



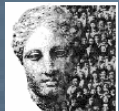
ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ  
ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ  
ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΛΛΗΛΕΓΓΥΗΣ



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

Ταχυδρομική Διεύθυνση:  
Ανόρτικου 36 και Μητροπούλου  
Αλεξανδρούπολη 68 100

Επιστημονικός Υπεύθυνος:  
Θ.Κ. Κωνσταντινίδης  
Αν. Καθηγητής Υγιεινής  
Τμήματος Ιατρικής Δ.Π.Θ.



ΕΘΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ Δ.Π.Θ.

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ Π.Ε.Δ.Υ. Α.Μ.Θ. ΕΙΝΑΙ ΕΝΤΑΓΜΕΝΗ  
ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΤΟΥ ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ. ΚΑΙ ΤΗΣ Ε.Σ.Δ.Υ.  
[ΜΕ ΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ,  
ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΡΑΚΗΣ]

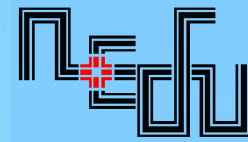
# ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ι. Αλεξανδροπούλου  
Α. Βαρελά  
Μ. Κάπη  
Θ.Γ. Κωνσταντινίδης  
Π. Μάνδαλος  
Σ. Μπινοπούλου  
Χ. Νικολαΐδης  
Θ. Παρασίδης  
Α. Τσελεμπόνης  
Θ.Κ. Κωνσταντινίδης  
(επιμέλεια έκδοσης)

Αλεξανδρούπολη, 2009



ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ  
ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ  
ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΛΛΗΛΕΓΓΥΗΣ



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

Ταχυδρομική Διεύθυνση:  
Ανόρτικου 36 και Μητροπούλου  
Αλεξανδρούπολη 68 100

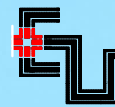
Επιστημονικός Υπεύθυνος:  
Θ.Κ. Κωνσταντινίδης  
Αν. Καθηγητής Υγιεινής  
Τμήματος Ιατρικής Δ.Π.Θ.



ΕΘΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ Δ.Π.Θ.

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ Π.Ε.Δ.Υ. Α.Μ.Θ. ΕΙΝΑΙ ΕΝΤΑΓΜΕΝΗ  
ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΤΟΥ ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ. ΚΑΙ ΤΗΣ Ε.Σ.Δ.Υ.  
[ΜΕ ΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ,  
ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΡΑΚΗΣ]

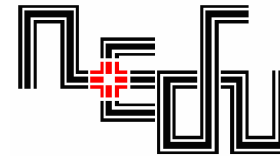
# ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ι. Αλεξανδροπούλου  
Α. Βαρελά  
Μ. Κάπη  
Θ.Γ. Κωνσταντινίδης  
Π. Μάνδαλος  
Σ. Μπινοπούλου  
Χ. Νικολαΐδης  
Θ. Παρασίδης  
Α. Τσελεμπόνης  
Θ.Κ. Κωνσταντινίδης  
(επιμέλεια έκδοσης)

Αλεξανδρούπολη, 2009



ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ  
ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ  
ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΑΛΛΗΛΕΓΓΥΗΣ



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ

Ταχυδρομική Διεύθυνση:  
Ανδρονίκου 36 και Μητροπούλου  
Αλεξανδρούπολη 68 100

Επιστημονικός Υπεύθυνος:  
Θ.Κ. Κωνσταντινίδης  
Αν. Καθηγητής Υγιεινής  
Τμήματος Ιατρικής Δ.Π.Θ.



ΕΘΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ



ΔΗΜΟΚΡΕΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ Δ.Π.Θ.

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ Π.Ε.Δ.Υ. Α.Μ.Θ. ΕΙΝΑΙ ΕΝΤΑΓΜΕΝΗ  
ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΤΟΥ ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ. ΚΑΙ ΤΗΣ Ε.Σ.Δ.Υ.  
[ΜΕ ΤΗΝ ΤΟΠΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ,  
ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΔΗΜΟΚΡΕΤΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΡΑΚΗΣ]

# ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

*Ι. Αλεξανδροπούλου  
Α. Βαρελά  
Μ. Κάπη  
Θ.Γ. Κωνσταντινίδης  
Π. Μάνδαλος  
Σ. Μπινοπούλου  
Χ. Νικολαΐδης  
Θ. Παρασίδης  
Α. Τσελεμπόνης  
Θ.Κ. Κωνσταντινίδης  
(επιμέλεια έκδοσης)*

Αλεξανδρούπολη, 2009

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ.), ως οργανισμός που υλοποιεί την πολιτική του Υπουργείου Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, έχει κύριο στόχο του, την προάσπιση της υγείας των πολιτών της χώρας και τη βελτίωση των προσφερόμενων υπηρεσιών υγείας, στα πλαίσια της εθνικής πολιτικής υγείας, με κύριο γνώμονα την εξυπηρέτηση των πολιτών. Ειδικότερα στον τομέα της Δημόσιας Υγείας προχώρησε στην ανάπτυξη του *Κεντρικού Εργαστηρίου Δημόσιας Υγείας* (Κ.Ε.Δ.Υ.) και των *Περιφερειακών Εργαστηρίων Δημόσιας Υγείας* (Π.Ε.Δ.Υ.). Η Διοίκηση του ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ. σύνηψε αναπτυξιακή και ερευνητική συνεργασία με την *Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας* (Ε.Σ.Δ.Υ.), που στόχο έχει την στρατηγική, τεχνολογική και εργαστηριακή υποστήριξη του Κ.Ε.Δ.Υ. και των Π.Ε.Δ.Υ καθώς και της δημόσιας υγείας γενικότερα. Ανέπτυξε δίκτυο συνεργασίας με τα κατά τόπους σχετιζόμενα Πανεπιστημιακά Εργαστήρια των Ιατρικών Σχολών της χώρας μας, όπως το *Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος του Τμήματος Ιατρικής του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης* (Δ.Π.Θ.) για την Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (Α.Μ.Θ.), σε τοπικό επίπεδο.

Τα Περιφερειακά Εργαστήρια Δημόσιας Υγείας, με το Νόμο 3370/2005 άρθρο 20 (Φ.Ε.Κ. 176 τεύχος Α 11.07.2005), μετατράπηκαν σε περιφερειακές μονάδες του ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ. και βρίσκονται σε λειτουργική διασύνδεση με το *Κεντρικό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας* (Κ.Ε.Δ.Υ.), το οποίο αποτελεί πλέον διεύθυνση του ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ. το οποίο συντονίζει τη λειτουργία τους και χαράσσει την εθνική πολιτική και τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων τους, με υπεύθυνη για τον συντονισμό τους την κ. *Ελεονώρα Χατζηπασχάλη*. Τα *Περιφερειακά Εργαστήρια Δημόσιας Υγείας*, σύμφωνα με ότι προβλέπεται από τη νομοθεσία, έχουν ως προτεραιότητα της λειτουργίας τους, τον τακτικό έλεγχο της ποιότητας των υδάτων, των τροφίμων και του περιβάλλοντος για την διασφάλιση της υγείας των κατοίκων των περιοχών ευθύνης τους, παρέχοντας εξειδικευμένες υπηρεσίες στον τομέα αυτόν.

Το Π.Ε.Δ.Υ. Α.Μ.Θ., στην Αλεξανδρούπολη, ως υπηρεσία του ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ., που ασκεί τον εθνικό σχεδιασμό και συντονισμό, συνδεδεμένο λειτουργικά με το Κ.Ε.Δ.Υ. στην Αθήνα και με τη συνεργασία των ακαδημαϊκών και ερευνητικών φορέων, που μνημονεύθηκαν ανωτέρω, άρχισε ήδη τη λειτουργία του και μια από τις πρώτες πρωτοβουλίες του, ήταν να προχωρήσει στην ανά χείρας έκδοση, με άρθρα που συνέταξαν τα μέλη της τοπικής επιστημονικής ομάδας με πρωτοβουλία του Επιστημονικού Υπεύθυνου κ. *Θ.Κ. Κωνσταντινίδη*, Αναπληρωτή Καθηγητή της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θράκης. Στόχος αυτής της έκδοσης είναι η ενημέρωση των τοπικών φορέων και των πολιτών της περιοχής για το επιστημονικό αντικείμενα του Περιφερειακού Εργαστηρίου Δημόσιας Υγείας στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Η παρουσίαση της έκδοσης πραγματοποιείται στα πλαίσια των εγκαινίων του Π.Ε.Δ.Υ. Α.Μ.Θ., που γίνεται με την παρουσία του Υπουργού Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης κ. *Δημήτριου Αβραμόπουλου*, ο οποίος είχε και την πρωτοβουλία για τη λειτουργία του θεσμού.

**Δρ Ι. Πιερουτσάκος**  
Πρόεδρος ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ.



# ΟΨΕΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ - ΘΡΑΚΗ

**Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

*Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη*

*Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη*

Η ιστορία εξελίσσεται στα μέρη μας, στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης: πολύ προτού εντοπισθεί ένα από τα μεγαλύτερα κοιτάσματα λιγνίτη και τύρφης στη χώρα μας, (το μεγαλύτερο κοίτασμα τύρφης ανά την υφήλιο), στην πεδιάδα Δράμας - Φιλίππων - Σερρών, εκτείνονταν εκεί, μια τεράστια ελώδης περιοχή. Οι αυτονόητες επιπτώσεις στην υγεία των πολιτών, που ζούσαν και εργάζονταν εκεί γύρω, σχετιζόνταν κυρίως με ελονοσία και άλλα λοιμώδη και παρασιτικά νοσήματα. Η δημοσολογική αυτή εικόνα συνάδει, άλλωστε, με το πρότυπο νοσηρότητας (και θνησιμότητας) του τέλους της πρώτης και της αρχής της δεύτερης φάσης της επιδημιολογικής μετάβασης, όπως αυτή αποτυπώνονταν στην ενδοχώρα της Ελλάδας του Μεσοπολέμου (υψηλή γεννητικότητα και ταυτόχρονα υψηλή θνησιμότητα και χαμηλό προσδόκιμο επιβίωσης).

Η δραστική παρέμβαση στους περιβαλλοντικούς νοσογόνους παράγοντες, που ξεκίνησε από τις κυβερνήσεις Βενιζέλου (κατά τη λεγόμενη μηχανική φάση της Υγιεινής) και ολοκληρώθηκε μεταπολεμικά, αφορά την αποξήρανση των Τεναγών των Φιλίππων. Απότοκο των περιβαλλοντικών αλλαγών ήταν τόσο η βελτίωση της κατάστασης της υγείας του πληθυσμού, όσο και σημαντικές κοινωνικές και οικονομικές μεταβολές. Για την περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας, με την αποξήρανση των Τεναγών των Φιλίππων, πρωτίστως υπήρξε η ευχέρεια να δοθούν προς καλλιέργεια ιδιαίτερα εύφορες εκτάσεις (σε μια περίοδο που ήταν απαραίτητο να βρεθούν δυνατότητες απασχόλησης για τους νεοεγκατασταθέντες πρόσφυγες της μικρασιατικής καταστροφής), με παράπλευρες επιπτώσεις στο πρότυπο νοσηρότητας του πληθυσμού κατά την περίοδο του ανθελονοσιακού αγώνα.

Με την έννοια αυτήν, ο πρωταρχικός στόχος ήταν η κοινωνική πολιτική, στα πλαίσια της διανομής κλήρου στους πρόσφυγες, χωρίς αντιπαράθεσεις με τους γηγενείς κατοίκους της περιοχής: εύφορες εκτάσεις για καλλιέργεια που δεν προϋπήρχαν της ανταλλαγής πληθυσμών. Οι εκτάσεις αυτές προσφέρονταν για καλλιέργειες δημητριακών (επομένως προϊόντων άμεσα χρηστικών για διατροφή) και καπνού, ενώ ταυτόχρονα ο κλήρος που διανεμήθηκε σε κάθε οικογένεια προσφύγων περιελάμβανε και μικρή ορεινή

ή ημιορεινή έκταση για αμπελοκαλλιέργεια και ευχέρεια παρασκευής αλκοολούχων. Με τον τρόπο αυτόν, η καλά σχεδιασμένη κοινωνική πολιτική της εποχής, έδινε τη δυνατότητα στους νεοφερμένους πρόσφυγες να έχουν άμεσα, προϊόντα για διατροφή, αλλά και για στοιχειώδεις απολαύσεις (καπνός και αλκοόλ, με την πώληση των οποίων μπορούσε να αποκτηθεί και ένα στοιχειώδες εισόδημα). Τα μείζονα ζητήματα που αποτέλεσαν τις προτεραιότητες της πολιτικής που σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε κυρίως κατά την περίοδο του Μεσοπολέμου, ήταν στοχευμένες διέξοδοι στα ζητήματα της απασχόλησης, της διατροφής και της εγγένη διαβίωσης του πληθυσμού, που εγκαταστάθηκε στην περιοχή.

Με βάση τα παραπάνω, πρέπει να θεωρηθεί ότι οι υγειονομικές επιπτώσεις ήταν συνακόλουθο των κοινωνικών προτεραιοτήτων, που όμως λειτούργησαν δραστικά στον περιορισμό της νοσηρότητας (και της σχετιζόμενης θνησιμότητας), που οφείλονταν σε λοιμώδη και παρασιτικά νοσήματα, στους πολίτες που εργάζονταν και κατοικούσαν στις ελώδεις περιοχές της πεδιάδας Δράμας - Φιλίππων - Σερρών.

Αλλωστε, επιστημολογικά συζητώντας, από τα πρώτα βήματα της σύγχρονης μετα-αναγεννησιακής δυτικής ιατρικής, ήταν η αποκάλυψη των αιτίων των λοιμωδών και παρασιτικών νοσημάτων και ο περιορισμός τους μέχρι τις μέρες μας, που με δυο τρόπους επιτεύχθηκε:

- Από τη μια, με εφαρμογή θεραπείας στους νοσούντες, σε όσους ήδη έχουν εκδηλώσει το νόσημα, πράγμα που σημαίνει ότι ήδη έχουν εκτεθεί σε νοσογόνους παράγοντες επικινδυνότητας. (Χορήγηση κινίνης για την ελονοσία σε κατοίκους ενδημικών περιοχών).
- Κι απ' την άλλη, με εφαρμογή δράσεων, που μπορούν να οδηγήσουν στον περιορισμό της νοσηρότητας, με εφαρμογή προληπτικών μέτρων. (Για τη συγκεκριμένη περίπτωση, εφαρμογή τεχνικής πρόληψης, με την αποξήρανση των ελωδών εκτάσεων. Με τον τρόπο αυτόν συντελέστηκε εξάλειψη των νοσογόνων παραγόντων, που ήταν περιβαλλοντικής προέλευσης και πρέπει να επισημανθεί ότι σχετιζόνταν ταυτόχρονα με τη διαβίωση και με την εργασία – τις αγροτικές ενασχολήσεις).

Η *πρώτη εκδοχή* είναι δυνατό να δίνει άμεσα και θεαματικά αποτελέσματα στον δραματικά νοσούντα πολίτη, αποτελεί αντικείμενο της *ιατρικής αιχμής* (αυτής, που συχνά αναφέρεται στις μέρες μας, ως *θριαμβεύουσα ιατρική*, λόγω της ταχείας αποτελεσματικότητάς της) και ασκείται βέβαια στον καθένα ασθενή πολίτη διακριτά. Είναι αξιοσημάντο, ότι εφαρμόζεται στον ασθενή που προσέρχεται στον ιατρό (στο ιατρείο του, είτε γενικότερα σε υπηρεσία παροχής φροντίδας υγείας).

Η *δεύτερη εκδοχή*, αυτή της *πρόληψης*, δεν ασκείται μεμονωμένα (σε ένα πολίτη), μπορεί να μην αφορά μόνο τον ανθρώπινο οργανισμό (αλλά και το περιβάλλον του), ωστόσο, δεν αποτελεί ισχνότερης σημασίας ιατρική δράση. Πρόκειται για την αλλαγή παραδείγματος στην Ιατρική, που ξεφεύγοντας από ιατρικές δράσεις σε μεμονωμένους οργανισμούς, ενδιαφέρεται για την απαλοιφή των νοσογόνων παραγόντων πριν εισχωρήσουν στους ανθρώπινους οργανισμούς, σε πληθυσμιακή βάση. Το ενδιαφέρον, επομένως, δεν εστιάζεται στη θεραπεία ήδη εκδηλωμένων περιστατικών νόσησης, αλλά δρώντας ένα επίπεδο πρωιμότερα, αντιμετωπίζονται οι εξωγενείς νοσογόνοι παράγοντες, προτού προλάβουν να οδηγήσουν σε εμφάνιση νοσήματος. (Πολιτικά συζητώντας το, πρόκειται για εφαρμογή ιατρικής πρόληψης σε νοσήματα της *αποτρεπτικής* ή *αποτρέψιμης* νοσηρότητας και συνακόλουθης θνησιμότητας).

Με τη θεώρηση αυτήν, όλες οι ιατρικές δράσεις της *πρωτογενούς πρόληψης*, αυτό πετυχαίνουν (όπως συμβαίνει, λόγω χάρη, με τους εμβολιασμούς στη λεγόμενη ανοσοποίηση αγέλης). Προχωρώντας ακόμα πιο πέρα, η υγειονομική βελτίωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων, αποσυνθέτει τη σύνδεση της νοσηρότητας με περιβαλλοντικούς παράγοντες. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, απαραίτητος είναι ο έλεγχος ποιότητας (микροβιολογικής και χημικής) των περιβαλλοντικών δειγμάτων. Προσέγγιση που δεν δείχνει να ανήκει κτητικά στην Ιατρική, αναδεικνύοντας, έτσι, την αναγκαιότητα πολυεπιστημονικής προσέγγισης για την ολιστική αντιμετώπιση των προβλημάτων υγείας. Ο μικροβιολογικός έλεγχος σε δείγματα προερχόμενα από το *φυσικό περιβάλλον*, απαιτεί μια διαφορετική προσέγγιση από αυτήν που εφαρμόζεται στην κλασική λειτουργία της νοσοκομειοκεντρικής ιατρικής. Οι περιβαλλοντικές μετρήσεις δεν αφορούν τους ασθενείς, αλλά το καθόλου ουδέτερο «περιβάλλον», που δεν είναι περιοριστικά μόνο το φυσικό. Το *περιβάλλον τεχνόσφαιρας* (χώροι διαβίωσης, χώροι εργασίας), αποτελεί πρόσθετη πρόκληση για τη διερεύνηση της ποιότητάς του, που συνδέει μονόδρομα το ρόλο της κοινωνικής οργάνωσης με τη νοσηρότητα. Να γιατί, η *Δημόσια Υγεία - Δημόσια Υγιεινή* είναι άρρηκτα δεμένη με την *Κοινωνική Ιατρική* και με την έννοια αυτήν, έχει να ασχοληθεί με *κοινωνιογενή νοσήματα*. Κι όλα αυτά (ο έλεγχος περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων), διασφαλίζουν τη μη εμφάνιση νοσημάτων σε πληθυσμιακή βάση, με βάση τον αρμόζοντα σχεδιασμό προληπτικών μέτρων. Ανάστροφα συζητώντας το, η διερεύνηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων, τεκμηριώνει εμπειρικά (ίσως μάλιστα και αποδεικτικά) τη σχέσή τους με τη νοσηρότητα. Επομένως η αναίρεσή τους, μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων προγραμμάτων πρωτογενούς πρόληψης, απαλείφει τη σχετιζόμενη νοσηρότητα.

Η πρώτη προσέγγιση είναι ο έλεγχος των περιβαλλοντικών παραμέτρων, δηλαδή η διερεύνηση των μικροβιολογικών και χημικών χαρακτήρων ποιότητας του πόσιμου νερού, των τροφίμων, του ατμοσφαιρικού αέρα κ.ά. Ο,τι δηλαδή έχει να κάνει ένα Εργαστήριο Υγιεινής (όπως ονομάζεται εδώ και δυό αιώνες, τουλάχιστο, στις Ιατρικές Σχολές).

Η δεύτερη προσέγγιση, που μοιάζει να είναι ερευνητικού χαρακτήρα, έχει να διερευνήσει στον πληθυσμό (στη λεγόμενη ομάδα των επίνοσων, που απαρτίζεται από υγιείς κατά τεκμήριο και όχι ασθενείς πολίτες), τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την εμφάνιση της ασθένειας σε πληθυσμιακή βάση. Κι αυτό, δεν είναι δράση ακαδημαϊκού ενδιαφέροντος, αλλά αντικείμενο ρουτίνας για την Κοινωνική Ιατρική, χρησιμοποιώντας την επιδημιολογική και βιοστατιστική μεθοδολογία, με στόχευση τον προσδιορισμό των προτεραιοτήτων της πρόληψης. Παραδείγματα δράσεων στο επίπεδο αυτό, μπορεί να είναι: η ενδεδειγμένη καταγραφή της νοσηρότητας (παρατηρητήρια λοιμωδών νοσημάτων, δίκτυα καταγραφής καρκίνου), είτε με διαχείριση των εγγραφών που αφορούν τους προσερχόμενους στις υπηρεσίες παροχής φροντίδας υγείας (Νοσοκομεία, Κέντρα Υγείας, Μεμονωμένοι Ιατροί), είτε με την προσέγγιση του πληθυσμού για προληπτικού χαρακτήρα εξετάσεις στα πλαίσια της *δευτερογενούς πρόληψης*. Τέτοιου τύπου ιατρικές εξετάσεις, παρέχονται με την προσέγγιση του πληθυσμού από την ιατρική ομάδα, ενώ το αντίστροφο ισχύει στις συνήθεις δράσεις της θεραπευτικής ιατρικής. (Τεχνικά μιλώντας, πρόκειται για διαφορετική ιατρική: οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι στην πρόληψη, είναι σκόπιμο να έχουν υψηλή ευαισθησία, σε αντιδιαστολή με τις εφαρμοζόμενες διαγνωστικές μεθόδους στη θεραπευτική ιατρική, όπου προτεραιότητα είναι η υψηλή

ειδικότητα). Με την έννοια αυτήν υπάρχει εστίαση στους πολίτες και τον τρόπο ζωής τους (χωροβιολογικοί παράγοντες, διαβίωση, εργασία, συνήθειες, κοινωνικές, οικονομικές, πολιτισμικές και λοιπές συνιστώσες), για τη διασφάλιση και την προαγωγή της υγείας τους, όπως ακριβώς περνάει μέσα από την Κοινότητα και τους φορείς της Κοινότητας, μέσω της Αγωγής και Προαγωγής της Υγείας. Προτάσεις που πρώτως διατυπώθηκαν από τον *Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας* (Π.Ο.Υ.) με την *Διακήρυξη της Αλμα Ατα* (1978) και μορφοποιήθηκαν στον *Χάρτη της Οτάβα* (1986).

Παραδείγματα που έχουν ενδιαφέρον για το πεδίο της *Δημόσιας Υγείας - Δημόσιας Υγιεινής* στην ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, είναι: Η διερεύνηση της χρόνιας ηπατίτιδας με μελέτες πληθυσμιακής βάσης, στους θύλακες που έχουν ήδη εντοπισθεί και καταγραφεί από προηγούμενες επιδημιολογικές έρευνες (που προέρχονται από το *Κέντρο Προληπτικής Ιατρικής* του Ι.Κ.Α. Αλεξανδρούπολης), καθώς και της ελονοσίας (σχετικές έρευνες της *Β΄ Πανεπιστημιακής Παθολογικής Κλινικής* του Τμήματος Ιατρικής Δ.Π.Θ.), προσεγγίζοντας και περιβαλλοντικές παραμέτρους. Επίσης, δεδομένης της υψηλής θνησιμότητας της οφειλόμενης σε κακοήθη νεοπλασμάτα, είναι σκόπιμη η ενδεδειγμένη καταγραφή των περιστατικών καρκίνου (ανάπτυξη περιφερειακού δικτύου καταγραφής καρκίνου) και η ανάπτυξη μελετών με μεθοδολογία αναλυτικής επιδημιολογίας για την αποκάλυψη των αιτίων. (Σχετικές μελέτες περιγραφικής επιδημιολογίας έχουν πραγματοποιηθεί κατά την προηγούμενη δεκαετία από το *Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος* του Τμήματος Ιατρικής Δ.Π.Θ., από τότε που ήταν Διευθυντής ο αείμνηστος Καθηγητής *Γ.Α. Σταθόπουλος*, από τη σύσταση του Εργαστηρίου), αλλά και η διερεύνηση της θνησιμότητας ανεξαρτήτως αιτίας. Η εμβολιαστική κάλυψη του νεανικού (αλλά και του εργαζόμενου) πληθυσμού της περιοχής μας, είναι ένα πρόσθετο θέμα που πρέπει να απασχολήσει τη Δημόσια Υγεία - Δημόσια Υγιεινή σε τοπικό επίπεδο, περιφερειακά, τόσο για την επιδημιολογική αποτύπωσή της, όσο και για την διεκπεραίωσή της, ώστε να μη μείνει ούτε ένα ανεμβολίαστο παιδί στα πλαίσια του *Εθνικού Εμβολιαστικού Προγράμματος*. Κλινικές υποψίες για μολυβδίαση, αναδεικνύουν την αναγκαιότητα σχέτισης με την υγεία, περιβαλλοντικών, αλλά κυρίως επαγγελματικών εκθέσεων, που είναι αντικείμενο ιατρικής διερεύνησης πρωτίστως. (Ανάλογες μελέτες έχουν προχωρήσει από την *Διευρυμένη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ροδόπης - Εβρου* για την περιοχή των ορυχείων της Κίρκης, αλλά και για την Αλεξανδρούπολη). Τέλος, τα θέματα που «περιμένουν» είναι οι περιβαλλοντικές και υγειονομικές επιπτώσεις, που θα προκύψουν από την εγκατάσταση και λειτουργία των ενεργειακών αγωγών, αλλά και την πιθανή χρήση για ηλεκτροπαραγωγή των κοιτασμάτων της πεδιάδας Δράμας, Φιλίππων, Σερρών. Συνολικά, πρόκειται για πλειάδα θεμάτων που απαιτούν επιδημιολογική επιτήρηση και περιβαλλοντικούς ελέγχους, μαζί με τα αυτονόητα: τον έλεγχο ποιότητας νερού, λυμάτων, αέρα.

Η σύνθεση των δυό αυτών προσεγγίσεων που προαναφέρθηκαν (έλεγχος περιβαλλοντικών παραμέτρων και επιδημιολογική διερεύνηση των χαρακτήρων των νοσημάτων σε πληθυσμιακή βάση), αποτελούν την οριοθέτηση των αντικειμένων της Δημόσιας Υγείας - Δημόσιας Υγιεινής. Ο,τι ακριβώς είναι επιβεβλημένο και αυτονόητο να διακονηθεί από ένα Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας, λειτουργώντας σε περιφερειακή βάση. Αυτά ακριβώς έχει να κάνει με την καθημερινή λειτουργία του, το *Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης* (Π.Ε.Δ.Υ. Α.Μ.Θ.) στην

Αλεξανδρούπολη, ως υπηρεσία του Κέντρου Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ.) που ασκεί τον εθνικό σχεδιασμό και συντονισμό, συνδεδεμένο λειτουργικά με το Κεντρικό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Κ.Ε.Δ.Υ.) στην Αθήνα. Στο όλο εγχείρημα είναι ουσιώδης η συμβολή ακαδημαϊκών και ερευνητικών φορέων, όπως η Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας (Ε.Σ.Δ.Υ.) σε εθνικό επίπεδο και το Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος του Τμήματος Ιατρικής του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.) σε τοπικό επίπεδο.

Η λειτουργία των Περιφερειακών Εργαστηρίων Δημόσιας Υγείας, όπως προβλέπεται και από τη νομοθεσία πλέον, αναδεικνύει τον αυτόνομο ρόλο της Δημόσιας Υγείας - Δημόσιας Υγιεινής, μη επικουρικό των νοσοκομειακών δράσεων της ιατρικής. Συντελώντας, έτσι, στην ισόρροπη ανάπτυξη της θεραπευτικής και της προληπτικής ιατρικής για την ολιστική αντιμετώπιση της υγείας και της ασθένειας. Αφού, τελικά, δύο λογίων ιατρικές υπάρχουν: μια θεραπευτική και μια προληπτική. Δεν είναι λιγότερο ιατρική εκδοχή η δεύτερη, ωστόσο οι δράσεις της, είναι αυτονόητο πως αποτελούν πεδίο πολυεπιστημονικής προσέγγισης στο δίπολο υγεία - ασθένεια. Το παράδειγμα της αποξήρανσης των Τεναγών των Φιλιππών αποτελεί εφαρμογή αυτού του προτύπου και πρέπει να το εκλάβει κανείς θετικά ως ολιστική αντιμετώπιση του ζητήματος. Μπορεί να ακούγεται προκλητικό, ωστόσο, μια τέτοια αντιμετώπιση του νοσήματος είναι πλέον αιτιολογική, συγκριτικά με τη διορθωτική παρέμβαση στην ήδη εκδηλωμένη ασθένεια. Αφού αναιρεί τα αίτια του νοσήματος, που συχνά εντοπίζονται εκτός του νοσούντος οργανισμού, όπως λόγου χάρη στο περιβάλλον και στις συνθήκες ζωής.

### Βιβλιογραφία

Βακάλης Ν. [2005], Η συμβολή της Υγειονομικής Σχολής Αθηνών στον ανθελονοσιακό αγώνα. *Δέλτος*. 15(30):56-64

Barbini N. and Squadroni R. [2000], ESTEV study on relationship between health, work and aging in Italy. *Med Lav*. 91(4): 366-378.

Constantinidis T.C. [2002], Occupational medicine and public health in a multiethnic Europe In transition. Balkan public health care series. Vol. 6. Public Health and migration. pp. 79-92. *Ed. Ministry of Health and Welfare, Greece, National School of Public Health*. Athens.

Ducatman A.M. [1990], What is environmental medicine? *J Occup Med*. 32(12): 1130-1131.

Θεοχαρίδου Δ. και Κωνσταντινίδης Θ.Κ. [2009], Η ελονοσία ως πρόβλημα της Δημόσιας Υγείας στο γενικό πληθυσμό και τους εργαζόμενους. *Εκδ. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Υγιεινή και Ασφάλεια της Εργασίας (ΠΜΣ ΥΑΕ)*. σσ.18. Αλεξανδρούπολη

Κωνσταντινίδης Θ.Κ. [1990], Τύρφη Φιλιππών, Λιγνίτες Μαυρολεύκης. Υγειονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση τους για ηλεκτροπαραγωγή. *Επιστημονικό Δελτίο Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας - ΑΜΘ*. 1(6):104-108

Κωνσταντινίδης Θ.Κ. [2008], Η αποξήρανση των Τεναγών των Φιλιππών και της λίμνης Κωπαϊδας. Το διπλό νόημα υγειονομικής πολιτικής και κοινωνικής ανάπτυξης στον Μεσοπόλεμο.

Κεφ. στο: Κυριόπουλος Γ. (επιμ.), Δημόσια Υγεία και Κοινωνική Πολιτική. Ο Ελευθέριος Βενιζέλος και η εποχή του. *Εκδ. Παπαζήση*. σσ. 235-242. Αθήνα

Μέλιος Ν. και Παπαδόπουλος Α. [1992], Το Κωπαιδικό Ζήτημα στα πλαίσια του αστικού εκσυγχρονισμού και της αγροτικής μεταρρύθμισης. Κεφ. στο: Μαυρογορδάτος Θ. και Χατζηιωσήφ Χ. (επιμ.), Βενιζέλος και Αστικός εκσυγχρονισμός. Β' έκδοση. *Εκδ. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης*. σσ. 160-169. Ηράκλειο

Μεταλινός Μ. [1932], Η υγιεινή κατάσταση των αγροτικών πληθυσμών Μακεδονίας - Θράκης από του 1925-1930. (*Γεωργικό Δελτίο, Παράρτημα Ι*). *Εκδ. Εθνικό Τυπογραφείο*. σσ. 62. Αθήνα

Ντίνα Δ. [2005], Προσπάθειες αντιμετώπισης της ελονοσίας στη βόρειο Ελλάδα κατά τα πρώτα μεταπολεμικά χρόνια (1945-1946). *Δέλτος*. 15(30):69-74

Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, Γραφείο Περιοχής Ευρώπης [2002], Υγεία 21. Υγεία για όλους τον 21ο αιώνα. Μετάφραση, Επιμέλεια: Δημολιάτης Γ. σσ. 443. *Εκδ. Τυπωθήτω*. Αθήνα

Σάββας Κ.Γ. και Καρδαμάτης, Ι.Π. [1928], Η ελονοσία εν Ελλάδι (1914-1928). *Εκδ. Σύλλογος προς Περιστολήν των Ελωδών Νόσων. Τυπ. Π. Λεωνη*. σσ. 831. Εν Αθήναις

Σπάρος Λ. [1995], Ιατρικές ειδικότητες της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας. *Ιατρική*. 68(6): 567-569

Σχίζας Δ.Ν. [2005], Η ελονοσία στην Ελλάδα στα χρόνια της τουρκοκρατίας. Όπως την είδαν οι ξένοι ταξιδιώτες. *Δέλτος*. 15(30):19-25

Σχίζας Δ.Ν. και Σκαμπαρδώνης Γ.Ι. [2005], Ελονοσία. Το μέγεθος του προβλήματος και οι επιπτώσεις του κατά το πρώτο ήμισυ του 20ου αιώνα. *Δέλτος*. 15(30):31-40

(Τσελεπίδης Τ.) [2007], Πρασιάδα λίμνη. Λίμνες και ποτάμια της Δράμας. Γ' μέρος. *Δράμα: Ηδωνίδα Γη*. 5(10):20-21

Τσελεπίδης Τ. [2008], Ηδωνίδα γη. Β' Έκδοση. σσ. 432. *Εκδ. Αδ. Κυριακίδη*. Θεσσαλονίκη



# ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

**Χ. Νικολαΐδης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

## Υγειονομική σημασία του πόσιμου νερού

Το πόσιμο νερό είναι ένα πολύτιμο ᾠό για τον άνθρωπο. Αποτελεί το 60% της μάζας του σώματος και είναι βασικ ᾠράγοντας της κυκλοφορίας και της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας. Χωρίς νερό είναι αδύνατο να γίνει η ανταλλαγή της ύλης και όλες οι άλλες λειτουργίες των κυττάρων. Καθημερινά, ο άνθρωπος αποβάλλει με τα ούρα και την αναπνοή περισσότερα από δύο λίτρα νερού τα οποία αναπληρώνει με το νερό που περιέχεται στις τροφές και το νερό που καταναλώνει. Ο κάθε άνθρωπος απαιτεί 20-50 λίτρα νερού ημερησίως (για πόση, προετοιμασία τροφής και προσωπική υγιεινή). Αν συνυπολογισθούν οι αγροτικές και βιομηχανικές διεργασίες, η κατά άτομο απαιτούμενη ποσότητα νερού φτάνει τα 150 λίτρα την ημέρα στις αγροτικές περιοχές και 250 λίτρα την ημέρα στις αστικές.

Το νερό σαν συστατικό και σαν πρώτη ύλη είναι τόσο στενά συνδεδεμένο με τη ζωή, ώστε να μπορεί να περιγράψει την εξέλιξη του πολιτισμού. Ο άνθρωπος σε όλη την περίοδο της ιστορίας του ζούσε κοντά σε ποταμούς και λίμνες. Οι ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις από την γεωργία, την κτηνοτροφία, την βιομηχανία και τη διαβίωση στα μεγάλα αστικά κέντρα ᾠηγᾠσει σε δραματική μείωση της κατά κεφαλήν διαθεσιμότητας του πόσιμου νερού. Σήμερα, το ένα τρίτο του πληθυσμού της γης ζει σε περιοχές του πλανήτη όπου η ᾠλλειψη καθαρού νερού αποτελεί ζήτημα επιβίωσης. Ο αριθμός αυτός θα συνεχίσει να αυξάνει καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός και κατά συνέπεια οι ανάγκες για πόσιμο νερό διευρύνονται.

## Προέλευση του πόσιμου νερού

Το πόσιμο νερό προέρχεται από τα νερά που υπάρχουν στη φύση και τα οποία διακρίνονται σε νερά: (i) βροχής, (ii) επιφανειακά και (iii) υπόγεια.

- (i) **Νερό βροχής.** Προέρχεται από την εξάτμιση των υδάτινων μαζών της γης (υδρολογικός κύκλος). Το νερό της βροχής είναι ᾠξινο και μαλακό, αλλά μπορεί υπό προϋποθέσεις να χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο. Κατά τη διαδρομή του στην ατμόσφαιρα το βρόχινο νερό παραλαμβάνει σκόνη, ιόντα, οργανικές ουσίες και μικροοργανισμούς. Κατά τη συντήρησή του σε δεξαμενές είναι δυνατόν να εμφανίσει δυσάρεστη οσμή λόγω της αποσύνθεσης των οργανικών ενώσεων που περιέχει.
- (ii) **Επιφανειακά νερά.** Προέρχονται από ρυάκια, ποτάμια, λίμνες και γενικά κάθε νερό που ρέει στην επιφάνεια της γης. Τα νερά αυτά μολύνονται εύκολα, ειδικά όταν περνούν μέσα από κατοικημένες περιοχές, όπου υπάρχει ο κίνδυνος να μολυνθούν από λύματα και άλλες ουσίες (βιομηχανικά απόβλητα, λιπάσματα, γεωργικά φάρμακα, απορρυπαντικά κλπ). Τα επιφανειακά νερά υφίστανται μερική αυτοκάθαρση που οφείλεται σε πολλούς παράγοντες ᾠπως η καθίζηση ουσιών, η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας, χημικές οξειδωτικές επεξεργασίες και βιολογικές αντιδράσεις. Η μερική αυτή αυτοκάθαρση δεν προκαλεί την καταστροφή ᾠλων των παθογόνων μικροοργανισμών ᾠπως των εντεροϊών και του ιού της ηπατίτιδας Α. Για το λόγο αυτό, τα νερά των ποταμών που χρησιμοποιούνται για ᾠδρευση πρέπει να λαμβάνονται πριν από τη διέλευσή τους από κατοικημένες περιοχές και να υφίστανται επεξεργασία και καθαρισμό (π.χ. εγκατάσταση διυλιστηρίου με ειδική μονάδα απολύμανσης).
- (iii) **Υπόγεια νερά.** Είναι νερά ποικίλης προελεύσεως που διεισδύουν στο ᾠδαφος και κινούνται υπόγεια μέχρι ᾠτου συναντήσουν αδιαπέραστο πέτρωμα πάνω στο οποίο σχηματίζουν υδροφόρο στρώμα. Ανάλογα με τις συνθήκες του εδάφους μπορεί να βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια ᾠ ή σε μεγάλο βάθος. Τα βαθιά υπόγεια νερά είναι καθαρά, λόγω της διήθησης και κατακράτησης των μικροβίων και ουσιών από τα πετρώματα μέσω των οποίων διέρχεται το νερό. Τα υπόγεια νερά που βρίσκονται πιο κοντά στην επιφάνεια θεωρούνται ασφαλή αν η στάθμη τους απέχει τουλάχιστον 3 μέτρα από αυτή και εφόσον η φύση των πετρωμάτων που απαρτίζουν το υπέδαφος δεν είναι ασβεστολιθική. Η ᾠξοδος του υπόγειου νερού στην επιφάνεια του εδάφους πρέπει να προστατεύεται από εξωτερική μόλυνση, από τις δραστηριότητες των ανθρώπων, των ζώων και από τα ρέοντα επιφανειακά νερά. ᾠΌλες οι πιθανές αιτίες μόλυνσης (υπόνομοι, απορροφητικοί βόθροι, λύματα ᾠ ή βιομηχανικά απόβλητα) πρέπει να βρίσκονται μακριά από το πηγάδι ᾠ ή την πηγή και το νερό θα πρέπει να ελέγχεται για την καταλληλότητά του κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Ο κατάλληλος τρόπος ᾠδρευσης είναι με άντληση σε υδραγωγείο και κλειστό σύστημα παροχής στον καταναλωτή. Το πόσιμο νερό πρέπει να υφίσταται τεχνητό καθαρισμό και να γίνονται τακτικές εξετάσεις για τον ᾠλεγχο των φυσικών, χημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών του. Το δίκτυο των σωλήνων διανομής πρέπει να βρίσκεται σε ᾠριστη κατάσταση και σε απόσταση από το δίκτυο αποχέτευσης. Το νερό μέσα στις σωληνώσεις πρέπει να βρίσκεται υπό συνεχή πίεση και ροή. Η διαλείπουσα ροή και οι αρνητικές πιέσεις



δημιουργούν κίνδυνο προσρόφησης ακαθαρσιών και μικροβίων, ειδικότερα, όταν υπάρχουν σημεία βλάβης στο σύστημα των σωληνώσεων.

### **Ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού**

Το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία των καταναλωτών, οργανοληπτικά άμεμπτο και απολύτως καθαρό, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και οποιεσδήποτε χημικές ουσίες σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο.

Σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (Κοινοτική Οδηγία 98/83 Ε.Ε.) ως «πόσιμο» νοείται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, είτε στη φυσική του κατάσταση, είτε μετά από επεξεργασία, ανεξάρτητα από την προέλευση του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο ή είναι συσκευασμένο σε φιάλες ή δοχεία και περιλαμβάνει:

- Το νερό που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση (πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις).
- Το νερό που χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.
- Το νερό που επηρεάζει τον τελικό βαθμό υγιεινής των τροφίμων και ποτών.

### **Χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού**

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άχρωμο, διαυγές, άοσμο και εύγευστο. Η θερμοκρασία του πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 7°C και 12°C, ενώ η αντίδρασή του πρέπει να είναι από ουδέτερη ως ελαφρώς αλκαλική (pH 6.8 - 7.8). Το στερεό υπόλειμμα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 500 mg/L.

### **Οσμή**

Η οσμή του νερού είναι μια υποκειμενική παράμετρος η οποία όμως κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να εκτιμηθεί. Όταν το αίσθημα που προκαλείται από την οσμή είναι δυσάρεστο (λόγω παρουσίας χημικών ουσιών) τότε το νερό καθίσταται ακατάλληλο προς πόση. Η δυσάρεστη οσμή συνήθως οφείλεται στην αναερόβια αποσύνθεση της οργανικής ύλης μέσα στο νερό, η οποία επηρεάζεται από τις εποχικές αλλαγές της θερμοκρασίας.

### **Γεύση**

Το πόσιμο νερό πρέπει να έχει καλή και ευχάριστη γεύση. Η γεύση του πόσιμου νερού μπορεί οφείλεται στην παρουσία διαφόρων αλάτων π.χ. θειικού μαγνησίου. Η παρουσία χημικών ενώσεων π.χ. τριαλογονομεθάνια και χλωραμίνες (παραπροϊόντων της χλωρίωσης) προσδίδει πολλές φορές δυσάρεστη γεύση και καθιστά το νερό ακατάλληλο για πόση.

### **Χρώμα**

Τα φυσικά νερά εμφανίζονται πολλές φορές χρωματισμένα. Σε ότι αφορά τα επιφανειακά νερά, το χρώμα οφείλεται συνήθως σε χουμικά οξέα, άλγες και τύρφη. Το χρώμα των υπογείων νερών, το οποίο σπάνια εμφανίζεται, οφείλεται κατά κανόνα στην παρουσία σιδήρου και μαγνησίου. Το χρώμα του πόσιμου νερού (ένταση, χροιά) επηρεάζεται σημαντικά από το pH.

### **Θολερότητα**

Η θολερότητα του πόσιμου νερού είναι μια καθοριστική παράμετρος που περιορίζει την καταλληλότητά του για πόση αλλά και τις περισσότερες βιομηχανικές χρήσεις του π.χ. βιομηχανία ποτών, αναψυκτικών, τροφίμων κ.α. Η θολερότητα του νερού οφείλεται στην παρουσία αιωρούμενων σωματιδίων, τα οποία προέρχονται από οργανικές ή ανόργανες ενώσεις και από φυτικούς ή ζωικούς μικροοργανισμούς, π.χ. σωματίδια ιλύος, υδροξειδίων σιδήρου και αργιλίου, διοξειδίου του πυριτίου κ.α.

### **Σκληρότητα**

Η σκληρότητα του νερού οφείλεται στα άλατα των αλκαλικών γαιών, κυρίως τα διττανθρακικά, ανθρακικά, θειικά, χλωριούχα, νιτρικά, πυριτικά και φωσφορικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου. Διακρίνεται σε ανθρακική (ή παροδική) σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά (διττανθρακικά) άλατα και στην μη ανθρακική (μόνιμη) σκληρότητα που οφείλεται στα υπόλοιπα άλατα (π.χ. χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά).

### **Αγωγιμότητα**

Η αγωγιμότητα είναι η έκφραση της ικανότητας ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, την ολική τους συγκέντρωση και το σθένος. Η μέτρηση της αγωγιμότητας μας δίνει διάφορες πληροφορίες για τις διαλυμένες ουσίες και τα άλατα στο πόσιμο νερό.

### **Ρύπανση του πόσιμου νερού**

Με τον όρο ρύπανση του πόσιμου νερού εννοούμε την οποιαδήποτε ανεπιθύμητη αλλαγή στα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του, η οποία μπορεί να γίνει ζημιογόνος για την υγεία του ανθρώπου. Η ρύπανση των υδάτων οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ανθρώπινη δραστηριότητα (βιομηχανικά απόβλητα, αστικά λύματα και γεωργικές απορροές) και δημιουργείται με την απελευθέρωση ουσιών οι οποίες είτε διαλύονται, είτε κατακάθονται στον πυθμένα του υδροφόρου ορίζοντα (λίμνες, ποτάμια και υπόγεια νερά). Εκτός από τις πηγές ρύπανσης του νερού που δρουν μέσω της επιφανειακής απορροής υπεύθυνοι για τη ρύπανση του νερού είναι και οι ρύποι της ατμόσφαιρας που καταλήγουν στο νερό μέσω του υδρολογικού κύκλου (εξάτμιση και βροχοπτώση).

#### α) αστικά απόβλητα

Τα λύματα ανθρώπινης προέλευσης χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανικά συστατικά και μικροβιακό φορτίο. Είναι φορείς παθογόνων μικροοργανισμών (βακτηριδίων, ιών και παρασίτων) που είναι επικίνδυνα για τη Δημόσια Υγεία.

#### β) γεωργική ρύπανση

Η ρύπανση που προκαλείται από τις γεωργικές δραστηριότητες αφορά στη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων για τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών. Τα επιφανειακά νερά ρυπαίνονται μέσω της επιφανειακής απορροής, ενώ τα υπόγεια νερά μέσω της στράγγισης και έκπλυσης των αγρών.

#### γ) βιομηχανική ρύπανση

Αφορά στις υγρές βιομηχανικές απορροές (χημικές ουσίες) που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία μιας βιομηχανίας π.χ. ρύπανση με επίμονες οργανικές ενώσεις και βαρέα μέταλλα.

#### **Μικροβιολογικοί δείκτες ποιότητας πόσιμου νερού**

Η εκτίμηση της ποιότητας του νερού από μικροβιολογική άποψη βασίζεται στην αναζήτηση μικροβίων-δεικτών, που συνήθως οφείλονται στην παρουσία περιττωματικών ουσιών στο νερό. Οι δείκτες αυτοί είναι αλλόχθονοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι περνούν παροδικά μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα, προερχόμενοι κυρίως από το γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι δείκτες είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή, η *Echerichia coli*, οι εντερόκοκκοι, το *Clostridium perfringens*, οι κοινοί μεσόφιλοι μικροοργανισμοί και η *Pseudomonas aeruginosa*.

#### *Echerichia coli*

Ανήκει στα κολοβακτηριοειδή και είναι μέλος της οικογένειας των εντεροβακτηριδίων. Θεωρείται ο βασικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης, τόσο του πρωτογενούς, όσο και του κατεργασμένου νερού. Η *E. coli* αποτελεί μόνιμο ξενιστή του εντέρου των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων. Αντιπροσωπεύει το 95% των εντεροβακτηριδίων που ανευρίσκονται στα κόπρανα, όπου απαντά σε πολύ μεγάλους αριθμούς ( $10^9$  cfu/gr κοπράνων). Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης αλλά και της ευαισθησίας της στα απολυμαντικά είναι όμοια με εκείνα πολλών παθογόνων μικροβίων, ιδιαίτερα της σαλμονέλας και την σιγκέλλας. Λόγω των ιδιοτήτων αυτών, η *E. coli* είναι ο καλύτερος βιολογικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης του νερού. Η απομόνωση της από δείγματα νερού, αποδεικνύει πέρα από κάθε αμφιβολία την πρόσμειξη του νερού με περιττωματικές ουσίες, υποδηλώνοντας ότι οποιοσδήποτε άλλος δυνητικά παθογόνος μικροοργανισμός μπορεί να εισχωρήσει στο νερό, και κατ' επέκταση να προκαλέσει τη μετάδοση λοιμωδών νοσημάτων.

#### Εντερόκοκκοι

Ανήκουν στην οικογένεια των στρεπτοκόκκων, στην ομάδα των D κατά Lancefield. Αποτελούνται από διάφορα είδη που απαντούν στα κόπρανα του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Στα κόπρανα οι εντερόκοκκοι σπανίως υπερβαίνουν τα  $10^6$  cfu/gr, ενώ στα κόπρανα των ζώων υπάρχουν σε μεγαλύτερο αριθμό από την *E. coli* ( $>10^9$  /gr). Σπανίως πολλαπλασιάζονται στο νερό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα περιβαλλοντικά stress και την χλωρίωση από ότι η *E. coli*. Η παρουσία τους αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του ύδατος με περιττωματικές ουσίες και ιδιαίτερα παλαιότερης μόλυνσης. Ο κύριος λόγος αναζήτησης τους είναι η εκτίμηση της σημασίας της παρουσίας ολικών κολοβακτηριοειδών επί απουσίας *E. coli*, καθώς και η παροχή συμπληρωματικών πληροφοριών για την εκτίμηση της έκτασης μιας πιθανής κοπρανώδους μόλυνσης του πόσιμου νερού.

#### Ολικά κολοβακτηριοειδή

Ανήκουν στην οικογένεια των εντεροβακτηριδίων. Τυπικά γένη που συναντώνται στα δίκτυα νερού είναι τα *Citrobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Klebsiella*. Δεν θεωρούνται αποκλειστικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης του νερού, δεδομένου ότι πολλά από τα παραπάνω είδη είναι περιβαλλοντικής προέλευσης (π.χ. έδαφος, φύλλα κλπ). Παρόλα αυτά προσφέρουν ενδείξεις για την ποιότητα του νερού, γενικότερα, συμπληρώνοντας έτσι τα στοιχεία που παρέχονται από άλλες παραμέτρους.

#### *Clostridium perfringens* (βλαστικές μορφές και σπόροι)

Αποτελεί είδος του γένους των θειοαναγωγικών κλωστηριδίων. Παράγει σπόρους ανθεκτικούς στο περιβάλλον που επιζούν στο νερό και στο περιβάλλον για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι η *E. coli*. Στα κόπρανα ανευρίσκεται σε πολύ μικρότερους αριθμούς από την *E. coli* και τους εντερόκοκκους. Ως εκ τούτου αποτελεί λιγότερο ευαίσθητο δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης. Αναζητείται όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακά νερά (ή αφορά γεωτρήσεις).

#### *Pseudomonas aeruginosa*

Βρίσκεται στα κόπρανα των ανθρώπων, αλλά σε μικρότερη ποσότητα από ότι τα κολοβακτηριοειδή. Είναι ευκαιριακά παθογόνος μικροοργανισμός και δεν συνιστάται ανάλυση σε επίπεδο ρουτίνας. Έχει σημασία όμως για τα εμφιαλωμένα νερά και για νερά ειδικών περιπτώσεων (π.χ. νοσοκομειακά, παραγωγή φαρμάκων, κολυμβητικές δεξαμενές κλπ.).

#### Ολικός αριθμός κοινών αερόβιων μικροβίων στους 37°C και 22°C

Η παράμετρος αυτή, δεν παρέχει ακριβή στοιχεία για τη μικροβιολογική ποιότητα του νερού, δίνει όμως σημαντικές πληροφορίες ως προς τη σταθερότητα της ποιότητας του, καθώς και της αποτελεσματικότητας της χλωρίωσης και της σωστής λειτουργίας μιας πηγής υδροδότησης. Αυξομειώσεις του ολικού αριθμού της τάξεως 1-2 λογαρίθμων

αποτελούν ένδειξη επιμόλυνσης, η οποία χρήζει περαιτέρω διερεύνησης (π.χ. προβλήματα στη μονάδα επεξεργασίας του νερού, ανάπτυξη βιολογικού υμενίου, επιμόλυνση της πηγής υδροληψίας κλπ).

