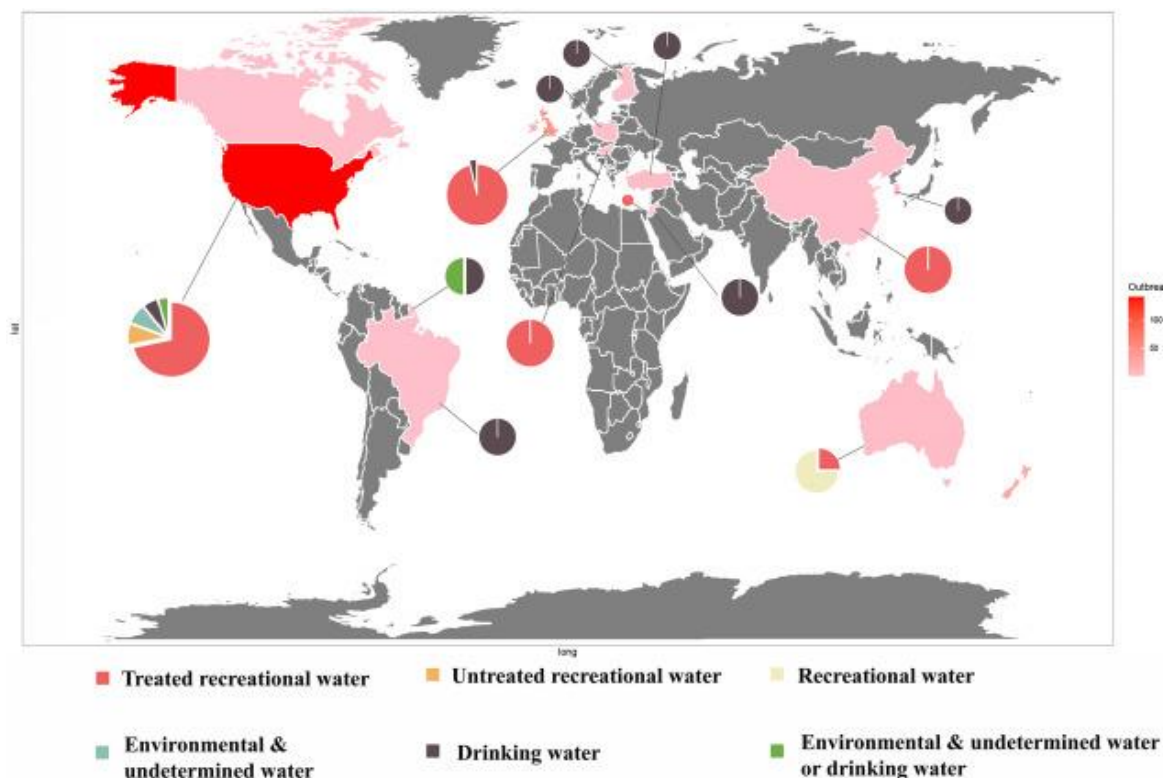
Συγκριτικά με τον προηγούμενο αιώνα έως και το 2004, οι υδατογενείς επιδημίες παρασιτικής αιτιολογίας έχουν παρουσιάσει μια αύξηση. Ειδικότερα, κατά τη διάρκεια από το 1904 έως και το 2004 καταγράφηκαν 325 επιδημίες ενώ σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα, από το 2004 έως το 2010 σημειώθηκαν 199 επιδημίες. Επιπλέον, σε ακόμη μικρότερη χρονική περίοδο 5 ετών (2011- 2016) υπήρξαν 182 περισσότερες επιδημίες από το διάστημα 2004- 2010. Όπως απορρέει από τις μελέτες, οι ανεπτυγμένες χώρες παρουσιάζουν ένα υψηλό ποσοστό παρασιτικών υδατογενών επιδημιών ενώ στις αναπτυσσόμενες παρατηρούνται υψηλά ποσοστά επιπολασμού. (66)

Τα αποτελέσματα μιας πιο πρόσφατης ανασκόπησης υδατογενών επιδημιών παρασιτικής αιτιολογίας που έλαβε χώρα το διάστημα 2017- 2020 δημοσιεύτηκε το 2022 και κατέγραψε συνολικά 251 εστίες υδατογενών παρασιτικών πρωτόζωων σε παγκόσμια κλίμακα. Από τις 251 εστίες, περίπου το 58% ήταν στην Αμερική, το 29% στην Ευρώπη, το 11% στην ήπειρο της Ωκεανίας και σχεδόν το 2% στις Ασιατικές χώρες. Στην παρακάτω εικόνα, απεικονίζονται τα υπεύθυνα παράσιτα για τις υδατογενείς επιδημίες ανά τον κόσμο, το διάστημα 2017- 2020. (67)



Εικόνα 28: Παγκόσμια κατανομή των υδατογενών επιδημιών παρασιτικής αιτιολογίας ανά είδος παρασίτου.
Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721056394>

Όπως απεικονίζεται και στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 29), τα παρασιτικά πρωτόζωα εντοπίστηκαν σε διαφορετικούς τύπου νερού, όπως για παράδειγμα στο πόσιμο νερό, σε ύδατα αναψυχής (πισίνες) τόσο σε επεξεργασμένα όσο και σε μη. Επίσης, παρασιτικά πρωτόζωα εντοπίστηκαν και σε περιβαλλοντικά ύδατα.



Εικόνα 29: Παγκόσμια κατανομή των υδατογενών επιδημιών παρασιτικής αιτιολογίας ανά είδος νερού.
Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721056394>

Στην ανασκόπηση που έγινε για τις υδατογενείς επιδημίες το διάστημα 2017-2022, οι ΗΠΑ μέτρησαν τις περισσότερες εστίες επιδημίας παγκοσμίως, (141 από τα 251). Συγκεκριμένα, από τις 141 εστίες, οι 117 οφείλονταν στο *Cryptosporidium spp.*, οι 23 στα είδη του παρασίτου *Giardia spp.* και 1 στη *N. Fowleri*. Από τις 117 εξάρσεις επιδημίας οφειλόμενες στο *Cryptosporidium spp.*, οι 96 αποδόθηκαν σε επεξεργασμένα ύδατα αναψυχής, 10 σε μη επεξεργασμένα ύδατα αναψυχής, 6 σε κατανάλωση από πόσιμο νερό και 5 σε περιβαλλοντικά ύδατα. Επιπλέον, από τις 23 εστίες που οφείλονταν σε παράσιτα του είδους *Giardia spp.*, οι 7 σχετίστηκαν με περιβαλλοντικά ύδατα, οι 2 με μη επεξεργασμένα ύδατα αναψυχής, οι 5 με επεξεργασμένα ύδατα αναψυχής, οι 3 με κατανάλωση πόσιμου νερού και οι υπόλοιπες 6 με κατανάλωση

άλλων τύπων υδάτων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε μια έξαρση επιδημίας στη Βραζιλία, όπου ο αιτιολογικός παράγοντας ήταν το *T. Gondii*, από το οποίο μολύνθηκαν 1162 άτομα, εκ των οποίων, τα 902 διαγνώστηκαν με τοξοπλάσμωση. Το αίτιο αποδόθηκε σε μόλυνση του δημοσίου συστήματος παροχής πόσιμου νερού από *T. Gondii*. (67)

Βάσει των αποτελεσμάτων της ανασκόπησης, οι χώρες της Ευρώπης παρουσίασαν το αμέσως επόμενο υψηλότερο ποσοστό επιπολασμού. Συγκεκριμένα, στο Ηνωμένο Βασίλειο καταγραφθήκαν 51 εστίες επιδημίας, από τις οποίες οι 49 οφείλονταν σε παράσιτα του είδους *Cryptosporidium spp.*, και 2 στα είδη του παρασίτου *Giardia spp.* Από τα κρούσματα με *Cryptosporidium spp.*, 49 σχετίστηκαν με ύδατα αναψυχής και 2 με κατανάλωση πόσιμου νερού, ενώ όλα τα κρούσματα με *Giardia spp.* αποδόθηκαν σε μη επεξεργασμένα ύδατα αναψυχής. Τέλος, πέρα από το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιρλανδία κατείχε το δεύτερο υψηλότερο αριθμό κρουσμάτων, όπου από τα οποία τα 10 συνδέονται με μόλυνση από *Cryptosporidium spp.* και 6 με μόλυνση από *Giardia spp.* (67)

Το παράδοξο με το χαμηλό αριθμό κρουσμάτων στις χώρες της Ασίας, πιθανών να οφείλεται στην έλλειψη συστημάτων επιδημιολογικής επιτήρησης. Συνολικά, το διάστημα 2017- 2020, η Ασία μέτρησε 4 κρούσματα, όμως αυτό δεν αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα, όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και την εγκυρότητα του συστήματος επιτήρησης και ελέγχου παθογόνων. Στην πραγματικότητα, αυτό υποδεικνύει μια αδυναμία στα εθνικά συστήματα καταγραφής. (67)

5.2 Μέτρα πρόληψης υδατογενών επιδημιών

Στη Δημόσια Υγεία οι δράσεις πρόληψης μιας μεταδοτικής ασθένειας είναι ένα συλλογικό έργο. Σε αυτό το έργο εμπλέκονται όλοι, από τους πολίτες στην κοινότητα, τα ΜΜΕ μέχρι την ακαδημαϊκή κοινότητα και τους αρμόδιους σε θέματα δημόσιας υγείας. Συνεπώς, αν η πρόληψη μπορούσε να διαχωριστεί σε επίπεδα ο διαχωρισμός θα ήταν σε ατομικό επίπεδο και επίπεδο πολιτείας.

