

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΘΗΝΑΣ(Τ.Ε.Ι.-Α)  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ (Σ.Ε.Υ.Π)  
ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ**

## **ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ**

**Σημειώσεις μαθήματος  
Απολυμάνσεων-Αποστειρώσεων  
(Επικαιροποιημένη έκδοση 2015)**

**ΥΠΟ:  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΝΤΕΛΕΖΟΥ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΑΘΗΝΑ 2015**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	5
1 <sup>η</sup> ΕΝΟΤΗΤΑ: Η ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ	
1 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Η διαχείριση της απολύμανσης.....	7
1.1 Ορισμοί	
1.2 Οι αρχές της διαδικασίας απολύμανσης.....	8
2 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Η διαχείριση των μεθόδων απολύμανσης.....	10
2.1 Μέθοδοι απολύμανσης	
2.2 Συσκευές απολύμανσης.....	11
3 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο : Οικιακή απολύμανση.....	16
3.1 Οικιακή απολύμανση	
3.2 Χημικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σπίτι.....	17
3.3 Λάθη κατά την χρήση των απολυμαντικών .....	18
3.4 Προδιαγραφές ενός ιδανικού απολυμαντικού.....	19
4 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο : Επαγγελματική απολύμανση.....	20
4.1 Ο εντοπισμός των κινδύνων	
4.2 Η εκτίμηση των πιθανών μικροοργανισμών του χώρου.....	21
4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των απολυμαντικών.....	22
4.4 Έλεγχος μικροβιοκτόνου δράσης προϊόντων	
4.5 Νομικό Πλαίσιο Κυκλοφορίας Απολυμαντικών .....	23
4.6 Η Απορρύπανση .....	25
4.7 Η Απολύμανση στο επαγγελματικό πεδίο .....	26
4.8 Προϋποθέσεις για την επιλογή σκευάσματος	
4.9 Απολυμαντικές ουσίες χώρων και επιφανειών	
4.10 Ασυμβατότητες.....	29
4.11 Ειδικά θέματα	
4.12 Οι επιπτώσεις των απολυμαντικών στο περιβάλλον.....	31
4.13 Η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου στα απολυμαντικά... ..	32
5 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Ιδιότητες και ασυμβατότητες των απολυμαντικών.....	34
5.1 Γλουταραλδεϋδη.....	35
5.2 Υπεροξικό οξύ.....	36
5.3 Γλυοξάλη	
5.4 Φορμαλδεϋδη.....	37
5.5. Ορθοφθαλαλδεϋδη – ΟΡΑ.....	38
5.6 Χλώριο και παράγωγα χλωρίου	
5.7 Φαινόλες.....	39
5.8 Τεταρτοταγή άλατα αμμωνίου.....	40
6 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Αντισηψία: προβλήματα και εφαρμογές.....	42
6.1 Είδη αντισηψίας	
6.2 Ο ρόλος του δέρματος	
6.3 Ο ρόλος των σαπώνων.....	43
6.4 Τα είδη των αντισηπτικών.....	45
7 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Οι κίνδυνοι από τις απορρυπαντικές ουσίες.....	48
7.1 Σάπωνες	
7.2 Συνθετικά απορρυπαντικά	
7.3 Σύνδρομες-βοηθητικές ουσίες.....	49
7.4 Αλκάλια και οξέα.....	50
7.5 Η επιλογή του απορρυπαντικού .....	51

7.6 Οι κίνδυνοι από τα απορρυπαντικά	
8 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Έλεγχοι διαδικασιών απολύμανσης –αποστείρωσης .....	53
βάσει ευρωπαϊκών οδηγιών	
8.1 Ευρωπαϊκά πρότυπα αναφοράς απαιτήσεων απολύμανσης – αποστείρωσης για ιατροτεχνολογικά προϊόντα	
8.2 Η εφαρμογή της ευρωπαϊκής οδηγίας EN ISO 15883 για πιστοποίηση και έλεγχο της διαδικασίας καθαρισμού και απολύμανσης ιατροτεχνολογικών προϊόντων	54
8.3 Validation-Επικύρωση πλυντηρίων απολύμανσης.....	56
8.4 Validation-Επικύρωση διαδικασίας αποστείρωσης.....	58
2 <sup>η</sup> ΕΝΟΤΗΤΑ : ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ- ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ	
Εισαγωγή.....	60
9 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Υπεριώδης μικροβιοκτόνος ακτινοβολία.....	61
9.1 Ιστορική Αναδρομή	
9.2 Ιδιότητες.....	62
9.3 Είδη και Κατηγορίες των συστημάτων υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας.....	63
9.4 Εφαρμογές των συστημάτων UVGI.....	67
9.5 Αποτελεσματικότητα των συστημάτων UVGI.....	69
9.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συστημάτων UVGI	
9.7 Κλινικές δοκιμές .....	70
9.8 Παρενέργειες και μέτρα ασφαλείας από την χρήση των συστημάτων UVGI.....	71
Συμπέρασμα	
10 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Χαλκός .....	73
10.1 Ιστορική Αναδρομή	
10.2 Χαρακτηριστικά και Ιδιότητες.....	74
10.3 Εφαρμογές.....	75
10.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση του χαλκού.....	76
10.5 Εργαστηριακές δοκιμές μικροβιοκτόνου δράσης χαλκού.....	77
10.6 Παρενέργειες.....	79
Συμπέρασμα	
11 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Ασήμι.....	80
11.1 Ιστορική Αναδρομή	
11.2 Ιδιότητες.....	81
11.3 Εφαρμογές	
11.4 Μικροβιοκτόνοι μηχανισμοί δράσης.....	83
11.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση του αργύρου..	85
11.6 Κλινικές Δοκιμές.....	86
11.7 Συνεργιστική δράση με άλλα απολυμαντικά	
11.8 Παρενέργειες και Μέτρα Ασφαλείας .....	87

## Συμπέρασμα

12 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Αποστειρωτικό σύστημα Στέρις 1 Ε.....	89
12.1 Ιστορική αναδρομή	
12.2 Ιδιότητες.....	90
12.3 Περιγραφή και λειτουργία συσκευής	
12.4 Εφαρμογές .....	92
12.5 Μικροβιοκτόνος αποτελεσματικότητα.....	93
12.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση του συστήματος Στέρις Ε	
12.7 Εργαστηριακές και κλινικές δοκιμές.....	94
12.8 Παρενέργειες και μέτρα ασφαλείας.....	95
Συμπέρασμα	
13 <sup>ο</sup> Κεφάλαιο: Πολυεξανίδιο Διγουανίδης.....	97
13.1 Ιδιότητες	
13.2 Εφαρμογές	
13.3 Μηχανισμός δράσης του πολυεξανιδίου.....	99
13.4 Μηχανισμοί δραστηριότητας έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών	
13.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα .....	100
13.6 Εργαστηριακές και κλινικές δοκιμές.....	101
13.7 Παρενέργειες	
Συμπέρασμα	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	103
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	120
1 <sup>ο</sup> ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΟ ΚΕΕΛΠΝΟ « ΠΡΟΚΡΟΥΣΤΗΣ»	121
2 <sup>ο</sup> ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΡΟΤΥΠΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ	123

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα χημικά απολυμαντικά-αντισηπτικά αναφέρονται στη σύγχρονη βιβλιογραφία ως «μη αντιβιοτικοί αντιμικροβιακοί παράγοντες». Περιλαμβάνουν ενώσεις που έχουν ως στόχο την καταστροφή των μικροβίων, την μείωση του αριθμού τους ή την αναστολή της ανάπτυξής τους.

Θεωρείται ότι συμβάλλουν εξίσου με τα αντιβιοτικά στον έλεγχο των λοιμώξεων. Εγείρονται ερωτήματα όμως στην καθημερινή πρακτική εάν χρησιμοποιούνται σωστά, υπό ποιές προϋποθέσεις, σε ποιες συσκευές, εάν οι ποσότητες και ο τρόπος χρήσης τους μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στους χρήστες.

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η μελέτη ιστορικών κειμένων αποδεικνύει ότι η απολύμανση ήταν γνωστή ως εμπειρική μέθοδος προστασίας του ανθρώπου από τις λοιμώξεις αιώνες πριν τη θεμελίωση «της μικροβιακής θεωρίας των νόσων» από τους L.Pasteur και R.Koch. Στη Βίβλο γίνονται αναφορές για την χρήση αρωματικών ξύλων και καπνού (Ύσσωπος = ξύλο κέδρου): «ραντιείς με υσσώπω και καθαρισθήσομαι» (Λευϊτικόν, κεφ.11-15). Ο Όμηρος στην Οδύσσεια αναφέρει την χρήση ατμών θείου και οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν αιθέρια έλαια και σαπούνι για τις πληγές και την ταρίχευση πτωμάτων. Στα Ιπποκρατικά κείμενα ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αναφερόμενα για το ξύδι και το κρασί (οξύ και αλκοόλη) στην περιποίηση τραυμάτων. Τον 17<sup>ο</sup> αιώνα, ο Pringle John χρησιμοποίησε την καμφορά και το 1775 χρησιμοποιούνται η χλωρίνη και το υποχλωριώδες Ca, το οποίο οι Holmes και Semmelweiss, το 1840, το χρησιμοποιούν για την αντισηψία των χεριών, πριν την εξέταση των επίτοκων γυναικών, για την αποφυγή των επιλόχειων λοιμώξεων. Αργότερα ο Pasteur χρησιμοποιεί την αλκοόλη, ο Lister το καρβολικό οξύ, ο Koch το χλωρικό υδράργυρο, ο Davaine το ιώδιο και ο Thenard το H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Το 1827 ο Alcock επεσήμανε την αξία των υποχλωριωδών αλάτων ως αντισηπτικών, θεωρία που υποστηρίχθηκε αργότερα και από τον Leferre. Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του '60 σ' όλο τον κόσμο πίστευαν ότι τα απολυμαντικά ήταν η «πανάκεια» για την υγιεινή των νοσοκομείων και τον έλεγχο των λοιμώξεων. Από τη δεκαετία του '70 άρχισε να διαπιστώνεται ότι η μη σωστή χρήση και η αλόγιστη κατανάλωση δημιουργεί προβλήματα στον έλεγχο των λοιμώξεων, όπως ανθεκτικά μικροβιακά στελέχη, παροχή χαμηλής ποιότητας νοσοκομειακή υγιεινή και επιβάρυνση του προσωπικού και του κόστους νοσηλείας. Οι πρώτοι θιγόμενοι ήταν οι καθημερινοί χρήστες άρα το προσωπικό.

# **1<sup>η</sup> ΕΝΟΤΗΤΑ**

## **Η ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ**

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

### 1.1 .ΟΡΙΣΜΟΙ

#### 1.1.1 Αποστείρωση (STERILIZATION)

Καταστροφή όλων των μικροοργανισμών συμπεριλαμβανομένων και των σπόρων των μικροβίων με φυσικά ή χημικά μέσα .

Πεδίο εφαρμογής: εξοπλισμός

#### 1. 1. 2. Απολύμανση (DISINFECTION)

Η εξάλειψη πολλών ή και όλων των βλαστικών μορφών των παθογόνων μικροβίων και των περισσοτέρων ιών που βρίσκονται σε άψυχα αντικείμενα, αλλά όχι των ενδοκυττάρων σπόρων βακτηρίων ή των rriions

Πεδία εφαρμογής: επιφάνειες- εξοπλισμός

Η απολύμανση ανάλογα με την αποτελεσματικότητά της, διακρίνεται σε:

*Υψηλού βαθμού απολύμανση (high level disinfection)*

Καταστροφή όλων των μικροοργανισμών, εκτός από ένα μεγάλο αριθμό σπόρων.

*Ενδιάμεσου βαθμού απολύμανση (intermediate level disinfection)*

Αδρανοποίηση των βλαστικών μορφών των μικροβίων, του Mycobacterium tuberculosis, των περισσότερων ιών και μυκήτων, όχι όμως και των μικροβιακών σπόρων.

*Χαμηλού βαθμού απολύμανση (low level disinfection)*

Αδρανοποίηση των περισσοτέρων βλαστικών μορφών μικροβίων, ορισμένων ιών και μυκήτων όχι όμως και του M.tuberculosis, των μικροβιακών σπόρων και της P.aeruginosa.

#### 1. 1. 3. Αντισηψία (ANTISEPSIS)

Διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται: α) απολύμανση των ζώντων ιστών ή του δέρματος ασθενών και β) μείωση ή απομάκρυνση της παροδικής χλωρίδας των χεριών του προσωπικού με πλύσιμο (μείωση  $\geq 1 \log \text{ cfu}$ ) ή απολύμανση (μείωση  $\geq 2,5 \log \text{ cfu}$ ). Πεδίο εφαρμογής: ζώντες ιστοί

#### 1. 1. 4. Καθαρισμός (CLEANING)

Διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η απομάκρυνση ξένων, ανόργανων ή οργανικών υλικών (ρύττοι, αίμα, πύον, ιστοί), από ένα αντικείμενο με αποτέλεσμα τη μείωση του μικροβιακού του φορτίου.

Είναι η **αρχική απαραίτητη** διαδικασία για την εφαρμογή στη συνέχεια οποιασδήποτε μεθόδου απολύμανσης ή αποστείρωσης.

Επιτυγχάνεται χειρωνακτικά ή μηχανικά με νερό, απορρυπαντικά ή και ένζυμα. Πεδία εφαρμογής: επιφάνειες- εξοπλισμός-ζώντες ιστοί

#### 1. 1. 5.Απομίανση (DECONTAMINATION)

Ως απομίανση (decontamination) θεωρείται η διαδικασία με την οποία απομακρύνονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί από χρησιμοποιημένες στους ασθενείς και μiasμένες ιατρικές συσκευές, εργαλεία και αντικείμενα. Τα αντικείμενα αυτά μετά τη διαδικασία της απομίανσης (με απολύμανση ή αποστείρωση), αποδίδονται ασφαλή για περαιτέρω χρήση. Πολλές βιβλιογραφικές πηγές συσχετίζουν την απομίανση με τον όρο **εξυγίανση** (sanitation), η οποία ορίζεται ως συνδυασμός των διαδικασιών απολύμανσης ,αποστείρωσης, αντισηψίας, καθαρισμού με τελικό στόχο τη συνολική μείωση μικροβίων από ένα χώρο και την αύξηση του επιπέδου υγιεινής. Είναι προτιμότερο να προσανατολίζεται ο συγκεκριμένος ορισμός σε χώρους-επιφάνειες.

#### 1. 1.6.Χημικό Αποστειρωτικό (STERILANT)

Υψηλού βαθμού απολυμαντικό, με το οποίο επιτυγχάνεται αποστείρωση εάν παραταθεί ο χρόνος δράσης του Χρησιμοποιείται μόνο για ιατρικά αντικείμενα υψηλής επικινδυνότητας, τα οποία ή είναι θερμοευαίσθητα ή δεν είναι δυνατόν να αποστειρωθούν με άλλες μεθόδους αποστείρωσης.

#### 1 1. 7.Μικροβιοκτόνα (GERMICIDES)

Χημικές ουσίες οι οποίες καταστρέφουν μικροοργανισμούς σε αντικείμενα ή επιφάνειες (απολυμαντικά) ή σε ζώντες ιστούς (αντισηπτικά). Ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού στον οποίο δρουν ονομάζονται Βακτηριοκτόνα (bactericide), Ιοκτόνα (virucide), Μυκητοκτόνα (fungicide), Μυκοβακτηριοκτόνα (tuberculocide), Σποροκτόνα (sporicide).

#### 1. 1.8.Ελάχιστη αποτελεσματική συγκέντρωση (MINIMUM EFFECTIVE CONCENTRATION – M.E.C.)

Η ελάχιστη συγκέντρωση ενός υγρού απολυμαντικού με την οποία επιτυγχάνεται η μικροβιοκτόνος δράση του. Βιβλιογραφικές πηγές την αναφέρουν και ως Minimum Inhibitory Concentration-M.I.C ( Ελάχιστη ανασταλτική συγκέντρωση)

### 1.2.ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

- Ο μεγαλύτερος σύμμαχος των μικροβίων στην φύση είναι η υγρασία.
- Οι διαδικασίες απολύμανσης επιχειρούνται με σκοπό να ξαναχρησιμοποιηθεί ο χώρος ή ο εξοπλισμός.
- Η σποροκτονία με χημικά μέσα δεν συμφέρει και είναι επιβλαβής διότι πρέπει να χρησιμοποιηθούν μεγάλες δοσολογίες και απαιτεί χρόνο.
- Ο καθαρισμός προηγείται πάντα της απολύμανσης/αποστείρωσης..
- Τα απολυμαντικά δεν χρησιμοποιούνται ποτέ με ζεστό νερό. ΠΑΝΤΑ ΚΡΥΟ. Τα απολυμαντικά αν αναμιγνύονται με καυτό νερό δημιουργούνται ανεξέλικτες χημικές αντιδράσεις



- Στα απορρυπαντικά (καθαριστικά) χρησιμοποιείται χλιαρό νερό.( Με το καυτό νερό συμβαίνει μετουσίωση των πρωτεϊνών).
- Δέρμα κατεστραμμένο, ερεθισμένο, σκασμένο, πληγιασμένο, με εγκαύματα δεν μπορεί να απολυμανθεί.
- Υπολειμματικότητα των απολυμαντικών ή Φαινόμενο παράτασης της δράσης του απολυμαντικού (Postexposure Effect):

Η ικανότητα ενός απολυμαντικού να παρατείνει την αναστολή της ανάπτυξης των μικροοργανισμών και μετά το πέρας της επαφής του με αυτούς. Ο χρόνος της δράσης αυτής ποικίλει στα διάφορα απολυμαντικά και στα περισσότερα μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικά (π.χ. αλκοόλη = 0, χλωρεξιδίνη  $\geq 2$  ώρες). Πρακτικά εκφράζει το κατά πόσο ένα σκεύασμα θα παραμείνει πάνω στην επιφάνεια με σκοπό να προφυλάξει τον χρήστη για το άμεσο χρονικό διάστημα. Στη μεγάλη πλειοψηφία τους, μιλάμε για κατασταλτικές διαδικασίες( καταστροφή των μικροβίων μέχρι εκείνη την στιγμή). Η απολύμανση είναι κατασταλτική όχι προληπτική.

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Η έκθεση στα απολυμαντικά είναι πιθανό να προκαλέσει προβλήματα στην υγεία. Συμπτώματα όπως αλλεργικοί ερεθισμοί, εκζέματα, ή αναπνευστικά προβλήματα είναι πιθανόν να παρατηρηθούν στους εργαζόμενους. Οι παρακάτω μέθοδοι απολύμανσης μπορεί να δημιουργήσουν ιδιαίτερα προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία.

#### 2.1 Μέθοδοι απολύμανσης

- ♦ Απολύμανση με αεροζόλ

Εάν στο χώρο διοχετευθεί απολυμαντικό σε μορφή αεροζόλης, είναι δυνατή η ανίχνευση πολύ υψηλών ποσοτήτων στον αέρα. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αδύνατη η σφράγιση νοσοκομειακών χώρων, οπότε έχουν ανιχνευθεί και υπολείμματα της απολυμαντικής αεροζόλης και εκτός της μονάδας. Υπάρχει η δυνατότητα ουδετεροποίησης όπως για παράδειγμα ή διάσπαση της αέριας φορμαλδεΐδης σε εξαμεθυλενοτετραμίνη. Ως γενικό κανόνα πρέπει να αναφερθεί ότι εφόσον επιλεγεί η μέθοδος, θα πρέπει να είναι η τελευταία επιλογή, να είναι απολύτως απαραίτητη και να υπάρχει η δυνατότητα ουδετεροποίησης των υπολειμμάτων της απολυμαντικής αεροζόλης που θα έχει μείνει στην ατμόσφαιρα).

- ♦ Απολύμανση με σπρέι

Σε αντίθεση με τη μέθοδο της μηχανικής τριβής, η απολύμανση με σπρέι προκαλεί υψηλές ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις κάποιων απολυμαντικών. Είναι εύκολη, αλλά λαμβάνοντας υπόψη τον κίνδυνο, πρέπει να αντικαθίσταται με τη μέθοδο της μηχανικής τριβής

- ♦ Απολύμανση με μηχανική τριβή

Υπάρχει μικρότερος κίνδυνος έκθεσης σε σχέση με τις προηγούμενες μεθόδους αλλά δεν αποκλείεται η περίπτωση της δερματικής επαφής με το απολυμαντικό. Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των χημικών ουσιών εξαρτώνται από την επιφάνεια που θα απολυμανθεί, την ποσότητα και τη συγκέντρωση του απολυμαντικού και τον αερισμό του δωματίου. Επομένως οι οδηγίες απολύμανσης πρέπει να είναι σαφείς.

- ♦ Απολύμανση εργαλείων

Κατά την απολύμανση εργαλείων χειρωνακτικά ή σε πλυντήριο υπερήχων είναι δυνατόν να σημειωθούν υψηλές συγκεντρώσεις απολυμαντικών. Απαραίτητη θεωρείται η εφαρμογή τεχνικών μέτρων απαγωγής του αέρα. Η

εφαρμογή αυτόματων διαδικασιών απολύμανσης θεωρείται ασφαλέστερη σε σχέση με τις χειρωνακτικές

## 2.2 Συσκευές απολύμανσης

### Αεροζολοποιητής



- Χρησιμοποιείται σε έκτακτες περιπτώσεις (επιδημίες αερογενώς μεταφερόμενων νοσημάτων).
- Απολυμαίνει τον αέρα του χώρου, κάνει μόνο απολύμανση όχι εντομοκτονία.
- Η φόρτιση γίνεται για μια ώρα .Με τη φόρτιση μετατρέπεται το υγρό σε αέριο(αεροζόλ) και βγαίνουν σωματίδια Brown διαμέτρου 0,45μm.
- Ο απολυμαντής πρέπει να απομακρυνθεί από το χώρο ,εφόσον ο χώρος έχει στεγανοποιηθεί απόλυτα.
- Το μηχάνημα τοποθετείται στο κέντρο του δωματίου και μετά από λίγο χρονικό διάστημα γεμίζει το απολυμαντικό όλο τον αέριο χώρο .
- Το μηχάνημα τροφοδοτείται μέχρι δέκα λίτρα.
- Ηλεκτρόδια βυθίζονται μέσα στον περιέκτη της υγρής ουσίας,παράγουν θερμική ενέργεια και τη μετατρέπουν σε αεροζόλη.

- Η συσκευή έχει 2 ταχύτητες , για αύξηση της συγκέντρωσης της ουσίας στο χώρο. Ακόμα υπάρχει χρονοδιακόπτης (max.24 min)και δεκαπλασιαστής χρόνου που επεκτείνει τη λειτουργία μέχρι 240 λεπτά συνεχόμενα.
- Τέλος, υπάρχει πάνω στη συσκευή πίνακας που συσχετίζει τετραγωνικά μέτρα ,χρόνο λειτουργίας και ποσότητα ουσίας που χρειάζεται .

#### Απλός ψεκαστήρας ή επινώτιος



- Εφαρμόζεται στην πλάτη.
- Πρώτα γίνεται εξαέρωση ώστε να ελευθερώσουμε τυχόν προϋπάρχουσα πίεση που υπάρχει μέσα στο ψεκαστήρα.
- Χρησιμοποιείται για απολύμανση και εντομοκτονία .
- Αποτελείται από ένα διαβαθμισμένο δοχείο 5Lt, το οποίο το γεμίζεται μέχρι τα 4Lt. .Το γέμισμα γίνεται από μία οπή (τρύπα) που την κλείνουν 2 έμβολα (εσωτερικό-εξωτερικό).Το εξωτερικό πρέπει να το βιδωθεί καλά για να ξεμπλοκαρισθεί το εσωτερικό (δίνεται αέρας στο εσωτερικό έμβολο).
- Η συσκευή διαθέτει πλαστικό σωλήνα, μεταλλικό σωλήνα ,στόμιο μεταλλικού σωλήνα και διακόπτη ροής. Δυνατότητες: διακοπτόμενη ροή(κάτω μπροστά)-συνεχιζόμενη ροή(κάτω-πίσω, σταματώ). Στην άκρη καταλήγει σε ροοστάτη.
- Ροοστάτης: μπορεί να γυρίσει σε μορφή ομπρέλας (τρόπος ψεκασμού), ή μορφή μονάδας, σε ειδικές περιπτώσεις

όπως όταν έχω εστιασμένη μόλυνση. Ο ψεκασμός πρέπει να γίνεται σε μορφή (S) ή μορφή μονάδας.

- Τέλος, γίνεται υποχρεωτικά εξαέρωση πριν την επόμενη εφαρμογή ή μεγάλη μετακίνηση.

### Νεφελοποιητής



- Έχει τη δυνατότητα να κάνει απολύμανση και εντομοκτονία.
- Τα σωματίδια Brown κυμαίνονται σε διάμετρο μεταξύ 10-15  $\mu\text{m}$ .
- Έχει 5Lt δοχείο τροφοδοσίας
- Φορτίζεται με ρεύμα (1 ώρα) και η συσκευή διαθέτει ρόδες για την μετακίνηση της.
- Υπάρχουν ηλεκτρόδια που βυθίζονται μέσα στο διάλυμα και δημιουργούν εκτοξευτική πίεση σε αυτό.
- Διαθέτει πλαστικό και μεταλλικό σωλήνα που καταλήγει σε μεταλλικό στόμιο.
- Έχει μόνο διακοπτόμενη ροή, με διάμετρο ομπρέλας ψεκασμού 2+ μέτρα.
- Διαθέτει μανόμετρο και αμπερόμετρο. Το μανόμετρο είναι για να διατηρήσει σταθερή την πίεση. Το αμπερόμετρο είναι για να διατηρήσει σταθερή την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (δείκτης ασφάλειας).

- Τέλος, μπορούμε να αυξηθεί με ανάλογο διακόπτη η ταχύτητα εξόδου (εκροής του υγρού).Βγαίνει έτσι πιο πυκνό το απολυμαντικό και χρησιμοποιείται για εστιασμένες μορφές μόλυνσης.

### Ομιχλοποιητής (fogger)



- Μεταφέρεται και είναι εξαρτώμενος από μπαλαντέζα.
- Εκπέμπει σωματίδια Brown διαμέτρου από 10-15  $\mu\text{m}$  έως 0,45  $\mu\text{m}$  (αεροζολοποιητής- νεφελοποιητής).
- Κάνει απολύμανση-εντομοκτονία
- Έχει 5Lt δοχείο τροφοδοσίας και γεμίζει όλο.
- Ρυθμίζεται η μορφή της ψεκάδας που βγαίνει, από αεροζόλ μέχρι υγρό .
- Έχει 3 εκροές και κινώντας τον διακόπτη αριστερά-δεξιά λαμβάνεται αραιό ή πυκνό διάλυμα.
- Το πίσω μέρος δεν πρέπει να είναι καλυμμένο, ενώ ο απολυμαντής πρέπει να φοράει μάσκα και γάντια όταν το χρησιμοποιεί.

## Στολή του απολυμαντή



- Αποτελείται από υλικό που έχει φίλτρα(ηθμούς).
- Το υλικό είναι αδιάβροχο και επιτρέπει στον απολυμαντή να αναπνέει.
- Στολή-κουκούλα-ποδονάρια-μάσκα-γάντια(τα μανίκια μέσα από τα γάντια)-φίλτρο ενεργού άνθρακα(ανοίγει και βιδώνει πάνω στην μάσκα, έχει ημερομηνία λήξης).
- Αφαιρώνται με τη σειρά : φίλτρο-γάντια-μάσκα-σκούφο-ποδονάρια-στολή.
- Διαθέτει και συσκευή οφθαλμικής πλύσης για περίπτωση έγχυσης απολυμαντικού στον οφθαλμό ,σε ατύχημα.

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΟΙΚΙΑΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

**3.1 Οικιακή Απολύμανση:** Είναι οι αρχές/διαδικασίες/μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σε ένα σπίτι όπου υπάρχει ασθενής. Χωρίζεται σε:

- Τρέχουσα(κατά την διάρκεια της ασθένειας-στο στάδιο της μετάδοσης-ή και της ανάρρωσης ανάλογα με τη νόσο.).Γίνεται από γιατρούς και νοσοκόμους
- Τελική (μετά το θάνατο ή ίαση). Γίνεται από επόπτες δημόσιας υγείας και απολυμαντές.

Δημόσια απολυμαντήρια : χώρος ανά περιφέρεια όπου η υγειονομική υπηρεσία πηγαίνει τα αντικείμενα που θεωρούνται μολυσμένα από ένα σπίτι στο οποίο υπήρχε μολυσματική ασθένεια και τα αντικείμενα δεν μπορούσαν να απολυμανθούν επί τόπου.

Χωρίζεται σε 4 χώρους :

- ΑΚΑΘΑΡΤΟΣ:μεταφορά αντικειμένων προς απολύμανση (Στον ακάθαρτο χώρο ενδεχομένως να χρειάζονται τα αντικείμενα στάδιο πλύσης).
- ΚΑΘΑΡΟΣ:εξαγωγή καθαρών
- ΛΟΥΤΡΑ: απολύμανση απολυμαντών ,συγκεκριμένα της ειδικής στολής του απολυμαντή με καταωνιστήρα (ντουζιέρα).
- ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΑΕΡΙΑ ΜΕΣΑ: Απολύμανση αντικειμένων με εξάτμιση φορμόλης στην περίπτωση που δεν είναι θερμοάντοχα  
Αντικείμενα που απολυμαίνονται στους ατμοκλιβάνους:  
Τάπητες, στρώματα, σάκοι, κλινοσκεπάσματα, ενδύματα, γυάλινα, μεταλλικά, πορσελάνινα (όχι λερωμένα με αίμα- μονιμοποίηση των κηλίδων).
- Καύση : Καίμε τα άνευ αξίας αντικείμενα.
- Καταγραφή αντικειμένων  
Δημιουργούνται 2 λίστες αντικειμένων και δίνονται :  
Στον ιδιοκτήτη.  
Στον διευθυντή του απολυμαντηρίου.
- Μεταφορά αντικειμένων σε σάκους  
Χωριστά καθαρά-ακάθαρτα.  
Χωριστά ξηρά-υγρά.



### 3.2 Χημικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σ'ένα σπίτι.

Διχλωριούχος υδράργυρος (υγρή λευκή ουσία ή παστίλιες).

Φαινικό οξύ.

Σαπωνούχο διάλυμα κρεζόλης.

Σαπωνούχο διάλυμα φαινικού οξέος.

Γάλα ασβέστου.

Φορμαλίνη.

**Διχλωριούχος υδράργυρος:** Δεν απολυμαίνει τα μεταλλικά αντικείμενα (κυκλοφορεί σε παστίλιες).

**Φορμαλίνη, (από πρώτη ύλη φορμαλδεΐδη):** Αέριο με ισχυρή και διαπεραστική οσμή, διαλύεται στο νερό .

Φορμαλδεΐδη (Γ) 40% αραιώση -> φορμόλη (Β)

Φορμόλη 40% αραιώση -> φορμαλίνη (Α)

$A=40/100$  Β και  $B=40/100$  Γ

$A=40/100 * 40/100$  Γ (αντικαθιστούμε το Β με το 40/100 Γ)

$A=1600/10.000$

$A=16/100$  Γ.

Η φορμαλίνη θα είναι η δραστική ουσία που θα βάλουμε μέσα στην συσκευή της αέριας απολύμανσης (αεροζολοποιητή). Η τοξικότητα της φορμαλδεΐδης και κατ' επέκταση της φορμαλίνης δημιουργεί αναπνευστικά προβλήματα. Ο χώρος για την απολύμανση θα πρέπει να είναι τελείως στεγανός ή να γίνεται στεγανός.

Προετοιμασία χώρου για αέρια απολύμανση

- Πλήρης στεγανοποίηση (παράθυρα με μονωτικές ταινίες, πόρτες κτλ).
- Απομάκρυνση ρύπων.
- Άνοιγμα ντουλαπιών.
- Ο απολυμαντής μπαίνει μέσα με την στολή του.

Υπάρχει ενδεχόμενο να κατακαθήσει ίζημα μέσα στον αεροζολοποιητή. Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να ξαναγίνει εφαρμογή.

**Κρεζόλη (Σαπωνούχο διάλυμα κρεζόλης):** Ανήκει στις φαινόλες και χρησιμοποιείται για την οικιακή απολύμανση. Προστίθεται σαπουνί για να ενισχύσουμε την απορρυπαντική δράση. Ένα μίγμα από ίσα μέρη ακάθαρτης κρεζόλης και καλιούχου σαπουνιού (πράσινο σαπουνί). Η ακάθαρτη κρεζόλη είναι πρώτη ύλη και μαζί με το μίγμα σαπουνιού θεωρείται ακόμα πρώτη ύλη. Μετά διαλύεται σε 9 μέρη νερού (υδατικό διάλυμα δοσολογίας 10%) .

**Γάλα ασβέστου:** Παίρνουμε 1 κιλό ασβέστη και βρέχουμε σιγά-σιγά με μισό κιλό νερού, ώστε το μίγμα να γίνει 1 κιλό λευκής σκόνη ασβέστη. Στη συνέχεια το μίγμα το ανακατεύουμε με 3 κιλά νερό σε αναλογία 25%.

Έτσι έχουμε υδατώδες διάλυμα γάλακτος ασβέστου.

Θα πρέπει το διάλυμα να χρησιμοποιηθεί αμέσως γιατί αν εκτεθεί πολύ χρόνο στον αέρα χάνει τις απολυμαντικές ιδιότητες του. Με το γάλα ασβεστίου απολυμαίνουμε τους τοίχους των σπιτιών, τα ακάθαρτα νερά, τους βόθρους και τα κόπρανα των χολερικών, τυφικών, δυσεντερικών και άλλων ασθενών.