### **Χημικοί δείκτες ποιότητας πόσιμου νερού**

#### *Ενώσεις αζώτου (Αμμωνία, Νιτρώδη, Νιτρικά)*

Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί δείκτη για την υγειονομική ποιότητα του νερού. Πριν από την ανάπτυξη των βακτηριολογικών αναλύσεων η μέτρηση των ενώσεων του αζώτου στο νερό ήταν ο μόνος δείκτης για πιθανή μόλυνση. Σε νερά που έχουν πρόσφατα ρυπανθεί, το άζωτο βρίσκεται υπό την μορφή οργανικού αζώτου και αμμωνίας. Καθώς περνάει ο χρόνος το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σταδιακά σε αμμωνία και αργότερα, εάν υπάρχουν αερόβιες συνθήκες γίνεται οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά.

#### *Αμμωνία*

Τα υπόγεια νερά περιέχουν αμμωνία, συνήθως, σε χαμηλές συγκεντρώσεις (<0.2 mg/L). Τα επιφανειακά νερά συνήθως ρυπαίνονται από σημειακές πηγές (π.χ. κτηνοτροφικές μονάδες) ή αστικά λύματα. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.2 mg/L δημιουργείται προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό και ελαττώνεται η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Η αμμωνία συμβάλλει και στο σχηματισμό νιτρωδών στα συστήματα ύδρευσης. Τοξικότητα στον άνθρωπο παρατηρείται σε δόσεις μεγαλύτερες από 200mg ανά κιλό σωματικού βάρους, ενώ το όριο στο πόσιμο νερό είναι 0.5 mg/L.

#### *Νιτρώδη - Νιτρικά*

Αποτελούν τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση, επομένως υπάρχουν στα φυσικά νερά, αλλά η συγκέντρωσή τους είναι συνήθως χαμηλή. Οι υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να οφείλονται σε λιπάσματα και λύματα ζωικής ή ανθρώπινης προέλευσης. Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών ή νιτρωδών ιόντων μπορεί να προκαλέσουν μεθαιμοσφαιριναιμία, μια υποξική κατάσταση (κυάνωση) που συνήθως εντοπίζεται στα βρέφη. Τα νιτρώδη και τα νιτρικά, στο περιβάλλον του στομάχου, σχηματίζουν N-νιτροζοενώσεις, που είναι καρκινογόνες. Τα όρια στο πόσιμο νερό είναι 50 mg/L για τα νιτρικά (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) και 0.5 mg/L για τα νιτρώδη (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).

#### *Φωσφορικά*

Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στα νερά είτε διαλυμένες, είτε σαν σωματίδια. Ο φώσφορος (όπως και το άζωτο) είναι βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των αλγών και η περιεκτικότητά του στα νερά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τον ευτροφισμό των υδάτων. Η μεγαλύτερη ποσότητα ανόργανου φωσφόρου οφείλεται στα ανθρώπινα λύματα και προέρχεται από τη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τον

μεταβολισμό τους. Η κύρια πηγή ρύπανσης του πόσιμου νερού με φωσφορικά ιόντα αποτελεί η χρήση γεωργικών λιπασμάτων στη γεωργία. Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία.

#### *Θειικά*

Τα θειικά ιόντα απαντώνται σε πολλά φυσικά πετρώματα (π.χ. BaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>). Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις στα υπόγεια νερά, επομένως, προέρχονται από φυσικές πηγές. Θειούχες ενώσεις χρησιμοποιούνται επίσης σε διάφορα αγροτικά λιπάσματα, εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα, ενώ χρησιμοποιούνται και από την χημική βιομηχανία για την παρασκευή – μεταξύ άλλων – υαλικών, χαρτικών και συνθετικών υφασμάτων. Το όριο των θειικών στο πόσιμο νερό είναι 250 mg/L. Υπερβάσεις της παραμετρικής αυτής τιμής συνήθως προκαλούν προβλήματα οσμής και γεύσης, ενώ δεν έχουν παρατηρηθεί άμεσες επιπτώσεις στην υγεία.

#### *Σίδηρος*

Υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, τα οποία διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου, αλλά μπορεί να οφείλεται και στη διάβρωση πεπταλωμένου δικτύου ύδρευσης (π.χ. παρουσία σκουριάς στο σύστημα σωληνώσεων). Αποτελεί απαραίτητο μεταλλικό στοιχείο για τη σύνθεση της αιμοσφαιρίνης και ο άνθρωπος τον προσλαμβάνει κυρίως από φυτικές και ζωικές τροφές. Ο σίδηρος δίνει στο νερό δυσάρεστη γεύση που είναι ανιχνεύσιμη σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Η παρουσία σιδήρου στο νερό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στα πλυντήρια και υφαντήρια (π.χ. δημιουργία λεκέδων) και στους αγωγούς διανομής του δικτύου, διότι ευνοείται η δημιουργία εναποθέσεων και η ανάπτυξη βακτηριδίων.

#### *Μαγγάνιο*

Το μαγγάνιο θεωρείται από τα λιγότερο τοξικά στοιχεία για τον άνθρωπο. Μέχρι σήμερα δεν έχουν διαπιστωθεί σοβαρές βλάβες στην υγεία που να σχετίζονται με την παρουσία μαγγανίου στο πόσιμο νερό. Παρόλα αυτά το μαγγάνιο διευκολύνει τη δημιουργία οσμών και αποθέσεων στα δίκτυα με αποτέλεσμα την αύξηση της θολότητας και την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση.

#### *Αρσενικό*

Οι φυσικές πηγές αρσενικού στο περιβάλλον είναι τα ηφαιστειογενή πετρώματα. Ως ρύπος φτάνει στους αποδέκτες από τα μεταλλεία, αφού υπάρχει σχεδόν σε όλα τα θειούχα ορυκτά, από ορισμένα εντομοκτόνα και κατά την καύση ορυκτών καυσίμων. Είναι πολύ τοξικό στοιχείο και πιθανό καρκινογόνο. Η τοξικότητα του αρσενικού εξαρτάται από τη χημική και φυσική του μορφή, τη δόση, το χρόνο έκθεσης και τον τρόπο που εισάγεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Προκαλεί βλάβες στο γαστρεντερικό, νευρικό

και αναπνευστικό σύστημα και δερματικές παθήσεις. Στο πόσιμο νερό δεν θα πρέπει να ανιχνεύεται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 10μg/L.

#### Κάδμιο

Είναι ένα από τα τοξικότερα μέταλλα. Συναντάται στη φύση σε θειούχα ορυκτά μαζί με το μόλυβδο και τον ψευδάργυρο. Στα φυσικά νερά βρίσκεται κυρίως στα ιζήματα των βυθών και σε αιωρούμενα σωματίδια. Σε μη ρυπασμένα νερά η συγκέντρωσή του είναι κάτω από 1 μg/L. Πηγές του καδμίου στο πόσιμο νερό είναι τα βιομηχανικά απόβλητα (π.χ. χρησιμοποιείται στην κατασκευή μπαταριών και ηλεκτρονικών συσκευών, σε πλαστικά χρώματα και πυρηνικούς αντιδραστήρες) και οι γαλβανισμένοι σωλήνες. Η διαλυτότητά του στο νερό εξαρτάται από το pH, και ευνοείται όταν οι συνθήκες είναι όξινες. Προσβάλλει το συκώτι, τα νεφρά, τον σπλήνα και τον θυρεοειδή αδένα, εναποτίθεται στα οστά και προκαλεί τη νόσο *itai-itai* (μια μορφή οστεοπόρωσης που συνοδεύεται από σοβαρή νεφρική ανεπάρκεια). Έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρκίνο σε πειραματόζωα και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες το συνδέουν με καρκίνο στον άνθρωπο. Η συγκέντρωσή του στο πόσιμο νερό δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 5 μg/L.

#### Μόλυβδος

Τα φυσικά νερά δεν περιέχουν μόλυβδο πάνω από 5 μg/L. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων και βιομηχανιών. Ο μόλυβδος χρησιμοποιείται στην παραγωγή μπαταριών, χρωστικών, κραμάτων και αντισκωριακών. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν και ως αντικροτικό της βενζίνης (τετρααιθυλιούχος μόλυβδος). Οι επιπτώσεις του μολύβδου στην υγεία είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Δηλητηριάσεις από μόλυβδο μπορεί να οφείλονται στη διάβρωση μολύβδινων σκευασμάτων αλλά και υδραυλικών εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν μολυβδοσωλήνες. Ο μόλυβδος δρα συσσωρευτικά και προκαλεί βλάβες στο συκώτι, τον εγκέφαλο και το κεντρικό νευρικό σύστημα. Στο πόσιμο νερό δεν θα πρέπει να ανιχνεύεται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 10μg/L.

#### Υδράργυρος

Η φυσική παρουσία του υδραργύρου στο περιβάλλον σχετίζεται με την σύσταση ηφαιστειογενών πετρωμάτων, αλλά οι συχνότερες πηγές προέλευσής του αφορούν βιομηχανικές χρήσεις. Ο υδράργυρος χρησιμοποιείται στην ηλεκτρολυτική παραγωγή χλωρίνης και καυστικής σόδας, σε ηλεκτρονικές συσκευές (π.χ. λαμπτήρες πυρακτώσεως, ενεργειακές κυψέλες), σε εργαστηριακά όργανα και ορισμένα αντιδραστήρια. Η μεθυλίωση του ανόργανου υδραργύρου προς μεθυλοϋδράργυρο, από αερόβιους (π.χ. *Pseudomonas* spp.) και ορισμένους αναερόβιους μικροοργανισμούς, αποτελεί μια πολύ σημαντική βιοχημική διαδικασία. Ο μεθυλοϋδράργυρος προσλαμβάνεται από υδρόβιους οργανισμούς και συσσωρεύεται στην τροφική αλυσίδα. Η παρουσία υδραργύρου στο πόσιμο νερό μπορεί να προκαλέσει μια σειρά από τοξικές

αντιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό με σημαντικότερη την νεφρική και ηπατική δυσλειτουργία. Δεν θα πρέπει να ανιχνεύεται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 1 μg/L.

#### Χρώμιο

Υπάρχει στο φλοιό της γης και εμφανίζεται σαν τρισθενές και εξασθενές χρώμιο. Στα νερά βρίσκονται κυρίως άλατα του εξασθενούς χρωμίου επειδή είναι ευδιάλυτα, ενώ σπάνια υπάρχει σαν τρισθενές γιατί οι ενώσεις του είναι αδιάλυτες και καθιζάνουν. Χρησιμοποιείται στη βυρσοδεψία, την παραγωγή χρωμάτων και κεραμικών και στη μεταλλουργία. Στα επιφανειακά νερά η συγκέντρωση του χρωμίου ποικίλει από 1-10 μg/L ενώ στα υπόγεια νερά οι συγκεντρώσεις του είναι πολύ χαμηλές (<1μg/L). Υψηλότερες συγκεντρώσεις συνήθως οφείλονται στη ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα. Οι επιδράσεις του χρωμίου στην υγεία εξαρτώνται από το βαθμό οξειδωσής του. Το τρισθενές χρώμιο δεν προκαλεί βλάβες στην υγεία. Απεναντίας, το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό, προκαλεί βλάβες στο δέρμα και το ήπαρ και θεωρείται καρκινογόνο.

#### Φυτοφάρμακα

Φυτοφάρμακα (εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα και νηματωδοκτόνα) που χρησιμοποιούνται από τη γεωργία αποτελούν πηγές ρύπανσης τόσο για τα υπόγεια, όσο και για τα επιφανειακά νερά. Ανήκουν σε 4 βασικές χημικές κατηγορίες: οργανοχλωριωμένα, οργανοφωσφορικά, καρβαμυδικά και προϊόντα ουρίας. Πολλά από τα πιο επικίνδυνα (π.χ. DDT, alachlor, παραθείο, carbofuran κτλ) έχουν σήμερα απαγορευτεί. Αποτελούν σημαντική πηγή τοξικότητας για τους υδρόβιους οργανισμούς και απειλή για τη βιοποικιλότητα του πλανήτη. Δεν θα πρέπει να ανιχνεύονται στο πόσιμο νερό σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.1 μg/L και αθροιστικά στο σύνολο, η τιμή τους δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0.50 μg/L.

#### Επίμονοι οργανικοί ρύποι

Είναι ενώσεις που δεν αποικοδομούνται εύκολα στο περιβάλλον με χημικές ή βιολογικές διεργασίες (π.χ. πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, πολυχλωριωμένα διφαινύλια, διοξίνες). Ασκούν ισχυρή τοξική δράση στους ζωντανούς οργανισμούς και έχουν την ιδιότητα να διασπείρονται στο περιβάλλον και να βιοσυσσωρεύονται. Προέρχονται ως προϊόντα, παραπροϊόντα ή απόβλητα της χημικής βιομηχανίας και πολλές από αυτές έχουν σήμερα απαγορευτεί. Οι βλάβες που προκαλούν στον οργανισμό ποικίλλουν κατά περίπτωση και, ανάλογα με το χρόνο έκθεσης και τη δόση, μπορεί να περιλαμβάνουν διάφορες παθοφυσιολογικές αλλοιώσεις (π.χ. βλάβες στο αναπαραγωγικό και ανοσοποιητικό σύστημα), νευροεκφυλιστικά νοσήματα και επαγωγή νεοπλασίας. Δεν θα πρέπει να ανιχνεύονται στο πόσιμο νερό σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.5 μg/L.

## Πόσιμο νερό και δημόσια υγεία

### (α) μικροβιολογικοί κίνδυνοι

Οι λοιμώξεις που μεταδίδονται με το πόσιμο νερό μεταδίδονται σε ευρεία μάζα του πληθυσμού και ως εκ τούτου προσβάλλουν και ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού, όπως μικρά παιδιά, ηλικιωμένους, καθώς και άτομα με υποκείμενα νοσήματα ή ιατρογενή εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος (π.χ. νεφροπαθείς, λήπτες μοσχευμάτων). Οι υδατογενείς λοιμώξεις συνήθως προϋποθέτουν μικρή μολυσματική δόση (δηλαδή μικρός αριθμός μικροβιακών κυττάρων είναι ικανός να προκαλέσει νόσο στο 50% των υγιών ατόμων) και έχουν σημειακή πηγή μετάδοσης με αποτέλεσμα εκρηκτική-μαζική επιδημία.

Στις αναπτυγμένες κατά το βιομηχανικό πρότυπο χώρες, οι επιδημιολογικές καταγραφές υποδεικνύουν ότι οι περισσότερες υδατογενείς επιδημίες σχετίζονται με παθογόνα βακτηρίδια όπως το *Campylobacter jejuni*, η *E. coli* (κυρίως ο ορότυπος O157:H7), η *Salmonella* (2000 ορότυποι), η *Shigella* (4 ορότυποι), το *Vibrio cholerae* και η *Yersinia enterocolitica*. Από τους ιούς που προκαλούν υδατογενείς λοιμώξεις συχνότερα εμφανίζονται οι αδενοϊοί (31 τύποι), οι εντεροϊοί (71 τύποι) και ο ιός της ηπατίτιδας Α. Ανάμεσα στις νέο-αναδυόμενες υδατογενείς λοιμώξεις που έχουν προκαλέσει μαζικά κρούσματα συγκαταλέγονται και τα πρωτόζωα *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis* και *Cryptosporidium parvum*.

Τα υδατογενή νοσήματα που οφείλονται στο πόσιμο νερό είναι δυνατόν να ταξινομηθούν ως εξής:

1. Υδατογενή νοσήματα που οφείλονται στην κατανάλωση του νερού ως ποσίμου και μεταδίδονται μέσω της στοματοπρωκτικής οδού (π.χ. χολέρα, τυφοειδής πυρετός, κρυπτοσπορίδιο κλπ),
2. Υδατογενή νοσήματα που προκύπτουν από μη επαρκή ποσότητα νερού (επιπεφυκίτιδες, τράχωμα κλπ) και είναι λιγότερο συχνά στην Ελλάδα,
3. Υδατογενή νοσήματα που μεταδίδονται με φορείς όπου το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στον κύκλο ζωής τους (π.χ. σχιστοσωμίαση, κίτρινος πυρετός, φιλαρίαση, ελονοσία) που σπάνια εμφανίζονται στην Ελλάδα.

Η πύλη εισόδου που χρησιμοποιεί ο παθογόνος μικροοργανισμός για να εισέλθει στον οργανισμό του ανθρώπου μπορεί να οδηγήσει στην παρακάτω κατηγοριοποίηση των υδατογενών νοσημάτων:

- I. Με πύλη εισόδου το γαστρεντερικό (π.χ. *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, HAV κτλ),
- II. Με πύλη εισόδου το δέρμα και τους επιπεφυκότες (π.χ. πρωτόζωα όπως *Acanthamoeba*),
- III. Με πύλη εισόδου το αναπνευστικό (*Legionella pneumophila*, άτυπα μυκοβακτηρίδια κ.ά.).

### (β) χημικοί κίνδυνοι

Σε ότι αφορά τις χημικές παραμέτρους είναι γνωστή η τοξικότητα πολλών χημικών ουσιών που μπορεί να βρεθούν στο πόσιμο νερό εξαιτίας της ρύπανσης των πηγών υδροδότησης, όπως φυτοφάρμακα (κυρίως οργανοχλωριωμένα και οργανοφωσφορικά), πολυχλωριωμένα διφαινυλίου (PCBs), βαρέα μέταλλα κτλ. Οι παράγοντες αυτοί (π.χ. παραθείο, πολυχλωροφαινόλες, αρσενικό, μόλυβδος, εξασθενές χρώμιο κτλ) σχετίζονται με οξείες και χρόνιες δηλητηριάσεις που προκαλούν κατά περίπτωση τόσο βραχυπρόθεσμες όσο και μακροπρόθεσμες συνέπειες στον οργανισμό όπως αναιμίες, γαστρεντερίτιδες, βλάβες στο ΚΝΣ, νεφροπάθειες, ηπατοπάθειες, εμβρυακή τοξικότητα, αναπτυξιακές ανωμαλίες και επαγωγή νεοπλασιών.

Ο χρόνος μεσολάβησης (lag time) από την πρόσληψη μιας χημικής ουσίας μέχρι την εμφάνιση κλινικών συμπτωμάτων είναι καθοριστικός για τον έλεγχο και την πρόληψη των επαγόμενων νοσημάτων και εξαρτάται τόσο από το είδος της ουσίας όσο και από την συγκέντρωσή της στο νερό. Επειδή οι συγκεντρώσεις των επικίνδυνων χημικών ουσιών στο πόσιμο νερό είναι σχετικά χαμηλές, συνήθως πρέπει να περάσουν αρκετά χρόνια πριν την εμφάνιση παθολογικών ευρημάτων. Παρόλα αυτά, η τοξικότητα πολλών ουσιών έχει εξακριβωθεί πειραματικά (π.χ. μελέτες *in vitro* και *in vivo* τοξικότητας σε βακτήρια, κυτταρικές σειρές και πειραματόζωα), ενώ οι βλάβες που προκαλούνται στον οργανισμό (π.χ. βλάβες στο DNA, επαγωγή καρκινογένεσης κτλ), συνήθως περιγράφονται ως «μη αναστρέψιμες», γεγονός που καθιστά την καταγραφή των χημικών παραμέτρων του πόσιμου νερού ιδιαίτερα σημαντική για τη Δημόσια Υγεία.

### Βιβλιογραφία

1. Αντωνία Τριχοπούλου και Δημήτρης Τριχόπουλος. *Προληπτική Ιατρική: Αγωγή Υγείας, Κοινωνική Ιατρική, Δημόσια Υγιεινή*. Εκδόσεις Γ.Κ. Παρισιανός (1986).
2. Τάνια Αρβανιτίδου - Βαγιωνά. *Υγιεινή και Περιβάλλον*. Εκδόσεις University Studio Press (1992).
3. Ε.Ν. Βελονάκης. *Μικροβιολογική ποιότητα πόσιμου νερού και δημόσια υγεία*. (Ιούλιος 2001).
4. *Guidelines for Drinking Water Quality*. World Health Organization, 3rd Ed (2006).
5. ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/11.07.2001, τροποποίηση 26.04.2007 ΦΕΚ Β' 630). Σε εναρμόνιση με την Οδηγία Συμβουλίου 98/83 Ε.Ε. «Για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης».

# ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΡΑΚΗΣ

**Π. Μάνδαλος και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

*Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη*

*Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη*

Στους νομούς Έβρου, Ροδόπης και Ξάνθης σε πολλές πόλεις έχουν δημιουργηθεί Δ.Ε.Υ.Α. με εξειδικευμένο προσωπικό που σκοπό έχουν την καλύτερη παροχή υπηρεσιών και ποιότητας νερού στους πολίτες.

Σ' αυτές τις πόλεις έχουμε καλύτερης ποιότητας νερό αλλά και καλύτερα δίκτυα παροχής ύδρευσης στους κατατόπους δήμους όπως και καλύτευση της κατάστασης των αποχετευτικών δομών.

Από τα μέχρι σήμερα στοιχεία υπάρχει καλύτερη υποδομή και οργάνωση στον νομό Έβρου με την ίδρυση έξι (6) Δ.Ε.Υ.Α. στα αντίστοιχα δημοτικά διαμερίσματα με πρωτοπόρους το Δήμο Αλεξανδρούπολης (έτος ίδρυσης της Δ.Ε.Υ.Α.Α. το 1982) και το Δήμο Ορεστιάδας (έτος ίδρυσης της Δ.Ε.Υ.Α.Ο. το 1982), ενώ στο Νομό Ροδόπης μόνο ο Δήμος Κομοτηνής έχει οργανωμένη Δ.Ε.Υ.Α.Κ. από το 1987 και στην Ξάνθη τέσσερις (4).

Το πόσιμο νερό προέρχεται από γεωτρήσεις των περισσότερων δήμων, ενώ ένα μικρό ποσοστό προέρχεται από λίμνες, ποτάμια, υδρομαστεύσεις και πηγές.

Στην Κομοτηνή λειτουργεί διυλιστήριο που διυλίζει νερό που προέρχεται από τον ποταμό Βοζβόζη με μια μορφοποιημένη υδρομάστευση και από τις γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται περισσότερο στις καταστάσεις λειψυδρίας, ενώ στην Αλεξανδρούπολη λειτουργεί υπερσύγχρονο ταχυδιυλιστήριο με δυνατότητα επεξεργασίας 800m<sup>3</sup>/h νερού που προέρχεται από τεχνητή λίμνη που δημιουργήθηκε από την κατασκευή φράγματος, μόνο για υδροληψία πόσιμου νερού με ευθύνη, κατασκευή και διαχείριση από την ίδια την Δ.Ε.Υ.Α. Αλεξανδρούπολης. Οι υπόλοιπες Δ.Ε.Υ.Α. δεν διαθέτουν υποδομές για την κατεργασία νερού αφού χρησιμοποιούν κατά πλείστον νερό γεωτρήσεων, φυσικών πηγών ή υδρομαστεύσεων χωρίς κατεργασία.

Στο Νομό Ξάνθης το νερό προέρχεται από γεωτρήσεις και υδρομαστεύσεις.

Είναι γνωστό ότι το νερό μπορεί να μεταφέρει πολλούς μικροοργανισμούς και πολλά ρυπογόνα χημικά στοιχεία τα οποία είναι βλαβερά για την υγεία μας. Πολλά από τα χημικά στοιχεία μπορεί να είναι απόρροια της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως διάφορα νιτρικά και φωσφορικά ιχνοστοιχεία που απορρέουν από την αλόγιστη χρήση λιπασμάτων ή βιολογικών ακατέργαστων αποβλήτων ή ακόμα ποιο τοξικά στοιχεία όπως βαρέα μέταλλα (υδράργυρος, κάδμιο, αρσενικό, κλπ), ή διοξίνες και άλλα πολυχλωριούχα

που μπορεί να επιμολύνουν το πολύτιμο νερό που προορίζεται για την ανθρώπινη και ζωική κατανάλωση.

Για τα ιχνοστοιχεία που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα το Αρσενικό είναι ένα από τα επικινδυνότερα στοιχεία και μπορεί να προέρχεται από χρησιμοποιημένα παρασιτοκτόνα ή από τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται στην κατεργασία του ξύλου. Υπάρχει και σε φυσική μορφή στο περιβάλλον και μπορεί πολλές φορές να εντοπισθούν νερά φυσικά (επίγεια ή υπόγεια) με υψηλά ποσοστά Αρσενικού λόγω του ότι η περιοχή είναι πλούσια σε πετρώματα που περιέχουν Αρσενικό (στην περιοχή μας είναι η περίπτωση του Δήμου Νέου Σιδηροχωρίου του Ν. Ροδόπης). Νερά λιμνών ή ποταμών ή και υπόγεια νερά, μπορεί να μολυνθούν από την απορροή των νερών της βροχής που προέρχονται από σκουπιδοτόπους ή από αλόγιστες εναποθέσεις τοξικών σκουπιδιών. Έχουν εντοπισθεί αυξημένα ποσοστά Αρσενικού σε νερά κοντά σε εκκοκκιστήρια βαμβακιού λόγω της αλόγιστης χρήσης φυτοφαρμάκων στο βαμβάκι. Το όριο στο πόσιμο νερό είναι τα 10μg/l ή 0,01ppm. Είναι καρκινογόνο και ευθύνεται για τον καρκίνο του πνεύμονα και του δέρματος. Επίσης μακρά έκθεση επιφέρει διαβήτη, ηπατικές παθήσεις, και νευρολογικά προβλήματα.

Ένα άλλο τοξικό στοιχείο της κατηγορίας αυτής είναι ο υδράργυρος, με την επικινδυνότερη μορφή του που θεωρούνται οι ατμοί υδραργύρου και εισπνεόμενοι μπορούν να ανιχνευτούν στο αίμα. Χρησιμοποιείται στα χρώματα σαν αντιμυκητιασικό και στις μπαταρίες. Επίσης πολλά θαλάσσια είδη, λόγω της μόλυνσης των θαλασσών περιέχουν υδράργυρο. Στην Ιαπωνική πόλη της Μιναμάτα το 1950 από διαρροή υδραργύρου στην θάλασσα από εργοστάσιο πλαστικών, χιλιάδες γάτες βρέθηκαν νεκρές διότι είχαν φάει ψάρια μολυσμένα με υδράργυρο, ενώ σε μετρήσεις στο αίμα των κατοίκων παρατηρήθηκε αύξηση του υδραργύρου έως και 10 φορές πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Περισσότερο εκτεθειμένα είναι τα ψάρια του γλυκού νερού και ιδίως σε ποτάμια και λίμνες όπου χύνονται ανεξέλεγκτα λύματα ανθρώπινης προέλευσης. Έχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία με κινητικά προβλήματα, απώλεια μνήμης, βλάβες στα νεφρά και στο νευρικό σύστημα.

Το Κάδμιο είναι ένα άλλο τοξικό βαρύ μέταλλο που βρίσκεται στην ατμοσφαιρική σκόνη και μπορεί να μπει στον οργανισμό μας εισπνεόμενο. Ακόμη μπορεί να παρασυρθεί και από την βροχή και να επιμολύνει τον υπέργειο ή υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Σαν πηγή ρύπανσης είναι η καύση πλαστικών και αποβλήτων η χρήση φωσφορικών λιπασμάτων. Το Κάδμιο κατακρατείται από τον οργανισμό μας σε ποσοστό 25-35% και είναι σε συνάρτηση με τον καρκίνο των πνευμόνων. Σε χρόνια έκθεση μπορεί να επιφέρει βλάβες στα οστά στην καρδιά και στο αίμα (αναιμίες). Τα όρια στο πόσιμο νερό είναι 5 ppm.

Το χρώμιο ένα από τα ιχνοστοιχεία που απασχόλησε και την Ελληνική κοινή γνώμη με την υπόθεση του ποταμού Ασωπού και τα λύματα με εξασθενές χρώμιο. Στις Η.Π.Α μια ανάλογη υπόθεση ονομαζόμενη «Υπόθεση Erin Brockovitch» έλαβε μέρος τον Δεκέμβριο του 1987, όταν η εταιρεία Pacific Gas Company (PG&E), η παγκοσμίως μεγαλύτερη εταιρεία παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου, ενημέρωσε τις αρχές της Καλιφόρνιας, ότι ανιχνεύθηκε εξασθενές χρώμιο σε επίπεδα 580 μg/L (το ανώτατο επιτρεπτό όριο για το ολικό χρώμιο που θέτει η πολιτεία είναι 50 μg/L) σε ένα σημείο ελέγχου των υπόγειων υδάτων. Το Cr(VI) χρησίμευε ως αντιδιαβρωτικό σε

ψυκτικούς πύργους του σταθμού συμπίεσης του φυσικού αερίου της πόλης Hinkley στην έρημο Mojave.

Οι κάτοικοι του Hinkley παρουσίαζαν μια σειρά από προβλήματα υγείας: ηπατικά, καρδιακά, αναπνευστικά, αναπαραγωγικά, γυναικολογικούς καρκίνους, καρκίνους στον εγκέφαλο, στα νεφρά, στο γαστρεντερικό σύστημα, ασθένεια Hodgkins, αποβολές, ενώ η εταιρία ισχυριζόταν ότι τα προβλήματα υγείας δεν είχαν σχέση με τα λύματα του σταθμού. Ωστόσο, μέχρι το 1972 η PG&E εν γνώσει της είχε αποθηκευτεί 370 εκατομμύρια γαλόνια λυμάτων που περιείχαν Cr(VI) σε μη στεγανοποιημένες δεξαμενές με αποτέλεσμα το τοξικό Cr(VI) να ρυπάνει τα υπόγεια ύδατα του Hinkley.

Μετά από μαζική κατάθεση μήνυσης από τους κατοίκους της πόλης το 1993 και τις προσπάθειες μίας υπαλλήλου τοπικής δικηγορικής εταιρείας, της Erin Brockovich, που άρχισε να ερευνά προσωπικά την υπόθεση αποδεικνύοντας την ενοχή της εταιρείας και υποχρεώνοντας την να πληρώσει το μυθικό ποσό για την εποχή των 333 εκατομμυρίων δολαρίων σε 648 κατοίκους και να αναλάβει όλα τα έξοδα απορρύπανσης καθώς και την υποχρέωση της διακοπής χρήσης του εξασθενούς χρωμίου.

Στην Ελλάδα, ρυθμίζονται με την ΚΥΑ 4859/726, οι εκπομπές ολικού χρωμίου από απόβλητα βιομηχανιών σε υδάτινους αποδέκτες, σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται (ανάλογα με τον αποδέκτη) από 0,6 έως 3 mg/L. Οι εκπομπές ρύπων των βιομηχανιών στην Ελλάδα (φυσικά και του εξασθενούς χρωμίου) μπορούν να καθοριστούν από τις κατά τόπους Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις, και κυμαίνονται για το Cr(VI) από 0,3 έως 1 mg/L στα υγρά απόβλητα. Όριο για το έδαφος δεν έχει θεσπιστεί ακόμα. Η έκθεση σε Cr(VI) από τον αέρα στον εργασιακό χώρο είναι πιο σημαντική και επικίνδυνη. Ο OSHA (Occupational Safety and Health Administration) και ο NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) των ΗΠΑ έχουν θεσπίσει *επιτρεπτά όρια έκθεσης* (Permissible Exposure Limits, PELs) και *προτεινόμενα όρια έκθεσης* (Recommended Exposure Limits, RELs) για τους εργασιακούς χώρους. Το νέο PEL για το Cr(VI) στον αέρα εργασιακού χώρου όπου εκτελούνται συγκολλήσεις μετάλλων (welding) κατά τη διάρκεια 8ώρου (για εβδομάδα 40ώρου) είναι 5 mg/m<sup>3</sup>, ενώ υπάρχουν δεκάδες ρυθμίσεις κατά περίπτωση. Το χρώμιο εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της αναπνοής και της κατανάλωσης τροφής και ποτών που το περιέχουν. Το τρισθενές χρώμιο, Cr(III), θεωρείται απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τον οργανισμό, αφού φαίνεται να συμμετέχει στον *παράγοντα ανοχής της γλυκόζης* (Glucose Tolerance Factor, GTF). Ο παράγοντας GTF μαζί με την ινσουλίνη ρυθμίζουν την ποσότητα της γλυκόζης στο αίμα. Ελλειψη χρωμίου, όπως παρατηρήθηκε σε πειραματόζωα, προκαλεί αύξηση του σακχάρου στο αίμα και εμφάνιση γλυκόζης στα ούρα. Ενδείκνυται η πρόσληψη 30 έως 50 μg Cr(III) ημερησίως, ενώ ποσότητες μέχρι 200 μg δεν έχει αναφερθεί ότι προκαλούν προβλήματα υγείας. Αντίθετα, το εξασθενές χρώμιο έχει χαρακτηριστεί ως αποδεδειγμένο καρκινογόνο. Το PEL για διάφορες καρκινογόνες ενώσεις του Cr(VI) στον αέρα εργασιακού χώρου είναι ακόμα μικρότερο: μόλις 1 mg/m<sup>3</sup>. Μελέτες σε πειραματόζωα έδειξαν ότι η πόση νερού επιβαρυσμένου με Cr(VI) μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του γαστρεντερικού συστήματος. Ωστόσο, δεν είναι σαφές αν τα επίπεδα που προσδιορίζονται σε πόσιμα ύδατα είναι ικανά να προκαλέσουν καρκίνο. Σύμφωνα με την IARC, το Cr(VI) που προσλαμβάνεται με το νερό μετατρέπεται σε μεγάλο ποσοστό σε Cr(III) στο όξινο περιβάλλον του στομάχου, γεγονός που δεν επιτρέπει την περαιτέρω απορρόφηση του χρωμίου από τον οργανισμό, καθώς το Cr(III) δεν μπορεί να διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη.

Ο μόλυβδος είναι ένα άλλο τοξικό στοιχείο που χρησιμοποιείται ευρέως από τον άνθρωπο. Ιστορικά λέγεται ότι συνέβαλε και στην πτώση της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας μια και χρησιμοποιούταν στα ποτήρια κρασιού από την αριστοκρατία, σαν επικάλυψη γιατί έδινε μια γλυκιά γεύση στο κρασί καθώς και όλα τα δίκτυα νερού οι σωληνώσεις ήταν από μόλυβδο. Ήταν ευρέως χρησιμοποιούμενος και στις συγκολλήσεις.

Σήμερα μπορούμε να βρούμε τον μόλυβδο με την μορφή του τετρααιθυλικού μολύβδου που χρησιμοποιούνταν μέχρι πριν μερικά χρόνια σαν πρόσθετο στη βενζίνη, στα τενεκεδάκια τροφίμων σαν συγκολλητικό μετάλλων (καλάι), σε μπογιές, σε καλλυντικά (πολλά αναγράφουν free Pb, δηλ. χωρίς μόλυβδο), σε παραδοσιακά γιατροσόφια, σε συστήματα νερού, σε λούστρα κεραμικών και σε κρυστάλλινα δοχεία (πολλά αναγράφουν τα ποσοστά μολύβδου).

Η απορρόφηση μόλυβδου από το παιδί είναι αυξημένη. Το αναπτυσσόμενο Κεντρικό Νευρικό σύστημα του παιδιού είναι εκτεθειμένο εφ' όσον ο αιματοεγκεφαλικός φραγμός στο μικρό παιδί μέχρι της ηλικίας των 36 μηνών, δεν είναι πλήρης και με ευκολία διαπερνάτε από τον μόλυβδο.

Ο Π.Ο.Υ. εκτιμά ότι το 3,5% της παγκόσμιας πνευματικής καθυστέρησης που παρατηρείται σε παιδιά του τρίτου κόσμου οφείλεται σε αυξημένα ποσοστά μολύβδου στο αίμα.

Ο μεταβολισμός του μόλυβδου εξαρτάται από την ηλικία του ατόμου και από το μέγεθος των μορίων του μολύβδου:

- α) Μόρια <1 μg απορροφούνται κατά 70% από τους πνεύμονες.
- β) Από το γαστρεντερικό σύστημα η απορρόφηση είναι 40-70% στα παιδιά και 10-20% στους ενήλικες.
- γ) Η απορρόφηση αυξάνεται σε περιπτώσεις αναιμίας, χαμηλών επιπέδων στο αίμα, ασβεστίου.
- δ) Συσσωρεύεται σε χρόνια έκθεση, στα οστά κατά 90%.
- ε) Στα παιδιά μέχρι ηλικίας 2 ετών το 1/3 του μόλυβδου μένει στο αίμα ενώ στους ενήλικες το 1%. Δεν αναγνωρίζεται χαμηλότερο όριο ασφάλειας στο αίμα.

Παρεμβαίνει στο μεταβολισμό του σιδήρου και του ασβεστίου και στην λειτουργία πολλών ενζύμων.

Η τοξικότητα του μόλυβδου είναι μεγάλη και μπορεί να προκαλέσει βλάβες σε Κ.Ν.Σ., γαστρεντερικό, αιματολογικό, νεφρά, σκελετικό, αναπαραγωγικό σύστημα.

Το κυάνιο είναι ένα άλλο στοιχείο που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο. Υπάρχει στην φύση σε μικρές ποσότητες όπου δεν αποτελεί κίνδυνο σε ξηρούς καρπούς, κουκιά, φασόλια, φιστίκια, φακές βερίκοκα, ροδάκινα κλπ, ενώ παρουσιάστηκαν προβλήματα δηλητηρίασης σε ζώα που κατανάλωσαν υπερβολικές ποσότητες τριφυλλιού ή τεύτλων και κυρίως κατά την ανθοφορία τους, αλλά γενικώς δεν αποτελεί επικίνδυνο στοιχείο σε αυτές τις συγκεντρώσεις.

Παρασκευάζεται κυρίως σαν κυανιούχο νάτριο και είναι στερεό μη πτητικό, ενώ στην κανονική του μορφή είναι αέριο, εύφλεκτο και τοξικό με χαρακτηριστική οσμή πικραμύγδαλου. Περίπου 1.300.000 τόνοι κυανιούχου νατρίου παράγονται ετησίως και το 18% χρησιμοποιείται στη μεταλλευτική βιομηχανία. Οι ναζί το χρησιμοποιούσαν για τις μαζικές εξολοθρεύσεις στα στρατόπεδα συγκεντρώσεως με την μορφή του Zyklon B. Μια από τις μεγαλύτερες οικολογικές καταστροφές στην περιοχή μας ήταν και αυτή στην Ρουμανία, όταν από λίμνη τελμάτων από το ορυχείο για την εξόρυξη χρυσού στην Baia



Μαγε διέρρευσαν στον ποταμό Zsamos (παραπόταμο του Δούναβη) 100.000 m<sup>3</sup> τοξικά απόβλητα από βαρέα μέταλλα και κυάνιο. Αποτέλεσμα τα νερά να μολυνθούν και τρεις χώρες να απαγορεύσουν την οποιαδήποτε χρήση του νερού του Δούναβη (Ουγγαρία, Σερβία και Ρουμανία). Τα όρια σε κυάνιο είχαν ανέλθει σε 126 ppm, δηλαδή πολλές φορές πάνω από τα επιτρεπτά όρια (0,1 ppm για το πόσιμο νερό), ενώ χιλιάδες ψάρια και υδρόβια πουλιά βρήκαν τον θάνατο.

Ένα από τα βασικότερα και τοξικότερα χλωροπαράγωγα είναι οι διοξίνες (TCDD ή 2,3,7,8-τετραχλωρο-διβενζο-1,4-διοξίνη) και τα πολυϊσομερή τους. Είναι στερεάς μορφής σαν λευκή σκόνη και είναι αδιάλυτη στο νερό. Καταστρέφεται σε θερμοκρασία πάνω από 800°C. Στην φύση μπορεί να παρασκευασθεί όταν καίγονται σκουπίδια, δάση κλπ όπου ενώνονται ο άνθρακας και το χλώριο σε ποιο χαμηλές θερμοκρασίες και έχουμε τον σχηματισμό ισόμερων διοξίνης. Στις καύσεις αστικών σκουπιδιών έχουμε παράγωγα τις διοξίνης γιατί καίγονται μαζί πλαστικά, παρασιτοκτόνα κλπ. Σε μετρήσεις που έγιναν μετά από πυρκαγιές σε δάση βρέθηκαν τιμές μέχρι και πέντε φορές υψηλότερες από τις κανονικές στα επίγεια νερά. Η σκόνη μπορεί να μεταφερθεί από την τέφρα και τον αέρα και να εισέλθει στις επιφάνειες ή να εισέλθει με την βροχή στα υπόγεια ή επιφανειακά νερά. Η διοξίνη προκαλεί προβλήματα σε τρισεκατομριοστά (ppb) όταν αποθηκευτεί στον οργανισμό μας (συνήθως συγκεντρώνεται στο λιποειδή ιστό). Είναι καρκινογόνος προκαλεί εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος και σοβαρές διαταραχές στο νευρικό σύστημα.

Άλλα ιχνοστοιχεία όπως αμμωνιακά, νιτρικά, φωσφορικά και νιτρώδη μπορεί να αυξηθούν λόγω της ανθρώπινης και αλόγιστης διαχείρισης των αστικών αποβλήτων στερεών ή υγρών ή της χωρίς μέτρο χρησιμοποίησης φωσφορικών ή νιτρικών λιπασμάτων στην γεωργία που με τα νερά της βροχής μπορεί να μολύνουν τα υπόγεια ή υπέργεια νερά

Ο συνεχής εμπλουτισμό των υδάτων με θρεπτικά στοιχεία μπορεί να προκαλέσει ευτροφισμό αλγών και άλλων οργανισμών. Η ύπαρξη όλων αυτών των απαραίτητων θρεπτικών υλικών στο νερό προκαλεί υπέρμετρη ανάπτυξη των φυτικών κυρίως οργανισμών με διατάραξη της υπάρχουσας ισορροπίας. Αυτό οδηγεί στο γήρας της λίμνης. Βέβαια οι χρονικές περίοδοι για όλα αυτά μπορεί να είναι και χιλιάδες χρόνια, αυτό εξαρτάται από την περιεκτικότητα και την ποσότητα των θρεπτικών υλικών που εισρέουν στην λίμνη.

Όταν δεν υπάρχουν επιδράσεις από ανθρώπινους παράγοντες ο ευτροφισμός αποτελεί βραδύ φυσικό φαινόμενο. Μπορεί όμως να αποτελεί αποτέλεσμα ρυπάνσεως όταν η αύξηση των θρεπτικών συστατικών προέρχεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Δραστηριότητες οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο αποτελούν η χρήση των λιπασμάτων στα χωράφια (νιτρικά φωσφορικά άλατα), η χρήση των απορρυπαντικών (φωσφορικά άλατα) οπότε παρατηρείται απότομη αύξηση των φυτικών οργανισμών σε μια λίμνη με μια όπως ονομάζεται «άνθιση» του άλγους. Επίσης παθογόνοι μικροοργανισμοί ευνοούνται στο νερό από ορισμένους παράγοντες, όπως το ουδέτερο pH, η παρουσία οργανικής ίλης που είναι η τροφή τους, καθώς και η ύπαρξη θρεπτικών συστατικών, όπως είναι το άζωτο και ο φώσφορος, τα οποία είναι απαραίτητα στη βιοσύνθεση τους.

Έτσι ανεξέλεγκτοι σκουπιδοτόποι μπορεί να αυξήσουν κατά μεγάλο νούμερο διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς και να καταστήσουν ακατάλληλα τα υπόγεια ή τα επιφανειακά νερά.

Σαν απολύμανση λοιπόν ορίζεται η επεξεργασία που έχει σαν σκοπό την διατήρηση των μικροοργανισμών ενός κλειστού ή ανοικτού δικτύου νερού σε επίπεδα που δεν επηρεάζουν την διεργασία και είναι ακίνδυνα για την υγεία.

Η μικροβιοκτόνος δράση επιτυγχάνεται: 1) με καταστροφή ή εξασθένηση της οργάνωσης της κυτταρική δομής, 2) με παρέμβαση στον μεταβολισμό που είναι υπεύθυνος για την παραγωγή ενέργειας, 3) με παρέμβαση στη βιοσύνθεση και την ανάπτυξη. Τα οξειδωτικά μέσα, όπως το χλώριο, μεταβάλουν τη χημική σύσταση των ενζύμων και τα αδρανοποιούν, με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται ο κανονικός ρυθμός μεταβολισμού. Τα απαραίτητα για τον μεταβολισμό ένζυμα βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες, γεγονός που εξηγεί την μικροβιοκτόνο δράση του χλωρίου σε πολύ μικρή συγκέντρωση (0,5-0,1 mg/l). Για την καλύτερη αντιμετώπιση και αποφυγή διαφόρων λοιμώξεων είναι υποχρεωτική η χλωρίωση του πόσιμου νερού με τιμές ελεύθερου ή υπολειμματικού χλωρίου που κυμαίνονται από 0,2-0,5 mg/l στα τερματικά σημεία των δικτύων των δήμων ή των αντίστοιχων Δ.Ε.Υ.Α.

Βέβαια παρατηρείται πολλές φορές στους μικρούς δήμους ή κοινότητες και καταστάσεις υπερχλωρίωσης ή έλλειψης χλωρίου με την δικαιολογία ότι το νερό μυρίζει με το χλώριο κλπ. Στους περισσότερους δήμους ή Δ.Ε.Υ.Α, η χλωρίωση γίνεται με υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl). Μόνο η Δ.Ε.Υ.Α. Κομοτηνής χρησιμοποιεί αέριο χλώριο. Στις Κοινότητες Αμαξάδων και Οργάνης του Νομού Ροδόπης δεν γίνεται χλωρίωση του πόσιμου νερού, ενώ στην Κοινότητα Κέχρου η χλωρίωση γίνεται με ευκαιριακό τρόπο.

Στο Ν. Ξάνθης χρησιμοποιείται το υποχλωριώδες νάτριο σε όλους τους δήμους και τις κοινότητες.

Η νομοθεσία ορίζει απαραίτητους μικροβιολογικούς και χημικούς ελέγχους σύμφωνα με την Κ.Υ.Α Υ2/2006/2001 της ποιότητας του πόσιμου νερού από τους δήμους ή από τις Δ.Ε.Υ.Α και δημοσιεύονται τα αποτελέσματα στις υγειονομικές υπηρεσίες των νομαρχιών, μία ή δύο φορές τουλάχιστον τον χρόνο. Στις χημικές παραμέτρους ορίζονται σαν υποχρεωτικές οι αναλύσεις για την ανεύρεση κάτω των επιτρεπτών ορίων των στοιχείων μαγγανίου, σιδήρου, αμμωνιακών, φωσφορικών, νιτρωδών, νιτρικών, θειικών και χλωριωδών, καθώς και οι μετρήσεις για το pH, σκληρότητας, χρώματος, οσμής, γεύσης και αγωγιμότητας ενώ στις υποχρεωτικές μικροβιολογικές αναλύσεις είναι οι καλλιέργειες για την ανεύρεση ολικών κολοβακτηριδιομορφών, κοπρανωδών κολοβακτηριδίων, κοπρανωδών στρεπτόκοκκων, κοινών αερόβιων βακτηρίων στους 22°C και στους 37°C και μόνο για τα επιφανειακά νερά για το *clostridium perfringens*.

Στους Δήμους ή τις Δ.Ε.Υ.Α. του Νομού Έβρου ακολουθείται η διαδικασία υγειονομικού ελέγχου του πόσιμου νερού με τους ελέγχους της χημικής σύστασης και τον μικροβιολογικό έλεγχο των νερών. Έτσι στην Δ.Ε.Υ.Α. Αλεξανδρούπολης έχουμε τουλάχιστον 60-100 χημικές αναλύσεις και πάνω από 300 μικροβιολογικές τον χρόνο, ενώ και οι άλλοι δήμοι ή Δ.Ε.Υ.Α ακολουθούν τις υποχρεωτικές μετρήσεις με την δημοσίευση των αποτελεσμάτων στις υπηρεσίες υγείας του νομού. Ο Δήμος Σαμοθράκης διενεργεί μόνο μικροβιολογικές εξετάσεις.

Επίσης οι δήμοι ή οι Δ.Ε.Υ.Α. κάνουν τακτικούς υγειονομικούς ελέγχους των κεντρικών δεξαμενών καθώς και των δεξαμενών των περιφερειακών διαμερισμάτων, που

αποσκοπούν στην διατήρηση των δεξαμενών σε καλή κατάσταση, καθαριότητα των δεξαμενών και φυσικά καλύτερη ποιότητα παρεχόμενου νερού κατά την αποθήκευση του. Δεν γίνεται υγειονομικός έλεγχος δεξαμενών στην Σαμοθράκη στους Μεταξάδες και στο Σουφλί.

Όσον αναφορά την επάρκεια σε πόσιμο νερό στο Νομό Έβρου, έχουμε επάρκεια σε νερό στους περισσότερους Δήμους ή Δ.Ε.Υ.Α., με εξαίρεση το Δήμο Τραϊανούπολης, και τον Δήμο Τυχερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, και την Δ.Ε.Υ.Α. Διδυμοτείχου, για περίπου 45 μέρες τον χρόνο.

Στη Νομαρχία Ροδόπης ακολουθείται η διαδικασία των υγειονομικών ελέγχων από πολλούς Δήμους ή Δ.Ε.Υ.Α. και Κοινότητες (υπάρχουν τρεις κοινότητες στην νομαρχία Ροδόπης). Έτσι στην Δ.Ε.Υ.Α. Κομοτηνής γίνονται εξήντα (60) τουλάχιστον μικροβιολογικές και σαράντα οχτώ (48) χημικές εξετάσεις, ενώ γίνεται δημοσίευση των αποτελεσμάτων ανά μήνα. Στους υπόλοιπους Δήμους ή Δ.Ε.Υ.Α. του Ν. Ροδόπης, γίνονται οι υποχρεωτικές αναλύσεις, ενώ δεν υπάρχουν στοιχεία για τον Δ. Μαρώνας και το Δήμο Φυλύρας, καθώς και για τις Κοινότητες Αμαξιάδων και Οργάνης. Δεν γίνεται υγειονομικός έλεγχος στην Κοινότητα Κέχρου.

Όσον αναφορά την επάρκεια σε νερό στην Νομαρχία Ροδόπης, οι περισσότεροι Δήμοι ή Δ.Ε.Υ.Α. έχουν επάρκεια σε νερό για όλο τον χρόνο, εκτός από το Δήμο Αρριανών για τριάντα μέρες τον χρόνο, το Δήμο Φυλλίρας όπου υπάρχει πρόβλημα υδροδότησης σε ορισμένους οικισμούς του Δήμου και τις Κοινότητες Κέχρου και Οργάνης όπου υπάρχει πρόβλημα υδροδότησης για ενενήντα μέρες τον χρόνο στην πρώτη και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες στην δεύτερη.

Η συντήρηση και ο τρόπος υδροδότησης του πόσιμου νερού είναι από τα βασικά στοιχεία για την καλή ποιότητα του. Έτσι η ύπαρξη κεντρικών δεξαμενών απ όπου υδρεύονται οι κατοικίες των δήμων ή των Δ.Ε.Υ.Α., η καλή υγειονομική τους συντήρηση (καθαρισμός τους σε τακτικά χρονικά διαστήματα, συντήρηση και απολύμανση τους), συντελούν στην καλή ποιότητα του πόσιμου παρεχόμενου νερού στους πολίτες. Ανεξέλεγκτες καταστάσεις όπως η ύδρευση από πηγάδια χωρίς υγειονομική παρακολούθηση ή από πηγές αμφιβόλου ποιότητας νερού, μπορεί να επιφέρουν σοβαρά προβλήματα στην δημόσια υγεία. Όσον αναφορά την κατάσταση του τρόπου ύδρευσης στην Υπερνομαρχία Έβρου - Ροδόπης, οι Δήμοι ή οι Δ.Ε.Υ.Α. έχουν στην κατοχή τους κεντρικές δεξαμενές απ όπου γίνεται και η υδροληψία των κατά τόπους κατοικιών.

Έτσι στην νομαρχία Έβρου όλες οι κατοικίες των Δήμων ή των Δ.Ε.Υ.Α. υδρεύονται από τις κεντρικές δεξαμενές, μόνο στο Διδυμότειχο υπάρχουν μερικές ιδιωτικές γεωτρήσεις (13) και πηγάδια (45) ενώ δεν υπάρχουν στοιχεία για τον δήμο Τυχερού, ενώ στον Ν. Ροδόπης στο Δήμο Φυλλίρας υπάρχουν κοινόχρηστες βρύσες. Δεν υπάρχουν στοιχεία για την Κοινότητα Κέχρου. Έτσι συνοψίζουμε την κατάσταση του τρόπου ύδρευσης στην Υπερνομαρχία Έβρου - Ροδόπης στον παρακάτω πίνακα:

### **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ**

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που προβλημάτισαν τον άνθρωπο ήταν και η διαχείριση των υγρών αποβλήτων που απορρέουν από την ανθρώπινη χρήση. Η κακή διαχείριση τους μπορεί να επιφέρει μολύνσεις στο περιβάλλον με άμεση συνέπεια και για την δημόσια υγεία.