5.2.1 Πρόληψη σε ατομικό επίπεδο

Οι αρχές πρόληψης υδατογενών επιδημιών παρασιτικής αιτιολογίας σε ατομικό επίπεδο, δεν αποκλίνουν πολύ από τους κανόνες ατομικής υγιεινής. Για παράδειγμα, η καλή υγιεινή των χεριών, θα μπορούσε να αποτρέψει σε ένα μεγάλο βαθμό την πρόκληση λοίμωξης, καθώς όπως αναπτύχθηκε και σε προηγούμενο χωρίο, παράσιτα

όπως το *Cryptosporidium spp.* μπορεί να εντοπιστεί στο έδαφος. Έτσι, έπειτα από οποιαδήποτε ενασχόληση η οποία είχε ως περιβάλλον εργασίας την ύπαιθρο, όπως εργασίες αγρού ή κηπουρική, προτείνεται το πλύσιμο με νερό και σαπούνι. Επιπλέον, σε εγκαταστάσεις όπως κατασκηνώσεις, σε περίπτωση που κάποιο παιδί εμφανίσει συμπτώματα διάρροιας, φροντίζουμε τα μέρη που έχει επισκεφτεί το συγκεκριμένο παιδί, αλλά και τα αντικείμενα/ επιφάνειες που έχει έρθει σε επαφή να απολυμαίνονται καταλλήλως πριν οποιαδήποτε επόμενη χρήση. (68)

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο τα υδατογενώς μεταδιδόμενα παράσιτα μπορούν να εισέλθουν στον οργανισμό είναι μέσω των διαδικασιών αναψυχής, όπως το κολύμπι, σε πισίνες και λίμνες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, θα ήταν καλό να μην γίνεται κατανάλωση του νερού και να μην εισέρχονται εντός των υδάτων αναψυχής ή των λιμνών, παιδιά που παρουσιάζουν συμπτώματα διάρροιας, για το λόγο αυτό, θα πρέπει πρώτα να γίνεται έλεγχος των παιδιών προτού εισέλθουν στο νερό. (68)

Εκτός από τον άνθρωπο, ξενιστές παρασίτων μπορούν να υπάρξουν και τα ζώα. Τα ζώα μέσω της κένωσης τους μπορούν να μολύνουν το έδαφος και κατά συνέπεια τα τρόφιμα, ακόμη και τα ύδατα με μολυσματικές (ωο)κύστες παρασίτων. Έτσι, θα πρέπει να μετριάζεται η επαφή με τα κόπρανα των ζώων και ιδιαίτερος των νεογνών, καθώς επίσης να αποφεύγεται και η επαφή του προσώπου ατόμου έχει έρθει κανείς σε επαφή με τα ζώα. Θα πρέπει λοιπόν, να χρησιμοποιούνται γάντια κατά τη διάρκεια των εργασιών αυτών. Αυτό δε σημαίνει όμως, πως δεν πρέπει να τηρούνται οι κανόνες υγιεινής των χεριών. (68)

Πολύ σημαντικό είναι να μην καταναλώνεται νερό το οποίο ενδεχομένως να είναι μολυσμένο. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να μη γίνεται κατανάλωση μη επεξεργασμένου νερού, όπως επίσης, σε επαρχίες ή κατασκηνώσεις να μη γίνεται χρήση νερού από λίμνες, πηγές, ρυάκια και πηγάδια, καθώς είναι ύποπτες πηγές μόλυνσης. Σε αυτή την περίπτωση, προτείνεται η χρήση εμφιαλωμένου νερού ή η χρήση φίλτρων νερού, τα οποία θα φέρουν ειδική σήμανση πιστοποίησης για μείωση (ωο)κύστεων. Παρομοίως, θα πρέπει να αποφεύγεται η κατανάλωση άπλυτων φρούτων και λαχανικών, καθώς μπορεί να έχουν μολυνθεί από το έδαφος (μολυσμένη κοπριά) ή μέσω του συστήματος ύδρευσης. Εξίσου σημαντικός κίνδυνος, υπάρχει και με το μη καλοψημένο κρέας. (68)

Σύμφωνα με το CDC, η μετάδοση παρασίτων μπορεί να συμβεί και κατά τη σεξουαλική επαφή, όπως για παράδειγμα κύστεις του παρασιτικού πρωτόζωου *Giardia lamblia*. Οπότε, θα πρέπει εκτός από τα μέτρα προφύλαξης κατά τη διάρκεια της επαφής, να τηρούνται και οι κανόνες ατομικής υγιεινής, όπως πλύσιμο γεννητικών οργάνων και πρωκτού πριν και μετά τη σεξουαλική δραστηριότητα. (36) (37) (68)

Τέλος, ένα σημαντικό μέρος της πρόληψης σε ατομικό επίπεδο είναι ο καθαρισμός και η απολύμανση συνδυαστικά. Πρέπει να τονιστεί ότι, μόνο η μια διαδικασία δεν αρκεί για τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης λοίμωξης, οπότε θα πρέπει πρώτα να γίνεται απορρύπανση και στη συνέχεια απολύμανση, έτσι ώστε να υπάρχει το θεμιτό αποτέλεσμα. Οι διεργασίες αυτές, μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση του αριθμού (ωο)κύστεων σε ένα χώρο, όπου υπάρχει ένα άρρωστο άτομο ή κατοικίδιο ζώο. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες χρήσεις στις ετικέτες των προϊόντων απορρύπανσης και απολύμανσης. Στην περίπτωση του μολυσμένου ιματισμού (ρούχα, κλινοσκεπάσματα) θα πρέπει αφού πλυθούν στο πλυντήριο να στεγνώσουν σε υψηλή θερμοκρασία (είτε στεγνωτήριο ή φυσικό φως). (35) (68) (69)

5.2.2 Πρόληψη σε επίπεδο πολιτείας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στις παραπάνω ανασκοπήσεις, ένα κοινό σημείο των υδατογενών επιδημιών ήταν τα επεξεργασμένα ύδατα αναψυχής αλλά και το πόσιμο νερό. Ειδικότερα, όταν το νερό είναι μολυσμένο με παράσιτα, τα οποία καταναλωθούν από τον άνθρωπο, στη συγκεκριμένη περίπτωση κατά τη διάρκεια ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων, τότε υπάρχει η εμφάνιση υδατογενούς λοίμωξης. (67)

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, τόσο τα επεξεργασμένα όσο και τα μη επεξεργασμένα ύδατα αναψυχής, μπορούν να μολυνθούν με παράσιτα λόγω μη επιμελούς απολύμανσης ή λόγω μόλυνσης κατά τη διαδικασία της διανομής του. Η διαδικασία της απολύμανσης είναι πάντοτε το τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας των υδάτων. Οι μέθοδοι επεξεργασίας των υδάτων, αποσκοπούν στη βελτίωση των χαρακτηριστικών του νερού και να το καθιστούν, κατάλληλο προς κατανάλωση. Οι κυριότερες πηγές πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια και τα επιφανειακά ύδατα. Όταν το καθαρό νερό χρησιμοποιηθεί, παύει να ναι καθαρό και μετατρέπεται σε νερό με ρύπους ή και μολυντές και έτσι, τα μη καθαρά πλέον ύδατα καλούνται αστικά λύματα ή υγρά απόβλητα. Είναι υψίστης σημασίας, τα υγρά απόβλητα να απαλλαχθούν από τους ρύπους και τους μολυντές που περιέχουν, προτού γίνει η διάθεσή τους σε άλλους

αποδέκτες, όπως οι θάλασσες, τα ποτάμια και της λίμνες. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι, σε περίπτωση που πραγματοποιείται άμεση διάθεση των ακατέργαστων υγρών αποβλήτων στους αποδέκτες, συνεπάγεται άμεσος κίνδυνος για τη δημόσια υγεία. (70)

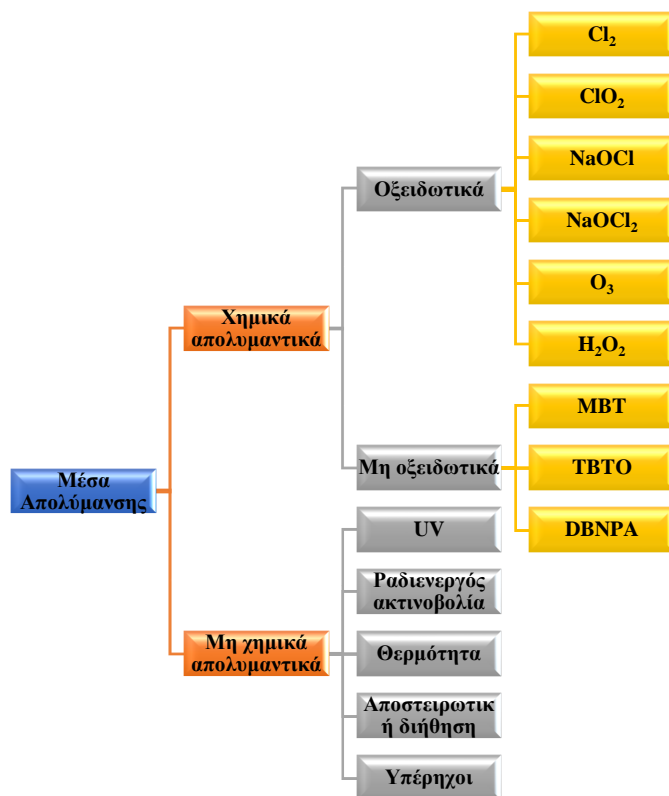
5.2.2.1 Επεξεργασία νερού και υγρών αποβλήτων