**Φαινικό οξύ:** Φάρμακο που εξάγεται από τους λιθάνθρακες, δηλητηριώδες υλικό που έχει χαρακτηριστική οσμή. Υπάρχουν 2 είδη φαινικού οξέος που βρίσκονται στο εμπόριο:

α) το καθαρό ή κρυσταλλικό φαινικό οξύ (μόρια κρυστάλλου)

β)το αγοραίο ή ακάθαρτο φαινικό οξύ.

Το υγρό φαινικό οξύ το παρασκευάζουμε αφού πρώτα επεξεργαστούμε το καθαρό φαινικό οξύ με οινόπνευμα. Σε 90 μέρη κρυσταλλικού φαινικού οξέος προσθέτουμε 10 μέρη οινόπνευματος. Έτσι έχουμε αλκοολούχο διάλυμα κρυσταλλικού φαινικού οξέος 90%. Στη συνέχεια το αναμειγνύουμε με νερό. Σε 97 μέρη νερού προσθέτουμε 3 μέρη αλκοολούχου φαινικού οξέος 3%.

Με το φαινικό οξύ απολυμαίνουμε ότι και με τον διχλωριούχο υδράργυρο και επίσης τα μεταλλικά αντικείμενα.

**Σαπωνούχο διάλυμα φαινικού οξέος:** Χρησιμοποιούμε σαπούνη για να ενισχύσουμε την καθαριστική του δράση. Διαλύουμε 30 gr πράσινο σαπούνη σε 1Lt ζεστό νερό και μετά προσθέτουμε 50 gr υγρού φαινικού οξέος. Επομένως συγκέντρωση είναι 5%. Η δράση του είναι και καθαριστική και το χρησιμοποιούμε για απολύμανση πολύ ακάθαρτων δαπέδων.

Επιλογή μεθόδου απολύμανσης σε μία οικία:

1. Σε περίπτωση όπου ο χώρος είναι στεγανός ή μπορεί να γίνει στεγανός χρησιμοποιείται η αεροζολοποίηση.
2. Στην περίπτωση όπου ο χώρος δεν μπορεί να κλείσει καλά ή είναι πολύ ακάθαρτος χρησιμοποιείται υγρό απολυμαντικό (Βερολίνιος μέθοδος) και χρησιμοποιείται ο επινώτιος ψεκαστήρας ή ο νεφελοποιητής

### 3.3 Λάθη κατά την χρήση των απολυμαντικών

Σημαντικός είναι ο ρόλος των ίδιων των χρηστών απολυμαντικών στην εκδήλωση βλαβερών συνεπειών για την υγεία τους. Τα συνήθη καταγεγραμμένα σφάλματα στη χρήση απολυμαντικών – αντισηπτικών προβάλλονται παρακάτω.

- Η χρήση ακατάλληλου προϊόντος: απειρία και έλλειψη γνώσεων.
- Η χρήση ακατάλληλων δοσολογιών: ελλιπής απολύμανση, καταστροφή πολύτιμου εξοπλισμού, ιστικές βλάβες.
- Η ελλιπής τήρηση του κατάλληλου χρόνου δράσης: ανά είδος απολυμαντικού, ανά είδος μικροοργανισμού.
- Η διαφοροποίηση του pH: με την ανάμειξη απολυμαντικών μεταξύ τους
- Η απολύμανση ακάθαρτων επιφανειών ή αντικειμένων. Όλα τα απολυμαντικά θεωρείται ότι εξουδετερώνονται πλήρως ή μερικώς από τις οργανικές ουσίες
- Ανεπαρκής έλεγχος της δραστηριότητας του διαλύματος χρήσης (π.χ. με ταινίες).
- Η νέα χρήση παλαιού περιέκτη αντισηπτικού χωρίς να έχει καθαρισθεί πλήρως με αποτέλεσμα την ανάπτυξη Gram<sup>-</sup> αρνητικών βακίλλων εντός του περιέκτη.
- Η επαναχρήση υλικών καθαρισμών χωρίς αυτά να έχουν στεγνώσει από την προηγούμενη χρήση τους: ανάπτυξη Gram<sup>-</sup> αρνητικών βακίλλων.
- Η παραμονή σαπώνων ή απορρυπαντικών πάνω σε επιφάνειες κατά τον καθαρισμό χωρίς ξέβγαλμα: τα υπολείμματα έρχονται σε επαφή με το δέρμα και προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις

Η δημιουργία αφρού στην βαλβίδα ασφαλείας μιας υγρής μηχανής κενού καθαρισμού επιφανειών: συμβαίνει όταν χρησιμοποιούνται υπερβολικές

ποσότητες απορρυπαντικού και διασπείρεται μέσω του αφρού μια βακτηριακή αεροζόλη

#### **3.4. Προδιαγραφές ενός ιδανικού απολυμαντικού**

- Να έχει ευρύ αντιμικροβιακό φάσμα.
- Να έχει μεγάλη ταχύτητα δράσης.
- Να μην επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, π.χ. να μην αδρανοποιείται από οργανικές ουσίες(αίμα, κόπρανα, πτύελα κ.λπ.), να είναι συμβατό με σαπουνία, απορρυπαντικά ή άλλες χημικές ουσίες, με τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα.
- Να είναι συμβατό με τις διάφορες επιφάνειες, π.χ. να μην οξειδώνει ιατρικά όργανα ή μεταλλικές επιφάνειες και να μην καταστρέφει ρουχισμό, πλαστικά, καουτσούκ ή άλλα υλικά.
- Να μην είναι τοξικό για τους χρήστες.
- Να έχει υπολειμματική δράση, δηλαδή να παρατείνεται η δράση του μετά την αρχική εφαρμογή.
- Να είναι εύχρηστο.
- Να είναι άοσμο ή με ευχάριστη μυρωδιά.
- Να είναι υδατοδιαλυτό.
- Να είναι σταθερό, τόσο το πυκνό, όσο και το διάλυμα χρήσης.
- Να έχει καλές καθαριστικές ιδιότητες.
- Να μην έχει μεγάλο κόστος.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει απολυμαντικό που να εκπληρεί όλες τις παραπάνω αναφερόμενες προϋποθέσεις και για το λόγο αυτό η επιλογή αποσκοπεί στη χρησιμοποίηση του πλέον κατάλληλου σε κάθε περίπτωση προϊόντος.

## 4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Ξεκινώντας μια διαδικασία απολύμανσης, το βασικό ζήτημα που πρέπει να τεθεί είναι η πλήρης αντίληψη του φαινομένου.

Είναι ο ίδιος προβληματισμός που είχε ο J. Lister (1827-1912) όταν κατάλαβε ότι για την απαλλαγή ενός τραύματος από την παρουσία των μικροβίων, δεν έφτανε μόνο ο ψεκασμός του αέρα με καρμπολικό οξύ, αλλά χρειαζόταν και η απολύμανση του εξοπλισμού που ερχόταν σε επαφή με τον ασθενή.

Είναι επίσης ο ίδιος προβληματισμός που είχε ο Ούγγρος Γυναικολόγος I. Semmelweiss (1818-1865), όταν κατάλαβε ότι αιτία του επιλόχειου πυρετού των εγκύων ασθενών του, ήταν οι ειδικευόμενοι γιατροί, φοιτητές του. Εξέταζαν τις εγκύους αμέσως μετά την επίσκεψή τους στο νεκροτομείο, χωρίς να μεσολαβεί πλύσιμο των χεριών τους. Με την έναρξη του πλυσίματος των χεριών τους μειώθηκε δραστικά η εμφάνιση του επιλόχειου πυρετού στο Νοσοκομείο της Βιέννης .

#### 4.1 Ο εντοπισμός των κινδύνων

Σε ένα χώρο όπου πρόκειται να εφαρμοστεί μια διαδικασία απολύμανσης είναι πιθανό να εντοπιστούν απλοί ή σύνθετοι κίνδυνοι. Συγκεκριμένα:

- Ρύπος ανόργανης φύσης : Σκόνη, άλατα, πέτρα νερού
- Ρύπος οργανικής φύσης : Πρωτεϊνικά υπολείμματα τροφών, αίμα σωματικά υγρά
- Gram<sup>+</sup> κόκκοι : Ανιχνεύονται σε στεγνό περιβάλλον, προερχόμενοι από το δέρμα
- Gram<sup>-</sup> βακτηρίδια : Σε επιφάνειες με αυξημένο δείκτη υγρασίας
- Μύκητες : Στην περιοχή των WC
- Ρύπος ανόργανης φύσης με παθογόνα μικρόβια : Σταγονίδια, σε αερογενή μετάδοση, με τελική κατάληξη τις επιφάνειες
- Ρύπος οργανικής φύσης με ιούς : Πτώση αίματος ή άλλων σωματικών υγρών στο δάπεδο κατά τη φιλοξενία ασθενών με HBV ή HIV

- Αντοχή HIV μέσα σε διάφορα υλικά

Μελέτη Νοσοκομείου Augsburg Γερμανίας, 1985	
Ξηροί ιοί σε εναιώρημα λεκιθίνης	7 ημέρες σε Θ° δωματίου
Ξηροί ιοί σε 50% πλάσμα αίματος	7 ημέρες σε Θ° δωματίου
Ξηρά ενωμένα κύτταρα ιών	1 ημέρα σε Θ° 30°C
Λυοφιλοποιημένος ιός	34 ώρες σε Θ° 68°C

- Αντοχή ιών εντός διαλύματος 5% ορρού σε Θ° δωματίου

Μελέτη Prince et al 1991	
Ιός γρίππης	4 ώρες
Ιός απλού έρπητα	7 ώρες
HIV	8 ώρες
Ιός Polio	12 ώρες

Παρατηρείται ότι ένας παθογόνος μικροοργανισμός δεν είναι πάντα μόνος του, εύκολα προσβάσιμος σε μια απολυμαντική ουσία. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως και τα είδη των μικροοργανισμών που θα ανευρεθούν στο συγκεκριμένο χώρο είναι σε άμεση εξάρτηση. Έτσι προτείνεται, πριν την εφαρμογή μιας απολυμαντικής ουσίας, να προηγηθεί:

Η εκτίμηση των πιθανών μικροοργανισμών που εντοπίζονται στο χώρο, βάσει επιδημιολογικών δεδομένων.

Η εξασφάλιση της άμεσης προσέγγισης απολυμαντικού-μικροοργανισμού.

#### 4.2 Η εκτίμηση των πιθανών μικροοργανισμών του χώρου

Η διαδικασία αυτή θα μας οδηγήσει :

α) στον προσδιορισμό του φάσματος δράσης της απολυμαντικής ουσίας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες ορίζουν κλίμακα ανθεκτικότητας των μικροβίων έναντι των απολυμαντικών. (Δεν ισχύει και για τα αντιβιοτικά)

1. Βακτηριακοί σπόροι –Prions (Bacillus Subtillis)
2. Μυκοβακτηρίδια (MTB, Υδρόφιλοι)
3. Μη –λιπώδεις ιοί υδρόφιλοι (Polio-Coxsackie)
4. Μύκητες (Trichophyton)

5.Λιπώδεις ιοί υδρόφοβοι ( Herpes,HIV)

6.Βλαστικές μορφές βακτηρίων

Gram<sup>-</sup> (Pseudomonas )

Gram<sup>+</sup> (Staphylococcus)

Σημείωση: η καταστροφή των Prions απαιτεί 132°C για 30 λεπτά

ή εμβάπτιση σε NaOH 1N για 1ώρα και 121°C για 30 λεπτά

(όχι απολύμανση)

β) στον προσδιορισμό του στόχου της απολύμανσης (αέρας, δάπεδο ή συσκευές). Μελέτες κατά τις οποίες αναλύθηκαν συνεχείς καλλιέργειες δειγμάτων αέρα από νοσοκομειακούς χώρους, συμπεραίνουν ότι ουσιαστικός στόχος σε μια συνήθη διαδικασία απολύμανσης είναι το δάπεδο και οι επιφάνειες.

#### 4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των απολυμαντικών

1)Ο αριθμός των μικροβίων (μεγαλύτερη δοσολογία)

2)Η εγγενής αντοχή των μικροβίων (qac A)→ υπεύθυνο για την αντοχή έναντι των απολυμαντικών. Τα μικρόβια «δεν συνηθίζουν» στα απορρυπαντικά. Συγκεκριμένα απολυμαντικά καταστρέφουν συγκεκριμένα μικρόβια.

3)Η συγκέντρωση του απολυμαντικού. Για περιβαλλοντικούς λόγους δεν χρειάζεται παραπάνω δοσολογία.

4)Η θερμοκρασία.

5) Η διαφοροποίηση του PH.Το PH δεν πρέπει να διαφοροποιείται ποτέ.

6)Η παρουσία οργανικού ρύπου. Όσο πιο ακάθαρτη είναι η επιφάνεια τόσο μεγαλύτερη δοσολογία χρειάζεται.

7)Ο χρόνος έκθεσης στο απολυμαντικό. Δεν υπάρχει μηδενικός χρόνος απολύμανσης. Ο μέσος χρόνος είναι 5-10 λεπτά.

8)Ο χρόνος παλαιότητας του απολυμαντικού. Έχουν ημερομηνία λήξης. Τα απολυμαντικά δεν πρέπει να αποθηκεύονται σε μεγάλες θερμοκρασίες αλλά σε σκιερό και δροσερό μέρος.

9)Η παρουσία ξένων σωμάτων στο απολυμαντικό διάλυμα. Δεν πρέπει να μένει τίποτα μέσα στον κουβά (περίπου 8L) που περιέχει το απολυμαντικό διάλυμα. (π.χ. σφουγγαρίστρα).

#### 4.4 Έλεγχος μικροβιοκτόνου δράσης προϊόντων

Χωρίζονται όλα τα μικρόβια που υπάρχουν στην φύση σε 5 κατηγορίες

Gram<sup>+</sup> βακτήρια (St.Aureus)

Gram<sup>-</sup> βακτήρια (Ps.Aeruginosa)

Μελέτη έναντι των μυκήτων (C.albicans)

Ιοί (HIV,HBV)

Μυκοβακτηρίδια (MTB, M.Terrae → ονομάζεται άτυπο μυκοβακτηρίδιο)

Μελέτη έναντι ανθεκτικών νοσοκομειακών στελεχών(συγκεκριμένα μονάδες εντατικής θεραπείας).

Επί αυτών πραγματοποιούνται εργαστηριακές μελέτες μικροβιοκτόνου δράσης των απολυμαντικών, από ανεξάρτητα εργαστήρια και ο προμηθευτής είναι υποχρεωμένος να τις προσκομίζει

#### **4.5 Νομικό Πλαίσιο Κυκλοφορίας Απολυμαντικών - Απορρυπαντικών**

##### **I. Απολυμαντικά χειρουργικών εργαλείων - ενδοσκοπίων**

###### **1. ΦΕΚ 679/13.9.94 – Αρ. ΔΥ7/2480**

Άρθρο 1. «Ορισμός ιατροτεχνολογικών προϊόντων». Εκεί εντάσσονται χειρουργικά εργαλεία – ενδοσκόπια – νοσοκομειακός εξοπλισμός.

2. Εγκύκλιος Ε3/736/4.3.98 – ΥΥΠΚΑ – Διεύθυνση Βιοϊατρικής Τεχνολογίας. «Διευκρίνιση ότι τα προϊόντα που προορίζονται για απολύμανση, καθαρισμό, πλύση ή έκπλυση ιατροτεχνολογικών προϊόντων μπορούν να χαρακτηρισθούν ως εξαρτήματα ιατροτεχνολογικών προϊόντων».

3. ΦΕΚ 679/13.9.94 – Αρ.ΔΥ7/2480 – Εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την 93/42/ΕΟΚ/16.4.93:

Άρθρο 15: «Κυκλοφορία των εξαρτημάτων ιατροτεχνολογικών προϊόντων με σήμανση CE. Συνοδεία της σήμανσης CE με αριθμό αναγνώρισης κοινοποιημένου οργανισμού».

Άρθρο 4: «Δεν εμποδίζεται η διάθεση στο εμπόριο των προϊόντων που φέρουν την σήμανση CE».

4. Εγκύκλιος 25216/5.7.2000 – Διεύθυνση αξιολόγησης προϊόντων – ΕΟΦ: «Προϊόντα με σήμανση CE δεν απαιτείται έγκριση κυκλοφορίας τους από τον ΕΟΦ».

###### **5. ΥΑ Ε3/833/99 (ΦΕΚ 1329/Β/29.6.99):**

«Κάθε εταιρεία διακίνησης ιατροτεχνολογικών προϊόντων πρέπει να πιστοποιηθεί από κοινοποιημένο Οργανισμό».

###### **6. ΥΑ ΔΥ8/2245/δ164 (ΦΕΚ 728/Α/12.6.2000)».**

##### **II. Απολυμαντικά επιφανειών**

###### **ΥΔ Υ1Β/ΟΙΚ 7723 (ΦΕΚ 961/23.12.94)**

«Τα απολυμαντικά επιφανειών κυκλοφορούν ύστερα από άδεια που χορηγεί ο ΕΟΦ».

«Περιγραφή των απαιτήσεων του φακέλου του προϊόντος που κατατίθεται προς έγκριση από τον ΕΟΦ».

##### **III. Απορρυπαντικά**

###### **1. ΥΑ 1233/91 και 172/92 (ΦΕΚ 277/Β/20.4.92)**

Άρθρο 1: «Τα απορρυπαντικά ορίζονται ως προϊόντα για πλύση και καθαρισμό ή για χρήση στη διαδικασία πλύσης και καθαρισμού».

Άρθρο 2: «Τα απορρυπαντικά κυκλοφορούν ελεύθερα στην ελληνική αγορά».

Άρθρο 3: «Υποχρέωση παραγωγού ή εισαγωγέα να καταχωρήσει στο Γ.Χ.Κ. το προϊόν μέσα σε ένα (1) μήνα από την κυκλοφορία του.

2. ΚΥΑ 265/2002: «Ταξινόμηση και επισήμανση επικινδύνων παρασκευασμάτων».

IV. Καλλυντικές αλκοολούχες λοσιόν

Εγκύκλιος 26966/13.7.2000 Τμήματος Καλλυντικών – Διεύθυνση Αξιολόγησης προϊόντων ΕΟΦ.

«Καθορισμός κυκλοφορίας καλλυντικών αλκοολούχων λοσιόν».

V. Εναρμόνιση με ευρωπαϊκή νομοθεσία

Οδηγία 98/8/ΕΚ – 16.2.98

«Διάθεση βιοκτόνων στην αγορά».

Παράρτημα V: Τύποι και περιγραφή βιοκτόνων

Κύρια ομάδα 1 – Τύπος 1: «Βιοκτόνα για ανθρώπινη Υγιεινή».

Αντιστοιχούν με τα αντισηπτικά.

Κύρια ομάδα 1 – Τύπος 2: «Απολυμαντικά για ιδιωτικούς και δημόσιους χώρους και άλλα βιοκτόνα προϊόντα. Αντιστοιχούν με τα απολυμαντικά για νοσοκομειακούς χώρους.

VI. Ειδικές περιπτώσεις

1. Απολυμαντικό επιφανειών το οποίο ο προμηθευτής το προτείνει και για ειδικές χρήσεις (π.χ. απολύμανση αυλού ενδοσκοπίων) και φέρει την σήμανση CE.

Απάντηση: Επιστολή 8124/27.2.01 Τμήματος αξιολόγησης λοιπών προϊόντων – ΕΟΦ.

«Απολυμαντικό επιφανειών χρειάζεται άδεια κυκλοφορίας από ΕΟΦ ακόμα και εάν έχει το CE».

2. Απορρυπαντικό χειρουργικών εργαλείων με σήμανση CE απαιτεί ή όχι αριθμό καταχώρησης στο Γ.Χ.Κ.

Απάντηση: Επιστολή 3024559/1755/27.12.2000 Διεύθυνσης Α΄ Υλών και Βιομηχανικών προϊόντων Γ.Χ.Κ.

«Απαιτείται καταχώρηση στο Μητρώο απορρυπαντικών και καθαριστικών προϊόντων του Γ.Χ.Κ. από τον υπεύθυνο για τη διάθεση στην αγορά των καθαριστικών/απορρυπαντικών προϊόντων το αργότερο εντός (1) μηνός από την κυκλοφορία τους».

ΦΕΚ 329-21/4/97 – Υ6α/ΟΙΚ.3320. «Καθορισμός συντηρητικών που επιτρέπονται να περιέχονται σε καλλυντικά».



## 4.6 Η Απορρύπανση

Παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε αποτυχία την απολύμανση, πριν ακόμα εφαρμοστεί ένα απολυμαντικό σκεύασμα είναι:

- Η δυσκολία προσέγγισης του απολυμαντικού με τα μικρόβια (πιθανό στρώμα λίπους- ακατάλληλες επιφάνειες-ιματισμός).
- Η παρουσία οργανικών ουσιών (υπολείμματα τροφών-σωματικά εκκρίματα).
- Η παρουσία αλάτων του νερού (σκληρότητα).

Έτσι επιβάλλεται πρώτα η εξασφάλιση της απορρύπανσης.

Κατά την απορρύπανση πρέπει να αντιμετωπιστούν δύο ζητήματα:

1ον. Πώς θα έρθει το απορρυπαντικό σε απόλυτη επαφή με το ρύπο

2ον. Πώς θα επιτευχθεί η ολοσχερής μηχανική απομάκρυνση του ρύπου

Βάσει των δύο ερωτημάτων, διαμορφώνονται οι απαιτήσεις μας για το απορρυπαντικό

1η Απαίτηση: Η μείωση της επιφανειακής τάσης του νερού

2η Απαίτηση: Η πληρότητα της σύνθεσης του απορρυπαντικού



Η διαδικασία εξασφαλίζεται με την παρουσία των τασιενεργών ουσιών.

### ΤΑ ΤΑΣΙΕΝΕΡΓΑ

Οι τασιενεργές ουσίες διαχωρίζονται σε 4 κατηγορίες:

- Ανιονικά τασιενεργά                      • Μη-ιονικά τασιενεργά  
(Μόνο Απορρυπαντική δράση)
- Αμφοτερικά τασιενεργά                • Κατιονικά τασιενεργά  
(Απορρυπαντική και Απολυμαντική δράση)

Ως Σύνδρομες – Βοηθητικές ουσίες σε ένα απορρυπαντικό καταγράφονται:

Αποσκληρυντικές	• Πολυφωσφορικά άλατα
Γαλακτωματοποιητές	• Σάπωνες τριαιθανολαμίνης • Μη-ιονικά τασιενεργά
Αντιαφριστικές	• Αμινοτριαζίνες • Αδιάλυτες παραφίνες

Σε περίπτωση ανθεκτικών ρύπων χρησιμοποιούνται:

Αλκάλια	Ρύποι οργανικής φύσης
Οξέα	Ρύποι ανόργανης φύσης

#### 4.7 Η Απολύμανση στο επαγγελματικό πεδίο

Ορίζεται ως η μείωση του αριθμού των παθογόνων μικροοργανισμών από μια επιφάνεια ή ένα αντικείμενο σε έναν επαγγελματικό χώρο , έτσι ώστε να μην υπάρχει δυνατότητα μόλυνσης.

Κατηγορίες

- Θερμική : Χρήση θερμού υδρατμού σε αυτόματα πλυντήρια
- Θερμοχημική: Χρήση χλωριώδους απολυμαντικού σε αυτόματα πλυντήρια
- Χημική : Χρήση χημικών ουσιών

Ειδικά για τη θερμική απολύμανση, η Ευρωπαϊκή Ένωση οδεύει προς την ενοποίηση παραμέτρων θερμοκρασίας και χρόνου (DIN EN 15883). Η πλειοψηφία των χωρών ορίζει ως παραμέτρους τους 93°C για 10 λεπτά.

Στατικό ή δυναμικό το φαινόμενο της απολύμανσης ?

Μελέτες κατέγραψαν τον αριθμό των μικροβίων σε μια νοσοκομειακή χειρουργική πτέρυγα, κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Ο αριθμός εμφανίζεται στατικός. Ο καθαρισμός και η απολύμανση έχουν προσωρινό αποτέλεσμα. Στο σημείο ισορροπίας μεταξύ καταστροφής ή απομάκρυνσης και νέας προσβολής των χώρων από μικροοργανισμούς, επιτυγχάνεται ο βαθμός απολύμανσης.

#### 4.8 Προϋποθέσεις για την επιλογή σκευάσματος

Πριν την εφαρμογή ενός απολυμαντικού σκευάσματος θα πρέπει να προηγηθεί:

1ον. Αξιολόγηση του χώρου εφαρμογής (Κρίσιμος-Ημικρίσιμος-Κοινός)

2ον. Αξιολόγηση του απολυμαντικού σκευάσματος με τα εξής κριτήρια:

- Φάσμα απολυμαντικής δράσης
- Χρόνος δράσης
- Συμβατότητα με τα αντικείμενα ή τις επιφάνειες
- Συμβατότητα με το χρήστη
- Τυχόν Απορρυπαντικές Ιδιότητες
- Τιμή του Απολυμαντικού
- Έγκριση των Υγειονομικών Αρχών

#### 4.9 Απολυμαντικές ουσίες χώρων και επιφανειών

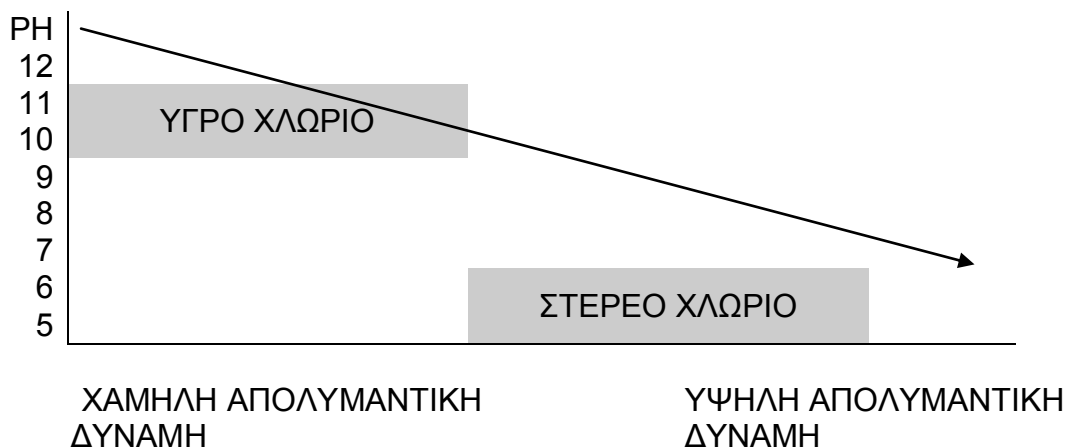
##### ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΙΟΥ

Μορφές κυκλοφορίας	Χρήση
<ul style="list-style-type: none"><li>• Υγρή χλωρίνη</li><li>• Δισκία NaDCC</li><li>• Υποχλωριώδες Νάτριο</li><li>• Χλωραμίνη</li></ul>	Απολύμανση: <ul style="list-style-type: none"><li>• επιφανειών</li><li>• σκευών διατροφής</li><li>• λινών υφασμάτων</li><li>• ειδών υγιεινής μπάνιου</li><li>• σφουγγαρόπανων</li><li>• κηλίδων αίματος</li></ul>

### ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΟΡΦΗΣ ΧΛΩΡΙΟΥ

Τα διαλύματα του υγρού χλωρίου (χλωρίνες), λόγω της υψηλής τιμής του ΡΗ (9-12) απελευθερώνουν μικρό ποσοστό υποχλωριώδους οξέος (HOCl) και μεγάλο ποσοστό υποχλωριωδών ιόντων (OCl<sup>-</sup>).

Αντίθετα τα διαλύματα του στερεού χλωρίου (δισκία χλωρίου) λόγω της χαμηλής τιμής του ΡΗ (5-6) απελευθερώνουν μεγάλο ποσοστό υποχλωριώδους οξέος (HOCl) και μικρό ποσοστό υποχλωριωδών ιόντων (OCl<sup>-</sup>). Το HOCl προσδίδει την απολυμαντική δύναμη σε ένα διάλυμα χλωρίου.



Επομένως το χλώριο σε στερεή μορφή έχει υψηλότερη απολυμαντική δύναμη

Πλεονεκτήματα δισκίων χλωρίου:

- Υψηλή απολυμαντική δύναμη
- Ελάχιστος χώρος αποθήκευσης
- Μεγάλη διάρκεια αποθήκευσης
- Δυνατότητα ακριβούς δοσολογίας

### ΚΑΤΙΟΝΙΚΑ ΤΑΣΙΕΝΕΡΓΑ

Ταυτότητα	Χρήση
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τεταρτοταγή άλατα αμμωνίου</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άριστα καθαριστικά με ελαφρά απολυμαντική δράση για Ημικρίσιμους και Κοινούς χώρους</li> </ul>

### ΑΜΦΟΤΕΡΙΚΑ ΤΑΣΙΕΝΕΡΓΑ-ΑΜΦΟΛΥΤΕΣ

Ταυτότητα	Χρήση
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υδατικά διαλύματα υποκαταστημένων αμινοξέων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καθαριστικά με καλή απολυμαντική δράση παρουσία οργανικών ρύπων. Προτείνονται για επιφάνειες και εξοπλισμό.</li> </ul>

### ΓΛΥΟΞΑΛΗ

Ταυτότητα	Χρήση
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αιθανεδιάλη (Αλδεΐδη)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ισχυρό απολυμαντικό Κρίσιμων και Ημικρίσιμων χώρων, χωρίς προβλήματα τοξικότητας.</li> </ul>

### ΠΟΛΥΕΞΑΝΙΔΙΟ

Ταυτότητα	Χρήση
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απολυμαντική οικογένεια: Διγουανίδες</li> <li>• Χημικά ορίζεται ως βιολογικά ενεργό συνθετικό πολυμερές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ισχυρό απολυμαντικό Κρίσιμων και Ημικρίσιμων χώρων, χωρίς προβλήματα τοξικότητας (εναλλακτικά για αποφυγή χρήσης αλδεϊδών). Δυνατότητα αποδιοργάνωσης των Βιομεμβρανών.</li> </ul>

### ΑΛΚΟΟΛΕΣ

Ταυτότητα	Χρήση
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ισοπροπυλική αλκοόλη</li> <li>• Βουτανοδιόλη</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ισχυρά απολυμαντικά με καθαριστική δράση έναντι λιποειδών ρύπων. Προτείνονται για ταχύτατη απολύμανση μικρών επιφανειών και εξοπλισμού.</li> </ul>

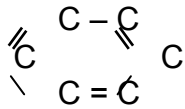
#### 4.10 Ασυμβατότητες

Δεν συστήνονται	
Χλωριώδη Ιωδοφόρα Άλατα αμμωνίου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Για χρήση σε μεταλλικές επιφάνειες</li> <li>• Πρόκληση οξειδώσεων κρατηρώδους μορφής (pitting corrosion)</li> </ul>
Άλατα αμμωνίου μαζί με σαπούνι	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αλληλεπίδραση και αδρανοποίηση (+-)</li> </ul>
Χρήση του ίδιου προϊόντος για διαφορετικές εφαρμογές	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παράδειγμα: Απορρυπαντικό ρούχων για πλύσιμο χεριών</li> </ul>
Η απολύμανση με αεροζολοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναποτελεσματική Μειωμένες επαφές μορίων απολυμαντικού και μικροβίων. Αέρια φάση: Αργή κίνηση Brown</li> <li>• Επικίνδυνη Εισπνοή τοξικών ουσιών Οδηγία Ευρωπαϊκής Επιτροπής CEN/TC 216</li> </ul>
Φαινόλες	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ελλιπής δράση έναντι ιών</li> <li>• Έντονη απορρόφησή τους από πορώδη υλικά (πρόβλημα στην έκπλυση)</li> <li>• Ερεθιστικότητα στους βλεννογόνους</li> <li>• Μερική αδρανοποίησή τους από την παρουσία υπολείμματος απορρυπαντικού</li> <li>• Βλάβες στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα των νεογνών</li> </ul>
Φορμαλδεΐδη	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σοβαρά προβλήματα τοξικότητας και ερεθιστικότητας</li> <li>• APIC 1996: Τοξικό υλικό</li> <li>• OSHA 1996: Καρκινογενές υλικό</li> <li>• Thorax 1985: Αίτιο επαγγελματικού άσθματος</li> </ul>

#### 4.11 Ειδικά θέματα

- Είναι χρήσιμες οι καλλιέργειες περιβάλλοντος;  
Οι καθημερινές καλλιέργειες περιβάλλοντος στερούνται κλινικής σημασίας και συχνά οδηγούν σε εσφαλμένες εκτιμήσεις
- Πόσο χρόνο μια επιφάνεια παραμένει απολυμασμένη;  
Μόνο όσο χρόνο η επιφάνεια παραμένει υγρή και δεν δέχεται νέα επιμόλυνση.
- Γιατί κολλάνε τα δάπεδα μετά τη χρήση ενός απολυμαντικού;  
Εξαιτίας πιθανής ηλεκτροστατικής διαφοράς μεταξύ απολυμαντικού και ρύπου.  
Παράδειγμα: Άλατα αμμωνίου → Θετική φόρτιση  
Σκόνη → Αρνητική φόρτιση  
Δεν υπάρχει επίπτωση στο απολυμαντικό αποτέλεσμα.

- Πότε ένα απολυμαντικό δεν βιοδιασπάται στη φύση;  
Κυρίως όταν περιλαμβάνει στην ανθρακική αλυσίδα του, αρωματικό δακτύλιο.