Από την αρχαιότητα λοιπόν έκανε έργα που συντελούσαν στην απομάκρυνση και κυρίως στην ταφή των υγρών αποβλήτων, με την δημιουργία βόθρων και συστημάτων αποχέτευσης. Συστήματα αποχέτευσης αναφέρονται ακόμα από τους πρώτους ιστορικούς χρόνους και είναι γνωστά ακόμα τα ανάκτορα της Κνωσού που διέθεταν λουτρά με αποχετευτικό σύστημα όπως και τα αποχετευτικά συστήματα της αρχαίας Αθήνας, και άλλων αρχαίων Ελληνικών πόλεων. Στην περιοχή μας περίφημα ήταν τα λουτρά της Τραϊανούπολης που διέθεταν αποχετευτικό σύστημα για την εξυπηρέτηση των λουομένων αλλά και της πόλης όπως και μικρά συστήματα στις αρχαίες πόλεις της Μαρώνας, της Μεσημβρίας και στο νησί της Σαμοθράκης.

Η εξέλιξη των αποχετευτικών συστημάτων ήταν μεγάλη κατά την αρχαιότητα ενώ παρατηρείται μία κάμψη κατά τον Μεσαίωνα.

Κυρίως τα αποχετευτικά συστήματα των περασμένων αιώνων ήταν βόθροι (κυρίως απορροφητικοί), όπου διοχετεύονταν τα λύματα και αδειάζονταν όταν χρειαζόταν.

Μία ανάκαμψη παρατηρείται από τις αρχές του 19ου αιώνα όπου και η ποιότητα και οι συνθήκες ζωής αρχίζουν να καλυτερεύουν. Στην περίοδο αυτή παρατηρείται μια μεγαλύτερη προσοχή στην διαχείριση των λυμάτων με την κατασκευή μικρών αποχετευτικών συστημάτων που κατέληγαν κυρίως σε απορροφητικούς ή κτιστούς με πέτρα βόθρους. Από τα μέσα του 20ου αιώνα έχουμε την ανάπτυξη τεχνολογιών που σκοπό έχουν την απορρύπανση των υγρών αποβλήτων.

Σήμερα και μετά την μεγάλη αύξηση της ρύπανσης που παρατηρήθηκε και καταγράφηκε, λόγω της ανεξέλεγκτης ανθρώπινης χρήσης θεσπίστηκαν αυστηρότεροι νόμοι που σκοπό έχουν την προστασία του περιβάλλοντος και του περιορισμού της ρύπανσης με όλα τα οφέλη για την δημόσια υγεία.

Έτσι για την αποφυγή της ρύπανσης από τα υγρά απόβλητα της ανθρώπινης χρήσης έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες που σκοπό έχουν την εξουδετέρωση των ρυπογόνων ενώσεων και την επιστροφή στο περιβάλλον νερού χωρίς τοξικά και οργανικά στοιχεία. Η ανάπτυξη βιολογικών καθαρισμών όπου διοχετεύονται τα υγρά απόβλητα είναι από τα πιο σημαντικά έργα που κατασκευάζει ο άνθρωπος αφού με φυσικούς τρόπους επιτυγχάνεται η εξυγίανση των υγρών αποβλήτων.

Όσον αναφορά την επεξεργασία των λυμάτων έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες που μπορούν να καθαρίσουν σε μεγάλο βαθμό τα υγρά λύματα που προέρχονται από την ανθρώπινη χρήση. Έτσι έχουν κατασκευασθεί βιολογικοί καθαρισμοί για αυτόν τον σκοπό που χρησιμοποιούν φυσικές μεθόδους.

Τα κυριότερα στάδια λειτουργίας ενός βιολογικού καθαρισμού είναι:

#### **I) ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ Η ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

A) Υποδοχή των λυμάτων και αφαίρεση των χονδρών στερεών, με σχάρα

B) Αφαίρεση των λαδιών και λιπών (λιποσυλλέκτης).

Γ) Αφαίρεση της άμμου (αμμοσυλλέκτης).

#### **II) ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

A) Δεξαμενή επιλογής.

B) Δεξαμενή αερισμού.

Γ) Δεξαμενή βιολογικής (τελικής καθίζησης).

Δ) Συστήματα ανακυκλοφορίας και αποχέτευσης λάσπης.

Στην βιολογική επεξεργασία τελευταία περιλαμβάνεται και η ελεγχόμενη απονιτροποίηση.

### III) ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΕΚΡΟΗΣ

Με χλωρίωση ή ακτινοβολία UV ή άλλου απολυμαντικού και δεξαμενή επαφής.

### IV) ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ (ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΗ) ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΚΡΟΗΣ

Συνηθίζεται όταν τα επεξεργασμένα λύματα προορίζονται για άρδευση ή για διάθεση σε υδάτινο περιβάλλον.

- A) Προσθήκη κροκιδωτικών.
- B) Συσσωμάτωση - Κροκίδωση.
- Γ) Διύλιση (φίλτραση) σε αμμόφιλτρο.
- Γ) Απολύμανση με UV.

### V) ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΑΣΠΗΣ

- A) Βιοαποσταθεροποίηση της λάσπης.
- B) Συμπύκνωση της λάσπης (σε δεξαμενές πάχυνσης).

### ΥΠΑΡΞΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΥΠΕΡΝΟΜΑΡΧΙΑ ΕΒΡΟΥ - ΡΟΔΟΠΗΣ

Οι Δήμοι ή οι Δ.Ε.Υ.Α. έχουν αρχίσει να κατασκευάζουν βιολογικούς καθαρισμούς με σκοπό να διαχειριστούν τα απόβλητα και να μην επιβαρύνουν περαιτέρω το περιβάλλον. Έτσι στο Νομό Έβρου έχουν κατασκευασθεί και λειτουργούν έξι (6) βιολογικοί καθαρισμοί σε ισάριθμες Δ.Ε.Υ.Α. που εξυπηρετούν το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού τους.

Βιολογικούς καθαρισμούς έχουν εγκαταστήσει και λειτουργούν οι Δ.Ε.Υ.Α., Αλεξανδρούπολης, Διδυμοτείχου, Ορεστιάδας και Σουφλίου στο Νομό Έβρου. Στην Αλεξανδρούπολη λειτουργεί βιολογικός καθαρισμός με πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια στάδια επεξεργασίας με τελικό αποδέκτη για τα μεν υγρά προϊόντα την θάλασσα για δε την παραγόμενη λάσπη τον Χ.Υ.Τ.Α. Αλεξανδρούπολης. Το παραγόμενο υγρό προϊόν που αποτελείται από καθαρό πλέον νερό, απολυμαίνεται δε με NaOCl πριν την απελευθέρωση του στην θάλασσα. Σε ότι αφορά το δίκτυο αποτελείται από διπλό δίκτυο ακαθάρτων (λυμάτων) και όμβριων υδάτων. Τα όμβρια νερά καταλήγουν απευθείας στην θάλασσα ενώ τα λύματα στον βιολογικό καθαρισμό. Σε σύνολο περίπου 29.000 κατοικιών είναι συνδεδεμένες περίπου 20.000 κατοικίες, ενώ έχει αρχίσει η επέκταση του δικτύου με σκοπό να καλύψει το 95%-98% των κατοικιών στον επόμενο χρόνο. Λειτουργεί σύγχρονο εργαστήριο που ελέγχει καθημερινά την λειτουργία του βιολογικού σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του με χημικό και μικροβιολογικό έλεγχο. Οι υπόλοιπες κατοικίες έχουν απορροφητικούς ή στεγανούς βόθρους που με βοθηφόρα αδειάζονται στον βιολογικό καθαρισμό.

Στην Ορεστιάδα λειτουργεί βιολογικός καθαρισμός με πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία με τελικό αποδέκτη ποτάμι για τα υγρά προϊόντα και τον Χ.Υ.Τ.Α. Ορεστιάδας για την επεξεργασμένη λάσπη. Το τελικό υγρό προϊόν αποτελείται από καθαρό νερό και απολυμαίνεται με υπεριώδεις ακτίνες (UV). Υπάρχει έλεγχος της λειτουργίας σε όλα τα στάδια επεξεργασίας και γίνεται χημικός έλεγχος από υπάρχων εργαστήριο. Σε σύνολο 10.500 περίπου κατοικιών είναι συνδεδεμένες 7.500 κατοικίες ενώ

οι υπόλοιπες διαθέτουν απορροφητικούς βόθρους που όταν χρειάζεται με βοθηφόρα αδειάζονται στον Χ.Υ.Τ.Α. Ορεστιάδας.

Στο Διδυμοτείχο λειτουργεί βιολογικός καθαρισμός με πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία και τελικό αποδέκτη το έδαφος για τα υγρά και τον Χ.Υ.Τ.Α. Διδυμοτείχου για τα στερεά προϊόντα όπου και γίνεται υγειονομική ταφή. Υπάρχει έλεγχος της λειτουργίας του βιολογικού σταθμού από υπάρχων εργαστήριο. Σε σύνολο 11.323 κατοικιών είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο 10.529 ενώ οι υπόλοιπες 794 έχουν απορροφητικούς βόθρους.

Στο Σουφλί υπάρχει βιολογικός καθαρισμός με 200 κατοικίες συνδεδεμένες στο δίκτυο. Το δίκτυο αποτελείται από διπλό σύστημα υπονόμων όμβριων και λυμάτων. Τελικός αποδέκτης των υγρών είναι το ποτάμι, ενώ της λάσπης ο σκουπιδότοπος Σουφλίου.

Στον Δήμο Τραϊανούπολης δεν υπάρχει σύστημα υπονόμων. Υπάρχουν 1.200 απορροφητικοί, 600 στεγανοί και 200 σηπτικοί βόθροι. Όλοι αδειάζονται με βοθηφόρα στον βιολογικό της Αλεξανδρούπολης.

Στον Δήμο Φερών δεν υπάρχει σύστημα υπονόμων αλλά με βοθηφόρα τα λύματα μεταφέρονται σε δεξαμενή όπου γίνεται ένα είδος πρωτοβάθμιας επεξεργασίας με καθίζηση και υπερχείλιση με τελικό αποδέκτη ποτάμι.

Στην Σαμοθράκη υπάρχει δίκτυο υπονόμων μικτό με συνδεδεμένες 907 κατοικίες ενώ δεν υπάρχει κανένα σύστημα καθαρισμού. Οι υπόλοιπες κατοικίες έχουν απορροφητικούς βόθρους.

Στους Μεταξάδες υπάρχει ένα δίκτυο μικτό υπονόμων με συνδεδεμένες 1.300 κατοικίες αλλά δεν υπάρχει κανένα σύστημα βιολογικού καθαρισμού.

Στους υπόλοιπους Δήμους του Νομού Έβρου οι κατοικίες έχουν τον παραδοσιακό τρόπο αποχέτευσης δηλ. απορροφητικούς βόθρους στο μεγαλύτερο ποσοστό τους.

Στο Νομό Ροδόπης τα πράγματα είναι λίγο χειρότερα σε ότι αφορά την λειτουργία των βιολογικών καθαρισμών αφού μόνο η Δ.Ε.Υ.Α. Κομοτηνής έχει και λειτουργεί βιολογικό καθαρισμό με πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια επεξεργασία. Τα προϊόντα του καθαρισμού έχουν απόληξη ποτάμι τα μεν υγρά και στον Χ.Υ.Τ.Α. Κομοτηνής τα στερεά δηλ. η λάσπη. Είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο 23.684 κατοικίες σε σύνολο 34.533. Το δίκτυο αποτελείται από ένα σύστημα υπονόμων όμβριων και ένα σύστημα υπονόμων για τα λύματα που έχει απόληξη στον βιολογικό.

Στους υπόλοιπους Δήμους δεν υπάρχουν συστήματα αποχετευτικού χαρακτήρα και φυσικά υπάρχουν οι παραδοσιακοί τρόποι αποχέτευσης δηλ. οι βόθροι και σε μεγαλύτερο ποσοστό οι απορροφητικοί βόθροι με ότι αυτό συνεπάγεται όπως προαναφέραμε για το περιβάλλον και ιδίως για τον υδροφόρο ορίζοντα και κατά συνέπεια την δημόσια υγεία.

### Βιβλιογραφία

1. Πολυτεχνείο Κρήτης, Μετρήσεις και παροχές τεχνικών κατευθύνσεων για την υλοποίηση στις πυρόπληκτες περιοχές.
2. Διαδίκτυο, www. Μάιος 1999 htm ΔΙΟΞΙΝΕΣ.
3. Παπαδάκης «Διδακτορική διατριβή».
4. Morison - Chimica Organica-edizione italiana.1998.
5. Μήτρακας Μ., Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού,1996.
6. Μαυρίδου.Α., Παπαπετροπούλου Μ., Μικροβιολογία του υδάτινου περιβάλλοντος. Βας.αρχές.
7. Χημικά Χρονικά, τεύχος Οκτώβριος 200

# ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ

**Σ.Ι. Μπινοπούλου και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αλεξανδρούπολη

Διεύθυνση Υγείας, Νομαρχιακό Διαμέρισμα Έβρου, Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Ροδόπης - Έβρου (Ν.Α.Ρ.Ε.), Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

Η κύρια χρήση του νερού είναι ως πόσιμο, απαραίτητο για την επιβίωση του ατόμου αλλά και όλων των οργανισμών, το οποίο φτάνει στην κατανάλωση μέσω των δικτύων ύδρευσης, ως εμφιαλωμένο (φυσικό μεταλλικό ή επιτραπέζιο) και μέσω βυτίων (για την εξυπηρέτηση ιδιαίτερων, κυρίως έκτακτων, καταστάσεων λόγω απόρριψης των πηγών υδροληψίας κ.ά.). Ιδιαίτερη επιδημιολογική σημασία έχει η χρήση του νερού σε χώρους εργασίας και ιδίως στην βιομηχανία τροφίμων όπου χρησιμοποιείται σε όλα σχεδόν τα στάδια επεξεργασίας-παρασκευής, στην παστερίωση και την αποστείρωση τροφίμων, στην ψύξη κονσερβών και μηχανημάτων, στην παρασκευή πάγου, για τον καθαρισμό-εξυγίανση των χώρων, του εξοπλισμού και των σκευών, στην παραγωγή ατμού, στην ατομική υγιεινή του προσωπικού και στην ψύξη - θέρμανση των χώρων εργασίας.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 παρ. 1 της Γ3α/761/06.03.68 Υγειονομικής Διατάξεως «περί ποιότητας πόσιμου ύδατος» όπως συνεχίζει και ισχύει έως και σήμερα (αφού το ίδιο προβλέπεται και σε πρόσφατες διατάξεις), το νερό σε όλες τις ανωτέρω χρήσεις θα πρέπει να έχει τα χαρακτηριστικά του πόσιμου. Θα πρέπει να είναι οργανοληπτικά άμεμπτο και από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία του ανθρώπου χωρίς να προκαλεί σοβαρές ζημιές στα έργα υδρεύσεως.

## **Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση του πόσιμου νερού**

- Το μέγεθος του δικτύου ύδρευσης.

- Η κατάσταση του δικτύου διανομής. Η ποιότητα κατασκευής του και η σωστή συντήρησή του έχουν άμεση σχέση με τις τυχόν απώλειες νερού κατά τη μεταφορά του και στη συνέχεια στον συνολικό όγκο του καταναλισκόμενου νερού.

- Η ποιότητα του νερού. Η διασφάλιση της ποιότητας του νερού με βάση την ισχύουσα νομοθεσία δημιουργεί εμπιστοσύνη στους καταναλωτές, αυξάνοντας την κατανάλωση.

- Η πίεση του νερού. Η μεγάλη πίεση στο δίκτυο διανομής του νερού αυξάνει τις φθορές στο δίκτυο διανομής, προκαλεί απώλειες, ενώ συντελεί και στην άσκοπη κατανάλωση.

- Η εγκατάσταση υδρομετρητών. Η τιμολόγηση του νερού δια μέσω των υδρομετρητών περιορίζει την κατανάλωση.

- Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του υδροδοτούμενου πληθυσμού. Έχουν σχέση με την περιοχή κάλυψης π.χ. αγροτικές ή βιομηχανικές περιοχές καθώς και γενικά όλες οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται και διαμορφώνουν τις ανάγκες σε διαφορετικές ποσότητες.

- Το κλίμα της περιοχής και η εποχή του χρόνου. Τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσιάζεται μία αύξηση της κατανάλωσης η οποία οφείλεται κυρίως στην αύξηση μέτρων ατομικής υγιεινής (συχνά ντους και πλύσιμο χεριών) και ατομικής κατανάλωσης, ενώ τους χειμερινούς μήνες αυξάνονται λόγω θερμοκρασίας οι φθορές στο δίκτυο.

Πολύ μεγάλος είναι ο ρόλος της σωστής λειτουργίας ενός δικτύου ύδρευσης, κυρίως μέσω της σωστής συντήρησής του. Για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία ενός δικτύου ύδρευσης απαιτούνται ορισμένες ενέργειες όπως:

1. Η απολύμανση του δικτύου πριν τεθεί σε λειτουργία ή μετά από επισκευή του.
2. Ο άμεσος εντοπισμός και επισκευή των βλαβών στο δίκτυο.
3. Ο έλεγχος των απωλειών μέσα στους αγωγούς οι οποίες επηρεάζονται από την τακτική συντήρησή τους (ανακαλύπτονται με ακουστικές, μηχανικές ή ηλεκτρονικές συσκευές καθώς και με μεθόδους υπερήχων).
4. Μία διαγνωστική μελέτη του δικτύου που θα μας γνωρίσει την φυσική κατάστασή του, τις τυχόν απώλειες και γενικά την απόδοσή του.
5. Η αφαίρεση των επικαθήσεων από τις σωληνώσεις οι οποίες μπορεί να είναι οργανικές, σιδηρούχες ή ασβεστολιθικές με μηχανικές ή χημικές μεθόδους.
6. Αντικατάσταση ή ανακαίνιση συνδέσμων, σωληνώσεων και αγωγών όπου απαιτείται.
7. Τέλος είναι σημαντικό να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα για τους εποχιακά λειτουργούντες οικισμούς (κυρίως παραθεριστικούς, συγκροτήματα ξενοδοχειακά, κατασκηνώσεις κ.ά), παροχές που βρίσκονται στα άκρα ενός μεγάλου δικτύου διανομής (ειδικά αν πρόκειται για χαμηλής κατανάλωσης) όπως και για παροχές που βρίσκονται εκτός κάλυψης των δημοσίων δικτύων ύδρευσης (εργοτάξια).

Στις χώρες όπου υφίστανται επαρκείς καταγραφές, τα επιδημιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι από τα παθογόνα βακτήρια τις περισσότερες επιδημίες έχει προκαλέσει το *Campylobacter jejuni*. Ακολουθεί η *E. coli*, η *Salmonella* (1700 ορότυποι), η *Shigella* (4 ορότυποι), το *Vibrio cholerae* και η *Yersinia enterocolitica*. Από τους ιούς συχνότερα προκαλούν υδατογενείς επιδημίες οι Adenovirus (31 τύποι), οι Enteroviruses (71 τύποι), και ο ιός Hepatitis A. Από τα πρωτόζωα το *Balantidium coli*, η *Entamoeba histolytica*, η *Giardia lamblia* και το *Cryptosporidium* και από τους έλμινθες τα *Ancylostoma duodenale*, *Ascaris lumbricoides*, *Dracunculus medinensis*, *Echinococcus granulosus*, *Taenia* spp. Από τους οροτύπους των Σαλμονελλών στο νερό και τα λαχανικά συχνότερα απομονώνεται ο *S. Paratyphi B* και ο *S. Typhimurium*.

Περισσότερο στις μέρες μας, μας ενδιαφέρει η μεταβλητότητα (και όχι τόσο οι απόλυτες τιμές) της μικροβιολογικής ποιότητας του υδροβολέα (λίμνη, ποταμός, υπόγεια νερά) και η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης ώστε να εμποδίζει την είσοδο και τον πολλαπλασιασμό «ενοχλητικών» μικροοργανισμών στο δίκτυο (και όχι μόνο

εντεροβακτηριακών). Έτσι η συστηματική απολύμανση και η τακτική συντήρηση των εγκαταστάσεων σε συνδυασμό με την αυστηρή προστασία του υδροβολέα είναι οι βασικές φροντίδες των υπευθύνων υδρεύσεων. Μέσα στα πλαίσια συντήρησης του δικτύου μεγάλη σημασία πρέπει να δίνεται στην δημιουργία βιολογικού υμενίου (biofilm) στο δίκτυο.

### **ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

Με την ΚΥΑ Υ2/2600/21.06.2001 (που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 892/τ.β/11.07.2001 και στο ΦΕΚ 1082/τ.β/14.08.2001), «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998, προσαρμόζεται στην ουσία η Ελληνική νομοθεσία με την αντίστοιχη των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη ρύπανση ή/και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, διασφαλίζοντας ότι είναι υγιεινό και καθαρό (ΕΕ L330/98).

Η ανωτέρω ΚΥΑ αφορά στο «νερό ανθρώπινης κατανάλωσης» το οποίο νοείται ως το νερό που είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής, ή άλλες οικιακές χρήσεις (χρήσεις κατά τρόπο που να έρχεται αυτό σε άμεση ή έμμεση επαφή με τον ανθρώπινο οργανισμό), ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο ή σε φιάλες ή δοχεία.

Δεν εφαρμόζεται στο φυσικό μεταλλικό νερό που αναγνωρίζεται ως τέτοιο από τις αρμόδιες εθνικές αρχές, στο νερό που θεωρείται φαρμακευτικό ιδιοσκεύασμα και στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται από συγκεκριμένη (ατομική) πηγή με παροχή κάτω των 10 m<sup>3</sup> ημερησίως κατά μέσο όρο, ή που εξυπηρετεί λιγότερα από 50 άτομα και δεν διατίθεται για δημόσια ή εμπορική δραστηριότητα.

*Σε γενικές γραμμές με την ανωτέρω ορίζονται:*

- Οι ποιοτικές προδιαγραφές του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
- Τα σημεία τήρησης των προδιαγραφών αυτών.
- Η παρακολούθηση της τήρησης των προδιαγραφών.
- Οι επιβαρυντικές ενέργειες και οι περιορισμοί χρήσεως.
- Οι παρεκκλίσεις που μπορούν να δοθούν από τις παραμετρικές τιμές.
- Οι όροι εξασφάλισης της ποιότητας, επεξεργασίας, εξοπλισμού και υλικών που θα χρησιμοποιηθούν.
- Οι ζώνες προστασίας των πηγών υδροληψίας.
- Οι συναρμόδιες αρχές και οι υπεύθυνοι.
- Η ενημέρωση των συναρμόδιων αρχών και οι απαραίτητες εκθέσεις που πρέπει να συντάσσονται.
- Το χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης.
- Οι (εξαιρετικές) περιπτώσεις που προβλέπεται να υπάρξει παράταση εφαρμογής της.
- Οι διοικητικές και ποινικές κυρώσεις για τους παραβάτες.

Μέσω των παραρτημάτων της ΚΥΑ ορίζονται οι παράμετροι, οι παραμετρικές τιμές που πρέπει να τηρούνται και η συχνότητα δειγματοληψίας. Επισημαίνεται ιδιαίτερα η σπουδαιότητα διενέργειας υγειονομικής αναγνώρισης, δεδομένου ότι κάθε εργαστηριακή εξέταση αντικατοπτρίζει μόνον την κατάσταση της στιγμής της δειγματοληψίας, ενώ η υγειονομική αναγνώριση επιτρέπει την επισήμανση των υπαρκτών και ακόμη δυνητικών κινδύνων. Υπενθυμίζεται ότι τα κυριότερα στοιχεία που εξετάζονται κατά την υγειονομική αναγνώριση είναι:

- Λεκάνη απορροής υδροληψίας
- Πηγή υδροληψίας
- Εξωτερικοί αγωγοί
- Αντλιοστάσιο
- Δεξαμενές
- Δίκτυο διανομής
- Σύστημα επεξεργασίας
- Απολύμανση
- Εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις

### **Ερμηνεία αποτελεσμάτων**

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων και ιδιαίτερα των μικροβιολογικών πρέπει να ερμηνεύονται πάντα κάτω από το φως των παρατηρήσεων της υγειονομικής αναγνώρισεως της περιοχής υδροληψίας, για την οποία η εργαστηριακή εξέταση αποτελεί συμπληρωματικό και όχι αποφασιστικό στοιχείο. Σε περιπτώσεις όπως π.χ. άμεση γειννίαση πηγαδιού με βόθρο, δεν θεωρείται κατάλληλη η πηγή υδροληψίας, έστω και αν η μικροβιολογική εξέταση είναι αρνητική. Αντίθετα, αν το σημείο δειγματοληψίας και το σύστημα υδρεύσεως δεν παρουσιάζουν κανένα δυνητικό κίνδυνο μόλυνσεως, η μικροβιολογική εξέταση έστω και αν είναι θετική, δεν αποτελεί κατ' αρχήν λόγο απορρίψεως της πηγής του νερού, αλλά πρέπει να γίνει έρευνα και να αναζητηθούν τα αίτια της ασυμφωνίας μεταξύ εργαστηριακής εξέτασης και επιτόπιας αναγνώρισης.

Η συνεχής είσοδος νέων ουσιών στην παραγωγική διαδικασία αλλά ιδιαίτερα στην πρωτογενή παραγωγή, όπως νέα εντομοκτόνα, πολλές φορές άγνωστης τοξικότητας, δεν μπορούν πολλές φορές να καλυφθούν από πλευράς ανίχνευσης. Οι τοξικολογικές αναλύσεις μπορούν εύκολα και σε σύντομο χρόνο να μας δείξουν εάν υπάρχει κάποιο γενικότερο πρόβλημα ενώ σε συνδυασμό με τις φυσικοχημικές αναλύσεις μπορεί να συγκεκριμενοποιηθεί το πρόβλημα και με αυτόν τον τρόπο να επιτυγχάνεται μία ολοκληρωμένη προσέγγιση για την διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού. Για τις μετρήσεις τοξικότητας στο πόσιμο νερό υπάρχουν κατηγορίες οργανισμών που περιλαμβάνουν βακτήρια όπως εκπομπής φωτός (*Vibrio fischeri*), φυτοπλαγκτόν (*Pseudokirchneriella subcapitata*), τα οστρακόδερμα (*Daphnia magna*) και ψάρια, ορισμένα είδη των οποίων μπορούν να δείξουν άμεσα μία αύξηση της τοξικότητας. Καλό θα ήταν βέβαια προκειμένου να γίνει μια ολοκληρωμένη εκτίμηση, να χρησιμοποιούνται οργανισμοί που να μην ανήκουν στο ίδιο επίπεδο της τροφικής αλυσίδας. Ακόμη φαινόμενα όπως η βιοδιαθεσιμότητα, ανταγωνιστικές ή συνεργιστικές δράσεις, επηρεάζουν την τοξικότητα ενός μίγματος χημικών ουσιών, διότι η πραγματική τοξικότητα

δεν προκύπτει από το άθροισμα της τοξικότητας της κάθε χημικής ουσίας χωριστά αλλά διαμορφώνεται από τη συνδυασμένη δράση τους.

### **Η παρουσία της Legionella στο δίκτυο ύδρευσης**

Οπουδήποτε μπορούν να σχηματιστούν σταγονίδια νερού υπάρχει κίνδυνος επιμόλυνσης από λεγεωνέλα, τέτοια σημεία μπορεί να είναι:

- Πύργοι ψύξης
- Καταιωνιστήρες και βρύσες
- Δεξαμενές κρύου και ζεστού νερού
- Σωληνώσεις με μικρή ή μηδενική ροή νερού
- Η ιλύς (λάσπη) στις δεξαμενές νερού, η βιομεμβράνη και οι επικαθίσεις (πουρί)
- Τα άλατα σωληνώσεων, των ντους και των βρυσών
- Οι συσκευές θέρμανσης και οι δεξαμενές αποθήκευσης του ζεστού νερού
- Τα θεάματα με νερό: συντριβάνια, τεχνητοί καταρράκτες
- Οι δεξαμενές υδρομαλάξεων (spa)
- Οι υγραντήρες
- Ο οδοντιατρικός εξοπλισμός
- Τα συστήματα ποτίσματος κήπων
- Τα πλυντήρια αυτοκινήτων
- Οι αναπνευστικές συσκευές

Βασικοί παράμετροι που επιδρούν στην αύξηση του αριθμού συγκέντρωσης λεγεωνέλας είναι κυρίως:

- Μη σωστά συντηρημένες εγκαταστάσεις
- Η συχνότητα συντήρησης
- Οι θερμοκρασίες ζεστού και κρύου νερού
- Η συγκέντρωση χλωρίου και άλλων απολυμαντικών
- Τα μέτρα πρόληψης που εφαρμόζονται
- Η συχνότητα και τρόπος ελέγχου των μέτρων αυτών

Δεν υπάρχει ειδική νομοθεσία για τη νόσο των λεγεωνάριων. Δύο εγκύκλιοι που έχουν εκδοθεί από τη Διεύθυνση Δημόσιας Υγιεινής και τη Διεύθυνση Υγιεινής Περιβάλλοντος της Γενικής Διεύθυνσης Υγείας του Υπουργείου Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης είναι οι εξής:

- Υ1/οικ.2393/17.05.2000
- Υ2/Γ.Π./οικ.79305/08.08.2002

Το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο για την ποιότητα του πόσιμου νερού περιλαμβάνει τις ακόλουθες διατάξεις:

- ΚΥΑ ΔΥΓ2/Γ/Π/ οικ. 38295/2007 (ΦΕΚ 630/τ.β/26.04.07), με τη διόρθωση σφαλμάτων (ΦΕΚ 986/τ.β/18.06.07), τροποποίηση της ΚΥΑ Υ2/οικ.2600/01 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης».
- ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892B/11.07.2001) «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» σε συμμόρφωση με την οδηγία 98/83 του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ.

- ΚΥΑ 46399/1352/1988 (ΦΕΚ 438B/03.07.1988) «Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίβασης ψαριών σε γλυκά νερά», και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών» μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας, και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα» σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440, 76/160, 78/659, 79/923, και 79/869.
- ΥΔ Γ3α/761 (ΦΕΚ 189B/10.04.1968) «Περί ποιότητας του πόσιμου ύδατος» - δεν ισχύουν τα άρθρα 4,5,6 μετά την εφαρμογή της ΚΥΑ Υ2/2600/2001.
- ΥΔ 5673/04.12.1957 (ΦΕΚ 5B/09.01.58) «Περί απολυμάνσεως των υδάτων των υδρεύσεων»
- ΥΔ Ε1β/221/65 (ΦΕΚ 138/τ.β/24.02.65) στην οποία προβλέπονται αποστάσεις ασφαλείας των πηγών υδροληψίας από χώρους διάθεσης λυμάτων (η παράγραφος 1.1 του άρθρου 4 της οποίας έχει καταργηθεί καθόσον ισχύουν τα προβλεπόμενα στην ΚΥΑ 46399/1352/86 στην οποία καθορίζονται τρεις κατηγορίες επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα οι Α1, Α2 και η Α3, και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους σε συνδυασμό με την απαιτούμενη ελάχιστη επεξεργασία).
- Τα άρθρα 8 έως 17 του Υγειονομικού Κανονισμού, που αναφέρονται σε μέτρα προστασίας πηγών υδροληψίας και συστημάτων ύδρευσης.
- ΥΑ Β1/οικ. 5508/98 που αναφέρεται στην αναγνώριση των Πανεπιστημιακών εργαστηρίων των ιατρικών σχολών Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων, Πατρών, Κρήτης και Αθηνών ως Κέντρα Αναφοράς ελέγχου νερών κ.λ.π.
- ΥΔ Α5/2280/85 (ΦΕΚ 720/τ/β/13.12.83), με την οποία ρυθμίζονται θέματα προστασίας των πηγών υδροληψίας της ευρύτερης περιοχής της πρωτεύουσας (λίμνες και υδραγωγεία Μαραθώνα, Υλίκης, Μόρνου), από υπέρμετρη ρύπανση και θεσπίζονται διάφοροι περιορισμοί και ζώνες προστασίας.

Από το 1970 μέχρι σήμερα, πληθώρα Οδηγιών έχουν εκδοθεί από την Ε.Ε. για τη ρύθμιση θεμάτων Προστασίας των Νερών όπως σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις ορισμένων επικινδύνων ουσιών, με μέτρα και περιορισμούς για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα τον καθορισμό οριακών τιμών και επικινδύνων ουσιών στα υγρά απόβλητα κ.α. Οι Οδηγίες αυτές έχουν εναρμονιστεί με την έκδοση της Κ.Υ.Α., σύμφωνα με τις οποίες την αρμοδιότητα και το συντονισμό ασκούν οι Υπηρεσίες Περιβάλλοντος και οι Υπηρεσίες Υγιεινής της χώρας μας.

### **Βιβλιογραφία**

1. Π.Σ. Κόλλιας, «Υδρεύσεις» Επιφανειακά – Υπόγεια ύδατα – Δίκτυα διανομής – Εγκαταστάσεις, Αθήνα, 1998
2. Μ. Παπαπετροπούλου, Α. Μαυρίδου, Μικροβιολογία του υδάτινου περιβάλλοντος, Αθήνα, 1995.
3. Π.Γ. Καραϊωάννογλου, Υγιεινή εργοστασίων επεξεργασίας τροφίμων, Θεσσαλονίκη, 1986
4. Γ.Π. Μαρκαντωνάτος, Στοιχεία Υγιεινής Περιβάλλοντος και Υγειονομικής Μηχανικής, Αθήνα, 1984.
5. Ε.Ν. Βελονάκης, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας, Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας (οδηγίες).

# ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ

**Α. Τσελεμπόνης, Ι. Αλεξανδροπούλου, Α. Βαρελά, Χ. Νικολαΐδης, Θ. Παρασίδης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

Οι εργαστηριακές εξετάσεις σε νερά διαφορετικής προέλευσης γίνονται πολύ συχνά, είτε προληπτικά για τη γνώση της ποιότητας του νερού, είτε μετά από έξαρση κρουσμάτων λοιμωδών νοσημάτων για τα οποία υπάρχει υποψία ότι οφείλονται σε διασπορά βιολογικών παραγόντων μέσω του νερού. Σημαντικό σημείο για τη λήψη σωστού αποτελέσματος είναι η σωστή δειγματοληψία και η γρήγορη μεταφορά του δείγματος κάτω από κατάλληλες συνθήκες στο εργαστήριο.

## ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η προέλευση των δειγμάτων του νερού, ανάλογα με την προέλευση του νερού, αλλά και τον λόγο εργαστηριακού ελέγχου, μπορεί να είναι:

α) νερό που προορίζεται για πόση

- Νερό από δίκτυο ύδρευσης
- Νερό από πηγές
- Νερό από γεωτρήσεις
- Νερό από πηγάδια
- Νερό από πηγές εμφιάλωσης
- Νερό από εργοστάσια εμφιάλωσης νερών
- Εμφιαλωμένα νερά

β) νερά αναψυχής

- Νερά ακτών κολύμβησης
- Νερά κολυμβητικών δεξαμενών (πισίνες)
- Νερά δεξαμενών (spa)

γ) νερά για αναζήτηση λεγεωνελλών

δ) νερά για αναζήτηση παρασίτων

ε) νερά για αναζήτηση ιών εντερικής προέλευσης

## Μικροοργανισμοί που αναζητούνται

Οι μικροοργανισμοί που αναζητούνται στα νερά, εξαρτώνται από το είδος του δείγματος (προέλευση), αλλά και από το σκοπό της εξέτασης.

Οι βασικότεροι από τους μικροοργανισμούς δείκτες που αναζητούνται στα νερά είναι οι ακόλουθοι:

- Ολικός αριθμός μικροοργανισμών που αναπτύσσονται μετά από επώαση στους 22°C και στους 37°C
- Ολικά κολοβακτηριοειδή
- Κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (*Escherichia coli*)
- Εντερόκοκκοι (κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι)

Συχνά, ωστόσο, για λόγους δημόσιας υγείας διερευνάται και η παρουσία των ακόλουθων μικροοργανισμών:

- *Pseudomonas aeruginosa*.
- Παθογόνοι σταφυλόκοκκοι
- Σαλμονέλες
- Θειοαναγωγικά κλωστηρίδια (*Clostridium perfringens*)
- Παράσιτα (κρυπτοσπορίδια)
- Ιοί, βακτηριοφάγοι
- Λεγεωνέλες

## Δελτίο δειγματοληψίας

Πριν τη δειγματοληψία πρέπει να γίνεται καθορισμός της ταυτότητας του δείγματος με την τοποθέτηση ετικέτας στη φιάλη και τη συμπλήρωση του Δελτίου Δειγματοληψίας. Το δελτίο αυτό (σε δύο αντίτυπα) συνοδεύει το δείγμα στο εργαστήριο. Στο Δελτίο Δειγματοληψίας αναγράφονται τα εξής:

- Ημερομηνία και ώρα δειγματοληψίας
- Σκοπός της δειγματοληψίας
- Το άτομο ή τα άτομα που έκαναν την δειγματοληψία
- Το σημείο δειγματοληψίας
- Θερμοκρασία, πυκνότητα του ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου και το pH του νερού εάν χρειάζονται
- Ημερομηνία και ώρα άφιξης του δείγματος στο εργαστήριο

## Θερμοκρασία

Ο χρόνος μεταξύ της δειγματοληψίας και της ανάλυσης στο εργαστήριο πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Τα πόσιμα νερά πρέπει να αναλύονται μέσα σε μία εργάσιμη ημέρα. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους τα δείγματα πρέπει να μεταφέρονται υπό ψύξη ( $5\pm 3^\circ\text{C}$ ), φροντίζουμε όμως να μην καταψύχονται (εκτός αν πρόκειται για ιούς). Για διάστημα μικρότερο από έξι ώρες είναι απαραίτητο να εξασφαλισθεί ότι η θερμοκρασία των δειγμάτων δεν θα ξεπεράσει την αρχική θερμοκρασία του δείγματος. Είναι σημαντικό οι παγοκυψέλες να μην έρχονται σε άμεση



επαφή με το δείγμα, γιατί αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την κατάψυξη του και την πιθανή απώλεια μικροοργανισμών. Πάντα πρέπει να ρυθμίζεται ο αριθμός, ο όγκος και η θέση των παγοκυβελών, σύμφωνα με τον αριθμό των δειγμάτων, τον όγκο τους και την αρχική θερμοκρασία. Για διαστήματα μεταφοράς μεγαλύτερα από έξι ώρες καταγράφεται η διαδικασία που εφαρμόστηκε. Οι αντιδράσεις των βακτηρίων είναι ανάλογες με τη θερμοκρασία.

Στη βακτηριολογία συνήθως θεωρείται ότι αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10°C διπλασιάζει την ταχύτητα, τον πολλαπλασιασμό και στις διαδικασίες μείωσης. Τα περισσότερα πειράματα που πραγματοποιούνται σχετικά με την αποθήκευση των δειγμάτων για μικροβιολογικό έλεγχο δείχνουν την ευεργετική επίδραση της ψύξης κάτω των 10°C. Η ιδανική θερμοκρασία είναι 5±3°C και αυτή επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση του δείγματος στο ισόθερμο δοχείο με ψύξη.

### **Καθυστέρηση**

Η καθυστέρηση μεταξύ της δειγματοληψίας και της εργαστηριακής ανάλυσης περιλαμβάνει μεταφορά, καταχώρηση και διαδικασίες στο εργαστήριο. Η συνεργασία των δειγματοληπτών και των αναλυτών πρέπει να είναι τέτοια ώστε η ανάλυση να γίνεται μέσα 24 ώρες από τη δειγματοληψία. Στο εμφιαλωμένο νερό η αρίθμηση των μικροοργανισμών πρέπει να γίνει μέσα σε 12 ώρες από την εμφιάλωση. Σε νερά θάλασσας ή ποταμού, τα κύτταρα βακτηρίων κοπρανώδους προέλευσης βρίσκονται σε διαδικασία μείωσης υποδηλώνοντας εξασθενημένη φυσιολογική κατάσταση. Συχνά προτείνεται μέγιστη καθυστέρηση έως οκτώ ώρες. Για το πόσιμο νερό μπορεί να υπάρξει μεγαλύτερος χρόνος καθυστέρησης, ωστόσο, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία προτείνεται να εξετάζονται τα δείγματα το συντομότερο δυνατόν, αφού η πλειοψηφία των ερευνών δείχνει σημαντικές αλλαγές στον αριθμό των μικροοργανισμών, ακόμα και υπό ψύξη.

### **ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΕΤΑΙ ΓΙΑ ΠΟΣΗ ΑΠΟ ΒΡΥΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ Ή ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ (Χλωριωμένο νερό)**

#### **Τρόπος δειγματοληψίας**

- Χρησιμοποιούνται φιάλες που περιέχουν διάλυμα θειοθειικού νατρίου (0,60 μl διαλύματος θειοθειικού νατρίου 3g/dl ανά 1 λίτρο νερού που συλλέγεται, δηλαδή 18mg θειοθειικού νατρίου ανά 1 λίτρο νερού).
- Τοποθετούνται οι σχετικές ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Αφαιρείται από τη βρύση κάθε επιπρόσθετο αντικείμενο (φίλτρα, γάζες κτλ).
- Καίγεται με φλόγιστρο το ρύγχος της βρύσης για λόγους αποστείρωσης.
- Ανοίγει τελείως η βρύση για να τρέξει το νερό επί 2-3 λεπτά. Στη συνέχεια περιορίζεται η ροή του νερού για να γίνει η δειγματοληψία.
- Αφαιρείται με προσοχή το πώμα της φιάλης ώστε να διατηρηθεί στείρο. (Δεν ξεπλένεται η φιάλη).
- Συλλέγεται το νερό, αφήνοντας κάποιο κενό στη φιάλη (περίπου το 10% του όγκου της), ώστε να διευκολύνεται η καλή ανάμειξη του νερού στο εργαστήριο πριν την εξέταση.
- Πωματίζεται η φιάλη και καλύπτεται το πώμα με αλουμινοχαρτό ή με λαδόκολλα.

- Τοποθετείται η φιάλη στο ισόθερμο δοχείο με τις προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

### **ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΕΤΑΙ ΓΙΑ ΠΟΣΗ ΑΠΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ Ή ΑΠΟ ΠΗΓΑΔΙΑ (μη χλωριωμένο)**

Η ανάλυση του νερού από γεωτρήσεις ή από πηγάδια μπορεί να γίνει για δύο διαφορετικούς σκοπούς: είτε για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού της υπόγειας στάθμης, είτε για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού όπως αυτό χρησιμοποιείται.

#### **Τρόπος δειγματοληψίας**

- Χρησιμοποιούνται φιάλες που δεν περιέχουν θειοθειικό νάτριο.
- Τοποθετούνται οι σχετικές ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Αφαιρείται με προσοχή το πώμα της φιάλης και διατηρείται στείρο.
- Δεν ξεπλένεται η φιάλη.
- Για δειγματοληψία από πηγάδι βυθίζεται η ανοιχτή φιάλη κάτω από την επιφάνεια του νερού σε βάθος 20cm περίπου, ώστε να γίνει η δειγματοληψία.
- Εάν πρόκειται για γεώτρηση η οποία έχει ηλεκτροκίνητη αντλία, πρέπει να λειτουργήσει η αντλία επί 3-4 λεπτά και μετά λαμβάνεται το δείγμα.
- Συλλέγεται το νερό αφήνοντας κάποιο κενό στη φιάλη (περίπου 10% του όγκου της), ώστε να διευκολύνεται η καλή ανάμειξη του νερού στο εργαστήριο πριν την εξέταση.
- Πωματίζεται η φιάλη και καλύπτεται το πώμα με αλουμινοχαρτό.
- Τοποθετείται η φιάλη στο ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

### **ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΕΤΑΙ ΓΙΑ ΕΜΦΙΑΛΩΣΗ Ή ΕΧΕΙ ΕΜΦΙΑΛΩΘΕΙ**

#### **Τρόπος δειγματοληψίας από την πηγή**

- Αφαιρείται το πώμα από τη φιάλη και διατηρείται στείρο.
- Συλλέγεται το νερό στη φιάλη (αφήνοντας κενό περίπου 10% του όγκου της).
- Πωματίζεται η φιάλη και καλύπτεται το πώμα με αλουμινοχαρτό.
- Τοποθετούνται οι ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Τοποθετείται η φιάλη σε ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

#### **Από βρύση των εγκαταστάσεων**

- Εάν το νερό είναι χλωριωμένο, χρησιμοποιούνται φιάλες με διάλυμα θειοθειικού νατρίου.

- Τοποθετούνται οι σχετικές ετικέτες.
- Αφαιρείται από τη βρύση κάθε επιπρόσθετο αντικείμενο (φίλτρο γάζες κτλ).
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Ανοίγουμε τη βρύση και αφήνουμε το νερό να τρέξει επί 3-4 λεπτά και στη συνέχεια περιορίζεται η ροή για να πραγματοποιηθεί η δειγματοληψία.
- Αφαιρείται το πώμα της φιάλης και διατηρείται στείρο.
- Συλλέγεται το νερό στη φιάλη αφήνοντας κενό περίπου 10% του όγκου της.
- Πωματίζεται η φιάλη και καλύπτεται το πώμα με αλουμινόχαρτο.
- Τοποθετείται η φιάλη σε ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

#### **Νερό από έτοιμες φιάλες (από εμφιαλωτήρια, αποθήκες, καταστήματα πώλησης)**

- Συλλέγονται 10-15 μικρές έτοιμες φιάλες (του 0,5 λίτρου) ή πέντε έτοιμες μεγάλες φιάλες (του 1,5 λίτρου) από την ίδια παρτίδα.
- Τοποθετούνται οι σχετικές ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Τοποθετούνται οι φιάλες σε ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

#### **ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΕΤΑΙ ΓΙΑ ΕΜΦΙΑΛΩΣΗ Ή ΕΧΕΙ ΕΜΦΙΑΛΩΘΕΙ (μη χλωριωμένο νερό)**

##### **Τρόπος δειγματοληψίας από την πηγή**

- Αφαιρείται το πώμα της φιάλης και διατηρείται στείρο.
- Συλλέγεται το νερό στη φιάλη αφήνοντας κενό περίπου 10% του όγκου της.
- Πωματίζεται η φιάλη και καλύπτεται το πώμα με αλουμινόχαρτο.
- Τοποθετούνται οι ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Τοποθετείται η φιάλη σε ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

##### **Από έτοιμες φιάλες**

- Συλλέγονται 10-15 μικρές έτοιμες φιάλες (του 0,5 λίτρου) ή πέντε έτοιμες μεγάλες φιάλες (του 1,5 λίτρου) από την ίδια παρτίδα.
- Τοποθετούνται οι σχετικές ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Τοποθετείται η φιάλη σε ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

#### **ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΑΚΤΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ**

##### **Δειγματοληψία από παραλίες**

Οι παραλίες (ακτές, λίμνες, ποτάμια) αξιολογούνται μετά από σειρά μετρήσεων κατά τη διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου. Τα σημεία δειγματοληψίας είναι καθορισμένα και τα ίδια σε όλη την κολυμβητική περίοδο και πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικά για την ποιότητα του νερού.

Τα δείγματα πρέπει να λαμβάνονται 20-30 cm κάτω από την επιφάνεια, από εκεί που το βάθος της θάλασσας είναι ένα μέτρο. Όπου υπάρχει ρεύμα τοποθετείται η φιάλη δειγματοληψίας αντίθετα προς αυτό. Σημαντικός παράγοντας μεταβολής της ποιότητας του νερού των θαλασσών είναι η επαναεναιώρηση του ιζήματος του πυθμένα. Σε παραλίες που έχουν βάθος λιγότερο από ένα μέτρο, η δειγματοληψία γίνεται αναγκαστικά σε μικρότερο βάθος. Αυτό πρέπει να σημειώνεται και να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην αξιολόγηση του αποτελέσματος, σε σχέση με την επαναεναιώρηση του ιζήματος του πυθμένα.

##### **Τρόπος δειγματοληψίας**

- Χρησιμοποιούνται φιάλες που δεν περιέχουν διάλυμα θειοθειικού νατρίου.
- Τοποθετούνται οι σχετικές ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Λαμβάνεται νερό από βάθος ενός μέτρου.
- Αφαιρείται το πώμα από τη φιάλη και το διατηρείται στείρο.
- Βυθίζεται ανοιχτή η φιάλη με το στόμιό της κάθετα προς τη επιφάνεια του νερού, σε βάθος 20-30 cm και ακολούθως κατευθύνεται το στόμιό της απέναντι στη ροή του νερού.
- Εάν δεν υπάρχει φυσική ροή, δημιουργείται τεχνητά (σπρώχνοντας τη φιάλη οριζόντια).
- Συλλέγεται το νερό στη φιάλη αφήνοντας κενό περίπου 10% του όγκου της.
- Πωματίζεται η φιάλη και καλύπτεται το πώμα με αλουμινόχαρτο.
- Τοποθετείται η φιάλη σε ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

#### **ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ (ΠΙΣΙΝΕΣ), ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΔΡΟΜΑΛΑΞΗΣ (spa), ΧΑΜΑΜ κ.τ.λ.**

##### **Τρόπος δειγματοληψίας**

- Εάν το νερό χλωριώνεται τότε χρησιμοποιούνται φιάλες που περιέχουν διάλυμα θειοθειικού νατρίου σε αναλογία 20-50 mg θειοθειικού νατρίου ανά λίτρο νερού.
- Τοποθετούνται οι σχετικές ετικέτες.
- Συντάσσεται το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.
- Αφαιρείται το πώμα από την φιάλη και διατηρείται στείρο.
- Βυθίζεται ανοιχτή η φιάλη σε βάθος 20cm περίπου κάτω από την επιφάνεια του νερού, με το στόμιο της απέναντι από τη ροή του νερού.

- Συλλέγεται το νερό με κενό στη φιάλη ώστε να διευκολύνεται η καλή ανάδευση του νερού στο εργαστήριο.
- Δεν ξεπλένεται η φιάλη.
- Πωματίζεται η φιάλη και καλύπτεται το πώμα με αλουμινοχαρτο.
- Τοποθετείται η φιάλη σε ισόθερμο δοχείο με προκαταψυγμένες παγοκύστες και αποστέλλεται το συντομότερο δυνατόν στο εργαστήριο, μαζί με το Δελτίο Δειγματοληψίας σε δύο αντίτυπα.

#### **Παρατηρήσεις για τις θέσεις δειγματοληψίας**

- § Τα σημεία δειγματοληψίας για τη λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος ποικίλουν, όμως πάντα πρέπει να λαμβάνονται δύο δείγματα, ένα από το μέσον της δεξαμενής και ένα από το σημείο εξόδου του νερού της δεξαμενής. Καλό είναι να λαμβάνεται και ένα δείγμα από το σημείο εισόδου της δεξαμενής.
- § Η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται κατά την ώρα της μέγιστης κολυμβητικής αιχμής και για πλέον ενδελεχή έρευνα απαιτείται δειγματοληψία και το πρωί και το απόγευμα.
- § Πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμες βρύσες για δειγματοληψία πριν και μετά από τα φίλτρα ή από τις σωληνώσεις που τροφοδοτούν τις δεξαμενές.
- § Στην επιφάνεια του νερού της δεξαμενής, σε ήρεμες συνθήκες, σχηματίζεται μικροστοιβάδα από τη συγκέντρωση μικροοργανισμών π.χ. σταφυλόκοκκων και μπορούν να εφαρμοστούν ειδικές τεχνικές για τη μελέτη της μικροστοιβάδας.

#### **ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΛΕΓΕΩΝΕΛΑΣ**

- Συλλέγεται 1 λίτρο νερού, σε αποστειρωμένο γυάλινο δοχείο, το οποίο περιέχει αρκετή ποσότητα θειοθειικού νατρίου για να αδρανοποιηθεί κάθε ποσότητα χλωρίου ή άλλης οξειδωτικής απολυμαντικής ουσίας.
- Αν δεν υπάρχουν γυάλινα δοχεία, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλαστικά, τα οποία ξεπλένονται πριν από τη δειγματοληψία με ποσότητα του υπό συλλογή νερού.
- Η θερμοκρασία του νερού κατά τη δειγματοληψία μετράται με θερμόμετρο, που τοποθετείται στο μέσο της στήλης του νερού.

#### **A. Ζεστό νερό**

Συλλογή δειγμάτων από το λέβητα θέρμανσης:

- Βαλβίδες διαφυγής των σωληνώσεων του ζεστού νερού που εξέρχονται από το λέβητα.
- Σωλήνες που επιστρέφουν το νερό στο λέβητα.
- Σωλήνες του κρύου νερού που πηγαίνει για θέρμανση.