Οι συμβατικές μέθοδοι επεξεργασίας νερού περιλαμβάνουν τις διαδικασίες της κροκίδωσης, καθίζησης, διήθησης και τέλος της απολύμανσης. Όλες οι διαδικασίες έχουν σημασία στην επεξεργασία του νερού, για παράδειγμα οι κροκιδωτικές ουσίες που προστίθενται στο νερό ωθούν τις κύστες και τις ωοκύστες των παρασίτων προς το σχηματισμό ιζημάτων, έτσι ώστε να απομακρυνθούν μέσω της διήθησης. (67)

Η απολύμανση είναι η αδρανοποίηση ή η καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών που ενδεχομένως να περιέχονται στο νερό αλλά και τα υγρά απόβλητα και κατά συνέπεια, να είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία. Η διαδικασία της απολύμανσης εντοπίζεται στο στάδιο της προ- επεξεργασίας (προαπολύμανση) αλλά και στο στάδιο της δευτεροβάθμιας απολύμανσης, το οποίο είναι ένα στάδιο πριν την τελική διάθεση του νερού στο δίκτυο διανομής. Τα απολυμαντικά μέσα που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του νερού, διακρίνονται σε χημικά και μη χημικά απολυμαντικά και τα χημικά με τη σειρά τους σε οξειδωτικά και μη οξειδωτικά χημικά. (70)

Τα χημικά οξειδωτικά απολυμαντικά μέσα αποσκοπούν στον έλεγχο της μικροβιακής ανάπτυξης των μικροοργανισμών και περιλαμβάνουν το χλώριο (Cl_2), το διοξείδιο του χλωρίου (ClO_2), το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl), το χλωριώδες νάτριο (NaOCl_2), το όζον (O_3) και το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2). Τα χημικά αλλά μη οξειδωτικά, είναι οργανικές ενώσεις οι οποίες λειτουργούν ως μικροβιοστατικοί παράγοντες αλλά όχι για τα παράσιτα, τέτοιες ενώσεις είναι το μεθυλο-δι-θειοκυάνιο (MBT), το δι-βρωμο-νιτριλο-προπιοαμίδιο (DBNPA), το δι-τρι-βουτυλοξείδιο του κασσιτέρου (TBTO) αλλά και ορισμένες χλωροφαινόλες. Τέλος, τα μη χημικά μέσα για την απολύμανση παρασίτων είναι η υπεριώδης ακτινοβολία (UV), η θερμότητα, οι υπέρηχοι, η αποστειρωτική διήθηση και η ραδιενεργός ακτινοβολία. (70) (69)

Αναλυτικότερα, μια διαγραμματική απεικόνιση των μέσων απολύμανσης θα μπορούσε να είναι η παρακάτω:



Εικόνα 30: Διαχωρισμός μέσων απολύμανσης του νερού.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, πέρα της αντοχής που αποκτούν σε βάθος χρόνων σε απολυμαντικά, έχουν και την εγγενή αντοχή σε ορισμένα, δηλαδή γονίδια που τους προσδίδουν ανθεκτικότητα σε ορισμένες χημικές ουσίες. Στα παράσιτα, τόσο στα πρωτόζωα όσο και στα μετάζωα, οι ανθεκτικές μορφές τους είναι οι κύστει (ή ωοκύστεις). Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζεται η αποτελεσματικότητα ορισμένων χημικών οξειδωτικών απολυμαντικών στα πιο κοινά πρωτόζωα που προκαλούν υδατογενείς επιδημίες:

<u>Αποτελεσματικότητα στην αδρανοποίηση των μικροοργανισμών</u>		
Απολυμαντικό	<i>Giardia spp.</i>	<i>Cryptosporidium spp.</i>
Cl ₂	++	+
O ₃	+++	+++
Χλωραμίνες	++	+
ClO ₂	++	++
UV	+++	+++

Πίνακας 2: Η αποτελεσματικότητα στην αδρανοποίηση των παρασιτικών πρωτόζωων *Giardia spp* και *Cryptosporidium spp.*

Αποτελεσματικότητα απολυμαντικού: Ισχυρή (+++), Μέτρια (++) , Χαμηλή (+)

Πηγή: Νταράκας Ευθύμιος, Πεταλά Μαρία, Βασιλείος Τσιρίδης. Διεργασίες επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων. Περιβαλλοντική Χημεία και Μηχανική. Αθήνα : ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, 2020, σσ. 393

Καταλληλότητα απολυμαντικών	
Απολυμαντικό μέσο	Παρασιτικό πρωτόζωο
Cl ₂ ClO ₂ O ₃ UV	<i>Giardia spp.</i>
ClO ₂ O ₃ UV	<i>Cryptosporidium spp.</i>

Πίνακας 3: Καταλληλότητα απολυμαντικών για τις (ωο)κύστεις παρασιτικών πρωτόζωων.

Πηγή: Νταράκας Ευθύμιος, Πεταλά Μαρία, Βασίλειος Τσιρίδης. Διαεργασίες επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων. Περιβαλλοντική Χημεία και Μηχανική. Αθήνα : ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, 2020, σσ. 394

Σύγκριση διαδικασιών απολύμανσης					
Παράμετρος	Cl ₂	Χλωραμίνες	O ₃	ClO ₂	UV
Εξοπλισμός	Καλή	Καλή	Καλή	Καλή	Μέτρια
Πολυπλοκότητα	Χαμηλή	Χαμηλή	Υψηλή	Μέτρια	Μέτρια
Ασφάλεια κατά τη χρήση	Χαμηλή έως υψηλή	Μέτρια	Μέτρια	Υψηλή	Χαμηλή
Αποτελεσματικότητα	Καλή	Καλή	Καλή	Καλή	Καλή
Σχηματισμός Ανεπιθύμητων παραπροϊόντων	Υψηλός	Μέτριος	Μέτριος	Μέτριος	Καθόλου
Υπολειμματική δράση	Υψηλή	Υψηλή	Καθόλου	Μέτρια	Καθόλου
Εξάρτηση από το pH	Υψηλή	Μέτρια	Χαμηλή	Χαμηλή	Καθόλου

Πίνακας 4: Σύγκριση των διαδικασιών απολύμανσης.

Πηγή: Νταράκας Ευθύμιος, Πεταλά Μαρία, Βασίλειος Τσιρίδης. Διαεργασίες επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων. Περιβαλλοντική Χημεία και Μηχανική. Αθήνα : ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, 2020, σσ. 394

Αξιοποιώντας τα παραπάνω δεδομένα από τους πίνακες 2, 3 και 4 βγαίνει το πόρισμα για ποιο λόγο, παρά τις αρνητικές του επιπτώσεις το χλώριο χρησιμοποιείται για την απολύμανση των υδάτων και των υγρών αποβλήτων. Η απολύμανση με χλώριο είναι μια διαδικασία με χαμηλή πολυπλοκότητα αλλά πολύ καλή αποτελεσματικότητα έναντι των μικροοργανισμών. Ένα ακόμη προτέρημα της χλωρίωσης είναι ότι δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις εξοπλισμού και λήψης μέτρων ασφαλείας. Ιδιαίτερη σημασία στην απολύμανση των υδάτων έχει η υψηλή υπολειμματική δράση, ικανότητα που έχουν το Cl₂ και οι χλωραμίνες. (67) (70) (69)

Αναφορικά με τις χλωραμίνες, ενώ τα πλεονεκτήματά τους είναι πιο «φιλικά» προς το περιβάλλον αλλά και τη δημόσια υγεία, παρουσιάζουν σημαντικούς περιορισμούς. Αρχικά, οι χλωραμίνες είναι αποτέλεσμα της χημικής αντίδρασης του Cl₂ με την NH₃ και παράγεται μόνο στο πεδίο χρήσης τους, δηλαδή τις δεξαμενές απολύμανσης. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα των χλωραμινών έναντι παθογόνων

μικροοργανισμών είναι μειωμένη συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους, για το λόγο αυτό προτιμώνται στη δευτερογενή απολύμανση. (70) (69)

5.2.2.2 Μέθοδοι επεξεργασίας πόσιμου νερού

Όπως προαναφέρθηκε, το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση προέρχεται από τα υπόγεια και τα επιφανειακά ύδατα. Συνεπώς, το νερό προτού γίνει πόσιμο υφίσταται φυσικές και χημικές διεργασίες. Συνήθως, στα υπόγεια ύδατα λόγω των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους, ικανοποιούν τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για το πόσιμο νερό, όποτε η μόνη πρακτική που υφίστανται είναι η απολύμανση και συγκεκριμένα η χλωρίωση, που γίνεται κοντά στη γεώτρηση ή στη δεξαμενή όπου και αποθηκεύεται. Τέλος, γίνεται μια επιπλέον προσθήκη χλωρίου στο νερό, έτσι ώστε η συγκέντρωση του ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου να είναι 0.2 mg/L. Από την άλλη, τα επιφανειακά ύδατα, δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις που ικανοποιούν τα υπόγεια ύδατα, για το λόγο αυτό ακολουθείται μια πιο σύνθετη επεξεργασία του νερού από αυτή των υπόγειων υδάτων, δηλαδή το νερό αφού εισέρθει στη μονάδα επεξεργασίας νερού, υφίσταται μια προ- απολύμανση με Cl_2 , κροκίδωση, συσσωμάτωση και καθίζηση. Στη συνέχεια, λαμβάνουν χώρα οι διαδικασίες της διήθησης του νερού και της απολύμανσης του ξανά με Cl_2 . (70)