- Πώς αντιμετωπίζονται οι Βακτηριακές Βιομεμβράνες;  
Με διαταραχή τις ισορροπίας των όξινων και ουδέτερων πρωτεϊνών από τις οποίες αποτελούνται.  
Μελέτες απέδειξαν ότι το πολυεξανίδιο έχει την ικανότητα να αποδιοργανώσει τις βακτηριακές μεμβράνες.
- Μπορούν να συγκριθούν απολυμαντικά που έχουν ελεγχθεί με διαφορετικά πρωτόκολλα (π.χ. Γαλλικό με Γερμανικό);  
Τα κύρια πρωτόκολλα ελέγχου απολυμαντικών είναι 3:  
DGHM (Γερμανικό), AFNOR (Γαλλικό), AOAC (Αμερικανικό).  
Το καθένα περιλαμβάνει διαφορετικές δοκιμασίες (test) ελέγχου των απολυμαντικών.

Πρωτόκολλα ελέγχου	Test εναιώρησης	Test φορέα	Test πρακτικών συνθηκών
Γερμανικό	+	+	+
Γαλλικό	+	+	-
Αμερικανικό	+	+	-

Πλήρες και πιο αυστηρό θεωρείται αυτό που περιλαμβάνει όλα τα είδη δοκιμασιών και ιδιαίτερα δοκιμασίες πρακτικών συνθηκών. Το Γερμανικό πρωτόκολλο (DGHM) παρουσιάζεται ως πληρέστερο. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία EN1276 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής CEN/TC216 για τα απολυμαντικά ορίζει αναγκαία την ύπαρξη δοκιμασιών πρακτικών συνθηκών.

- Πώς πιστοποιείται η διαδικασία της Απολύμανσης;  
Με διαμόρφωση συστήματος δελτίων ελέγχου σε πρόγραμμα ISO.

#### Δελτία Ελέγχου

- Πίνακας συχνότητας εκτέλεσης εργασιών
- Πίνακας χρόνου εκτέλεσης εργασιών
- Κώδικας χρωμάτων κάδων και πανιών
- Πίνακας αξιολόγησης υλικών απολύμανσης
- Έντυπο τιμών ασφαλείας υλικών απολύμανσης
- Ωράριο εργασιών απολύμανσης
- Δελτίο Ελέγχου τμήματος απολύμανσης
- Δελτία Ελέγχου χώρων
- Δελτίο Ελέγχου ποιότητας απολύμανσης

## 4.12 Οι επιπτώσεις των απολυμαντικών στο περιβάλλον

Οι δυσμενείς συνέπειες των απολυμαντικών έναντι του περιβάλλοντος εκφράζονται με την έλλειψη βιοδιασπασιμότητας των συστατικών τους, κατά τη διάθεσή τους στα διάφορα υδάτινα συστήματα. Γερμανική μελέτη κατά την οποία μετρήθηκαν 20 διαφορετικές απολυμαντικές ουσίες με την μέθοδο OECD, κατέγραψαν μετά την πάροδο 28 ημερών διαφορετικά ποσοστά βιοδιάσπασης τα οποία κυμαίνονταν από 80-100%. Χαμηλό ποσοστό κατέγραψε μόνο η ουσία χλωριούχο διδεκυλοδιμεθυλο αμμώνιο (1,9%) η οποία δεν βιοδιασπάται και ανήκει στη χημική οικογένεια των τεταρτοταγών αλάτων αμμωνίου. Τα άλατα αμμωνίου είναι μια ευρύτατα χρησιμοποιούμενη απολυμαντική ουσία στους νοσοκομειακούς χώρους. Στη συνέχεια επιχειρείται μια απλή προσέγγιση με το φαινόμενο της βιοδιάσπασης. Ακολουθεί μελέτη κατά την οποία αποδεικνύεται ότι έχουν ελαχιστοποιηθεί σήμερα τα προβλήματα βιοδιασπασιμότητας των τεταρτοταγών αλάτων αμμωνίου.

### Ορισμός

Βιοδιασπασιμότητα είναι η διαδικασία διάσπασης μιας οργανικής ουσίας σε CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Θεωρείται ως η αντίστροφη διαδικασία της συνεχιζόμενης φωτοσύνθεσης, που πραγματοποιείται στη φύση, κατά την οποία δημιουργείται μία οργανική (φυτική) ουσία από νερό και CO<sub>2</sub> με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας ως καταλύτης. Ρόλο καταλύτη στη βιοδιάσπαση διαδραματίζουν τα προϊόντα διαφόρων βακτηρίων, τα γνωστά ένζυμα.

### Μέτρηση βιοδιασπασιμότητας

Ανόργανα συστατικά (οξέα, πυριτικά, φωσφορικά άλατα) δεν βιοδιασπώνται. Μόνο οργανικά συστατικά (π.χ.τασιενεργά) βιοδιασπώνται. Μόλις έρθουν σε επαφή με απόβλητα μέσω του αποχετευτικού συστήματος, υπόκεινται σε βιοδιάσπαση. Το ποσοστό βιοδιάσπασης εξαρτάται από τη χημική δομή της ουσίας και το πλήθος των υπαρχόντων μικροοργανισμών. Ουσίες που αποτελούνται από μεγάλα μόρια διασπώνται σε διάφορα ποσοστά. Το πρώτο επίπεδο βιοδιάσπασης αποδίδει ταυτόχρονα θραύσματα της αρχικής ουσίας και CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Αυτό το επίπεδο ονομάζεται πρώιμη βιοδιάσπαση και τα ενδιάμεσα προϊόντα μεταβολίτες. Σε αυτό το επίπεδο γίνεται και η μέτρηση της βιοδιάσπασης, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, με 2 μεθόδους:

- την OECD screening test
- την OECD confirmatory test

Απαιτούμενο ποσοστό πρώιμης βιοδιάσπασης ορίζεται το 90% για μία συγκεκριμένη περίοδο. Αυτή η απαίτηση ορίζεται και από το Γενικό Χημείο του Κράτους, όπου κατά τη κατάθεση φακέλου αξιολόγησης ενός προϊόντος, ο προμηθευτής είναι υποχρεωμένος να δηλώσει υπεύθυνα ότι το προϊόν είναι βιοδιασπασίμο σε ποσοστό 60-70%.

### Η βιοδιασπασιμότητα των τεταρτοταγών αλάτων αμμωνίου (TAA)

#### Οι 3 γενιές των TAA

Ως πρώτη γενιά των TAA ορίζεται το χλωριούχο βενζαλκόνιο (N-alkyl[C<sub>14</sub> 50%, C<sub>12</sub> 40%, C<sub>16</sub> 10%] dimethyl benzyl ammonium chloride). Εισήχθηκε στην αγορά το 1935. Παράγοντες όπως η σκληρότητα του νερού και το σαπούνι μειώνουν τη δράση τους. Ως δεύτερη γενιά των TAA ορίζεται ένας συνδυασμός αιθυλ-βενζυλ-χλωριούχων αλάτων αμμωνίου και μιας τροποποιημένης ανθρακικής αλυσίδας αλκυλίων με διμεθυλ-βενζυλ-χλωριούχα άλατα αμμωνίου. Εισήχθηκαν στην αγορά το 1955. Παρουσιάζονται βελτιωμένα σε σχέση με την 1<sup>η</sup> γενιά αλλά παραμένει ο επηρεασμός από τη σκληρότητα του νερού. Ως τρίτη γενιά των TAA ορίζονται τα διαλκυλ-χλωριούχα άλατα αμμωνίου με διπλή ανθρακική αλυσίδα. Εισήχθηκαν στην αγορά το 1965 και είναι σαφώς βελτιωμένα έναντι στη σκληρότητα του νερού.

#### Σχέση γενεών TAA και βιοδιάσπασης

Τα διάφορα TAA έχουν διαφορετικό μήκος (άτομα άνθρακα) στην ανθρακική αλυσίδα τους. Όσο μεγαλύτερο το μήκος της αλυσίδας τόσο λιγότερο βιοδιασπάται. Οι νεώτερες γενιές TAA παρουσιάζουν μικρότερες ανθρακικές αλυσίδες. Επίσης τα TAA 1<sup>ης</sup> γενιάς (χλωριούχο βενζαλκόνιο) παρουσίαζαν ένα αρωματικό δακτύλιο στην ανθρακική αλυσίδα τους. (Σημείωση: Αρωματικός δακτύλιος = δακτύλιος με 6 άτομα C συνδεδεμένα με 3 διπλούς δεσμούς, εναλλακτικά με 3 απλούς δεσμούς). Ο αρωματικός δακτύλιος δημιουργεί πρόβλημα βιοδιασπασιμότητας. Τα νεώτερα TAA δεν έχουν αρωματικό δακτύλιο. Τέλος τα TAA ακόμα και σε μικρή δοσολογία παρουσιάζουν βακτηριοστατική δράση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα όταν παρουσιάστηκαν οι πρώτες γενιές TAA στο περιβαλλοντικό σύστημα αποβλήτων, να καταστρέφουν τα ένζυμα, τα οποία θα αναλάμβαναν τη βιοαποικοδόμηση. Η συνεχής επαφή όμως αποβλήτων με τις νέες γενιές TAA είχε ως συνέπεια, να αναγνωρίζονται πλέον τα TAA από τα ένζυμα, έτσι ώστε τελικά να βιοδιασπώνται.

#### 4.13 Η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου στα απολυμαντικά

Σε οποιαδήποτε διαδικασία απολύμανσης είναι αναγκαίο να προηγηθεί μελέτη καταγραφής των πιθανών κινδύνων που μπορούν να προέλθουν από την χρήση τους.

Η μελέτη περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Εκτίμηση του χώρου εργασίας
  - Ενδεχόμενος νέος χώρος
  - Νέοι μέθοδοι απολύμανσης με γνωστά προϊόντα
  - Χρήση νέων απολυμαντικών
  - Καταγραφή οποιουδήποτε παραπόνου του προσωπικού, ύποπτο για επίδραση απολυμαντικού
  - Διερεύνηση των συνθηκών αερισμού, ύποπτων για επίδραση απολυμαντικών
  - Ασυνήθεις περιβαλλοντικές συνθήκες (πολύ υψηλές θερμοκρασίες).

2. Ανάλυση των μεθόδων

Η επιλογή της μεθόδου απολύμανσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη της όλες τις ενδεχόμενες παραμέτρους για την προστασία των εργαζομένων:

- Προϊόν που θα χρησιμοποιηθεί
  - Συγκέντρωση που θα χρησιμοποιηθεί
  - Τρόπος χρήσης
  - Απολυμαντική συσκευή
  - Μέγεθος δωματίου
  - Αερισμός δωματίου
  - Προστατευτικά μέτρα του προσωπικού
3. Συλλογή πληροφοριών για τις επιδράσεις των απολυμαντικών
    - Από τη βιβλιογραφία
    - Από στατιστικές επαγγελματικών ασθενειών. Είναι ικανές να δώσουν σαφές στίγμα των ενδεχόμενων κινδύνων, ιδιαίτερα όσον αφορά τις επιδράσεις των συστατικών στο δέρμα και στο αναπνευστικό σύστημα.
    - Από τράπεζες πληροφοριών.
    - Από την ιατρική επιτήρηση. Ανάλυση κάθε παραπόνου από το προσωπικό το οποίο εκτέθηκε ή θεωρεί ότι εκτέθηκε στα απολυμαντικά.
  4. Εκτίμηση της έκθεσης
    - Τράπεζες πληροφοριών εξειδικευμένες στην ανίχνευση-μέτρηση χημικών παραγόντων. Παραδείγματα:
      - Η βάση δεδομένων INRS' Colhic database για μέτρηση έκθεσης εργαζομένων σε χημικούς παράγοντες στη Γαλλία.



- Το Ινστιτούτο Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften στην τοποθεσία Sankt Augustin το οποίο συνεργάζεται με την Omega databank για εκθέσεις στο χώρο εργασίας.

## 5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ

Αποτέλεσμα της ελλιπούς οργάνωσης της άγνοιας και των λαθών των χρηστών είναι η εκδήλωση προβλημάτων υγείας κατά την χρήση των απολυμαντικών.

Η καταγραφή χαρακτηριστικών όπως ευαισθητοποίηση, ερεθισμός δέρματος, ερεθισμός οφθαλμών, ερεθισμός αναπνευστικού, τοξικότητα, πρόκληση μεταλλάξεων, πρόκληση καρκινογένεσης συναντώνται συχνά στη βιβλιογραφία.

Παρατίθεται πίνακας του Αυστραλιανού Υπουργείου Υγείας όπου καταγράφονται οι επιπτώσεις των απολυμαντικών.

#### INFORMATION FOR THE ASSESSMENT OF DISINFECTANT AND STERILANT SAFETY

TESTS	Sterilant <sup>1</sup> <i>critical</i>	INSTRUMENT GRADES			Hospital Grade <i>surfaces</i>	Household/ commercial Grade <i>surfaces</i>
		High level <i>semi critical</i>	Intermediate level <i>noncritical</i>	Low level <i>non critical</i>		
1 cytotoxicity	X	X				
2 acute oral toxicity	X	X	X	X	X	X
3 inhalation toxicity	X	X	X	X	X	X
4 skin irritation	X	X	X	X	X	X
5 sensitisation	X	X	X	X	X	X
6 eye irritation	X	X	X	X	X	X
7haemocompatibility	X	X				
8 sub-chronic toxicity	X	X				
9 mutagenicity	X	X				
10 carcinogenicity	X	X				
11 environmental toxicity	X	X	X	X	X	X

"Guidelines for the evaluation of sterilants and disinfectants".

Australian Register of Therapeutic Goods (ARTG) February 1998

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικές χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στην επαγγελματική απολύμανση.

## 5.1 Γλουταραλδεϋδη

Η γλουταραλδεϋδη είναι ένα άχρωμο ελαφρώς κίτρινο υγρό με οξεία χαρακτηριστική οσμή. Είναι διαλυτή στο νερό και στο οινόπνευμα. Χρησιμοποιείται ευρύτατα ως σποροκτόνο, βακτηριοκτόνο, ιοκτόνο και μυκητοκτόνο στις διαδικασίες απολύμανσης του ιατρικού εξοπλισμού. Η ΓΑ είναι διαθέσιμη σε ποσοστό 50%, 25% και 10% αλλά τα περισσότερα νοσοκομεία την χρησιμοποιούν σε διάλυση 2% με pH 7,5 έως 8,5 πριν την χρήση της. Τα σκευάσματα ΓΑ περιέχουν επίσης τασιενεργά για την ομαλή διαβροχή και έκπλυση των επιφανειών, νιτρικό νάτριο για την αναστολή της διάβρωσης, λάδι μέντας ως άρωμα και δείκτες ενεργοποίησης του διαλύματος (NIOSH 1983b). Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι η διαλυμένη ΓΑ παραμένει ενεργή για λιγότερο από 2 εβδομάδες. Επίσης μειονέκτημα αποτελεί ότι στους 20°C (68°F), το 50% της διάλυσης της γλουταραλδεϋδης παρουσιάζει ατμοσφαιρική πίεση 0,015 mmHg (ACGIH 1986) με αποτέλεσμα να δημιουργείται ατμόσφαιρα η οποία περιέχει κατά προσέγγιση 20 ppm γλουταραλδεϋδης. Αυτή η ατμόσφαιρα είναι ικανή να προκαλέσει προβλήματα υγείας σε ανθρώπους και ζώα.

### **Κίνδυνοι**

Η ΓΑ μπορεί να απορροφηθεί στο σώμα με την εισπνοή, την κατάποση ή την δερματική επαφή. Εκτεταμένη δερματική επαφή μπορεί να προκαλέσει αλλεργικό έκζεμα και να επηρεάσει το νευρικό σύστημα. Παρουσιάζει κατώτατο οσφρητικό όριο: 0,04 ppm, είναι ισχυρά τοξικό και ερεθίζει το δέρμα και τους βλεννογόνους σε συγκεντρώσεις άνω των 0,3 ppm (1,05 g/cm<sup>3</sup>) (ACGIH 1986). Σε μελέτη 541 ατόμων νοσηλευτικού προσωπικού το 39,1% των εργαζομένων παρουσίαζαν δερματολογικά προβλήματα. Σε 21% των εργαζομένων, δερματίτιδα εξ επαφής είχε δημιουργηθεί από την χρήση γλουταραλδεϋδης, φορμαλδεϋδης και χλωραμίνης.

Έρευνα της NIOSH (NIOSH 1983b) έδειξε ότι συγκεντρώσεις της ΓΑ στον αέρα περίπου 0,4 ppm ήταν υπεύθυνες για την πρόκληση ερεθισμών σε 9 από τους 11 (82%) εκτιθέμενους εργαζόμενους. Ερεθισμοί ματιών, λαιμού και πνεύμονα καταγράφονταν από το 45% των εργαζομένων. Άλλα συμπτώματα όπως βήχας, πόνος στο στήθος, πονοκέφαλος καταγράφονται στην ίδια έρευνα. Η έκθεση σε ΓΑ συνδέεται με εκδήλωση τοξικότητας στα τρωκτικά, καταστροφή DNA σε κοτόπουλα και hamsters και μεταλλαξιγόνα αποτελέσματα σε μικροοργανισμούς.

### **Πρόληψη κατά την χρήση ΓΑ**

Το ανώτατο όριο που προτείνεται από την ACGIH (Αμερικανική Ένωση Υγιεινολόγων Βιομηχανίας) είναι τα 0,05 ppm, το οποίο αντικατέστησε το προηγούμενο όριο των 0,2 ppm.

Στη χώρα μας το Π.Δ. 90/1999 ορίζει ως Ανώτατη Οριακή Τιμή Έκθεσης στη ΓΑ τα 0,2 ppm.

Οι εργαζόμενοι πρέπει να αποφεύγουν την εισπνοή ατμών ΓΑ. Γι' αυτό απαιτείται η χρήση μάσκας με μεγάλη επιφάνεια και καλή εφαρμογή. Απαραίτητος είναι ο προστατευτικός ρουχισμός.

Σε περίπτωση μόλυνσης των ρούχων με ΓΑ, πρέπει να βγούν αμέσως και να σταλούν για πλύσιμο. Το δέρμα, το οποίο ήρθε σε επαφή με τη ΓΑ, πρέπει να πλυθεί αμέσως με άφθονο νερό. Απαραίτητη επίσης είναι η χρήση γαντιών από ελαστικό «βιτόν» ή νιτρίλιο για μεγαλύτερη ασφάλεια. Είναι χρήσιμο να αποφεύγονται τα λαστιχένια γάντια κουζίνας.

Όσον αφορά την συγκέντρωση ατμών γλουταραλδεϋδης πάνω από το χώρο ή το σκεύος απολύμανσης προτείνεται:

1. Συσσκευή τοπικού εξαερισμού με ελκυσμό ή προσαρτημένη σε ειδικό θάλαμο όπου γίνεται ο χειρισμός του απολυμαντικού.
2. Συσσκευή γενικού εξαερισμού/κατά προτίμηση με χοάνη, με την προϋπόθεση ότι επιτυγχάνει ικανοποιητικό ρυθμό απομάκρυνσης ατμών στο σημείο παραγωγής τους. Χρήση καλυμμάτων στα ειδικά δοχεία εμβάπτισης που να κλείνουν πολύ καλά. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται η μέθοδος αλλά δεν τηρείται πάντα η οδηγία να παραμένουν σκεπασμένα με κάλυμματα δοχεία.

## 5.2 Υπεροξικό οξύ

Το υπεροξικό οξύ (peracetic acid) είναι μια απολυμαντική και αποστειρωτική ουσία. Χρησιμοποιείται στα νοσοκομεία για απολύμανση χειρουργικών εργαλείων και ανευρίσκεται σε εργαστήρια, κεντρικές αποστειρώσεις και Μ.Ε.Θ. Έχει την ικανότητα να διατηρεί τη σποροκτόνο δράση του παρουσία οργανικού φορτίου. Οι Lensing και Oei παρατήρησαν ότι η σποροκτόνος συγκέντρωση του υπεροξικού οξέος είναι 32 φορές υψηλότερη από της γλουταραλδεϋδης και 64 φορές υψηλότερη από της φορμαλδεϋδης. Το υπεροξικό οξύ είναι ένα διάφανο υγρό με διαπεραστική οσμή το οποίο διαλύεται πλήρως στο νερό. Στις συνήθεις χρήσεις του στο αναρραϊωτο διάλυμα περιέχει συγκεντρώσεις 5% και 35%.

### **Κίνδυνοι**

Το διάλυμα του υπεροξικού οξέος είναι ένα μείγμα υπεροξικού οξέος, υπεροξειδίου του υδρογόνου και οξικού οξέος, σε όξινο pH.

Παρουσιάζει ερεθιστικές και διαβρωτικές ιδιότητες. Η βαρύτητα των επιδράσεων εξαρτάται από τη συγκέντρωση του διαλύματος. Θεωρείται ασφαλές σε συγκεντρώσεις μικρότερες του 0,35% (3500 ppm). Οι ερεθιστικές ιδιότητες εντοπίζονται στα μάτια, το δέρμα και τους βλεννογόνους. Συνεχιζόμενη έκθεση μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο συκώτι, στο πεπτικό και στην καρδιά.

Σε γενικές γραμμές δεν παρουσιάζει μεταλλαξιογόνες ιδιότητες σύμφωνα με τα Ames test, εφόσον υπάρχουν στον προσβαλλόμενο οργανισμό μεταβολικοί μηχανισμοί για να διασπάσουν το υπεροξικό οξύ. Το H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ως συστατικό του διαλύματος του υπεροξικού οξέος, ευθύνεται για γενετοξικές ιδιότητες εάν δεν μεταβολιστεί. Το υπεροξικό οξύ δεν ταξινομείται ως καρκινογόνο από τους εγκεκριμένους οργανισμούς.

Μέχρι στιγμής δεν έχουν οριστεί ανώτερα επιτρεπτά όρια ύπαρξης ατμών υπεροξικού οξέος στον αέρα από οργανισμούς όπως NIOSH ή ACGIH.

Δεν δημιουργεί επικίνδυνα προϊόντα αποσύνθεσης. Τα τελικά προϊόντα του είναι το οξυγόνο, το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, οπότε μπορεί να απορρίπτεται μαζί με όλα τα συνηθισμένα απόβλητα.

### **Πρόληψη**

Προτείνεται η χρήση απομονωμένου περιέκτη για την χρήση του υπεροξικού οξέος στο νοσοκομείο με σκοπό τον περιορισμό της έκθεσης στους ατμούς της ουσίας. Ο περιέκτης πρέπει να ελέγχεται συχνά για διαρροές. Το υπεροξικό οξύ δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ποτέ εκτός περιέκτη.

## 5.3 Γλυοξάλη

Η γλυοξάλη με το χημικό όνομα αιθανεδιάλη ανήκει στην οικογένεια των αλδεϋδών. Χρησιμοποιείται σε υδατικό διάλυμα 40%. Ιδανική για την εξυγίανση κουζινών και την απολύμανση επιφανειών. Δραστική έναντι Gram<sup>+</sup> βακτηρίων, ζυμών, μυκήτων. Παρουσιάζει χαμηλή τοξικότητα και μηδενική οσμή. Πήζει ελάχιστα τα πρωτεϊνικά υπολείμματα τροφών. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία υφασμάτων, ως αντιδραστήριο στη φωτογραφική βιομηχανία και στη παραγωγή φαρμακευτικών, εντομοκτόνων και απολυμαντικών προϊόντων.

### **Κίνδυνοι**

Παρατίθενται 3 διαφορετικές δοκιμές ευαισθησίας στην γλυοξάλη.

- 1) Σε ειδική δοκιμή (maximization test) εμφανίστηκε θετική δερματική αντίδραση στο σύνολο των δοκιμασθέντων ατόμων (24 από 24). Η αντίδραση συνέβη με 10% υδατικό διάλυμα. Σ'αυτές τις μελέτες η γλυοξάλη παρουσίασε μια ιδιαίτερα ισχυρή δερματική ευαισθητοποίηση .

- 2) Μεταξύ του 1965 και του 1990, μελετήθηκαν 65 περιπτώσεις αλλεργιών στη φορμαλδεΐδη, γλουταραλδεΐδη και γλυοξάλη σε ασθενείς δερματολογικής κλινικής. Οι δοκιμασίες patch test αποδείχθηκαν θετικές για 41 άτομα. Μεταξύ αυτών 6 περιστατικά αντέδρασαν μόνο στη γλυοξάλη, 4 στη γλουοξάλη και στη φορμαλδεΐδη, 8 στη γλυοξάλη και τη γλουταραλδεΐδη και 2 στο σύνολο των 3 συστατικών.
- 3) 5 εθελοντές ήρθαν σε επαφή με υδατικά διαλύματα 5% έως 30% γλυοξάλης, σε σύνολο 5 έως 7 φορές στο δέρμα τους. 3 άτομα παρουσίασαν αιμορραγικές αντιδράσεις και ένα άτομο που είχε πρόσφατα επανεκτεθεί παρουσίασε έκζεμα στην περιοχή εφαρμογής. Όλες οι περιπτώσεις κατέληξαν σε αποχρωματισμό του δέρματος και ερεθισμό στην περιοχή της εφαρμογής.

## 5.4 Φορμαλδεΐδη

Η φορμαλδεΐδη (CH<sub>2</sub>O) υπάρχει στο φυσικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία. Η χρήση της στο νοσοκομειακό περιβάλλον είναι αποστειρωτική και απολυμαντική για το ιατρικό υλικό, τα κλινοσκεπάσματα και το περιβάλλον. Επίσης χρησιμοποιείται στα τμήματα αιμοδιύλισης και στα παθολογοανατομικά εργαστήρια ως παράγοντας σταθεροποίησης και συντήρησης των ιστών.

### **Κίνδυνοι**

Είναι η μόνη αλδεΐδη η οποία σε συνήθη θερμοκρασία βρίσκεται σε αέρια κατάσταση και έχει δριμεία οσμή. Το κατώτερο οσφρητικό της όριο είναι πολύ χαμηλό, γύρω στα 0,13 ppm. Λόγω της υψηλής διαλυτότητάς της και της πλήρους απορρόφησής της στο ανώτερο αναπνευστικό προσβάλλει τους βλεννογόνους της μύτης (ερεθιστική ρινίτιδα και βλάβη του ρινικού επιθηλίου), των οφθαλμών (ερεθιστική επιπεφυκίτιδα) και του δέρματος (αλλεργική εξ'επαφής δερματίτιδα). Συστηματική τοξικότητα μπορεί να προκληθεί σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (χημική πνευμονίτιδα και πνευμονικό οίδημα. Βρετανική μελέτη στο East Birmingham Hospital αναφέρει την εκδήλωση επαγγελματικού βρογχικού άσθματος μετά από έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης.

Θεωρείται ότι παρουσιάζει μεταλλαξιογόνο και καρκινογόνο δράση και ταξινομείται από τη Διεθνή Επιτροπή Αντικαρκινικού Αγώνα (IARC) στις ουσίες με «επαρκή στοιχεία» καρκινογόνου δράσης στα ζώα και «περιορισμένα στοιχεία» για τους ανθρώπους.

Οι οριακές τιμές της συγκέντρωσης φορμαλδεΐδης (TIV-C) στο περιβάλλον εργασίας σύμφωνα με την ACGIH (Αμερικανική Ένωση Υγιεινολόγων Βιομηχανίας) είναι τα 0,3 ppm και κατατάσσεται στην κατηγορία A2 – Υποπτευόμενο ως Καρκινογόνο για τον άνθρωπο. Στη χώρα μας η Ανώτατη Οριακή Τιμή Έκθεσης στη φορμαλδεΐδη σύμφωνα με το Π.Δ.90/1999 είναι τα 2 ppm.

**Βιολογικός έλεγχος:** Δεν θεωρείται επικτός λόγω του ταχέως μεταβολισμού της φορμαλδεΐδης. Λόγω της υψηλής διαλυτότητας η φορμαλδεΐδη που εισπνέεται εναποτίθεται σχεδόν ολοκληρωτικά στο ρινικό και φαρυγγικό βλεννογόνο. Εκεί αντιδρά με τα συστατικά της βλέννας και εάν εισέλθει στα κύτταρα, μεταβολίζεται σε μυρμηκικό οξύ, το οποίο κατόπιν ή αποδομείται σε CO<sub>2</sub> και εκπνέεται ή απεκκρίνεται από τα ούρα.

### **Πρόληψη**

Οι προτάσεις της Π.Ο.Υ. συνιστούν να αποφεύγεται η επαφή των διαλυμάτων φορμαλδεΐδης με το δέρμα.

Οποιαδήποτε εργασία με φορμαλδεΐδη ή παραφορμαλδεΐδη πρέπει να γίνεται κάτω από απαγωγό, με χρήση προστατευτικών μέσων και σε χώρους καλά αεριζόμενους.

Όταν ατμοί φορμόλης διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα, μπορεί να απαιτείται και εγκατάσταση ειδικών φίλτρων.

Να υπάρχουν ευκολίες για το πλύσιμο του δέρματος με άφθονο νερό, σε περιπτώσεις ατυχημάτων και επαφής της φορμαλδεΐδης με το δέρμα.

Οι θερμοκοιτίδες, τα ενδοσκόπια και οι ενδοτραχειακοί σωλήνες δεν πρέπει να αποστειρώνονται με φορμαλδεΐδη.

Για την απολύμανση του ιματισμού αρκούν οι κατάλληλες μέθοδοι πλυσίματος. Η εμβάπτιση του ρουχισμού σε διάλυμα φορμαλδεΐδης πρέπει να αποφεύγεται.

Ο ψεκασμός με φορμαλδεΐδη, για την απολύμανση στρωμάτων, δεν συνιστάται. Μόνο στρώματα με συνθετικό κάλυμμα μπορούν να πλυθούν με φορμαλδεΐδη, αλλά αυτό πρέπει να γίνεται σε χώρο καλά αεριζόμενο.

Προσοχή απαιτείται όταν χρησιμοποιούνται υγρά διαλύματα φορμαλδεΐδης για την απολύμανση χώρων. Πλέον, δεν συνιστάται η μέθοδος. Προτείνεται ο υγρός καθαρισμός, ενώ ο ψεκασμός πρέπει να περιορίζεται μόνο στους δυσπρόσιτους χώρους. Η χρήση γαντιών και ποδιάς είναι απαραίτητη. Η απολύμανση μεγάλων χώρων π.χ. εργαστήρια κ.λπ. πρέπει να γίνεται μετά την αποχώρηση των εργαζομένων και οπωσδήποτε να υπάρχει καλός εξαερισμός στους χώρους αυτούς.

Στα Παθολογοανατομικά Εργαστήρια η μονιμοποίηση των ιστών πρέπει να γίνεται σε κλειστά δοχεία, κάτω από απαγωγούς. Τα τεμάχια των μονιμοποιημένων ιστών να πλένονται με νερό για να απομακρυνθεί η περιττή φορμαλδεΐδη, πριν τοποθετηθούν στο μικροσκόπιο για εξέταση. Προσοχή χρειάζεται στην μετάγγιση των διαλυμάτων από τα μεγάλα δοχεία συσκευασίας στα δοχεία χρήσης, ώστε να μην διαχέεται φορμαλδεΐδη στο χώρο.

Ο προστατευτικός εξοπλισμός που έχει λερωθεί με φορμαλδεΐδη, πρέπει να αφαιρείται το συντομότερο δυνατόν και να πλένεται ή να απορρίπτεται.

## **5.5. Ορθοφθαλαλδεΐδη – OPA**

Η OPA (ortho-phthalaldehyde) είναι ένα χημικό απολυμαντικό το οποίο συμπεριλαμβάνεται στη λίστα του FDA από το 1999. Παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε σχέση με τη γλουταραλδεΐδη. Έχει σταθερότητα σε pH 3-9, δεν ερεθίζει τα μάτια, δεν απαιτεί ειδικούς χειρισμούς κατά την αναπνευστική έκθεση και προσδίδει ελαφρά, ανεκτή οσμή.

### ***Κίνδυνοι***

Ενδεχόμενο μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί ο αποχρωματισμός πρωτεϊνών που έρχονται σε επαφή μ' αυτήν συμπεριλαμβανομένων και του ακάλυπτου δέρματος. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται προσοχή κατά τον χειρισμό και χρήση μέσων ατομικής προστασίας (γάντια).

## **5.6. Χλώριο και παράγωγα χλωρίου**

Τα χλωριούχα απολυμαντικά χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στις καθημερινές ανάγκες απολύμανσης διαφόρων επιφανειών στο Νοσοκομείο και διακρίνονται σε: υποχλωριώδη και σε παράγωγα που απελευθερώνουν χλώριο. Τα υποχλωριώδη διατίθενται σε υγρή μορφή. Το πιο γνωστό προϊόν είναι το υδατικό διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου 4-6% γνωστό ως οικιακή χλωρίνη. Τα παράγωγα που απελευθερώνουν χλώριο είναι το χλωριούχο διοξείδιο, το διχλωροϊσοκυανουρικό νάτριο (NaDCC) και η χλωραμίνη T. Το χλωριούχο διοξείδιο περιέχει χλωριώδες νάτριο και γαλακτικό οξύ σε σκοπό την παραγωγή χλωριώδους οξέος και στη συνέχεια χλωριούχου διοξειδίου. Η χλωραμίνη T απελευθερώνει χλώριο. Το διχλωροϊσοκυανουρικό νάτριο (NaDCC) βρίσκεται σε δισκία 2,5 και 5,0 gr τα οποία περιέχουν 2500 και 5000 ppm αντίστοιχα διαθέσιμου χλωρίου. Οι χρήσεις των ενώσεων χλωρίου είναι για την απολύμανση κηλίδων αίματος σε πάγκους και δάπεδα, για την απολύμανση επιφανειών, βρεφικών σκευών διατροφής, ρουχισμού και ειδών υγιεινής μέσα στο Νοσοκομείο.