Σε περίπτωση που υπάρχουν δεξαμενές αποθήκευσης ζεστού νερού, τα δείγματα συλλέγονται από τις βαλβίδες αποστράγγισης της λάσπης. Αν δεν υπάρχουν προσβάσιμα σημεία για δειγματοληψία, τότε συλλέγεται το νερό που εισέρχεται και εξέρχεται στο λέβητα θέρμανσης.

#### **Βρύσες, καταιωνιστήρες (ντους)**

- *Άμεσο δείγμα:* συλλογή νερού που βγαίνει από τη βρύση αμέσως μόλις ανοίξει. Αντιπροσωπεύει τη χλωρίδα εξόδου.
- Αφήνεται το νερό από τη βρύση να τρέξει για περίπου 60 δευτερόλεπτα, μετρίεται η θερμοκρασία του και συλλέγεται ένα δεύτερο δείγμα, το οποίο είναι αντιπροσωπευτικό του νερού που ρέει στο σύστημα.
- Δείγμα (ξέσμα) με βαμβακοφόρο αποστειρωμένο στυλεό από το εσωτερικό των καταιωνιστήρων (ντους) και των χειρολαβών τους, με περιστροφική κίνηση. Δείγμα από το σημείο που το ντους ενώνεται με το σωλήνα. Τα ξέσματα πρέπει να μεταφέρονται σε 0.5-1.0 ml νερού που λαμβάνεται από το σωλήνα των συγκεκριμένων καταιωνιστήρων.
- Αφαίρεση των φίλτρων νερού από τους σωλήνες ή τις σίτες από τα στόμια της βρύσης. Το ίζημα στέλνεται για καλλιέργεια.

#### **B. Κρύο νερό**

- *Άμεσο δείγμα:* συλλογή νερού που βγαίνει από τη βρύση αμέσως μόλις ανοίξει. (Αντιπροσωπεύει τη χλωρίδα εξόδου).
- Αφήνεται το νερό από τη βρύση να τρέξει για περίπου 2 λεπτά, μετρίεται η θερμοκρασία του και συλλέγεται ένα δεύτερο δείγμα, το οποίο είναι αντιπροσωπευτικό του νερού που ρέει στο σύστημα. Αν η θερμοκρασία είναι <20°C μπορεί να περιορισθεί ο αριθμός των δειγμάτων.

#### **Γ. Δειγματοληψία από κλειστές δεξαμενές αποθήκευσης νερού**

- Δείγματα νερού απευθείας από τη δεξαμενή χρησιμοποιώντας αποστειρωμένα δοχεία.

#### **Δ. Δειγματοληψία από υδρόψυκτα κεντρικά συστήματα κλιματισμού**

- Ένα δείγμα από το νερό που επιστρέφει στον πύργο ψύξης
- Ένα δείγμα από τη δεξαμενή του πύργου, όσο πιο μακριά από την είσοδο του φρέσκου νερού.  
Συλλογή 200-1000 ml δείγματος.

#### **Ε. Δειγματοληψία από κολυμβητικές δεξαμενές και πισίνες υδροθεραπείας (spa)**

Συλλογή 1.000ml νερού από:

- Την πισίνα
- Το φίλτρο
- Το δοχείο εξισορρόπησης της πίεσης του νερού

Επιθεώρηση των σωληνώσεων του αέρα και του νερού για την παρουσία λεπτού στρώματος μικροοργανισμών (biofilm):

- Συλλογή δειγμάτων με ειδικούς στυλεούς από το εσωτερικό των σωληνώσεων.

ΣΤ. Δειγματοληψία από υγραντήρα χώρου

- Συλλογή 200ml απευθείας από το μηχάνημα.

Ζ. Δειγματοληψία από σιντριβάνια

- Συλλογή δειγμάτων ενός λίτρου τουλάχιστον.

#### Μεταφορά δειγμάτων στο εργαστήριο

Τα δείγματα πρέπει να φυλάσσονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και να προστατεύονται από το φως. Εάν δεν είναι δυνατή η άμεση μεταφορά τους στο εργαστήριο μπορούν να φυλαχθούν σε κοινό ψυγείο. Θα πρέπει όμως η μεταφορά τους να γίνει όσο το δυνατόν ταχύτερα (εντός 48 ωρών). Τα δείγματα δεν πρέπει να καταψύχονται.

#### ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΠΑΡΑΣΙΤΩΝ

Η *Giardia intestinalis* και το *Cryptosporidium parvum* είναι εντερικά παθογόνα πρωτόζωα, που προσβάλλουν το γαστρεντερικό σύστημα πολλών θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Σε αντίθεση με άλλα παράσιτα, οι οργανισμοί αυτοί έχουν κύκλους ζωής που περιλαμβάνουν εκβλάστιση, πολλαπλασιασμό και τελικά καταλήγουν στη δημιουργία κύστεων στο γαστρεντερικό σύστημα του ξενιστή, πριν περάσουν στα κόπρανα. Οι κύστες και οι ωκύστες είναι περιβαλλοντικά ανθεκτικές μορφές των παρασίτων αυτών, που μεταφέρονται με το νερό. Οι μορφές αυτές των παρασίτων ανιχνεύονται περιοδικά στο επιφανειακό και στο κατεργασμένο νερό, επιβάλλοντας τον έλεγχο ώστε να διασφαλιστεί η Δημόσια Υγεία.

Είναι γνωστό ότι οι κύστες και οι ωκύστες είναι πύο ανθεκτικές από τα παθογόνα βακτήρια. Το τοίχωμα των κύστεων και των ωκύστεων τα προστατεύει από την απολυμαντική δράση των μέσων απολύμανσης. Σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες, υδατογενείς επιδημίες κρυπτοσποριδίωσης και γιαρδίασης έχουν παρατηρηθεί πολλές φορές κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα.

#### Φυσική απομάκρυνση των παρασίτων

Δύο σημαντικοί παράγοντες για τη φυσική απομάκρυνση των κύστεων και των ωκύστεων κατά την επεξεργασία του νερού είναι το μέγεθος και η σύσταση του τοιχώματος. Η οβάλ κύστες της *Giardia intestinalis* κυμαίνονται σε μέγεθος από 8 μέχρι 12 μm σε μήκος και 7 με 10 μm σε διάμετρο. Οι σφαιρικές ωκύστες του *Cryptosporidium parvum* κυμαίνονται σε μέγεθος από 4 μέχρι 6 μm. Ο γενικός κανόνας είναι ότι όσο πιο μικρή είναι η κύστη ή η ωκύστη τόσο πιο δύσκολα απομακρύνεται με τις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας του νερού. Συμπερασματικά, οι ωκύστες του *Cryptosporidium* είναι πιο δύσκολο να απομακρυνθούν με φυσικό φιλτράρισμα από το νερό. Ακριβείς πληροφορίες για την σύσταση των κυστών και ωκυστών δεν υπάρχουν. Οι κύστες της *Giardia intestinalis* περιέχουν σημαντικές ποσότητες υδατανθράκων και πρωτεϊνών σε αναλογία 3:2 (w/w). Αν και διάφορες μελέτες έχουν γίνει για το τοίχωμα του *Cryptosporidium parvum*, το μόνο που μπορεί να ειπωθεί είναι ότι το τοίχωμα της

ωκύστης περιέχει γλυκοπρωτεΐνες. Οι κύστες και οι ωκύστες είναι φυσιολογικά φορτισμένες αρνητικά.

#### Συσκευές:

- Ρυθμιζόμενη αντλία παροχής νερού
- Σωληνώσεις
- Πώμα με ρυθμιζόμενη βάνα
- Φίλτρο Envirocheck

#### Διαδικασία:

- Τοποθετείται η συνδεσμολογία χωρίς το φίλτρο
- Τοποθέτηση της αντλίας παροχής νερού
- Η ροή του νερού πρέπει να είναι ίδιας διεύθυνσης με αυτή του έχει το βέλος του φίλτρου
- Ρέει αρκετό νερό, ώστε να ξεπλυθούν τα λάστιχα
- Συνδέεται το φίλτρο στην άκρη της σωλήνωσης και η συνδεσμολογία των σωλήνων πρέπει να είναι αυστηρή και να μην επιτρέπει τυχόν διαρροές
- Ρυθμίζεται η ροή του νερού έτσι ώστε να περνάει από το φίλτρο ποσότητα 2 L/min (120 L τουλάχιστον πρέπει να περάσουν από το φίλτρο)
- Όταν τελειώσει η συλλογή, κλείνει το φίλτρο Envirocheck χωρίς να αδειάσει το νερό που έχει μείνει μέσα γιατί αποτελεί και αυτό μέρος του δείγματος
- Το φίλτρο τοποθετείται σε φορητό ψυγείο και μεταφέρεται με υγρό πάγο ή παγοκύβες

#### ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΙΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ (ΚΑΙ ΜΗ) ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΕΡΟΥ

Οι εντεροϊοί (Polio-ιοί, Coxsackie-ιοί τύποι Α και Β, Echo-ιοί και ο ιός της ηπατίτιδας Α), οι Rotaviridae και άλλοι Reoviridae (*Reoviridae*), οι Adeno-ιοί, και οι Noroviridae αποτελούν τον κύριο αιτιολογικό παράγοντα ιικών λοιμώξεων στον ανθρώπινο πληθυσμό. Οι περισσότεροι από αυτούς τους ιούς έχουν ανιχνευθεί στα λύματα και σε περιβαλλοντικά δείγματα νερών.

Η ανίχνευση των ιών αυτών, σε περιβαλλοντικά (και μη) δείγματα νερού, πραγματοποιείται μέσα από τη διαδικασία δέσμωσης αυτών σε ειδικά φίλτρα. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνικές που βασίζονται σε φορτισμένα, θετικά ή αρνητικά φίλτρα, τα οποία έχουν την ικανότητα εγκλωβισμού ακόμη και μικρών ποσοτήτων ιών (EPA/600/4-84/013).

#### Συσκευές:

- Ρυθμιζόμενη αντλία παροχής νερού
- Σωληνώσεις
- Συσκευή φιλτραρίσματος
- Φίλτρο Virosorb 1 MDS Cartridge (Cuno) 10μm.

#### Διαδικασία:

- Συνδέεται η συνδεσμολογία (χωρίς το φίλτρο) σε μία βρύση (σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή)
- Η ροή του νερού πρέπει να είναι ίδιας διεύθυνσης με αυτή του έχει το βέλος στη συσκευή φιλτραρίσματος
- Ρέει επαρκής ποσότητα νερού, ώστε να ξεπλυθούν τα λάστιχα
- Τοποθετείται το φίλτρο στη συσκευή διήθησης αφού προηγουμένως έχει "ξεπλυθεί" (η συνδεσμολογία των σωλήνων πρέπει να καταστρωθεί προσεκτικά, ώστε να μην επιτρέπει τυχόν διαρροές)
- Ρυθμίζεται η ροή του νερού έτσι ώστε να περνάει από το φίλτρο ποσότητα 1-2 L/min
- Σε περίπτωση δημιουργίας κενού αέρος στη συσκευή πραγματοποιείται συχνά εξαέρωση
- Με την παρέλευση 1 ώρας αφήνουμε το φίλτρο στη συσκευή μαζί με την ποσότητα νερού που υπάρχει μέσα σε αυτή
- Το φίλτρο τοποθετείται σε ψυγείο και μεταφέρεται στο εργαστήριο για περαιτέρω αναλύσεις.

#### Παρατηρήσεις:

- Η συσκευή διήθησης πρέπει να είναι τοποθετημένη κάθετα ως προς το έδαφος
- Το ξέπλυμα των σωλήνων και της συσκευής γίνεται με το πέρασμα νερού-δείγματος και μόνον πριν τοποθετηθεί το φίλτρο
- Η εξαέρωση πραγματοποιείται γυρίζοντας την στρόφιγγα και περιμένοντας να "βγει" ο αέρας. Πραγματοποιείται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και ειδικά όταν παρατηρείται εμφανής μείωση της στάθμης του νερού μέσα στη συσκευή.

#### ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η μεταφορά των δειγμάτων από τα σημεία δειγματοληψίας στο Εργαστήριο γίνεται σε ειδικά δοχεία που είναι κατασκευασμένα από γυαλί (τύπου Pyrex) ή πλαστικό (π.χ. πολυαιθυλένιο και ανάλογα υλικά). Η επιλογή του υλικού εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του δείγματος και τις παραμέτρους που θέλουμε να προσδιορίσουμε. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή αυτή είναι οι προσροφητικές ιδιότητες των επιφανειών των δοχείων και οι προσμίξεις που ενδέχεται να περιέχονται στο υλικό κατασκευής. Τα δοχεία από γυαλί εμφανίζουν ιον ανταλλακτικές ιδιότητες, έτσι είναι δυνατόν να μεταβάλλουν τις συγκεντρώσεις ορισμένων κατιόντων του δείγματος (π.χ. αυξάνουν τη συγκέντρωση των πυριτικών και ελατώνουν τη συγκέντρωση των φθοριούχων), προκαλούν μικρή αύξηση του pH και είναι εύθραυστα. Τα δοχεία από πολυαιθυλένιο βρίσκουν όλο και περισσότερες εφαρμογές στη μεταφορά δειγμάτων, μιας και είναι πιο ανθεκτικά και εύκολα στο χειρισμό από τα γυαλίνα. Αντενδείκνυνται όμως για τη μεταφορά δειγμάτων στα οποία πρόκειται να προσδιοριστούν φυτοφάρμακα και πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες.

Τα δοχεία δειγματοληψίας πρέπει να καθαρίζονται σχολαστικά πριν από την χρήση τους, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος επιμόλυνσης του δείγματος. Ο καθαρισμός

συνήθως γίνεται με απορρυπαντικό και νερό της βρύσης και ακολουθούν επανειλημμένες εκπλύσεις με διπλά απιονισμένο νερό. Τα δοχεία τα οποία προσδιορίζονται για δειγματοληψία που αποσκοπεί στην ανάλυση βαρέων μετάλλων ξεπλένονται με διάλυμα HNO<sub>3</sub> ή HCl.

Σε ότι αφορά τη διατήρηση των δειγμάτων, το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δειγματοληψία μέχρι τη μεταφορά στο εργαστήριο εξαρτάται από την παράμετρο που εξετάζεται κάθε φορά. Έτσι π.χ. οι οργανοχλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, τα θειικά, τα φθοριούχα και τα βορικά ιόντα είναι σταθερά και η συγκέντρωσή τους παραμένει σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς καμιά προκατεργασία των δειγμάτων, ενώ αντίθετα οι φωσφορικοί εστέρες (εντομοκτόνα), οι φαινόλες, τα κυανιούχα και τα αμμωνιακά άλατα μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Η μεταβολή της τιμής των παραμέτρων κατά την παραμονή των δειγμάτων μπορεί να αποφευχθεί με κατάλληλη προεργασία (π.χ. όξυνση). Η συντήρηση δειγμάτων που προορίζεται για ανάλυση βαρέων μετάλλων γίνεται με την προσθήκη HNO<sub>3</sub> (pH<2) και τα δείγματα αυτά μπορούν να διατηρηθούν σε συνθήκες ψύξης για διάστημα έως 6 μηνών.

#### Βιβλιογραφία

1. Craik, S.A., Weldon, D., Finch, G.R., Bolton, J.R., Belosevic, M., 2001. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts using medium and low-pressure ultraviolet radiation. *Water Res.* 35 (6), 1387–1398.
2. De Leon, R., Sobsey, M.D., 1991. New and improved technologies for detection of viruses in water. In: Hall, J.R., Glysson, G.D. (Eds.), *Monitoring Water in the 1990's: Meeting New Challenges*, ASTM STP, 1102. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, pp. 400–421.
3. Environmental Protection Agency, 1984. USEPA Manual of Methods for Virology. Publication no. EPA/600/4-84-013. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. [www.epa.gov/microbes](http://www.epa.gov/microbes) (online).
4. McCuin, R.M., T.M. Hargy, J.E. Amburgey, and J.L. Clancy. 2001. Improving Methods for Isolation of *Cryptosporidium* Oocysts and *Giardia* Cysts from Source and Finished Waters. *Proc. AWWA WQTC*. Nashville, TN, Nov. 9-14, 2001.
5. Ma, J.F., Naranjo, J., Gerba, C.P., 1994. Evaluation of MK filters for recovery of enteroviruses from tap water. *Appl. Environ. Microbiol.* 60, 1974–1977.
6. USEPA. 2001. USEPA Method 1622: *Cryptosporidium* in Water by Filtration/IMS/FA. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water, Washington, DC EPA 821-R-01-026.
7. USEPA. 2001. USEPA Method 1623: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Water by Filtration/IMS/FA. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water, Washington, DC. EPA 821-R-01-025.
8. Τ. Αρβανιτίδου - Βαγιωνά, Υγιεινή και Περιβάλλον. Εκδ. University Studio Press. σσ. 163. Θεσσαλονίκη, 1992.

# Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΓΕΝΩΝ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

## Ι. Αλεξανδροπούλου, Θ. Παρασίδης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

### Παθογόνα

Τα βακτήρια, οι ιοί και τα πρωτόζωα που προκαλούν ασθένειες είναι γνωστά ως παθογόνα. Τα περισσότερα παθογόνα σχετίζονται με ασθένειες του γαστρεντερικού, κάποια όπως το βακτήριο της λεγεωνέλας σχετίζονται με ασθένειες του αναπνευστικού, ενώ άλλα σχετίζονται με ασθένειες του δέρματος. Προσβάλλουν τα άτομα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, από μερικές ημέρες μέχρι δύο εβδομάδες. Μπορούν να προκαλέσουν ασθένεια με έκθεση σε μικρές ποσότητες επιμολυσμένου νερού ή τροφίμου, ή με απευθείας επαφή με άτομα ή ζώα που έχουν επιμολυνθεί.

### Πώς μεταδίδονται οι λοιμώξεις

Σε σχέση με την πύλη εισόδου που ο παθογόνος μικροοργανισμός χρησιμοποιεί για να εισέλθει στον οργανισμό και να προκαλέσει νόσο, είναι δυνατόν να υπάρξει η παρακάτω κατηγοριοποίηση των υδατογενών νοσημάτων:

#### Με πύλη εισόδου το γαστρεντερικό

Τα παθογόνα μπορούν να εισέλθουν μέσα στο νερό και να μεταδοθούν, όταν επιμολυσμένα άτομα ή ζώα περάσουν τα βακτήρια, τους ιούς ή τα πρωτόζωα στα κόπρανά τους. Για να επιμολυνθεί ένα άτομο θα πρέπει να περάσει το παθογόνο σε αυτό με κατάποση. Τα υδατογενή παθογόνα είναι διαφορετικά από άλλους τύπους παθογόνων, όπως ο ιός που προκαλεί γρίπη ή το βακτήριο που προκαλεί φυματίωση. Ο ιός της γρίπης και το βακτήριο της φυματίωσης μεταδίδονται από τον αέρα με εκκρίσεις από βήχα ή φτέρνισμα, ενός επιμολυσμένου ατόμου.

Ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα σε λεκάνες απορροής, ελλείψει σηπτικών συστημάτων, ελλιπή συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων ή σωληνώσεις νερού που διασταυρώνονται με σωληνώσεις αποβλήτων, αποτελούν τους τρόπους επιμόλυνσης του νερού με παθογόνα. Το νερό μπορεί να μην δείχνει ότι είναι επιμολυσμένο με απόβλητα, καθώς αυτά μπορεί να έχουν διασπαστεί σε μικρότερα σωματίδια, τα οποία να περιέχουν τα παθογόνα. Τα σωματίδια αυτά μπορούν να περάσουν στους ανθρώπους ή τα ζώα, αν δεν υφίσταται επαρκής επεξεργασία. Μόνο η εφαρμογή κατάλληλης επεξεργασίας του νερού μπορεί να διασφαλίσει την μη μετάδοση των ασθενειών.

#### Με πύλη εισόδου το αναπνευστικό (λεγεωνέλα, μυκοβακτηρίδια κ.ά.)

Στην περίπτωση του βακτηρίου της λεγεωνέλας, η μετάδοση της νόσου των λεγεωνάριων γίνεται με την εισπνοή μολυσμένων σταγονιδίων νερού. Ένας από τους πιο

συχνούς τρόπους μετάδοσης είναι με τα λεπτότατα σταγονίδια των κεντρικών κλιματιστικών μηχανημάτων, ενώ η μετάδοση μπορεί να γίνει και με τα σταγονίδια που εκπέμπονται στο ντους, στο τζακούζι, στο σπα όπου αναπνέουμε ατμούς, στα σιντριβάνια νερού και κατά το πλύσιμο των χεριών. Το βακτήριο, το οποίο βρίσκεται σε μικρούς αριθμούς στο φυσικό μας υγρό περιβάλλον, μπορεί να επιβιώσει σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών, αλλά αναπτύσσεται σε στάσιμα νερά όπου επικρατούν θερμοκρασίες μεταξύ 20 και 45 °C. Δύναται να αποικήσει συστήματα κρύου και ζεστού νερού και οποιεσδήποτε άλλες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν και αποθηκεύουν νερό, εάν η θερμοκρασία κυμαίνεται στα επίπεδα που προαναφέραμε. Το εν λόγω βακτήριο σε μικρές ποσότητες, ακόμα και αν υπάρχει μέσα στα δίκτυα υδατοπρομήθειας είναι μη παθογόνο και συνεπώς δεν αποτελεί απειλή για την υγεία. Το πρόβλημα αρχίζει όταν εισβάλει σε συστήματα διαχείρισης νερού, κυρίως μεγάλων επιχειρήσεων, τα οποία δεν συντηρούνται σωστά και συστηματικά. Η δημιουργία βιομεμβρανών στα τοιχώματα των σωλήνων επιτρέπει στη λεγεωνέλα να πολλαπλασιάζεται με ταχύτητα και να μολύνει το περιβάλλον.

**Με πύλη εισόδου το δέρμα και τους επιπεφυκότες (κύρια με την επαφή τους με τα νερά αναψυχής είτε πρόκειται για φυσικά, είτε για νερά σε τεχνητό περιβάλλον)**

### Αλυσίδα της μετάδοσης των υδατογενών ασθενειών

Για την εκτίμηση του κινδύνου μιας υδατογενούς λοίμωξης, που οφείλεται σε παθογόνο με πύλη εισόδου το γαστρεντερικό, για παράδειγμα, πρέπει να ληφθεί υπόψη η αλυσίδα μετάδοσης των υδατογενών λοιμώξεων:

- Το νερό είναι επιμολυσμένο με κόπρανα. Αυτή η επιμόλυνση μπορεί να είναι ανθρώπινης ή ζωικής προέλευσης.
- Τα κόπρανα αυτά πρέπει να περιέχουν παθογόνα (βακτήρια, ιούς ή πρωτόζωα που μπορούν να προκαλέσουν λοίμωξη).
- Τα παθογόνα επιβιώνουν στο νερό. Αυτό εξαρτάται από την θερμοκρασία του νερού και το χρονικό διάστημα παραμονής των παθογόνων στο νερό. Μερικά παθογόνα επιβιώνουν μόνο για ένα μικρό χρονικό διάστημα στο νερό, ενώ άλλα όπως η *Giardia* και το *Cryptosporidium* μπορούν να επιβιώσουν για μήνες.
- Τα παθογόνα που εμπεριέχονται στο νερό πρέπει να εισέλθουν στο σύστημα του νερού και σε αριθμό κατάλληλο για να προσβάλουν τους ανθρώπους.
- Το νερό είναι είτε μη επεξεργασμένο είτε μη κατάλληλα επεξεργασμένο ώστε να εμπεριέχονται παθογόνα σε αυτό.
- Ένα ευπαθές άτομο πρέπει να καταναλώσει το νερό που εμπεριέχει το παθογόνο ή τα παθογόνα για να εκδηλωθεί ασθένεια.

Η αλυσίδα αυτή των γεγονότων πρέπει να πραγματοποιηθεί για να μεταδοθεί η λοίμωξη μέσω του πόσιμου νερού. Το «σπάσιμο» της αλυσίδας αυτής, σε οποιοδήποτε σημείο, θα αποτρέψει την λοίμωξη.

### Επιδημίες

Μία επιδημία ή μια επιδημική έξαρση σημαίνει ότι περισσότερες από μία περιπτώσεις ομαδοποιούνται από το προσδοκώμενο, ενδημικό γενικό επίπεδο. Σύμφωνα

με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) ο ορισμός μίας διατροφικής ή υδατογενούς επιδημίας είναι όταν δύο ή περισσότερα άτομα βιώνουν μία παρόμοια ασθένεια μετά από πρόσληψη του ίδιου τύπου τροφίμου ή νερού από την ίδια πηγή και όταν η επιδημιολογική έρευνα ενοχοποιεί το νερό ή το τρόφιμο ως την πηγή της μόλυνσης.

Η πιθανότητα διερεύνησης μιας επιδημικής έξαρσης εξαρτάται από την επικείμενη γνώση του αντικειμένου και από τα μέσα διερεύνησης (микροβιολογικά και προσωπικά). Γρήγορη διάγνωση και έγκαιρη έναρξη της διερεύνησης αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα τερματισμού της αιτίας.

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών δεδομένων τα οποία μπορούν να υποδηλώσουν την πιθανότητα μιας υδατογενούς λοίμωξης:

- Μη πόσιμο νερό, που βρέθηκε κατά τη διάρκεια ανάλυσης ρουτίνας
- Παράπονα για την ποιότητα του νερού
- Αύξηση του αριθμού των ασθενών με γαστρεντερικές ή αναπνευστικές λοιμώξεις στην κοινότητα ή στα νοσοκομεία (κλινική επιτήρηση)
- Μία αύξηση των θετικών εργαστηριακών αποτελεσμάτων, η οποία αποτελεί ένδειξη πιθανής ύπαρξης υδατογενών παραγόντων (εργαστηριακή επιτήρηση).

Οι αναλύσεις ρουτίνας της ποιότητας του νερού δεν μπορούν να αποτρέψουν μία επιδημία, αλλά μπορούν να ανιχνεύσουν την επιμόλυνση και για αυτό το λόγο παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβεβαίωση της ποιότητας του νερού και σε μια πιθανή έξαρση επιδημίας.

Η επικοινωνία μπορεί να παίξει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην ανίχνευση και την πρόληψη των επιδημιών. Οι επιδημίες μπορεί να ξεκινήσουν με παράπονα για την ποιότητα του νερού. Μία γρήγορη δειγματοληψία και τεχνική διερεύνηση μπορούν να επιβεβαιώσουν την ελλιπή ποιότητα του νερού. Η εφαρμογή άμεσων μέτρων μπορεί να αποτρέψει την εκδήλωση μιας επιδημίας ή τουλάχιστον να μειώσει τον αριθμό των κρουσμάτων.

Ένα βασικό πρόβλημα στην διερεύνηση και ανίχνευση μιας επιδημίας είναι το ότι ένας σημαντικός αριθμός ατόμων δεν επισκέπτονται γιατρό. Υπήρξαν επιδημίες με εκατοντάδες ή και χιλιάδες άτομα που προσβλήθηκαν και οι οποίες ανιχνεύθηκαν λίγο ή πολύ από τύχη. Για το λόγο αυτό, ακόμα και με ένα σύστημα επιτήρησης, η επιτυχία της διερεύνησης μιας υδατογενούς επιδημίας υπόκειται σε τυχαίους παράγοντες.

#### Προϋποθέσεις για την ανίχνευση ενός παθογόνου μικροοργανισμού

Γαστρεντερικά συμπτώματα	→ επίσκεψη σε γιατρό
	→ δεν επισκέπτεται γιατρό
	→ λαμβάνεται δείγμα από τον ασθενή
	→ δεν λαμβάνεται δείγμα από τον ασθενή
	→ αρνητικό αποτέλεσμα
	→ θετικό αποτέλεσμα

2001 World Health Organization (WHO). *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. Published by IWA Publishing, London, UK.

## Σκοπός της διερεύνησης μιας επιδημικής έξαρσης

### Έλεγχος και Πρόληψη

Ο πρωταρχικός λόγος της διερεύνησης μιας επιδημικής έξαρσης είναι ο έλεγχος της επικείμενης λοίμωξης και η πρόληψη των περαιτέρω συνεπειών. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να καθοριστεί το αν η επιδημία είναι σε εξέλιξη ή έχει επέλθει. Εάν είναι σε εξέλιξη, ο πρωταρχικός στόχος είναι να αποτραπούν περαιτέρω περιστατικά. Εάν έχει επέλθει, τότε ο στόχος είναι να καθοριστούν οι παράγοντες ή οι πηγές της επιμόλυνσης και να αποτραπεί η συνεργία τους σε μελλοντικές λοιμώξεις.

### Επιτήρηση

Η διερεύνηση μιας επιδημικής έξαρσης μπορεί να αποφέρει σημαντικές πληροφορίες για την μελλοντική επιτήρηση της δημόσιας υγείας. Ο στόχος της επιτήρησης δεν είναι η συλλογή του αριθμού των περιστατικών για στατιστικούς και διοικητικούς λόγους, αλλά η παροχή σημαντικών πληροφοριών που θα καθοδηγήσουν τις δραστηριότητες και την πολιτική της Δημόσιας Υγείας. Η συνεχόμενη επιτήρηση προσθέτει στοιχεία στην επικείμενη γνώση για την εκτίμηση της πιθανότητας και την εμφάνιση της ασθένειας στον πληθυσμό.

### Ερευνητικές ευκαιρίες

Ένα σημαντικό γεγονός που απορρέει από μια επιδημιολογική διερεύνηση είναι η γνώση που αποκτάται από την παρατήρηση της φυσικής ιστορίας της ασθένειας. Η προσεκτική διεξαγωγή των ερευνών μπορεί να αποκαλύψει κατευθύνσεις, καινούργιους παράγοντες της ασθένειας ή παράγοντες που δεν έχουν ληφθεί υπόψη, καινούργιους φορείς ή τρόπους μετάδοσης, ομάδες κινδύνου ή συγκεκριμένους παράγοντες επικινδυνότητας. Η νέα γνώση μπορεί επίσης να αποκτηθεί εκτιμώντας την επίδραση και την αποτελεσματικότητα των μέτρων ελέγχου.

### Εκπαιδευτικές ευκαιρίες

Οι επιδημιολογικές έρευνες μπορούν επίσης να προσφέρουν στους κρατικούς παράγοντες την ευκαιρία να συνεργαστούν με έμπειρους επιδημιολόγους και να εξοικειωθούν με τεχνικές διερεύνησης και εφαρμογές. Επιπρόσθετα, να αναπτύξουν μεθοδολογίες που θα χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων και να αποκτήσουν πολύτιμη εμπειρία κατά τη διάρκεια της δουλειάς, που μπορούν να την χρησιμοποιήσουν σε μελλοντικές επιδημίες.

### Διοικητικές ευθύνες

Η ταυτοποίηση της αιτίας μιας επιδημίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση και την βελτίωση τρεχόντων κοινοτικών προγραμμάτων υγείας, για την αναγνώριση ομάδων υψηλού κινδύνου ή αιτιολογικών παραγόντων που στο παρελθόν



δεν είχαν ληφθεί υπόψη και μπορεί να καθοδηγήσει μελλοντικές στρατηγικές και καταμερισμό σε αυτά τα πεδία.

#### *Πολιτικές ή νομικές ευθύνες*

Μπορεί να υπάρξουν συνεχείς πιέσεις από τις οικογένειες των προσβεβλημένων, τα Μ.Μ.Ε., τους τοπικούς πολιτικούς και άλλους για την ταυτοποίηση της πηγής επιμόλυνσης και για τον αν θα αποτελεί παράγοντα κινδύνου στο μέλλον.

#### **Κανόνες διερεύνησης μιας επιδημικής έξαρσης**

Οι άξονες σύμφωνα τους οποίους γίνεται κατά κανόνα η διαχείριση μιας επιδημικής έξαρσης είναι οι ακόλουθοι:

1. Όλες οι πιθανές επιδημίες πρέπει να αντιμετωπίζονται άμεσα.
2. Μόλις επιβεβαιωθεί μία επιδημία, θα πρέπει να διερευνηθεί άμεσα και να αναπτυχθεί ένα σχέδιο αντιμετώπισης.
3. Κατά τη διάρκεια και μετά την επιδημία πρέπει να παρέχεται κατάλληλη διαμεσολάβηση και εκπαίδευση.
4. Όλες οι υπεύθυνες υπηρεσίες πρέπει να είναι ενήμερες της κατάστασης της επιδημίας.
5. Μία επιδημική αναφορά πρέπει να συμπληρωθεί και να ακολουθήσει προφορική αναφορά για την ανάληψη των επικείμενων ευθυνών και ρόλων.

#### **Διαχείριση και διερεύνηση μίας επιδημίας**

##### **α) Διαχείριση μιας επιδημίας**

(i) Ο ρόλος του Ιατρού Δημόσιας Υγείας και του Επόπτη Δημόσιας Υγείας

☒ *Λειτουργία ως επικεφαλής της ομάδας:*

§ Εξασφάλιση της κατάλληλης διερεύνησης και διαχείρισης της επιδημίας.

§ Διαπίστωση της ύπαρξης επιδημίας, πληροφόρηση των κατάλληλων υπηρεσιών και δημιουργία της ομάδας αντιμετώπισης της επιδημίας.

☒ *Έναρξη των μέτρων που πρέπει να ληφθούν για την δημόσια υγεία.*

☒ *Προώθηση συγκεκριμένων διαμεσολαβήσεων κατά τη διάρκεια της επιδημίας.*

☒ *Κοινοποίηση των πληροφοριών της επιδημίας στην τοπική διεύθυνση δημόσιας υγείας ή αν δεν υπάρχει τη σύσταση μίας. Διασφάλιση του ότι υφίσταται ανάληψη ιδιοτήτων.*

(ii) Ο ρόλος του ερευνητή

Ο ερευνητής θα πρέπει να ξεκινήσει την διαδικασία διερεύνησης της επιδημίας με την ανάληψη της αναφοράς.

☒ *Προσδιορισμός της υπάρχουσας κατάστασης:*

Πρέπει να έρθει σε επαφή με την πηγή της αναφοράς και να ξεκινήσει την διερεύνηση των συμπτωμάτων, την πιθανή έκθεση στον κίνδυνο και τον αριθμό των περιστατικών που εμπλέκονται.

☒ *Να κοινοποιεί τα αποτελέσματα της έρευνας στον Επόπτη Υγείας*

☒ *Να είναι μέλος της ομάδας αντιμετώπισης της επιδημίας*

(iii) Ο ρόλος της ομάδας αντιμετώπισης της επιδημίας

Η ομάδα αντιμετώπισης της επιδημίας λειτουργεί σε συνεργασία με άλλες υπηρεσίες, διαχειρίζεται την διερεύνηση της επιδημίας και εφαρμόζει τα κατάλληλα μέτρα που πρέπει να ληφθούν. Η ομάδα συναντάται όσο συχνά το απαιτεί η κατάσταση.

##### **β) Διερεύνηση μιας επιδημίας**

Παρακάτω περιγράφονται τα βήματα που ακολουθούνται συνήθως στην διερεύνηση μιας επιδημίας πιθανής υδατογενούς λοίμωξης, σε μια αναπτυγμένη χώρα. Η έγκαιρη ανακάλυψη μιας επιδημίας και τα αίτια που την προκάλεσαν απαιτούν μία μεγάλη σειρά γεγονότων, με διαφορετικές υπηρεσίες να εμπλέκονται. Οι πιο αποτελεσματικές επιδημιολογικές έρευνες ακολουθούν μια σειρά δραστηριοτήτων, που περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω:

(i) *Σχεδιασμός της έρευνας*

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να κατευθύνει το ποιοι θα εμπλακούν στη διεξαγωγή της έρευνας και ποιοι θα είναι οι ρόλοι τους. Επίσης θα πρέπει να φωτογραφίζει το ποιος θα έχει την ευθύνη της εκτέλεσης του διερευνητικού σχεδίου και το ποιος θα ηγείται της έρευνας.

(ii) *Ανίχνευση και επιβεβαίωση της επιδημίας*

Συνήθως μία αύξηση στις αναφορές της ασθένειας ή η ανίχνευση συγκεκριμένων παθογόνων σε ανθρώπινα δείγματα είναι τα πρώτα σημάδια μιας επιδημίας. Σπάνια η πρώτη ένδειξη μιας υδατογενούς επιδημίας μπορεί να είναι ένα τεχνικό πρόβλημα με την πηγή του νερού ή την επεξεργασία του νερού ή την διανομή του.

Ένα σημαντικό πρώτο βήμα στην διερεύνηση μιας υδατογενούς επιδημίας είναι η επιβεβαίωση μιας προφανούς επιδημίας. Πριν δηλωθεί επίσημα, πιθανές αιτίες λάθους πρέπει να ληφθούν υπόψη και να αποκλειστούν. Τέτοιες περιπτώσεις προφανών επιδημιών περιλαμβάνουν εργαστηριακά ψευδώς θετικά αποτελέσματα, την εφαρμογή καινούργιων εργαστηριακών μεθόδων και ξαφνικές αλλαγές στην αναφερόμενη συμπεριφορά.

### *(iii) Περιγραφή της επιδημίας*

Το πρώτο βήμα στην περιγραφή μιας επιδημίας, είναι «ο προσδιορισμός του περιστατικού». Ο προσδιορισμός των περιστατικών είναι απαραίτητος για την αναγνώριση των περιπτώσεων που πρέπει ή δεν πρέπει να συμπεριληφθούν στην έρευνα. Ο προσδιορισμός των περιστατικών πρέπει να συμπεριλαμβάνει την παρουσία των χαρακτηριστικών συμπτωμάτων ή/και τα εργαστηριακά αποτελέσματα, τον γεωγραφικό περιορισμό εκδήλωσης των περιπτώσεων και τον χρονικό περιορισμό εκδήλωσης των συμπτωμάτων ή την κοινοποίησή τους. Μπορεί να υφίστανται περισσότεροι του ενός προσδιορισμοί ταυτόχρονα (π.χ. ένας για μια πιθανή περίπτωση και ένας για μια επιβεβαιωμένη περίπτωση).

Κατά την έναρξη της επιδημιολογικής διερεύνησης, ένας ευρύς προσδιορισμός περιστατικών απαιτείται ώστε να μην χαθεί κανένα περιστατικό. Στη συνέχεια όταν περισσότερες πληροφορίες συγκεντρωθούν και κατά τη διάρκεια της έρευνας, τα προσδιοριστικά χαρακτηριστικά των περιστατικών μπορεί να στενέψουν. Όταν ο προσδιορισμός των στοιχείων των περιστατικών για την συγκεκριμένη επιδημία έχει αποσαφηνιστεί, το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστεί ο αριθμός των ατόμων που τα εμφανίζουν, με μια διαδικασία που λέγεται «εύρεση περιστατικών». Η διαδικασία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει την επισκόπηση των εργαστηριακών και δηλωθέντων αποτελεσμάτων ή την επαφή με γιατρούς για την εξακρίβωση των συμπτωμάτων ή πιθανών προσβληθέντων ατόμων, με σκοπό την ανεύρεση περιστατικών που δεν έχουν επίσημα αναγνωριστεί. Είναι επίσης σημαντικό να διαπιστωθεί το πότε ξεκίνησε η επιδημία, δηλαδή η εύρεση του πρώτου περιστατικού (πρωταρχικό ή ενδεικτικό περιστατικό).

Η ημερομηνία εκδήλωσης της ασθένειας κάθε περιστατικού (και μερικές φορές ακόμα και η ώρα), σε γραφική παράσταση (επιδημική καμπύλη), παρέχει σημαντικά επιδημιολογικά στοιχεία και μπορεί να σκιαγραφήσει την επιδημία (π.χ. μια σημειακή πηγή, ή μία συνεχής επιδημία). Η γεωγραφική διασπορά μπορεί να δώσει στοιχεία για την αιτία της επιδημίας. Τα περιστατικά μπορούν να τοποθετηθούν πάνω σε χάρτη για να ξεταστεί η πιθανότητα ομαδοποίησης (π.χ. οικίες με το ίδιο δίκτυο νερού ή οικίες σε τοποθεσία κοντά σε ένα μέρος του συστήματος ύδρευσης, ή ιδιωτικές γεωτρήσεις). Τέλος, η ηλικία, το φύλο και άλλα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία μπορούν να δώσουν πληροφορίες για τα πιθανά αίτια της επιδημίας.

### *(iv) Δημιουργία της υπόθεσης*

Όταν επαρκείς πληροφορίες συλλεχθούν, δημιουργείται μια πρωταρχική υπόθεση για τα αίτια της επιδημίας. Βασιζόμενοι σε αυτή, λαμβάνονται διάφορα επανορθωτικά μέτρα ελέγχου.

### *(v) Εδραίωση της υπόθεσης*

Όταν η επιδημιολογική ομάδα έχει μια υπόθεση για τα αίτια της επιδημίας, οι προσπάθειες επικεντρώνονται στην επαλήθευση ή μη της υπόθεσης. Σε αυτή τη φάση της επιδημιολογικής έρευνας υπάρχουν τρεις κατευθύνσεις: α) επιπλέον επιδημιολογικές

έρευνες, β) επιπλέον μικροβιολογικές αναλύσεις ανθρωπίνων και περιβαλλοντικών δειγμάτων και γ) στην περίπτωση πιθανής υδατογενούς λοίμωξης, υγειονομική επιθεώρηση του συστήματος επεξεργασίας και διανομής του νερού. Οι επιδημιολογικές έρευνες σε αυτό το σημείο δεν περιλαμβάνουν περιστατικά ελέγχου. Η επιπλέον μικροβιολογική ανάλυση κατά τη διάρκεια της επιδημίας, μπορεί να περιλαμβάνει την συλλογή ανθρωπίνων ή περιβαλλοντικών δειγμάτων, ή μια πιο λεπτομερή ανάλυση των ήδη υπαρχόντων δειγμάτων.

Η υγειονομική επιθεώρηση του συστήματος επεξεργασίας του νερού και του συστήματος διανομής του νερού πραγματοποιείται για να συλλεχθούν στοιχεία της ελλιπούς ή μη κατάλληλης επεξεργασίας του νερού, ή του ελλιπούς σχεδιασμού του συστήματος. Τέτοια πληροφόρηση είναι χρήσιμη για την επιβεβαίωση της υπόθεσης για τα αίτια της επιδημίας. Τα στοιχεία της κακής λειτουργίας του συστήματος ύδρευσης είναι επίσης χρήσιμα για την ενημέρωση της υπηρεσίας ύδρευσης, ως προς το πώς τέτοιες δυσλειτουργίες, και οι συνέπειες που προκαλούν στη δημόσια υγεία, μπορούν να αποτραπούν στο μέλλον. Όταν συλλεχθούν όλα τα στοιχεία, η ομάδα επιδημιολογικής διερεύνησης πρέπει να αποφασίσει για το εάν το νερό τελικά ευθύνεται ή όχι για την εμφάνιση της επιδημίας.

### *(vi) Επισκόπηση των υπαρχόντων στοιχείων*

Σε κάθε επιδημιολογική διερεύνηση όπου το πόσιμο νερό πιθανολογείται ως το αίτιο της έξαρσης, μία από τις πιο σημαντικές πηγές πληροφόρησης αποτελούν τα στοιχεία από τις αναλύσεις ρουτίνας ποιότητας του νερού, που συνήθως πραγματοποιούνται από τις εταιρείες ύδρευσης. Η ανασκόπηση των αποτελεσμάτων αυτών, παρέχει τα στοιχεία που δείχνουν την πιθανή μείωση της ποιότητας του νερού, την πιθανή αποτυχία της επεξεργασίας του νερού και της διανομής του, και σπάνια την παρουσία «ύποπτων» παθογόνων μικροοργανισμών στο επεξεργασμένο νερό.

### **Πρόληψη υδατογενών επιδημιών στους χώρους εργασίας**

Στα πλαίσια της πρόληψης για την εξασφάλιση της Δημόσιας Υγείας, σημαντικό ρόλο παίζει η εξασφάλιση της υγείας των εργαζομένων στους χώρους εργασίας. Το εργασιακό περιβάλλον μέσα στο οποίο ο σύγχρονος εργαζόμενος καλείται να εργαστεί και να αναπτύξει τις δεξιότητές του, επηρεάζει άμεσα την υγεία και την ασφάλειά του με ποικίλους τρόπους. Στα πλαίσια της πρόληψης υδατογενών λοιμώξεων και επικείμενων επιδημιών παθογόνων μικροοργανισμών π.χ. με πύλη εισόδου το αναπνευστικό, όπως το βακτήριο της λεγεωνέλας, το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας συστήνει ιδιαίτερη προσοχή και συντήρηση στα συστήματα κλιματισμού που λειτουργούν με νερό και στα κεντρικά συστήματα κλιματισμού που διοχετεύουν τον αέρα μέσω αγωγών (φουγάρων), στους οποίους η παρουσία σκουριάς και υγρασίας δημιουργεί πρόσφορο έδαφος για τη ραγδαία ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό του βακτηρίου. Η νόσος των λεγεωνάριων συνδέεται, μόνο με συσκευές, συστήματα ή εγκαταστάσεις οι οποίες διασπείρουν ή πιθανώς αφήνουν να διαφεύγουν στο εσωτερικό περιβάλλον πολύ μικρά σταγονίδια νερού, τα οποία μπορεί να είναι επιμολυσμένα με το βακτήριο της λεγεωνέλας. Τέτοια μπορεί να είναι τα συστήματα κρύου και ζεστού νερού, ή και οποιεσδήποτε άλλες

τεχνητές εγκαταστάσεις αποθήκευσης νερού στις οποίες δεν γίνονται οι απαραίτητες απολυμάνσεις και οι καθαρισμοί.

Οι εργοδότες που διαθέτουν τέτοια μεγάλα συστήματα κλιματισμού ή εγκαταστάσεις θα πρέπει, με βάση και τις πρόνοιες της νομοθεσίας για ασφάλεια και υγεία στην εργασία, να εφαρμόζουν κατάλληλο προληπτικό πρόγραμμα ελέγχου και συντήρησης, που να περιλαμβάνει:

- Ορισμό υπεύθυνου ατόμου κατάλληλα εκπαιδευμένου για τον έλεγχο.
- Διατήρηση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού πάνω από 50°C και το κρύο κάτω από 25°C.
- Άνοιγμα της βρύσης και του ντους για αρκετή ώρα τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα.
- Τακτικό καθαρισμό και απολύμανση των ψυκτικών πύργων, των σωληνώσεων και των δεξαμενών αποθήκευσης νερού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιείται είτε από βρύση και ντους, είτε να διαχέεται στον περιβάλλοντα χώρο με την μορφή σταγονιδίων και ατμού.

### **Βιβλιογραφία**

1. Schmidt, K. (1995) WHO surveillance programme for control of foodborne infections and intoxications in Europe. Sixth report, 1990–2. BgVV, Berlin, p. 14.
2. Thulin, R. (1991) Contamination of tap water in Jonkoping in summer 1991. Rapport Jonkopings community, Sweden. (In Swedish.)
3. World Health Organization (WHO). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. Published by IWA Publishing, London, UK. ISBN: 1 900222 28 0
4. **FOODBORNE AND WATERBORNE DISEASE OUTBREAK INVESTIGATION MANUAL.** Department of Health and Family Services Wisconsin Division of Public Health Bureau of Communicable Diseases and Preparedness Communicable Disease Epidemiology Section, 2005
5. Hunter P.R., Y. Andersson, C. H. Von Bonsdorff R. M. Chalmers, E. Cifuentes, D. Deere, T. Endo, M. Kadar, T. Krogh, L. Newport, A. Prescott and W. Robertson: Surveillance and investigation of contamination incidents and waterborne outbreaks, Chapter 7, 2002
6. Ε. Ν. Βελονάκης, ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας, Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας
7. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Infectious Diseases. 2004. ([www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/legionellosis\\_t.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/legionellosis_t.htm)).

8. Τριχόπουλος Δ., Επιδημιολογία. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνος Γρ. Αθήνα 1982
9. OSHA. 1998. Occupational Safety and Health Administration. Legionnaires' Disease. OSHA Technical Manual, Section III: Chapter 7.
10. Legionnaires' disease: A guide for employers, HSE ([www.hse.gov.uk/pubns/iacl27.pdf](http://www.hse.gov.uk/pubns/iacl27.pdf))
11. Τ. Αρβανιτίδου - Βαγιωνά, Υγιεινή και Περιβάλλον. Εκδ. University Studio Press. σσ. 163. Θεσσαλονίκη, 1992.

# ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΤΙΔΑΣ ΑΠΟ ΣΙΓΚΕΛΛΑ ΚΑΙ ΣΑΛΜΟΝΕΛΑ

**Μ. Κάπη, Χ. Νικολαΐδης, Θ.Γ. Κωνσταντινίδης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

Γαστρεντερίτιδα είναι η φλεγμονή του γαστρεντερικού (στομάχου, λεπτού και παχέως εντέρου). Εκδηλώνεται με εμέτους και διάρροια και συμπτώματα όπως πονοκέφαλος, απώλεια όρεξης, πυρετός, πόνος στην κοιλιακή χώρα, αίσθημα καταβολής ή υπνηλία και άρνηση της τροφής από τα παιδιά. Είναι συνήθως ιογενής, αλλά οφείλεται και σε βακτήρια και παράσιτα.

Κάθε χρόνο σύμφωνα με τα στοιχεία του CDC (Center of Disease Control and Prevention) στις Ηνωμένες Πολιτείες 76 εκατομμύρια άνθρωποι αρρωσταίνουν, 300.000 πηγαίνουν στο νοσοκομείο και 5.000 πεθαίνουν. Κυρίως αρρωσταίνουν οι πολλοί νέοι, οι ηλικιωμένοι και οι ανοσοκατασταλμένοι. Τα συμπτώματα που οδηγούν τον παθολόγο να ζητήσει καλλιέργεια κοπράνων για εντεροπαθογόνα στα οποία ανήκουν η σαλμονέλα και η σιγκέλλα, είναι η ύπαρξη αίματος στα κόπρανα, η απώλεια βάρους, η παρατεταμένη διάρροια που προκαλεί αφυδάτωση, ο πυρετός, οι σοβαροί πόνοι στην κοιλιακή χώρα, η συμμετοχή του νευρικού συστήματος με παραισθησίες, η ύπαρξη πτυοσφαιρίων στα κόπρανα και η ανοσοκαταστολή.

Σαλμονέλωση είναι η λοίμωξη που προκαλείται από βακτήρια του γένους *Salmonella*. Είναι μικρόβια gram-αρνητικά, διασπούν τη γλυκόζη και παράγουν αέριο από τη διάσπαση της, δεν διασπούν τη λακτόζη, κινούνται, διασπούν τη λυσίνη και παράγουν υδρόθειο. Πάνω από 2.500 ορότυποι της σαλμονέλας έχουν ανακαλυφθεί. Η πιο συχνή παγκοσμίως είναι η *Salmonella* Enteritidis και η *Salmonella* Typhimurium. Το ίδιο συμβαίνει και στην Ελλάδα.

Σιγκέλλωση προκαλείται από τα ακόλουθα είδη βακτηρίου *Shigella* spp.: *Shigella sonnei*, *Shigella flexneri*, *Shigella boydii* και η *Shigella dysenteriae*. Είναι και αυτά μικρόβια gram-αρνητικά, διασπούν τη γλυκόζη, αλλά δεν παράγουν αέριο από τη διάσπαση της εκτός εξαιρέσεων, δεν διασπούν τη λακτόζη, δεν κινούνται και δεν παράγουν υδρόθειο.

## Κλινική πορεία της σαλμονέλωσης και της σιγκέλλωσης και εργαστηριακή διάγνωση

Τα συμπτώματα είναι αυτά της γαστρεντερίτιδας που προαναφέρθηκαν (δηλαδή διάρροια, πυρετός και κοιλιακό άλγος). Συνήθως υποχωρούν μόνα τους σε 4 με 7 ημέρες

χωρίς θεραπεία. Σε κάποια άτομα όμως η διάρροια είναι σοβαρή ή παρουσιάζονται επιπλοκές και απαιτείται νοσηλεία. Οι επιπλοκές της γαστρεντερίτιδας γενικά ανεξαρτήτου αιτιολογίας είναι περιτονίτιδα, σηψαιμία, ενδοκαρδίτιδα, ηπατίτιδα, παγκρεατίτιδα, σηπτική αρθρίτιδα, οστεομυελίτιδα, μηνιγγίτιδα, πνευμονία και αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο. Επίσης σε σπάνιες περιπτώσεις οι ασθενείς καταλήγουν.