5.2.2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι μια αρκετά σύνθετη διαδικασία συγκριτικά με την επεξεργασία του νερού. Σε αυτή την περίπτωση, τα υγρά απόβλητα περιέχουν οργανικό φορτίο, θρεπτικά συστατικά, τοξικές ουσίες, οργανικά αιωρούμενα στερεά, ρυπαντές αλλά και παθογόνους μικροοργανισμούς, διαταράσσοντας την ισορροπία της δημόσιας υγείας. Εστιάζοντας στους παθογόνους μικροοργανισμούς, γίνεται αντιληπτό ότι η διαδικασία της απολύμανσης είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς, υγρά απόβλητα που δεν έχουν υποστεί απολύμανση, είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον και κατά συνέπεια για τον ίδιο τον άνθρωπο. Όμως, η διαδικασία της απολύμανσης με Cl_2 θα πρέπει να συνοδεύεται και από τη διαδικασία της αποχλωρίωσης, καθώς ακόμα και η μικρή δόση υπολειμματικού χλωρίου στα απόβλητα, είναι τοξική για τους θαλάσσιους οργανισμούς. (70)

6. Προστασία και διαχείριση υδάτων

Το νερό αποτελεί ένα σημαντικό πόρο για τη ζωή στη γη καθώς και για την οικονομία. Όμως, εξαιτίας του ανθρώπινου παράγοντα, μέσω των διεργασιών, παρατηρούνται αλλοιώσεις τόσο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του, όσο και στα αποθέματα. Για το λόγο αυτό, είναι πλέον επιτακτική ανάγκη για την υιοθέτηση πολιτικών, οι οποίες θα αποσκοπούν στην ορθή διαχείρισή του. Έτσι, ως απάντηση σε αυτό το πρόβλημα, τόσο η Ευρωπαϊκή Ένωση, όσο άλλοι θεσμοί ανά τον κόσμο έχουν καθιερώσει πρότυπα για τον έλεγχο του πόσιμου νερού.

6.1 Πρότυπα για τον έλεγχο του πόσιμου νερού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα τα απαραίτητα πρότυπα ποιότητας πόσιμου νερού καθορίζονται από την ΚΥΑ 46399/1352/1986. Συγκεκριμένα, η συγκεκριμένη ΚΥΑ κατατάσσει τα ύδατα που προέρχονται από επιφανειακά νερά και προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση σε 3 επιμέρους κατηγορίες A1, A2 και A3, αναλόγως του βαθμού επεξεργασίας τους. Στην κατηγορία A1, ανήκουν τα επιφανειακά ύδατα, τα οποία έχουν υποστεί μια απλή φυσική επεξεργασία και απολύμανση. Η κατηγορία A2 περιλαμβάνει ύδατα μετά από φυσικοχημική επεξεργασία, συμπεριλαμβανομένης και της διαδικασίας της απολύμανσης. Ειδικότερα στην κατηγορία A2, περιέχονται οι διαδικασίες της προχλωρίωσης, της κροκίδωσης και συσσωμάτωσης, της καθίζησης και της δύλισης. Τέλος, στην κατηγορία A3 περιλαμβάνονται ύδατα, τα οποία έχουν υποστεί εντεταμένη φυσικοχημική επεξεργασία αλλά και απολύμανση χλωρίωση μέχρι το σημείο θραύσης των χλωραμινών, σε συνδυασμό με τις διαδικασίες της κατηγορίας A2 και επιπλέον υπόκεινται σε διαδικασίες προσρόφησης μέσω ενεργού άνθρακα¹¹ και τελικής απολύμανσης με O₃. (71) (72)

Αναλυτικότερα, στην ΚΥΑ 46399/1352/1986 τα πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών υδάτων για την παραγωγή πόσιμου νερού, αναφέρονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι. Στο εν λόγω παράρτημα, χωρίζονται τα ύδατα βάσει του βαθμού επεξεργασίας τους στις 3 κατηγορίες (A1- A3) και αναφέρονται τα επιθυμητά και ανώτατα επίπεδα των παραμέτρων που μελετώνται. (73)

¹¹ Η προσρόφηση είναι μια διαδικασία συσώρευσης των διαλυμένων οργανικών, κατά κύριο λόγο συστατικών, σε μια επιφάνεια στερεής μορφής, όπου συγκρατεί τις διαλυμένες οργανικές ουσίες και τις απομακρύνει από την υγρή φάση. Η διεργασία της προσρόφησης, χρησιμοποιείται τόσο κατά την επεξεργασία του νερού, όσο και των υγρών αποβλήτων.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι παράμετροι που συγκαταλέγονται στα πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών υδάτων για την παραγωγή πόσιμου νερού καθώς και τα επιθυμητά και ανώτατα όρια.

Κατηγορία υδάτων							
		Κατηγορία A1		Κατηγορία A2		Κατηγορία A3	
		Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο
A/A	Παράμετρος	1	2	3	4	5	6
1	pH	6.5- 8.5		5.5- 9		5.5- 9	
2	Χρώμα (mg/ L)	10	20 ^(*)	50	100 ^(*)	50	200 ^(*)
3	TSS ¹² (mg/L)	25	-	-	-	-	-
4	Θερμοκρασία (°C)	22	30 ^(*)	22	30 ^(*)	22	30 ^(*)
5	Αγωγιμότητα μS/cm (20°C)	1000	-	1000	-	1000	-
6	Οσμή	3	-	10	-	20	-
7	NO ₃ ⁻ (mg/ L)	25	50 ^(*)	-	50 ^(*)	-	50 ^(*)
8	F (mg/ L)	0.7- 1	1.5	0.7- 1.7	-	0.7- 1.7	-
9	Διαλυμένος σίδηρος (mg/ L Fe)	0.1	0.3	1	2	1	-
10	Mn (mg/ L)	0.05		0.1	-	1	-
11	Cu (mg/ L)	0.02	0.05 ^(*)	0.05		1	-
12	Zn (mg/ L)	0.5	3	1	5	1	5
13	B (mg/ L)	1	-	1	-	1	-
14	As (mg/ L)	0.01	0.05		0.05	0.05	1
15	Cd (mg/ L)	0.001	0.005	0.001	0.005	0.001	0.005
16	Συνολικό Cr (mg/ L)	-	0.05	-	0.05	-	0.05

¹² TSS: Σύνολο αιωρούμενων στερεών

17	Pb (mg/ L)	-	0.05	-	0.05	-	0.05
18	Se (mg/ L)	-	0.01	-	0.01	-	0.01
19	Hg (mg/ L)	0.0005	0.001	0.0005	0.001	0.0005	0.001
20	Ba (mg/ L)	-	0.1	-	1	-	1
21	CN ⁻ (mg/ L)	-	0.05	-	0.05	-	0.05
22	SO ₄ ²⁻ (mg/ L)	150	250	150	250 ^(*)	150	250 ^(*)
23	Cl ⁻ (mg/ L)	200	-	200	-	200	-
24	Επιφανειακά δραστικές ουσίες που αντιδρούν με κυανούν του μεθυλίου (mg/ L LAS)	0.2	-	0.2	-	0.5	-
25	Φωσφορικά (mg/ L P ₂ O ₅)	0.4		0.7		0.7	
26	Φαινόλες ¹³ (mg/ L C ₆ H ₅ OH)	-	0.001	-	0.001	-	0.001
27	Διαλυμένοι ή γαλακτοποιημένοι υδρογονάνθρακες (mg/ L)	-	0.05	-	0.2	0.05	1
28	Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (mg/ L)	-	0.0002	-	0.0002	-	0.001
29	Σύνολο βιοκτόνων ¹⁴ (mg/ L)	-	0.001	-	0.0025	-	0.005
30	COD ¹⁵ (mg/L)	-	-	-	-	30	-

¹³ Στις φαινόλες περιλαμβάνονται οι δείκτες φαινόλης, η παρανιτρανιλίνη- 4 και η φαινοαντιπυρίνη. (72)

¹⁴ Στα βιοκτόνα περιλαμβάνονται το παραθειόν, το BHC και η διελδρίνη. (72)

¹⁵ COD: Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο για τη χημική οξείδωση οργανικών ενώσεων

31	DO ¹⁶ (% O ₂)	>70	-	>50	-	>30	-
32	BOD ₅ ¹⁷ (mg/L)	<3	-	<5	-	<7	-
33	TKN ¹⁸ (mg/L)	1	-	2	-	3	-
34	NH ₃ (mg/ L NH ₄ ⁺)	0.05	-	1	1.5	2	4 ^(*)
35	Ουσίες που εκχυλίζονται με χλωροφόρμιο (mg/ L SEC)	0.1	-	0.2	-	0.5	-
36	Σύνολο κολοβακτηριδίων / 100 ml	50	-	5000	-	50000	-
37	Κολοβακτηρίδια / 100 ml	20	-	2000	-	20000	-
38	Εντερόκοκκοι / 100 ml	20	-	1000	-	10000	-
39	Σαλμονέλες	Χωρίς παρουσία σε 5000 ml	-	Χωρίς παρουσία σε 1000 ml	-	-	-

Πίνακας 5: Πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών νερών για παραγωγή πόσιμου νερού (ΚΥΑ 46399/1352/1986).
(*): Πιθανή απόκλιση λόγω μετεωρολογικών ή γεωγραφικών παραγόντων.