### **Κίνδυνοι**

Ο κυριότερος τρόπος έκθεσης σε χλώριο είναι με εισπνοή. Οι ατμοί χλωρίου οδηγούν σε ερεθισμό των οφθαλμών, των βλεννογόνων, του δέρματος και του αναπνευστικού συστήματος. Υψηλές συγκεντρώσεις ατμών χλωρίου προκαλούν αίσθημα καύσου στα μάτια, τη ρινική και τη στοματική κοιλότητα, βήχα και θωρακικό πόνο. Επαφή των οφθαλμών και του δέρματος με υγρό χλώριο προκαλεί εγκαύματα. Τα όρια που δίνουν οι διεθνείς οργανώσεις ορίζονται για τη ACGIH: TLV = 0,5 ppm για 8ωρη έκθεση, για την OSHA PEL: 1 ppm οροφή και τη NIOSH REL: 0,5 ppm οροφή για 15 min διάστημα αναφοράς. Το χλώριο έχει οσφρητικό όριο μεταξύ 0,02 και 0,2 ppm, αλλά η ταχύτερη αραίωση και διασπορά του χλωρίου στον αέρα, δεν προβάλλει την οσμή ως επαρκή προειδοποίηση.

Σύμφωνα με τη διεθνή κατάταξη της IARC, το χλώριο ανήκει στην κατηγορία A4, δηλαδή στις ενώσεις για τις οποίες δεν υπάρχουν ενδείξεις καρκινογένεσης στα ζώα ή στον άνθρωπο.

Σημαντικό κίνδυνο αποτελεί κατά την χρήση των χλωριωμένων παραγόντων η διάλυσή τους σε ζεστό νερό ή ανάμειξή τους με οξέα π.χ. διαλύματα καθαρισμού ή ούρα. Η επαφή του χλωρίου με ζεστό νερό δημιουργεί φωσγένιο, ένα αέριο που είναι θανατηφόρο σε μια αναλογία με τον αέρα 1:50.000. Επειδή είναι άχρωμο και άοσμο αέριο είναι θανατηφόρο, πριν ακόμη γίνει αντιληπτό με την όσφρηση. Το φωσγένιο χρησιμοποιήθηκε κυρίως ως αέριο χημικού πολέμου από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, πρώτα από τους Γερμανούς το Δεκέμβριο του 1919 και έξι μήνες αργότερα και από τους Βρετανούς. Τέλος να αναφερθεί ότι 27 καταγεγραμμένα ατυχήματα παγκοσμίως σε βιομηχανική κλίμακα από το 1911-1998 είχαν ως αίτιο το χλώριο.

### **Πρόληψη**

Σε περίπτωση εκτίναξης σταγονιδίων χλωρίου στα μάτια, επιβάλλεται η χρήση προστατευτικών γυαλιών. Για την αποφυγή της επαφής με το δέρμα οι εργαζόμενοι πρέπει να χρησιμοποιούν τους απαραίτητους προστατευτικούς φραγμούς (γάντια και μάσκες προσώπου). Ρούχα τα οποία μολύνθηκαν με σταγονίδια χλωρίου πρέπει να αφαιρεθούν άμεσα και να επαναχρησιμοποιηθούν εφόσον απομακρυνθεί η ποσότητα χλωρίου. Σε περίπτωση δερματικής επαφής με χλώριο, επιβάλλεται άμεση πλύσιμο με άφθονο νερό. Ο σωστός αερισμός του χώρου συμβάλλει στη μείωση των δυσμενών επιπτώσεων

## **5.7 Φαινόλες**

Τα φαινολικά διαλύματα ανήκαν στα πρώτα απολυμαντικά σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στα νοσοκομεία. Κατηγοριοποιούνται στις φαινόλες και στα φαινολικά παράγωγα. Γνωστά φαινολικά παράγωγα είναι η κρεζόλη, με απολυμαντικές ιδιότητες και η χλωροξυλενόλη και εξαχλωροφαίνη με αντισηπτικές ιδιότητες. Χρησιμοποιούνται για απολύμανση δαπέδων, χώρων υγιεινής, εξοπλισμού. Αναφέρονται 2 θεωρίες για τον τρόπο με τον οποίο οι φαινόλες καταστρέφουν το μικροβιακό κύτταρο:

A) Τα φαινυλοπαράγωγα αντιδρούν με τα λευκώματα των μικροβίων προς σχηματισμό αδιάλυτων λευκωματούχων ενώσεων.

B) Τα φαινυλοπαράγωγα δρουν ως τασιενεργά γιατί στο μόριο έχουν και υδρόφιλη και υδρόφοβη ομάδα.

### **Κίνδυνοι**

Έκθεση σε μεγάλες ποσότητες φαινόλης για μικρό χρονικό διάστημα ή χρονία έκθεση σε μικρές ποσότητες προκαλεί βλάβες στο ήπαρ, στους νεφρούς, στο αίμα, στους πνεύμονες, στο νευρικό και ανοσοποιητικό σύστημα, καθώς και γαστρεντερικές διαταραχές. Επαφή με φαινόλη προκαλεί ερεθισμό του δέρματος, των οφθαλμών και της στοματικής κοιλότητας. Τα όρια που προσδιορίζουν οι διεθνείς οργανισμοί είναι για την ACGIH: TLV

0,5 mg/m<sup>3</sup>TWA και για την NIOSH REL: 0,5 mg/m<sup>3</sup> (8ωρο, 40 ώρες την εβδομάδα). Σύμφωνα με την διεθνή κατάταξη της IARC και της NTP, η φαινόλη ανήκει στην κατηγορία A3, δηλαδή είναι πιθανή καρκινογόνος ένωση για τον άνθρωπο.

Έκθεση σε μεγάλες ποσότητες κρεσόλης προκαλεί ερεθισμό του δέρματος, των οφθαλμών, του φάρυγγα. Οι κύριες κλινικές εκδηλώσεις της τοξίνωσης είναι πόνος στο στομάχι, εμετός, αναιμία, βλάβες στην καρδιά, το ήπαρ, τους νεφρούς, κώμα και θάνατος. Οι επιπτώσεις χρόνιας έκθεσης σε μικρές ποσότητες κρεσόλης δεν είναι απόλυτα γνωστές. Κατάποση μεγάλης ποσότητας κρεσόλης προκαλεί νεφρικές βλάβες, εγκαύματα στο στόμα και στο φάρυγγα, πόνο στο στομάχι, εμετό και διαταραχές του αίματος και του νευρικού συστήματος. Επαφή με το δέρμα προκαλεί εγκαύματα και βλάβες στους νεφρούς, στο ήπαρ, στο αίμα, στον εγκέφαλο και στους πνεύμονες. Τα όρια που προσδιορίζουν οι διεθνείς οργανώσεις είναι για την ACGIH: TLV 5 ppm TWA και για την OSHA PEL: 22 mg/m<sup>3</sup> (8ωρο, 40 ώρες την εβδομάδα).

Οι κρεζόλες δεν έχουν καταταγεί σύμφωνα με τη διεθνή κατάταξη της IARC και της NTP σε κάποια κατηγορία, αλλά επιδημιολογικές μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι είναι πιθανές καρκινογόνες ενώσεις.

Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι η χρήση των φαινολών έχει κατηγορηθεί στο παρελθόν για πρόκληση υπερχολυρεθρυναιμίας σε νεογνά όταν χρησιμοποιήθηκαν για απολύμανση θαλάμων νεογνών και θερμοκοιτίδων.

### **Πρόληψη**

Τα φαινολικά παράγωγα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε θαλάμους νεογνών και θερμοκοιτίδες. Κατά την εργασία με φαινόλες οι εργαζόμενοι πρέπει να φορούν προστατευτική ενδυμασία για την αποφυγή δερματικής επαφής με φαινολικά υγρά.

Σε περίπτωση μόλυνσης του ρουχισμού των εργαζομένων με φαινόλες, πρέπει να αφαιρεθεί αμέσως και να πλυθεί.

Το προσωπικό των πλυντηρίων πρέπει να ενημερωθεί ότι τα μολυσμένα ρούχα είχαν έρθει σε επαφή με φαινόλες.

Σε περίπτωση δερματικής επαφής, απαιτείται άμεση πλύση με νερό και σαπούνι ή ένα ήπιο απορρυπαντικό και έκπλυση με άφθονο νερό. Οι χειριστές φαινολών πρέπει να πλύνουν καλά τα χέρια τους πριν το φαγητό, κάπνισμα ή χρήση της τουαλέτας. Είναι τέλος απαραίτητος ο επαρκής αερισμός του χώρου χρήσης των φαινολών.

## **5.8. Τεταρτοταγή άλατα αμμωνίου**

Τα τεταρτοταγή άλατα αμμωνίου είναι οργανικά παράγωγα του αμμωνίου και ανήκουν στην κατηγορία των κατιονικών τασιενεργών ουσιών. Παρουσιάζουν απορρυπαντική και απολυμαντική δράση. Επηρεάζονται αρνητικά από τη σκληρότητα του νερού και την παρουσία υλικών, όπως βαμβάκι και τολύπια γάζας, διότι τα ιζήματα του νερού και οι ίνες των παραπάνω υλικών απορροφούν τα δραστικά συστατικά. Χρησιμοποιούνται για το συνήθη καθαρισμό επιφανειών, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως χαμηλής επικινδυνότητας για τη μετάδοση και πρόκληση νοσοκομειακών λοιμώξεων, όπως: τα δάπεδα, έπιπλα και τοίχοι, λόγω του χαμηλού φάσματος δράσης που παρουσιάζουν έναντι Gram<sup>-</sup> βακτηρίων, ιών και M.T.B. Γνωστές ενώσεις που συμμετέχουν σε απολυμαντικά και απορρυπαντικά σκευάσματα είναι το χλωριούχο βενζαλκόνιο και το χλωριούχο διδεκυλ-διμεθυλ-αμμώνιο.

### **Κίνδυνοι**

Τα τεταρτοταγή άλατα αμμωνίου μπορούν να προκαλέσουν δερματίτιδα εξ επαφής, αλλά τείνουν να εμφανίζονται λιγότερο ερεθιστικά για τα χέρια σε σχέση με άλλα συστατικά. Επίσης, είναι ενδεχόμενο να προκαλέσουν ρινικό ερεθισμό. Διεθνείς οργανισμοί όπως ο OSHA και ο ACGIH δεν έχουν εκδώσει οριακές τιμές έκθεσης για τα άλατα αμμωνίου. Σε πιθανή συνύπαρξη των αλάτων αμμωνίου με σάπυνες, ανόνικα απορρυπαντικά και



οργανικά υλικά, αδρανοποιούνται εύκολα λόγω αστάθειάς τους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο ως απολυμαντικά και όχι αντισηπτικά. Το FDA προτείνει τη χρήση του χλωριούχου βενζαλκονίου ως αντισηπτικό χεριών μόνο για προϊόντα που χρησιμοποιούνται με νερό. Η αιτία βρίσκεται στο γεγονός ότι με την έκπλυση του νερού τα τεταρτοταγή άλατα απομακρύνονται από τα χέρια σχετικά γρήγορα, σε σχέση με τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται με τριβή και αφήνονται να στεγνώσουν πάνω στα χέρια. Το Κέντρο Ελέγχου Νοσημάτων (Centers for Disease Control, CDC) των Ηνωμένων Πολιτειών στις οδηγίες που κυκλοφόρησε, ήδη από το 1983, συνέστησε στα νοσοκομεία να μη χρησιμοποιούν τα παράγωγα του τεταρτοταγούς αμμωνίου ως αντισηπτικά για την αντισηψία του δέρματος και των ιστών. Η απαγόρευση της χρήσης των παραγώγων αυτών ως «αντισηπτικών», από το CDC, στηρίχθηκε στη διαπίστωση ότι σε αρκετά επιδημικά επεισόδια νοσοκομειακών λοιμώξεων (π.χ. νοσοκομειακής βακτη-ριαμίας, νοσοκομειακής μηνιγγίτιδας, σηπτικής αρθρίτιδας) η υπεύθυνη «κοινή πηγή» μόλυνσης ήταν το μiasμένο εν χρήσει διάλυμα ενός παραγώγου του τεταρτοταγούς αμμωνίου (συνήθως του χλωριούχου βενζαλκονίου). Κατά τη διάρκεια των επιδημικών αυτών επεισοδίων τα βακτήρια που απομονώθηκαν συχνότερα από το μiasμένο διάλυμα του χλωριούχου βενζαλκονίου ήταν: *Pseudomonas spp*, *Pseudomonas cepacia*, *Serratia marcescens* και άλλα είδη Gram αρνητικών βακτηρίων.

## 6° Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

### ΑΝΤΙΣΗΨΙΑ: ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Σ' αυτό το κεφάλαιο επιχειρείται να αναδειχθούν προβληματισμοί που συναντώνται κατά την αντισηψία των χεριών του προσωπικού και να καταγραφούν στοιχεία που διευκολύνουν τη σωστή επιλογή αντισηπτικών ουσιών.

#### 6.1 Είδη αντισηψίας

Η διαδικασία αντισηψίας των χεριών περιλαμβάνει: α) το απλό πλύσιμο των χεριών (κοινωνικό, social) και β) την αντισηψία των χεριών. Στο απλό πλύσιμο των χεριών, χρησιμοποιείται μη-ιατρικό σαπούνι (οιουδήποτε είδους) σε υγρή ή στερεή μορφή και νερό. Στην αντισηψία των χεριών χρησιμοποιείται, είτε ένα αντιμικροβιακό αντισηπτικό – απορρυπαντικό, είτε ένα αντιμικροβιακό διάλυμα, το οποίο επαλείφεται στα χέρια. Το πλύσιμο των χεριών με ένα αντιμικροβιακό αντισηπτικό – απορρυπαντικό και νερό ονομάζεται «υγιεινή επάλειψη των χεριών» (“hygiene hand rub”). Οι δύο αυτοί τρόποι αντισηψίας των χεριών (το απλό πλύσιμο και η αντισηψία των χεριών), έχουν επίδραση μόνο στην παροδική μικροβιακή χλωρίδα των χεριών και δεν επιδρούν στον αριθμό και στην τύχη της μόνιμης μικροβιακής χλωρίδας.

Είναι φανερό ότι, κάθε είδους διαδικασία αντισηψίας των χεριών, θα πρέπει να απομακρύνει τα μικρόβια και να εξασφαλίζει την ασφάλεια των χεριών αμέσως μετά την εφαρμογή της. Εν τούτοις, ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η υπολειμματική αντιμικροβιακή δραστηριότητα (residual antimicrobial activity) ενός αντισηπτικού προστατεύει, τόσο από την ανάκτηση μικροβίων που δεν φονεύθηκαν αμέσως ή δεν αφαιρέθηκαν κατά τη διαδικασία απομείωσης των χεριών, όσο και από την απόκτηση (του μικρού αριθμού) αποικιζόντων (transient), μικροβίων μεταξύ δύο διαδικασιών απομείωσης των χεριών.

Σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για το «υγιεινό πλύσιμο των χεριών» είναι:

- Σάπωνες
- Απορρυπαντικά με ιωδιούχο ποβιδόνη
- Απορρυπαντικά με γλυκουρονική χλωρεξιδίνη

Σκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την «υγιεινή επάλειψη των χεριών» είναι:

- Αλκοόλες: n-προπανόλη, ισοπροπυλική αλκοόλη, αιθυλική αλκοόλη
- Διαλύματα ιωδιούχου ποβιδόνης
- Αλκοολούχα διαλύματα χλωρεξιδίνης
- Αλκοολούχα διαλύματα τρικλοζάνης
- Αλκοολούχα διαλύματα τεταρτοταγών αλάτων αμμωνίου

Βασικό μειονέκτημα της «υγιεινής επάλειψης των χεριών» είναι η ξηρότητα του δέρματος, εφόσον στο σκεύασμα του αντισηπτικού δεν περιέχεται κάποιο μαλακτικό (π.χ. γλυκερίνη).

#### 6.2 Ο ρόλος του δέρματος

Σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της αντισηψίας διαδραματίζει η κατάσταση στην οποία διατηρούνται τα χέρια του προσωπικού.

Οι μικροοργανισμοί μπορούν να εγκατασταθούν ευκολότερα σ' ένα σκασμένο, ερεθισμένο δέρμα σε σχέση με ένα λείο και ακέραιο. Επιπρόσθετα στο τραυματισμένο δέρμα είναι πιο δύσκολο να δράσει το αντισηπτικό. Στην ουσία ένα τραυματισμένο δέρμα δεν μπορεί να απολυμανθεί.

Η εικόνα που παρουσιάζουν οι δερματικές επιφάνειες καθορίζεται από την ποσότητα και τη σύνθεση μίας υδρολιπιδικής στοιβάδας που υπάρχει στα χέρια του κάθε ανθρώπου. Η στοιβάδα έχει προστατευτικό χαρακτήρα, παράγεται από το ίδιο το δέρμα και προσδίδει στην επιφάνεια του δέρματος ελαφρό όξινο pH: 5,5.

Η υδρολιπιδική στοιβάδα, ταυτόχρονα περιέχει και «φυσικούς παράγοντες υγρασίας», οι οποίοι διατηρούν το δέρμα λείο και ακέραιο.

Διάφοροι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την κατάσταση της υδρολιπιδικής στοιβάδας. Για παράδειγμα, η συχνή χρήση χημικών ουσιών, που έχουν ως διαλύτη το λάδι, αφαιρούν ένα ποσοστό λιπαρότητας από το δέρμα. Το αποτέλεσμα είναι ο οργανισμός να μην ανταποκρίνεται στη διατήρηση ισορροπίας μεταξύ αφαίρεσης και παραγωγής νέου ποσοστού λιπαρότητας στο συγκεκριμένο σημείο, με έμμεση συνέπεια να διαφεύγουν από τις δερματικές επιφάνειες και οι «φυσικοί παράγοντες υγρασίας» που προαναφέρθηκαν. Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με την προσθήκη μαλακτικών – καλλυντικών ουσιών στα αντισηπτικά. Μελέτες επισημαίνουν ότι η παρουσία μαλακτικών συστατικών προκαλούν λιγότερους ερεθισμούς και ξηρότητα στο δέρμα, σε σχέση με τα αντισηπτικά σκευάσματα που δεν περιέχουν. Ο τύπος του αντισηπτικού που είναι κατάλληλο εξαρτάται από τον τύπο του δέρματος, την εποχή του χρόνου και τις κλιματικές αλλαγές. Για παράδειγμα το χειμώνα, η μείωση της υγρασίας στην ατμόσφαιρα, οδηγεί στο να προτιμώνται αντισηπτικά της μορφής w/o (water in oil emulsions), διάλυσης νερού σε λάδι κι όχι το αντίστροφο.

### **6.3 Ο ρόλος των σαπώνων**

Τα υγρά σαπούνια είναι ευρύτατα, διαδεδομένα στους νοσοκομειακούς χώρους. Παρατηρείται το φαινόμενο των συχνών πλύσεων των χεριών από το προσωπικό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το μειονέκτημα που παρουσιάζουν είναι η αλκαλική αντίδρασή τους έναντι του δέρματος. Το pH της επιφάνειας του δέρματος από ελαφρά όξινο (5,5) μετακινείται σε αλκαλικά όρια ( $\approx 10$ ). Η υδρολιπιδική στοιβάδα μειώνεται και η ικανότητα του δέρματος να ουδετεροποιεί αλκάλια ελαχιστοποιείται με τις συνεχείς πλύσεις. Μετά από κάθε πλύση, το pH του δέρματος βρίσκεται στο 7-8 και χρειάζεται για να επανέλθει στα φυσιολογικά όρια περίπου 3 ώρες. Το πρόβλημα μειώνεται, εάν στα υγρά σαπούνια περιέχονται συστατικά προστατευτικά του δέρματος όπως για παράδειγμα αλλαντοΐνη, τοκοφερόλη (βιταμίνη E), πανθενόλη, Bisabolol και χαμομήλι.

Ακολουθεί αντιπροσωπευτικός πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά των κυριότερων αντισηπτικών ουσιών και τις παρενέργειες που μπορούν να παρουσιάσουν.

**Ιδιότητες, χαρακτηριστικά και αντισηπτική δραστικότητα των κυριότερων αντισηπτικών του δέρματος.**

Είδος αντισηπτικού του δέρματος	Χρησιμοποιούμενη δραστική συγκέντρωση (%)	Αντισηπτική δραστικότητα = μείωση του αριθμού των:					Ιδιότητες - Χαρακτηριστικά			
		Gram θετικών βακτηρίων	Gram αρνητικών βακτηρίων	Mycobacterium tuberculosis	Μυκήτων	Ιών	Ταχύτητα δράσης	Υπολειμματική δράση (residual activity)	Η δραστικότητά του επηρεάζεται παρουσία οργανικού υλικού;	Ασφάλεια Χρήσης
<b>Αλκοόλες</b> (Alcohols)	70-92	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Καλή	Καλή	Ταχύτατη	Καμιά	Δεν υπάρχουν δεδομένα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ξηρότητα</li> <li>• Πτητικό</li> </ul>
<b>Χλωρεξιδίνη</b> (Chlorhexidine)	4.2 ή 0.5 σε αλκοόλη	Εξαιρετική	Καλή	Καλή	Μέτρια	Καλή	Ενδιάμεση	Εξαιρετική	Ελάχιστα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ωτοτοξικότητα</li> <li>• Κερατοειδίτιδα</li> </ul>
<b>Ιωδοφόρα</b> (Iodophors)	10, 7.5, 2, 0.5	Εξαιρετική	Καλή	Καλή	Καλή	Καλή	Ενδιάμεση	Ελάχιστη	Ναι	Ερεθισμός του δέρματος
<b>Παρα-χλωρο-μετα-ξυλενόλη</b> (Parachlorometaxylenol, PCMX)	0.5-3.75	Καλή	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Ενδιάμεση	Καλή	Ελάχιστα	Χρειάζονται δεδομένα
<b>Τρικλοζάνη</b> (Triclosan ή Irgasan DP-300)	0.3-1.0	Καλή	Καλή	Μέτρια	Φτωχή	Άγνωστο	Ενδιάμεση	Εξαιρετική	Ελάχιστα	Χρειάζονται δεδομένα

\* Έχει ληφθεί, με τροποποίηση, από: Larson E. APIC guidelines for use of topical antimicrobial agents. *Am J Infect Control* 1988, 16: 253-266

## 6.4 Τα είδη των αντισηπτικών

### 6.4.1 Αλκοόλες

Από την πολυπληθή ομάδα των αλκοολών χρησιμοποιούνται στην αντισηψία η αιθυλική αλκοόλη, η ισοπροπυλική αλκοόλη και η 1,3 βουτανοδιόλη. Είναι ουσίες υδατοδιαλυτές και μικροβιοκτόνες. Η άριστη βιοκτόνος δραστηριότητά τους ασκείται σε υδατικά διαλύματα 60-90% και μειώνεται αρκετά σε αραίωση κάτω του 50%. Η δράση τους οφείλεται στο γεγονός ότι μετουσιώνουν τις πρωτεΐνες των μικροβίων με αποτέλεσμα τη λύση των κυττάρων. Είναι ιδιαίτερα δραστικές κατά των μυκοβακτηριδίων. Έχουν την ικανότητα να διαλύουν τα λίπη και να καταστρέφουν ιούς με λιποειδής περιβλημα, π.χ. ιοί γρίπης, δαμαλίτιδος, έρπητα. Ενεργούν ταχύτατα (30"-2 λεπτά). Αντίθετα δεν είναι δραστικές κατά των σπόρων, έχουν μικρή διεισδυτική ικανότητα και είναι ακατάλληλες για απολύμανση χώρων, διότι είναι εύφλεκτες, απαιτούνται μεγάλες ποσότητες και καταστρέφουν πλαστικά δάπεδα. Επίσης εξατμίζονται εύκολα.

Τελευταία εξέλιξη στην αντισηψία χεριών

Δεδομένα: Οι αλκοόλες είναι η πιο σίγουρη λύση για την αντισηψία των χεριών.

Πρόβλημα: Η συνεχής χρήση αλκοόλης δημιουργεί ξηρότητα του δέρματος άρα αδυναμία αντισηψίας.

Πρόταση/Λύση: Χρήση πολυαλκοολούχων αντισηπτικών τα οποία συνδυάζουν και μαλακτικά –καλλυντικά συστατικά.

Πλεονεκτήματα: Σίγουρη αντισηψία-συνεχείς χρήσεις χωρίς ερεθισμούς-ξηρότητες.

#### **Κίνδυνοι**

Η ισοπροπυλική αλκοόλη έχει μία αλειφατική αλκοόλη. Καταγράφεται ως τοξική ουσία. Επαγγελματική έκθεση σε ισοπροπανόλη οδηγεί σε επηρεασμό του ΚΝΣ, με συμπτώματα βραδυκαρδίας, υπότασης, αναισθησίας, λιποθυμίας, δύσπνοιας, ναυτίας και εμέτου. 250 ml ισοπροπανόλης είναι θανατηφόρα για τους ανθρώπους, αλλά και 100 ml μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρή τοξίκωση. Έχει οσφρητικό όριο σε συγκεντρώσεις 40-200 ppm, και το ανώτατο επιτρεπτό όριο έκθεσης ανέρχεται στα 400 ppm (980 mg/m<sup>3</sup>). Αυτή η έκθεση οδηγεί σε ερεθισμό ματιών, μύτης και λαιμού. Όσον αφορά τη δερματική απορρόφηση δεν υπάρχουν ειδικά στοιχεία. Σε αναλογία με την αιθυλική αλκοόλη μπορεί να θεωρηθεί ότι η συστηματική απορρόφηση είναι ελάχιστη. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ουσίας παραμένει στο δέρμα. Η ισοπροπυλική αλκοόλη μεταβολίζεται σε ακετόνη, η οποία παρουσιάζει δράση στο Κ.Ν.Σ.

Σύμφωνα με τη διεθνή κατάταξη της IARC, η ισοπροπυλική αλκοόλη ανήκει στην κατηγορία A3, δηλαδή δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία ώστε να καταταγεί στις καρκινογόνες ουσίες για τον άνθρωπο, αλλά προκαλεί καρκίνο στα ζώα.

Η 1,3 Βουτανοδιόλη είναι ένας ενυδατικός παράγοντας και υποκατάστατο της γλυκερόλης σε πολλά φαρμακευτικά σκευάσματα. Οι δοκιμασίες OECD δεν έδειξαν δερματικό ή οφθαλμικό ερεθισμό. Εμφανίζεται ως ανεκτή ουσία για το δέρμα ή τους βλεννογόνους. Μελέτη αναφέρει την έκθεση 200 εθελοντών σε διάλυμα 50% 1,3 Βουτανοδιόλης, κατά την οποία

δεν αναφέρθηκε κανένας ερεθισμός. Ανώτατο επιτρεπτό όριο έκθεσης δεν έχει προσδιοριστεί.

#### 6.4.2 Ιώδιο και ιωδοφόρα

Το ιώδιο, με τη μορφή αλκοολικών διαλυμάτων, τα οποία καλούνται και βάμματα (tinctures) χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό του δέρματος και των ιστών. Τα διαλύματα όμως αυτά είναι ασταθή, ερεθιστικά και χρωματίζουν έντονα το δέρμα. Τα ιωδοφόρα είναι μείγματα ιωδίου και διαφόρων παραγόντων που τα καθιστούν ευδιάλυτα. Το γνωστότερο και πιο διαδεδομένο ιωδοφόρο είναι η ιωδιούχος ποβιδόνη (Povidone – iodine) ένα παράγωγο που αποτελείται από πολυβινυλπυρρολιδόνη και ιώδιο. Τα ιωδοφόρα έχουν τη βακτηριοκτόνο δράση του ιωδίου, είναι λιγότερο τοξικά και ερεθιστικά και δεν βιάφουν ιστούς και επιφάνειες.

##### **Κίνδυνοι**

Εισπνοή ατμών ιωδίου προκαλεί ερεθισμό των βλεννογόνων και της αναπνευστικής οδού. Ατμοί ιωδίου μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμό των οφθαλμών, πονοκέφαλο, πόνο στο θώρακα και την τραχεία. Ιώδιο σε κρυσταλλική μορφή ή ισχυρές διαλύσεις ιωδίου μπορεί να προκαλέσουν σοβαρό δερματικό ερεθισμό. Δεν αφαιρείται εύκολα από το δέρμα και μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα. Ερευνητές επισημαίνουν την ενδεχόμενη μεταλλαξιογόνο και καρκινογόνο δράση του ιωδίου αλλά χωρίς τεκμηριωμένα αποτελέσματα έως σήμερα. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο έκθεσης στο ιώδιο ορίζεται στο 0,1 ppm (τιμές ACGIH OSHA).

#### 6.4.3 Χλωρεξιδίνη

Η χλωρεξιδίνη ανήκει στην χημική οικογένεια των διγουανιδίων. Χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό σκεύασμα με 2 μορφές:

- Στη μορφή άλατος ως γλυκουρονική χλωρεξιδίνη για χρήση με νερό (υγιεινό πλύσιμο χεριών)
- Στην μορφή αλκοολούχου διαλύματος χλωρεξιδίνης για χρήση με τριβή (υγιεινό τρίψιμο των χεριών).

Χαρακτηριστικό του η μακρά υπολειμματική δράση, η οποία οφείλεται στην παραμονή ποσότητας του αντισηπτικού επί του δέρματος των χεριών, ακόμα και μετά το καλό ξέπλυμά τους και στέγνωμά τους.

##### **Κίνδυνοι**

Η υπολειμματική δράση της χλωρεξιδίνης, άρα ο επιμήκης χρόνος παραμονής μιας χημικής ουσίας πάνω στις δερματικές επιφάνειες ενδεχομένως να οδηγήσει σε διαταραχή της ισορροπίας της υδρολιπιδικής στοιβάδας του δέρματος. Μελέτες σε ζώα και ανθρώπους υποδεικνύουν ότι η χρήση της γλυκουρονικής χλωρεξιδίνης στον άνθρωπο είναι ασφαλής. Εν τούτοις, είναι δυνατόν να παρατηρηθεί ωτοτοξικότητα από ενστάλαξη γλυκουρονικής χλωρεξιδίνης στο μέσο ούς, καθώς και βλάβη του κερατοειδούς από ενστάλαξη της στο μάτι. Παράλληλα Βρετανική μελέτη αναφέρει την ανίχνευση χαμηλών ποσοτήτων χλωρεξιδίνης στο αίμα νεογνών τα οποία πλύθηκαν από το προσωπικό με προϊόν που περιείχε χλωρεξιδίνη.

Συγκεκριμένα 34 νεογνά εκτέθηκαν στο προϊόν, εκ των οποίων σε 10 ανιχνεύθηκε χλωρεξιδίνη σε αίμα που λήφθηκε από τρύπημα της φτέρνας και σε 5 ανιχνεύθηκε στο φλεβικό αίμα.

#### **6.4.4 PCMX (Παρα-χλωρο-μετα-ξυλενόλη)**

Είναι ένα αντισηπτικό του δέρματος πολύ λιγότερο αποτελεσματικό στην αντισηψία του δέρματος από τα προαναφερθέντα αλλά παρουσιάζει συνδυασμό πλεονεκτημάτων : έχει σχετικά καλή αντισηπτική δράση, ελαφρά υπολλειματική δράση και δεν προκαλεί ερεθισμό του δέρματος

##### ***Κίνδυνοι***

Δεν αναφέρονται.

#### **6.4.5 Τρικλοζάνη**

Είναι ένα αντισηπτικό του δέρματος με ισχυρό φάσμα δράσης έναντι βακτηρίων αλλά όχι μυκήτων. Παρουσιάζει καλή υπολειμματική δράση και λόγω της ατοξικότητας έχει αντικαταστήσει τη χρήση εξαχλωροφαίνης στις μονάδες νεογνών. Αποτελεί το συνηθισμένο αντιμικροβιακό συστατικό των αποσμητικών σαπουνιών που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

##### ***Κίνδυνοι***

Η τρικλοζάνη γενικά παρουσιάζεται ως ατοξική. Μελέτες αναφέρουν την απορρόφησή της από το γαστρεντερικό σύστημα, και πιθανόν από το δέρμα. Έχει ανιχνευθεί σε σωματικά υγρά, συμπεριλαμβανομένου του μητρικού γάλακτος. Άλλες μελέτες με εθελοντές αποδεικνύουν το μεταβολισμό της στο σώμα σε γλυκουρονίδες και θειϊκά άλατα και την μετέπειτα παρουσία τους στα ούρα. Η τρικλοζάνη ταξινομείται ως «τοξική για τους υδρόβιους οργανισμούς και πιθανόν να προκαλέσει μακροχρόνιες επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον».

## 7<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί αναλύονται οι κατηγορίες των απορρυπαντικών ουσιών, ο τρόπος λειτουργίας και η χρήση τους στους νοσοκομειακούς χώρους καθώς και οι κίνδυνοι που μπορούν να προκληθούν για την υγεία των εργαζομένων.

Μπορούν να ορισθούν 4 βασικές κατηγορίες απορρυπαντικών: οι σάπωνες, τα συνθετικά απορρυπαντικά, τα αλκάλια και τα οξέα.

#### 7.1 Σάπωνες

Ονομάζονται τα άλατα των ανωτέρων οξέων, ιδίως των κορεσμένων παλμιτικού και στεατικού και του ακόρεστου ελαϊκού, με αλκάλια (Na ή K). Έχουν μεγάλη απορρυπαντική ικανότητα και γι' αυτό χρησιμοποιούνται σαν μέσα καθαρισμού. Η απορρυπαντική τους δράση οφείλεται: α) να ελαττώνουν την επιφανειακή τάση του νερού και β) να υποβοηθούν το σχηματισμό γαλακτώματος ανάμεσα στο νερό και σε ακαθαρσίες λιπαρής φύσης. Η ικανότητά τους αυτή οφείλεται στο ότι το μόριό τους περιέχει μια υδρόφιλη ομάδα (-COONa) διαλυτή στο νερό και αδιάλυτη στο λίπος και μία λιπόφιλη (την ανθρακική αλυσίδα-R) που είναι αδιάλυτη στο νερό και διαλυτή στο λίπος. Έτσι τα μόρια του σαπουνιού συνδέουν αυτά τα 2 σώματα και σχηματίζουν γαλάκτωμα.