Η διάγνωση γίνεται με εργαστηριακές εξετάσεις στα κόπρανα των ασθενών όπου αναζητούνται τα εντεροπαθογόνα σε μικροβιολογικά εργαστήρια. Όλες οι περιπτώσεις στη συνέχεια αναφέρονται στο Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (ΚΕΕΛΠΝΟ) και τα στελέχη αποστέλλονται στην Υγειονομική Σχολή για περαιτέρω ταυτοποίηση με οροτυπικές και άλλες μεθόδους.

## Μόλυνση του ανθρώπινου οργανισμού από σαλμονέλα και σιγκέλλα

Η σαλμονέλα ζει στον εντερικό σωλήνα των ανθρώπων, των ζώων και των πουλιών. Ο άνθρωπος μολύνεται συνήθως με την κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων. Ζούμε σε έναν κόσμο γεμάτο μικρόβια και υπάρχουν πολλές "ευκαιρίες" για την τροφή να μολυνθεί καθώς παράγεται ή παρασκευάζεται.

Το κρέας και τα πουλερικά μπορούν να μολυνθούν κατά τη διάρκεια της σφαγής μέσω της επαφής με μικρά κομμάτια εντέρων και του περιεχομένου τους. Ομοίως τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά μπορούν να μολυνθούν αν πλυθούν με νερό το οποίο είναι μολυσμένο από κόπρανα ανθρώπων ή ζώων. Μερικοί τύποι σαλμονέλας μπορούν να μολύνουν τις ωθήκες της κότας, έτσι ώστε αν ένα αυγό έχει φυσιολογική όψη παρόλα αυτά το περιεχόμενο του να είναι μολυσμένο με σαλμονέλα. Σπανιότερα τα τρόφιμα μολύνονται από χειριστές τροφίμων που δεν πλένουν τα χέρια τους μετά την χρήση τουαλέτας ή μετά την επαφή με τα κόπρανα κατοικίδιων ζώων.

Η σιγκέλλα μεταδίδεται από άτομο σε άτομο, πολύ συχνά μεταξύ νηπίων με την εντεροστοματική οδό, όταν δεν τηρούνται οι βασικοί κανόνες προσωπικής υγιεινής. Τα μολυσμένα άτομα αποβάλλουν και μεταδίδουν το παθογόνο κατά τη διάρκεια της νόσησης, καθώς και δύο εβδομάδες αργότερα.

Τα τρόφιμα μπορούν να μολυνθούν από αγρούς από τους οποίους διέρχονται τα λύματα υπονόμων, από χειριστές τροφίμων όπως αναφέραμε για τη σαλμονέλα καθώς και από μύγες που μεταφέρουν κοπρανώδες υλικό. Επίσης μπορεί κανείς να μολυνθεί πίνοντας ή κολυμπώντας σε μολυσμένα νερά. Τα παιδιά ηλικίας 1-4 ετών προσβάλλονται συχνότερα από την σιγκέλλα και ιδιαίτερα αυτά που πηγαίνουν σε βρεφονηπιακούς ή παιδικούς σταθμούς, όπως επίσης οι ταξιδιώτες σε χώρες με κακές συνθήκες υγιεινής και οι ηλικιωμένοι που διαμένουν σε ιδρύματα.

## Επιδημιολογία της σαλμονέλωσης και της σιγκέλλωσης στην Ελλάδα και στον κόσμο

Σύμφωνα με το ΚΕ.ΕΛ.Π.ΝΟ., το 2006 δηλώθηκαν 978 κρούσματα σαλμονέλωσης στην χώρα μας. Δεν έχουμε αντίστοιχα στοιχεία για τη σιγκέλλα, αλλά σύμφωνα με άλλες επιδημιολογικές μελέτες, κατά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχουν αναφερθεί τέσσερις υδατογενείς επιδημίες σιγκέλλωσης σε διαφορετικές περιοχές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Όλες όμως έχουν προκληθεί από *Shigella sonnei* και σχετίζονται με το πόσιμο

νερό. Τα παιδιά είχαν νοσήσει περισσότερο. Μια άλλη μελέτη από την Κρήτη, αναφέρει ότι για την περίοδο από το 1995 μέχρι το 1999, 7090 δείγματα κοπράνων εξετάστηκαν στην Κρήτη και σιγκέλλα βρέθηκε στο 0,3%, ενώ σαλμονέλα στο 6%. Επίσης μια μελέτη στην Αθήνα, σε παιδιατρικό νοσοκομείο, αναφέρει ότι από 294 παιδιά που νοσηλεύτηκαν το 1999 με διάρροια, σαλμονέλα απομονώθηκε στο 15% και σιγκέλλα στο 11,4%. Είναι σαφές ότι τα παιδιά είναι πιο ευπαθή στη σιγκέλλα από το γενικό πληθυσμό, όπως έχει προαναφερθεί.

Όπως αναφέρει το Food-net, το οποίο είναι ένα ηλεκτρονικό δίκτυο επιτήρησης και καταγραφής των τροφιμογενών λοιμώξεων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, το 2006 καταγράφηκαν 17.252 λοιμώξεις, οι οποίες επιβεβαιώθηκαν στο μικροβιολογικό εργαστήριο. Από αυτές οι 6.655 οφείλονται σε σαλμονέλα (επίπτωση ανά 100.000 πληθυσμού 14,81) και οι 2.736 σε σιγκέλλα (επίπτωση ανά 100.000 πληθυσμού 6,09). Επίσης αναφέρονται δύο επιδημίες σαλμονέλλωσης που σχετίζονται με την κατανάλωση ωμής τομάτας τον Οκτώβρη του 2006. Υπεύθυνη ήταν η *Salmonella* Typhimurium και μολύνθηκαν 183 άτομα σε 21 πολιτείες. Επίσης το Μάρτιο του 2007, 425 άτομα μολύνθηκαν από *Salmonella* Tennessee σε 44 πολιτείες τρώγοντας φυστικοβούτυρο. Για περισσότερες πληροφορίες η ηλεκτρονική διεύθυνση του Food-net είναι <http://www.cdc.gov/foodnet/>.

Το Enter-net είναι ακόμα ένα παγκόσμιο ηλεκτρονικό δίκτυο επιτήρησης και καταγραφής ανθρώπινων γαστρεντερίτιδων, το οποίο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και είναι η συνέχεια του παλιού Salm-net. Στο δίκτυο αυτό συμμετέχουν 15 χώρες μαζί με τη Νορβηγία και την Ελβετία, με συνολικό πληθυσμό 380 εκατομμύρια.

Από τα επιδημιολογικά του δεδομένα φαίνεται ότι καταγράφηκαν 16.051 ανθρώπινες σαλμονελλώσεις το 1ο τετράμηνο του 2007 και το 67,1% είναι Enteritidis, Typhimurium ή Virchow. Το αντίστοιχο τρίμηνο του 2006 είχαν καταγραφεί 16.147 σαλμονελλώσεις. Επίσης από τα δεδομένα του Enter-net στην Αγγλία και την Ουαλία είχαμε το 2006, 1082 περιπτώσεις σιγκέλλωσης και το 2005, 1395. Όσον αφορά τις επιδημίες, το 2001 είχαμε μία επιδημία από *Salmonella* Oranienburg στην οποία νόσησαν πάνω από 500 άτομα σε Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Φιλανδία, Γερμανία, Ολλανδία και Σουηδία, εξαιτίας μιας μολυσμένης παρτίδας σοκολάτας με χώρα παραγωγής την Γερμανία. Περισσότερες πληροφορίες παρέχονται από την ηλεκτρονική διεύθυνση του Enter-net στο διαδίκτυο: [http://www.hpa.org.uk/hpa/inter/enter-net\\_menu.htm](http://www.hpa.org.uk/hpa/inter/enter-net_menu.htm).

Τέλος υπάρχει ένα παγκόσμιο ηλεκτρονικό δίκτυο επιτήρησης και καταγραφής των σαλμονελλώσεων από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) που λέγεται Global Salm-Surv. Η ηλεκτρονική του διεύθυνση είναι <http://www.who.int/salmsurv/en>. Από αυτό το δίκτυο μαθαίνουμε ότι η *Salmonella* Enteritidis και η *Salmonella* Typhimurium είναι οι πιο διαδεδομένες σαλμονέλες στον κόσμο. Επίσης γίνεται αναφορά στην Multidrug-resistant *Salmonella* Typhimurium DT104, η οποία πρωτοεμφανίστηκε στις ΗΠΑ το 1984 και σήμερα βρίσκεται παντού και στα ζώα και στους ανθρώπους. Είναι ανθεκτική στην αμπικιλίνη, την χλωραμφενικόλη, την στρεπτομυκίνη, τις σουλφοναμίδες και τις τετρακυκλίνες. Αυτά τα στελέχη εξαιτίας της πολυαντοχής τους στα αντιβιοτικά προκαλούν αρκετή ανησυχία στους επιδημιολόγους.

### **Καλλιεργητική μέθοδος για την ανίχνευση της σαλμονέλας στο πόσιμο νερό**

Γίνεται διήθηση 4 λίτρων μέσω μεμβράνης (φίλτρο 0.45μm). Η μεμβράνη τοποθετείται σε κωνική φιάλη που περιέχει 80 ml BPW (Buffered Peptone Water) για εμπλουτισμό και τοποθετείται στους 37°C για 24 ώρες. Στη συνέχεια, σε αποστειρωμένους δοκιμαστικούς σωλήνες που περιέχουν 10 ml Rappaport Vassiliadis (RV) προσθέτουμε 0.1 ml από την εμπλουτισμένη καλλιέργεια και επωάζουμε στους 44°C για 24 ώρες. Κατόπιν, ανακαλλιεργούμε σε SS agar και σε McConkey agar και επωάζουμε στους 37°C για 24 ώρες. Οι ύποπτες αποικίες (συνήθως μαύρες, οξειδάση αρνητικές) ταυτοποιούνται με το σύστημα API 20E.

### **Μοριακή τεχνική PCR για τον εντοπισμό των ειδών σαλμονέλας**

Για τον εντοπισμό των ειδών σαλμονέλας (*Salmonella* spp.) με την τεχνική της PCR, χρησιμοποιείται το γονίδιο *invA*. Πρόκειται για ένα γονίδιο το οποίο κωδικοποιεί για μια διαμεμβρανική πρωτεΐνη του εκκρινικού μηχανισμού (τύπου III) του συστήματος παθογένειας της σαλμονέλας. Για την αντίδραση PCR χρησιμοποιούνται οι εκκινητές 5'-GTGAAATTATCGCCACGTTCCGGGCAA-3' και 5'-TCATCGCACCGTCAAAGGA ACC-3' που ενισχύουν ένα τμήμα 285 ζευγαριών βάσεων του γονιδίου.

### **Πρόληψη της σαλμονέλλωσης και της σιγκέλλωσης**

Δεν υπάρχει εμβόλιο για την πρόληψη της σαλμονέλλωσης και της σιγκέλλωσης. Ειδικά για την σαλμονέλα τρόφιμα ζωικής προέλευσης δεν θα πρέπει να καταναλώνονται ωμά ή ατελώς μαγειρεμένα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα ωμά αυγά και το μη παστεριωμένο γάλα. Η επιμόλυνση των τροφίμων δηλαδή μεταφορά του μικροβίου από το ένα τρόφιμο στο άλλο αποφεύγεται αν τα ωμά κρέατα κρατούνται ξεχωριστά, πλένονται όλα τα σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για την κοπή ωμού κρέατος, καθώς και τα χέρια. Τα ερπετά (και οι χελώνες) είναι πολύ συχνά ξενιστές της σαλμονέλας, χωρίς να παρουσιάζουν συμπτώματα. Δεν είναι κατάλληλα κατοικίδια για μικρά παιδιά και δεν πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο σπίτι με βρέφη.

Για τη σιγκέλλα τα κυριότερα προληπτικά μέτρα είναι το συχνό και προσεκτικό πλύσιμο των χεριών με ζεστό νερό και σαπούνι. Παιδιά που νοσούν και φορούν πάνες δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με υγιή παιδιά. Οι επισκέπτες σε αναπτυσσόμενες χώρες που ενδημεί η *Shigella dysenteriae* πρέπει να τρώνε φρούτα και λαχανικά μόνο εφόσον έχουν πλυθεί με καθαρό νερό. Οι εργαζόμενοι χειριστές τροφίμων σε βρεφονηπιακούς σταθμούς και σε επαγγέλματα υγείας, δεν πρέπει να εργάζονται έως ότου αποβούν αρνητικές δύο διαδοχικές καλλιέργειες κοπράνων που έχουν ληφθεί σε μεσοδιάστημα 24 ωρών.

## **Βιβλιογραφία**

1. Κλινική Μικροβιολογία και Εργαστηριακή Διάγνωση Λοιμώξεων, Αντιγόνη Αρσένη, Εκδόσεις Ζήτα.
2. Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων: <http://www.keel.org.gr/home/>
3. Centers for Disease Control and Prevention: <http://www.cdc.gov/>
4. World Health Organization : <http://www.who.int/en/>
5. Europa Public Health : [http://ec.europa.eu/health/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/health/index_en.htm)
6. Kafetzis DA et al, Scand J Infect Dis. 2001 ; 33(9) :681-5.
7. Koutsotoli AD et al, Epidemiol Infect. 2006 Feb; 134(1):157-62.
8. Maraki S. et al , Eur J Epidemiol. 2003;18(1):85-90.
9. Τ. Αρβανιτίδου - Βαγιωνά, Υγιεινή και Περιβάλλον. Εκδ. University Studio Press. σσ. 163. Θεσσαλονίκη, 1992.

# ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΤΕΡΙΚΟΥΣ ΙΟΥΣ ΥΔΑΤΟΓΕΝΟΥΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

**Θ. Παρασίδης, Ι. Αλεξανδροπούλου και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

## Ιοί

Οι ιοί είναι μόρια νουκλεϊκών οξέων και έχουν την ικανότητα να διεισδύουν σε κύτταρα και να αναπαραγονται μέσα σε αυτά. Οι μολυσματικοί αυτοί παράγοντες είναι ακύτταρες βιολογικές οντότητες στις οποίες απουσιάζουν οποιασδήποτε μορφής κυτταρικής οργάνωσης σχηματισμοί. Χρησιμοποιούν τις βιοσυνθετικές λειτουργίες των ξενιστών τους και φέρουν τις ιδιότητες των κυτταρικών οργανισμών.

Οι ιοί αποτελούνται από ένα πρωτεϊνικό περίβλημα, το καψίδιο, και ορισμένοι ενδέχεται να φέρουν ένα επιπλέον στρώμα μεμβράνης, τον φάκελο. Η δομή τους μπορεί να είναι ελικοειδής, εικοσαεδρική ή να έχουν σχήμα κεφαλής-ουράς. Το περίβλημά τους προστατεύει το γενετικό τους υλικό, που μπορεί να είναι DNA ή RNA, δίκλωνο ή μονόκλωνο, κυκλικό ή γραμμικό.

Οι ιοί μπορούν να προκαλέσουν σε ευκαρυωτικά κύτταρα λυτικές μολύνσεις (πολλαπλασιασμός και θανάτωση ξενιστή), εμμένουσες (συνεχής παραγωγή μολυσματικού ιού, αλλά ο ξενιστής δεν πεθαίνει), λανθάνουσες (ο ιός παραμένει στο κύτταρο και χρησιμοποιεί τους ρυθμούς πολλαπλασιασμού του ξενιστή), μεταμορφωτικές (π.χ. ογκογόνοι ιοί) και άκαρπες (ασυμβατότητα ιού- ξενιστή).

## Ιοί Εντερικής Προέλευσης

Οι ιοί που αποβάλλονται με τα κόπρανα και τα ούρα ζώντων οργανισμών, μπορούν να μολύνουν το πόσιμο νερό. Ιδιαίτερως πολυάριθμοι είναι οι ιοί που προσβάλλουν το γαστρεντερικό σύστημα του ανθρώπου και αποβάλλονται με τα περιττώματα ασθενών. Αυτοί οι ιοί μεταδίδονται πιο συχνά από άτομο σε άτομο μέσω της στοματοεντερικής οδού. Τα ποσοστά της μόλυνσης ποικίλουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή και εξαρτώνται από την υγιεινή και τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες.

Οι ιοί αποβάλλονται συνήθως σε μικρότερα ποσοστά από ότι τα κολοβακτηρίδια. Έχει αποδειχθεί ότι η μόλυνση πειραματικά μπορεί να προκληθεί από ελάχιστα ιικά σωματίδια, παρόλο που η πιθανότητα μόλυνσης αυξάνει με την αύξηση του πλήθους των

ιικών σωματιδίων. Η πιθανότητα μόλυνσης ενός ατόμου σε μια κοινότητα με παροχή νερού μολυσμένη με ελάχιστα ιικά σωματίδια δεν έχει διαπιστωθεί. Στατιστική μελέτη έδειξε ότι υπάρχει σημαντικός κίνδυνος μόλυνσης που προέρχεται από μικροποσότητες εντεροϊών σε παροχή πόσιμου νερού. Το ποσοστό των ατόμων που αναπτύσσουν κλινικά συμπτώματα λοίμωξης από ιούς Polio είναι μικρή (1%) ενώ για την ηπατίτιδα Α είναι μεγαλύτερη (~7%). Η έξαρση ιώσεων σε πληθυσμούς από την παροχή νερού συνήθως προκαλείται από μόλυνση μέσω του συστήματος αποχέτευσης. Οι άνθρωποι ιοί εντερικής προέλευσης μπορούν να παραμείνουν στο περιβάλλον καθώς είναι ανθεκτικοί σε δυσμενείς συνθήκες.

Οι εντερικοί ιοί αποβάλλονται σε σχετικά μεγάλες ποσότητες με τα περιττώματα και περιλαμβάνουν τους ιούς Poliovirus, Coxsakiavirus, Echovirus, και άλλους Enterovirus, Adenovirus, Hepatitis A και Norovirus, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν οξεία, μη βακτηριακή, γαστρεντερίτιδα. Η γαστρεντερίτιδα προσβάλλει μεγάλο εύρος πληθυσμού και αποτελεί κίνδυνο για την υγεία ειδικά των μικρών παιδιών, των ατόμων τρίτης ηλικίας, των ασθενών που πάσχουν από υποσιτισμό και των ασθενών με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα. Κάθε ομάδα ή υποομάδα ιών αποτελείται από ένα πλήθος διαφορετικών οροτύπων, έτσι περισσότεροι από 100 διαφορετικοί άνθρωποι ιοί εντερικής προέλευσης έχουν αναγνωρισθεί. Οι άνθρωποι ιοί Rotavirus και ο ιός της ηπατίτιδας Α έχουν καλλιεργηθεί πρόσφατα σε κυτταροκαλλιέργειες, αλλά οι τεχνικές είναι δύσκολες και απαιτούν χρήση τεχνικών ανοσοβιολογίας όπως ο ανοσοφθορισμός για να ανιχνευθεί η ανάπτυξη ιών και άλλων μοριακών τεχνικών.

## Ηπατίτιδα Α (HAV)

Ο HAV υπάγεται στο γένος Hepatovirus. Πρόκειται για ιό που περιέχει μονόκλωνο RNA ενώ το σωματίδιο του ιού έχει κυβική συμμετρία με διάμετρο 27-28nm και αποτελείται από 32 καψομερίδια. Είναι σταθερός στον αέρα 20%, σε pH=1 επί 2 ώρες, στη θερμοκρασία 60°C επί 1 ώρα, ενώ καταστρέφεται με θέρμανση στους 85°C επί 1 λεπτό. Σε ξηρή κατάσταση και θερμοκρασία 25°C και σχετική υγρασία 42% διατηρείται επί ένα μήνα και επί έτη στους -20°C.

Αδρανοποιείται επίσης σε φορμόλη 1:4000 μετά από 72 ώρες, σε θερμοκρασία 35-37°C και από το υποχλωριώδες νάτριο σε συγκέντρωση 10 mg/l σε θερμοκρασία 20°C επί 15 λεπτά. Καταστρέφεται στο αυτόκαυστο σε θερμοκρασία 121°C επί 20 λεπτά, με ξηρά θέρμανση επί 1 ώρα όπως και με υπεριώδη ακτινοβολία για 1 λεπτό σε 1,1 Watts.

Λοιμώξεις από τον ιό της ηπατίτιδας Α συναντάμε σε όλες τις ηλικίες, με αυτές των μικρών παιδιών να παρουσιάζονται ως ασυμπτωματικές ενώ στους μεγαλύτερους η νόσος είναι πιο βαριάς μορφής. Διαμέσου της εντερικής οδού με κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων ή νερού γίνεται η μόλυνση στον άνθρωπο. Η ηπατίτιδα Α σπάνια μεταδίδεται με μολυσμένες βελόνες ή και μετάγγιση αίματος. Η μόλυνση χαρακτηρίζεται υδατογενής και όχι αιματογενής. Η εξάπλωση της νόσου γίνεται από άτομο σε άτομο και πιο επικίνδυνοι για μετάδοση αποτελούν οι ασυμπτωματικοί φορείς του ιού. Επιδημίες ηπατίτιδας Α έχουν καταγραφεί από τη μόλυνση τροφίμων από άτομα που απασχολούνται στο τομέα της παρασκευής και μεταποίησης, καθώς και από τη μόλυνση του πόσιμου νερού με λύματα που περιέχουν τον ιό. Το στάδιο επώασης διαρκεί από 10 έως 50 ημέρες. Η θνησιμότητα από τη νόσο είναι πολύ μικρή (<0.5%). Ο ιός εκκρίνεται



από το ήπαρ στη χολή, πολλαπλασιάζεται στο έντερο και αποβάλλεται με τα κόπρανα 14 ημέρες πριν την εμφάνιση ίκτερου.

Η ηπατίτιδα Α είναι ενδημική σε πολλές χώρες και ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες. Στις χώρες αυτές τα παιδιά μολύνονται με τον ιό χωρίς όμως να εμφανίζουν κλινικά συμπτώματα. Αυτό οδηγεί στην ανοσοποίηση του πληθυσμού σε μεγάλα ποσοστά. Στις δυτικές λεγόμενες χώρες πάνω από 50% των ενηλίκων είναι άνοσοι προς την ηπατίτιδα Α. Στις αναπτυσσόμενες χώρες παρατηρείται μεταβολή της ηλικίας εμφάνισης της νόσου από την παιδική ηλικία στους ενήλικες. Η μεταβολή αυτή προς τις μεγαλύτερες ηλικίες ακολουθεί τη βελτίωση των κοινωνικών και υγειονομικών συνθηκών.

### **Αδενοϊοί (Adenovirus)**

Η οικογένεια Adenoviridae έχει δύο γένη. Υπάρχουν 41 είδη αδενοϊών των θηλαστικών που προσβάλλουν τον άνθρωπο και υποδιαιρούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους σε έξι υπογένη (A-F). Τα σωματίδια του ιού περιέχουν δίκλωνο DNA, έχουν κυβική εικοσαεδρή συμμετρία και διάμετρο 70-90nm. Δεν έχουν περίβλημα ενώ το καψίδιο αποτελείται από 252 καψομερίδια. Οι Αδενοϊοί είναι ανθεκτικοί στον αιθέρα, καταστρέφονται με θέρμανση σε 56°C επί 30 λεπτά, είναι σταθεροί σε pH 6-9 και καταστρέφονται σε pH μικρότερο του 2 και μεγαλύτερο του 10. Οι αδενοϊοί προκαλούν μεγάλη ποικιλία λοιμώξεων στο αναπνευστικό σύστημα, τους επιπεφυκότες, το ουροποιητικό, το γαστρεντερικό και το ΚΝΣ σύστημα.

*Νοσήματα που προκαλούν οι αδενοϊοί:*

- οξεία εμπύρετη φαρυγγίτιδα (τύποι 1,2,3,5,6,7)
- φαρυγγοεπιπεφυκτικός πυρετός (τύποι 3,7,14)
- οξεία αναπνευστική νόσος (τύποι 3,4,7,14,21)
- πνευμονία (τύποι 1,2,3,4,7)
- επιδημική κερατοεπιπεφυκίτιδα (τύποι 8,11,19,37)
- γαστρεντερίτιδα (τύποι 40, 41)
- μεσεντέριος αδενίτιδα (τύπος 7)
- οξεία αιμορραγική κυστίτιδα (τύποι 11,21)
- εγκολεασμός εντέρου(τύπος 7)
- μηνιγγοεγκεφαλίτιδα (τύπος 7)
- τέλος, οι τύποι 12, 18, 31 ευθύνονται για υψηλή ογκογονικότητα.

Μαζί με την ηπατίτιδα Α αποτελούν τους ανθεκτικότερους ιούς κατά την επεξεργασία νερού. Παρόλο που είναι ευαίσθητοι σε οξειδωτικά απολυμαντικά, είναι γνωστό ότι είναι οι πιο ανθεκτικοί υδατογενείς μικροοργανισμοί κατά τη διαδικασία αδρανισμού από υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτό οφείλεται στο δίκλωνο γενετικό υλικό που επιτρέπει τους αδενοϊούς να χρησιμοποιούν στα κύτταρα του ξενιστή ένζυμα κατά τη

διάρκεια της αντιγραφής, ώστε να επισκευάζουν το κατεστραμμένο από την υπεριώδη ακτινοβολία DNA.

### **Εντεροϊοί (Enteroviruses)**

Το μονόκλωνο θετικής πόλωσης RNA περιβάλλεται από καψίδιο που αποτελείται από τις δομικές πρωτεΐνες Vp1-4, την πρωτεΐνη Vpg προσαρτημένη στο άκρο 5' του ιικού RNA και λειτουργικές πρωτεΐνες.

Τα σωματίδια του ιού έχουν κυβική συμμετρία, με διάμετρο 28nm. Αδρανοποιούνται με θέρμανση στους 55°C επί 30 λεπτά. Οι εντεροϊοί δεν αδρανοποιούνται από τον αιθέρα και είναι ανθεκτικοί στην επίδραση πρωτεολυτικών ενζύμων και pH=3. Καταστρέφονται κατά την παστερίωση του γάλακτος, με την ξηρασία και με τη θέρμανση στους 56°C για 30 λεπτά. Χλώριο σε πυκνότητα 0.1 mg/l καθώς και η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας καταστρέφει τους ιούς αυτούς.

Οι ανθρώπινοι εντεροϊοί ανήκουν στην οικογένεια των *Picornaviridae*, είναι οικογενικοί και μεταδίδονται κυρίως με την εντερική οδό. Υπάρχουν 66 γνωστοί τύποι που μπορούν να προσβάλουν τους ανθρώπους οι οποίοι έχουν διαχωριστεί σε 5 ομάδες:

1. Ιοί Πολιομυελίτιδας τύποι 1-3
2. Ιοί Coxsackie A τύποι 1-22, 24 και Coxsackie B τύποι 1-6
3. Ιοί Echo τύποι 1-9, 11-27, 29-33
4. Εντεροϊοί τύποι 68-71
5. Hepatovirus, (πρώην Εντεροϊός 72, είναι ο ιός της ηπατίτιδας Α)

Προκαλούν μια σειρά από νοσήματα που κυμαίνονται από ασυμπτωματικές μολύνσεις, άσηπτη μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα, παραλυτική πολιομυελίτιδα και μυοκαρδίτιδα. Οι πιο επιρρεπείς ομάδες στη μόλυνση είναι τα νήπια και οι ανοσοκατεσταλμένοι ασθενείς. Οι εντεροϊοί συχνά απομονώνονται από το λάρυγγα, η απομόνωση όμως από το εγκεφαλονωτιαίο υγρό αν και δύσκολη είναι η ακριβέστερη ένδειξη της μόλυνσης. Απομονώνονται, επίσης, από τα κόπρανα και από το φάρυγγα.

### **Ιοί πολιομυελίτιδας**

Είναι παράσιτα του εντερικού σωλήνα του ανθρώπου στον οποίο είναι δυνατόν να προκαλέσουν τη νόσο πολιομυελίτιδα. Υπάρχουν τρεις αντιγονικοί τύποι των ιών της πολιομυελίτιδας (1, 2, 3). Οι τύποι αυτοί έχουν ορισμένα κοινά αντιγόνα, χαρακτηρίζονται όμως από σημαντικές μεταξύ τους διαφορές.

Ο ιός ανευρίσκεται στο φάρυγγα και τον εντερικό σωλήνα και αποβάλλεται με τα κόπρανα, πριν από την εμφάνιση συμπτωμάτων της νόσου. Από τον φάρυγγα ο ιός εξαφανίζεται γρήγορα, αλλά στα κόπρανα είναι δυνατόν να παραμείνει επί αρκετές εβδομάδες (μέχρι 12-27). Η μόλυνση με το ιό γίνεται με την κοπροστοματική οδό, με επαφή προς τους πάσχοντες ή προς τα άτομα τα οποία αποβάλλουν τον ιό με τα κόπρανα. Επίσης με κατανάλωση μολυσμένου ύδατος, οστρακοειδών ή ωμών λαχανικών που ποτίστηκαν με μολυσμένα ύδατα.

### **Ιοί Coxsakie A και B τύπου**

Οι ιοί Coxsakie έχουν τους γενικούς χαρακτήρες των εντεροϊών και είναι δυνατόν να απομονωθούν από τα κόπρανα και το ρινοφάρυγγα ασθενών ή υγιών φορέων. Οι ιοί Coxsakie προκαλούν στον άνθρωπο διάφορες λοιμώξεις. Πολλές από αυτές εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του θέρους και το φθινόπωρο ως εμπύρετα νοσήματα βραχείας διάρκειας. Η μόλυνση γίνεται με την εντερική οδό και η επώαση της νόσου είναι συνήθως 2-9 μέρες.

### **Ιοί Echo**

Η ονομασία ECHO προέρχεται από τα αρχικά Enteric Cytopathogenic Human Orphan. Απομονώθηκαν το 1950 από περιπτώματα παιδιών που ήταν ασυμπτωματικά γι' αυτό και τους αποδόθηκε αυτό το όνομα. Οι ιοί αυτοί προσβάλλουν βρέφη και νήπια ενώ σχετίζονται και με υψηλά επίπεδα θνητότητας νηπίων. Ένας ιός Echo έχει μέγεθος 24-30 nm, μονόκλωνο RNA μήκους 7,5 kb και καψίδιο. Η μόλυνση που μπορεί να προκληθεί σε συνθήκες μειωμένης υγιεινής και γίνεται βασικά από την γαστρεντερική οδό, αλλά και από το αναπνευστικό σύστημα.

### **Νοροϊοί (Noroviruses)**

Οι Νοροϊοί ανήκουν στην οικογένεια *Caliciviridae* και στο γένος *Calicivirus*. Οι Νοροϊοί είναι πρωτότυπο στέλεχος ενός γκρουπ μιας ομάδας ιών, με 26-35nm μονόκλωνου RNA (non enveloped), που συνδέθηκαν με ξεσπάσματα γαστρεντερίτιδας. Οι Νοροϊοί ονομάστηκαν μετά από τα κρούσματα το 1968 στο Νόργουικ, στο Οχάιο, επιδημία από την οποία και απομονώθηκαν αρχικά. Διαχωρίζονται σε πέντε γενοτυπικές ομάδες I, II, III, IV, V από τα οποία τα I, II και IV είναι ανθρωπονοσογόνα, με την γενοτυπική ομάδα II να αποτελεί την πιο διαδεδομένη.

Η οξεία γαστρεντερίτιδα και η διάρροια αποτελούν τις πιο διαδεδομένες υδατογενούς προέλευσης ασθένειες σε όλη την υφήλιο. Υδατογενείς επιδημίες στις οποίες οι ιοί αποτελούν τον αιτιολογικό παράγοντα, έχουν καταγραφεί σε όλο τον κόσμο. Με επιστημονικές μεθόδους έχουν απομονωθεί διάφορα στελέχη ιών σε επεξεργασμένα και ανεπεξέργαστα νερά. Βέβαια η ανίχνευση κάποιου ιού στο νερό δεν συνεπάγεται ότι το νερό είναι απόλυτα υπεύθυνο για τη μετάδοση της σχετιζόμενης ασθένειας αν και υφίσταται σοβαρός κίνδυνος. Η επιδημιολογική μελέτη και απόδειξη ότι το νερό είναι υπεύθυνο για την μετάδοση μιας ιογενούς προέλευσης ασθένειας είναι δύσκολη. Ωστόσο στο παρελθόν έχουν επιβεβαιωθεί επιδημίες ηπατίτιδας A και E και Νοροϊών που η διασπορά τους πραγματοποιήθηκε διαμέσου του νερού.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Σ.Ι. Κολιαής, Μικροβιολογία, Θεσσαλονίκη 2001.
2. Ι. Κ. Παπαπαναγιώτου, Β. Κυριαζοπούλου - Δαλαΐνα, Ιατρική Μικροβιολογία και Ιολογία, university studio press, Θεσσαλονίκη 2001.
3. Standard methods for examination of water and wastewater, 1995, 19th edition, edited by A.D.Eaton, L.S.Cleseri, A.E.Greenberg.
4. Shvoerer et al. (2000) PCR detection of human enteric viruses in bathing areas, wastewaters and human stools in southwestern France. Res. Microbiol. vol. 151 (2000), p. 693-701.
5. Gilgen et al (1997) Three step isolation method for sensitive detection of enterovirus, rotavirus, hepatitis A virus and small round structured viruses in water samples. International journal of food microbiology, vol. 37 (1997), p. 189-199.
6. Τ. Αρβανιτίδου - Βαγιωνά, Υγιεινή και Περιβάλλον. Εκδ. University Studio Press. σσ. 163. Θεσσαλονίκη, 1992.

# ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

**Θ. Παρασίδης, Ι. Αλεξανδροπούλου και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

## Ιστορική αναδρομή

Τον 19ο αιώνα η Μικροβιολογία και οι επιστήμονες δεν είχαν τα απαραίτητα μέσα ώστε να εξασφαλίσουν μία καθαρή καλλιέργεια που να περιέχει μόνο ένα είδος μικροοργανισμού. Το γεγονός αυτό είχε οδηγήσει στην λανθασμένη άποψη και θεωρία περί πλειομορφισμού των μικροοργανισμών. Οι καλλιέργειες δηλαδή εμπειρείχαν περισσότερο του ενός είδη μικροβίων και δίνανε την εντύπωση ότι όλοι οι μικροοργανισμοί παρουσίαζαν ποικιλία μορφολογικών τύπων και φυσιολογικών λειτουργιών. Αυτό ερχόταν σε αντιπαράθεση με το δόγμα του μονομορφισμού που επαγγέλλονταν ονόματα όπως ο Pasteur, ο Koch, ο Cohn και άλλοι. Περί το 1870 οι επιστήμονες συνειδητοποίησαν ότι μία ξεκάθαρη μελέτη των μικροοργανισμών θα ήταν δυνατή μέσω μίας καθαρής καλλιέργειας. Σαν ορισμός δόθηκε ότι καθαρή καλλιέργεια είναι εκείνη που περιέχει μόνο ένα είδος μικροοργανισμών.

Ο Brefeld ήταν από τους πρώτους που εφάρμοσε μεθόδους απομόνωσης μονών κυττάρων. Η ζελατίνη προστέθηκε σε φυσικά στερεά υποστρώματα όπως ήταν η πατάτα, το άμυλο, το ψωμί και η λευκωματίνη αυγού και έτσι δημιουργήθηκαν τα πρώτα στερεά θρεπτικά υποστρώματα. Σε αυτά επιστρώθηκε μικρή ποσότητα διαλύματος που περιείχε μικρόβια. Ο εμβολιασμός πραγματοποιήθηκε με τη χρήση βελόνας η οποία είχε αποστειρωθεί με φλόγα. Στη συνέχεια ακολούθησε ο σχηματισμός πολλών αποικιών με τη διαφορά ότι μια από αυτές μπορούσε να απομονωθεί. Η μεθοδολογία αυτή ονομάστηκε επίστρωση. Ο Koch επέκτεινε την παραπάνω μεθοδολογία αναμειγνύοντας τα μικρόβια με το θρεπτικό υλικό πριν την στερεοποίηση του. Έτσι τα βακτήρια που αναπτύσσονταν ακινητοποιούνταν και αναπτύσσονταν ως ανεξάρτητες αποικίες. Η μέθοδος αυτή ονομάστηκε έκχυση σε πλάκες (pour plate). Οι παραπάνω μέθοδοι του Brefeld μπορεί να έδιναν σαφή αποτελέσματα για τους μύκητες, δημιουργούσαν όμως προβλήματα στα βακτήρια αφού δεν επαρκούσαν. Έτσι επινοήθηκε η μεθοδολογία των αραιώσεων.

Επειδή όμως η ζελατίνη παρουσίαζε μειονεκτήματα όπως ήταν η διάσπασή της από πολλά μικρόβια και η θερμοκρασία τήξης της ήταν μόνο 28°C, αντικαταστάθηκε από το άγαρ που είναι μέχρι σήμερα το βασικό μέσο για την ανάπτυξη και απομόνωση των μικροβίων. Το άγαρ είναι ένας σύνθετος πολυσακχαρίτης, ο οποίος λαμβάνεται από τα ερυθροφύκη. Παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα αφού τήκεται στους 90°C και

διατηρείται στέρεο σε εκείνες τις θερμοκρασίες που καλλιεργούνται τα μικρόβια. Όταν υγροποιηθεί στερεοποιείται στους 44°C, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση της μεθόδου "pour plate". Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι ότι δεν μπορούν να το αποικοδομήσουν οι μικροοργανισμοί.

Τέλος, η παρουσία μικροοργανισμών μέσα σε ιστούς μολυσμένου ξενιστή έδωσε στον Koch την ιδέα της χρήσης εκχύλισματος κρέατος ως βασικού συστατικού στα θρεπτικά μέσα. Ο θρεπτικός ζωμός κρέατος και το άγαρ ήταν και παραμένουν μέχρι σήμερα βασικά συστατικά των θρεπτικών υλικών.

## Μικροβιολογικά θρεπτικά υποστρώματα

Μικροβιολογικό θρεπτικό υπόστρωμα είναι κάθε υγρό ή στερεό μέσο το οποίο μπορεί να καλύψει τις θρεπτικές ανάγκες ενός μικροβιακού κυττάρου. Τα θρεπτικά υλικά περιέχουν νερό, πηγή άνθρακα, πηγή ενέργειας, πηγή αζώτου και πηγή αλάτων. Τα θρεπτικά υλικά διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες :

*Θρεπτικά υποστρώματα ως προς τη χημική σύσταση (γνωστή ή άγνωστη)*

- Χημικώς ορισμένα θρεπτικά υποστρώματα. Η χημική σύσταση αυτών είναι πλήρως γνωστή.
- Σύνθετα ή εμπειρικά θρεπτικά υποστρώματα. Η σύσταση αυτών είναι άγνωστη. Τα υποστρώματα αυτά είναι χρήσιμα για το λόγο ότι είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος από τις θρεπτικές απαιτήσεις πολλών μικροοργανισμών. Είναι χρήσιμα στις περιπτώσεις που δεν γνωρίζουμε τις ακριβείς θρεπτικές απαιτήσεις των μικροοργανισμών. Παραδείγματα τέτοιων υποστρωμάτων είναι οι πεπτόνες, το εκχύλισμα κρέατος, το εκχύλισμα ζύμης κ.α. Οι πεπτόνες είναι υδρολυμένες πρωτεΐνες και συνεισφέρουν ως πηγές άνθρακα, ενέργειας και αζώτου. Το εκχύλισμα κρέατος περιέχει αμινοξέα, πεπτιδία, νουκλεοτίδια, οργανικά οξέα, βιταμίνες και ιχνοστοιχεία. Κοινά εμπειρικά θρεπτικά υποστρώματα είναι ο ζωμός τρυπτόνης-σόγιας (Tryptic Soy Broth), ο θρεπτικός ζωμός (Nutrient Broth), και το άγαρ MacConkey.

*Θρεπτικά υποστρώματα ως προς το είδος μικροοργανισμών που αναπτύσσονται σε αυτά*

- *Εκλεκτικά υποστρώματα.* Είναι αυτά τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών. Συγκεκριμένα συστατικά όπως είναι τα χολικά άλατα, οι χρωστικές ευνοούν την ανάπτυξη των gram-αρνητικών βακτηρίων παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη των gram-θετικών.
- *Διαγνωστικά υποστρώματα.* Είναι αυτά στα οποία είναι εφικτός ο διαχωρισμός ανάμεσα σε διαφορετικές ομάδες και είδη μικροοργανισμών. Για παράδειγμα το άγαρ αίματος είναι διαγνωστικό υλικό αλλά και συγχρόνως υπόστρωμα εμπλουτισμού. Το άγαρ MacConkey διαφοροποιεί τα βακτήρια που ζυμώνουν λακτόζη, από αυτά που δεν τη ζυμώνουν. Με αυτό τον τρόπο εμποδίζει την αύξηση των gram-θετικών βακτηρίων. Δεδομένου ότι τα βακτήρια που ζυμώνουν

λακτόζη περιλαμβάνονται συχνά στη ρύπανση των υδάτων, μπορούν να διακριθούν με την επεξεργασία δειγμάτων νερού με το MacConkey άγαρ.

#### *Θρεπτικά υποστρώματα ως προς την ανάπτυξη βακτηρίων ή μυκήτων*

- Τα βακτήρια είναι αυτότροφα ή ετερότροφα, άρα και τα θρεπτικά τους υποστρώματα πρέπει να είναι ανάλογων χαρακτηριστικών. Εάν ένα βακτήριο απαιτεί θρεπτικά από αίμα ή γλυκόζη τότε στο υλικό για την ανάπτυξή του θα προστεθεί αίμα ή σάκχαρο αντίστοιχα. Τα φωτοαυτότροφα απαιτούν φως ως πηγή ενέργειας, ενώ στα χημειοαυτότροφα απαραίτητη είναι η παρουσία στα θρεπτικά υλικά τους απλών ανόργανων ουσιών. Σε γενικές γραμμές οι μικροοργανισμοί για τη βέλτιστη ανάπτυξή τους χρειάζονται πολύπλοκα θρεπτικά στοιχεία και άρα εμπειρικά θρεπτικά υποστρώματα. Στις περιπτώσεις εκείνες που τα υλικά δεν πληρούν όλες τις προϋποθέσεις ανάπτυξης των, εφαρμόζουμε άλλες μεθόδους για την ανίχνευσή τους όπως είναι αυτές των μοριακών τεχνικών.
- Οι μύκητες είναι ετερότροφοι και απορροφούν θρεπτικά συστατικά του περιβάλλοντος με τη βοήθεια ενζύμων που εκκρίνουν και διασπούν μεγάλα οργανικά μόρια. Τα θρεπτικά τους υποστρώματα απαιτούν σάκχαρα, πηγή αζώτου, κάποια ιχνοστοιχεία ενώ σε μερικές περιπτώσεις η παρουσία βιταμινών είναι απαραίτητη.

#### *Θρεπτικά υποστρώματα ως προς την υγρή ή τη στερεή φύση τους*

- *Στερεά υποστρώματα.* Τα θρεπτικά υποστρώματα λόγω της χημικής σύστασης είναι υγρά διαλύματα. Για την στερεοποίηση αυτή απαιτείται η προσθήκη 1-2% συγκέντρωσης άγαρ. Έτσι μπορεί να επιτευχθεί η επιφανειακή καλλιέργεια των μικροοργανισμών.

#### *Θρεπτικά υποστρώματα για την ανάπτυξη αναερόβιων μικροοργανισμών*

- Για τους αναερόβιους μικροοργανισμούς, η ατμόσφαιρα πρέπει να είναι ελεύθερη από οξυγόνο. Για να αφαιρεθεί το οξυγόνο, τα καλλιεργητικά μέσα μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε δοχεία, όπου δημιουργείται διοξείδιο του άνθρακα και αέριο υδρογόνου, ενώ το οξυγόνο αφαιρείται από την ατμόσφαιρα. Υπάρχουν εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα που επιτυγχάνουν αυτούς τους όρους. Αναερόβιοι θάλαμοι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν μέσα σε κλειστούς χώρους και οι τεχνικοί μπορούν να χειριστούν τα καλλιεργητικά μέσα, μέσα σε αυτούς.

#### *Θρεπτικά υποστρώματα εμπλουτισμού*

- Όταν ένα είδος μικροοργανισμού δεν έχει μεγάλη πληθυσμιακή συγκέντρωση στο περιβάλλον από το οποίο πραγματοποιούμε δειγματοληψία, τότε η χρήση ενός θρεπτικού μέσου εμπλουτισμού είναι απαραίτητη. Οι τεχνικές εμπλουτισμού προσδίδουν ένα κατάλληλο φυσικοχημικό περιβάλλον στο μικροοργανισμό. Τα υλικά αυτά παρέχουν προεμπλουτισμό ενώ στη συνέχεια ακολουθεί

ανακαλλιέργεια σε εκλεκτικό μέσο. Για παράδειγμα όταν γίνεται προσπάθεια να απομονωθούν είδη σαλμονελών από τα περιττωματικά δείγματα είναι χρήσιμο να τοποθετηθεί ένα δείγμα του υλικού σε ένα εμπλουτισμένο μέσο, για να βοηθήσει τα είδη σαλμονελών να πολλαπλασιαστούν προτού να αρχίσουν οι τεχνικές απομόνωσης.

#### *Θρεπτικά υποστρώματα για την ταυτοποίηση των μικροοργανισμών*

- Για έναν άμεσο προσδιορισμό του στελέχους ενός μικροοργανισμού έχουν κατασκευαστεί πλαστικοί δίσκοι που περιέχουν κυπέλια με ξηρά λυοφιλιωμένα διαφορετικά υποστρώματα. Όταν προστεθεί εναιώρημα βακτηριακής καλλιέργειας σε κάθε ένα κυπέλιο, το θρεπτικό υπόστρωμα ενυδατώνεται και μετά από επώαση σε κλιβάνους οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται μέσα σε αυτό και δίνουν συγκεκριμένη αντίδραση. Η αντίδραση αυτή καταγράφεται με αλλαγή του αρχικού χρώματος του υποστρώματος. Η καταγραφή αυτών των αλλαγών με τη βοήθεια πινάκων δίνει απάντηση στο ποιος είναι ο μικροοργανισμός. Το API 20E και το API20NE είναι συστήματα ταυτοποίησης για gram-αρνητικά και gram-θετικά βακτήρια αντίστοιχα.

#### **Εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού**

Η εκτίμηση του μικροβιακού πληθυσμού μπορεί να προσδιοριστεί είτε ακολουθώντας τις αλλαγές του αριθμού των κυττάρων, είτε της συγκέντρωσης της βιομάζας η οποία εκφράζεται με την οπτική πυκνότητα του εναιωρήματος της καλλιέργειας των μικροοργανισμών ή του ξηρού βάρους της βιομάζας ανά χιλιοστόλιτρο (ml) καλλιέργειας. Ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού, εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές για την καταμέτρηση του αριθμού των κυττάρων ή τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της βιομάζας.

#### **Ολικός αριθμός κυττάρων**

Ο ολικός αριθμός των κυττάρων μπορεί να προσδιοριστεί καταμετρώντας τα κύτταρα στο φωτονικό μικροσκόπιο, είτε σε στερεωμένο παρασκεύασμα, είτε σε υγρή καλλιέργεια. Στην περίπτωση της υγρής καλλιέργειας, η καταμέτρηση γίνεται με αντικειμενοφόρες πλάκες Neubauer. Η εκτίμηση του αριθμού των κυττάρων γίνεται ανά μονάδα όγκου του κάθε τετραγώνου του οπτικού πεδίου που καταμετράται, με αναγωγή ανά ml εναιωρήματος αρχικής καλλιέργειας. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα εξής : 1) δεν γίνεται διαχωρισμός νεκρών και βιώσιμων κυττάρων, 2) τα μικρά κύτταρα δεν είναι ευδιάκριτα κάτω από το μικροσκόπιο, 3) απαιτείται μικροσκόπιο αντίθεσης φάσεων όταν το δείγμα δεν είναι μόνιμο, 4) τα κύτταρα που κινούνται είναι δύσκολο να καταμετρηθούν και 5) απαιτείται συνήθως μεγάλη συγκέντρωση κυττάρων. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτείται χρόνος αναμονής και επώασης της καλλιέργειας. Ένας άλλος τρόπος καταμέτρησης των ολικών κυττάρων είναι με την χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών καταμετρητών που ονομάζονται "Coulter Counters". Το μηχάνημα αυτό δίνει ακριβή αποτελέσματα με τα μεγαλύτερα κύτταρα.

### **Αριθμός βιώσιμων κυττάρων**

Αριθμός βιώσιμων κυττάρων είναι εκείνος ο αριθμός των κυττάρων τα οποία είναι ικανά να διπλασιαστούν και να δώσουν νέα θυγατρικά κύτταρα. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να μετρηθεί ο αριθμός των κυττάρων σε ένα δείγμα, τα οποία μετέπειτα σχηματίζουν αποικίες στην επιφάνεια στερεού θρεπτικού υποστρώματος. Έτσι ο αριθμός αυτός των βιώσιμων κυττάρων μπορεί και να ονομαστεί ως «καταμέτρηση των αποικιών επί του τρυβλίου» ή απλά «καταμέτρηση αποικιών». Δύο είναι οι μέθοδοι με τις οποίες καταμετράμε τα βιώσιμα κύτταρα: α) η διασπορά των μικροοργανισμών σε τρυβλίο Petri και β) η αραιώση του εμβολίου με θρεπτικό υπόστρωμα σε τρυβλίο Petri. Και στις δύο μεθόδους το δείγμα λαμβάνεται από ένα εναιώρημα μικροοργανισμών στο οποίο έχουμε εφαρμόσει τη διαδικασία διαδοχικών αραιώσεων γνωστού όγκου, που συνήθως είναι από 0.1 έως και 1 ml.

Με τις παραπάνω διαδικασίες είναι πολύ πιθανών ο κίνδυνος μεγάλου στατιστικού σφάλματος και για αυτό απαιτείται προετοιμασία πολλαπλών τρυβλίων στις κρίσιμες αραιώσεις. Ο αριθμός βιώσιμων κυττάρων εκφράζεται ως βιώσιμες μονάδες που έχουν την ικανότητα να σχηματίσουν αποικίες (Colony Forming Units, CFU).

### **Μέθοδος ηθμομεμβράνης - διήθησης**

Χρησιμοποιώντας μεμβράνες-φίλτρα συγκεκριμένου μεγέθους πόρων, που δεν επιτρέπουν στα βακτηριακά κύτταρα να διέλθουν διαμέσου αυτών, μπορεί να γίνει η ποσοτική εκτίμηση ενός πληθυσμού βακτηρίων. Τα φίλτρα τοποθετούνται στην επιφάνεια στερεών θρεπτικών υποστρωμάτων. Στη συνέχεια επωάζονται σε κλιβάνους έτσι ώστε το κάθε κύτταρο να μπορεί να σχηματίσει μία αποικία. Η μέτρηση των αποικιών αντιστοιχεί στον αριθμό των μικροοργανισμών που εμπεριέχονται στο δείγμα (π.χ νερό). Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο σε δειγματοληψίες δειγμάτων που προέρχονται από το υδάτινο περιβάλλον.

### **Μικροβιολογικός έλεγχος νερού**

Ο σημαντικότερος παράγοντας για να χαρακτηρίσουμε το πόσιμο νερό κατάλληλο είναι ότι δεν θα πρέπει να περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς. Ο μικροβιολογικός έλεγχος του νερού πραγματοποιείται με την ανίχνευση και ποσοτικοποίηση μικροοργανισμών-δεικτών. Η πρόσμιξη κοπρανωδών βακτηρίων μπορεί να μας οδηγήσει στην υπόθεση για μία ενδεχόμενη επιδημία. Δείκτης της κοπρανώδους πρόσμιξης είναι τα κωλοβακτηριδίομορφα και συγκεκριμένα το κωλοβακτηρίδιο *Escherichia coli*, για το λόγο ότι πάντοτε αποβάλλεται με τα κόπρανα ανθρώπων και ζώων.

Η μικροβιολογική εξέταση του νερού είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός του αριθμού των κωλοβακτηριδίομορφων, του κωλοβακτηριδίου και των κοπρανώδων στρεπτόκοκκων που περιέχονται σε 100ml νερού. Για τον έλεγχο εφαρμόζονται δύο μέθοδοι:

α) η μέθοδος των πολλαπλών σωληναρίων, όπου καθορισμένες ποσότητες του δείγματος νερού εμβολιάζονται σε σωληνάκια που περιέχουν υγρό θρεπτικό υλικό και επωάζονται. Το αποτέλεσμα εξάγεται με τη χρήση ειδικών πινάκων που στηρίζονται

στους νόμους των πιθανοτήτων και δίνουν τον πιο πιθανό αριθμό κωλοβακτηριδίομορφων που περιέχονται σε 100ml νερού.