Πηγή: https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/438b_86.1337845406218.pdf

Επιπλέον στην εθνική νομοθεσία για την ποιότητα του πόσιμου νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, περιλαμβάνονται και οι παρακάτω παράμετροι :

Παραμετρικές τιμές φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων	
Παράμετρος	Παραμετρική τιμή
pH	6.5- 9.5
Αγωγιμότητα (μS/ cm) (20°C)	2500
Χρώμα (mg/ L)	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθιστες μεταβολές

¹⁶ DO: Διαλυμένο οξυγόνο. Σημαντική παράμετρος εκτίμησης της ρύπανσης των υδάτων. Η έλλειψη O₂ στα ύδατα σηματοδοτεί τη ρύπανσή τους.

¹⁷ BOD₅: Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο για τη βιολογική αποικοδόμηση αζωτούχων και ανθρακούχων ενώσεων.

¹⁸ TKN: Συνολικό N κατά Kjeldahl, το οποίο χρησιμοποιείται για την ανίχνευση αζωτούχων ενώσεων με A.O = -3

Οσμή	Αποδεκτή για τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθιστες μεταβολές
NO ₃ (mg/ L)	50
Cl ⁻ (mg/ L)	250
SO ₄ ²⁻ (mg/ L)	250
NH ₄ ⁴⁺ (mg/ L)	0.5
Na (mg/ L)	200
B (mg/ L)	1
F (mg/ L)	1.5
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (μg/ L)	0.1
Σύνολο παρασιτοκτόνων (mg/ L)	0.5
Fe (mg/ L)	0.2
Θολότητα (NTU)	Αποδεκτή για τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθεις μεταβολές
Mn (mg/ L)	0.05
TOC ¹⁹ (mg/ L)	Χωρίς ασυνήθιστες μεταβολές
Γεύση	Χωρίς ασυνήθιστες μεταβολές
Al (mg/ L)	0.2
Pb (mg/ L)	0.05
Hg (mg/ L)	0.01
As (mg/ L)	0.001
Cd (mg/ L)	0.01
Cu (mg/ L)	0.005
Ni (mg/ L)	2
Σύνολο κολοβακτηριοειδών / 100 ml	0.02
Κολοβακτηριοειδή κοπράνων / 100 ml	0
Εντερόκοκκοι / 100 ml	0
Αριθμός αποικιών σε 22°C και 37°C	Χωρίς ασυνήθιστες μεταβολές

Πίνακας 6: Φυσικοχημικές και μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμου νερού προς ανθρώπινη κατανάλωση
Πηγή: https://elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/720b_83.1248170075828.pdf

¹⁹ TOC: Ολικός οργανικός άνθρακας, χρησιμοποιείται συμπληρωματικά με το BOD για την ανίχνευση πολύ μικρών συγκεντρώσεων οργανικής ύλης.

6.2 Πρότυπα ποιότητας για τον έλεγχο του νερού ανά τον κόσμο

Σε παγκόσμια κλίμακα, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει δημοσιεύσει μια σειρά οδηγιών για την ποιότητα του πόσιμου νερού (Guidelines for Drinking Water Quality- GDWQ), οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη χάραξη πολιτικών διαχείρισης κινδύνων. Το GDWQ περιλαμβάνει πρότυπα σε εθνικό ή και κοινοτικό επίπεδο, έτσι ώστε να είναι εφικτό να προσαρμοστεί σε διάφορες περιπτώσεις αναλόγως τις οικονομικές, κοινωνικοπολιτικές και περιβαλλοντικές συνθήκες. Τέλος, ο οδηγός για την ποιότητα του πόσιμου νερού από τον ΠΟΥ, εστιάζει στην σημαντικότητα της υιοθέτησης προτύπων σχετικά με την ποιότητα των υδάτων. (74)

Στην παγκόσμια ανασκόπηση του ΠΟΥ, αναφέρονται ξεχωριστά οι παράμετροι που εξετάζονται στο νερό. Συγκεκριμένα, στην ανασκόπηση έλαβαν μέρος 125 χώρες, από τις οποίες απορρέουν μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή αποδοχής των παραμέτρων στο πόσιμο νερό βάσει των προτύπων που διαθέτουν, καθώς και ο μέσος όρος τους, οποίος συγκρίνεται με τη τιμή αποδοχής των παραμέτρων από τον ΠΟΥ. (74)

6.2.1 Ανόργανοι παράγοντες

Στην παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζονται συνολικά 24 ανόργανες ουσίες που εντοπίζονται στα ύδατα, όμως στις περισσότερες από αυτές, ο ΠΟΥ δεν έχει εκτιμήσει τις παραμετρικές τιμές ακόμα. Για το λόγο αυτό, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται όσες ανόργανες ουσίες περιέχονται στην ελληνική υγειονομική διάταξη.

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή ΠΟΥ	Μέγιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Ελάχιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Μέση παραμετρική τιμή 125 χωρών
As (mg/ L)	0.01	0.5	0.007	0.01
Ba (mg/ L)	0.7	2	0.1	0.7
B (mg/ L)	2.4	5	0.1	1
Cd (mg/ L)	0.003	0.15	0.0000005	0.005
Cl (mg/ L)	5	5	0.1	1
Cr (mg/ L)	0.05	0.5	0.001	0.5
Cu (mg/ L)	2	3	0.001	2
CN ⁻ (mg/ L)	0.07	0.6	0.01	0.05
F ⁻ (mg/ L)	1.5	5	0.6	1.5
Pb (mg/ L)	0.01	0.1	0.005	0.1
Mn (mg/ L)	0.4	0.5	0.01	0.1
Hg (mg/ L)	0.006	0.007	0.0005	0.001
Ni (mg/ L)	0.07	0.25	0.01	0.02
NO ₃ ⁻ (mg/ L)	50	75	40	50
NO ₂ ⁻ (mg/ L)	3	3.3	0.003	0.5

Se (mg/ L)	0.04	0.05	0.007	0.01
------------	------	------	-------	------

Πίνακας 7: Παραμετρικές τιμές ανόργανων ουσιών στο νερό. Παραμετρική προσέγγιση από τον ΠΟΥ και 125 χώρες παγκοσμίως.

Πηγή: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/350981/9789240023642-eng.pdf?sequence=1>

Στις ανόργανες ουσίες όλες οι μέσες παραμετρικές τιμές αποδοχής ήταν ίσες ή μικρότερες από τις τιμές που εκτιμήθηκαν από τον ΠΟΥ, εκτός από το Cd όπου η παραμετρική τιμή του ΠΟΥ ήταν 0.003 mg/ L ενώ η μέση τιμή των χωρών ήταν 0.005 mg/ L.

6.2.2 Οργανικοί παράγοντες

Σε αντίθεση με την εθνική υγειονομική διάταξη, ο ΠΟΥ έχει εκτιμήσει και τις παραμετρικές τιμές 89 οργανικών παραγόντων. (74) Οι πιο ιδιαίτερες οργανικές ουσίες είναι οι παρακάτω:

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή ΠΟΥ	Μέγιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Ελάχιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Μέση παραμετρική τιμή 125 χωρών
C ₆ H ₆ (mg/ L)	0.01	0.00073	0.000005	0.00001
C ₂₀ H ₁₂ (mg/ L)	0.0007	2	0.1	0.7
C ₂ H ₄ Cl ₂ (mg/ L)	0.03	0.05	0.003	0.003
C ₂ Cl ₄ (mg/ L)	0.04	0.2	0.001	0.01

Πίνακας 8: Παραμετρικές τιμές οργανικών ουσιών στο νερό. Παραμετρική προσέγγιση από τον ΠΟΥ και 125 χώρες παγκοσμίως.

Πηγή: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/350981/9789240023642-eng.pdf?sequence=1>

6.2.3 Παράμετροι σχετικοί με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των υδάτων

Οι πιο ιδιαίτεροι οργανοληπτικοί παράμετροι που έχει εκτιμήσει ο ΠΟΥ σύμφωνα με την ανασκόπηση που έγινε, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα :

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή ΠΟΥ	Μέγιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Ελάχιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Μέση παραμετρική τιμή 125 χωρών
pH (mg/ L)	6.5- 8.5	10.5	5	6.5
Cl ⁻ (mg/ L)	< 250 mg/ L	2	0.1	0.7
Fe (mg/ L)	2	2	0.1	0.3
Al (mg/ L)	< 0.1- 0.2	0.5	0.003	0.2
SO ₄ ²⁻ (mg/ L)	< 250	800	50	250
Χρώμα(TCU) ²⁰	15	50	0.5	15
Σκληρότητα/ Αλατότητα (CaCO ₃ mg/ L)	non set	1000	100	425
Οσμή (DN) ²¹	non set	6	2	3

²⁰ TCU: True Colour Unit

²¹ DN: Dilution Number

Γεύση (DN)	non set	6	2	3
Θερμοκρασία (°C)	non set	34	15	25

Πίνακας 9: : Παραμετρικές τιμές οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στο νερό. Παραμετρική προσέγγιση από τον ΠΟΥ και 125 χώρες παγκοσμίως.