Μειονεκτήματα των κοινών σαπουνιών:

- Τα υδατικά τους διαλύματα παρουσιάζουν αλκαλική αντίδραση γιατί υδρολύονται σαν άλατα που προέρχονται από ασθενή οξέα και ισχυρή βάση. Η αλκαλική αντίδραση επιφέρει ερεθισμούς στα χέρια των χρηστών.
- Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όξινο περιβάλλον, γιατί υδρολύονται σε λιπαρά οξέα, τα οποία δεν έχουν απορρυπαντικές ιδιότητες.
- Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σκληρό νερό γιατί αυτό περιέχει μεγάλες ποσότητες αλάτων Ca και Mg, με τα οποία οι σάπωνες σχηματίζουν αδιάλυτα άλατα.
- Έχουν υψηλό κόστος γιατί παρασκευάζονται από βρώσιμες πρώτες ύλες.

#### 7.2 Συνθετικά απορρυπαντικά

Πρόκειται για μείγματα τα οποία αποτελούνται από το κυρίως απορρυπαντικό, την ονομαζόμενη «τασενεργή» ουσία και μια σειρά «συνδρόμων» βοηθητικών ουσιών με εξειδικευμένους ρόλους.



Η κυρίως απορρυπαντική ουσία, περιέχει όπως και στα σαπούνια, ένα υδρόφιλο και ένα λιπόφιλο τμήμα. Κατά τη διάλυσή της στο νερό διίσταται και το υδρόφιλο μέρος λαμβάνει ένα συγκεκριμένο φορτίο.

Φορτίο αρνητικό = ανιονικά τασενεργά

Φορτίο θετικό = κατιονικά τασενεργά

Φορτίο ουδέτερο = μη-ιονικά τασενεργά

Φορτίο θετικό + αρνητικό = αμφοτερικά τασενεργά

Πλεονεκτήματα συνθετικών απορρυπαντικών:

- Είναι ευδιάλυτα στο νερό, παρουσιάζουν ουδέτερη αντίδραση και χρησιμοποιούνται σε σκληρό νερό.
- Παρασκευάζονται από πρώτες ύλες που δεν έχουν καμιά θρεπτική αξία.
- Παρασκευάζονται από φτηνά υλικά π.χ. πετρέλαιο και  $H_2SO_4$ , άρα συναγωνίζονται σε κόστος τα σαπούνια.

#### **Ανιονικά τασενεργά**

Είναι το μεγαλύτερο μέρος των απορρυπαντικών που κυκλοφορούν (60-70%) και απευθύνονται για χρήση χειρωνακτικού πλυσίματος (χέρια, σκεύη, εξοπλισμός). Διακρίνονται σε:

- Θειϊκούς εστέρες του τύπου  $RCH_2OSO_3Na$
- Άλατα σουλφοξέων του ηλεκτρικού οξέος
- Αλκυλαρυσουλφονικά άλατα
- Ενώσεις με καρβοξύλιο του τύπου  $RCOOCH_2CH_2SO_3Na$

#### **Κατιονικά τασενεργά**

Συνδυάζουν απορρυπαντικές και ελαφρά απολυμαντικές ιδιότητες. Ονομάζονται και τεταρτοταγή άλατα αμμωνίου. Χρησιμοποιούνται για καθαρισμούς χώρων και εξοπλισμού.

#### **Μη ιονικά τασενεργά**

Αντιπροσωπεύουν τα απορρυπαντικά που χρησιμοποιούνται για αυτόματο καθαρισμό (πλυντήρια χειρουργικών εργαλείων, πιάτων κ.λπ.). Αιτία είναι η έλλειψη αφρισμού τους, επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κλειστά συστήματα πλύσης.

Είναι προϊόντα συμπυκνώσεως λιπαρών οξέων, φαινολών, αλκοολών με το πολυαιθυλενοξειδίο.

#### **Αμφοτερικά τασενεργά**

Συνδυάζουν απορρυπαντικές και απολυμαντικές ιδιότητες. Παρασκευάζονται με την προσθήκη αλκυλαμινών σε ακρυλικό μεθυλεστέρα και ακολουθεί σαπωνοποίηση. Χρησιμοποιούνται για καθαρισμό και απολύμανση χώρων με μεγάλη περίσσεια οργανικού φορτίου.

### **7.3 Σύνδρομες-βοηθητικές ουσίες**

#### **Αποσκληρυντικές ουσίες**

Συμμετέχουν στη σύνθεση ενός απορρυπαντικού, με σκοπό το σχηματισμό συμπλόκων αλάτων με τα ιόντα του  $Ca^{++}$  και  $Mg^{++}$  που υπάρχουν στο σκληρό νερό. Τα σύμπλοκα άλατα παραμένουν σε διάλυση και έτσι αποφεύγονται οι καθαλατώσεις.

Στην κατηγορία ανήκουν:

- Τα πολυφωσφορικά άλατα

- Το EDTA

### **Γαλακτωματοποιητές**

Παρεμποδίζουν το ρύπο να κατακαθήσει στην επιφάνεια από την οποία προηγουμένως είχε απομακρυνθεί.

Στην κατηγορία ανήκουν:

- Σάπωνες τριαιθανολαμίνης
- Μη-ιονικές τασενεργές ουσίες με 2-4 μονάδες αιθυλενοξειδίου

### **Αντιαφριστικές ουσίες**

Μειώνουν τον αφρό στα απορρυπαντικά που προορίζονται για κλειστά κυκλώματα καθαρισμού.

Στην κατηγορία ανήκουν:

- Οι N-αλκυλιωμένες αμινοτριαζίνες
- Οι προποξυλιωμένες ή βουτοξυλιωμένες αμινοτριαζίνες

### **Αντιοξειδωτικές ουσίες**

Προστατεύουν τις μεταλλικές επιφάνειες του εξοπλισμού από την οξειδωση που

προκαλούν ορισμένες απορρυπαντικές ουσίες.

Στην κατηγορία ανήκουν:

- Οι Μεθυλ-Αιθυλ-Προπυλ-Βουτυλ-Αμίνες
- Το Potassium chromate
- Ενώσεις του πυριτικού οξέος

### **Ένζυμα**

Ενσωματώνονται στα διάφορα απορρυπαντικά, επιδρούν στο ρύπο και τον μετουσιώνουν. Έτσι διευκολύνεται η απομάκρυνσή του με τη βοήθεια της τασενεργής ουσίας, η οποία παραμένει η κύρια απορρυπαντική ουσία. Ανάλογα με το ρύπο που μετουσιώνουν λαμβάνουν και ονομασία: πρωτεάσες, λιπάσες, εστεράσες κ.λπ. Είναι δραστικά σε pH 4-12 και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες.

## **7.4 Αλκάλια και οξέα**

Σε περίπτωση ισχυρών ρύπων χρησιμοποιούνται αλκάλια και οξέα.

### **Αλκάλια**

- Καυστικό νάτριο
  - Ορθοπυριτικό νάτριο
  - Μεταπυριτικό νάτριο
  - Ανθρακικό νάτριο
- Διαλύουν τις πρωτεΐνες και τα λίπη (οργανικούς ρύπους).

### **Οξέα**

- Υδροχλωρικό οξύ
- Φωσφορικό οξύ
- Νιτρικό οξύ
- Κιτρικό οξύ

- Τρυγικό οξύ
  - Γλυκονικό οξύ
- Αφαιρούν τις καθαλατώσεις του νερού (ανόργανους ρύπους).

## 7.5. Η επιλογή του απορρυπαντικού

Τα απορρυπαντικά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό στους χώρους του νοσοκομείου και ιδιαίτερα στο χώρο της Κεντρικής Αποστείρωσης πρέπει να επιλέγονται για την καταλληλότητά τους για τη συγκεκριμένη εργασία. Πάντα ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή για σωστή διάλυση, σωστή Θ<sup>ο</sup> διαλύματος, την σκληρότητα του νερού και τη σωστή χρήση. Ένα απορρυπαντικό/ απολυμαντικό πρέπει να καθαρίζει και να απολυμαίνει. Υπάρχουν ειδικά απορρυπαντικά σχεδιασμένα για πλυντήρια υπερήχων, αυτόματα πλυντήρια εξοπλισμού και για χειρωνακτική χρήση. Κάποια απορρυπαντικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για χειρωνακτική χρήση και για πλυντήρια υπερήχων. Προτείνονται απορρυπαντικά με πρωτεολυτικά ένζυμα για την αφαίρεση πρωτεϊνικών καταλοίπων.

Λιπολυτικά ένζυμα για την αφαίρεση λιπών, επομένως υπάρχει η δυνατότητα εξειδίκευσης ανάλογα με την προέλευση του ρύπου. Ένα απορρυπαντικό με ουδέτερο pH μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τα χειρουργικά εργαλεία, για την αποφυγή διαβρώσεων.

Ο χειρωνακτικός καθαρισμός των εργαλείων απαιτεί ένα απορρυπαντικό με ουδέτερο pH (7-8), ενώ σε μια αυτόματη διαδικασία πλύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα αλκαλικό προϊόν.

## 7.6 Οι κίνδυνοι από τα απορρυπαντικά

Στο νοσοκομειακό περιβάλλον υπάρχουν πολλοί παράγοντες ικανοί να προκαλέσουν παθολογικές εκδηλώσεις αλλεργικού τύπου. Οι πιο κοινές εκδηλώσεις είναι οι δερματίτιδες εξ επαφής.

Χωρίζονται σε 2 κατηγορίες:

Σε ερεθιστική και σε αλλεργική δερματίτιδα εξ επαφής. Η πρωτοπαθής ερεθιστική δερματίτιδα είναι μη αλλεργική αντίδραση του δέρματος, η οποία προκαλείται από έκθεση σε ερεθιστικές ουσίες. Θεωρητικά κάθε ουσία σε επαρκή συγκέντρωση και μετά από μεγάλη διάρκεια έκθεσης είναι δυνατό να προκαλέσει δερματίτιδα εξ επαφής. Συνήθεις ερεθιστικές ουσίες που προκαλούν άμεση και σοβαρή βλάβη του δέρματος, είναι τα ισχυρά διαλύματα οξέων και βάσεων, ενώ ασθενέστερες ουσίες, που απαιτούν μακροχρόνια παρατεταμένη έκθεση για να προκαλέσουν βλάβη είναι τα απορρυπαντικά, τα σαπούνια και οι διαλύτες. Η αλλεργική δερματίτιδα εξ επαφής αποτελεί εκδήλωση καθυστερημένης υπερευαισθησίας και οφείλεται σε έκθεση ευαισθητοποιημένων ατόμων σε αλλεργιογόνα. Είναι σε θέση να καταστήσει το δέρμα ευάλωτο σε προσβολές από ερεθιστικές ουσίες και να οδηγήσει σε ερεθιστική δερματίτιδα.

Στα απορρυπαντικά συμμετέχουν διάφορα συστατικά με συγκεκριμένους ρόλους. Στη βιβλιογραφία καταγράφονται επικίνδυνες ενδείξεις για μια σειρά τέτοιων ουσιών, οι οποίες παρατίθενται στη συνέχεια. Να ληφθεί υπόψη ότι στην τελική σύνθεση των συστατικών, τα περισσότερα

συμμετέχουν σε μικρές συγκεντρώσεις, οπότε αμφισβητείται η δυνατότητά τους να προκαλέσουν κίνδυνο στον χρήστη.

### **Οξέα**

Είναι διαβρωτικά των ανθρωπίνων ιστών. Τα νεφελώματά τους είναι το ίδιο διαβρωτικά όπως και τα διαλύματα. Η αραίωση πυκνών διαλυμάτων τους παράγει μεγάλα ποσά θερμότητας. Από τη θερμότητα που παράγεται μπορεί να εκτοξευτούν σταγονίδια. Για το λόγο αυτό, προσθέτουμε πάντα το οξύ στο νερό και όχι αντίστροφα.

### **Βάσεις - Αλκάλια**

Είναι διαβρωτικά για τους ανθρώπινους ιστούς και μάλιστα δεν γίνεται άμεσα αντιληπτό παρά μόνο αν παρέλθει κάποιο χρονικό διάστημα. Οι βάσεις διαπερνούν το δέρμα και σχηματίζουν βαθιές πληγές. Τα όμοιά τους διαλύματα είναι ερεθιστικά.

### **Φωσφορικό οξύ**

Είναι ερεθιστικό για το δέρμα, τα μάτια, τους βλεννογόνους και το αναπνευστικό σύστημα.

### **Τετραχλωράνθρακας**

Απορροφάται αργά από το γαστρεντερικό αλλά αυξάνει με την παρουσία λιπών και αλκοόλης. Επιγαστρικό άλγος, αιματέμεση και ηπατική ευαισθησία είναι συχνά στην από του στόματος λήψη, παρά όταν εισπνέεται. Η εισπνοή μπορεί να οδηγήσει σε ερεθισμό του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος. Χρόνια έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη ήπατος και νεφρών.

### **Γλυκόλες**

Αναφέρονται περιπτώσεις επαγγελματικών δηλητηριάσεων από έκθεση σε θερμαινόμενη γλυκόλη, λόγω των δημιουργούμενων ατμών. Η τοξική της δράση εκδηλώνεται σε περίπτωση ηθελημένης ή τυχαίας κατάποσης. Είναι ελάχιστα πτητική, γι' αυτό δεν απορροφάται από το αναπνευστικό. Ως μη λιποδιαλυτή δεν διαπερνά και το δέρμα.

### **Αλειφατικές αμίνες**

Επαγγελματική έκθεση στις ενώσεις αυτής της κατηγορίας (μεθυλαμίνη, διμεθυλαμίνη, διαιθυλαμίνη, τριμεθυλαμίνη, τριαιθυλαμίνη, διαμίνη, αιθανολαμίνη μπορεί να προκαλέσει αλλεργική δερματίτιδα, αλλεργική ρινίτιδα, επιπεφυκίτιδα και άσθμα.

### **Ένζυμα**

Μπορούν να προκαλέσουν ευαισθητοποίηση και μέσω παραγωγής IgE, άσθμα και ρινίτιδα. Ένζυμα του *Bacillus subtilis* που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία απορ-ρυπαντικών μπορεί να προκαλέσουν άμεσες και επιβραδυνόμενες αντιδράσεις τύπου I μέσω παραγωγής IgE

### **Διοξάνη**

Υποξεία ηπατική ανεπάρκεια.

### **2,3,7,8 – τετραχλωροδιβενζοδιοξίνη (TCDD)**

Όψινη δερματική πορφυρία.

### **Τριχλωροαιθυλένιο και τετραχλωροαιθυλένιο**

Οξεία ηπατοκυτταρική νέκρωση.

## 8° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ- ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΒΑΣΕΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ

#### 8.1 Ευρωπαϊκά πρότυπα αναφοράς απαιτήσεων απολύμανσης – αποστείρωσης για ιατροτεχνολογικά προϊόντα

- EN ISO 14937: Αποστείρωση προϊόντων ιατρικής φροντίδας- Γενικές απαιτήσεις για τον χαρακτηρισμό ενός μέσου αποστείρωσης, την ανάπτυξη, επικύρωση (validation) και έλεγχο ρουτίνας μιας διαδικασίας αποστείρωσης.
- EN 556-1: Καθορισμός ιδιοτήτων ενός υλικού που αποκαλείται “αποστειρωμένο”
- EN15883 : Πλυντήρια – Απολυμαντές: Γενικές απαιτήσεις  
Πλυντήρια – Απολυμαντές για χειρουργικά εργαλεία  
Πλυντήρια – Απολυμαντές για πλυντήρια σκωραμίδων  
Πλυντήρια – Απολυμαντές για ενδοσκόπια  
Έλεγχος ρύπων (SOIL TEST)  
για την αποτελεσματικότητα καθαρισμού
- EN 285:2006 (πρώην 285:1996): Μεγάλοι κλίβανοι ατμού  
Απαιτήσεις και σχετικοί έλεγχοι
- EN ISO 17665 (πρώην EN 554): Απαιτήσεις για την επικύρωση (Validation) και τον έλεγχο ρουτίνας της διαδικασίας αποστείρωσης με κλιβάνους ατμού
- EN 11135-1:2007 (πρώην EN 550): Αποστείρωση με Οξειδίο του Αιθυλενίου  
Απαιτήσεις για την ανάπτυξη, επικύρωση και έλεγχο ρουτίνας της διαδικασίας αποστείρωσης με Οξειδίο του Αιθυλενίου
- EN ISO 11137: Απαιτήσεις για την ανάπτυξη, επικύρωση & έλεγχο ρουτίνας διαδικασίας αποστείρωσης με Radiation
- EN 14180:2003: Κλίβανοι χαμηλής θερμοκρασίας ατμού & φορμαλδεΐδης: Απαιτήσεις και σχετικοί έλεγχοι
- EN 15424:2007: Ανάπτυξη, επικύρωση και έλεγχος ρουτίνας της διαδικασίας αποστείρωσης χαμηλής θερμοκρασίας με κλιβάνους Ατμού – Φορμαλδεΐδης

- ISO 20857: Ανάπτυξη, επικύρωση & έλεγχος ρουτίνας της διαδικασίας αποστείρωσης με ξηρή θερμότητα
- EN ISO 13060: Απαιτήσεις και σχετικοί έλεγχοι για μικρούς κλιβάνουςατμού
- ISO 11138 (πρώην EN 866)⇒ -1: Βιολογικοί δείκτες: Γενικές απαιτήσεις  
 -2: Βιολογικοί δείκτες για αποστείρωση με Οξείδιο του Αιθυλενίου  
 -3: Βιολογικοί δείκτες για αποστείρωση με Ατμό  
 -4: Βιολογικοί δείκτες για αποστείρωση με Ξηρή θερμότητα  
 -5: Βιολογικοί δείκτες για αποστείρωση με Ατμό & Φορμαλδεΰδη

Σημείωση: Βιολογικοί δείκτες με αποστείρωση με ακτινοβολία (RADIATION) δεν συνιστάται πλέον καθώς η σχέση μεταξύ δόσης ακτινοβολίας και εξόντωσης μικροβιολογικού φορτίου είναι επακριβώς καθορισμένη.

- ISO 11140 (πρώην EN 867): Χημικοί δείκτες – Γενικές απαιτήσεις Γενικές και ειδικές απαιτήσεις δεικτών τύπου Bowie και Dick
- EN ISO 11607 : Γενικές απαιτήσεις για υλικά πακεταρίσματος & συστήματα σφραγίσματος πακέτων
- EN 13624 : 2003: Χημικά απολυμαντικά & αντισηπτικά (fungicidal)
- EN 13727 : 2003 :Χημικά απολυμαντικά & αντισηπτικά (bactericidal)
- EN 14348 : 2005: Χημικά απολυμαντικά & αντισηπτικά (mycobactericidal)
- EN14561 : 2006: Χημικά απολυμαντικά & αντισηπτικά (carrier test)
- EN14562 : 2006 :Χημικά απολυμαντικά & αντισηπτικά (carrier test)

## **8.2 Η εφαρμογή της ευρωπαϊκής οδηγίας EN ISO 15883 για πιστοποίηση και έλεγχο της διαδικασίας καθαρισμού και απολύμανσης ιατροτεχνολογικών προϊόντων**

EN ISO 15883

Επικύρωση(validation) διαδικασίας απολύμανσης

Τι εμπεριέχει;

IQ (Installation qualification)

Προϋποθέσεις Εγκατάστασης (έλεγχος λειτουργικότητας, έλεγχος συνδέσεων κ.τ.λ.)

Διαδικασία απόκτησης και τεκμηρίωσης στοιχείων για το ότι ο εξοπλισμός έχει εφοδιαστεί και εγκατασταθεί σε συμφωνία με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του.

OQ (Operational Qualification)

Προϋποθέσεις Χειρισμού (έλεγχος καθαρισμού)

Διαδικασία απόκτησης και τεκμηρίωσης στοιχείων για το ότι ο εγκατεστημένος εξοπλισμός λειτουργεί μέσα σε προκαθορισμένα όρια όταν χρησιμοποιείται σε συμφωνία με τις λειτουργικές διαδικασίες του.

PQ (Performance Qualification)

Προϋποθέσεις Λειτουργίας:

α) τεστ καθαρισμού με τεστ ρύπων (SOIL TEST),

β) **τεστ επιτυχούς απολύμανσης με μέτρηση του A<sub>0</sub>**,

γ) τεστ καθαρισμού με “πραγματικό” φορτίο

Διαδικασία απόκτησης και τεκμηρίωσης στοιχείων για το ότι ο εξοπλισμός, καθώς έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί σε συμφωνία με τις λειτουργικές διαδικασίες, λειτουργεί με συνέπεια, σε συμφωνία με προαποφασισμένα κριτήρια και γι' αυτό αποδίδει προϊόν που ανταποκρίνεται στα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του.

### Δείκτης A<sub>0</sub>

**Ορισμός: Ο ισοδύναμος χρόνος σε δευτερόλεπτα σε θερμοκρασία 800C για να παράγει ένα δεδομένο αποτέλεσμα απολύμανσης αναφορικά με έναν μικροοργανισμό.**

Προκύπτει ως εξής:  $A_0 = \sum 10^{[(T-80)/z]} \times \Delta t$  όπου:

$A_0 = A$  όταν  $z=100C$

$t = t_0$  επιλεγόμενο μεσοδιάστημα σε δευτερόλεπτα.

$T = t_0$  θερμοκρασία του φορτίου σε βαθμούς Κελσίου

Η τιμή του  $A_0 = 600$  μπορεί να επιτευχθεί σε θερμοκρασία 800C για 10 λεπτά ή σε θερμοκρασία 900C για 1 λεπτό ή σε θερμοκρασία 700C για 100 λεπτά.

Τιμές μεγαλύτερες του  $A_0 = 600$  μπορεί να απαιτηθούν.

Γι' αυτό το λόγο & σύμφωνα με το Γερμανικό Ινστιτούτο Robert Koch (RKI) ισχύουν τα εξής:

1) Η τιμή  $A_0 = 600$  είναι η ελάχιστη αποδεκτή τιμή για Ιατροτεχνολογικά προϊόντα που έρχονται σε επαφή με το δέρμα & δεν περιέχουν μεγάλο αριθμό ανθεκτικών στην θερμοκρασία, παθογόνων μικροοργανισμών.

2) Για την εξασφάλιση καταστροφής & των ανθεκτικών στην θερμοκρασία ιών όπως ο ιός της ηπατίτιδας Β, θα πρέπει η χρησιμοποιούμενη τιμή  $A_0$  να είναι 300 (με έκθεση σε θερμοκρασία 900C για χρόνο 5 λεπτών)

ΧΡΟΝΟΣ		ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Τιμή A0
min	sec	0C	
1	60	80	60
0,1	6	90	60
10	600	80	600
100	6000	70	600
1	60	90	600
1	60	93	1200
5	300	90	3000

### 8.3 Validation-Επικύρωση πλυντηρίων απολύμανσης

Για τα πλυντήρια απολυμαντές η επικύρωση (validation) είναι ένα πλήρες πρόγραμμα που αποτελείται από τα εξής:

1. Installation Qualification (IQ): Ικανότητα εγκατάστασης
2. Operational Qualification (OQ): Λειτουργική ικανότητα
3. Performance Qualification (PQ): Ικανότητα απόδοσης

Τα πλυντήρια-απολυμαντές, πρέπει να είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με την απαίτηση EN ISO15883.

#### 1) Installation Qualification

Πριν την εκτέλεση των δοκιμών λειτουργικής ικανότητας και ικανότητας απόδοσης απαιτείται να γίνει ο έλεγχος εγκατάστασης δηλαδή της σύνδεσης με τις σωστές παροχές για την ασφαλή λειτουργία.

A) Ελέγχεται ο χώρος ως προς τον σωστό εξαερισμό (μόνο σε μοντέλα με στεγνωτήρα). Οι παροχές του πλυντηρίου πρέπει να είναι σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστικού οίκου & αφορούν την παροχή του νερού (βαθμός σκληρότητας, πίεση), τη παροχή ρεύματος, τη ποιότητα παρεχόμενου ατμού (σε μοντέλα με θέρμανση μέσω ατμού) & τέλος την αποχέτευση.

B) Ελέγχεται το πλυντήριο ως τη συναρμολόγησή του βάσει των σχεδίων του κατασκευαστή. Ελέγχονται το ηλεκτρολογικό κύκλωμα, το



υδραυλικό κύκλωμα, τα εξαρτήματα που αποτελούν τον πλυντήριο (βαλβίδες, αντλίες, ρελέ ισχύος, ηλεκτρονικές πλακέτες κτλ).

Γ) Τέλος γίνεται έλεγχος για την ύπαρξη των εγχειριδίων καθώς & των οποιοδήποτε πιστοποιητικών (δοκιμών εργοστασίου, κτλ).

## 2) Operational Qualification

Κατά την διάρκεια των δοκιμών λειτουργικής ικανότητας θα ελεγχθεί το Πλυντήριο Απολύμαντής ότι λειτουργεί σύμφωνα με τις προκαθορισμένες ιδιότητές του:

- Λειτουργικός έλεγχος παροχών
- Έλεγχος επίτευξης θερμοκρασίας απολύμανσης
- Έλεγχος λειτουργίας δοσομετρικών αντλιών
- Βαθμονόμηση αισθητηρίων θερμοκρασίας
- Έλεγχος διαρροών, έλεγχος θυρών
- Έλεγχος λειτουργίας στεγνωτήρα
- Έλεγχος λειτουργίας μηνυμάτων βλάβης

## 3) Performance Qualification

Κατά την διάρκεια των δοκιμών της ικανότητας απόδοσης θα ελεγχθεί το πλυντήριο ότι ανταποκρίνεται με συνέπεια στις προκαθορισμένες απαιτήσεις. Η ικανότητα απόδοσης θα αποδείξει ότι επιτυγχάνονται τα εξής:

Ικανότητα πλύσης (cleaning efficacy)

Ικανότητα απολύμανσης (disinfection efficacy)

Ικανότητα στεγνώματος (drying efficacy)

Ελαχιστοποίηση υπολειμμάτων (freedom process residues)

A) Ικανότητα σωστού καθαρισμού: Cleaning efficacy test 1, σύμφωνα με EN 15883 § 6.10.2.

Έλεγχος της ικανότητας πλύσης σε πρόγραμμα χωρίς φάση απολύμανσης και χωρίς στέγνωμα με ειδικά soiled tests τα οποία χρησιμοποιούνται για την απόδειξη ότι το πλυντήριο καθαρίζει αποτελεσματικά.

B) Έλεγχος της ικανότητας απολύμανσης: Thermometric tests, σύμφωνα με EN 15883 § 6.8.

Ο έλεγχος γίνεται με μέτρηση της θερμοκρασίας και των αποκλίσεων με ειδικά διακριβωμένα όργανα ελέγχου σε πολλαπλά σημεία εντός του θαλάμου. Η διαδικασία θεωρείται επιτυχής μόνο εάν υπάρξουν τέσσερις (4) συνεχόμενες πετυχημένες δοκιμές με φορτίο.

Γ) Ικανότητα σωστού καθαρισμού με φορτίο σε κανονικό πρόγραμμα: Cleaning efficacy test 2, σύμφωνα με EN 15883 § 6.10.3.  
Τρία τουλάχιστον επαναλαμβανόμενα προγράμματα με κανονικό φορτίο ώστε να διαπιστωθεί οπτικά ο αποτελεσματικός καθαρισμός των υλικών

Δ) Έλεγχος αποτελεσματικότητας στεγνώματος.

Ε) Προαιρετικά εφαρμογή ειδικής εξέτασης ελέγχου υπολειμμάτων

Τεκμηρίωση της διαδικασίας επικύρωσης-σύνταξη τεχνικού φακέλλου:

Είναι το τελικό στάδιο της εργασίας επικύρωσης και αφορά την τεκμηρίωση της διαδικασίας. Σύνταξη τεχνικού φακέλλου όπου καταγράφονται όλες οι μετρήσεις, δοκιμές, έλεγχοι για τα παραπάνω στάδια καθώς και διορθωτικές ενέργειες που τυχόν απαιτήθηκαν. Στον τεχνικό φάκελο εμπεριέχονται επίσης όλα τα πιστοποιητικά των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν. Ο φάκελος παραδίδεται στον υπεύθυνο που έχει ορίσει το Νοσοκομείο, ως απόδειξη ότι το συγκεκριμένο πλυντήριο είναι ικανό να πλένει και να απολυμαίνει με επιτυχία.

#### **8.4 Validation-Επικύρωση διαδικασίας αποστείρωσης**

Η διαδικασία εφαρμόζεται για τους κλιβάνους αποστείρωσης με σύστημα ατμού.

Installation Qualification (IQ): Έλεγχος των σωστών παροχών & του χώρου εγκατάστασης.

A) Έλεγχος παροχών (νερού, αέρα, ρεύμα, αποχέτευση) & έλεγχος χώρου εγκατάστασης κλιβάνου ως προς την επιτρεπόμενη μέγιστη θερμοκρασία & υγρασία.

B) Έλεγχος όλων των υδραυλικών, ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών κυκλωμάτων & έλεγχος καλής λειτουργίας όλων των εξαρτημάτων σύμφωνα με τις προδιαγραφές & τα σχέδια του κατασκευαστή.

Operational Qualification (OQ): Έλεγχος των συστημάτων του κλιβάνου & της σωστής λειτουργίας του.

A) Έλεγχος & βαθμονόμηση των αισθητηρίων πίεσης & θερμοκρασίας του κλιβάνου με ειδικά διακριβωμένα όργανα.

B) Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των διατάξεων ασφαλείας του κλιβάνου.

Γ) Έλεγχος σωστής λειτουργίας όλων των ψηφιακών εισόδων-εξόδων του μικροϋπολογιστή.

Δ) Ενεργοποίηση & έλεγχος λειτουργίας όλων των μηνυμάτων σφάλματος του κλιβάνου.

## **2<sup>η</sup> ΕΝΟΤΗΤΑ**

### **ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ-ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ**

## Εισαγωγή

Η απολύμανση και αποστείρωση ως διαδικασίες, ελαχιστοποιούν τη μετάδοση παθογόνων μικροοργανισμών και η ανάγκη χρήσης τους σε διάφορους τομείς της υγείας θεωρείται επιβεβλημένη. Η συνεχής προσπάθεια εξέλιξης και ανακάλυψης νέων μεθόδων αποστείρωσης και απολύμανσης, πραγματοποιείται με σκοπό την εξασφάλιση της μείωσης και πρόληψης της μετάδοσης παθογόνων παραγόντων, που είναι σε θέση να απειλήσουν την Δημόσια Υγεία. Παρακάτω παρουσιάζονται διάφοροι μέθοδοι και μέσα αποστείρωσης και απολύμανσης τα οποία έχουν δημοσιευτεί και εφαρμοστεί την τελευταία δεκαετία, από το 2000.

Οι μέθοδοι που παρουσιάζονται είναι: η υπεριώδης μικροβιοκτόνος ακτινοβολία, ο χαλκός, ο άργυρος, το σύστημα αποστείρωσης Στέρις 1E και το πολυεξανίδιο. Για κάθε μια από τις μεθόδους αυτές παραθέτονται στοιχεία σχετικά με τις ιδιότητες, τις εφαρμογές, τους μηχανισμούς δράσης, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τις κλινικές και εργαστηριακές δοκιμές, καθώς και τις παρενέργειες και τα μέτρα ασφαλείας που παρουσιάζουν οι μέθοδοι αυτοί. Επίσης παρουσιάζονται οι εγκρίσεις που έχουν λάβει οι νέες αυτοί μέθοδοι από τις Αρμόδιες Υπηρεσίες όπως την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων, των ΗΠΑ (Food and Drug Administration) και την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (Environmental Protection Agency).

Για κάθε μια από τις μεθόδους που παρουσιάζονται αναδεικνύονται τα πλεονεκτήματα τους έναντι των άλλων μεθόδων π.χ:

- τα συστήματα υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο μόλυνσης από παθογόνους μικροοργανισμούς στον αέρα, στις επιφάνειες και τα υλικά.
- Ο χαλκός έχει ισχυρές μικροβιοκτόνες ιδιότητες.
- Ο άργυρος χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση απολύμανσης, σε εφαρμογές στις οποίες η χρήση των παραδοσιακών απολυμαντικών, όπως το χλώριο παρουσιάζουν διάφορα μειονεκτήματα.
- Το αποστειρωτικό σύστημα Στέρις 1E μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία θερμοευαίσθητων ιατροτεχνολογικών αντικειμένων.
- Το πολυεξανίδιο είναι ένα αναπτυσσόμενο και εξαιρετικά αποτελεσματικό απολυμαντικό και αντισηπτικό.

Κανένα δεν παρουσιάζεται ως το τέλειο απολυμαντικό, αλλά εφαρμόζονται ανά περίπτωση.