β) η μέθοδος διήθησης μέσω μεμβρανών (όπως αναφέρθηκε παραπάνω) κατά την οποία ποσότητα 100ml διηθείται μέσω ειδικής μεμβράνης, που λόγω συγκεκριμένου μεγέθους πόρων δεν επιτρέπουν την διέλευση των βακτηρίων. Με τις παραπάνω μεθόδους μπορεί να ανιχνευτεί έστω και ένα κωλοβακτηρίδιο ή ένας στρεπτόκοκκος μέσα σε 100ml νερού με τις θερμοκρασίες επώασης να είναι 44°C και 37°C αντίστοιχα.

Εκτός από τους παραπάνω δείκτες γίνεται και η καταμέτρηση των μεσόφιλων μικροοργανισμών που αναπτύσσονται στους 37°C μετά από 24 ώρες επώασης και περιέχονται σε 1ml νερού. Αυτή η εξέταση επιτρέπει μια γενική εκτίμηση της ποιότητας του νερού αφού στη θερμοκρασία αυτή αναπτύσσονται μικροοργανισμοί που δεν ανήκουν στο υδάτινο περιβάλλον αλλά αποτελούν πρόσμιξη μιας μολυσμένης πηγής προέλευσης.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Α.Δ. Καραγκούνη-Κύρτσου, Αθήνα 1999
2. Σ.Ι. Κολιαής, Μικροβιολογία, Θεσσαλονίκη 2001
3. Μ.Κ. Σκληβανιώτης, Ποιότητα πόσιμου νερού, Πάτρα 2004
4. Γ.Α. Σταθόπουλος, Εισαγωγή στην Υγιεινή, Θεσσαλονίκη 2006
5. Madigan et al. (2005). Brock Biology of Microorganisms. 11th edition.

# ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΝΕΡΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

**Χ. Νικολαΐδης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

Τα δύο τρίτα του πλανήτη καλύπτονται από θαλάσσια ύδατα. Το θαλάσσιο περιβάλλον αποτελεί μια από τις βασικότερες πηγές της κοινωνικής και οικονομικής μας ευημερίας. Παρέχει απαραίτητες υπηρεσίες όπως είναι η ανακύκλωση των θρεπτικών υλικών, η αφομοίωση των αποβλήτων και η παραγωγή του οξυγόνου. Αντιπροσωπεύει το 80% της βιοποικιλότητας του πλανήτη και έναν από τους πιο κρίσιμους ρυθμιστές των κλιματικών αλλαγών. Διαθέτει ζωτικούς πόρους και διατροφικό κεφάλαιο υψηλής θρεπτικής αξίας (π.χ. ιχθυαλιεύματα, οστρακοειδή κτλ), ενώ συντελεί και στη διατήρηση της ψυχικής μας υγείας με την παροχή υπηρεσιών τουρισμού και αναψυχής.

Σήμερα, η επιδείνωση του θαλάσσιου οικοσυστήματος έχει καταστεί προφανής σε όλα τα μέρη του κόσμου, ιδιαίτερα κοντά σε μεγάλα αστικά και βιομηχανικά κέντρα. Η ζήτηση που ασκείται στο θαλάσσιο περιβάλλον και τις θαλάσσιες οικολογικές υπηρεσίες είναι εντονότατη. Οι απειλές είναι συχνά διασυννοριακού τύπου και αφορούν στις καταστροφικές πρακτικές της εντατικής αλιείας, στις απορρίψεις αποβλήτων και ρύπων που προέρχονται από τις ακτές, στις ηχητικές οχλήσεις που προκαλούνται από τα πλοία και τις υποδομές των θαλάσσιων μεταφορών, στις γεωτρήσεις για την εξεύρεση πετρελαίου, στην αστικοποίηση της παραθαλάσσιας ζώνης και τα χωροκατακτητικά είδη, αλλά και στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Οι βασικότερες πηγές εκπομπής επικίνδυνων ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι τα αστικά λύματα, η χημική βιομηχανία, η μεταλλουργία, η γεωργία και η ναυτιλία. Στην περίπτωση των κλειστών θαλασσών όπως η Μαύρη Θάλασσα και η Μεσόγειος, ο κίνδυνος ρύπανσης είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Η Μεσόγειος φιλοξενεί πολλές χημικές, πετρελαϊκές και μεταλλευτικές βιομηχανίες από τις οποίες εκπέμπονται τοξικές χημικές ουσίες (π.χ. βαρέα μέταλλα, PCBs, PAHs κτλ). Οι ρύποι αυτοί μπορεί να μεταφέρονται μέσω του αέρα ή να εκβάλλουν στη θάλασσα μέσω των ποταμών.

Τα περισσότερα υλικά που φθάνουν στη θάλασσα αποσυντίθενται με χημικές διεργασίες ή με τη δράση βακτηριδίων. Οι οργανικές ουσίες των αστικών λυμάτων, τα περισσότερα απόβλητα των εργοστασίων και τα λιπάσματα από τις αγροτικές καλλιέργειες συνήθως βιοαποικοδομούνται. Υπάρχουν όμως και ουσίες που είτε είναι εξαιρετικά σταθερές, είτε έχουν ένα πολύ βραδύ ρυθμό βιοαποικοδόμησης όπως τα πλαστικά, τα βαρέα μέταλλα και τα πυρηνικά απόβλητα.

## Αστικά απόβλητα

Η οργανική ρύπανση ή οργανικός εμπλουτισμός είναι η συνηθέστερη και η παλαιότερη μορφή ρύπανσης στον πλανήτη. Η έντονη αστικοποίηση της παράκτιας ζώνης, δηλαδή η μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού στις παραθαλάσσιες περιοχές, δημιούργησε την ανάγκη κατασκευής δικτύων αποχέτευσης που συνήθως έχουν σαν τελικό αποδέκτη την θάλασσα. Το κύριο χαρακτηριστικό της ρύπανσης αυτού του τύπου είναι η μεγάλη ποσότητα οργανικών ενώσεων βιολογικής προέλευσης και το υψηλό μικροβιακό φορτίο (βακτήρια, ιοί και παράσιτα) που καταλήγει στη θάλασσα.

Η κατανάλωση του οξυγόνου που προκαλεί ο ευτροφισμός των υδάτων οδηγεί σε ανοξικές καταστάσεις κοντά στο σημείο αποβολής του οργανικού φορτίου και αποτελεί τη σημαντικότερη συνέπεια του οργανικού εμπλουτισμού. Καθώς οι περισσότεροι θαλάσσιοι οργανισμοί αδυνατούν να επιβιώσουν σε τέτοιες συνθήκες (λόγω έλλειψης οξυγόνου) η πανιδική σύνθεση αλλάζει δραματικά σε μια ακτίνα γύρω από το σημείο που αποτίθενται τα λύματα. Οι ανθήσεις άλγων, φυτοπλαγκτού (π.χ. διατόμων, δεινομαστιγωτών και χλωροφύτων) και κυανοβακτηριδίων, μπορεί να καταστούν επικίνδυνες για τη Δημόσια Υγεία λόγω της παραγωγής επικίνδυνων τοξινών. Πολλές επιδημιολογικές καταγραφές επιβεβαιώνουν την εμφάνιση τροφιμογενών δηλητηριάσεων από την κατανάλωση οστρακοειδών επιμολυσμένων με τοξίνες όπως μικροκυστίνες, PSP, VSP κτλ.

Η διάθεση αστικών αποβλήτων στο θαλάσσιο περιβάλλον χωρίς κατεργασία προκαλεί την εμφάνιση παθογόνων βακτηρίων, ιών και παρασίτων. Οι μικροοργανισμοί αυτοί εφόσον δεν θανατώνονται κατά την επαφή τους με το θαλασσινό νερό δύναται να επιβιώσουν για κάποιο χρονικό διάστημα και έτσι μπορεί να προσληφθούν από τους θαλάσσιους οργανισμούς. Σημαντικό μέρος τους περνάει σε ανθεκτικές μορφές, δύσκολα ανιχνεύσιμες με τις συνήθεις μικροβιολογικές μεθόδους (π.χ. Ηπατίτιδα Α και Ε).

Η κατάποση μολυσμένου θαλασσινού νερού και κυρίως η κατανάλωση οστρακοειδών από ρυπασμένες περιοχές μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση σοβαρών προβλημάτων. Βακτηριακή μόλυνση από ανεπαρκή καθαρισμό των λυμάτων (π.χ. *Salmonella* spp. *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*) που εισέρχεται στο θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερίτιδα ή αναπνευστικά νοσήματα στους λουόμενους. Και παρόλο που τα νοσήματα αυτά δεν είναι απειλητικά για τη ζωή, ο αριθμός των ατόμων που εκτίθενται κυρίως κατά την περίοδο του καλοκαιριού είναι τεράστιος.

## Βιομηχανική ρύπανση

Αντίστοιχης ποιότητας ρύπανση είναι και αυτή που προέρχεται από βιομηχανίες τροφίμων και λιπασμάτων και συνοδεύεται από υψηλό φορτίο εκπομπών αζώτου και φωσφόρου. Σημαντική πηγή χημικής ρύπανσης του θαλασσινού νερού είναι το πετρέλαιο. Το πετρέλαιο αποτελεί ένα μείγμα από οργανικές ενώσεις, πολλές από τις οποίες είναι τοξικές για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Κάθε χρόνο εξορύσσονται 3 δισεκατομμύρια τόνοι αργού πετρελαίου και το μισό αυτής της ποσότητας μεταφέρεται διά θαλάσσης, με αποτέλεσμα 3 περίπου εκατομμύρια τόνοι να χύνονται στην θάλασσα. Από τα παραπάνω μόνο το 15% οφείλεται σε ατυχήματα δεξαμενοπλοίων που είναι και

τα πλέον γνωστά στην κοινή γνώμη λόγω των έντονων επιπτώσεων. Πολλοί επίμονοι οργανικοί ρύποι (π.χ. φυτοφάρμακα, πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, PCBs κτλ) καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον ως συνέπεια της εντατικοποίησης της βιομηχανικής παραγωγής στην παράκτια ζώνη. Ο κίνδυνος να προσληφθούν αυτές οι χημικές ουσίες από τους κατώτερους θαλάσσιους οργανισμούς (π.χ. πλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν) ενέχει τον κίνδυνο βιοσυσσώρευσής τους στην τροφική αλυσίδα, με αποτέλεσμα να ανιχνεύονται σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις σε αλιεύματα.

Οι υπεύθυνοι σε μια θαλάσσια περιφέρεια οφείλουν να διενεργούν αναλύσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών των θαλάσσιων υδάτων, εντοπίζοντας τις δεσπόζουσες πιέσεις και επιπτώσεις στα εν λόγω ύδατα, την οικονομική και κοινωνική τους χρήση καθώς και το κόστος της υποβάθμισης του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη από την αειφόρο διαχείριση των θαλασσίων πόρων και των λειτουργιών των οικοσυστημάτων είναι σημαντικά. Το κόστος της αποκατάστασης των υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων είναι πολύ πιο υψηλό από αυτό της προστασίας τους.

Η συστηματική/εκούσια απόρριψη κάθε στερεού, υγρού ή αερίου υλικού στο βυθό/υπέδαφος αντιμετωπίζεται με εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για κάθε τοποθεσία υδάτων κολύμβησης που χαρακτηρίζεται ως «ανεπαρκούς ποιότητας», λαμβάνονται μέτρα για την κολυμβητική περίοδο που έπεται.

Συγκεκριμένα λαμβάνονται τα κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα συμπεριλαμβανομένης της απαγόρευσης της κολύμβησης ή της σύστασης αποφυγής της κολύμβησης προκειμένου να αποτραπεί η έκθεση των λουομένων στη ρύπανση, λαμβάνονται κατάλληλα διαχειριστικά μέτρα για την πρόληψη, τη μείωση ή την εξάλειψη των αιτίων της ρύπανσης και ενημερώνεται το κοινό σχετικά με την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης.

Όταν από την ταυτότητα των υδάτων κολύμβησης συνάγεται η δυνατότητα ανάπτυξης κυανοβακτηρίων, μακροφυκών ή/και θαλάσσιου φυτοπλαγκτού πραγματοποιείται κατάλληλη παρακολούθηση προκειμένου να εντοπίζονται εγκαίρως οι κίνδυνοι. Τα ύδατα κολύμβησης ελέγχονται οπτικώς για την παρουσία ρύπων, όπως κατάλοιπα πίσσας, γυαλιά, πλαστικά, καουτσούκ ή οποιαδήποτε άλλα απορρίμματα. Σε ότι αφορά τις μικροβιολογικές παραμέτρους γίνεται τακτικός έλεγχος των ακτών για την παρουσία *Escherichia coli* και εντεροκόκκων.

## Βιβλιογραφία

1. *Η ρύπανση των θαλασσών*. Φυτιάνος Κωνσταντίνος. University Studio Press, 1996.
2. Οδηγία 2006/7/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης.
3. Τ. Αρβανιτίδου - Βαγιωνά, Υγιεινή και Περιβάλλον. Εκδ. University Studio Press. σσ. 163. Θεσσαλονίκη, 1992.



# ΧΡΗΣΕΙΣ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

*Ι. Αλεξανδροπούλου, Θ. Παρασίδης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης*

*Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη*

*Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη*

## **Εισαγωγή**

Οι μικροοργανισμοί, παθογόνοι και μη, μπορούν να υφίστανται και να αναπτύσσονται σε διάφορα περιβάλλοντα, φυσικά ή τεχνητά, όπως το νερό, τα τρόφιμα, ο αέρας και το χώμα. Υπάρχει τεράστια ποικιλία όσον αφορά το είδος (βακτήρια, παράσιτα, ιοί), το εύρος ευνοϊκών συνθηκών ανάπτυξης, την ανθεκτικότητα και τη δόση μολυσματικότητας (για τους παθογόνους μικροοργανισμούς). Μπορούν επίσης να προσβάλουν διαφορετικές κατηγορίες ξενιστών (ανθρώπινα παθογόνα, παθογόνα που προσβάλουν ζώα, παθογόνα που προσβάλουν φυτά). Διαφέρουν επίσης και ως προς τον τρόπο μετάδοσης (ανθρωπογενής οδός μετάδοσης, ζωογενής οδός μετάδοσης).

Τα κυριότερα παθογόνα που προσβάλουν τον ανθρώπινο πληθυσμό και που αποτελούν κύρια μέριμνα για την Δημόσια Υγεία, είναι κυρίως τα βακτήρια, οι μύκητες, τα παράσιτα και οι ιοί. Ο ανθρώπινος πληθυσμός αποτελεί στόχο των μικροοργανισμών αυτών, με αποτέλεσμα κατά περιόδους να προσβάλλονται είτε μεμονωμένα άτομα, είτε ομάδες ατόμων και να προκαλούνται επιδημίες. Η πρόκληση τέτοιων περιστατικών μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες (π.χ. για την περίπτωση των τροφίμων οι μονάδες παραγωγής και τα δίκτυα διανομής μπορεί να είναι επιρρεπή σε ανθρώπινη επιμόλυνση και σε μη ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες).

Στα πλαίσια της διαφύλαξης της Δημόσιας Υγείας, τις τελευταίες δεκαετίες έχουν θεσπιστεί νομοθεσίες σύμφωνα με τις οποίες λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα ελέγχου και πρόληψης. Τα μέτρα αυτά καθορίζουν τον τρόπο διαχείρισης, επεξεργασίας και διανομής του νερού που προορίζεται για πόση και κατανάλωση, την παραγωγή, επεξεργασία και διανομή των τροφίμων, τη χρησιμοποίηση φίλτρων για καθαρισμό των ατμοσφαιρικών παραγόντων. Σημαντικό εργαλείο ελέγχου και πρόληψης αποτελούν και οι εργαστηριακοί έλεγχοι.

## **Μοριακές μέθοδοι**

Η ανάπτυξη των μοριακών μεθόδων τις τελευταίες δεκαετίες του 20<sup>ου</sup> αιώνα, συνέβαλε σημαντικά στην εξέλιξη των τεχνικών ανίχνευσης και ταυτοποίησης των

παθογόνων μικροοργανισμών που αναπτύσσονται σε υδάτινα περιβάλλοντα, στα τρόφιμα και στον αέρα. Αν και αρχικά οι τεχνικές αυτές ήταν κυρίως ποιοτικές, η τεχνολογική εξέλιξή τους, τις δύο τελευταίες δεκαετίες, ανέπτυξε την ικανότητα για την ταχεία ταυτοποίηση και τυποποίηση των μικροοργανισμών που ανιχνεύονται. Οι μοριακές μέθοδοι αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την διαφύλαξη της Δημόσιας Υγείας. Μερικές από τις βασικότερες μοριακές τεχνικές περιγράφονται παρακάτω.

## **Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR)**

Η PCR είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να κάνει χιλιάδες αντίγραφα ενός δίκλωνου κλάσματος DNA, χρησιμοποιώντας ένα ένζυμο που ονομάζεται DNA πολυμεράση. Η PCR διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στην έρευνα, τη διάγνωση και τις ιατροδικαστικές εξετάσεις. Για να ενισχυθεί με την μέθοδο της PCR το δίκλωνο κλάσμα DNA, οι αλληλουχίες DNA και στα δύο άκρα του κλώνου πρέπει να είναι γνωστές. Συμπληρωματικό DNA αυτών των περιοχών μπορεί να κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας αλληλουχίες οι οποίες είναι γνωστές ως εκκινητές (primers). Οι εκκινητές υποδεικνύουν στην πολυμεράση το σημείο έναρξης και λήξης της αντιγραφής του DNA. Εκτός από τους εκκινητές στην αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης χρησιμοποιούνται: ένα αντίγραφο του δίκλωνου κλάσματος του DNA που πρέπει να αντιγραφεί, νουκλεοτίδια και η πολυμεράση, τα οποία αναμιγνύονται σε έναν ρυθμιστικό διάλυμα και τοποθετούνται σε μια συσκευή η οποία μπορεί πολύ να ελέγξει τη θερμοκρασία. Οι συγκεκριμένες αλλαγές στη θερμοκρασία είναι ουσιαστικές στη διαδικασία της PCR.

Η αρχική θερμοκρασία είναι περίπου 96°C, κατά την οποία αποδιατάσσεται το DNA, ή ανοίγουν τα δύο σκέλη της δίκλωνης αλυσίδας του. Το επόμενο βήμα καλείται υβριδοποίηση, όπου οι εκκινητές συνδέονται με τα δύο σκέλη της αλυσίδας. Αυτό συμβαίνει περίπου στους 68°C. Μόλις υβριδοποιηθούν οι εκκινητές, η πολυμεράση θα τους επεκτείνει με την προσθήκη των νουκλεοτιδίων σύμφωνα με το πρότυπο δίκλωνο κλάσμα του DNA στους 72°C. Κάθε κύκλος αυτών των τριών βημάτων διαρκεί λιγότερο από δύο λεπτά και μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές ώστε να παραχθούν χιλιάδες αντίγραφα του αρχικού δίκλωνου κλάσματος του DNA.

Η PCR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλούς λόγους, συμπεριλαμβανομένου του γενετικού προφίλ στις ιατροδικαστικές εξετάσεις, του τεστ πατρότητας, της ανίχνευσης μεταλλάξεων στην περίπτωση των ασθενειών και για την κλωνοποίηση γονιδίων στην έρευνα.

## **Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)**

Η ELISA είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει την παρουσία συγκεκριμένων αντισωμάτων ή αντιγόνων σε ένα δείγμα. Είναι μια πολύ απλή δοκιμή που μπορεί να αναλύσει άμεσα έναν μεγάλο αριθμό δειγμάτων, γεγονός που την καθιστά ιδιαίτερα σημαντική διαγνωστική τεχνική.

Η μέθοδος ELISA εκμεταλλεύεται τη φυσική ιδιότητα των αντιγόνων και των αντισωμάτων να δημιουργούν δεσμό από κοινού. Ένας πλαστικός δίσκος με πολλές θέσεις υποδοχής περιέχει αντισώματα ειδικά για ένα ιδιαίτερο αντιγόνο. Κατόπιν σε κάθε μια θέση προστίθεται ένα διαφορετικό δείγμα, όπως παραδείγματος χάρι δείγματα

ανθρώπινου αίματος. Διάφορες θέσεις περιέχουν θετικά και αρνητικά δείγματα ελέγχου. Εάν υπάρχουν τα κατάλληλα αντιγόνα στο αίμα θα ταιριάζουν με το αντίσωμα και θα δεσμευτούν. Αυτά που δεν θα δεσμευτούν θα ξεπλυθούν. Κατόπιν προστίθεται ένα δεύτερο αντίσωμα, το οποίο θα δεσμευτεί μόνο με τα αντιγόνα. Αυτό το δεύτερο αντίσωμα είναι συνδεδεμένο με ένα ένζυμο ("ένζυμο-συνδεδεμένο"), στο οποίο όταν προστεθεί ένα διάλυμα θα παραχθεί μια χρωστική. Ολόκληρος ο δίσκος μπορεί, έπειτα, να ελεγχθεί από έναν ανιχνευτή ο οποίος ανιχνεύει την παρουσία χρωστικής. Η παρουσία της χρωστικής υποδηλώνει ότι το δείγμα περιείχε το αντιγόνο του ενδιαφέροντος. Τα δείγματα ελέγχου χρησιμοποιούνται για να πιστοποιήσουν ότι η διαδικασία ήταν επιτυχής. Κατά συνέπεια, τα θετικά δείγματα πρέπει να χρωματιστούν ενώ τα αρνητικά όχι.

### **Ηλεκτροφόρηση σε πηκτή**

Η ηλεκτροφόρηση σε πηκτή είναι μια βασική τεχνική που χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει το DNA, το RNA ή τις πρωτεΐνες. Είναι μια κοινή αφετηρία για πολλά πειράματα βιοτεχνολογίας, συχνά σε συνδυασμό με τις τεχνικές του στυπώματος (blotting).

Αυτή η τεχνική με την βοήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας ξεχωρίζει τα διαφορετικά μόρια σε ένα πήκτωμα αγαρόζης ή πολυακρυλαμίδης. Το DNA, το RNA και οι πρωτεΐνες είναι ηλεκτρικά φορτισμένα, έτσι όταν εφαρμόζεται ένα ηλεκτρικό ρεύμα στο πήκτωμα, αυτά τα μόρια θα κινηθούν φυσικά προς τον αντίθετο πόλο. Επειδή το πήκτωμα αποτελεί ένα συμπαγές υλικό, τα μόρια θα κινηθούν με διαφορετικές ταχύτητες ανάλογα με το μέγεθός τους. Τα μικρότερα μόρια θα κινηθούν γρηγορότερα και να φθάσουν στο τέλος του πηκτώματος, ενώ τα μεγαλύτερα θα επιβραδυνθούν και θα παραμείνουν κοντά στην αρχή.

Το τελικό αποτέλεσμα της ηλεκτροφόρησης είναι ένα πήκτωμα με μόρια διασπαρμένα από το ένα άκρο της πηκτής στο άλλο. Εάν έχουν χρωματιστεί, τα μόρια εμφανίζονται με τη μορφή ζωνώσεων στο γυμνό μάτι. Το πήκτωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Ορισμένες περιοχές του γονιδιώματος θα οδηγήσουν σε ένα σχέδιο που είναι μοναδικό για κάθε πρόσωπο όταν οργανώνεται σε ένα πήκτωμα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το προφίλ του DNA. Το πήκτωμα χρησιμοποιείται επίσης για να ανιχνεύσει την παρουσία ή την απουσία συγκεκριμένων DNA ή RNA μορίων ή πρωτεϊνών, όταν αυτό συνδυάζεται με την τεχνική του στυπώματος (blotting).

### **Τεχνικές στυπώματος (blotting)**

Οι τεχνικές στυπώματος Southern, Northern και Western χρησιμοποιούνται για να ανιχνεύσουν DNA, αγγελιοφόρο RNA (mRNA) και πρωτεΐνες, αντίστοιχα. Το στύπωμα αναφέρεται στην πραγματική τεχνική, όπου τα μόρια που έχουν χωριστεί σε ένα πήκτωμα μεταφέρονται ή αποτυπώνονται επάνω σε ένα φύλλο νιτροκυταρίνης. Η ονομασία των διαφορετικών μεθόδων στυπώματος δόθηκε από το όνομα του Edward Southern που ανέπτυξε την τεχνική του στυπώματος του DNA. Αργότερα ακολούθησαν και οι υπόλοιπες τεχνικές του Northern και του Western.

### **Southern blotting**

Πριν την διαδικασία του στυπώματος, το DNA που έχει κοπεί με ένζυμο περιορισμού, έχει διαχωριστεί με ηλεκτροφόρηση πηκτωμάτων. Για το πρώτο βήμα της διαδικασίας, το πήκτωμα τοποθετείται σε ένα σφουγγάρι που κάθεται σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα. Το φίλτρο νιτροκυταρίνης, στο οποίο θα μεταφερθεί το DNA, τοποθετείται πάνω από το πήκτωμα και καλύπτεται έπειτα με χαρτοπετσέτες που τοποθετούνται πάνω στην νιτροκυταρίνη. Καθώς το ρυθμιστικό διάλυμα προσροφάται διαμέσου της πηκτής και του φύλλου, αποδιατάσσει το DNA και μεταφέρει τα μονόκλινα κλάσματα από την πηκτή στην επιφάνεια του φύλλου νιτροκυταρίνης, όπου τα κλάσματα προσκολλώνται ισχυρά. Μετά από αρκετές ώρες, η μεταφορά είναι πλήρης και το φύλλο θα περιέχει τα κλάσματα του DNA στο ίδιο σχέδιο όπως ήταν και στο πήκτωμα. Το φύλλο μπορεί έπειτα να επωαστεί με έναν ανιχνευτή που είναι συγκεκριμένος για το κλάσμα του DNA που ελέγχεται. Ο ανιχνευτής είναι ραδιενεργός και μόλις η επώαση είναι πλήρης, μπορεί να ανιχνευθεί από αυτοραδιογραφία. Οι ανιχνευτές πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να εξασφαλίσουν ότι η ηλεκτροφόρηση και το στύπωμα ήταν επιτυχής. Μια σύγκριση των σχεδίων των ζωνώσεων με αυτοραδιογραφία εμφανίζει την παρουσία ή απουσία του DNA ενδιαφέροντος.

### **Northern blot**

Μία παραλλαγή αυτής της τεχνικής για την ανίχνευση ειδικών αλληλουχιών του RNA αποκαλείται στύπωμα Northern. Στην τεχνική αυτή μόρια mRNA υποβάλλονται σε ηλεκτροφόρηση σε πηκτή και ο ανιχνευτής είναι συνήθως ένα μονόκλινο μόριο DNA.

### **Western blot**

Ένα Western blot ακολουθεί επίσης την ίδια μέθοδο με του Southern blot, αλλά χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει πρωτεΐνες αντί του DNA. Αφότου στυπώνονται οι πρωτεΐνες επάνω στο φύλλο, τα αντισώματα χρησιμοποιούνται για να ανιχνεύσουν την παρουσία τους. Το αρχικό αντίσωμα δεσμεύει την πρωτεΐνη στο χαρτί και το δεύτερο αντίσωμα δεσμεύεται στο πρώτο. Ακολούθως, το δεύτερο αντίσωμα είτε σημαίνεται με ένα χρώμα, είτε είναι συνδεδεμένο με ένα ένζυμο που μπορεί να παράγει ένα χρώμα προκειμένου να ανιχνευθεί η θέση του στο χαρτί.

### **Μοριακές τεχνικές στον έλεγχο περιβαλλοντικών παραγόντων**

#### **Νερό**

Στα πλαίσια των εργαστηριακών ελέγχων που διεξάγονται, σημαντική θέση κατέχει ο έλεγχος του νερού. Το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση ή χρήση, δεν πρέπει να περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς, μικροοργανισμούς δείκτες μόλυνσης περιττωματικών ουσιών και χημικές ουσίες που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία του πληθυσμού. Τα δημόσια δίκτυα ύδρευσης ήτανε μία από τις σπουδαιότερες τεχνολογικές εξελίξεις που επιτεύχθηκαν στις αναπτυσσόμενες χώρες τον 20<sup>ο</sup>

αιώνα και είχαν άμεσο αντίκτυπο στην υγεία των πολιτών. Σήμερα η πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό θεωρείται παγκοσμίως ανθρώπινο δικαίωμα. Περίπου το 83% του ανθρώπινου πληθυσμού έχει πρόσβαση σε αυτό, ενώ παρατηρείται ανεπάρκεια των δικτύων ύδρευσης κυρίως στις αγροτικές περιοχές των αναπτυσσόμενων χωρών, σύμφωνα με στατιστικές του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας.

Και ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες η έλλειψη ασφαλούς πόσιμου νερού οφείλεται κυρίως σε οικονομικά προβλήματα, για τις αναπτυγμένες χώρες ο κίνδυνος για μια υδατογενούς προελεύσεως επιδημία οφείλεται κυρίως στην κακή διαχείριση των υδατογενών πόρων και στην αποτυχία ή ανεπάρκεια των μεθόδων ανίχνευσης.

Οι κλασικές μέθοδοι ανίχνευσης στηρίζονται στα καλλιεργητικά μέσα, με τα οποία ανιχνεύονται οι καλλιεργησιμοί μικροοργανισμοί. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι:

- Καλλιέργεια των μικροοργανισμών σε εκλεκτικά μέσα.
- Απομόνωση.
- Βιοχημική ταυτοποίηση.
- Ανίχνευση των οροτύπων.

Κατά τον έλεγχο ενός δείγματος νερού η δυνατότητα ανίχνευσης ενός παθογόνου οργανισμού είναι μεγαλύτερη με την χρησιμοποίηση των μοριακών τεχνικών. Αυτό συμβαίνει κυρίως στην περίπτωση των ιών, για τους οποίους δεν υπάρχουν προς το παρόν καλλιεργητικές μέθοδοι που να δίνουν αποτελέσματα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα της μοριακής προσέγγισης των μικροοργανισμών είναι οι μηχανισμοί επιβίωσης των βακτηρίων σε φυσικά περιβάλλοντα, όταν βρίσκονται σε μη ιδανικές συνθήκες. Είναι πλέον γεγονός το ότι η βιωσιμότητα δεν συνεπάγεται και καλλιεργησιμότητα, συνεπώς μη καλλιεργησίμα βακτήρια δεν μπορούν απαραίτητως να θεωρηθούν νεκρά. Επομένως, οι μεθοδολογίες που στηρίζονται μόνο σε καλλιεργητικά μέσα μπορεί να μην επαρκούν για την ανίχνευση του συνόλου των παθογόνων που εμπεριέχονται στο νερό.

Εξαιτίας της σημαντικής τους ευαισθησίας, οι μοριακές τεχνικές μπορούν να ανιχνεύουν και να ταυτοποιούν στο νερό μικροοργανισμούς, όπως τα παράσιτα, γεγονός που συμβάλλει σημαντικά στην προστασία της Δημόσιας Υγείας απέναντι σε παθογόνα για τα οποία μέχρι σήμερα δεν υπήρχαν αντίστοιχες διαγνωστικές μέθοδοι.

#### *Τρόφιμα*

Η ικανότητα να ανιχνευθούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και οι τοξίνες τους στα τρόφιμα είναι σημαντική για την μείωση του κινδύνου προσβολής των ανθρώπων. Με σκοπό τη διαφύλαξη της ασφάλειας των τροφίμων και κατά επέκταση την διασφάλιση της Δημόσιας Υγείας, υπάρχει μια αυξανόμενη απαίτηση για την ανάπτυξη τεχνικών οι οποίες άμεσα και αξιόπιστα θα ανιχνεύουν τους παθογόνους μικροοργανισμούς.

Όσοι εργάζονται στην αλυσίδα τροφίμων (παραγωγοί, κατασκευαστές, χειριστές κτλ) πρέπει να παίρνουν όλες τις απαραίτητες προφυλάξεις για να αποτρέψουν ασθένειες που μπορούν να προκύψουν μέσω της κατανάλωσης των τροφίμων. Για το λόγο αυτό, διάφορα συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων έχουν αναπτυχθεί, ενώ σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι εργαστηριακοί έλεγχοι για να προσδιοριστεί εάν

πιθανά παθογόνα είναι παρόντα σε μια πρώτη ύλη ή στο περιβάλλον μιας παραγωγικής γραμμής.

Οι δοκιμές για την ανίχνευση παθογόνων μικροοργανισμών στα τρόφιμα, παραδοσιακά απαιτούσαν μια χρονοβόρα ανάλυση από ειδικά καταρτισμένο προσωπικό. Αυτές οι αναλύσεις έχουν εξελιχθεί κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, ενώ η τεχνολογική εξέλιξη των μοριακών μεθόδων έχει συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της ευαισθησίας και της ταχύτητας των ελέγχων. Ένας τεχνικός μπορεί να πραγματοποιήσει αυτές τις διαδικασίες σε λίγες ώρες, έναντι των αρκετών ημερών που ζόδευαν οι ειδικά εκπαιδευμένοι μικροβιολόγοι με τις παλαιότερες κλασικές τεχνικές. Δεδομένου ότι αυτές οι νέες μέθοδοι χρησιμοποιούν τις γενετικές πληροφορίες για να ανιχνεύσουν βακτήρια, τα αποτελέσματα είναι ακριβέστερα από εκείνα των παραδοσιακών ελέγχων που στηρίζονται σε βιοχημικά ή ανοσολογικά χαρακτηριστικά.

Κατά την διάρκεια των ελέγχων απαιτείται ο ακριβής προσδιορισμός των παθογόνων στις πρώτες ύλες, στο περιβάλλον της παραγωγικής γραμμής και στα τελικά προϊόντα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τεχνικές βασισμένες στην υβριδοποίηση του DNA, που οδηγούν στο σχηματισμό του «προφίλ DNA» των μικροοργανισμών όπως PCR, RFLP, STP, AmpFLP κτλ. Το προφίλ συγκρίνεται σε μια υπάρχουσα βάση δεδομένων και αποθηκεύεται μαζί με μια αναφορά για την προέλευσή του. Με το ταίριασμα αυτών των χαρακτηριστικών αποτυπωμάτων σε όλη τη διαδικασία παραγωγής τροφίμων είναι δυνατό να εντοπισθεί η πηγή ενός παθογόνου. Με τη νέα τεχνολογία είναι δυνατό να εντοπισθεί η πηγή μόλυνσης στα χέρια ενός υπαλλήλου, στις εγκαταστάσεις μιας μονάδας παραγωγής κτλ, δίνοντας τη δυνατότητα για ένα άμεσο, ανέξοδο, διορθωτικό μέτρο παρά για ένα δαπανηρό κλείσιμο της μονάδας και εφαρμογή μιας απολύμανσης μεγάλης κλίμακας.

Με την χρησιμοποίηση των νέων μοριακών τεχνικών είναι δυνατός ο γρήγορος εντοπισμός της πηγής επιμόλυνσης και η απόσυρση των μολυσματικών τροφίμων από την αγορά, με αποτέλεσμα την διασφάλιση των προϊόντος ποιότητας που φτάνουν καθημερινά στο σπίτι του καταναλωτή.

#### ***Κλινική μικροβιολογία, ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις***

Η ταχεία και αξιόπιστη διάγνωση μιας λοίμωξης είναι εξαιρετικά σημαντική στην περίπτωση των κλινικών δειγμάτων. Για λοιμώξεις όπως π.χ. η φυματίωση είναι απαραίτητη η άμεση έναρξη της χορήγησης της θεραπείας στον ασθενή. Επίσης στα πλαίσια της Δημόσιας Υγείας επιβάλλεται η απομόνωση του ασθενή για την αποφυγή επιδημιών. Στις περιπτώσεις αυτές τα μειονεκτήματα της συμβατικής κλινικής μικροβιολογίας είναι η χαμηλή ευαισθησία, καθώς και ο παρατεταμένος χρόνος λήψης αποτελεσμάτων. Με την χρησιμοποίηση των συμβατικών μεθόδων υπάρχουν προβλήματα όπως α) η βραδεία ή ακόμα η μη ανάπτυξη του επικείμενου μικροοργανισμού, β) το πρόβλημα διάκρισης μεταξύ του αποικισμού και της λοίμωξης και γ) η καθυστερημένη εμφάνιση των αντισωμάτων.

Οι μοριακές αυτοματοποιημένες μέθοδοι ταυτοποίησης εμφανίζουν μεγάλη ευαισθησία με τον πολλαπλασιασμό και την ανίχνευση ενός μορίου στόχου (μικροοργανισμού). Επιπλέον εμφανίζουν μεγάλη ειδικότητα λόγω της ίδιας της φύσης των νουκλεϊνικών οξέων. Ανιχνεύουν «δύσκολους» μικροοργανισμούς, όπως αυτούς που

απαιτούν ιδιαίτερα καλλιεργητικά υλικά ή δεν καλλιεργούνται καθόλου, ή αυτούς που οι καλλιέργειές τους χρειάζονται μεγάλης διάρκειας χρόνο επώασης, όπως οι *L. pneumophila*, *S. pneumoniae*, *M. pneumoniae*, HCV, *T. pallidum*, *M. leprae*, *M. tuberculosis*, CMV, *T. gondii*, και τα είδη *Leishmania*. Με την χρησιμοποίηση των μοριακών προσεγγίσεων οι κλινικοί μπορούν να λάβουν τις απαραίτητες διαγνωστικές πληροφορίες που χρειάζονται για την κατάλληλη φαρμακευτική αντιμετώπιση του ασθενούς, σε σύντομο χρόνο. Η μείωση του χρόνου, βοηθάει σημαντικά στη μείωση του κόστους και στην αποφυγή χρήσης ακατάλληλων θεραπειών, μειώνοντας παράλληλα την παραμονή των ασθενών στο νοσοκομείο.

### **Τροφιμογενείς και υδατογενείς επιδημίες**

Οι μοριακές τεχνικές παρέχουν σημαντικά εργαλεία στην αντιμετώπιση τροφιμογενών και υδατογενών επιδημιών και στη δυνατότητα ταυτοποίησης της αιτίας της επιδημίας. Σε μερικές περιπτώσεις επιδημίας, είναι δύσκολο να ανιχνευθεί ο αιτιολογικός παράγοντας ακόμα και αν έχει ανιχνευθεί κάποιο παθογόνο στο κλινικό ή περιβαλλοντικό δείγμα. Θα πρέπει να πραγματοποιηθεί περαιτέρω διερεύνηση της πηγής επιμόλυνσης και θα πρέπει να αξιολογηθούν οι διάφορες ιδιότητες των παθογόνων, όπως π.χ. η ανθεκτικότητα τους σε αντιβιοτικά. Η ιδιότητα αυτή θα μπορούσε, για παράδειγμα, να εξακριβώσει αν η πηγή επιμόλυνσης είναι ανθρώπινης προέλευσης ή μη, καθώς τα βακτήρια που προσβάλλουν τον ανθρώπινο και το ζωικό πληθυσμό συχνά είναι ανθεκτικά σε διαφορετικά αντιβιοτικά.

Η τυποποίηση είναι η διαδικασία που χρησιμοποιούν οι ερευνητές για να διευκρινίσουν εάν τα στελέχη που απομονώνονται από διαφορετικές πηγές είναι διαφορετικά ή όχι. Επίσης χρησιμοποιούν την τυποποίηση για να καθορίσουν την επιθετικότητα των στελεχών και την διαφορετική επιδημιολογία που μπορεί να εμφανίζουν διαφορετικοί τύποι στελεχών, όπως για παράδειγμα στο *Cryptosporidium parvum*, όπου ο τύπος 1 επιμολύνει τον ανθρώπινο πληθυσμό ενώ ο τύπος 2 και το ζωικό.

Υπάρχουν διάφορες κλασσικές μέθοδοι τυποποίησης, όπως η τυποποίηση με βάση τον ορότυπο, η τυποποίηση με βακτηριοφάγους, ο βιότυπος, η τυποποίηση με βάση τα αντιβιοτικά και άλλες μέθοδοι. Το κυριότερο μειονέκτημα των κλασσικών μεθόδων, είναι το ότι συχνά εμφανίζουν χαμηλή τυποποιητική και διαχωριστική ικανότητα. Επιπλέον, ελάχιστα εργαστήρια διαθέτουν τον εργαστηριακό εξοπλισμό για αυτές τις μεθόδους, με αποτέλεσμα τα στελέχη να στέλνονται σε αυτά και να καθυστερεί η διαδικασία εξαγωγής των αποτελεσμάτων. Υπάρχουν σήμερα μοριακές τεχνικές με αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα και μεγάλη ευαισθησία για την ανίχνευση και τυποποίηση των παθογόνων. Ορισμένες από τις μοριακές τεχνικές που χρησιμοποιούνται πιο συχνά είναι: PCR και οι εφαρμογές της (όπως RT-PCR, nested-PCR, RFLP, AFLP), η υβριδοποίηση, η PFGE, η MST και η Real-Time PCR.

Αυτό παρέχει τη δυνατότητα για τη λήψη άμεσων, κατάλληλων και αξιόπιστων μέτρων για την αντιμετώπιση της επιδημίας όπως η διακοπή της παραγωγής του τροφίμου ή την απολύμανση του νερού.

### **Μελλοντικές προοπτικές**

Η σημασία της χρήσης των μοριακών τεχνικών φαίνεται και από το γεγονός ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Τυποποίησης (CEN), έχει ξεκινήσει τη διαδικασία τυποποίησης μοριακών τεχνικών για τον έλεγχο μικροοργανισμών στο περιβάλλον και στα τρόφιμα. Φαίνεται επίσης και από το γεγονός ότι πλέον, ένα σύγχρονο κλινικό μικροβιολογικό εργαστήριο, αποκτά εξοικείωση με τη χρήση των μοριακών τεχνικών, με την επιλογή και τον σχεδιασμό της καταλληλότερης μεθοδολογίας που θα χρησιμοποιηθεί και η οποία κατά κύριο λόγο εξαρτάται από το κλινικό δείγμα και την χρησιμοποίηση εμπορικών σκευασμάτων και *in house* μεθόδων.

Η εισαγωγή των μοριακών μεθόδων στην κλινική διαγνωστική έγινε κυρίως για να επιλυθούν οι αδυναμίες των συμβατικών μεθόδων, έτσι ώστε ο λοιμογόνος παράγοντας να ταυτοποιείται αξιόπιστα και γρήγορα.

Οι μεθοδολογίες ανίχνευσης των παθογόνων μικροοργανισμών που είναι διαθέσιμες σήμερα εμφανίζουν πλεονεκτήματα και περιορισμούς, και κανένας από αυτούς δεν παρέχει πλήρη πρόσβαση στον εξαιρετικά σημαντικό και σύνθετο κόσμο των μικροοργανισμών. Οι νέες τεχνικές, που είναι σε συνεχή ανάπτυξη, παρέχουν συνεχώς νέες πληροφορίες για τους μικροοργανισμούς αυτούς και τον τρόπο που αυτοί επηρεάζουν τον ανθρώπινο πληθυσμό. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης με τα σημερινά δεδομένα, είναι ο συνδυασμός των κλασσικών αξιόπιστων μεθόδων, με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η τεχνολογική εξέλιξη στο πεδίο των μοριακών τεχνικών. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι η αύξηση του εύρους των μικροοργανισμών που ελέγχονται, η ταχύτητα, και η ευαισθησία.

Στην πορεία προς τον 21ο αιώνα η χρήση μοριακών τεχνικών αποκτά κυρίαρχο ρόλο στη Δημόσια Υγεία, δίνοντας σημαντική ώθηση στον έλεγχο και την πρόληψη της υγείας του ανθρώπινου πληθυσμού, συμβάλλοντας σημαντικά στην προστασία και την βελτίωση του τρόπου ζωής του.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. OECD, WHO: Assessing Microbial Safety of Drinking Water: Improving Approaches and Methods London: World Health Organization, Organization for Economic Co-operation and Development, IWA Publishing; 2003.
2. Βασικές αρχές κυτταρικής βιολογίας, Εισαγωγή στη Μοριακή Βιολογία του Κυττάρου, Alberts B., Bray D., Johnson A., Lewis L., Raff M., Roberts K., Walter P., Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, 2000.
3. Α. Βανταράκης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης (2008), Ο ρόλος και η σημασία των μοριακών τεχνικών στον έλεγχο περιβαλλοντικών παραμέτρων (σε δείγματα νερού, αέρα και τροφίμων) για την προστασία της δημόσιας υγείας. Εκδ. Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Ιατρικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη.

4. **FOODBORNE AND WATERBORNE DISEASE OUTBREAK INVESTIGATION MANUAL.** Department of Health and Family Services Wisconsin Division of Public Health Bureau of Communicable Diseases and Preparedness Communicable Disease Epidemiology Section, 2005.
5. Hunter P.R., Y. Andersson, C. H. Von Bonsdorff R. M. Chalmers, E. Cifuentes, D. Deere, T. Endo, M. Kadar, T. Krogh, L. Newport, A. Prescott and W. Robertson: Surveillance and investigation of contamination incidents and waterborne outbreaks, Chapter 7, 2002.
6. World Health Organization (WHO). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. Published by IWA Publishing, London, UK.
7. Schmidt, K. (1995) WHO surveillance programme for control of foodborne infections and intoxications in Europe. Sixth report, 1990–2. BgVV, Berlin, p. 14.
8. Thulin, R. (1991) Contamination of tap water in Jonkoping in summer 1991. Rapport Jonkopings community, Sweden. (In Swedish).
9. Favier CF, Vaughan EE, De Vos WM, Akkermans ADL. Molecular monitoring of succession of bacterial communities in human neonates. *Appl Environ Microbiol.* 2002; 68: 219–226.
10. Borneman J, Hartin RJ (2000) PCR primers that amplify fungal rRNA genes from environmental samples. *Appl Environ Microbiol* 66:4356–4360.
11. Munson MA, Pitt-Ford T, Chong B, Weightman A, Wade WG. Molecular and cultural analysis of the microflora associated with endodontic infections. *J Dent Res* 2002; 81: 761–766. (Erratum in: *J Dent Res* 2003; 82: 69. *J Dent Res* 2003; 82: 247).

# Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ ΤΩΝ ΛΕΓΕΩΝΑΡΙΩΝ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΙΕΙΝΗ

I. Αλεξανδροπούλου, Θ. Παρασίδης και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

## Λεγεωνέλωση

Το 1976, μία έξαρση σοβαρής πνευμονίας μεταξύ συμμετεχόντων σε συνέδριο αμερικανών βετεράνων στη Φιλαδέλφεια, οδήγησε στην περιγραφή της νόσου των λεγεωνάριων από τον Fraser. Η νόσος βρέθηκε ότι προκαλείται από το βακτήριο *Legionella pneumophila* (ονομάστηκε λεγεωνέλα προς τιμή των λεγεωνάριων που προσβλήθηκαν στο συνέδριο και *pneumophila* που σημαίνει «πνευμονοφιλική»), το οποίο ανήκει στην οικογένεια Legionellaceae. Η οικογένεια Legionellaceae αποτελείται από ένα μόνο γένος, το γένος Legionellae.

## Χαρακτηριστικά

Το γένος λεγεωνέλα εμπεριέχει πάνω από 50 είδη με 65 ορότυπους, από τους οποίους 16 ανήκουν στην *Legionella pneumophila*. Είναι gram-αρνητικοί, άσποροι βάκιλλοι, οι οποίοι ανήκουν στην Γάμα υποκατηγορία των πρωτεοβακτηρίων. Τα φυσικά υδάτινα περιβάλλοντα είναι οι κύριες δεξαμενές των βακτηρίων αυτών. Ωστόσο, η *Legionella* διασπείρεται και σε τεχνητά συστήματα ζεστού νερού.

## Κύκλος ζωής της *Legionella pneumophila*

*In vitro* μελέτες σε υγρές καλλιέργειες, απέδειξαν ότι ο κύκλος ζωής της *L. pneumophila* αποτελείται από τουλάχιστον δύο διακριτές φάσεις: μία μεταεκθετική φάση, κατά την οποία απελευθερώνεται από το κύτταρο-ξενιστή και είναι μαστιγοφόρο, υπερκινητικό και επιθετικό και μία αντιγραφική φάση, κατά την οποία βρίσκεται στο αντιγραφικό κενότυπο και είναι ανθεκτικό στο νάτριο και μη μαστιγοφόρο. Αυτές οι δύο φάσεις υφίστανται και *in vivo*, κατά τη διάρκεια της επιμόλυνσης της *Acanthamoeba castellanii*, όπως προκύπτει από ενδοκυτταρικά προφίλ γονιδιακής έκφρασης της *L. pneumophila*. Εντούτοις, ενδοκυτταρικά η *L. pneumophila*, μπορεί κάτω από συγκεκριμένες καταστάσεις, να διαφοροποιείται σε μία ώριμη ενδοκυτταρική σποριόμορφη και επίσης να ενυπάρχει σε βιοιμένια. Έτσι, ο κύκλος ζωής της *L. pneumophila*, μπορεί να είναι πιο επιτηδευμένος, ανάλογα με τις συνθήκες κατά τις οποίες μελετάται.

## Επιφανειακές πρωτείνες της *Legionella pneumophila*

Η ικανότητα της *L. pneumophila* να επιτίθεται και να εισβάλλει στο κύτταρο-ξενιστή, είναι κρίσιμη για την ικανότητά της να προκαλεί τη νόσο των Λεγεωνάριων.

Μία επιφανειακή πρωτεΐνη της λεγεωνέλα, η εξωμεμβρανική πρωτεΐνη (MOMP), φαίνεται να εμπλέκεται σε αυτή την διαδικασία. Η MOMP προσδένεται στο συμπληρωματικό συστατικό CR3 των ανθρωπίνων μονοκυτών και η επακόλουθη εισαγωγή των βακτηρίων γίνεται με σύνδεση στους συμπληρωματικούς υποδοχείς CR1 και CR3. Η MOMP κωδικοποιείται από το γονίδιο ompS. Μία πρωτεΐνη, η οποία εκτίθεται στην επιφάνεια του κυττάρου είναι η πρωτεΐνη Mir (macrophage infectivity potentiator). Η Mir ανήκει στην οικογένεια των FK-506 πρωτεϊνών πρόσδεσης, οι οποίες εμφανίζουν πεπτιδυλ-προλυλ-cis/trans (PPIase) ενεργότητα ισομεράσης. Αυτή η ομοδιμερική πρωτεΐνη εμπλέκεται στην επιμόλυνση των ευκαρυωτικών κυττάρων-ξενιστών και προάγει ενεργότητα υδρολάσης p-νιτροφενολ φωσφοριχολίνης (p-NPPC) σε καλλιέργειες.

Επιπλέον το Mir συνεισφέρει στην βακτηριδιακή διασπορά στον πνευμονικό ιστό και στην εξάπλωση της λεγεωνέλας στο σπλήνα, όπως αποδεικνύεται από το μοντέλο επιμόλυνσης σε ινδικά χοιρίδια. Το Mir προσδένεται στο κολλαγόνο της εξωκυττάριας ουσίας (τύπος I, II, III, IV, V, VI) και επιτρέπει στην *L. pneumophila* να διασκορπιστεί στον πνευμονικό επιθηλιακό τοίχωμα. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του Mir γονιδίου, είναι ότι λειτουργεί από κοινού με μία πρωτεάση, ένα μηχανισμό βακτηριδιακής διείσδυσης στον πνευμονικό επιθηλιακό τοίχωμα.

## Τρόποι μετάδοσης

Η *L. pneumophila* εισέρχεται στο ανθρώπινο σώμα με εισπνοή επιμολυσμένων αερολυμάτων. Με τον τρόπο αυτό φτάνουν στα κυψελιδωτά τμήματα των πνευμόνων, όπου φαγοκυτταρώνονται από τα μακροφάγα. Μέσα σε λίγα λεπτά δημιουργείται ένα φαγόσωμα με μόνο μία μεμβράνη, το οποίο δεν εισέρχεται στο κλασσικό ενδολυσosomal μονοπάτι. Η *L. pneumophila* παραμένει στο φαγόσωμα και παρεμποδίζει την φαγολυσosomal συγχώνευση και οξίνωση του φαγοσώματος. Αντί αυτού, η *L. pneumophila* ενισχύει φαγοσώματα τα οποία είναι ολοκληρωτικά απομονωμένα από το ενδοσωμικό μονοπάτι, αλλά είναι περιτοιχισμένα από το εργατόπλασμα ER. Μέσα σε αυτό το προστατευτικό κενότυπο η *L. pneumophila* πολλαπλασιάζεται και μετά από 16-20 ώρες το κενότυπο του παθογόνου συγχωνεύεται με λυσοσώματα, τα οποία του παρέχουν μία, πλούσια σε θρεπτικά, αντιγραφική θέση. Ωστόσο η ικανότητα της *L. pneumophila*, να σταματήσει ή να μπλοκάρει την ανάπτυξη του λυσοσώματος, εξαρτάται επίσης από το κύτταρο-ξενιστή, καθώς σε πρώιμα μακροφάγα ποντικού η συγχώνευση του κενότυπου της *L. pneumophila* με τα λυσοσώματα ανιχνεύεται 15 ώρες μετά την επιμόλυνση, ενώ στα ανθρώπινα μακροφάγα δεν ανιχνεύεται καθόλου συγχώνευση με τα λυσοσώματα μετά την επιμόλυνση. Τελικά, η ελάτπωση των θρεπτικών οδηγεί στην μετάπτωση στην μεταβατική φάση του βακτηρίου, κατά την οποία εκφράζει τις επιθετικές του ιδιότητες, απελευθερώνεται και προσβάλλει καινούργιο κύτταρο-ξενιστή. Ωστόσο, η επιμόλυνση των ανθρωπίνων μακροφάγων φαίνεται να είναι το τελικό σημείο στην μετάδοση της λεγεωνέλας στον άνθρωπο, καθώς μέχρι σήμερα δεν έχει παρατηρηθεί επιμόλυνση από άνθρωπο σε άνθρωπο.