Πηγή: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/350981/9789240023642-eng.pdf?sequence=1>

6.2.4 Μικροβιολογικοί Παράμετροι

Η συγκεκριμένη ανασκόπηση συστημάτων ποιότητας, στις μικροβιολογικές παραμέτρους περιλαμβάνει παθογόνους μικροοργανισμούς για τον άνθρωπο, όπως βακτήρια, ιοί, πρωτόζωα, έλμινθες αλλά και τοξικά κυανοβακτήρια. Αναλυτικότερα, οι παραμετρικές τιμές παρουσιάζονται στον πίνακα παρακάτω :

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή ΠΟΥ	Μέγιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Ελάχιστη παραμετρική τιμή 125 χωρών	Μέση παραμετρική τιμή 125 χωρών
<i>Clostridium perfringens</i>	none specified	2/ 20 ml	0/ 100 ml	0/ 100 ml
Σύνολο κολοβακτηριδίων	none specified	50/ 100 ml	0/ 100 ml	0/ 100 ml
Εντερόκοκκοι	none specified	0/ 100 ml	0/ 100 ml	0/ 100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0/ 100 ml	20/ 100 ml	0/ 100 ml	0/ 100 ml
Σύνολο ετερότροφων βακτηριών στους 22 °C	none specified	2000 cfu/ ml	5 cfu/ ml	100 cfu/ ml
Σύνολο ετερότροφων βακτηριών στους 37 °C	none specified	500 cfu/ ml	0 cfu/ ml	20 cfu/ ml

Πίνακας 10: Παραμετρικές τιμές μικροβιολογικών παραμέτρων στο νερό. Παραμετρική προσέγγιση από τον ΠΟΥ και 125 χώρες παγκοσμίως.

Πηγή: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/350981/9789240023642-eng.pdf?sequence=1>

Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, το *Clostridium perfringens* παρουσιάζει ορισμένα προτερήματα ως δείκτης εντεροϊών και παρασιτικών (ω)κύστεων. Επιπλέον, τα ετερότροφα βακτήρια τόσο στους 22 °C όσο και στους 37 °C, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες παθογόνων μικροοργανισμών, αλλά παρουσιάζουν ιδιαίτερη χρησιμότητα στην παρακολούθηση απολυμαντικών δεικτών στα συστήματα ύδρευσης. (74)

7. Συμπεράσματα

Η παρουσία παρασίτων στα συστήματα ύδρευσης αποτελεί έναν σημαντικό κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Βέβαια, οι χώρες οι οποίες μαστίζονται από υδατογενείς επιδημίες παρασιτικής αιτιολογίας, είναι κυρίως οι αναπτυσσόμενες χώρες όπου τα επίπεδα υγιεινής, τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινοτικό επίπεδο είναι χαμηλά. Συνεπώς, η ίδρυση συστημάτων επιδημιολογικής επιτήρησης θα ήταν ένα σημαντικό πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση παρασίτων που μεταδίδονται υδατογενώς αλλά παράλληλα και για τη βελτίωση της υγείας του πληθυσμού. Ένας ακόμη περιορισμός στην αντιμετώπιση των παρασίτων είναι, η αδυναμία ανίχνευσής τους σε εργαστηριακό επίπεδο, οπότε η δημιουργία εργαλείων που θα εστιάζουν στην ειδικότερη ανίχνευση των παθογόνων, είναι ένα μείζον ζήτημα για τις αρχές.

Ένα σημαντικό σημείο για την πρόληψη των παρασιτικών λοιμώξεων είναι η ανάπτυξη ενός βελτιωμένου συστήματος επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων. Παρά το γεγονός ότι, ορισμένα παράσιτα μπορούν να αφαιρεθούν από το νερό μέσω των διεργασιών επεξεργασίας, μερικές (ωο)κύστες λόγω της ανθεκτικότητάς τους σε απολυμαντικές ουσίες, όπως οι ωοκύστες του *Cryptosporidium sp.* οι οποίες παρουσιάζουν εξαιρετική ανθεκτικότητα στο χλώριο, μπορούν να περάσουν στο δίκτυο παροχής. Έτσι, απορρέει το συμπέρασμα ότι, υπάρχει ανάγκη για ανάπτυξη νέων μεθόδων απολύμανσης, περισσότερο αποτελεσματικές έναντι παρασίτων αλλά και παράλληλα λιγότερο οικολογικά τοξικές.

Επιπλέον, η ευαισθητοποίηση του γενικότερου πληθυσμού σε θέματα ατομικής υγιεινής κρίνεται απαραίτητη καθώς, όπως παρουσιάστηκε στην παρούσα εργασία ένα μέτρο για την καταπολέμηση των παρασίτων είναι το πλύσιμο των χεριών και των τροφίμων. Στις ανεπτυγμένες χώρες, οι πρακτικές αυτές είναι υιοθετημένες σε ένα μεγάλο βαθμό από τον πληθυσμό, όμως θα πρέπει και στις αναπτυσσόμενες χώρες, μέσω ειδικών προγραμμάτων αγωγής της υγείας, να πραγματοποιηθεί ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του πληθυσμού. Για παράδειγμα, προτού ξεκινήσει η διαδικασία του μαγειρέματος, να γνωρίζουν ότι το νερό που δεν προέρχεται από καθαρό σύστημα ύδρευσης, πιθανώς να είναι μολυσμένο και χρήζει βρασίματος προκειμένου να γίνει κατάλληλο προς χρήση.

Τέλος, λόγω της κλιματικής κρίσης η οποία διέπει τον πλανήτη, η δημιουργία ενός διεθνούς συστήματος αναφοράς υδατογενών παρασίτων θα ήταν απαραίτητη,

καθώς δυσμενή κλιματικά φαινόμενα που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή, ενδεχομένως να προκαλέσουν την εμφάνιση υδατογενών λοιμωδών νοσημάτων, μέσω της επίδρασης στα οικοσυστήματα. Συγκεκριμένα, με την αύξηση της θερμοκρασίας θα υπάρξουν μεταβολές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά αλλά και την ποσότητα των υδάτων, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη παθογόνων παρασίτων σε πηγές υδροληψίας αλλά και σωληνώσεις.

Βιβλιογραφία

1. **Νταράκας Ευθύμιος, Πεταλά Μαρία, Βασιλείος Τσιρίδης.** Το νερό. *Περιβαλλοντική Χημεία και Μηχανική*. Αθήνα : ΤΖΙΟΛΑ, 2020, σσ. 143- 196.
2. **European Commission.** Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *EUR- Lex*. [Ηλεκτρονικό] 2000. [Παραπομπή: 8 Απριλίου 2022.] https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF.
3. **Φυτιανός Κωνσταντίνος, Σαμαρά- Κωνσταντίνου Κωνσταντίνη.** Πόσιμο νερό. *Χημεία Περιβάλλοντος*. Θεσσαλονίκη : UNIVERSITY STUDIO PRESS, 2009, σσ. 183- 184.
4. **Σκούλλος Μιχαήλ, Σίσκος Παναγιώτης.** Παθογόνοι Μικροοργανισμοί. *Χημεία Περιβάλλοντος*. Αθήνα : ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ, 2010, σσ. 172- 173.
5. **Tortora Gerard J., Funke Berdell R., Case Christine L.** Βασικές Αρχές Μικροβιολογίας. [μεταφρ.] Αθανάσιος Τσακρής. *Εισαγωγή στη Μικροβιολογία*. Λευκωσία : BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, 2017, σσ. 30- 33.
6. **Tortora Gerard J., Funke Berdell R., Case Christine L.** Ευκαρυωτικοί Οργανισμοί: Μύκητες, Φύκη, Πρωτόζωα και Έλμινθες. [επιμ.] Αθανάσιος Τσακρής. *Εισαγωγή στη Μικροβιολογία*. Λευκωσία : BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, 2017, σσ. 365- 380.
7. **Blaine A. Mathison, Bobbi S. Pritt.** Parasites of the Gastrointestinal Tract. [επιμ.] Nima Rezaei. *Encyclopedia of Infection and Immunity*. 2022, σσ. 136- 203.
8. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** About Parasites. *Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*. [Ηλεκτρονικό] 2022. [Παραπομπή: 11 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/about.html>.
9. **Richard J. Pollack, Daniel Engelman, Andrew C. Steer, Scott A. Norton.** Ectoparasites. [επιμ.] Stella R. Quah. *International Encyclopedia of Public Health* . 2, 2017, σσ. 417- 428.
10. **Robert H. Friis, Thomas A. Sellers.** Epidemiology of Infectious Diseases. *Epidemiology for Public Health Practice*. s.l. : Jones and Bartlett Publishers International, 2004, σσ. 481- 533.
11. **Kara Rogers.** Parasite life cycles. *Parasitic disease*. [Ηλεκτρονικό] Britannica, 2020. [Παραπομπή: 11 Απριλίου 2022.] <https://www.britannica.com/science/parasitic-disease/Parasite-life-cycles>.
12. **Hugo Aguilar-Díaz, Julio César Carrero, Raúl Argüello-García, Juan Pedro Laclette, Jorge Morales-Montor.** Cyst and encystment in protozoan parasites: optimal targets for new life-cycle interrupting strategies. *Trends in Parasitology*. 2011, Τόμ. 27, 11, σσ. 450- 458.
13. **Hanspeter Marti.** Chapter One - The Discovery of Helminth Life Cycles. [επιμ.] Jennifer Keiser. *Advances in Parasitology*. 2019, Τόμ. 103, σσ. 1- 10.
14. **J. Stewart.** Παρασιτικές Λοιμώξεις: Παθογένεια και Ανοσία. [συγγρ. βιβλίου] Richard Slack, John Peutherer, Mike Barer David Greenwood. *Ιατρική Μικροβιολογία*. Λευκωσία : BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, 2016, σσ. 177- 185.