## 9<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΚΤΟΝΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

#### 9.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία του υπεριώδους φωτός ξεκινά το 1672, όταν ο Issac Newton δημοσίευσε μια σειρά πειραμάτων με πρίσμα που ανέλυε το ηλιακό φως σε φάσμα χρωμάτων από κόκκινο μέχρι μοβ. Το 1800, οι επιδράσεις του ηλιακού φωτός στους ανθρώπους, μικροοργανισμούς και χημικές ουσίες αποτέλεσε σημείο πειραματισμού με μεγάλο ενδιαφέρον. Το 1814, ο Φράουνχοφερ, χαρτογράφησε πάνω από 500 νέες δέσμες του φωτός, που ορισμένες ανήκαν στο φάσμα του υπεριώδους. Το 1842, ο Bekerel και Dreiper, ξεχωριστά ο κάθε ένας απέδειξαν ότι τα μήκη κύματος μεταξύ 340 nm και 400 nm εμφάνιζαν φωτοχημικές αλλαγές στα φωτογραφικά πιάτα

Αργότερα επιστημονικές παρατηρήσεις για την μικροβιακή επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας πραγματοποιήθηκαν από τους Downes and Blount το 1877, όπου διατύπωσαν ότι τα βακτήρια ήταν ανενεργά στο ηλιακό φως και βρήκαν ότι το μοβ-μπλε φάσμα ήταν το πιο αποτελεσματικό. Την ίδια περίοδο αναφέρθηκε για πρώτη φορά η χρήση της υπεριώδους μικροβιακής ακτινοβολίας ως μέσω απολύμανσης του νερού

Το 1903, ο Δανός φυσικός Fensen, πήρε το βραβείο Νόμπελ της Ιατρικής και Φυσιολογίας για την έρευνά του, στην οποία χρησιμοποίησε την υπεριώδη ακτινοβολία για την θεραπεία διαφόρων ασθενειών όπως της ευλογιάς.

Κατά την διάρκεια της δεκαετίας 1930-1940, οι ερευνητές πειραματίστηκαν στη υπεριώδη ακτινοβολία για να ελέγξουν την εξάπλωση των μεταδοτικών αερομεταφερόμενων ασθενειών. Το 1936, ο Hart χρησιμοποίησε με επιτυχία την υπεριώδη ακτινοβολία για να απολυμάνει τον αέρα σε μια από τις χειρουργικές αίθουσες του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου του Duke. Τα αποτελέσματα μετά την απολύμανση του αέρα έδειξαν ότι μειώθηκαν οι μολύνσεις των χειρουργικών τραυμάτων .

Κατά την διάρκεια της επιδημίας ιλαράς που ξέσπασε το 1941-1942, μία έρευνα ορόσημο έδειξε ότι υπήρξε σημαντική μείωση της μόλυνσης μεταξύ μαθητών σχολείων της Φιλαδέλφεια των Η.Π.Α. όπου είχε εγκατασταθεί σύστημα υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας(UVGI) σε σχέση με μαθητών σχολείων που δεν είχαν εγκαταστήσει το παραπάνω σύστημα

Κατά τη δεκαετία 1940-1950, το ενδιαφέρον για την εφαρμογή της υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας ήταν μικρό. Μετά το 1950, οι Riley και O'Grady χρησιμοποίησαν επιτυχώς το UVGI για να εξαλείψουν τη φυματίωση σε σύστημα εξαερισμού νοσοκομείου.

Αυτό το επιτυχημένο εγχείρημα μαζί με πρόσφατες μελέτες ανέδειξαν την αποτελεσματικότητα του UVGI και προώθησαν την εφαρμογή του μέχρι και σήμερα.

Το πρώτο UVGI σύστημα το οποίο σχεδιάστηκε από τους Gran και Pitz το 1974, ήταν για την απολύμανση φορητού εξοπλισμού, υγραντήρων και φίλτρων. Ο Loutsiano το 1977 επισήμανε πολλές εφαρμογές της UVGI συμπεριλαμβανομένου των νοσοκομειακών εφαρμογών χρησιμοποιώντας UV λάμπες. Το 1985, η Phillips εξέδωσε έναν σχεδιαστικό οδηγό στον οποίο παρουσιάστηκε η πρώτη ακριβής περιγραφή των εφαρμογών των λαμπτήρων UV για τον έλεγχο της μικροβιακής ανάπτυξης. Το 1996, το πρώτο σύστημα UVGI εφαρμόστηκε στην Αμερική με σκοπό να μειώσει την ανάπτυξη των μικροβίων στα συστήματα ψύξης που ήταν εγκατεστημένα στην Tulsa από την δημόσια υπηρεσία της Omaha..

Τα UVGI συστήματα χρησιμοποιούνταν στα νοσοκομεία από το 1936, όμως το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC), μόλις το 2003 επίσημα αναγνώρισε την αποτελεσματικότητά τους και ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στις χειρουργικές αίθουσες και σε συστήματα εξαερισμού ως συμπληρωματικά μαζί με άλλα συστήματα καθαρισμού (Center for Diseases Control, 2003). Το 1957, ο Riley και οι συνεργάτες του ολοκλήρωσαν επιτυχώς μια παρουσίαση για τον τρόπο με τον οποίο, η απολύμανση με UV θα μπορούσε να μειώσει την εξάπλωση της φυματίωσης στα τμήματα νοσοκομείων .

Το 1994, σαράντα χρόνια μετά το CDC αναγνώρισε ότι το UV θα μπορούσε να είναι αποτελεσματική στον έλεγχο της φυματίωσης ,σε απάντηση της παγκόσμιας εξάπλωσης της φυματίωσης, η οποία δεν αντιμετωπιζόταν με τις παραδοσιακές μεθόδους (CDC, 2005). Το 2003, η Αμερικανική Εταιρεία Μηχανολόγων Θέρμανσης Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE) δημιούργησε μια ομάδα εργασίας για να εστιάσει στην προστασία του αέρα και τον επιφανειών η οποία ονομάστηκε Τεχνική Επιτροπή TC (Martin et al 2008). Η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Εκτάκτων Αναγκών (FEMA) και η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) των ΗΠΑ, σημειώνουν ότι η UVGI τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προστασία από την βιολογική τρομοκρατία (Federal Emergency Management Agency, 2003).

## 9.2 Ιδιότητες

Η υπεριώδης μικροβιοκτόνος ακτινοβολία ορίζεται ως η χρήση του υπεριώδους μήκους κύματος του φωτός στην μικροβιοκτόνο ακτίνα 200-300 nm, για την απολύμανση του αέρα και των επιφανειών. Ο όρος υπεριώδη μικροβιοκτόνο ακτινοβολία UVGI επινοήθηκε αρχικά από την Διεθνή Επιτροπή Διαφωτισμού και υιοθετήθηκε αργότερα από το Κέντρο Ελέγχου Ασθενειών, και αυτός ο όρος διαχωρίζει τις εφαρμογές απολύμανσης από τα μη μικροβιοκτόνα μήκη κύματος, υπεριώδης ακτινοβολία A, του μαύρου φωτός και των λαμπτήρων μαυρίσματος (320-400nm).Το UVGI, επίσης χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει τις εφαρμογές απολύμανσης του αέρα και των επιφανειών από αυτές του νερού. Η ακτινοβολία UV κάτω από 320nm είναι ακτινική, αυτό σημαίνει ότι προκαλεί φωτοχημική αντίδραση. Η UVA ακτινοβολία δεν θεωρείται μικροβιοκτόνος εκτός από τα 315-320nm, όπου έχει μια μικρή μικροβιοκτόνο επίδραση. Η υπεριώδης ακτινοβολία A (UVA) και υπεριώδης ακτινοβολία B (UVB) δέσμη έχουν επαναπροσδιοριστεί από

διάφορους οργανισμούς έτσι ώστε όλη η ακτινική UV ακτινοβολία να εμπεριέχεται αποκλειστικά ανάμεσα στο εύρος του UVB και UVC. Οι ορισμοί των UVA, UVB, UVC και VUV δίδονται στον πιο κάτω πίνακα. Η κενή υπεριώδης ακτινοβολία (VUV), δεν μεταδίδεται μέσω του αέρα γιατί απορροφάται άμεσα έτσι η δέσμη VUV δεν έχει κανένα ενδιαφέρον για την απολύμανση του αέρα και των επιφανειών.

Η υπεριώδης ακτινοβολία C (UVC), έχει την υψηλότερη ενέργεια από τις τέσσερις κατηγορίες της υπεριώδους ακτινοβολίας, η οποία αντιπροσωπεύει την ικανότητα να αδρανοποιεί τους μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι σε ακτινοβολία με 253,7 nm μήκη κύματος, γνωρίζοντας ότι τα 260 nm μήκη κύματος είναι το μέγιστο μήκος κύματος απορρόφησης ενός μορίου του DNA, με αποτέλεσμα να αλλάζει η δομή του DNA και να καθιστά τους μικροοργανισμούς μη μολυσματικούς. Κατά συνέπεια μια απλή έκθεση των παθογόνων παραγόντων σε υπεριώδη μικροβιοκτόνο ακτινοβολία για ορισμένο χρονικό διάστημα, έχει ως αποτέλεσμα να αδρανοποιεί τους παθογόνους παράγοντες.

Δέσμη	Μήκος κύματος, nm	Τύπος και κατηγορία		
UVA	320-400	Μη μικροβιοκτόνο (κοντά-UV, μαύρο φως)		
UVB	280-320	Ερύθυμα	Μικροβιοκτόνος	Ακτινική
UVC	200-280	Παράγει όζον		
VUV	100-200	Κενή υπεριώδης		

Κατηγορίες και τύποι υπεριώδους ακτινοβολίας (IUVA, 2005).

### 9.3 Είδη και Κατηγορίες των συστημάτων υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας (UV), τα οποία χρησιμοποιούνται σε αρκετές εφαρμογές. Η κατηγοριοποίηση του συστήματος της υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας είναι χρήσιμη για να ορίσει τον σκοπό του συστήματος, τις απαιτήσεις απόδοσης και να καθορίσει τον τύπο των ελέγχων που θα απαιτηθούν. Πολλά από τα συστήματα αυτά έχουν διπλή λειτουργία, απολυμαίνουν τον αέρα και τις επιφάνειες και έτσι κάποια από αυτά θα έχουν περισσότερες από μια διαβαθμίσεις. Ο πίνακας 3, συνοψίζει τους βασικούς τύπους συστημάτων και τους τοποθετεί ανά κατηγορία.

Ένα σύστημα μπορεί να συντίθεται από περισσότερες από μια κατηγορίες, π.χ. ένα σύστημα απολύμανσης του αέρα είναι σχεδιασμένο ταυτόχρονα να απολυμαίνει τις εσωτερικές επιφάνειες του εξαερισμού και του

κλιματιστικού. Αυτό θα ανήκει σε περισσότερες κατηγορίες. Εξαιτίας της απλότητας της τεχνολογίας UVGI, επιδέχεται μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Για παράδειγμα, UVGI λάμπες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε μόνιμο μηχανολογικό εξοπλισμό, σε αίθουσες συναντήσεων ή φορητές συσκευές ,σε νέες κατασκευές ή έργα ανακαίνισης, σε δωμάτια. Η ικανότητα των συστημάτων UVGI έχει ως αποτέλεσμα την εφαρμογή τους στην απολύμανση του αέρα και των επιφανειών. Πρόσθετοι παράγοντες που καθορίζουν τη διαδικασία επιλογή UVGI και τη διαμόρφωση του συστήματος θερμότητας εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC Systems) περιλαμβάνει τους παθογόνους παράγοντες, καθώς και την κατασκευή και τις οδηγίες λειτουργίας .

Τομέας	Τύπος Συστήματος	Κατηγορία
1	Απολύμανση Αέρα	A
2	Απολύμανση Επιφανειών	S
3	Απολύμανση Εξαερισμού	D
4	Απολύμανση Κλιματισμού	C
5	Απολύμανση άνω επιπέδου δωματίου	U
6	Απολύμανση Εξοπλισμού	E
7	Φορητά Συστήματα Απολύμανσης	M
8	Φορητές μονάδες απολύμανσης	P
9	Μακράς ενεργοποίησης Απολύμανση	H
10	Απολύμανση κάτω επιπέδου Δωματίου	L
11	Εναέρια Απολύμανση Χειρουργικών αιθουσών	O

Είδη συστημάτων UVGI (IUVA, 2005).

Ένα σύστημα μπορεί να συντίθεται από περισσότερες από μια κατηγορίες, π.χ. ένα σύστημα απολύμανσης του αέρα είναι σχεδιασμένο ταυτόχρονα να απολυμαίνει τις εσωτερικές επιφάνειες του εξαερισμού και του



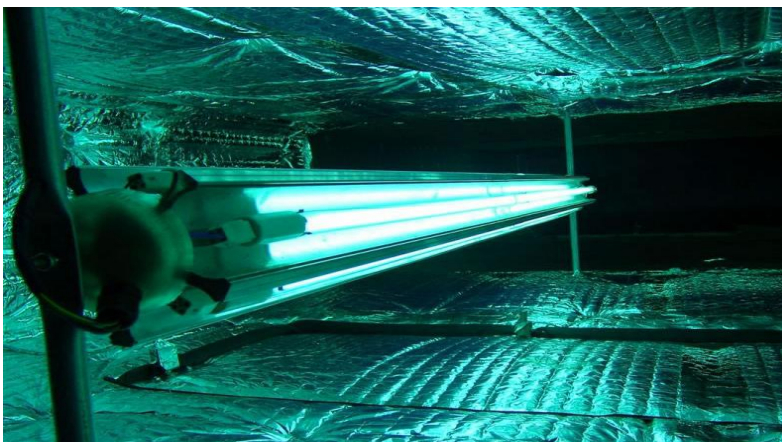
κλιματιστικού. Αυτό θα ανήκει σε περισσότερες κατηγορίες. Εξαιτίας της απλότητας της τεχνολογίας UVGI, επιδέχεται μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Για παράδειγμα, UVGI λάμπες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε μόνιμο μηχανολογικό εξοπλισμό, σε αίθουσες συναντήσεων ή φορητές συσκευές, σε νέες κατασκευές ή έργα ανακαίνισης, σε δωμάτια. Η ικανότητα των συστημάτων UVGI έχει ως αποτέλεσμα την εφαρμογή τους στην απολύμανση του αέρα και των επιφανειών. Πρόσθετοι παράγοντες που καθορίζουν τη διαδικασία επιλογή UVGI και τη διαμόρφωση του συστήματος Θερμότητας Εξαερισμού και Κλιματισμού (HVAC Systems) περιλαμβάνει τους παθογόνους παράγοντες, καθώς και την κατασκευή και τις οδηγίες λειτουργίας .

### 9.3.1 Σύστημα Απολύμανσης αέρα.

Τα συστήματα απολύμανσης αέρα είναι κάθε σύστημα φιλτραρίσματος και απολύμανσης, το οποίο χρησιμοποιείται στον εσωτερικό χώρο για να μειώσει ή να βοηθήσει στη μείωση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων μικροβίων στο χώρο αυτό, ειδικά των ιών, βακτηρίων, μυκήτων ,σπόρων και των παραγώγων τους. Τα συστήματα υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας συχνά περιέχουν εξαρτήματα φιλτραρίσματος και μπορούν έτσι να απομακρύνουν παράγωγα και προσμίξεις παρόλο που δεν είναι ευπαθή στην υπεριώδη απολύμανση. (Κατηγορία:A )

### 9.3.2 Σύστημα Απολύμανσης επιφανειών.

Τα συστήματα απολύμανσης επιφανειών χρησιμοποιούνται ειδικά για να απολυμαίνουν επιφάνειες όπως αυτές που είναι στον τομέα της εστίασης και στον τομέα της υγείας. Κάποια συστήματα είναι διαθέσιμα για την απολύμανση αποχωρητηρίων. Μερικά συστήματα είναι κινητές μονάδες για αποκατάσταση. Παρόλο που τα συστήματα απολύμανσης κλιματιστικών είναι στην ουσία συστήματα απολύμανσης επιφανειών, τους δίνετε όμως ειδική κατηγορία, εξαιτίας της επικράτησης τους.(Κατηγορία:S)



Παράλληλη λάμπα στο Σύστημα Εξαερισμού. (Sanuvox Technologies)

### 9.3.3 Σύστημα απολύμανσης εξαερισμού

Τα συστήματα εξαερισμού με υπεριώδη μικροβιοκτόνο ακτινοβολία (UVGI), έχουν ως σκοπό να απολυμάνουν έναν αεραγωγό σε ένα κτήριο ή σε ένα σύστημα αερισμού αίθουσας. Τέτοια συστήματα συχνά έχουν διπλό σκοπό, είτε να απολυμαίνουν τις εσωτερικές επιφάνειες των μονάδων διαχείρισης του αέρα, είτε του κλιματισμού, εξαρτώμενα από την τοποθεσία τους και την διάταξή τους. (Κατηγορία:D).

### 9.3.4 Συστήματα απολύμανσης κλιματιστικών μονάδων

Τα συστήματα των κλιματιστικών μονάδων απολύμανσης διενεργούν απολύμανση των επιφανειών. (Κατηγορία: C).

### 9.3.5 Συστήματα απολύμανσης άνω επιπέδου δωματίου

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για να απολυμαίνουν δωμάτια δημιουργώντας υπεριώδεις ακτίνες παράλληλα προς το ανώτερο τμήμα του δωματίου και μόνο. Με αυτόν τον τρόπο ο αέρας που έλκεται προς αυτό το άνω τμήμα απολυμαίνεται. Τα επίπεδα της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι σύμφωνα με τα όρια (OSHA) Παγκόσμιος Οργανισμός για την Υγεία και την Ασφάλεια Εργασίας. (Κατηγορία:U)



Άνω επιπέδου συστήματα απολύμανσης δωματίου

### 9.3.6 Συστήματα απολύμανσης εξοπλισμού.

Τα συστήματα απολύμανσης εξοπλισμού περιλαμβάνουν διάφορα είδη υλικών, τα οποία απολυμαίνονται με την χρήση της υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας (UVGI), συμπεριλαμβανομένου του

χειρουργικού και ιατρικού εξοπλισμού, των ρούχων και του ιματισμού.  
(Κατηγορία:Ε).

#### 9.3.7 Φορητά συστήματα απολύμανσης.

Απολυμαίνουν την ίδια κατηγορία υλικών όπως τα συστήματα απολύμανση εξοπλισμού με την χρήση υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας, αλλά διαφέρουν ως προς τους μικροβιακούς παράγοντες που έχουν σαν στόχο εξουδετέρωσης. (Κατηγορία:Μ)

#### 9.3.8 Φορητές μονάδες υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας

Οι μονάδες αυτές απολύμανσης είναι φορητές και μπορούν να μεταφέρονται σε χώρους που χρίζουν απολύμανση όπως τοίχους, επιφάνειες.(Κατηγορία:Ρ)

#### 9.3.9 Μακράς ενεργοποίησης απολύμανση.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε ανοιχτούς χώρους για να απολυμαίνουν επιφάνειες. Επίσης έχουν την ικανότητα να απενεργοποιούνται όταν ανιχνεύουν κίνηση εντός του χώρου π.χ αν κάποια πόρτα ή παράθυρο είναι ανοιχτά.(Κατηγορία :Η).

#### 9.3.10 Σύστημα απολύμανσης κάτω επιπέδου δωματίου.

Τα κάτω επιπέδου συστήματα απολύμανσης δωματίου δημιουργούν ένα πεδίο υπεριώδους ακτινοβολίας χαμηλά στην κάτω επιφάνεια του δωματίου, περίπου το ίδιο όπως στα υψηλά συστήματα απολύμανσης. Αν και σπάνια, τα εν λόγω συστήματα έχουν και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε χειρουργεία και σε άλλες εγκαταστάσεις, όπου το κυρίαρχο πρόβλημα είναι αερομεταφερόμενα μικρόβια που τείνουν να εγκατασταθούν προς τα κάτω, όπως οι σπόροι ή τα βακτήρια.(Κατηγορία:Λ).

#### 9.3.11 Εναέρια συστήματα απολύμανσης χειρουργικών αιθουσών.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κατά την διενέργεια χειρουργικών επεμβάσεων, είναι εγκατεστημένα πάνω από το χειρουργικό τραπέζι. Οι απολυμαντικές ικανότητες των συστημάτων αυτών φαίνεται να υπερκαλύπτουν τον κίνδυνο από την έκθεση του ασθενή στην υπεριώδη ακτινοβολία. (Κατηγορία:Ο).

### 9.4 Εφαρμογές των συστημάτων UVGI

Εξαιτίας της απλότητας της τεχνολογίας UVGI, επιδέχεται μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Για παράδειγμα, UVGI λάμπες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε μόνιμο μηχανολογικό εξοπλισμό, σε αίθουσες συναντήσεων ή φορητές συσκευές ,σε νέες κατασκευές ή έργα ανακαίνισης,

σε δωμάτια. Η ικανότητα των συστημάτων UVGI έχει ως αποτέλεσμα την εφαρμογή τους στην απολύμανση του αέρα και των επιφανειών. Πρόσθετοι παράγοντες καθορίζουν τη διαδικασία που θα επιλεγεί, τη διαμόρφωση του συστήματος θερμότητας εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC Systems), είναι οι παθογόνοι παράγοντες, η κατασκευή και οι οδηγίες λειτουργίας . Ακολουθεί αναλυτική αναφορά.

#### 9.4.1 Απολύμανση του αέρα

Τα συστήματα υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην απολύμανση του αέρα μετά από παρατεταμένη έκθεση. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι, είτε ανεξάρτητες μονάδες οι οποίες αποτελούνται από λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας, είτε να είναι τοποθετημένα πάνω στα συστήματα αέρα όπως κλιματιστικά, εξαερισμούς, με αποτέλεσμα να διέρχεται ο αέρας που κυκλοφορεί στο χώρο μέσα από αυτά και να απολυμαίνεται από τις λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας. Σημαντικό ρόλο στην επίτευξη απολύμανσης του αέρα έχουν τα συστήματα φιλτραρίσματος, τα οποία εξαλείφουν τους μεγάλους σε μέγεθος μικροοργανισμούς.

#### 9.4.2 Απολύμανση του νερού.

Η υπεριώδης μικροβιοκτόνος ακτινοβολία χρησιμοποιείται για την απολύμανση του νερού. Η χρήση των συστημάτων αυτών αντικαθιστά την χρήση του χλωρίου, λόγω της τοξικότητας που παρουσιάζει. Ένα μειονέκτημα από την εφαρμογή των συστημάτων αυτών, είναι ότι δεν έχουν υπολειμματική δράση, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του νερού

#### 9.4.3. Απολύμανση των επιφανειών.

Η απολύμανση των επιφανειών με την εφαρμογή των συστημάτων υπεριώδους ακτινοβολίας θα πρέπει να γίνεται αφού πρώτα προηγηθεί σχολαστικός καθαρισμός των επιφανειών, ώστε να αφαιρεθεί μεγάλο μέρος των ρύπων, που βρίσκονται στην επιφάνεια. Πρόσφατα, ο Rutala και οι συνεργάτες του, παρουσίασαν μια μελέτη στην οποία αναφέρουν, ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί απολύμανση δωματίου χωρίς πρώτα να προηγηθεί καθαρισμός, απλά με μια συσκευή η οποία χρησιμοποιεί καθρέφτες, ώστε να μπορεί η υπεριώδης μικροβιοκτόνος ακτινοβολία να φτάσει σε όλες τις επιφάνειες του δωματίου .

#### 9.4.4 Προστασία των τροφίμων και ποτών.

Το 2003 η Υπηρεσία Προστασίας Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) ,εξέδωσε ένα κανόνα απαιτώντας από όλους τους παραγωγούς χυμών φρούτων και λαχανικών, καθώς και από τους παραγωγούς τροφίμων να εφαρμόζουν τις αρχές Ανάλυσης Επικινδυνότητας των Κρίσιμων Σημείων

Ελέγχου (HACCP) και να επεξεργάζονται τα προϊόντα με υπεριώδη ακτινοβολία για τον έλεγχο των παθογόνων παραγόντων .

### **9.5 Αποτελεσματικότητα των συστημάτων UVGI**

Για να μπορέσουν τα συστήματα UVGI να είναι αποτελεσματικά, θα πρέπει να έχουν σχεδιαστεί και εγκατασταθεί με τον σωστό τρόπο. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν διάφοροι προσδιοριστικοί παράγοντες, όπως το επίπεδο ακτινοβολίας, η διάρκεια ακτινοβολήσης, η διαμόρφωση του χώρου, η τοποθέτηση των λαμπτήρων, η ηλικία των λαμπτήρων, η σχεδίαση μετακίνησης του αέρα και το ποσοστό της υγρασίας στον αέρα. Οι κατασκευαστές έχουν επικεντρωθεί στη κατασκευή συστημάτων απολύμανσης του αέρα και των επιφανειών με την επίτευξη των επιθυμητών ποσοστών απολύμανσης που κυμαίνεται μεταξύ 90% και 99.99% (log1-log4).

Σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα των συστημάτων υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας έχουν και οι μέθοδοι φιλτραρίσματος. Με την εφαρμογή του φιλτραρίσματος του αέρα επιτυγχάνεται η αφαίρεση των μεγαλύτερων σε μέγεθος παθογόνων παραγόντων, όπως των σπόρων τα οποία είναι πιο δύσκολο να αδρανοποιηθούν με την υπεριώδη μικροβιοκτόνο ακτινοβολία. Από την άλλη πλευρά τα συστήματα UVGI απολυμαίνουν τα μικρά σε μέγεθος αερομεταφερόμενα βακτήρια και ιούς. Έτσι, ο συνδυασμός αυτών των δύο μεθόδων διενεργεί υψηλά επίπεδα απολύμανσης . Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας, έχει δημιουργηθεί ένα σύστημα βαθμονόμησης της αξίας (URV), το οποίο ορίζει ότι η δόση της υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας είναι το γινόμενο της ακτινοβολίας και το χρόνο έκθεσης. Συνεπώς, όσο μεγαλύτερη είναι η δόση, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό αδρανοποίησης όλων των αερομεταφερόμενων παθογόνων παραγόντων .

### **9.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συστημάτων UVGI**

Τα πλεονεκτήματα από την χρήση των συστημάτων υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας είναι:

- Προσφέρει μια απλότητα εφαρμογής και καταλληλότητα για την εφαρμογή τους σε πολλαπλά συστήματα.
- Η απολύμανση που επιτυγχάνεται είναι αποτέλεσμα μιας φυσικής διαδικασίας χωρίς την χρήση χημικών ουσιών και κατά συνέπεια εξαλείφει την αναγκαιότητα της παραγωγής, το χειρισμό, τη μετακίνηση ή την αποθήκευση τοξικών χημικών ουσιών.
- Η απολύμανση που πραγματοποιείται είναι ταχεία, με χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και χαμηλό κόστος συντήρησης.
- Επιτυγχάνεται η απολύμανση των αερομεταφερόμενων παθογόνων παραγόντων στις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης και κατά συνέπεια βελτιώνεται η αποδοτικότητα των μηχανικών συστημάτων, μειώνοντας το κόστος συντήρησης και διακοπής λειτουργίας του συστήματος.

- Η αξιολόγηση του κόστους του κύκλου ζωής τους επιφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη .

Τα μειονεκτήματα από την χρήση των συστημάτων υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας είναι:

- Η υπεριώδης μικροβιοκτόνος ακτινοβολία μπορεί να είναι επιβλαβής για τους παθογόνους παράγοντες, είναι όμως επικίνδυνη και για τον άνθρωπο.
- Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό του δέρματος και σοβαρές βλάβες των ματιών σε περίπτωση άμεσης έκθεσης στο υπεριώδες φως.
- Η τεχνολογία της υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας γίνεται όλο και πιο βιώσιμη εναλλακτική λύση απολύμανσης, χρειάζεται όμως να γίνουν περισσότερες ενέργειες βελτίωσης του σχεδιασμού τους.
- Τα συστήματα UVGI, αν δεν εγκατασταθούν στο χώρο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, μπορεί να μην είναι αποτελεσματικά και να προκληθούν απρόβλεπτα αποτελέσματα.
- Η τεχνολογία της υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας, θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνεργασία με την μέθοδο του φιλτραρίσματος για να έχουμε επιθυμητά αποτελέσματα απολύμανσης .

## 9.7 Κλινικές δοκιμές

Σύμφωνα με κλινικές δοκιμές, που πραγματοποιήθηκαν στο Πανεπιστημίου του Leeds, το οποίο εξέτασε την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας σε μια σειρά αερομεταφερόμενων παθογόνων βακτηρίων, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας και το μέγεθος της επίδρασης της στους παθογόνους μικροοργανισμούς είναι άμεσα εξαρτώμενες από το είδος τους. Αν και η ιστορία δείχνει ότι η χρησιμοποίηση της υπεριώδους ακτινοβολίας για την διενέργεια απολύμανσης προχώρησε αργά, το μέλλον φαίνεται εξαιρετικά ελπιδοφόρο, με αυξανόμενες ανησυχίες σχετικά με αύξηση του αριθμού των κρουσμάτων φυματίωσης, νέους παθογόνους ιούς όπως ο E229 (Sars) και ο H5N1, καθώς και του αυξημένου κινδύνου βιοτρομοκρατίας. Εκτός από την κλινική εφαρμογή, η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε επίσης να εφαρμόζεται ομοίως στις εγκαταστάσεις διαχείρισης αποβλήτων για τον έλεγχο πιθανών παθογόνων παραγόντων, όπως ο μύκητας *Fumigatus Aspergillus* .

Μια άλλη μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Σικάγου και καθόρισε τα βακτηριοκτόνα αποτέλεσμα, σε επιφάνειες όπως της οροφής και των τοίχων δωματίου χρησιμοποιώντας υπεριώδη μικροβιοκτόνο ακτινοβολία σε μονάδες απομόνωσης. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με τους συμβατικούς τρόπους απολύμανσης χρησιμοποιώντας χημικά απολυμαντικά, διαπίστωσε ότι εφαρμόζοντας την υπεριώδη μικροβιακή ακτινοβολία ως μέσω απολύμανσης, είχε ως αποτέλεσμα να μειώσει σημαντικά τον αριθμό των βακτηρίων στις επιφάνειες. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις στις μονάδες απομόνωσης εξακολουθεί να απαιτείται απολύμανση με χημικές ουσίες .

Μια άλλη μελέτη πραγματοποιήθηκε σε τρεις επιφάνειες Νοσοκομείων, οι οποίες ήταν βαμμένα και μη βαμμένα αλουμίνια (κρεβάτια), ανοξειδωτο ατσάλι (χειρουργικά τραπέζια), και νιπτήρες εργαστηρίων, χρησιμοποιήθηκαν κύτταρα από το *Acinetobacter baumannii*, τα οποία επωάστηκαν σε κλίβανο. Το βακτηρίδιο αυτό, μετά την επώαση εκτέθηκε σε υπεριώδη ακτινοβολία C και παρατηρήθηκε ότι στις μεταλλικές επιφάνειες αυτό εξολοθρεύτηκε ολοκληρωτικά. Σε αντίθεση με τον νιπτήρα, που δεν εξολοθρεύτηκε με υπεριώδη ακτινοβολία και εφαρμόστηκε ο βρασμός για 15 λεπτά, όπου υπήρξε ολοκληρωτική εξολόθρευση του βακτηρίου .

## **9.8 Παρενέργειες και μέτρα ασφαλείας από την χρήση των συστημάτων UVGI**

### **9.8.1 Έλεγχος και επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας.**

Ο έλεγχος της ακτινοβολίας που παράγεται από τους λαμπτήρες πραγματοποιείται μέσω της χρήσης ραδιομέτρου ή φωτοαισθητήρα. Η μέτρηση της παραγωγής της υπεριώδους ακτινοβολίας γίνεται από μια ορισμένη απόσταση από τον λαμπτήρα. Σήμερα δεν υπάρχει κάποιου είδους φωτοαισθητήρες, ώστε να επιτρέπουν την συνεχή παρατήρηση της υπεριώδους ακτινοβολίας. Κατά συνέπεια οι μετρήσεις θα πρέπει να πραγματοποιούνται σε τακτικά χρονικά διαστήματα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Τα όρια τα οποία θέτουν το Εθνικό Ινστιτούτο Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας (National Institute for Occupational Safety and Health) παρέχει ένα συνιστώμενο επίπεδο έκθεσης για UVGI στις 6 mJ/cm<sup>2</sup> . Τόσο η Αμερικανική Ένωση των Βιομηχανικών Υγιεινολόγων (American Conference of Industrial Hygienists) και NIOSH δίνουν πραγματιπανομοιότυπα όρια (IUVA, 2005).

Σύμφωνα με την Αμερικανική Εταιρεία Βιολογικής Ασφάλειας (American Biological Safety Association), οι βιολογικές επιδράσεις από την υπερέκθεση σε Υπεριώδη ακτινοβολία C ποικίλει ανάλογα με το μήκος κύματος, την ενέργεια των φωτονίων και τη διάρκεια της έκθεσης. Ειδικότερα οι επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό εμφανίζονται στο δέρμα και τα μάτια. Στο δέρμα η συνηθέστερη παρατηρούμενη αντίδραση είναι το ερύθημα, όπως το ηλιακό έγκαυμα. Επίσης μπορεί να προκληθεί βασικοκυτταρικό καρκίνωμα, το μελάνωμα και ακτινική κεράτωση. Έχει αποδειχτεί ότι προκαλεί βλάβη στο DNA στα κύτταρα θηλαστικών .Η χρόνια έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να επιταχύνει την διαδικασία γήρανσης του δέρματος και να αυξήσει τον κίνδυνο καρκίνου του δέρματος.

Το Εθνικό Τοξικολογικό Πρόγραμμα (National Toxicological Program), κατατάσσει την υπεριώδη ακτινοβολία C, σε πιθανή καρκινογόνο δράση στον άνθρωπο. Στα μάτια οι επιπτώσεις μπορεί να είναι δυσμενείς, όπως φωτοκερατίτιδα και επιπεφυκίτιδα καθώς και καταρράκτης. Επίσης η παρατεταμένη έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να αποχρωματίσει ή να προκαλέσει ζημιά σε διάφορα οργανικά υλικά καθώς και στα φυτά. Ο αποχρωματισμός δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα αισθητικό πρόβλημα αλλά ιδιαίτερο πρόβλημα μπορεί να προκληθεί θέτοντας θέμα ασφαλείας

όταν η καλωδίωση εκτίθεται στην υπεριώδη ακτινοβολία, δημιουργώντας έτσι πιθανό κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιάς..