Η λεγεωνέλωση εμφανίστηκε ως αποτέλεσμα τις ανθρώπινης παρέμβασης στο περιβάλλον, καθώς τα είδη λεγεωνέλας βρίσκονται σε υδάτινα περιβάλλοντα και ευδοκούν σε θερμά νερά και θερμά και υγρά μέρη, όπως οι πύργοι ψύξης.

Οι περιπτώσεις λεγεωνέλωσης μπορούν να ομαδοποιηθούν ανάλογα με τον τρόπο που προκλήθηκαν σε πνευμονία κοινότητας, νοσοκομειακή και ταξιδιωτική.

	<i>Πνευμονία κοινότητας</i>	<i>Ταξιδιωτική πνευμονία</i>	<i>Νοσοκομειακή πνευμονία</i>
Τρόποι μετάδοσης	Εισπνοή επιμολυσμένων αερολυμάτων	Εισπνοή επιμολυσμένων αερολυμάτων	Εισπνοή επιμολυσμένων αερολυμάτων, αναρρόφηση, επιμόλυνση πληγών
Πηγές μετάδοσης	Πύργοι ψύξης, ζεστό και κρύο σύστημα νερού, σπα, θερμές δεξαμενές, πηγές, συσκευές ύγρανσης, οικιακά συστήματα ύδρευσης, συστήματα ποτίσματος	Πύργοι ψύξης, ζεστό και κρύο σύστημα νερού, σπα, θερμές πηγές και δεξαμενές, συσκευές ύγρανσης	Πυργοί ψύξης, ζεστό και κρύο σύστημα νερού, σπα, φυσικές δεξαμενές, θερμές πηγές, αναπνευστικές συσκευές, ιατρική περίθαλψη
Περιοχές-σημεία επιμόλυνσης με λεγεωνέλα	Βιομηχανικές περιοχές, εμπορικά κέντρα, εστιατόρια, κλάμπς, κέντρα ψυχαγωγίας, αθλητικά κέντρα, τόποι διαμονής	Ξενοδοχεία, κρουαζιερόπλοια, κατασκηνώσεις, εμπορικά κέντρα, εστιατόρια, κέντρα ψυχαγωγίας, αθλητικά κέντρα.	Νοσοκομεία, ιατρικός εξοπλισμός.
Παράγοντες κινδύνου (περιβαλλοντικοί)	Γεινίαση σε πηγές μετάδοσης, ελλιπίης σχεδιασμός ή ελλιπίης συντήρηση συστήματος ύδρευσης, ανεπαρκής εκπαίδευση του προσωπικού.	Διαμονή σε καταλύματα περιορισμένης χρονικής διάρκειας και εποχιακής χρήσης, περιοδική χρήση δωματίων και συστήματος ύδρευσης σε αυτά, περιοδική χρήση συστήματος ύδρευσης και κυμαινόμενη θερμοκρασία αυτού, περίπλοκα συστήματα ύδρευσης, έλλειψη εκπαιδευμένου προσωπικού για τον έλεγχο του συστήματος ύδρευσης.	Περίπλοκο σύστημα διανομής του νερού, Σωληνώσεις πολλών μέτρων, χαμηλή ροή νερού.
Παράγοντες κινδύνου (προσωπικοί)	Ηλικία >40 έτη, άντρες, χρόνιες ασθένειες όπως διαβήτης, χρόνιες καρδιακές παθήσεις, κάπνισμα, ανοσοκαταστολή, χρόνια νεφρική ανεπάρκεια, πρόσφατο ταξίδι, κ.α.	Ηλικία >40 έτη, άντρες, κάπνισμα, κατάχρηση αλκοόλ, αλλαγή τρόπου ζωής, χρόνιες ασθένειες όπως διαβήτης, χρόνιες καρδιακές παθήσεις και ανοσοκαταστολή.	Ηλικία >25 έτη, μεταμόσχευση, ανοσοκαταστολή, εγχειρήσεις κυρίως στο κεφάλι και το λαιμό, καρκίνος, συμπεριλαμβανόμενων λευκαιμιών, διαβήτη, χρήση αναπνευστικών συσκευών, χρόνιες καρδιακές και αναπνευστικές παθήσεις, κάπνισμα, κατάχρηση αλκοόλ.

Πίνακας 1. Ομαδοποίηση λεγεωνελλώσεων ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο προκλήθηκε πνευμονία κοινότητας. [Πηγές: Fields, Benson, Besser, 2002, Joseph, 2004a; Marston, Lipman, Brieman, 1994, Ricketts, Joseph, 2004, Vikram, Bia, 2002].

### Παθογένεια, Κλινική Εικόνα και Συμπτώματα

Ο χαρακτηρισμός «λεγεωνέλωση», χρησιμοποιείται τώρα για να περιγράψει αυτές τις βακτηριακές λοιμώξεις, οι οποίες κυμαίνονται σε σοβαρότητα από μία ήπια με πυρετό ασθένεια (πυρετός Πόντιακ), σε μία ταχύτατη και εν δυνάμει θανατηφόρα πνευμονία (Νόσος των Λεγεωναρίων). Η λεγεωνέλα αναδρομικά έχει χαρακτηριστεί σαν το αίτιο επιδημιών νόσου των Λεγεωναρίων από το 1947 (Terranova, Cohen and Fraser, 1978; McDade, Brenner and Bozeman, 1979). Στις ομάδες υψηλού κινδύνου συμπεριλαμβάνονται οι ηλικιωμένοι, οι καπνιστές και τα ανοσοκατεσταλμένα άτομα. Το είδος *L. pneumophila* είναι υπεύθυνο για πάνω από το 98% των περιπτώσεων της νόσου των Λεγεωναρίων, εκ των οποίων περίπου το 95% οφείλεται στην οροομάδα 1 του είδους. Αν και το είδος *L. pneumophila* είναι αυτό που απομονώνεται συχνότερα από τα συστήματα ύδρευσης και άλλα είδη όπως *L. anisa*, *L. bozemanii*, *L. micdadei*, *L. dumoffii* και *L. feelei* μπορούν να απομονωθούν επίσης. Το γεγονός ότι απομονώνονται από το νερό δυσκολότερα από την *L. pneumophila*, και το ότι κάποια από αυτά δεν έχουν την ικανότητα να πολλαπλασιαστούν μέσα σε πρωτόζωα, οδηγεί ίσως σε λάθος εκτίμηση του αριθμού τους στο σύστημα που εξετάζεται. Μία πολυεθνική μελέτη που αφορούσε την πνευμονία κοινότητας για την νόσο των λεγεωνάριων, μετά από την ταυτοποίηση με καλλιεργητική μέθοδο 508 περιπτώσεων, έδειξε ότι η *L. pneumophila* ήταν η κύρια αιτία της λοίμωξης (91.5%) και ακολουθούσαν η *L. longbeachae* (3.9%) και η *L. bozemanii* (2.4%). Οι υπόλοιπες περιπτώσεις οφείλονταν στα είδη *L. anisa*, *L. wadsworthii*, *L. micdadei*, *L. dumoffii* και *L. feelei*.

Η λεγεωνέλωση στερείται χαρακτηριστικών συμπτωμάτων ή ενδείξεων. Δεν υπάρχει τυπικό σύνδρομο και δεν εκδηλώνουν οι εκτεθέντες στο βακτήριο την ασθένεια. Εντούτοις, υπάρχουν διάφορες κλινικές ενδείξεις οι οποίες κλασσικά σχετίζονται με την νόσο των Λεγεωναρίων περισσότερο από ότι με άλλες αιτίες πνευμονίας.

Η νόσος των Λεγεωναρίων συχνά χαρακτηρίζεται αρχικά από ανορεξία, εξάντληση και λήθαργο. Επίσης οι ασθενείς μπορεί να αναπτύξουν ήπιο και μη παραγωγικό βήχα και αιμόπτυση. Πόνοι στο στήθος πλευρικοί και μη πλευρικοί εμφανίζονται στο 30% περίπου των ασθενών. Τα συμπτώματα του γαστρεντερικού είναι χαρακτηριστικά με περίπου τους μισούς ασθενείς να εμφανίζουν υδατογενής διάρρεια και το 10-30% να υποφέρουν από ναυτία, έμετους και κοιλιακούς πόνους. Πυρετός παρουσιάζεται σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις και ο πυρετός που σχετίζεται με ρίγος αναπτύσσεται συνήθως την πρώτη μέρα. Σχεδόν οι μισοί από τους ασθενείς υποφέρουν από ανωμαλίες που σχετίζονται με το νευρικό σύστημα όπως, σύγχυση, παραλήρημα, κατάθλιψη, αποπροσανατολισμό και παραισθήσεις. Οι ανωμαλίες αυτές λαμβάνουν χώρα την πρώτη εβδομάδα της ασθένειας. Το κλινικό σύνδρομο μπορεί να είναι πιο διακριτό σε ανοσοκαταβεβλημένους ασθενείς.

### Αιτιολογικοί παράγοντες

Η νόσος των Λεγεωναρίων συνήθως προκαλείται από το βακτήριο *L. pneumophila*, αλλά σε μερικές περιπτώσεις ένας ή περισσότεροι μικροοργανισμοί μπορεί να εμπλέκονται, με αποτέλεσμα μία πολυμικροβιακή επιμόλυνση. Η καλλιέργεια αυτών των μικροοργανισμών έχει φανερώσει μία μεγάλη γκάμα οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων αερόβιων βακτηρίων (αυτών που απαιτούν ελεύθερο ή σε διάλυμα οξυγόνο το *Mycobacterium tuberculosis*), αναερόβια βακτήρια, ιούς και μύκητες.



### Πυρετός Πόντιακ

Ο πυρετός Πόντιακ είναι μια οξεία ασθένεια που μοιάζει με γρίππη, χωρίς πνευμονία. Αντίθετα προς τη νόσο των Λεγεωνάριων, ο πυρετός Πόντιακ έχει υψηλό ρυθμό προσβολής, προσβάλλοντας περισσότερο από το 95% των εκτειθέμενων στο βακτήριο. Η περίοδος επώασης είναι 24-48 ώρες. Η θεραπεία αποβλέπει στην ανακούφιση των συμπτωμάτων. Επιπλοκές σπάνια εκδηλώνονται.

Χαρακτηριστικά	Νόσος των Λεγεωναρίων	Πυρετός Pontiac
Περίοδος επώασης	2-10 ημέρες, σπάνια μέχρι και 20 ημέρες	5 ώρες-3 ημέρες (συνήθως 24-48 ώρες)
Διάρκεια	Εβδομάδες	2-5 ημέρες
Ρυθμός θνησιμότητας	Μεταβλητός, εξαρτώμενος από την ευπάθεια των ασθενών, σε ασθενείς νοσοκομείων μπορεί να φτάσει το 40-80%	Χωρίς θανάτους
Ρυθμός προσβολής	0.1-5% του γενικού πληθυσμού 0.4-14% στα νοσοκομεία	>95%
Συμπτώματα	Συχνά όχι συγκεκριμένα • αδυναμία • υψηλός πυρετός • ρίγος • Πονοκέφαλος • ξηρός βήχας • μερικές φορές απόπτυση με αίμα • πόνοι στους μύες • δυσκολία στην αναπνοή, πόνοι στο στήθος • διάρρεια (25-50% των περιπτώσεων) • έμετοι, ναυτία (10-30% των περιπτώσεων) • διάφορες εκδηλώσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος όπως σύγχυση και παραλήρημα (50% των περιπτώσεων) • νεφρική ανεπάρκεια • υπονατριαιμία (<131 mmol/litre) • αποτυχία ανταπόκρισης στα beta-lactam αντιβιοτικά • Η στις αμινογλυκοσιδάσες • Gram χρώση αναπνευστικών δειγμάτων με πολυάριθμα ουδετερόφιλα και χωρίς εμφανής μικροοργανισμούς	Ασθένεια που μοιάζει με γρίππη (ήπια με σοβαρή γρίππη) • αδυναμία, αίσθημα κόρασης • υψηλός πυρετός και ρίγος • πόνος των μυών (μυαλγία) • πονοκέφαλος • πόνοι των αρθρώσεων (αρθραλγία) • διάρρεια • ναυτία, έμετοι (σε ένα μικρό μέρος του πληθυσμού) • δυσκολία στην αναπνοή (δύσπνοια) και ξηρός βήχας

Πίνακας 2. Συμπτώματα της Νόσου των Λεγεωνάριων και του Πυρετού Πόντιακ. [Πηγές: Woodhead, Macfarlane, 1987, Stout, Yu, 1997, Yu, 2000, Akbas, Yu, 2001, Mülazimoglu, Yu, 2001].

Εξαρτώμενος από τον αιτιολογικό παράγοντα που τον προκαλεί, ο πυρετός Πόντιακ μπορεί σε σπάνιες περιπτώσεις να μην είναι τόσο ήπιος όσο είχε διαπιστωθεί νωρίτερα. Για παράδειγμα, αναφέρεται μία περίπτωση ήπιας διαδιδόμενης εγκεφαλομυελίτιδας, η οποία αναπτύχθηκε τρεις εβδομάδες μετά από μία ασθένεια που έμοιαζε με γρίππη με αιτιολογικό παράγοντα την *L. cinchonatiensis*. Ο πυρετός Pontiac έχει επίσης συσχετιστεί με την παραγωγή ενδοτοξινών. Οι ενδοτοξίνες μπορεί να είναι εξαιρετικά τοξικές για τον άνθρωπο, επιφέρουν πυρετό, σοκ και ακόμα και θάνατο. Δεν είναι ασύνηθες να βρεθούν ενδοτοξίνες οι οποίες σχετίζονται με υψηλό αριθμό ετερότροφων σε τρυβλία (τεστ που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του ολικού αριθμού όλων των ειδών των βακτηρίων που αναπτύσσονται σε ένα περιβαλλοντικό δείγμα. Για το λόγο αυτό επιπλέον μελέτη απαιτείται για να εξακριβωθεί εάν οι ενδοτοξίνες έχουν κάποιο ρόλο στην ανάπτυξη πυρετού Πόντιακ όταν legionellae βακτήρια είναι επίσης παρόντα. Μία επιδημία στην Σκωτία με συμπτώματα πυρετού Πόντιακ προκλήθηκε από την *L. micdadei* και ονομάστηκε πυρετός Lochgoilhead.

### Εξωπνευμονικά σύνδρομα

Έχει αποδειχθεί από βιοψίες ότι τα βακτήρια της *L. pneumophila* μπορούν να διασκορπιστούν από το αναπνευστικό σύστημα σε όλο το σώμα. Τα βακτήρια Legionellae έχουν ανιχνευθεί στο σπλήνα, στο ήπαρ, στα νεφρά, στο μυοκάρδιο, στα οστά και στο μυελό των οστών, στις αρθρώσεις, στους βουβωνικούς και ενδοφλέβιους λεμφικούς κόμβους και στο πεπτικό σύστημα.

### Συμπτώματα

Οι κλινικές εκδηλώσεις των εξωπνευμονικών λοιμώξεων της λεγεωνέλα είναι συχνά δραματικές. Η λεγεωνέλα έχει εμπλακεί σε περιπτώσεις ιγμορίτιδας, παγκρεατίτιδας, περιτονίτιδας και πυελονεφρίτιδας κυρίως σε ανοσοκαταβεβλημένους ασθενείς. Η περιοχή η οποία προσβάλεται συχνότερα είναι η καρδιά (π.χ. μυοκαρδίτιδα, περικαρδίτιδα και ενδοκαρδίτιδα). Η ενδοκαρδίτιδα η οποία οφείλεται σε είδη λεγεωνέλας, έχει αναφερθεί σε λίγες μόνο δημοσιεύσεις και σε όλες τις αναφερόμενες περιπτώσεις οι ασθενείς είχαν προσθετική βαλβίδα. Οι ασθενείς εμφάνισαν χαμηλό πυρετό, εφίδρωση τη νύχτα, απώλεια βάρους, δυσφορία και συμπτώματα καρδιακής συμφόρησης. Η λεγεωνέλα σπάνια διασπείρεται στο νευρικό σύστημα, πιο συχνά οδηγεί σε νευρολογικές διαταραχές της εγκεφαλομυελίτιδας, εμπλεκόμενης και της παρεγκεφαλίδα και περιφεριακή νευροπάθεια. Η *Legionella meningoencephaliti* μπορεί να μιμείται τα συμπτώματα του εγκεφαλικού έρπη.

### Διάγνωση

Η Λεγεωνέλωση πρέπει να εξετάζεται σε μια διαφορική διάγνωση σε ασθενείς που εμφανίζουν ένα συνδυασμό νευρολογικών, καρδιακών και γαστρεντερικών συμπτωμάτων, κυρίως εάν παρουσιάζεται πνευμονία ως αποτέλεσμα ακτινογραφίας.

### Αιτιολογικός παράγοντας

Μεταξύ των τεσσάρων ειδών λεγεωνέλας τα οποία ευθύνονται για τις εξωπνευμονικές λοιμώξεις, το πιο συχνά απομονωμένο είναι η *L. pneumophila*.

### **Πνευμονία κοινότητας**

Ο όρος *πνευμονία κοινότητας* (CAP) αναφέρεται σε περιπτώσεις που δεν προκλήθηκαν από ταξίδι, ούτε διαμονή σε κέντρο υγείας ή σε περιβάλλον οικιακό. Η CAP έχει υψηλό ρυθμό εισαγωγής σε νοσοκομείο, με λιγότερο από το 1% να θεραπεύεται στο σπίτι. Η νόσος των λεγεωνάριων εμφανίζεται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% της CAP και απαιτεί εισαγωγή σε κέντρο περίθαλψης.

Σε πρόσφατες μελέτες που αναφέρονται σε ασθενείς που νοσηλεύθηκαν με CAP στις Η.Π.Α., την Ευρώπη, το Ισραήλ και την Αυστραλία, σε ποσοστό 0.5-10%, το 2% κατά μέσο όρο είχε νόσο των λεγεωνάριων. Η αναλογία των περιπτώσεων CAP που καταλήγουν σε σοβαρής μορφής πνευμονία είναι υψηλότερο για αυτούς με τη νόσο των λεγεωνάριων από ότι αυτών που οφείλονται σε άλλες αιτίες. Κατά συνέπεια, υφίσταται ένας υψηλότερος ρυθμός θνησιμότητας.

### **Νοσοκομειακές λομώξεις**

Η *L. pneumophila* προκαλεί περίπου το 15% της νοσοκομειακής πνευμονίας σε ενήλικες και σχετίζεται με ένα ρυθμό θνησιμότητας πάνω από 50%. Χρόνιες ασθένειες των πνευμόνων, νεφρική ανεπάρκεια, ανοσοκαταστολή, χειρουργικές επεμβάσεις, αλκοολισμός και κάπνισμα είναι οι παράγοντες κινδύνου της επιμόλυνσης.

### **Τρόποι ταξινόμησης της νοσοκομειακής νόσου των λεγεωνάριων**

- **Σαφής νοσοκομειακή:** Η νόσος των λεγεωνάριων σε ένα άτομο που νοσηλεύτηκε 10 ημέρες πριν την εμφάνιση των συμπτωμάτων.
- **Πιθανόν νοσοκομειακή:** Η νόσος των λεγεωνάριων σε ένα άτομο που νοσηλεύτηκε για 1-9 ημέρες πριν την εμφάνιση των συμπτωμάτων και είτε αρρώστησε σε ένα νοσοκομείο σχετιζόμενο με μία ή περισσότερες περιπτώσεις νόσου των λεγεωνάριων ή έδωσε ένα στέλεχος το οποίο ήταν όμοιο (με τη μέθοδο του monoclonal antibody subgrouping ή με μοριακές μεθόδους ταυτοποίησης) με στελέχη που απομονώθηκαν από το νοσοκομειακό σύστημα ύδρευσης, περίπου την ίδια περίοδο.
- **Ενδεχομένως νοσοκομειακή:** Η νόσος των λεγεωνάριων σε ένα άτομο που νοσηλεύτηκε για 1-9 ημέρες πριν την εμφάνιση των συμπτωμάτων, σε ένα νοσοκομείο χωρίς προηγούμενο συσχετισμό με περιπτώσεις νόσου των λεγεωνάριων και χωρίς μικροβιολογική συσχέτιση ανάμεσα στην λοίμωξη και το νοσοκομείο.

Τα περισσότερα νοσοκομειακά περιστατικά Λεγεωνέλωσης ή οι επιδημίες, οφείλονται σε επιμολυσμένο νερό των πύργων ψύξης ή των συστημάτων ύδρευσης. Παρόλα αυτά υφίστανται και άλλοι παράγοντες, κάποιοι από τους οποίους είναι:

- πρόσφατη εγχείρηση
- διασωλήνωση (εισαγωγή ενός σωλήνα στην τραχεία για την ενίσχυση της αναπνοής) και μηχανική υποστήριξη
- αναρρόφηση (η παρουσία ξένου σώματος στους πνεύμονες)
- χρησιμοποίηση αναπνευστικών συσκευών.

### **Σποραδικές περιπτώσεις πνευμονίας**

Οι σποραδικές περιπτώσεις είναι μεμονωμένα ή μοναδικά περιστατικά, ωστόσο σοβαρές λοιμώξεις από λεγεωνέλα έχουν προσβάλλει άτομα υγιή, συμπεριλαμβανομένων

ατόμων νεαρής ηλικίας χωρίς χρόνιες παθήσεις και χωρίς άλλους γνωστούς παράγοντες κινδύνου.

### **Οικολογία της Λεγεωνέλας**

#### **Φυσικά υδάτινα περιβάλλοντα**

Η *Legionella pneumophila* απομονώθηκε από φυσικό περιβάλλον πρώτη φορά το 1981. Από τότε πολλά είδη *Legionella* έχουν απομονωθεί παγκοσμίως από φυσικά ύδατα και έχουν εμπλακεί σε εξάρσεις της νόσου των Λεγεωνάριων. Η *Legionella pneumophila*, η *Legionella longbeachae* και η *Legionella micdadei* έχουν απομονωθεί και από χώμα και από κοπριά. Το πλήθος των βακτηρίων σε θερμά νερά (30-45°C), εμφανίζεται πολύ μεγαλύτερο από αυτό που βρίσκεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Είναι γνωστό ότι τα είδη *Legionellae* πολλαπλασιάζονται μέσα σε πρώτιστα, στα οποία συμπεριλαμβάνονται 14 είδη αμοιβάδων και δύο είδη βλεφαριδωτών πρωτοζώων.

#### **Τεχνητά υδάτινα περιβάλλοντα**

Υπάρχουν πλέον αρκετά στοιχεία και μελέτες που αποδεικνύουν την ύπαρξη των ειδών της λεγεωνέλα σε τεχνητά υδάτινα περιβάλλοντα, κυρίως σε θερμά νερά (30-35°C). Αστικά περιβαλλοντικά στελέχη ανιχνεύθηκαν αρχικά σε νερά που συλλέχθηκαν από υδροψυκτα κλιματιστικά και υγραντήρες. Τα είδη της λεγεωνέλα μπορούν να υπάρχουν και σε άλλα υδάτινα συστήματα, έτσι έχουν ανιχνευθεί σε επιφανειακά νερά, σε ντους, σε δεξαμενές ζεστού νερού και στις εσωτερικές επιφάνειες των καταιωνιστήρων. Έχουν βρεθεί επίσης σε ελαστικά πώματα και σε μεταλλικές επιφάνειες μέσα σε υδραυλικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σε οικιακά δίκτυα πόσιμου νερού. Στελέχη έχουν καλλιεργηθεί από δείγματα νερού από ντους και από ψεκαστήρες, όπως επίσης και από οικιακά δίκτυα ύδρευσης. Όταν στις πισίνες των σπα η συντήρηση δεν τηρεί τις κατάλληλες προδιαγραφές, τότε οι συνθήκες ωφελούν την ανάπτυξη *legionellae* και άλλων μικροοργανισμών, οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν να μεταβούν σε αέρια κατάσταση με τη μορφή φυσαλίδων και υδρατμών και να τους εισπνεύσουν.

Τα είδη *Legionellae* εάν υφίστανται μέσα σε πρωτόζωα, μπορούν να επιβιώσουν στις συνήθεις συγκεντρώσεις χλωρίου και άλλων απολυμαντικών που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των δικτύων πόσιμου νερού, επομένως παραμένουν στο πόσιμο νερό. Το ζεστό νερό που χρησιμοποιείται σε οικίες, ιδιαίτερα εάν είναι σε θερμοκρασία χαμηλότερη των 55°C, μπορεί να εμπεριέχει μεγάλο αριθμό βακτηρίων λεγεωνέλας. Επιπρόσθετα με τη θερμοκρασία του νερού και τα υλικά και ο σχεδιασμός των υδραυλικών συστημάτων παίζει έναν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των οργανισμών αυτών. Για παράδειγμα, η παρουσία θρεπτικών ουσιών, όπως πλαστικά σε συνθετικά ελαστικά πώματα, πλαστικές σωληνώσεις και λάστιχα και η παρουσία νεκρών άκρων, ενισχύουν την ανάπτυξη των *legionellae*, όπως επίσης και η παρεμπόδιση και η στασιμότητα της ροής του νερού. Επιπλέον, η παρουσία βιουμένα ή στρωμάτων λάσπης που περιέχουν άλλα βακτήρια, πρωτόζωα και άλγες στις επιφάνειες των σωληνώσεων, ευνοούν την ανάπτυξη αυτών των οργανισμών.

#### **Βιομεμβράνες**

Οι βιομεμβράνες αποτελούνται από συσσωρεύσεις μικροοργανισμών, οι οποίοι εμπεριέχονται σε εξωκυτταρικά προϊόντα, οργανικά και ανόργανα αποπροϊόντα,

προσκολλημένα στις επιφάνειες. Τα βακτήρια παγιδεύονται σε επιφάνειες για διάφορους λόγους, όπως η βαρύτητα και η παγίδευση αρνητικά φορισμένων βακτηρίων σε θετικά φορισμένες επιφάνειες. Πιστεύεται ότι τα βακτήρια μπορούν να ανιχνεύσουν και να κινηθούν προς επιφάνειες που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών. Τα αρχικά κύτταρα που αποικούν παράγουν πολυσακχαρίτες, οι οποίοι λειτουργούν ως βλενώδη στρώματα και συγκρατούν τα κύτταρα στις επιφάνειες. Η βλέννα αυτή παγιδεύει άλλα βακτήρια (δευτερογενής άποικοι) τα οποία ζουν και αναπτύσσονται στα προϊόντα που αποβάλλουν οι αρχικοί άποικοι. Έτσι δημιουργείται μία κοινότητα μικροοργανισμών που αναπτύσσεται στην βλέννα.

### **Πύργοι ψύξης και υγρανήρες, λειτουργία των πύργων ψύξης**

Οι πύργοι ψύξης είναι σχεδιασμένοι να ψύχουν το νερό και να διασπείρουν την θερμότητα στο περιβάλλον και συχνά σχετίζονται με κλιματιστικά συστήματα, συστήματα ψύξης και άλλες μεγάλες εγκαταστάσεις. Είναι κατασκευασμένοι από μια ποικιλία υλικών, συμπεριλαμβανομένων του επιψευδαργυρωμένου σιδήρου, ανοξείδωτο χάλυβα, ξύλο, PVC και γυαλί σε μορφή ινών (fiberglass). Το νερό από την θερμική ανταλλαγή ψεκάζεται στην επιφάνεια μιας μεγάλης δεξαμενής που καλύπτεται από μια «σχάρα». Η σχάρα είναι κατασκευασμένη με κυψελειοειδές ή συναφές σχέδιο, συνήθως από μέταλλο ή πλαστικό και διασφαλίζει ότι το νερό πέφτει πάνω σε μεγάλη επιφάνεια ώστε να ελαχιστοποιείται η εξάτμιση. Τα σταγονίδια του νερού τείνουν να εξατμίζονται και να χάνουν την θερμότητά τους μεταφερόμενα στον περιβάλλοντα αέρα, καθώς πέφτουν μέσα στον πύργο. Το νερό τελικά συλλέγεται στη δεξαμενή, όπου από εκεί μπορεί να επανακυκλοφορήσει στο ζεστό φορτίο. Οι τυπικές θερμοκρασίες του νερού στους πύργους ψύξης κυμαίνονται από 25°C στις ψυχρές περιοχές, έως και πάνω από 35°C στις επιφάνειες θερμικής ανταλλαγής. Η συνεχόμενη πτώση του νερού μέσα από την σχάρα δημιουργεί αερολύματα. Ένα μέρος αυτών των αερολυμάτων χάνεται από τον πύργο ψύξης, λόγω του αέρα. Το μέρος αυτό που χάνεται, μπορεί να εμπεριέχει βακτήρια, οργανικά και μη οργανικά συστατικά, παρόντα στο νερό. Σε πρόσφατες έρευνες έχουν αναφερθεί επιμολύνσεις σε μεμονωμένες περιπτώσεις, που προκλήθηκαν από τα αερολύματα αυτά των πύργων ψύξης που είχαν ταξιδέψει μέσω του αέρα σε απόσταση μεγαλύτερη των 10 km. Η απώλεια αερολυμάτων μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την εγκατάσταση των καταστολέων αερολυμάτων "drift eliminators". Αυτοί απαιτούνται για να μειωθεί η απώλεια τους σε ποσοστό μικρότερο του 0.002% της κυκλοφοριακής ροής. Η συνεχόμενη εξάτμιση του νερού επίσης οδηγεί σε μια σταθερή αύξηση της συγκεντρώσεως των αλάτων, η οποία ελέγχεται με ροή νερού έξω από τον πύργο. Ένα μειονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι η απώλεια χημικών για την επεξεργασία του νερού, όπως τα βιοκτόνα και οι αναστολείς για τις διαβρώσεις και το πουρί. Το νερό που χάνεται με την εξάτμιση αντικαθίσταται συνεχώς μέσω του κεντρικού συστήματος νερού.

### **Μικροβιολογική αποίκηση των πύργων ψύξης**

Οι μικροοργανισμοί εισέρχονται στους πύργους ψύξης διαμέσου του δικτύου ύδρευσης, των αεραγωγών ή κατά τη διάρκεια της κατασκευής του πύργου. Η συνεχόμενη πτώση του νερού μέσα στον πύργο ενεργεί ως μεταφορέας οργανικών και ανόργανων υλών, καθώς και μικροοργανισμών από τον αέρα στον μεγαλύτερο όγκο του

νερού. Μέσα στον πύργο οι υψηλές θερμοκρασίες, η υγρασία και οι μεγάλες επιφάνειες παρέχουν τις ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Το εύρος των μικροβίων που αναπτύσσονται είναι μεγάλο και εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η θερμοκρασία, το pH, η περιεκτικότητα σε άλατα και τα χημικά πρόσθετα συμβάλλουν στον αποικισμό των μικροοργανισμών. Οι τύποι των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται στους πύργους ψύξης είναι ποικίλοι και περιλαμβάνουν βακτήρια, άλγες, μύκητες, πρωτόζωα και ιούς. Οι πλειοψηφία των οργανισμών είναι ετερότροφοι και απαιτούν οργανικό άνθρακα ως θρεπτικό συστατικό και πηγή ενέργειας. Τα βακτήρια Legionellae απομονώνονται συχνά από το νερό των πύργων ψύξης.

<i>Νόσος των Λεγεωνάριων</i>	<i>Προσδιορισμός του περιστατικού</i>
Επαληθευμένα περιστατικά	Κλινικές ή ακτινογραφικές αποδείξεις πνευμονίας και μικροβιολογική διάγνωση με καλλιέργεια του οργανισμού από δείγματα του αναπνευστικού, ή ανίχνευση με αντισώματα από τον ορό της <i>L. pneumophila</i> serogroup (sg) 1, ή ανίχνευση του αντιγόνου της <i>L. pneumophila</i> στα ούρα ή με την χρησιμοποίηση του (DFA) test
Υποθετικά περιστατικά	Κλινικές ή ακτινογραφικές αποδείξεις ύπαρξης πνευμονίας και μικροβιολογική διάγνωση ενός αντισώματος για την <i>L. pneumophila</i> sg 1 σε υψηλά ποσοστά
Νοσοκομειακά περιστατικά	Εξαρτώμενα από το χρονικό διάστημα διαμονής στο νοσοκομείο πριν την προσβολή και τα αποτελέσματα της περιβαλλοντικής έρευνας, οι περιπτώσεις είναι σαφείς, πιθανώς ή ενδεχομένως, νοσοκομειακές.
Περιστατικά που σχετίζονται με ταξίδια	Περιπτώσεις που σχετίζονται με μία ή περισσότερες διαμονές εκτός κατοικίας, είτε εντός της χώρας διαμονής, είτε εκτός, σε χρονική περίοδο 10 ημερών από την εμφάνιση της νόσου.
Ταξιδιωτικά συσχετιζόμενες ομάδες	Δύο ή περισσότερες περιπτώσεις οι οποίες έμειναν στο ίδιο κατάλυμα, με εμφάνιση της νόσου εντός των δύο ίδιων ετών (Lever and Joseph, 2003).
Ομάδες κοινότητας	Δύο ή περισσότερες περιπτώσεις που συνδέονται από την περιοχή διαμονής, ή το χώρο εργασίας, ή μέρη που επισκέφτηκαν και είναι κοντά οι ημερομηνίες εμφάνισης της ασθένειας.
Επιδημίες κοινότητας	Ομάδες κοινότητας για τις οποίες υπάρχει ισχυρή επιδημιολογική ένδειξη κοινής πηγής επιμόλυνσης, με ή χωρίς μικροβιολογικές αποδείξεις
Περιπτώσεις οικιακής λοίμωξης	Με τον αποκλεισμό όλων των άλλων πηγών επιμόλυνσης και έχοντας γνώση ότι το περιστατικό χρησιμοποίησε οικιακό σύστημα νερού κατά τη διάρκεια της περιόδου επώασης και τα περιβαλλοντικά και κλινικά αποτελέσματα είναι θετικά, τα περιστατικά μπορούν πιθανότατα ή σαφέστατα να χαρακτηριστούν ως «οικιακά»

Πίνακας 3. Ορισμοί προσδιορισμού περιστατικού για τη νόσο των λεγεωνάριων.

## Επιδημιολογία

Ο ακριβής αριθμός περιστατικών Λεγεωνέλωσης παγκοσμίως δεν είναι γνωστός, επειδή χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι ταυτοποίησης του αιτιολογικού παράγοντα της λοίμωξης, καθώς και αναφοράς του περιστατικού. Επιπλέον το περιστατικό Λεγεωνέλωσης που αναφέρεται διαφέρει αρκετά ανάλογα με το είδος της μελέτης που έγινε και την μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε. Ο Πίνακας 3, περιέχει ορισμένες χρήσιμες διευκρινίσεις για επιδημιολογικό έλεγχο.

## Μέτρα πρόληψης

Σύμφωνα με εγκύκλιο του Υπουργείου Υγείας και Πρόνοιας, πρέπει να μελετώνται οι κίνδυνοι από την Λεγεωνέλα που μπορεί να επηρεάσουν το προσωπικό ή το κοινό και να λαμβάνονται τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα. Για να μειωθεί η πιθανότητα δημιουργίας συνθηκών, κατά τις οποίες ο κίνδυνος έκθεσης σε βακτήρια Λεγεωνέλας, τόσο των ασθενών όσο και του προσωπικού του νοσοκομείου, είναι αυξημένος, είναι σημαντικό να λαμβάνονται συγκεκριμένα μέτρα πρόληψης και να ακολουθούνται συγκεκριμένα βήματα.

## Εκτίμηση κινδύνου

Διάφοροι παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως: η προέλευση του νερού π.χ. υδραγωγείο, επιφανειακό ή υπόγειο, οι πιθανές πηγές μόλυνσης του νερού πριν την αποθήκευση του στις δεξαμενές, πύργους ψύξης ή σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα καθώς και τα χαρακτηριστικά της σωστής λειτουργίας του εξοπλισμού (πύργοι ψύξης, συσκευές θέρμανσης του νερού κ.τ.λ.) Πρέπει επίσης να δίδεται σημασία σε ασυνήθιστες αλλά προβλέψιμες βλάβες στη λειτουργία, όπως π.χ. οι διαρροές. Τέλος, είναι σημαντικό οι θέσεις εισόδου του αέρα στα κτήρια να μην είναι κοντά στους απαγωγούς αέρος των πύργων ψύξης. Η εκτίμηση του κινδύνου πρέπει να επανεξετάζεται σε περίπτωση σημαντικών αλλαγών, ή κάθε δύο χρόνια ή να αποδεικνύει ότι είναι αποτελεσματική.

## Διαχείριση κινδύνου

Εάν διαπιστωθούν πιθανά σημεία κινδύνου έκθεσης, τότε προτείνεται ένα σχέδιο πρόληψης του κινδύνου. Συντάσσεται μία γραπτή έκθεση στην οποία περιλαμβάνονται το σχεδιάγραμμα και η περιγραφή των εγκαταστάσεων ύδρευσης και κλιματισμού (μέρη εκτός λειτουργίας), καθώς και οι έλεγχοι που συστήνονται να γίνονται για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος έκθεσης.

Όπου υφίσταται κίνδυνος ο οποίος μπορεί να προβλεφθεί και να παρεμποδιστεί η έκθεση σε αυτόν σε λογικά πλαίσια, τότε πρέπει να ανατεθεί σε κάποιον υπεύθυνο να αναλάβει την εκτέλεση και τον έλεγχο των μέτρων πρόληψης.

Τα άτομα που θα είναι διοικητικά υπεύθυνα, θα πρέπει να εκπαιδεύονται στον έλεγχο της λεγεωνέλας και να ενημερώνεται για τις νέες μεθόδους ελέγχου της. Θα πρέπει να έχουν την ικανότητα, την εμπειρία και την κατάλληλη πληροφόρηση, για να διεξάγουν

με επάρκεια το έργο τους. Οφείλουν να γνωρίζουν τις ενδεχόμενες πηγές επιμόλυνσης και τους κινδύνους που αντιπροσωπεύουν και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν και να εφαρμοστούν ώστε οι έλεγχοι να είναι και να παραμένουν αποδοτικοί. Ιδανικά τα άτομα αυτά αποτελούν μέλη της επιχείρησης ή εργαζόμενους στο νοσοκομείο, αλλά μπορούν να είναι και εξωτερικοί παράγοντες.

Η συστηματική παρακολούθηση των δικτύων ύδρευσης είναι ουσιαστική για την δημόσια υγεία και πρέπει να εμπεριέχει, ως προτεραιότητα, την μικροβιολογική ανάλυση για τον έλεγχο ύπαρξης πνευμονοφιλικής λεγιονέλλας, ως μέσο πρόληψης, για την αποφυγή περιπτώσεων Λεγεωνέλωσης. Ο κίνδυνος για την ασθένεια της Λεγεωνέλωσης μπορεί να ελαχιστοποιηθεί. Νοσοκομεία, νοσηλευτικά ιδρύματα, ξενοδοχεία, επιχειρήσεις στα οποία δεν υπάρχει οργανωμένο πρόγραμμα για τον έλεγχο της ανάπτυξης της λεγιονέλλας δεν μπορούν να διασφαλίσουν την υγεία των πελατών, των ασθενών στην περίπτωση των νοσοκομείων και του προσωπικού που εργάζεται σε αυτά.

## Βιβλιογραφία

- Bentham, R. and Broadbent, C. (1996) Cooling towers: materials of construction and colonisation by Legionella and other bacteria. AIRAH Journal 30(3): 22-29.
- Nguyen, T.M., Ilef, D., Jarraud, S., Rouil, L., Campese, C., Che, D., Haeghebaert, S., Ganiayre, F., Marcel, F., Etienne, J. and Desenclos, J.C. (2006) A community-wide outbreak of Legionnaires disease linked to industrial cooling towers - how far can contaminated aerosols spread? Journal of Infectious Disease 193(1): 102-111.
- AS/NZS 3666.1 (2002). Air-handling and water systems of buildings - Microbial control Part 1: Design, installation and commissioning.
- Bentham, R.H. and Broadbent, C.R. (1993) A model for autumn outbreaks of Legionnaires' disease associated with cooling towers, linked to system operation and size. Epidemiology and Infection 111(2): 287-295.
- Thomas, V., Herrera-Rimann, K., Blanc, D.S. and Greub, G. (2006) Biodiversity of amoebae and amoeba-resisting bacteria in a hospital water network. Applied and Environmental Microbiology 72(4): 2428-2438.
- Sungur, E.I. and Cotuk, A. (2005) Characterisation of sulphate reducing bacteria isolated from cooling towers. Environmental Monitoring and Assessment 104: 211-219.
- Bentham, R.H. (2000) Routine sampling and the control of Legionella spp. in cooling tower water systems. Current Microbiology 41(4): 271-275.
- Shelton, B.G., Flanders, W.D. and Morris, G.K. (1994) Legionnaires' disease outbreaks and cooling towers with amplified Legionella concentrations. Current Microbiology 28: 359-363.
- La Scola, B., Audic, S., Robert, C., Jungang, L., de Lamballerie, X., Drancourt, M., Birtles, R., Claverie, J. M. and Raoult, D. (2003) A giant virus in amoebae. Science 299: 2033-2035.
- Fields, B.S., Benson, R.F. and Besser, R.E. (2002) Legionella and Legionnaires' Disease: 25 Years of investigation. Clinical Microbiology Reviews 15(3): 506-526.
- Michelle Critchley and Richard Bentham, (2006) PROTOZOA IN COOLINGTOWERS:IMPLICATIONS FOR PUBLIC HEALTH and CHEMICAL CONTROL
- Costerton, J.W., Cheng, K.J., Geesey, G.G., Ladd, T.I., Nickel, J.C., Dasgupta, M. and Marrie, T.J. (1987) Bacterial biofilms in nature and disease. Annual Reviews in Microbiology 41: 435-464.
- Fraser, D. W., Tsai, T. R., Orenstein, W., Parkin, W. E., Beecham, H. J., Sharrar, R. G., Harris, J., Mallison, G. F., Martin, S. M., McDade, J. E., Shepard, C. C. and Brachman, P. S. (1977) Legionnaires' disease: description of an epidemic of pneumonia. The New England Journal of Medicine 297(22): 1189-1197.

Terranova W, Cohen ML, Fraser DW (1978). 1974 outbreak of Legionnaires' disease diagnosed in 1977. Clinical and epidemiological features. *Lancet*, 2:122-124.

McDade JE, Brenner DJ, Bozeman FM (1979). Legionnaires' disease bacterium isolated in 1947. *Annals of Internal Medicine*, 90:659-661.

Yu VL et al. (1982). Legionnaires' disease: new clinical perspective from a prospective pneumonia study. *American Journal of Medicine*, 3:357-361.

Macfarlane JT et al. (1984). Comparative radiographic features of community acquired Legionnaires' disease, pneumococcal pneumonia, mycoplasma pneumonia, and psittacosis. *Thorax*, 39(1):28-33.

Granados A et al. (1989). Pneumonia due to Legionella pneumophila and pneumococcal pneumonia: similarities and differences on presentation. *European Respiratory Journal*, 2:130-134.

Roig J et al. (1991). Comparative study of Legionella pneumophila and other nosocomial acquired pneumonias. *Chest*, 99:344-350.

Sopena N et al. (1998). Comparative study of the clinical presentation of Legionella pneumonia and other community-acquired pneumonias. *Chest*, 113:1195-1200.

Ruiz M et al. (1999). Etiology of community-acquired pneumonia: impact of age, comorbidity, and severity. *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*, 160(2):397-405.

Gupta SK, Imperiale TF, Sarosi GA (2001). Evaluation of the Winthrop-University Hospital criteria to identify Legionella pneumonia. *Chest*, 120(4):1064-1071.

Woodhead MA, Macfarlane JT (1987). Comparative clinical and laboratory features of Legionella with pneumococcal and Mycoplasma pneumonias. *British Journal of Diseases of the Chest*, 81:133-139.

Stout JE, Yu VL (1997). Legionellosis. *New England Journal of Medicine*, 337:682-687.

Yu VL (2000). Legionella pneumophila (Legionnaires' disease). In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, eds. Principles and practice of infectious diseases, Philadelphia, Churchill Livingstone, 2424-2435.

Akbas E, Yu V (2001). Legionnaires' disease and pneumonia: beware the temptation to underestimate this "exotic" cause of infection. *Postgraduate Medicine*, 109(5):135-147.

Mólazimoglu L, Yu VL (2001). Can Legionnaires' disease be diagnosed by clinical criteria? A critical review. *Chest*, 120(4):1049-1053.

Roig J, Rello J (2003). Legionnaires' disease: a rational approach to therapy. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 51:1119-1129.

Glick TH et al. (1978). Pontiac fever. An epidemic of unknown etiology in a health department: I. Clinical and epidemiologic aspects. *American Journal of Epidemiology*, 107:149-160.

Jones TF et al. (2003). Epidemiologic investigation of a restaurant-associated outbreak of Pontiac fever. *Clinical Infectious Diseases*, 37(10):1292-1297.

Spieker S et al. (1998). Acute disseminated encephalomyelitis following Pontiac fever. *European Neurology*, 40(3):169-172.

Fields BS et al. (2001). Pontiac fever due to Legionella micdadei from a whirlpool spa: possible role of bacterial endotoxin. *Journal of Infectious Diseases*, 184(10):1289-1292.

Goldberg DJ et al. (1989). Lochgoilhead fever: outbreak of non-pneumonic legionellosis due to Legionella micdadei. *Lancet*, 1:316-318.

Lowry PW, Tompkins LS (1993). Nosocomial legionellosis: a review of pulmonary and extrapulmonary syndromes. *American Journal of Infection Control*, 21(1):21-27.

Ecological distribution of Legionella pneumophila, C B Fliermans, W B Cherry and L H Orrison, *App Environ Microbiol*, 1981, 41, pp9-16

Effect of temperature, pH and oxygen level on the multiplication of naturally occurring Legionella pneumophila in potable water, R Wadowsky, *App Environ Microbiol*, 1985, 49, pp1197-1205.

Characteristics of environmental isolates of Legionella pneumophila, H L Orrison, B Cherry, C B Fliermans, B Dees, K McDougal and J D Dodd, *Appl Environ Microbiol*, 1981, 42, pp109-115.

Legionella and building services, G W Brundrett, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1992.

Colonisation of transplant unit water supplies with Legionella and protozoa: Precautions required to reduce the risk of legionellosis, W J Patterson, J Hay, D V Seal and J C McLuckie, *J Hosp Inf*, 1997, 37, pp7-17.

The colonization of water supplies in United Kingdom transplant units with Legionella bacteria and protozoa and the risk to patients, J C McLuckie, I Campbell, J Hary, W Patterson and D V Seal, NHS in Scotland, Edinburgh, 1995.

Microbiological investigation into and outbreak of Pontiac fever due to Legionella micdadei associated with use of a whirlpool, R J Fallon and T J Rowbotham, *J Clin Microbiol*, 1990, 43, pp479-483.

den Boer JW, Yzerman EPF, Schellekens J, Lettinger KD, Boshuizen HC, Van Steenberghe JE, et al. A large outbreak of legionnaires' disease at a flower show, the Netherlands, 1999. *Emerg Infect Dis* 2002;8: 37-43.

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France. Outbreak of legionnaires' disease cases in northern France, November 2003-January 2004: update, 14 January. *Eurosurveillance Weekly* 2004; 8 (3) (<http://www.eurosurveillance.org/ew/2004/040115.asp>)

Joseph CA. New outbreak of legionnaires' disease in the United Kingdom. *Editorial BMJ*; 2002; 325:347-348.

Community outbreak of Legionnaires' disease in Murcia, Spain *Eurosurveillance Weekly* 2001;5: 010712 (<http://www.eurosurv.org/2001/010712.htm>)

Ricketts KD, Joseph CA 'Travel associated Legionnaires' disease in Europe: 2003': *Eurosurveillance* 2004; 9 (10): 5-6.

Benson RF, Fields BS. Classification of the genus Legionella. *Semin Respir Infect* 1998;13:90e9.

Doleans, A., H. Aurell, M. Reyrolle, G. Lina, J. Freney, F. Vandenesch, J. Etienne, and S. Jarraud. 2004. Clinical and environmental distributions of Legionella strains in France are different. *J. Clin. Microbiol.* 42:458-460

Best M, Yu VL, Stout J, Goetz A, Muder RR, Taylor F. Legionellaceae in the hospital water-supply: epidemiological link with disease and evaluation of a method of control of nosocomial legionnaires' disease and Pittsburgh pneumonia. *Lancet* 1983; 2:307-10.

Parry MF, Stampleman L, Hutchinson J, Folta D, Steinberg MG, Krasnogor LJ. Waterborne Legionella bozemanii and nosocomial pneumonia in immunosuppressed patients. *Ann Intern Med* 1985; 103: 205-10.

Joly JR, Diery P, Gauvrau L, Cote L, Trepanier C. Legionnaires' disease caused by Legionella dumoffii in distilled water. *CMAJ* 1986; 135: 1274-7.

Bornstein N, Vieilly C, Marmet D, Surgot M, Fleurette J. Isolation of Legionella anisa from a hospital hot water system. *Eur J Clin Microbiol* 1985; 4:327-30.

Palutke WA, Crane LR, Wentworth BB, et al. Legionella feeleii-associated pneumonia in humans. *N Engl J Med* 1986; 86:348-51.

Lowry PW, Blankenship RJ, Gridley W, Troup NJ, Tompkins LS. A cluster of Legionella sternal-wound infections due to postoperative topical exposure to contaminated tap water. *N Engl J Med* 1991; 324: 109-12.

Neumeister B, Schoniger S, Faigle M, Eichner M, Dietz K. Multiplication of different Legionella species in Mono Mac 6 cells and in Acanthamoeba castellanii. *Appl Environ Microbiol* 1997; 63:1219-24.

Gao LY, Susa M, Ticac B, Abu Kwiak Y. Heterogeneity in intracellular replication and cytopathogenicity of Legionella pneumophila and Legionella micdadei in mammalian and protozoan cells. *Microb Pathog* 1999; 27:273-87.

Yu VL, Plouffe JF, Pastoris MC, et al. Distribution of Legionella species and serogroups isolated by culture in patients with sporadic community-acquired pneumonia: an international collaborative survey. *J Infect Dis* 2002; 186:127-8.