15. **Sumeeta Khurana, Renu Gur, Neha Gupta.** Chronic diarrhea and parasitic infections: Diagnostic challenges. *Indian Journal of Medical Microbiology.* 2021, Τόμ. 39, 4, σσ. 413-416.
16. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Parasites- Naegleria fowleri- Primary Amebic Meningoencephalitis (PAM)- Amebic Encephalitis. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 16 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/naegleria/general.html>.
17. **Ruqaiyyah Siddiqui, Ibne Karim M. Ali, Jennifer R. Cope, Naveed Ahmed Khan.** Biology and pathogenesis of Naegleria fowleri. *Acta Tropica.* 2016, Τόμ. 164, σσ. 375- 394.
18. **bbc.** Wudhu. *Religion & Ethics.* [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 15 Απριλίου 2022.] <https://www.bbc.co.uk/religion/galleries/wudhu/>.
19. **Sutherland K. Maciver, Jose E. Piñero, Jacob Lorenzo-Morales.** Is Naegleria fowleri an Emerging Parasite? *Trends in Parasitology.* 2020, Τόμ. 36, 1, σσ. 19- 28.
20. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Acanthamoeba Infection . [Ηλεκτρονικό] 2010. [Παραπομπή: 16 Απριλίου 2022.] https://www.cdc.gov/parasites/acanthamoeba/gen_info/acanthamoeba.html.
21. **Mitra Salehi, Adel Spotin, Fatemeh Hajizadeh, Faezeh Soleimani, Azar Shokri.** Molecular characterization of Acanthamoeba spp. from different sources in Gonabad, Razavi Khorasan, Iran. *Gene Reports.* 2022, Τόμ. 27.
22. **Sonali K. Kalra, Palvi Sharma, Kirti Shyam, Nidhi Tejan, Ujjala Ghoshal.** Acanthamoeba and its pathogenic role in granulomatous amebic encephalitis. *Experimental Parasitology.* 2020, Τόμ. 208.
23. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Acanthamoeba Keratitis. *Acanthamoeba* . [Ηλεκτρονικό] 2010. [Παραπομπή: 2022 Απριλίου 2022.] https://www.cdc.gov/parasites/acanthamoeba/gen_info/acanthamoeba_keratitis.html.
24. **Ben Abdesslem Nadia, Mahjoub Anis, Seghaier Mohamed Ali, Mahjoub Ahmed, Romdhani Sana, Ghorbel Mohamed, Mahjoub Hechemi, Knani Leila, Krifa Fethi.** Acanthamoeba keratitis in contact lens wearers in a tertiary center of Tunisia, North Africa. *Annals of Medicine and Surgery.* 2021, Τόμ. 70.
25. **Nóra Szentmáry, Loay Daas, Lei Shi, Kornelia Lenke Laurik, Sabine Lepper, Georgia Milioti, Berthold Seitz.** Acanthamoeba keratitis – Clinical signs, differential diagnosis and treatment. *Journal of Current Ophthalmology.* 2019, σσ. 16- 23.
26. **Mrigya Babuta, Sudha Bhattacharya, Alok Bhattacharya.** Entamoeba histolytica and pathogenesis: A calcium connection. *PLoS Pathog.* 2020.
27. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Amebiasis. *Entamoeba histolytica.* [Ηλεκτρονικό] 2019. [Παραπομπή: 25 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/>.
28. **Micaella Kantor, Anarella Abrantes, Andrea Estevez, Alan Schiller, Jose Torrent, Jose Gascon, Robert Hernandez, Christopher Ochner.** Entamoeba Histolytica: Updates in Clinical Manifestation, Pathogenesis, and Vaccine Development. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology.* 2018.
29. **Chou A, Austin RL.** Entamoeba Histolytica. *Europe PMC.* [Ηλεκτρονικό] 2020. [Παραπομπή: 25 Απριλίου 2022.] <https://europepmc.org/article/nbk/nbk557718>.

30. **Sunil Tulshiram Hajare, Aster Betcha, Rajesh J Sharma, Shrikant B. Bhosale, Vijay J. Upadhye, Mohammed Kuddus, Feleke Eriso.** Giardia lamblia infection and associated risk factors among patients attending Kochore Health Center, Ethiopia. *Infectious Diseases Now*. 2022.
31. **Hossein Hooshyar, Parvin Rostamkhani, Mohsen Arbabi, Mahdi Delavari.** Giardia lamblia infection: review of current diagnostic strategies. *Gastroenterology and hepatology from bed to bench*. 2019, Τόμ. 12, 1, σσ. 3- 12.
32. **Lenka Cernikova, Carmen Faso, Adrian B. Hehl.** Five facts about Giardia lamblia. [επιμ.] Audrey Ragan Odom. *PLoS Pathog*. 2018, Τόμ. 14, 9.
33. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Pathogen and Environment. *Giardia lamblia*. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 27 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/giardia/pathogen.html> .
34. **Rodney D. Adam.** Giardia duodenalis: Biology and Pathogenesis. *Clin Microbiol Rev*. 15, 2021, Τόμ. 34, 4.
35. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Giardia and Pets. *Giardia lamblia*. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 27 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/giardia/prevention-control-pets.html> .
36. **Angel A Escobedo, Pedro Almirall, Maydel Alfonso, Sérgio Cimerman, Leonor Chacín-Bonilla.** Sexual transmission of giardiasis: a neglected route of spread? *Acta Trop*. 2014.
37. **Candice J McNeil, Robert D Kirkcaldy, Kimberly Workowski.** Enteric Infections in Men Who Have Sex With Men. *Clinical Infectious Diseases*. 2022, Τόμ. 74, 2, σσ. 169- 178.
38. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** *Giardiasis NNDSS Summary Report for 2019*. s.l. : Centers for Disease Control and Prevention, 2019.
39. **Noel Dunn; Andrew L. Juergens.** Giardiasis. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 27 Απριλίου 2022.] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513239/>.
40. **Jay W. Marks, MD, Bhupinder Anand, MD.** Giardiasis (Giardia Lamblia). *MedicineNet*. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 27 Απριλίου 2022.] https://www.medicinenet.com/giardia_lamblia/article.htm.
41. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Illness and Symptoms. *Giardia*. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 27 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/giardia/illness.html>.
42. **C. Chique, P.D. Hynds, L. Andrade, L. Burke, D. Morris, M.P. Ryan, J. O’Dwyer.** Cryptosporidium spp. in groundwater supplies intended for human consumption – A descriptive review of global prevalence, risk factors and knowledge gaps. *Water Research*. 2020, Τόμ. 176.
43. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Pathogen & Environment. *Cryptosporidium sp.* [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 27 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/crypto/pathogen.html> .
44. **Hasti Daraei, Gea Oliveri Conti, Fatemeh Sahlabadi, Van Nam Thai, Sahar Gholipour, Habibollah Turki, Yadolah Fakhri, Margherita Ferrante, Ali Moradi, Amin**

- Mousavi Khaneghah.** Prevalence of *Cryptosporidium* spp. in water: a global systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020.
45. **Dayana Andrade de Freitas, Anderson Luiz Ribeiro de Paiva, José Adson Andrade de Carvalho Filho, Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral, Francisca Janaína Soares Rocha.** Occurrence of *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. and other pathogenic intestinal parasites in the Beberibe River in the State of Pernambuco, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2015, σσ. 220- 223.
46. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Illness & Symptoms. *Cryptosporidium*. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/crypto/illness.html>.
47. **Elisabeth A. Innes, Rachel M. Chalmers, Beth Wells, Mattie C. Pawlowic.** A One Health Approach to Tackle Cryptosporidiosis. *Trends in Parasitology*. 2020, Τόμ. 36, 3, σσ. 290- 303.
48. **Ajib Diptyanusa, Ika Puspa Sari.** Treatment of human intestinal cryptosporidiosis: A review of published clinical trials. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2021, Τόμ. 17, σσ. 128- 138.
49. **Sumit K. Matta, Nicholas Rinkenberger, Ildiko R. Dunay, L. David Sibley.** *Toxoplasma gondii* infection and its implications within the central nervous system. *Nature Reviews Microbiology*. 2021, σσ. 467- 480.
50. **Abdelbaset E. Abdelbaset, Mostafa F.N. Abushahba, Makoto Igarashi.** *Toxoplasma gondii* in humans and animals in Japan: An epidemiological overview. *Parasitology International*. 2022, Τόμ. 87.
51. **Márcia Attias, Dirceu E. Teixeira, Marlene Benchimol, Rossiane C. Vommaro, Paulo Henrique Crepaldi, Wanderley De Souza.** The life-cycle of *Toxoplasma gondii* reviewed using animations. *Parasites & Vectors*. 2020, Τόμ. 13.
52. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Toxoplasmosis Disease. *Toxoplasmosis*. [Ηλεκτρονικό] 2018. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/toxoplasmosis/disease.html> .
53. **David Greenwood, Richard Slack, John Peutherer, Mike Barer.** Έλμινθες. *Ιατρική Μικροβιολογία*. Λευκωσία : BROKEN HILL PUBLISHERS LTD, 2016, σσ. 788- 802.
54. **World Health Organization (WHO).** Soil-transmitted helminth infections. [Ηλεκτρονικό] 2022. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections>.
55. **World Health Organization (WHO).** Quantitative Microbial Risk Assessment: Application for Water Safety Management. *World Health Organization (WHO)*. [Ηλεκτρονικό] 2016. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/246195/9789241565370-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
56. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Ascariasis. *Ascaris lumbricoides*. [Ηλεκτρονικό] 2019. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/>.
57. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Trichuriasis. *Trichuris trichiura*. [Ηλεκτρονικό] 2017. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/dpdx/trichuriasis/> .