#### 9.8.2 Λήψη προστατευτικών μέτρων

Δεν συνιστάται το προσωπικό να υπόκειται σε άμεση έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά στην περίπτωση αυτή εάν η έκθεση είναι πιθανή, το προσωπικό θα πρέπει να φορά προστατευτικό ρουχισμό, συμπεριλαμβάνοντας την πλήρη κάλυψη των εκτεθειμένων σημείων του σώματος και να λαμβάνονται μέτρα προστασίας των ματιών με γυαλιά. Τα γάντια πρέπει να χρησιμοποιούνται για την προστασία των χεριών.

Η ασφάλεια των εργαζομένων είναι υψίστης σημασίας, δεδομένου ότι πρέπει να χειριστούν και να επιθεωρήσουν τις εγκαταστάσεις, κινδυνεύοντας να εκτεθούν στη υπεριώδη ακτινοβολία. Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να εκπαιδεύονται με όσες ώρες εκπαίδευσης κρίνεται απαραίτητο. Η εκπαίδευση θα πρέπει να περιλαμβάνει την προστασία της υγείας και την εκπαίδευση της ασφαλείας, καθώς και κάποιο βαθμό εκπαίδευσης στο χειρισμό των λαμπτήρων και των υλικών, κυρίως σε σχέση με λαμπτήρα με περιεκτικότητα σε υδράργυρο (IUVA, 2005).

### **Συμπέρασμα**

Μακροχρόνιες έρευνες και εφαρμογές έχουν δείξει ότι τα συστήματα υπεριώδους μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο μόλυνσης από παθογόνους μικροοργανισμούς σε μια πληθώρα εφαρμογών όπως του αέρα, των επιφανειών και διάφορων υλικών. Η αργή διείσδυση των συστημάτων αυτών στην αγορά, οφείλεται στην έλλειψη συμφωνίας για τον σχεδιασμό και τις δοκιμές απόδοσης από τους αρμόδιους φορείς. Η Διεθνής Οργάνωση Υπεριώδους Ακτινοβολίας (IUVA) και Αμερικάνικη Κοινότητα Μηχανικών Θερμότητας, Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE), έχει αναλάβει την προσπάθεια να αναπτύξει ένα σχέδιο κατευθυντήριων οδηγιών με σκοπό να συμβάλει στην ανάπτυξη των συστημάτων της υπεριώδους ακτινοβολίας. Χρειάζεται όμως να γίνουν περισσότερες και πιο λεπτομερείς προσπάθειες σε όλους τους τομείς και ιδιαίτερα στην πειραματική έρευνα, τον σχεδιασμό, και στις επιδημιολογικές μελέτες, ώστε να κερδίσουν την εμπιστοσύνη των αγορών και να συμβάλλουν στην μείωση των λοιμώξεων.



## 10ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΧΑΛΚΟΣ

#### 10.1 Ιστορική Αναδρομή

Ο χαλκός, το πολυτιμότεο αυτό μέταλλο, περιέχεται σε πολλά ορυκτά, κυριότερα των οποίων είναι ο κυπρίτης, ο χαλκοσίτης, ο μαλαχίτης και ο αζουρίτης. Η χρήση του χαλκού και των κραμάτων του (ορείχαλκος, μπρούντζος, κ.ά.) ξεκινά από το 7000 π.Χ., φτάνει στο παρόν και εκτείνεται δυναμικά στο μέλλον. Ο χαλκός χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα για την καταπολέμηση νοσογόνων βακτηρίων. Το 2000 π.Χ. στην Αίγυπτο χρησιμοποιούσαν τον χαλκό για την απολύμανση του νερού. Στην Ελλάδα το 500 π.Χ., για πρώτη φορά ρινίσματα ορείχαλκου χρησιμοποιήθηκαν για την επούλωση των πληγών. Πρώτος ο Ιπποκράτης το 400 π.Χ. εφάρμοσε το χαλκό για την θεραπεία των πληγών, στα πόδια με κισσούς. Σύμφωνα με ιστορικές καταγραφές οι Ατζέκοι χρησιμοποιούσαν οξειδία χαλκού και μαλαχίτη για την θεραπεία δερματικών παθήσεων. Κατά την διάρκεια της επιδημίας Χολέρας που ξέσπασε στη Γαλλία το 1940-1950 παρατήρησαν ότι οι χαλκουργοί που ερχόταν σε επαφή με τον χαλκό ήταν άνοσοι στην επιδημία της χολέρας. Στην Ινδία χρησιμοποιούσαν μπρούτζινα σκεύη όπως κανάτες νερού, μαγειρικά σκεύη, ποτήρια, τα οποία εξουδετέρωναν το *E. coli*).

Στις μέρες μας γίνονται εκτεταμένες έρευνες για την εφαρμογή των κραμάτων χαλκού ως μέσο απολύμανσης. Μελέτες σε αμερικάνικα νοσοκομεία του 1983, έδειξαν τη δραστηριότητα του χαλκού στη μείωση της τιμής του *E.coli* στα μπρούτζινα πόμολα θυρών, 72 ώρες μετά από τον εμβολιασμό με *E.coli*: στο μπρούτζινο πόμολο είχε μικρή ανάπτυξη βακτηρίων ενώ στο ανοξειδωτο πόμολο είχε εκτεταμένη μόλυνση από βακτήρια .

Μπρούντζινο Πόμολο Πόρτας  
Μικρή ανάπτυξη βακτηρίων

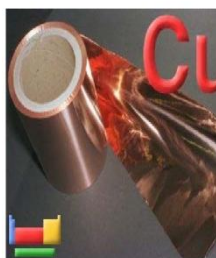


Ανοξειδωτο Ατσάλι  
εκτεταμένη μόλυνση από βακτηρια



## 10.2 Χαρακτηριστικά και Ιδιότητες

Ο χαλκός συμβολίζεται με το σύμβολο Cu, έχει ατομικό αριθμό 29 και ατομικό βάρος 63.564. Σε κατάσταση ισορροπίας είναι στερεός, το χρώμα του είναι χάλκινο, μεταλλικό.



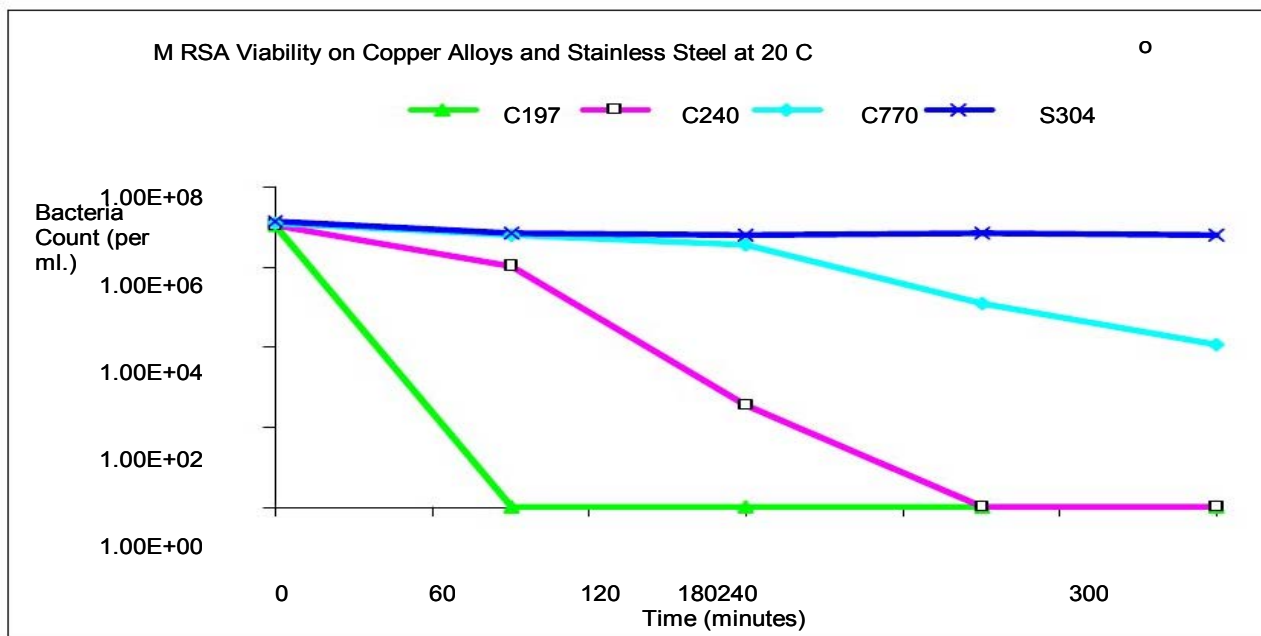
χαλκός ( International cooper association 2008)

Ο χαλκός είναι όλκιμος, ελατός. Παρουσιάζει υψηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η κραμάτωση του πραγματοποιείται πολύ εύκολα και παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση του. Επίσης η διάθεση του είναι άμεση και έχει πολύ μεγάλο βαθμό ανακυκλωσιμότητας. Παρουσιάζει να έχει πολύ μεγάλη μικροβιοκτόνο δράση. Πρόσφατες μελέτες για την μικροβιοκτόνο αποτελεσματικότητα σε διάφορες επιφάνειες αφής, έχουν δείξει ότι ο χαλκός και τα κράματά του εξαλείφουν αρκετούς από τους ισχυρότερους τύπους μικροβίων, συμπεριλαμβανομένων μεταξύ άλλων του MRSA, Clostridium difficile, του H1N1 και το Escherichia coli O157:H7

Τα προϊόντα από χαλκό και κράματα χαλκού διατηρούν τις μικροβιοκτόνες ιδιότητές τους μακροχρόνια. Ακόμη και αν οι επιφάνειες χαραχθούν, η μικροβιοκτόνο αποτελεσματικότητά τους συνεχίζει να υφίσταται, δεν φθείρονται όπως οι επιστρώσεις ή άλλου τύπου κατεργασμένες επιφάνειες. Τα κράματα χαλκού, είναι οι μόνες στερεές επιφάνειες που έχουν αναγνωριστεί από την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος της Αμερικής (Environmental Protection Agency), (Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού, Μάρτιος 2010).

Ένας από τους πιο επικίνδυνους και ανθεκτικούς μικροοργανισμούς, το "Σούπερ μικρόβιο", είναι ο Χρυσίζων σταφυλλόκοκκος ανθεκτικός στη μεθικιλίνη, ο οποίος ευθύνεται για 94.000 ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις και 19.000 θανάτους ετησίως. Παρατηρείται δραματική αύξηση των περιπτώσεων εμφάνισης του MRSA σε σχολεία, γυμναστήρια, φυλακές. Οι περισσότερες επιφάνειες δεν είναι ομαλές, έχουν χαρακίες, αμυχές με αποτέλεσμα να κρύβονται τα παθογόνα μικρόβια. Το ανοξειδωτο ασάλι, όπως έχει δηλωθεί δεν είναι εύκολο να καθαριστεί με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος διασταυρούμενης επιμόλυνσης. Ένα νέο πρόσθετο άμυνας για την αντιμετώπιση του, αποτελεί ο μικροβιοκτόνος χαλκός. Ο χαλκός είναι ένα εξαιρετικό υλικό για επιφάνειες που αγγίζονται συχνά, διότι έχει την ικανότητα

να σκοτώνει τον MRSA στα διαστήματα μεταξύ των καθαρισμών. Το γράφημα που ακολουθεί μας δείχνει την βιωσιμότητα του MRSA σε κατεργασμένες επιφάνειες κραμάτων Χαλκού (Michels, 2008.)



Βιωσιμότητα του MRSA σε επιφάνειες κατεργασμένων κραμάτων χαλκού (International cooper association, 2008).

### 10.3 Εφαρμογές

Ο χαλκός, αποτελεί ήδη δραστικό συστατικό σε πολλούς και διάφορους τύπου μικροβιοκτόνων προϊόντων όπως γεωργικού και θαλάσσιου εξοπλισμού (χάλκινοι κλωβοί ψαρέματος), νοσοκομειακοί εξοπλισμοί και στο σπίτι. Ο χαλκός, αποτελεί δραστικό συστατικό σε στοματικά διαλύματα και οδοντόπαστες κατά της στοματικής πλάκας, καθώς και σε διάφορα άλλα φάρμακα. Οι νεροχύτες από χαλκό και τα συρματάκια καθαρισμού από χαλκό για τον καθαρισμό των μαγειρικών σκευών, μπορούν να προλαμβάνουν την μόλυνση στην κουζίνα. Επίσης ο μικροβιοκτόνος χαλκός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επιφάνειες στις οποίες έρχονται σε επαφή καθημερινά μεγάλος αριθμός ατόμων όπως σε νοσοκομεία, σχολεία, δημόσια κτήρια, γυμναστήρια και μέσα μαζικής μεταφοράς

Οι μικροβιοκτόνες ιδιότητες του χαλκού βοηθούν στη διατήρηση της καθαρότητας του πόσιμου νερού. Έχει αποδειχτεί, ότι ο χαλκοσωλήνας αναχαιτίζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών που αναπτύσσονται στο νερό και ευδοκούν στα συστήματα πόσιμου νερού όπως, βακτήρια, ιοί, άλγη,

παράσιτα. Αυτοί οι μικροοργανισμοί μεταξύ των οποίων, ο ιός της Νόσου των Λεγεωναρίων, το θανατηφόρο βακτήριο E. Coli και ο ιός της πολιομυελίτιδας, εγκυμονούν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Εργαστηριακές έρευνες σε δείγματα νερού από παλαιωμένα δίκτυα χαλκού, μετά από παραμονή του νερού στο δίκτυο 24 ωρών, παρουσιάζουν μείωση του ιού της πολιομυελίτιδας τύπου 1 κατά 97% και του τύπου 2 κατά 96%. Σε νέες σωληνώσεις από χαλκό, 80% του ιού της πολιομυελίτιδας τύπου 2, εξαλείφθηκε μέσα σε 3 ώρες ενώ ο ιός εξαλείφθηκε εντελώς μέσα σε διάστημα 24 ωρών. Τα ίδια τεστ, καταδεικνύουν ότι δεν απαιτούνται υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού στο νερό, προκειμένου να εξαλειφθεί η ύπαρξη των ενΕικόνα 10: Μικροβιοκτόνα Κράματα Χαλκού ουσιές αποτελεσματικότερες και πιο αξιόπιστες για το πλύσιμο των χεριών (International cooper association, 2008).

Οι τελευταίες επιστημονικές εξελίξεις δείχνουν πως ο χαλκός έχει πανίσχυρη μικροβιοκτόνο αποτελεσματικότητα ενάντια στα κύρια παθογόνα μικρόβια που αναπτύσσονται στα τρόφιμα και απειλούν σήμερα την δημόσια υγεία και μπορεί, επομένως, να παίξει σημαντικό ρόλο στην βελτίωση της υγιεινής στην διαδικασία παραγωγής τροφίμων. Για να καταστήσει γνωστό αυτό το νέο όπλο στην μάχη ενάντια στους παθογόνους μικροοργανισμούς, η Ένωση Ανάπτυξης Χαλκού έχει κάνει μια παρουσίαση στο Συνέδριο Υγιεινής Τροφίμων στο Campden τον Μάιο του 2010

Κύριο κίνδυνο για την Δημόσια Υγεία αποτελεί η ανάπτυξη ανθεκτικών στελεχών μικροβίων απέναντι στα ισχυρότερα απολυμαντικά. Για τον λόγο αυτό, λαμβάνονται μέτρα όπως, η διασφάλιση της υγιεινής των χεριών και προσφάτως η χρήση του μικροβιοκτόνου χαλκού στις επιφάνειες αφής, έχουν περιορίσει σε σημαντικό βαθμό την ανάπτυξη και μετάδοση μικροβιακών στελεχών, βακτηριδίων και ιών. Σύμφωνα με το Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού η μικροβιοκτόνος δράση κραμάτων μικροβιοκτόνου χαλκού εξουδετερώνει πάνω από το 90% των σταφυλόκοκκων ανθεκτικών στη μεθικιλίνη.

Η χρήση του μικροβιοκτόνου χαλκού στις επιφάνειες αφής, ενδονοσοκομειακά, και κυρίως η επιχάλκωση μονάδων εντατικής θεραπείας έχει καλύτερα αποτελέσματα στη μείωση της νοσοκομειακής μικροβιακής χλωρίδας. Τα προϊόντα από χαλκό και κράματα χαλκού διατηρούν τις μικροβιοκτόνες ιδιότητές τους μακροχρόνια. Ακόμη κι αν αυτές οι επιφάνειες χαραχθούν, η μικροβιοκτόνο αποτελεσματικότητά τους συνεχίζει να υφίσταται δεν φθείρονται όπως οι επιστρώσεις ή άλλου τύπου κατεργασμένες επιφάνειες. Τα κράματα χαλκού, είναι οι μόνες στερεές επιφάνειες που έχουν καταχωρηθεί ως προϊόντα με θετικές ιδιότητες για τη δημόσια υγεία από την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος της Αμερικής

#### **10.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση του χαλκού**

Τα κράματα χαλκού είναι από την φύση τους μικροβιοκτόνα. Εμφανίζουν και παρέχουν μεγάλη δραστηριότητα και ανθεκτικότητα για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι μικροβιοκτόνες ιδιότητες δεν φθίνουν με το χρόνο και

δεν αποβάλλονται. Επίσης, υπερισχύουν έναντι σε οποιοδήποτε άλλου είδους επιχρίσματος ή προσμίγματος επιφάνειας. Η μικροβιοκτόνος δράση τους είναι άμεση και εύκολα εφαρμόσιμη. Ο χαλκός είναι το μόνο εμπορικά διαθέσιμο στερεό ή επίχρισμα, το οποίο φέρει έγκριση κυκλοφορίας από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) και τον Ομοσπονδιακή Υπηρεσία για τα Εντομοκτόνα, Μυκητοκτόνα και Τρωκτικοκτόνα (FIFRA), έχοντας την δυνατότητα μόνιμου ισχυρισμού μικροβιοκτόνου δραστηριότητας. Δεν διαβρώνεται εύκολα και μπορεί να ανακυκλωθεί

Τα κράματα χαλκού δεν αποτελούν υποκατάστατο στις συνήθεις πρακτικές ελέγχου λοιμώξεων, αλλά θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα στις συνήθεις πρακτικές. Οι χρήστες πρέπει να ακολουθούν πιστά όλες τις ισχύουσες πρακτικές ελέγχου λοιμώξεων που έχουν σχέση με τον καθαρισμό και την απολύμανση των επιφανειών. Το υλικό της επιφάνειας κραμάτων χαλκού δεν μπορούν να διασφαλίσουν την αποφυγή διασταυρούμενης επιμόλυνσης. Το οικονομικό κόστος για την παραγωγή και αγορά των κραμάτων χαλκού είναι μεγάλο

### 10.5 Εργαστηριακές δοκιμές μικροβιοκτόνου δράσης χαλκού

Σύμφωνα με εργαστηριακές δοκιμές οι πιθανοί μηχανισμοί για την μικροβιοκτόνο δράση του χαλκού είναι:

- Διακοπή λειτουργίας των κυττάρων, που μπορούν να ενεργούν ταυτόχρονα μέσω πολλών μηχανισμών.
- Μπορεί να αδρανοποιεί τις πρωτεΐνες στα κύτταρα και να δημιουργήσει σύμπλεγμα με το αγγελιοφόρο RNA.
- Μπορεί να προκαλέσει την υπεροξειδωση των λιπιδίων, ανοίγοντας στις μεμβράνες τους οπές και να επιτρέψει την είσοδο του μέσω των μεμβρανών των κυττάρων.
- Μπορεί να προκαλέσει πήξη στη δομή των ενζύμων

Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος της Αμερικής (EPA) μελετάει τις επιπτώσεις της χρήσης των προϊόντων (μόνο αν σχετίζονται με την υγεία των ανθρώπων), αν φέρουν κατάλληλη ετικέτα, αν έχουν αποδεδειγμένα δραστηριότητα, αν βλάπτουν το περιβάλλον και είναι εγκεκριμένα από τις εθνικές αρχές. Για το λόγο αυτό η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος της Αμερικής, εφαρμόζει τις Δοκιμές Καλών Εργαστηριακών Πρακτικών (GLP), με σκοπό την έγκριση των μικροβιοκτόνων κραμάτων χαλκού.

Σύμφωνα με τις Δοκιμές Καλών Εργαστηριακών Πρακτικών (GLP) η διαδικασία δοκιμών για τα κράματα χαλκού περιλάμβανε συγκεκριμένα πρωτόκολλα ελέγχου δράσης:

Ενδεικτικά αποτελέσματα της δραστηριότητας του χαλκού ως Απολυμαντικό.

- Τα μικροβιοκτόνα κράματα χαλκού μειώνουν συνεχώς την βακτηριακή μόλυνση κατά 99.9% ( $\log_3$ ) και σκοτώνουν πάνω από το 99.9% ( $\log_3$ ) των κατά Gram θετικών και κατά Gram αρνητικών βακτηρίων εντός δύο ωρών.
- Οι επιφάνειες των μικροβιοκτόνων κραμάτων χαλκού ασκούν ακόμα και μετά από επανειλημμένη υγρή, στεγνή λείανση και επαναμόλυνση, συνεχή και εξελισσόμενη μικροβιοκτόνο δράση παραμένοντας

αποτελεσματικές στην εξουδετέρωση των 99.9% (log3) των βακτηρίων εντός δύο ωρών.

- Όταν καθαρίζονται τακτικά οι επιφάνειες τα μικροβιοκτόνα κράματα χαλκού συνεχίζουν να σκοτώνουν πάνω από 99% (log2) των βακτηρίων ακόμα και μετά από επανειλημμένη μόλυνση.
- Οι επιφάνειες των μικροβιοκτόνων κραμάτων χαλκού βοηθούν στην αναστολή της συσσώρευσης και ανάπτυξης βακτηρίων εντός δύο ωρών έκθεσης μεταξύ των σταδίων καθαρισμού και απολύμανσης.

Χρησιμοποιώντας μια επιφάνεια κράματος χαλκού, θεωρείται συμπλήρωμα και όχι υποκατάστατο στις συνήθεις πρακτικές ελέγχου λοιμώξεων. Οι χρήστες πρέπει να συνεχίσουν να εφαρμόζουν όλες τις ισχύουσες πρακτικές ελέγχου λοιμώξεων που αφορούν τον καθαρισμό και την απολύμανση επιφανειών στο περιβάλλον. Η επιφάνεια κράματος χαλκού έχει αποδειχτεί ότι μειώνει τη μικροβιακή μόλυνση αλλά δεν εμποδίζει απαραίτητα τη διασταυρούμενη επιμόλυνση

Στις Η.Π.Α δοκιμές πραγματοποιούνται σε τρεις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ), στο Κεντρικό αντικαρκινικό νοσοκομείο Sloan-Kettering στη Νέα Υόρκη, στο Ιατρικό Πανεπιστήμιο της Νότιας Καρολίνας και στο Ralph των ΗΠΑ ιατρικό κέντρο. Οι μελέτες χρηματοδοτούνται από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ στο πλαίσιο της Τηλεϊατρικής και το κέντρο ερευνών προηγμένων τεχνολογιών (TATRC). Στις δοκιμές εξετάζουν περιβαλλοντικά βακτηριακά φορτία, τα ποσοστά μόλυνσης, και επιπτώσεις στην επιμόλυνση σε δωμάτια ΜΕΘ, που είναι εφοδιασμένα με επιφάνειες αφής χαλκού σε σχέση με δωμάτια τα οποία δεν έχουν. Επίσης διερευνάται αν ο αντιμικροβιακός χαλκός μπορεί να μειώσει την μετάδοση των παθογόνων βακτηρίων με αποτέλεσμα την πιθανή μείωση της υγειονομικής περιθάλψης και των λοιμώξεων .

Τα πρώτα δημοσιευμένα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι επιφάνειες ήταν σε μέγιστο βαθμό μολυσμένες στις επιφάνειες που ήταν κοντά στον ασθενή . Τα δεύτερα αποτελέσματα έδειξαν μείωση κατά 90% στην μόλυνση στις επιφάνειες χαλκού σε σχέση με αυτές που δεν είχαν. Στις δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν δεν βρέθηκαν ο MRSA και ο VRE . Μια παρόμοια μελέτη που βρισκόταν σε εξέλιξη την ίδια χρονική περίοδο, στο Νοσοκομείο Calamama της Χιλής. Τα πρώτα αποτελέσματα της έρευνας υποστήριξαν τα ευρήματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο και τις ΗΠΑ για τη μείωση κατά 90% (log1) της μόλυνσης (Prado, 2010). Σε μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε ασθενείς που επισκεπτόταν τακτικά το νοσοκομείο, έδειξε ότι όχι μόνο η μείωση της μικροβιακής επιβάρυνσης επιβεβαιωνόταν, αλλά παρατηρήθηκε να περιορίζουν τη μόλυνση στις περιοχές που ήταν επικαλυμμένες με χαλκό. Οι επιφάνειες χαλκού είχαν επίσης δείξει ότι μειώνουν τον κίνδυνο μόλυνσης από την έκθεση στα μικρόβια του περιβάλλοντος κατά 17% .

Το Ιδιωτικό Νοσοκομείο St Francis, μία εγκατάσταση 140 κλινών στο Mullingar, της Κομητείας Westmeath καθώς και το συνεργαζόμενο γηροκομείο St Clair's, πήραν την απόφαση μετά από εξέταση αδιάσειστων αποδείξεων από τις κλινικές δοκιμές του Νοσοκομείου Selly Oak στο Birmingham να χρησιμοποιήσουν τον χαλκό. Μετά την χρήση του τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι επιφάνειες με χαλκό όπως βρύσες, καθίσματα

τουαλέτας και χειρολαβές πόρτας μπορούσαν να μειώσουν τις μικροβιακές μολύνσεις από 90% έως 100%

## 10.6 Παρενέργειες

Σύμφωνα την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA), η οποία έχει εξετάσει όλες τις μελέτες που υποβλήθηκαν για το χαλκό, έχει διαπιστώσει ότι οι τοξικολογικές βάσεις δεδομένων είναι επαρκής για να αξιολογηθεί ο κίνδυνος από τα φυτοφάρμακα και αντικείμενα που περιέχουν χαλκό. Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει την ικανότητα να ρυθμίζει τα επίπεδα χαλκού στο σώμα του. Έχουν παρατηρηθεί σε μελέτες οξείας τοξικότητας επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό όπως δερματικές αντιδράσεις, ερεθισμό ματιών και αναπνοής. Όλες όμως αυτές οι επιπτώσεις είναι αποτέλεσμα του μηχανισμού αντίδρασης του οργανισμού για να μειωθεί η υπερβολική έκθεση στο χαλκό και όχι κάποιου είδους συστηματικής τοξικότητας.

Μελέτες οξείας τοξικότητας είναι διαθέσιμες και έχουν δημοσιευτεί για αρκετές από τις ενώσεις χαλκού. Οι οξείες μελέτες δείχνουν ότι ο χαλκός έχει γενικά χαμηλή οξεία τοξικότητα, με εξαίρεση το οξειδίο του χαλκού, για οξεία εισπνοή. Με βάση την διαθέσιμη βιβλιογραφία και μελέτες που υπέβαλε η αρμόδια αρχή, δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία τα οποία να αναφέρουν ότι ο χαλκός ή άλατα χαλκού είναι καρκινογόνα ή προκαλούν συστηματική τοξικότητα στα ζώα. Έτσι τελικές διαπιστώσεις για ενδεχόμενους κινδύνους από την έκθεση χαλκού δεν έχουν επικυρωθεί .

## Συμπέρασμα

Η βιομηχανία χαλκού έχει δημιουργήσει μια μάρκα Cu+ (διακριτικό σήμα), με σκοπό να βοηθήσει τους σχεδιαστές και τους καταναλωτές να μπορούν να ξεχωρίσουν τα προϊόντα που είναι κατασκευασμένα από τον μικροβιοκτόνο χαλκό (copper forium 2010). Ο χαλκός όπως αποδεικνύεται από τα παραπάνω στοιχεία έχει ισχυρές μικροβιοκτόνες ιδιότητες. Τα ιόντα χαλκού, είτε μόνα τους, είτε σε συμπλέγματα χαλκού έχουν χρησιμοποιηθεί για αιώνες για να απολυμαίνουν υγρά, στερεά αντικείμενα μέχρι και ανθρώπινους ιστούς. Στις μέρες μας οι μικροβιοκτόνοι μηχανισμοί και οι χρήσεις του χαλκού και των ενώσεων του, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές και αντιϊκές δίδουν ιδιαίτερη έμφαση σε νέες καινοτόμες εφαρμογές που σχετίζονται με την υγεία. Οι εφαρμογές αυτές, περιλαμβάνουν τη μείωση της μεταδοτικότητας των παθογόνων μικροοργανισμών που συνδέονται με παθογόνους παράγοντες όπως: τροφιμογενείς νόσους και αερογενείς λοιμώξεις αποτελούν μεγάλο και βασικό παράγοντα κινδύνου για την Δημόσια Υγεία.

# 11<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## ΑΣΗΜΙ (ΑΡΓΥΡΟΣ)

### 11.1 Ιστορική Αναδρομή

Οι μικροβιοκτόνες ιδιότητες του αργύρου έχουν αναγνωρισθεί εδώ και χιλιάδες χρόνια. Η ιστορία είναι γεμάτη παραδείγματα, στα οποία το ασήμι έχει χρησιμοποιηθεί για τις απολυμαντικές του ιδιότητες (Laubusch, 1971). Στην αρχαιότητα, χρησιμοποιήθηκε σε δοχεία νερού και για την πρόληψη της σήψης των υγρών και των τροφίμων (Grier, 1983). Στα αρχαία χρόνια στο Μεξικό φύλασσαν το νερό και το γάλα σε ασημένια δοχεία. Επίσης στη Ρωμαϊκή φαρμακοποιία το 69 π.Χ. αναφέρθηκε η χρήση του ασημιού (Davis, 1997). Σύμφωνα με τον Russell (1994), ο Αριστοτέλης ενημέρωσε τον Μέγα Αλέξανδρο να βράσει το νερό και να αποθηκεύουν σε σκάφη ασήμι για την αποφυγή εμφάνισης ασθενειών κατά την διάρκεια του ταξιδιού. Πρωτοπόροι που διέσχιζαν την Αμερική τοποθετούσαν ασημένια νομίσματα στα βαρέλια με το νερό τους. Οι Βίκινγκς διαπερνούσαν τα κύττα των πλοίων τους με χορδές από άργυρο και του χαλκό για την πρόληψη της ανάπτυξης των φυκιών και πεταλίδων. Αξίζει να σημειωθεί ότι, σύγχρονα πλοία εξακολουθούν να χρησιμοποιούν ασήμι και χαλκό για τον ίδιο σκοπό.

Αν και οι περισσότεροι από τους νεώτερους πολιτισμούς, δεν κατανοούν πλήρως τις μικροβιοκτόνες ιδιότητες του αργύρου μέχρι πρόσφατα, το ασήμι και οι τεχνικές καθαρισμού του νερού είχαν πέσει σε δυσμένεια για πιο γρήγορες μεθόδους δράσης, όπως η χλωρίωση. Το 1884 για πρώτη φορά χρησιμοποίησαν σταγόνες νιτρικού ασημιού ως προφυλακτική θεραπεία για τα μάτια των νεογνών, με σκοπό την πρόληψη των λοιμώξεων που προκαλείται από την *Neisseria gonorrhoeae* και μεταδίδεται από μολυσμένες μητέρες κατά την διάρκεια του τοκετού. Τη δεκαετία του 1960, επανεξετάστηκαν ηλεκτροχημικές μέθοδοι με ασήμι όταν η NASA ανέπτυξε την μέθοδο ιονισμού με ασήμι για τον καθορισμό του πόσιμου νερού στο διαστημόπλοιο Απόλλων.

Σήμερα χρησιμοποιείται για την πρόληψη λοιμώξεων σε ασθενείς με εγκαύματα, για την πρόληψη της τύφλωσης σε νεογέννητα, για την απολύμανση των δοχείων αποθήκευσης νερού, συμπεριλαμβανομένων πισίνες, για τον έλεγχο βακτηρίων όπως η *Legionella* στα νοσοκομεία και να βελτιωθούν οι επιδόσεις των φίλτρων πόσιμου νερού. Τα ιόντα αργύρου εμφανίζουν το υψηλότερο επίπεδο μικροβιοκτόνου δράσης σε σχέση με όλα τα άλλα βαρέα μέταλλα.



## 11.2 Ιδιότητες

Το ασήμι είναι ένα φυσικό στοιχείο, που βρίσκεται στο περιβάλλον σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία όπως το υδρόθειο το χλώριο και τα νιτρικά. Το καθαρό ασήμι έχει χρώμα ασημένιο. Ο νιτρικός άργυρος και ο χλωριούχος άργυρος έχουν χρώμα λευκό, το οξειδίο του αργύρου και το σουλφίδιο του αργύρου έχουν χρώμα σκούρο γκρι ως μαύρο. Το ασήμι βρίσκεται συχνά ως υποπροϊόν κατά την ανάκτηση του χαλκού, μολύβδου, ψευδαργύρου, χρυσού και μεταλλευμάτων.