Horwitz M. A. (1983) The Legionnaires' disease bacterium (Legionella pneumophila) inhibits phagosome-lysosome fusion in human monocytes. *J. Exp. Med.* 158, 2108-2126

Horwitz M. A. and Maxfield F. R. (1984) Legionella pneumophila inhibits acidification of its phagosome in human monocytes. *J. Cell. Biol.* 99, 1936-1943

Sauer J. D., Shannon J. G., Howe D., Hayes S. F., Swanson M. S. and Heinzen R. A. (2005) Specificity of *Legionella pneumophila* and *Coxiella burnetii* vacuoles and versatility of *Legionella pneumophila* revealed by coinfection. *Infect. Immun.* 73, 4494-4504

Byrne B. and Swanson M. S. (1998) Expression of *Legionella pneumophila* virulence traits in response to growth conditions. *Infect. Immun.* 66, 3029-3034

Molofsky A. B. and Swanson M. S. (2004) Differentiate to thrive: lessons from the *Legionella pneumophila* life cycle. *Mol. Microbiol.* 53, 29-40

Swanson M. S. and Hammer B. K. (2000) *Legionella pneumophila* pathogenesis: a fateful journey from amoebae to macrophages. *Annu. Rev. Microbiol.* 54, 567-613

Swanson M. S. and Fernandez-Moreira E. (2002) Amicrobial strategy to multiply in macrophages: the pregnant pause. *Traffic* 3, 170-177

Atlas R. M. (1999) *Legionella*: from environmental habitats to disease pathology, detection and control. *Environ. Microbiol.* 1, 283-293

Bruggemann H., Hagman A., Jules M., Sismeiro O., Dillies M., Gouyette C., Kunst F., Steinert M., Heuner K., Coppee J. Y. and Buchrieser C. (2006) Virulence strategies for infecting phagocytes deduced from the in vivo transcriptional program of *Legionella pneumophila*. *Cell. Microbiol.* 8, 1228-1240

Piao Z., Sze C. C., Barysheva O., Iida K. and Yoshida S. (2006) Temperature-regulated formation of mycelial mat-like biofilms by *Legionella pneumophila*. *Appl. Environ. Microbiol.* 72, 1613-1622

Murga R., Forster T. S., Brown E., Pruckler J. M., Fields B. S. and Donlan R. M. (2001) Role of biofilms in the survival of *Legionella pneumophila* in a model potable-water system. *Microbiology* 147, 3121-3126

Kuiper M.W., Wullings B. A., Akkermans A. D., Beumer R. R. and van der Kooij D. (2004) Intracellular proliferation of *Legionella pneumophila* in *Hartmannella vermiformis* in aquatic biofilms grown on plasticized polyvinyl chloride. *Appl. Environ. Microbiol.* 70, 6826-6833

Payne N. R. and Horwitz M. A. (1987) Phagocytosis of *Legionella pneumophila* is mediated by human monocyte complement receptors. *J. Exp. Med.* 166, 1377-1389

Bellinger-Kawahara C. and Horwitz M. A. (1990) Complement component C3 fixes selectively to the major outer membrane protein (MOMP) of *Legionella pneumophila* and mediates phagocytosis of liposome-MOMP complexes by human monocytes. *J. Exp. Med.* 172, 1201-1210

Helbig J. H., Konig B., Knospe H., Bubert B., Yu C., Luck C. P., Riboldi-Tunncliffe A., Hilgenfeld R., Jacobs E., Hacker J. and Fischer G. (2003) The PPIase active site of *Legionella pneumophila* Mip protein is involved in the infection of eukaryotic host cells. *Biol. Chem.* 384, 125-137

Helbig J. H., Luck P. C., Steinert M., Jacobs E. and Witt M. (2001) Immunolocalization of the Mip protein of intracellularly and extracellularly grown *Legionella pneumophila*. *Lett. Appl. Microbiol.* 32, 83-88

Kohler R., Fanghanel J., Konig B., Luneberg E., Frosch M., Rahfeld, J. U., Hilgenfeld R., Fischer G., Hacker J. and Steinert M. (2003) Biochemical and functional analyses of the Mip protein: influence of the N-terminal half and of peptidylprolyl isomerase activity on the virulence of *Legionella pneumophila*. *Infect. Immun.* 71, 4389-4397

Cianciotto N. P. (2001) Pathogenicity of *Legionella pneumophila*. *Int. J. Med. Microbiol.* 291, 331-343

Wintermeyer E., Ludwig B., Steinert M., Schmidt B., Fischer G. and Hacker J. (1995) Influence of site specifically altered Mip proteins on intracellular survival of *Legionella pneumophila* in eukaryotic cells. *Infect. Immun.* 63, 4576-4583

Debroy S., Aragon V., Kurtz S. and Cianciotto N. P. (2006) *Legionella pneumophila* Mip, a surface-exposed peptidylproline cis-trans-isomerase, promotes the presence of phospholipase C-like activity in culture supernatants. *Infect. Immun.* 74, 5151-5160

Wagner C., Khan A. S., Kamphausen T., Schmausser B., Onal C., Lorenz U., Fischer G., Hacker J. and Steinert M. (2006) Collagen binding protein Mip enables *Legionella pneumophila* to transmigrate through a barrier of NCI-H292 lung epithelial cells and extracellular matrix. *Cell. Microbiol.* doi:10. 1111/j. 1462-5822. 2006. 00802.

Sturgill-Koszycki S. and Swanson M. S. (2000) *Legionella pneumophila* replication vacuoles mature into acidic, endocytic organelles. *J. Exp. Med.* 192, 1261-1272

Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Προστασίας, ΔΥΓ2/οικ. 90361/30-8-2005 «Πρόληψη της νόσου των λεγεωναρίων»

# ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

**Π. Μάνδαλος και Θ.Κ. Κωνσταντινίδης**

Περιφερειακό Εργαστήριο Δημόσιας Υγείας (Π.Ε.Δ.Υ.) Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης,  
Αλεξανδρούπολη

Εργαστήριο Υγιεινής και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Ιατρικής, Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.), Αλεξανδρούπολη

Το νερό είναι από τους βασικούς διατροφικούς παράγοντες που μπορούν να μεταδώσουν επιδημίες, μεταφέροντας αλλά και συντηρώντας ένα μεγάλο αριθμό παθογόνων μικροοργανισμών. Η παρουσία τους ευνοείται από μερικούς παράγοντες όπως το ουδέτερο pH, η παρουσία οργανικής ύλης που είναι η διατροφή τους και η ύπαρξη ιχνοστοιχείων όπως το άζωτο και ο φώσφορος, απαραίτητα για την βιοσύνθεση τους.

Απολύμανση είναι η επεξεργασία εκείνη που έχει ως σκοπό την καταστροφή ή την αδρανοποίηση των παθογόνων μικροοργανισμών που περιέχονται στο νερό, ώστε να προστατευθεί η δημόσια υγεία. Η διαφορά της απολύμανσης από την αποστείρωση είναι ότι στην αποστείρωση έχουμε ολική καταστροφή όλων των μικροοργανισμών ενώ στην απολύμανση έχουμε την ελάττωση σε ανεκτά όρια των μικροοργανισμών.

Η απολύμανση του πόσιμου νερού επιβάλλεται με νομοθεσία Υ. Μ. 5673/04.12.1957 (Φ.Ε.Κ. 5 τ. β / 09.01.58) (περί του ύδατος υδρεύσεως) και καθορίζει ως όριο υπολειμματικού χλωρίου στα απομακρυσμένα σημεία του δικτύου 0,2 mg/l. Ο έλεγχος του πόσιμου νερού ορίζεται με την υγειονομική νομοθεσία Υ 2 / 2.600 /2001 (Φ.Ε.Κ 892/11.07.2001) σε συμμόρφωση προς την 98/83 Ε. Κ οδηγία του συμβουλίου της ευρωπαϊκής ένωσης για την ποιότητα της του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και της Υ.Δ.Γ. 3α /761/06.03.68, ΦΕΚ 189/ τ.β/1968.

Η μικροβιοκτόνος δράση των απολυμαντικών μέσων επιτυγχάνεται με:

- 1) καταστροφή ή εξασθένηση της κυτταρικής δομής
- 2) με παρέμβαση στον μεταβολισμό
- 3) με παρέμβαση στη βιοσύνθεση και στην ανάπτυξη τους

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης αφορούν το είδος και τη δόση του απολυμαντικού μέσου, την συγκέντρωση των μικροοργανισμών, τον χρόνο επαφής και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού όπως η θολότητα, η θερμοκρασία, και οι οργανικές ενώσεις που μπορεί να αντιδράσουν με το απολυμαντικό μέσο σχηματίζοντας ενώσεις και εξουδετερώνοντας την δραστηριότητα του.

Διάφορα οξειδωτικά μέσα, όπως το χλώριο, μεταβάλουν τη χημική σύσταση των ενζύμων και τα αδρανοποιούν, παρεμποδίζοντας τον μεταβολισμό τους. Τα απαραίτητα για τον μεταβολισμό ένζυμα βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες, γεγονός που εξηγεί την μικροβιοκτόνο δράση του χλωρίου σε πολύ μικρή συγκέντρωση (0,5-1 mg/l). Το χλώριο

μπορεί να αντικαταστεί και ένα από τα υδρογόνα των αμινοομάδων, των πρωτεϊνών των κυττάρων, οπότε η χλωραμίνη που σχηματίζεται είναι τοξική και επιφέρει τον θάνατο.

Στα χαρακτηριστικά του μέσου απολύμανσης, ένα μέτρο είναι το δυναμικό οξειδωσης. Αν η οξειδωση ήταν η μόνη παράμετρος απολύμανσης τότε η σειρά απολύμανσης θα ήταν: όζον > διοξειδίο του χλωρίου > χλώριο > βρώμιο > ιώδιο. Σε πολλές περιπτώσεις η οξειδωση είναι ο μόνος παράγοντας και οδηγούμαστε στην επιλογή του όζοντος, του διοξειδίου του χλωρίου, και του χλωρίου ανάλογα με το κόστος σαν τα πιο αποτελεσματικά μέσα.

Όσον αφορά την ποιότητα του επεξεργασμένου νερού, το απολυμαντικό που εξουδετερώνει τους μικροοργανισμούς επηρεάζει θετικά ή αρνητικά και κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού. Το χλώριο αντιδρά με χουμικές ενώσεις και με ορισμένες φυσικές ενώσεις μικρού μοριακού βάρους, παράγοντας χλωριωμένες οργανικές ενώσεις μερικές εκ των οποίων θεωρούνται καρκινογόνες. Το όζον σχηματίζει αλδεΐδες, ενώ το διοξειδίο του χλωρίου σχηματίζει χλωριώδη (ClO<sub>2</sub>) και χλωρικά (ClO<sub>3</sub>) ιόντα.

Όσον αφορά την ανθεκτικότητα των παθογόνων μικροοργανισμών στην απολύμανση αυτοί μπορούν να διαιρεθούν σε τέσσερις ομάδες κατά φθίνουσα σειρά ανθεκτικότητας: 1) σπόρια βακτηρίων, 2) σπόρια πρωτόζωων, 3) ιοί, 4) φυτικά βακτήρια. Η αντίσταση στην απολύμανση οφείλεται κυρίως σε διαφορές στην κυτταρική τους δομή. Η υψηλή ανθεκτικότητα των εντερικών ιών σχετίζεται με την έλλειψη ενζύμων. Η αδρανοποίηση των ιών περιλαμβάνει την δομική μεταβολή των πρωτεϊνών τους. Η αντίσταση του τοιχώματος των σπορίων, οι κυτταροχημικές μεταβολές και η αποθήκευση ιόντων είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την αντίσταση των σπορίων, αντίθετα με το ότι συμβαίνει στα φυτικά βακτήρια όπου η καταστροφή της κυτταρικής μεμβράνης ή των μεταβολικών δομών του κυττάρου από το απολυμαντικό μέσον είναι άμεση.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ
<b>ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΑ</b>	
ΧΛΩΡΙΟ	
ΧΛΩΡΑΜΙΝΕΣ	Αιμολυτική αναιμία
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ	
<b>ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</b>	
ΟΛΙΚΑ ΤΡΙΑΛΟΓΟΜΕΘΑΝΙΑ (ΤΗΜ)	Αιμολυτική αναιμία
ΑΛΟΓΟΝΟΟΞΙΚΑ ΟΞΕΑ (HAA5)	Κίνδυνος καρκίνου
ΧΛΩΡΙΩΔΕΣ ΙΟΝ	Κίνδυνος καρκίνου
ΒΡΩΜΙΚΟ ΙΟΝ	Κίνδυνος καρκίνου, επιπτώσεις στο νευρικό σύστημα και συκώτι

*Απολυμαντικά και παραπροϊόντα απολύμανσης*



## ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ

Τα προϊόντα απολύμανσης με βάση τη φύση τους μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: τα *μη χημικά* και τα *χημικά* απολυμαντικά.

Στα *μη χημικά* μέσα απολύμανσης ανήκουν η υπεριώδης ακτινοβολία, η αποστειρωτική διήθηση και σε περιορισμένη έκταση η θερμότητα και η ραδιενεργός ακτινοβολία.

Τα χημικά μέσα μπορούν να διαιρεθούν σε δύο κατηγορίες, στα *οξειδωτικά* και στα *μη οξειδωτικά*.

Στα *οξειδωτικά απολυμαντικά* ανήκουν μια σειρά ενώσεις με οξειδωτικό δυναμικό όπως το αέριο χλώριο, το υποχλωριώδες νάτριο, το διοξείδιο του χλωρίου, το βρώμιο, το ιώδιο, το υπεροξείδιο του υδρογόνου και το όζον.

Στα *μη οξειδωτικά απολυμαντικά* ανήκουν οργανικές ενώσεις, όπως το μεθυλενοδιθειοκυάνιο, το βρωμονιτριλοπροπιοναμίδιο, οι ισομεθειαζομεθανόλες κ.λ.π.

### ΜΗ ΧΗΜΙΚΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

**ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ:** Ένα απολυμαντικό μέσον είναι η υπεριώδης ακτινοβολία, που επιτυγχάνεται κατά την διέλευση του νερού μέσα από ειδικές συσκευές ακτινοβολήσης με υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Η υπεριώδης ακτινοβολία εκπέμπεται από λαμπτήρες πολύ χαμηλής πίεσης ατμών υδραργύρου με ισχύ έως και 200 w, οι οποίες έχουν μέσο χρόνο ζωής από 2.000-4.000 h σε μήκη κύματος από 200-300 nm. Το νερό ρέει γύρω από τον λαμπτήρα και σε ρηχό επίπεδο, όσο χρειάζονται οι υπεριώδεις ακτίνες να απορροφηθούν γρήγορα από το νερό. Για το συνηθισμένο πάχος νερού 15-20cm μια λάμπα ισχύος 36 W είναι ικανή για αποστείρωση 3 m<sup>3</sup>/h. Η μέθοδος απολύμανσης του νερού με υπεριώδη ακτινοβολία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην καταστροφή μονοκύτταρων οργανισμών, όπως είναι τα παθογόνα μικρόβια και οφείλεται στην απορρόφηση της ακτινοβολίας από το γενετικό υλικό των κυττάρων.

Σε μήκος κύματος περίπου 265 nm, έχουμε την μεγαλύτερη απορρόφηση ακτινοβολίας από τα νουκλεϊκά οξέα και την δυνατότητα εξουδετέρωσης των μικροοργανισμών. Το γενετικό υλικό των κυττάρων απορροφά την ενέργεια από την υπεριώδη ακτινοβολία σχηματίζονται διμερή πυριμιδίνης μεταξύ των βάσεων πυριμιδίνης στην αλυσίδα του DNA.

**ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΤΙΚΗ ΔΙΗΘΗΣΗ:** Βασίζεται στη διήθηση του νερού υπό την πίεση διαμέσου ειδικών μεμβρανών με πάχος κάτω από 5 μm, που κατακρατούν τους μικροοργανισμούς. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η μικρή απόδοση και το γεγονός ότι δεν συγκρατούνται οι μικροοργανισμοί με μέγεθος μικρότερο των πόρων της μεμβράνης όπως οι ιοί και οι τοξίνες.

**ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ:** Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μέχρι του σημείου βρασμού καταστρέφει τους περισσότερους σπορογόνους μικροοργανισμούς, ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες επέρχεται αποστείρωση. Χρησιμοποιείται στην βιομηχανία τροφίμων, αλλά δεν προσφέρεται για μεγάλες ποσότητες λόγω του κόστους.

**ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ:** Η ραδιενέργεια ως ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει ανάλογα με την ένταση και το χρόνο έκθεσης μικροβιοκτόνες ιδιότητες. Ως πηγή ραδιενεργού ακτινοβολίας χρησιμοποιείται το <sup>60</sup>Co σε μορφή ράβδων. Το νερό διέρχεται

διαμέσου ειδικών αγωγών από το χώρο ραδιενεργού ακτινοβολήσης, έτσι ώστε να αποφεύγεται η επιμόλυνση του με ραδιενεργό υλικό σε προτεινόμενες δόσεις 450 kRad σε 10<sup>6</sup> Ci/m<sup>3</sup>h.

### ΜΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΧΗΜΙΚΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Τα μη οξειδωτικά μέσα αποτελούν έναν τρόπο ελέγχου της μικροβιακής δραστηριότητας σε συστήματα που δεν είναι δυνατή η χρήση παραγώγων χλωρίου, όπως σε υδατικά συστήματα με υψηλό περιεχόμενο οργανικών ενώσεων ή αμμωνίας.

Με λίγες εξαιρέσεις, είναι όλα οργανικές ενώσεις και τα συνήθη πλεονεκτήματά τους είναι :

- 1) Δράση ανεξάρτητα της τιμής του pH
- 2) Μεγάλη διάρκεια ζωής
- 3) Έλεγχος μικροοργανισμών, όπως είναι οι μύκητες, τα βακτήρια και οι άλγες.

**ΜΕΘΥΛΕΝΟΔΙΘΕΙΟΚΥΑΝΙΟ (MBT):** Το MBT, (SCN)-CH<sub>2</sub>-(SCN), είναι γνωστό μικροβιοκτόνο, το οποίο συνήθως συνιστάται σε εφαρμογές στην χαρτοβιομηχανία και σε συστήματα ψύξης όπου το κύριο πρόβλημα είναι ο έλεγχος των βακτηρίων. Ο χρόνος παραμονής και η τιμή του pH επηρεάζουν το χρόνο ημιζωής του MBT.

**ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ:** Είναι πολύ αποτελεσματικές στη δράση εναντίων των περισσότερων μικροοργανισμών, ειδικά των μυκήτων και των αλγών. Αυτές οι ενώσεις είναι αποτελεσματικά μικροβιοκτόνα όταν τροφοδοτούνται απευθείας στο νερό ψύξης. Εξαιτίας της τοξικότητάς τους και της επικινδυνότητας για το περιβάλλον έχουν απαγορευθεί στις ΗΠΑ και σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες.

**ΙΣΟΘΕΙΑΖΟΛΕΣ:** Οι ισοθειαζόλες και άλλες οργανοτριαζίνες είναι μικροβιοκτόνα ευρέως φάσματος, ιδιαίτερα αποτελεσματικές εναντίων των βακτηρίων και δραστικές σε μια μεγάλη περιοχή τιμών pH. Δεν παρεμποδίζονται από τις περισσότερες οργανικές και ανόργανες ενώσεις που υπάρχουν στα νερά και είναι συμβατές με ιοντικά και μη διασπαρτικά. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με οποιοδήποτε από τα οξειδωτικά μέσα.

**ΔΙ-ΤΡΙΒΟΥΤΥΛΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΥ:** Το TBTO, με χημική σύνθεση: (H<sub>9</sub>C<sub>4</sub>)<sub>3</sub>≡Sn-O-Sn≡(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>3</sub> αποτελεί ένα τυπικό παράδειγμα των οργανομεταλλικών μικροβιοκτόνων. Χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο των αλγών και των μυκήτων, έναντι των οποίων παρουσιάζει μεγάλη τοξικότητα. Επίσης, έχει πολύ καλή δραστηριότητα εναντίον των αναερόβιων διαβρωτικών βακτηρίων.

### ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΧΗΜΙΚΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

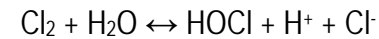
Τα χημικά οξειδωτικά μέσα παίζουν σημαντικό ρόλο στην επεξεργασία του νερού και προστίθενται σε αρκετά σημεία των εγκαταστάσεων, αλλά συνήθως στην αρχή της επεξεργασίας νερού για την επίτευξη σειράς στόχων που είναι:

- 1) η απομάκρυνση του χρώματος
- 2) ο έλεγχος της ανάπτυξης μικροοργανισμών στις δεξαμενές
- 3) η βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηρισμών
- 4) η καταστροφή ορισμένων οργανικών ρυπαντών και
- 5) η ιζηματοποίηση μετάλλων.

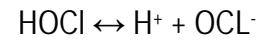
## ΑΕΡΙΟ ΧΛΩΡΙΟ

Το χλώριο καταστρέφει διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς, όπως είναι τα βακτήρια E.Coli, τα οποία χρησιμοποιούνται ως δείκτης μικροβιακής μόλυνσης. Η απολυμαντική του δράση εξαρτάται από την τιμή pH, τη θερμοκρασία, το περιεχόμενο του νερού σε οργανικές ενώσεις, και από άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού.

Το αέριο χλώριο όταν διαλύεται στο νερό υδρολύεται γρήγορα σύμφωνα με την εξίσωση :



Το υποχλωριώδες οξύ (HOCl) είναι το δραστικό συστατικό που σχηματίζεται, το οποίο στη συνέχεια παίρνει μέρος σε μια σειρά από αντιδράσεις, όπως αυτές της απολύμανσης, με πολλές οργανικές ενώσεις και ανόργανες, καθώς και σε μερική διάσπαση σε ιόντα υδρογόνου και υποχλωριώδη σύμφωνα με την αντίδραση :



Το HOCl είναι ασθενές οξύ και η παρουσία του εξαρτάται κυρίως από το pH. Έτσι αν έχουμε τιμές PH μικρότερες από 2 το χλώριο υπάρχει σαν αέριο, ενώ σε τιμές μεταξύ 2 και 6 υπερσχύει το HOCl, ενώ πάνω από 6 αρχίζει η διάσπαση του με τα υποχλωριώδη ιόντα να υπερσχύουν σε τιμές μεγαλύτερες του 7,5. Η απολυμαντική ικανότητα του HOCl είναι μεγαλύτερη από αυτή των υποχλωριωδών ιόντων (OCl<sup>-</sup>), γεγονός που μπορεί να οφείλεται στο μικρό μοριακό του μέγεθος και στην ηλεκτρική του ουδετερότητα που του επιτρέπει να διαπερνά ευκολότερα την κυτταρική μεμβράνη.

Η απολυμαντική ικανότητα του HOCl εξαρτάται επίσης από την θερμοκρασία, επειδή για συγκεκριμένη τιμή pH, η θερμοκρασία επηρεάζει την διάσπαση του HOCl, η οποία ελαττώνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία.

Γενικά στις χαμηλές θερμοκρασίες και για ορισμένη συγκέντρωση χλωρίου η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει το χρόνο καταστροφής των μικροοργανισμών. Όσο πλησιάζουμε στους 100°C, ελαττώνεται η συγκέντρωση του χλωρίου και η μικροβιοκτόνος δράση γίνεται πολύ χαμηλή.

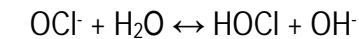
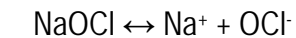
Το χλώριο είναι ισχυρά οξειδωτικό και αντιδρά με πολλές ανόργανες και οργανικές ενώσεις, όπως NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, S<sup>2-</sup>, CN<sup>-</sup>, κλπ. Το ποσό του χλωρίου που αντιδρά με τις ενώσεις αυτές, πριν αρχίσει η καθαρά απολυμαντική του δράση, λέγεται *απαιτούμενο χλώριο*. Σαν *ενεργό χλώριο* εννοείται το άθροισμα όλων των ενώσεων χλωρίου που απαντούν σε κάποια χρονική στιγμή στο νερό και έχουν απολυμαντική δράση. Ως *ελεύθερο* ή *υπολειμματικό χλώριο* χαρακτηρίζεται εκείνο το τμήμα του συνολικά υπάρχοντος ενεργού χλωρίου, το οποίο βρίσκεται σε μορφή υποχλωριώδους οξέος και υποχλωριωδών ιόντων.

Το αέριο χλώριο διατίθεται στο εμπόριο συμπιεσμένο και υγροποιημένο μέσα σε χαλύβδινες φιάλες. Κατά την χρησιμοποίησή του για χλωρίωση πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η διαλυτότητα του στο νερό είναι σχετικά μικρή. Το αέριο χλώριο έχει πρασινοκίτρινο χρώμα, είναι 2,5 φορές βαρύτερο του αέρα και παρουσία αέρα οξειδώνει ταχύτατα τα μέταλλα. Στις συσκευές τροφοδοσίας αερίου χλωρίου η απαιτούμενη ποσότητα

αναρροφάτε με τη βοήθεια ενός ακροφυσίου - μικτού που λειτουργεί με πίεση νερού. Η διάλυση αυτή του αερίου χλωρίου στο νερό κυμαίνεται σε συγκεντρώσεις 1,5 g/l Cl<sub>2</sub>, και οδηγείται στο χώρο χλωρίωσης στην κύρια μάζα νερού. Το πάγιο κόστος εγκατάστασης ενός συστήματος χλωρίωσης με αέριο χλώριο είναι μεγαλύτερο, σε σχέση με τα εναλλακτικά συστήματα χλωρίωσης του νερού, εξαιτίας κυρίως των προδιαγραφών υψηλής ασφάλειας. Το λειτουργικό κόστος χρήσης αερίου χλωρίου είναι χαμηλότερο σε σχέση με τα άλλα χημικά οξειδωτικά. Είναι γενική εκτίμηση ότι η χρήση χλωρίου είναι οικονομικά συμφέρουσα για καταναλώσεις μεγαλύτερες από 50 g/h.

Η εγκατάσταση των συσκευών χλωρίωσης θα πρέπει να γίνεται σε ιδιαίτερους χώρους, στεγνούς και να βρίσκονται στο έδαφος. Επειδή το χλώριο είναι βαρύτερο του ατμοσφαιρικού αέρα συνίσταται η τοποθέτηση εξαερισμού στα σημεία του χώρου πάνω από το δάπεδο. Σε περίπτωση συναγερμού από διαφυγή μεγάλων ποσοτήτων, το χλώριο πρέπει να απομακρύνεται με καταποντισμό νερού. Η απομάκρυνση του στο περιβάλλον ως αέριο μπορεί να προκαλέσει περιβαλλοντικά προβλήματα και προβλήματα υγείας σε μεγάλες περιοχές γύρω από την εστία διαρροής.

ΥΠΟΧΛΩΡΙΩΔΗ ΑΛΑΤΑ: Τα παράγωγα του χλωρίου συγκρίνονται με αυτό σε οξειδωτική ισχύ με βάση το διαθέσιμο χλώριο ( παρακάτω πίνακας). Τα υποχλωριώδη άλατα, όπως είναι το NaOCl, διασπώνται στο νερό και δίνουν HOCl και OCl<sup>-</sup> ανάλογα με την τιμή του pH, κατά τις αντιδράσεις:



Συνεπώς επιτυγχάνεται ίδια ισορροπία ενεργών μορφών απολύμανσης, είτε χρησιμοποιείται αέριο, είτε υποχλωριώδη άλατα για χλωρίωση.

ΕΝΩΣΗ	% ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΧΛΩΡΙΟ
Αέριο χλώριο (Cl <sub>2</sub> )	100%
Διοξειδίο του χλωρίου (ClO <sub>2</sub> )	263%
Υποχλωριώδη	
CaOCl <sub>2</sub>	70%
NaOCl	12-15%
NaOCl (χλωρίνη οικιακή)	3-5%
Τριχλωρο-ισοκυανουρικό οξύ (CONCl) <sub>3</sub>	85%

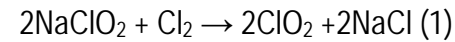
## ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ

Χρησιμοποιείται σε περιορισμένο βαθμό στην επεξεργασία του νερού, κυρίως σε περιπτώσεις που το χλώριο δημιουργεί με τα περιεχόμενα συστατικά του νερού ενώσεις που αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του.

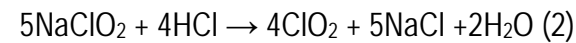
Το διοξειδίο του χλωρίου οξειδώνει πολλές οργανικές και θειούχες ενώσεις που υποβαθμίζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού και δε δημιουργεί τριαλομεθάνια. Χρησιμοποιείται εκτενώς στην βιομηχανία τροφίμων, στη βιομηχανία χαρτιού, για

λεύκανση χαρτοπολτού και σε συστήματα που περιέχουν αμμωνία επειδή δεν αντιδρά με αυτήν.

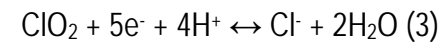
Το διοξείδιο του χλωρίου παράγεται από την αντίδραση του χλωρίου με χλωριώδες νάτριο:



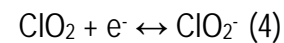
στην οποία απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα χλωρίου για την ολοκλήρωση της. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι το διοξείδιο του χλωρίου δεν είναι καθαρό παρά μόνο κατά 60-70%, ενώ περιέχει σημαντικό ποσοστό χλώριο, το οποίο μπορεί να δημιουργήσει τα ανεπιθύμητα εκείνα παραπροϊόντα για την αποφυγή των οποίων επιλέχθηκε η χρήση του  $\text{ClO}_2$ . Σε μικρές ποσότητες το  $\text{ClO}_2$  παράγεται κατά την αντίδραση:



που έχει μικρότερο ποσοστό παραγωγής σε διοξείδιο του χλωρίου απ' ό,τι η αντίδραση (1) σε σχέση με το καταναλωμένο  $\text{NaClO}_2$ , αλλά με πλεονέκτημα ότι δεν περιέχει  $\text{Cl}_2$ . Σε όξινο περιβάλλον το  $\text{ClO}_2$  ανάγεται κατά την αντίδραση:



Εάν η παραπάνω αντίδραση γινόταν στο νερό, τότε η τότε η οξειδωτική ισχύς του διοξειδίου του χλωρίου θα ήταν 1,4 φορές μεγαλύτερη από αυτήν του  $\text{Cl}_2$ . Σε σχετικά ουδέτερες τιμές pH του νερού γίνεται η αντίδραση:



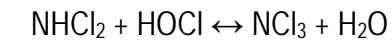
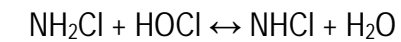
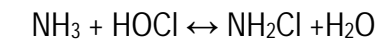
Η αντίδραση έχει δυναμικό οξειδοαναγωγής 0,95 V, Δηλαδή περίπου το 70% της οξειδωτικής ισχύος του χλωρίου. Έτσι, πρακτικά δεν χρησιμοποιείται η ολική οξειδωτική ικανότητα του διοξειδίου του χλωρίου κατά την εφαρμογή του στην επεξεργασία του νερού. Το  $\text{ClO}_2$  παράγεται σχεδόν πάντα επί τόπου λίγο πριν από την χρήση του, δεν μεταφέρεται ποτέ στην αέρια μορφή του επειδή είναι εκρηκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες, στην έκθεση του στο φως και παρουσία οργανικών ενώσεων.

### **ΧΛΩΡΑΜΙΝΕΣ**

Οι χλωραμίνες έχουν ασθενέστερη απολυμαντική δράση από το ελεύθερο χλώριο, αφήνουν όμως στο νερό ένα πιο χημικά σταθερό υπολειμματικό απολυμαντικό και δεν ευνοούν την δημιουργία τριαλομεθανίων (THL), και άλλων παραπροϊόντων απολύμανσης και σε συνδυασμό με την χρήση ελεύθερου χλωρίου βοηθούν στην απομάκρυνση δυσάρεστων οσμών στο νερό. Πρέπει να υπάρχουν εγκαταστάσεις που να επιτρέπουν μεγάλο χρόνο επίδρασης. Έχουν απολυμαντική ικανότητα έναντι πολλών παθογόνων βακτηριδίων αλλά δεν είναι αποτελεσματικές κατά της *Legionella*, των πρωτόζωων

(*Giarda*) και των ιών. Η μικροβιοκτόνος δράση της οφείλεται σε αναστολή πρωτεϊνικών αντιδράσεων στον κυτταρικό μεταβολισμό. Έτσι συνίσταται η χρήση τους σαν δευτερογενής απολύμανση, για την βελτίωση οργανοληπτικών ιδιοτήτων του χλωριωμένου νερού και την παρουσία σταθερού υπολειμματικού απολυμαντικού στο νερό. Ένα μειονέκτημα των χλωραμινών είναι ότι ευνοούν την ανάπτυξη νιτροβακτηρίων στις δεξαμενές, τα οποία μπαίνουν στην τροφική αλυσίδα άλλων μικροοργανισμών και μεγαλώνει ο ολικός αριθμός των μικροοργανισμών στο νερό.

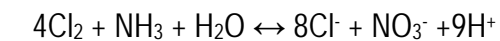
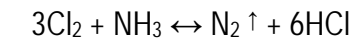
Το χλώριο αντιδρά με την αμμωνία και σχηματίζει τριών ειδών χλωραμίνες, τις μονοχλωραμίνες, τις διχλωραμίνες και τις τριχλωραμίνες:



Το είδος των χλωραμινών που θα σχηματιστούν εξαρτάται από την αναλογία χλωρίου-αμμωνίας, από την συγκέντρωση του χλωρίου, την τιμή pH, τη θερμοκρασία και την αλκαλικότητα.

Το pH, είναι σημαντικός παράγοντας για τον σχηματισμό των χλωραμινών. Η καλύτερη τιμή για τον σχηματισμό μονοχλωραμίνης είναι το 8,4, ενώ οι ψηλές τιμές αναστέλλουν την δημιουργία διχλωρο- και τριχλωρο-αμινών. Δρουν και σε τιμές pH, μεγαλύτερες του 10.

Σε υψηλές αναλογίες χλωρίου προς αμμωνία, η αμμωνία οξειδώνεται σε αέριο άζωτο και ένα μικρό ποσοστό σε νιτρικά:



οι οποίες χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση της αμμωνίας από το νερό με ισχυρή χλωρίωση.

**ΤΡΙΧΛΩΡΟ-ΙΣΟΚΥΑΝΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ:** Είναι στερεάς μορφής και αργής διάλυσης (έως και 8 ώρες). Χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό κλειστών συστημάτων, όπως πισίνες όπου προστίθεται κατά διαστήματα.

### **OZON**

**ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ:** Είναι μια αλλοτροπική ενεργή μορφή του οξυγόνου με χημικό τύπο  $\text{O}_3$ . Το όζον ανακαλύφθηκε από τον Cristian Friedrich Schonbein, το 1840. Στην αέρια μορφή του έχει μπλε χρώμα, στην υγρή μαύρο-μπλε και στην στερεά μαύρο. Το σημείο ζέσης του είναι  $-111,5^\circ\text{C}$ , ενώ το σημείο τήξης του φθάνει στους  $-192^\circ\text{C}$ . Είναι 1,6 φορές βαρύτερο από τον αέρα και σε περιπτώσεις διαρροής συγκεντρώνεται στα χαμηλά σημεία. Η ειδική του μάζα σε  $0^\circ\text{C}$  και πίεση 1atm είναι 2,143

kg/m<sup>3</sup> ενώ η θερμότητα σχηματισμού 1 mole σε σταθερό όγκο είναι 143 kJ (34,2 kcal). Έχει μια χαρακτηριστική οσμή που το καθιστά ανιχνεύσιμο σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 2 mg/l.

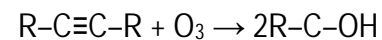
Διασπάται γρήγορα σχηματίζοντας O<sub>2</sub> και απελευθερώνει θερμότητα. Έτσι είναι δεν μπορεί να παραχθεί, να αποθηκευτεί ή να μεταφερθεί σε μεγάλες ποσότητες. Σε υψηλές συγκεντρώσεις διασπάται με εκρηκτικό τρόπο και σε χαμηλές θερμοκρασίες ακόμα και στους -120°C.

Σε χαμηλές συγκεντρώσεις η διάσπαση γίνεται με μικρότερο ρυθμό. Η σπουδαιότερη ιδιότητα του όζοντος είναι η ισχυρή οξειδωτική του δράση. Το όζον δρα πάνω στα αιωρούμενα ή στα διαλυμένα σωματίδια στο νερό με άμεση ή έμμεση οξείδωση, με οζονόλυση και με κατάλυση.

Οι αντιδράσεις άμεσης οξείδωσης του όζοντος που προκύπτουν από την δράση ενός ατόμου ενεργού οξυγόνου, είναι συνήθως ακαριαίες, καθώς το όζον έχει το μεγαλύτερο δυναμικό οξειδοαναγωγής από όλα τα οξειδωτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία του πόσιμου νερού.

Το όζον παράγει και αντιδράσεις έμμεσης οξείδωσης καθώς ένα μέρος του που διαλύεται στο νερό διασπάται και σχηματίζει ελεύθερες ρίζες (HO·), που αντιδρούν και οξειδώνουν οργανικές και ανόργανες ενώσεις διαλυμένες στο νερό. Επιτυγχάνεται σε υψηλές τιμές pH, που ευνοούν την ανάπτυξη των ελευθέρων ριζών.

Το όζον δρα επίσης με την οζονόλυση, παρεμβάλλοντας όλο του το μόριο σε άτομα που συνδέονται με πολλαπλούς δεσμούς, με αποτέλεσμα να παράγονται δύο απλούστερα μόρια με διαφορετικές ιδιότητες από το αρχικό:



Το όζον μπορεί να καταλύσει και να επιταχύνει ορισμένες αντιδράσεις οξείδωσης. Ένα από τα πλεονεκτήματα του είναι ότι διασπάται δίνοντας O<sub>2</sub> στο νερό και έτσι δεν έχει ανεπιθύμητες επιδράσεις στην γεύση, οσμή και εμφάνιση.

**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ:** Το όζον χρησιμοποιείται για την επίτευξη των παραπάνω στόχων λόγω της μεγάλης απολυμαντικής ισχύος του.

**A) Απολύμανση.** Καταστρέφει όλους τους παθογόνους μικροοργανισμούς (βακτήρια, ιούς) που υπάρχουν στο νερό. Δρα ποιο γρήγορα και αποτελεσματικά από τα άλλα απολυμαντικά μέσα. Συγκεντρώσεις 0,1-0,2 mg/l είναι αρκετές για να έχουμε νερό απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς, ενώ είναι αρκετές συγκεντρώσεις 0,3-0,5 mg/l για να έχουμε νερό απαλλαγμένο και από ιούς σε λίγα λεπτά σε σύγκριση με τις ώρες που χρειάζονται με τα άλλα απολυμαντικά μέσα.

**B) Απομάκρυνση του χρώματος του νερού** στο οποίο δίνει ένα ελκυστικό γαλάζιο χρώμα.

**Γ) Απομάκρυνση των οσμών.** Καταστρέφει την πλειοψηφία των ενώσεων που είναι υπεύθυνες για την ανεπιθύμητη γεύση του νερού, όπως οι φαινόλες.

**Δ) Απομάκρυνση του σιδήρου, του θείου και του μαγγανίου.** Προκαλεί την καθίζηση του σιδήρου ακόμα και αυτό που βρίσκεται στις χουμικές ενώσεις. Οι ενώσεις του μαγγανίου απομακρύνονται χωρίς να χρειάζεται καταλύτης ή υψηλές τιμές pH. Σε τιμές pH 6,5 είναι δυνατή η πλήρης οξείδωση τους, αλλά απαιτείται η χρήση φίλτρου ενεργού άνθρακα για να μετατραπούν τα υπερμαγγανικά άλατα που σχηματίστηκαν σε υδροξείδιο του μαγγανίου. Το όζον χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του σιδήρου ή του μαγγανίου στις περιπτώσεις που είναι συμπλοκοποιημένα με οργανικά οξέα. Καταστρέφει χωρίς πρόβλημα το υδρόθειο και άλλες θειούχες ενώσεις που μπορεί να αποφέρουν δυσάρεστη οσμή και γεύση στο νερό.

**Ε) Απομάκρυνση οργανικών υλικών.** Οξειδώνει μερικώς τα οργανικά υλικά (10-25%), αλλά δεν μπορεί να προκαλέσει την συσσωμάτωση των κολλοειδών σωματιδίων. Έτσι χρησιμοποιείται πριν την θρόμβωση.

**ΣΤ) Διάσπαση των απορρυπαντικών και απομάκρυνση των οργανοφωσφορικών φυτοφαρμάκων.** Σε ικανοποιητικές ποσότητες μπορεί να απομακρύνει τα απορρυπαντικά σε μεγάλο ποσοστό, όπως και φυτοφάρμακα π.χ. παραθείο, μαλαθείο και μεθυλοπαραθείο.

	ΧΛΩΡΙΟ	ΟΖΟΝ
Οσμή	Δυσάρεστη	Καμία
Γεύση	Δυσάρεστη	Καμία
Χρώμα	Κίτρινο	Άχρωμο
Οξειδωτική ισχύ	Καλή	Υψηλή
Αντιβακτηριακή δράση	Διαφέρει από είδος σε είδος	Πολύ ευρεία
Καταστροφική δράση σε παράσιτα	Ελαφρά	Υψηλή
Καταστροφική δράση σε άλγη και πρωτόζωα	Ελαφρά	Υψηλή
Δράση σε μύκητες	Ελαφρά	Υψηλή
Δράση σε κύστες και σπόρια	Ελαφρά	Υψηλή
Δομική δράση σε μικρορυπαντές (υδρογονάνθρακες, απορρυπαντικά, φαινόλες, φυτοφάρμακα, κλπ)	Καμία μέχρι ελαφρά	Υψηλή
Δράση σε δυσάρεστα οργανικά μόρια (οσμή, γεύση).	Καμία	Μεγάλη
Μηχανισμός αντίδρασης και ενδιάμεση παραγωγή	Έμμεση οξείδωση με παραγωγή χλωραμινών, χλωροφαινόλων, τριαλομεθανίων, κλπ.	Άμεση οξείδωση με οξυγόνωση του νερού.

*Σύγκριση αποτελεσμάτων επεξεργασίας πόσιμου νερού με χρήση όζοντος και χλωρίου*

## **ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΟ ΝΕΡΟ**

### **1) ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΧΛΩΡΙΟΔΟΥΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (NaOCl)**

#### **A) ΤΡΙΑΛΟΓΟΝΟΜΕΘΑΝΙΑ (THM)**

Είναι οι πιο επικίνδυνες ουσίες που δημιουργούνται κατά την προχλωρίωση:

1) **ΧΛΩΡΟΦΟΡΜΙΟ**: Είναι το πιο επικίνδυνο από όλα τα τριαλογομεθάνια, είναι τοξικό και προκαλεί βλάβες στο συκώτι και τα νεφρά καθώς και όγκους στα όργανα αυτά. Αν και από την φύση του δεν είναι γονοτοξικό το IARC (Διεθνής Υπηρεσία Έρευνας για τον Καρκίνο) το έχει κατατάξει σαν καρκινογόνο.

2) **ΒΡΩΜΟΔΙΧΛΩΡΟΜΕΘΑΝΙΟ**: Μελέτες σε τρωκτικά έχουν δείξει ότι σε υψηλές δόσεις είναι τοξικό. Δεν είναι βέβαιο αν είναι γονοτοξικό, αλλά έχει καταταχθεί σαν πιθανό καρκινογόνο από το IARC.

3) **ΧΛΩΡΟΔΙΒΡΩΜΟΜΕΘΑΝΙΟ**: Προκαλεί βλάβες στο συκώτι και στα νεφρά. Δεν έχει καταταχθεί σε κάποια κατηγορία επικινδυνότητας από το IARC.

4) **ΒΡΩΜΟΦΟΡΜΙΟ**: Προκαλεί βλάβες στο συκώτι και τα νεφρά καθώς και μικρή αύξηση στους όγκους, αλλά ερωτηματικά υπάρχουν ως προς την γονιδοτοξική του ικανότητα. Το IARC δεν το έχει κατατάξει σε κάποια κατηγορία επικινδυνότητας.

#### **B) ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΟΞΙΚΑ ΟΞΕΑ**

Από τα ποιο σημαντικά αυτά παραπροϊόντα της χλωρίωσης είναι τα χλωριωμένα οξικά οξέα όπως το διχλωροοξικό οξύ που θεωρείται υπογλυκαιμικός παράγοντας. Τα όρια του Π.Ο.Υ. (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας) για το πόσιμο νερό είναι 0,05 mg/l για το διχλωροοξικό οξύ και 0,1mg/l για το τριχλωροοξικό οξύ.

#### **Γ) ΑΛΟΓΟΝΟ-ΑΚΕΤΟ-ΝΙΤΡΙΛΙΑ**

Το διχλωροακετονιτρίλιο, το διβρωμοακετονιτρίλιο και το βρομοχλωροακετονιτρίλιο αποτελούν μια κατηγορία παραπροϊόντων που έχουν ανιχνευθεί στο χλωριωμένο νερό, σε συγκεντρώσεις λίγων mg/l. Τα διαθέσιμα τοξικολογικά στοιχεία είναι πολύ περιορισμένα. Τα όρια που ορίζει ο Π.Ο.Υ. είναι 0,090 mg/l για το διχλωροακετονιτρίλιο και 0,100 mg/l για το διβρωμοακετονιτρίλιο.

#### **Δ) ΑΛΛΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ**

Οι χλωροφαινόλες, οι χλωριωμένες κετόνες, οι χλωριωμένες αλδέυδες και η χλωριωμένη φουρανόνη (MX), έχουν ανιχνευθεί στο χλωριωμένο νερό. Ορισμένες από τις ενώσεις αυτές έχουν παρουσιάσει μεταλλακτικές ιδιότητες σε επίπεδο βακτηρίων αλλά όλοι οι εθνικοί και διεθνείς Οργανισμοί συγκλίνουν ότι δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για να εκτιμηθεί η επικινδυνότητα τους για τον άνθρωπο και να τεθούν τα όρια.

### **2) ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ (ClO<sub>2</sub>)**

Οι μέχρι τώρα έρευνες σχετικά με τις επιπτώσεις του διοξειδίου του χλωρίου έχουν επικεντρωθεί στο ίδιο το διοξείδιο του χλωρίου και στα δύο γνωστά ανόργανα ιόντα που

σχηματίζονται κατά την διάλυση του στο νερό, το χλωριώδες (ClO<sub>2</sub><sup>-</sup>) και το χλωρικό (ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Είναι διαπιστωμένο ότι το ClO<sub>2</sub> δεν παράγει τριαλογομεθάνια ενώ υπάρχουν ελάχιστες πληροφορίες για άλλα παραπροϊόντα που μπορεί θεωρητικά να σχηματίσει.

Ο Π.Ο.Υ. δεν έχει ορίσει κάποιο όριο γιατί το ClO<sub>2</sub> μετά την διάλυση του στο νερό διασπάται γρήγορα και το όριο για το χλωριώδες ιόν αποτελεί ασφαλή περιορισμό και για το ClO<sub>2</sub>.

Το χλωριώδες και το χλωρικό ιόν προκαλεί μεθαιμογλοβιναιμία και ιδίως το χλωριώδες ιόν προκαλεί αιμολυτική αναιμία σε δόσεις μικρότερες από αυτές που προκαλούν τον σχηματισμό μεθαιμογλοβίνης. Μία έρευνα στις ΗΠΑ έδειξε ότι μια δόση 0,034 mg ανά κιλό βάρους την ημέρα δεν προκαλεί αρνητικά αποτελέσματα στην υγεία. Η ΠΟΥ έχει ορίσει την τιμή των 0,2 mg/l μόνο για το χλωριώδες ιόν.

### **3) ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΙΣΜΟΥ**

Ο οζονισμός προκαλεί τον σχηματισμό ακεταλδεΐδης και φορμαλδεΐδης που είναι καρκινογόνα όταν εισπνέονται, αλλά δεν υπάρχουν τοξικολογικές μελέτες των επιπτώσεων όταν γίνεται η κατάποση τους.

#### **4) ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΧΡΗΣΗΣ Η<sub>2</sub>O<sub>2</sub>**

Το υπεροξειδίο του υδρογόνου όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το όζον παρουσιάζουν εξαιρετική οξειδωτική δράση. Ένα μέρος του όζοντος μπορεί να περάσει στο νερό για κατανάλωση. Πειράματα σε ζώα έχουν δείξει ότι μπορεί να έχει μεταλλακτική δράση τόσο σε κύτταρα βακτηρίων όσο και σε κύτταρα θηλαστικών. Η ΠΟΥ δεν προβλέπει κανένα όριο για την ανίχνευση του υπεροξειδίου του υδρογόνου.

### **5) ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΧΛΩΡΑΜΙΝΩΝ**

Οι χλωραμίνες μπορεί να αποτελούν και οι ίδιες ένα κίνδυνο για την υγεία. Οι χλωραμίνες παράγουν τα ίδια παραπροϊόντα με το χλώριο αλλά σε μικρότερες ποσότητες αλλά συγχρόνως παράγουν και χλωριούχο κυάνιο, φορμαλδεΐδη και ακεταλδεΐδη. Το χλωριούχο κυάνιο είναι τοξικό, αλλά το όριο των 500 ppb, έχει οριστεί μόνο για τον αέρα. Ο Π.Ο.Υ. προτείνει το όριο των 3 mg/l.

### **ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΟΥ**

Η επιλογή του απολυμαντικού εξαρτάται από ένα πλήθος παραγόντων, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- Να είναι δραστικό σε όλες τις κατηγορίες μικροοργανισμών που παρουσιάζονται ή που αναμένονται να παρουσιαστούν στο νερό.
- Να συμφέρει οικονομικά η εφαρμογή του
- Να μην δημιουργεί παρενέργειες στο σύστημα και να μην διευκολύνει την ανεξέλεγκτη ανάπτυξη ανεπιθύμητων ειδών.
- Να μην δημιουργεί σοβαρούς κινδύνους για το προσωπικό και το περιβάλλον.

Η τελική επιλογή γίνεται με συγκριτική εργαστηριακή δοκιμή. Η ποιο διαδομένη τεχνική δίνει η μέθοδος γνωστή σαν "Relative Popular Density Test" (RPDT). Σε διάφορα δείγματα νερού προστίθενται τα προεπιλεγμένα απολυμαντικά, σε διάφορες

συγκεντρώσεις. Μετά τον κατάλληλο χρόνο επαφής απολυμαντικού - νερού - μικροοργανισμών γίνεται καλλιέργεια, που μας δίνει την ποσοστιαία μείωση του ολικού αριθμού των μικροοργανισμών. Έτσι επιλέγεται το απολυμαντικό που θα δώσει την μεγαλύτερη δραστηριότητα στο χαμηλότερο κόστος.

Παρά την επαναληψιμότητα η μέθοδος μπορεί να δώσει ασφαλή επιλογή σε δύο περιπτώσεις:

- Όταν στο σύστημα δεν έχει χρησιμοποιηθεί απολυμαντικό μέσο ή έχει παύση για μεγάλο χρόνο η χρήση του.
- Όταν αντιμετωπίζουμε περίπτωση ανθεκτικότητας και αναζητούμε ισχυρό αντικατάστατο του ήδη χρησιμοποιούμενου απολυμαντικού.

#### **ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως το διοξειδίο του χλωρίου και το όζον είναι δύο ενώσεις αρκετά επικίνδυνες όσον αφορά την αποθήκευση και την παρασκευή τους καθώς χρειάζεται να παραχθούν επιτόπου και να αναλωθούν. Επίσης λόγω της επικινδυνότητας και της διαρροής που σε μικροποσότητες εισπνεόμενα μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές αναπνευστικές και δερματικές βλάβες στο προσωπικό που τα χειρίζεται όπως και της επικινδυνότητας της εκρηκτικότητας τους. Αντίθετα το υποχλωριώδες νάτριο είναι λιγότερο επικίνδυνο σε ότι αφορά την αποθήκευση αλλά και την παρασκευή του, ενώ σαν υγρό εύκολα εντοπίζεται τυχόν διαρροή του. Έτσι προτιμάται ακόμα σε πολλές περιπτώσεις το υποχλωριώδες νάτριο σαν απολυμαντικό μέσο σε σχέση με τα άλλα δύο.

#### **Βιβλιογραφία**

- 1) Foster, D. Ozone inactivation cell and fecal-Associated viruses and bacteria.
- 2) Jolley, R.L., Bull, R.J., Davis., W.P., Kate, S., Roberts, Jr., M.H. and Jacobs, V.A. Water chlorination: Chemistry, environmental impact and health effects.
- 3) Degremont ozonizers, horizontal tube. (Ενημερωτικό φυλλάδιο).
- 4) Δ.Ε.Υ.Α.Θ [www.deyath.gr](http://www.deyath.gr)
- 5) Μήτρακας Μανασής, «Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία του νερού».
- 6) Μ. Παπαπετροπούλου και Α. Μαυρίδου. «Μικροβιολογία του υδάτινου περιβάλλοντος-βασικές αρχές».
- 7) Μ. Κ. Σκληβανιώτης «Ποιότητα πόσιμου νερού».
- 8) Τ. Αρβανιτίδου - Βαγιωνά, Υγιεινή και Περιβάλλον. Εκδ. University Studio Press. σσ. 163. Θεσσαλονίκη, 1992.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΟΨΕΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ ΚΑΙ  
ΘΡΑΚΗ

*Σελίδες 9 - 14*

ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ  
ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

*Σελίδες 15-25*

ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ ΑΠΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ  
ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΡΑΚΗΣ

*Σελίδες 27-36*

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ

*Σελίδες 37-42*

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΟ  
ΕΛΕΓΧΟ

*Σελίδες 43-54*

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΓΕΝΩΝ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ  
ΥΓΕΙΑΣ

*Σελίδες 55-63*

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΤΙΔΑΣ  
ΑΠΟ ΣΙΓΚΕΛΛΑ ΚΑΙ ΣΑΛΜΟΝΕΛΛΑ

*Σελίδες 65-69*

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΤΕΡΙΚΟΥΣ ΙΟΥΣ  
ΥΔΑΤΟΓΕΝΟΥΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

*Σελίδες 71-76*

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

*Σελίδες 77-82*

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΝΕΡΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

*Σελίδες 83-85*

ΧΡΗΣΕΙΣ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΕΛΕΓΧΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ

*Σελίδες 87-95*

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΝΟΣΟΥ ΤΩΝ ΛΕΓΕΩΝΑΡΙΩΝ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ  
ΥΓΙΕΙΝΗ

*Σελίδες 97-111*

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

*Σελίδες 113-125*