58. **Jimmy Anders Antilahy, Mohammad Akhouni, Mohamed Belaloui, Anna Borovkov, Anthony Marteau, Eric Bonte, Arezki Izri.** Acute appendicitis caused by *Enterobius vermicularis*: Observations from a case report. *IDCases*. 2021, Τόμ. 25.
59. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Enterobiasis. [Ηλεκτρονικό] 2019. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/pinworm/biology.html>.
60. **Timothy J.C. Anderson, Egie E. Enabulele.** *Schistosoma mansoni*. *Trends in Parasitology*. [Ηλεκτρονικό] 2020. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] [https://www.cell.com/trends/parasitology/fulltext/S1471-4922\(20\)30164-1#%20](https://www.cell.com/trends/parasitology/fulltext/S1471-4922(20)30164-1#%20).
61. **World Health Organization (WHO).** Schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: treating millions of people, despite the pandemic. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] <https://www.who.int/news/item/08-12-2021-schistosomiasis-and-soil-transmitted-helminthiasis-treating-millions-of-people-despite-the-pandemic>.
62. **Javier González-Miguel, David Becerro-Recio, Mar Siles-Lucas.** Insights into *Fasciola hepatica* Juveniles: Crossing the Fasciolosis Rubicon. *Trends in Parasitology*. [Ηλεκτρονικό] 2022. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.] [https://www.cell.com/trends/parasitology/fulltext/S1471-4922\(20\)30249-X](https://www.cell.com/trends/parasitology/fulltext/S1471-4922(20)30249-X).
63. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC).** Fascioliasis. *Fasciola hepatica*. [Ηλεκτρονικό] 2020. [Παραπομπή: 30 Απριλίου 2022.]
64. **S. Mas-Coma, M. D. Bargues, M. A. Valero.** Human fascioliasis infection sources, their diversity, incidence factors, analytical methods and prevention measures. *Parasitology*. 2018, Τόμ. 145, 13, σσ. 1665-1699.
65. **Selma Baldursson, Panagiotis Karanis.** Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks – An update 2004–2010. *Water Research*. 2011, σσ. 6603-6614.
66. **Artemis Efstratiou, Jerry E. Ongerth, Panagiotis Karanis.** Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011–2016. *Water Research*. 2017, Τόμ. 144, σσ. 14- 22.
67. **Jun-Yang Ma, Man-Yao Li, Ze-Zheng Qi, Ming Fu, Tian-Feng Sun, Hany M. Elsheikha, Wei Cong.** Waterborne protozoan outbreaks: An update on the global, regional, and national prevalence from 2017 to 2020 and sources of contamination. *Science of The Total Environment*. 2022, Τόμ. 806.
68. **Centers for Disease Control and Prevention (CDC)** . Prevention and Control. *Parasites*. [Ηλεκτρονικό] 2021. [Παραπομπή: 5 Μαΐου 2022.] <https://www.cdc.gov/parasites/giardia/prevention-control.html> .
69. **Adam P. Fraiese, Jean- Yves Maillard, Syed A. Sattar.** *Αρχές και μέθοδοι απολύμανσης, συντήρησης και αποστείρωσης*. [επιμ.] Χαρίλαος Κ. Κουτής, Κωνσταντίνος Ντελέζος Φωτούλα Π. Μπαμπάτσικου. Αθήνα : Επιστημονικές εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ, 2019.
70. **Νταράκας Ευθύμιος, Πεταλά Μαρία, Βασίλειος Τσιρίδης.** Διεργασίες επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων. *Περιβαλλοντική Χημεία και Μηχανική*. Αθήνα : ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, 2020, σσ. 281- 484.
71. **Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε).** Προστασία των νερών που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της περιοχής πρωτεύουσας

από ρυπάνσεις και μολύνσεις. *Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε)*. [Ηλεκτρονικό] 1983. [Παραπομπή: 14 Μαΐου 2022.]
https://elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/720b_83.1248170075828.pdf .

72. **Νταράκας Ευθύμιος, Πεταλά Μαρία, Βασίλειος Τσιρίδης**. Νομοθεσία για το νερό. *Περιβαλλοντική Χημεία και Μηχανική*. Αθήνα : ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, 2020, σσ. 190- 196.

73. **Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε)**. Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζουν. *Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας*. [Ηλεκτρονικό] 2014. [Παραπομπή: 14 Μαΐου 2022.]
https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/438b_86.1337845406218.pdf.

74. **World Health Organization (WHO)**. A global overview of national regulations and standards for drinking- water. *World Health Organization*. [Ηλεκτρονικό] 2021.
[Παραπομπή: 14 Μαΐου 2022.]
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/350981/9789240023642-eng.pdf?sequence=1>.

Βιβλιογραφία εικόνων

Εικόνα 1 : Κατανομή του νερού στη γη.	10
Εικόνα 2: Κατανομή γλυκού νερού.	10
Εικόνα 3: Κατανομή επιφανειακού γλυκού νερού.	11
Εικόνα 4: Διαχωρισμός των υδάτων.	11
Εικόνα 5: Μικροσκοπική απεικόνιση ενήλικης ταινίας.	15
Εικόνα 6 : Αδρή κατάταξη παρασίτων.	16
Εικόνα 7 : <i>Giardia lamblia</i>	18
Εικόνα 8: Ο βιολογικός κύκλος της <i>Naegleria fowleri</i>	23
Εικόνα 9: Η είσοδος της <i>Naegleria fowleri</i> στον άνθρωπο.	24
Εικόνα 10: Τροφοζώιτες της αμοιβάδας <i>Acanthamoeba</i> spp.	28
Εικόνα 11: Κύστες της αμοιβάδας <i>Acanthamoeba</i> spp.	28
Εικόνα 12: Ο κύκλος ζωής της <i>Acanthamoeba</i>	29
Εικόνα 13: Ο κύκλος ζωής της εντερικής αμοιβάδας <i>Entamoeba histolytica</i>	32
Εικόνα 14: Απεικόνιση του μαστιγοφόρου παρασίτου <i>Giardia lamblia</i>	34
Εικόνα 15: Η ανθεκτική κύστη του παρασίτου <i>Giardia lamblia</i>	35
Εικόνα 16: Ο κύκλος ζωής του παρασίτου <i>Giardia lamblia</i>	36
Εικόνα 17: Ο κύκλος ζωής του <i>Cryptosporidium</i> sp.	40
Εικόνα 18: Έμφυλη και Άφυλη αναπαραγωγή.	41
Εικόνα 19: Οι πηγές και ο τρόπος μετάδοσης του <i>Cryptosporidium</i> sp στα ζώα.	42
Εικόνα 20: Τρόποι μετάδοσης του παρασίτου <i>Toxoplasma gondii</i> και οι ξενιστές του.	45
Εικόνα 21: Η απεικόνιση του κύκλου ζωής και των σταδίων του έμινθα <i>Ascaris lumbricoides</i>	49
Εικόνα 22: Ο βιολογικός κύκλος του έμινθα <i>Ascaris lumbricoides</i>	50
Εικόνα 23: Απεικόνιση του έμινθα <i>Trichuris trichiura</i>	51
Εικόνα 24: Ο κύκλος ζωής του έμινθα <i>Trichuris trichiura</i>	52
Εικόνα 25: Ο κύκλος ζωής του <i>Enterobius vermicularis</i>	53
Εικόνα 26: Ο βιολογικός κύκλος του έμινθα <i>Schistosoma</i> sp.	55
Εικόνα 27: Ο βιολογικός κύκλος του έμινθα <i>Fasciola hepatica</i>	58
Εικόνα 28: Παγκόσμια κατανομή των υδατογενών επιδημιών παρασιτικής αιτιολογίας ανά είδος	

παρασίτου.....	
.....	61
Εικόνα 29: Παγκόσμια κατανομή των υδατογενών επιδημιών παρασιτικής αιτιολογίας ανά είδος νερού.	61
Εικόνα 30: Διαχωρισμός μέσωσων απολύμανσης του νερού.	66

Βιβλιογραφία πινάκων

Πίνακας 1: Κρούσματα Πρωτοπαθούς Αμοιβαδικής Μηνιγγοεγκεφαλίτιδας βάσει βιβλιογραφίας από το 1961 έως το 2018.....	27
Πίνακας 2: Η αποτελεσματικότητα στην αδρανοποίηση των παρασιτικών πρωτόζωων <i>Giardia</i> spp και <i>Cryptosporidium</i> spp.	66
Πίνακας 3: Καταλληλότητα απολυμαντικών για τις (ωο)κύστεις παρασιτικών πρωτόζωων.	67
Πίνακας 4: Σύγκριση των διαδικασιών απολύμανσης.	67