Γενικά το ασήμι χρησιμοποιείται για την κατασκευή κοσμημάτων, ασημικών, ηλεκτρονικού εξοπλισμού καθώς και για το σφράγισμα των δοντιών. Επίσης, χρησιμοποιείται για να κατασκευάζουν τις φωτογραφίες, σε σκληρή συγκόλληση κραμάτων, για την απολύμανση του πόσιμου νερού και του νερού των πισινών, και ως αντιβακτηριακό παράγοντα. Το ασήμι έχει χρησιμοποιηθεί επίσης σε παστίλιες και τσίχλες, για να βοηθήσει τους ανθρώπους να σταματήσουν το κάπνισμα

## 11.3 Εφαρμογές

### 11.3.1 Πόσιμο Νερό

Για την απολύμανση του πόσιμου νερού έχει χρησιμοποιηθεί από τις αρχές του 1900 ως κύριο απολυμαντικό το χλώριο. Στη δεκαετία όμως του 1970, ανακαλύφθηκε ότι η χλωρίωση προκαλεί το σχηματισμό πολλών χλωριωμένων ενώσεων στο νερό, που είναι πολύ επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Κατά συνέπεια υπάρχει ανάγκη για την εφαρμογή εναλλακτικών απολυμαντικών μεθόδων. Ηλεκτροχημικά πειράματα που πραγματοποιήθηκαν δείχνουν ότι το ασήμι μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική μέθοδο απολύμανσης και να αντικαταστήσει το χλώριο σε εφαρμογές που μπορεί να θεωρηθούν επικίνδυνες. Το ασήμι έχει χρησιμοποιηθεί την τελευταία δεκαετία ως αποτελεσματικό απολυμαντικό νερού. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως απολυμαντικό του ανακυκλωμένου νερού στο διαστημικό σταθμό MIP και στα διαστημικά λεωφορεία της NASA.

Η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency) και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization) συστήνουν το ασήμι ως ασφαλή ουσία για ανθρώπινη κατανάλωση (World Health Organization, 1996). Το ασήμι έχει χρησιμοποιηθεί σε φίλτρα νερού με σκοπό την πρόληψη ανάπτυξης βακτηριδίων. Τα φίλτρα αυτά έχει αποδειχτεί ότι αποτρέπουν την ανάπτυξη της *Pseudomonas aeruginosa* σε αποθέματα νερού. Σήμερα πάνω από 50 εκατομμύρια καταναλωτές καταναλώνουν πόσιμο νερό το οποίο έχει απολυμανθεί από συσκευές που περιέχουν ασήμι.

### 11.3.2 Υδάτινοι χώροι αναψυχής.

Τα βακτήρια, τα πρωτόζωα και οι ιοί μπορεί να εμφανιστούν εκ φύσεως σε υδάτινους χώρους αναψυχής ή να εισαχθούν σε πισίνες από τους λουόμενους ή μέσω ελαττωματικών συνδέσεων μεταξύ των συστημάτων

φιλτραρίσματος και αποχέτευσης .Τα τελευταία χρόνια, έχει υπάρξει μια ταχεία αύξηση του αριθμού των δημοσίων, ημιδημοσίων, καθώς και ιδιωτικών πισινών που κατασκευάζονται στην Ευρώπη και Αμερική. Η επαρκής απολύμανση αυτών των υδάτων γίνεται όλο και πιο σημαντικό θέμα για την υγεία .

Παραδοσιακά, η απολύμανση των υδάτων αυτών πραγματοποιείται το χλώριο το οποίο έχει αποδειχτεί ότι παράγει επιβλαβείς παράγοντες για την υγεία των κολυμβητών .Έτσι υπάρχει η ανάγκη για εναλλακτικά μέσα απολύμανσης των υδάτων αυτών. Το ασήμι αποτελεί ένα εναλλακτικό μέσο απολύμανσης. Ο θειικός άργυρος ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ) σε χαμηλή συγκέντρωση 10ppb (parts-per-billion), έχει αποδειχθεί ότι σκοτώνει περισσότερο από το 99,9% ( $\log 3$ ) των ετεροτρόφων βακτηρίων, σε πισίνες μέσα σε 30 λεπτά

### 11.3.3 Πύργοι ψύξης (βιομηχανική χρήση)

Οι πύργοι ψύξης χρησιμοποιούνται για να παρέχουν κρύο νερό στους αεροσυμπιεστές και στις βιομηχανικές διεργασίες που παράγουν θερμότητα. Παρέχουν όμως ένα ιδανικό περιβάλλον καθώς και κατάλληλες θρεπτικές ουσίες στους μικροοργανισμούς, τους οποίους βοηθούν στον πολλαπλασιασμό τους .Για την απολύμανση των πύργων ψύξης η χλωρίωση αποτελεί μια δημοφιλή μέθοδο για τον έλεγχο της ανάπτυξης των βακτηρίων, αλλά υπάρχουν δυσκολίες για την διατήρηση της αποτελεσματικότητας της, ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες ή PH. Επίσης μπορεί να προκαλέσει διάβρωση στα συστήματα των πύργων ψύξης . Για τον λόγο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί για την μείωση ανάπτυξης μικροβίων ο ιονισμός με άργυρο και χαλκό. Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2004, απέδειξαν ότι ο ιονισμός είχε σημαντικό αντίκτυπο στα επίπεδα των κολοβακτηριδίων, στα βακτήρια που σχετίζονται με τον σίδηρο και στις βλέννες που σχηματίζουν τα βακτήρια στους πύργους ψύξης .

Τα συστήματα παροχής ζεστού νερού των νοσοκομείων και των ξενοδοχείων συχνά έχουν αποδειχτεί ως πηγή ανάπτυξης μολυσματικών βακτηρίων . Στα συστήματα αυτά η καταπολέμηση των παθογόνων βακτηρίων αντιμετωπίζεται εκτός από την χλωρίωση και την έκπλυση των συστημάτων με υπερθερμασμένο νερό και με την εγκατάσταση μονάδων ιονισμού με άργυρο. Τα συστήματα ιονισμού αποτελούν αξιόπιστη μέθοδος απολύμανσης ιδιαίτερα στα παλαιότερα κτήρια στα οποία οι αγωγοί θα μπορούσαν να καταστραφούν από την εφαρμογή της υπερχλωρίωσης και της υπερθέρμανσης του νερού .

Η *Legionella pneumophila* αποτελεί τον αιτιολογικό παράγοντα της νόσου των Λεγεωναρίων και είναι ένας μικροοργανισμός που συχνά απομονώνεται σε πύργους ψύξης. Για τον λόγο αυτό εφαρμόζονται συστήματα ιονισμού με ασήμι σε νοσοκομεία για τον έλεγχο της *Legionellas* για περισσότερο από μια δεκαετία .

### 11.3.4 Τρόφιμα και Συμπληρώματα Διατροφής.

Ιόντα ασημιού έχουν χρησιμοποιηθεί για την προστασία κατά την παραγωγική διαδικασία των χυμών φρούτων, του ξυδιού, των αναβράζων ποτών και των κρασιών. Επίσης είναι διαθέσιμο και ως κολλοειδές ασήμι σε μορφή ζελατίνης και χρησιμοποιείται στους σπυροφόρους καρπούς που καταναλώνονται και στο πλύσιμο των λαχανικών. Στις ΗΠΑ χρησιμοποιείται

το ασήμι ως συμπλήρωμα διατροφής ή σε κίτρινο ασήμι ως πρόσθετο τροφίμων. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα σύμφωνα με τις ανακοινώσεις του Εθνικού Οργανισμού Φαρμάκων (ΕΟΦ), δεν γίνεται χρήση κάποιου σκευάσματος το οποίο έχει ως δραστική ουσία τα ιόντα ασημιού κατά την παραγωγική διαδικασία των τροφίμων και ποτών.

#### 11.3.5 Ιατρικές εφαρμογές

Το ασήμι έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές ιατρικές εφαρμογές, όπως στην οδοντιατρική ως νιτρικός άργυρος για την αντιμετώπιση των παθογόνων παραγόντων που προκαλούν περιοδοντίτιδα. Στην οφθαλμιατρική ως άλατα ασημιού για την αντιμετώπιση των νεογνικών οφθαλμικών μολύνσεων. Στη δερματολογία ως ιόντα αργύρου χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση εγκαυμάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται σε αγγειακά μοσχεύματα, σε βαλβίδες καρδιάς σε μόνιμους καθετήρες .

#### 11.3.6 Μικροβιοκτόνες επιφάνειες και υλικά.

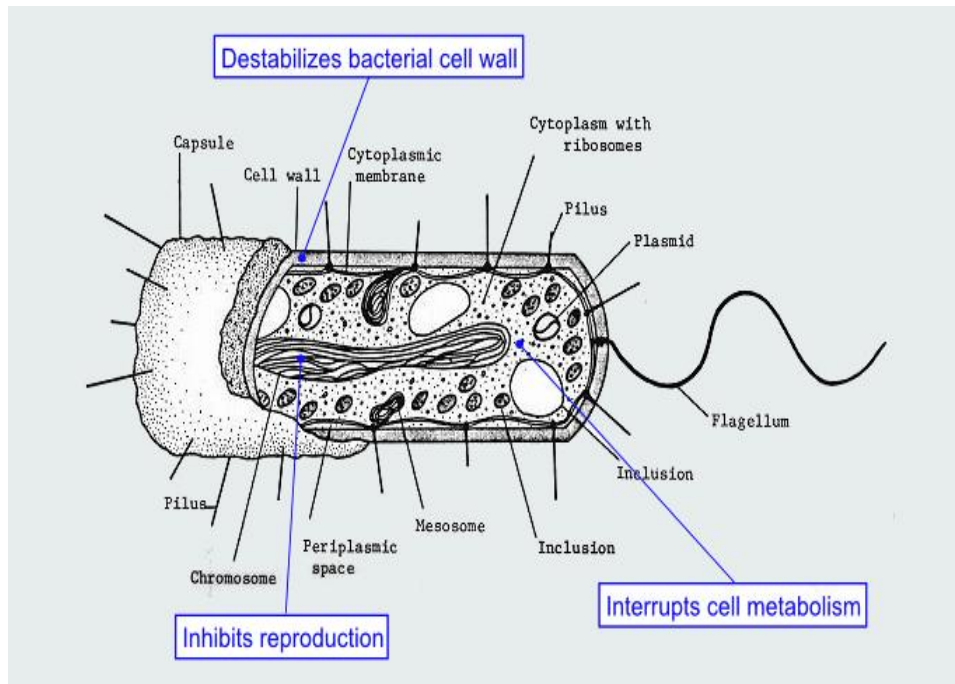
Το ασήμι είναι ένα από τα βαρέα μέταλλα το οποίο μπορεί να προστεθεί στα πολυμερή για να αποκτήσει μικροβιοκτόνο δραστηριότητα . Τα προϊόντα τα οποία παράγονται είναι πλυντήρια, ψυγεία και μηχανές πάγου , δημόσια τηλέφωνα, τουαλέτες, παιχνίδια που έχουν ενσωματώσει ασήμι. Επίσης συνθετικά υφάσματα κατασκευασμένα με ασήμι χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αθλητικών ειδών, υπνόσακων, σεντόνια και πετσέτες. Αυτά τα υφάσματα θεωρούνται ότι μπορούν να μειώσουν τα επίπεδα βακτηριακής μόλυνσης . Ασήμι μπορεί να προστεθεί σε ανόργανα κεραμικά, που είναι σε θέση να παγιδεύσει τα ιόντα μετάλλων και μπορεί στη συνέχεια να προστεθούν σε άλλα υλικά όπως βαφές, πλαστικά, κεριά, πολυεστέρες και να παρέχει μικροβιοκτόνες ιδιότητες .

### 11.4 Μικροβιοκτόνοι μηχανισμοί δράσης

#### 11.4.1 Αντιβακτηριακή δράση.

Η αντιβακτηριακή δράση του αργύρου δεν είναι πλήρως κατανοητή, για το λόγο αυτό πολυάριθμοι μηχανισμοί έχουν προταθεί και πολλοί έχουν γίνει γενικά αποδεκτοί:

- Εξωκυτταρική δέσμευση ή καθίζηση του αργύρου σε βακτηριακά κυτταρικά τοιχώματα και μεμβράνες. Τα βακτηριακά κυτταρικά τοιχώματα περιέχουν αρνητικές φορτισμένες πεπτιδογλυκάνες με αποτέλεσμα να δεσμεύουν ηλεκτροστατικά θετικά φορτισμένα ιόντα αργύρου.
- Αποδέσμευση ενέργειας, εξαρτώμενη ή ανεξάρτητη από την συγκέντρωση του αργύρου στο εσωτερικό των κυττάρων. Πραγματοποιείται ενεργή πρόσληψη του αργύρου από ένα σύστημα μεταφοράς που περιέχει ένα παρόμοιο μέταλλο με ίδια φόρτιση ή ιοντικό μέγεθος .



Μικροβιοκτόνος μηχανισμός δράσης του ασημιού([www.difusiontech.com](http://www.difusiontech.com))

- Δέσμευση του αργύρου με τις κυτταρικές πρωτεΐνες, συμπεριλαμβανομένων και των ενζύμων. Το ασήμι είναι γνωστό ότι χρωματίζει τις πρωτεΐνες, στη συνέχεια συνδέεται με μια ομάδα ενζύμων, που οδηγεί στην αδρανοποίηση τους
- Σύνδεση του αργύρου με το δεσοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA). Το ασήμι εντοπίζει τους δεσμούς υδρογόνου που σχηματίζονται μεταξύ του αζώτου της πουρίνης και των πυριμιδικών βάσεων, αυτό μπορεί να αποσταθεροποιήσει την έλικα του DNA να αποτρέψει την αντιγραφή του και την επακόλουθη διαίρεση του κυττάρου
- Σύνδεση του αργύρου με ομάδες δωρητών ηλεκτρονίων που περιέχουν άζωτο, οξυγόνο και θείο, όπως αμίνες, υδροξύλια, φωσφορικά άλατα και θειόλες. Η δραστηριότητα του ασημιού μπορεί να εξουδετερωθεί από τις ενώσεις των θειολών που σχηματίζονται και έτσι δεν είναι σε θέση να δεσμεύεται από τις πρωτεΐνες .

#### 11.4.2 Αντιϊκή δράση.

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν αναλυτικές μελέτες που να περιγράφουν την αλληλεπίδραση μεταξύ του ασημιού και των ιών. Οι ιοί που περιέχουν ομάδες θειολών μπορούν να δεσμεύσουν το ασήμι, το οποίο θα μπορούσε να επηρεάσει τον κύκλο αναπαραγωγής τους. Μια θεωρία είναι ότι υπάρχει ένα ειδικός μηχανισμός, με τον οποίο το μέταλλο συνδέεται με ένα βιολογικό μόριο και μειώνεται από τις ρίζες του υπεροξειδίου ή άλλες αναγωγέων και στη συνέχεια ξανά οξειδώνεται από το υπεροξειδίου του υδρογόνου. Συνεχής αντιδράσεις οξειδοαναγωγής με μια κυκλική σειρά προκαλούν καταστροφή κοντά στην περιοχή- στόχο του μορίου .

### 11.4.3 Αντιπρωτοζωϊκή δράση

Πολλοί από τους μηχανισμούς που έχουν αναφερθεί για την αντιμετώπιση των βακτηριδίων πολύ πιθανόν να διαδραματίζουν κάποιο ρόλο κατά των πρωτοζώων. Για παράδειγμα, το ασήμι είναι βέβαιο ότι θα είναι σε θέση να συνδεθεί με τις πρωτεΐνες των κυτταρικών μεμβρανών και να μεταφέρεται στο εσωτερικό του κυττάρου στο DNA. Η σύνδεση του με το DNA θα μπορούσε να εμποδίσει την αναπαραγωγή και να αναστείλει τη λειτουργία των πρωτεϊνών. Εάν κάποιες από αυτές τις πρωτεΐνες είναι διαμεμβρανικές πρωτεΐνες, αυτό μπορεί να αναστέλλει την ικανότητα μεταφοράς και πρόσληψης των θρεπτικών συστατικών.

### 11.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση του αργύρου

Τα πλεονεκτήματα από την χρήση του αργύρου είναι:

- Η απολύμανση του νερού με ασήμι δεν παράγει καμία γεύση, οσμή ή χρώμα στο επεξεργασμένο νερό.
- Δεν σχηματίζονται υποπροϊόντα κατά την διαδικασία της απολύμανσης του νερού.
- Η μεθοδολογία είναι πολύ απλή και εύκολη στο χειρισμό σε αγροτικές περιοχές του αναπτυσσομένου κόσμου.
- Είναι πολύ ισχυρό σε υψηλές θερμοκρασίες και μπορεί να εφαρμοστεί με μεγάλη αποτελεσματικότητα σε ένα ευρύ φάσμα PH, χωρίς να επηρεάζουν το PH του επεξεργασμένου νερού.
- Εμποδίζει ενεργά την εκ νέου μόλυνση καθώς διατηρεί την απολυμαντική του δράση σε συνεργασία με άλλες απολυμαντικές ουσίες.
- Δεν προκαλεί ερεθισμό των ματιών ή του δέρματος.

Τα μειονεκτήματα από την χρήση του αργύρου:

- Υπάρχει δυσκολία για τον καθορισμό και έλεγχο της ακριβής δόσης που απαιτείται χωρίς την ύπαρξη εργαστηριακών αναλύσεων.
- Τα υψηλό κόστος παραγωγής έχει αποδειχτεί ότι αποτελεί ανυπέρβλητο εμπόδιο για την εφαρμογή της απολύμανσης με ασήμι. Έχει εκτιμηθεί ότι το κόστος είναι 200 με 300 φορές υψηλότερο από την χλωρίωση.
- Τα ηλεκτρόδια που απαιτούνται για την παραγωγή των ιόντων αργύρου φθείρονται αρκετά γρήγορα.
- Το ασήμι δεν παρουσιάζει καμιά οξειδωτική επίδραση με αποτέλεσμα να μην έχει την ικανότητα να αποσυνθέτει, μεταβάλλει και να εξαλείφει τις οργανικές ουσίες από την οξείδωση.
- Έχει μια πιο αργή βακτηριοκτόνο δράση σε σχέση με την εφαρμογή της χλωρίωση.

## 11.6 Κλινικές δοκιμές

Στο Wakefield της Μασαχουσέτης, οι ερευνητικές προσπάθειες έχουν αποδείξει ότι το ιονικό ασήμι βρέθηκε να απενεργοποιεί αποτελεσματικά το ανθρώπινο στέλεχος *coronavirus 229E*, έναν ιό που συνδέεται με το SARS, κατά τη διάρκεια μιας εργαστηριακής μελέτης, που διεξήχθη από το Πανεπιστήμιο της Αριζόνας. Η μελέτη, με επικεφαλής τον Gerba, και Bright, δοκίμασαν διάφορα επίπεδα ιονικού αργύρου και χαλκού για να διαπιστώσουν αν ήταν αποτελεσματικά κατά του ανθρώπινου 229E στέλεχος *coronavirus*, ένα στέλεχος που χρησιμοποιείται συχνά ως υποκατάστατο για τον ιό SARS στην εργαστηριακή έρευνα. Η έρευνα κατέδειξε σημαντικές μειώσεις του ιού μέσα σε 1 ώρα (90 % ,log1) και μείωσε τα επίπεδα του ιού κάτω από τα όρια ανίχνευσης, μετά 24 ώρες από την έκθεση (99,99 % ,log4).

Αυτή η μελέτη υποστηρίζει τα προηγούμενα ευρήματα από την έρευνα για τον ανθρώπινο ιό SARS και τον *coronavirus*. Μια μελέτη του 2003, από το Κινεζικό Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων απέδειξε ότι τα ιόντα αργύρου απενεργοποιούν τελείως τον ανθρώπινο ιό SARS μετά από 2 ώρες. Επιπλέον, μια εργαστηριακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο της Αριζόνα το 2003, ανακάλυψε ότι τα ιόντα αργύρου μπορούν να απενεργοποιήσουν το 99% (log2) των *coronavirus* εντός 4 ωρών.

"Το ασήμι είναι ένα φυσικό αντιβακτηριακό που δρα καταστρέφοντας βακτήρια, μύκητες και ζύμες παρεμβαίνοντας στο μεταβολισμό απαραίτητο για την αναπνοή από αυτά τα μικρόβια», λέει ο Philip Tierno, διευθυντής Κλινικής Μικροβιολογίας και Ανοσολογίας στο New York University Medical Center και συγγραφέας του η μυστική ζωή των μικροβίων

"Καταπολεμά τα μικρόβια με πολύ λιγότερο φόβο για την ανάπτυξη αντοχής στα αντιβιοτικά", προσθέτει .

Έχει αποδειχθεί ότι, υλικά που περιέχουν ιόντα αργύρου είναι αποτελεσματικά στη μείωση των βακτηριδίων υπό συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας 35 βαθμών °C και υψηλής υγρασίας (90% η υψηλότερη σχετική υγρασία), αλλά μέχρι να γίνει η μελέτη αυτή δεν είχαν δοκιμαστεί σε συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας και υγρασίας, που επικρατούν σε εσωτερικούς χώρους, όπως αυτών του νοσοκομείου. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν κράματα χαλκού για σύγκριση, καθώς εργαστηριακές δοκιμές έχουν δείξει ότι αυτά είναι αποτελεσματικά στη μείωση των βακτηριδίων κατά 99,9% (log3) και άνω, εντός δύο ωρών σε θερμοκρασία δωματίου 22 βαθμών °C και κανονική υγρασία. Οι δοκιμές έδειξαν αποτελεσματικότητα έναντι των βακτηριδίων όπως: *Staphylococcus Aureus*, *Methicilline resistant Staphylococcus Aureus (MRSA)*, *E.coli O157:H7*, *Enterobacter aerogenes* και *Pseudomonas aeruginosa* .

## 11.7 Συνεργιστική δράση με άλλα απολυμαντικά

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει από πολλούς ερευνητές για την αντιμετώπιση πολλών παθογόνων παραγόντων συμπεριλαμβανομένου των βακτηρίων, ιών και ωοκυστών υπάρχει δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ των ιόντων αργύρου με άλλες μικροβιοκτόνες ουσίες όπως υπερμαγγανικό κάλιο,

υπεροξειδίου του υδρογόνου, χλώριο και την υπεριώδη ακτινοβολία. Τα ιόντα των μετάλλων σε πολλές περιπτώσεις ενισχύουν την αποτελεσματικότητα του συστήματος σε πολύ μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα να ενισχύεται η συνεργιστική επίδραση. Για παράδειγμα, σε υψηλότερα επίπεδα χλωρίου, το ασήμι καθιζάνει ως διχλωριούχος άργυρος και στην πραγματικότητα αυξάνει την ευαισθησία του αργύρου με τα ευαίσθητα βακτήρια .

Η αδρανοποίηση της *Legionella pneumophilla* σε συνδυασμό με χαλκό και ασήμι έχει αποδειχθεί ότι είναι σχετικά αργή σε σύγκριση με εκείνη του ελεύθερου χλωρίου. Παρ'όλα αυτά, όταν υπήρχαν χαμηλά επίπεδα ελεύθερου χλωρίου τότε τα ποσοστά αδρανοποίηση των βακτηριακών οργανισμών-δεικτών είναι μεγαλύτερη από αυτές του ελεύθερου χλωρίου.

### **11.8 Παρενέργειες και μέτρα ασφαλείας κατά την χρήση του αργύρου.**

Η έκθεση σε χαμηλότερα επίπεδα ασημιού μπορεί να προκαλέσει εναπόθεση του ασημιού στο δέρμα και σε άλλα μέρη του σώματος. Ωστόσο, αυτό δεν είναι απαραίτητα επιβλαβής. Η έκθεση όμως σε υψηλά επίπεδα ασημιού για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε μια κατάσταση που ονομάζεται αργυρία, ένα μπλε-γκρίζο αποχρωματισμό του δέρματος και άλλων ιστών του σώματος. Η αργυρία που προκαλείται είναι μια μόνιμη επίδραση, αλλά φαίνεται να είναι μόνο ένα αισθητικό πρόβλημα και δεν μπορεί να είναι με άλλο τρόπο επιβλαβή για την υγεία.

Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα από ασήμι που βρίσκονται στον αέρα έχει οδηγήσει σε αναπνευστικά προβλήματα, των πνευμόνων και ερεθισμός του λαιμού και πόνους στο στομάχι. Η επαφή του δέρματος με το ασήμι μπορεί να προκαλέσει ήπιες αλλεργικές αντιδράσεις όπως εξάνθημα, οίδημα, φλεγμονή σε ορισμένους ανθρώπους. Μελέτες σε πειραματόζωα έχουν δείξει ότι η κατάποση του ασημιού έχει ως αποτέλεσμα την εναπόθεση του αργυρό στο δέρμα. Μια μελέτη σε ποντίκια διαπίστωσε ότι τα ζώα που έχουν εκτεθεί σε ασήμι μέσω του πόσιμου νερού ήταν λιγότερο δραστήρια από τα ζώα που δεν είχαν εκτεθεί .Δεν υπάρχουν διαθέσιμες μελέτες για το αν το ασήμι επηρεάζει την αναπαραγωγή ή προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα στους ανθρώπους .

Το ασήμι μπορεί να μετρηθεί στο αίμα, τα ούρα, τα περιττώματα, και ιστούς του σώματος των εκτιθέμενων ατόμων. Το Ασήμι συσσωρεύεται στο σώμα και ο καλύτερος τρόπος για να διαγνώσουμε αν έχει κάποιο άτομο έρθει σε επαφή με ασήμι είναι να εξετάσουμε τα επίπεδα ασημιού που υπάρχουν σε δείγματα δέρματος. Δοκιμές για το ασήμι δεν γίνονται συνήθως στο γραφείο ενός γιατρού, διότι απαιτούν ειδικό εξοπλισμό. Παρά το γεγονός ότι οι γιατροί μπορούν να ανακαλύψουν εάν ένα άτομο έχει εκτεθεί σε ασήμι με το να κάνει αυτές τις εξετάσεις, δεν μπορούν όμως να πουν αν τυχόν υπάρξουν επιπτώσεις στην υγεία των ατόμων. Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος και Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας αναφέρουν ότι το ασήμι είναι ασφαλές για ανθρώπινη κατανάλωση και δεν αποτελεί κίνδυνο για την υγεία των ατόμων .

## Συμπέρασμα

Το ασήμι έχει χρησιμοποιηθεί ως μικροβιοκτόνο για χιλιάδες χρόνια. Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών, δεν έχει εισαχθεί σε πολλούς τομείς όπως στην επεξεργασία του νερού, στα συμπληρώματα διατροφής, σε ιατρικές εφαρμογές, και στην παραγωγή βαφών και προϊόντων. Την τελευταία δεκαετία το ασήμι χρησιμοποιείται συχνά ως εναλλακτική λύση απολυμαντικό σε εφαρμογές στις οποίες η χρήση των παραδοσιακών απολυμαντικών, όπως το χλώριο, μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό τοξικών υποπροϊόντων ή να προκαλέσουν διάβρωση των επιφανειών. Το ασήμι έχει επίσης αποδειχθεί ότι παράγει μια συνεργική επίδραση σε συνδυασμό με διάφορα άλλα απολυμαντικά. Πολλοί μηχανισμοί μικροβιοκτόνου δράσης του αργύρου έχουν περιγραφεί. Η επίδραση του αργύρου έχει παρατηρηθεί από ένα ευρύ φάσμα μικροοργανισμών σε μια περίοδο ετών. Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να καθοριστεί η μικροβιοκτόνος αποτελεσματικότητα του αργύρου σε αυτές τις νέες εφαρμογές και τις επιπτώσεις της μακροχρόνιας χρήσης του.



## 12ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΕΡΙΣ 1Ε



Συσκευή αποστείρωσης Στέρις 1 Ε (STERIS Corporation 2010)

#### 12.1 Ιστορική αναδρομή

Η εταιρεία Στέρις από το 1988 κυκλοφόρησε πολλά σύστημα αποστείρωσης. Ένα από αυτά ήταν το σύστημα αποστείρωσης Στέρις 1 (SS1), το οποίο από 2002 ως το 2008 υπέβαλε σε σημαντικές τροποποιήσεις για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητά του. Τον Μάιο του 2008, το FDA των ΗΠΑ, κοινοποίησε στην εταιρεία ότι είχε αμφιβολία για την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητα της συσκευής. Τον Ιανουάριο του 2009 η εταιρεία Στέρις ενημέρωσε τους πελάτες της σχετικά με τις ενέργειες που έπραξε, ως απάντηση στις ανησυχίες του FDA . Τον Δεκέμβριο του 2009, το FDA μη ικανοποιημένο από τις ενέργειες της εταιρείας, εξέδωσε ανακοίνωση στους Οργανισμούς Υγείας, τους οποίους συνιστούσε να μην χρησιμοποιούν το σύστημα αυτό. Τον Απρίλιο του 2010, η εταιρεία Στέρις παρουσίασε ένα νέο

αποστειρωτικό σύστημα επεξεργασίας του Στέρις 1 E (SS1E) ως αντικαταστάτη του συστήματος 1. Το νέο αυτό σύστημα είχε πάρει έγκριση από το FDA τον Απρίλιο του 2010 .

## 12.2 Ιδιότητες

Το σύστημα Στέρις 1E (υγρό, χημικό, αποστειρωτικό σύστημα επεξεργασίας), είναι μια αυτοματοποιημένη, επιτραπέζια μικρο-υπολογιστικά ελεγχόμενη συσκευή, η οποία διατηρεί τις παραμέτρους της διαδικασίας που απαιτούνται για να εξασφαλιστεί η τυποποιημένη και αποτελεσματική αποστείρωση μέσω μιας χημικής ουσίας. Η όλη διαδικασία λαμβάνει χώρα μέσα σε σφραγισμένο περιβάλλον του θαλάμου του συστήματος, μέσα ή κοντά στο χώρο όπου θα πραγματοποιηθεί η διαδικασία της επέμβασης. Οι συσκευές μπορούν να υποβάλλονται στη διαδικασία της επεξεργασίας σε λιγότερο από 25 λεπτά, ελαχιστοποιώντας το χρονικό διάστημα. Οι θερμοκρασίες επεξεργασίας που εφαρμόζονται δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τα όρια ασφαλούς θερμοκρασιακού επιπέδου, που οι περισσότεροι κατασκευαστές συνιστούν με σκοπό την εξασφάλιση της προστασίας των θερμο-ευαίσθητων συσκευών. Με την ολοκλήρωση κάθε κύκλου, γίνεται από την συσκευή μια ολοκληρωμένη εκτύπωση ολόκληρης της διαδικασίας που πραγματοποιήθηκε και με τον τρόπο αυτό δίδονται γραπτά οι απαραίτητες πληροφορίες για την διαδικασία της αποστείρωσης των αντικειμένων. Ο πραγματικός χρόνος κάθε κύκλου που πραγματοποιείται μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την πίεση του νερού, την θερμοκρασία εισόδου του νερού και την κατάσταση των φίλτρων .

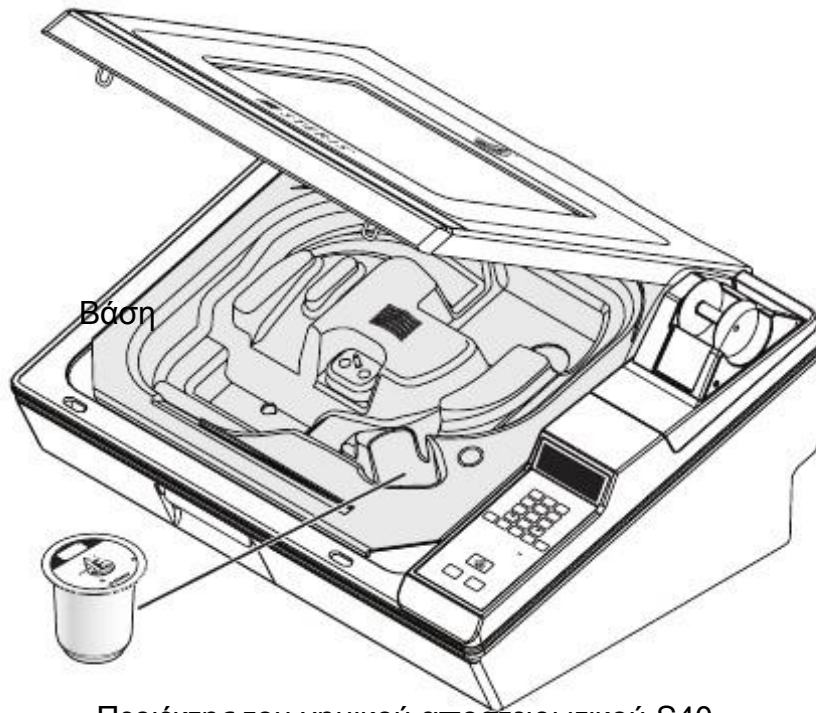
## 12.3 Περιγραφή και λειτουργία συσκευής

Το σύστημα Στέρις 1 E αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Σύστημα 1 E <sup>TM</sup> επεξεργαστή,
- A & B Προ-Φίλτρα
- Σύστημα επεξεργασίας ύδατος με υπεριώδη ακτινοβολία
- Υψηλής συγκέντρωσης αποστειρωτικό διάλυμα υπεροξικού οξέος (S40 <sup>TM</sup>).

Το σύστημα Στέρις 1 E (Steris system 1E) είναι ένα υγρό, χημικό, αποστειρωτικό σύστημα επεξεργασίας. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί για να πραγματοποιήσει την αποστείρωση ένα χημικό αποστειρωτικό, το υπεροξικό οξύ ( S40) το οποίο είναι ένα παχύρευστο αποστειρωτικό υγρό μιας χρήσης, χημικά χαρακτηρισμένα αποκλειστικά για χρήση στο Σύστημα 1E (υγρό αποστειρωτικό σύστημα χημικής επεξεργασίας). Ενεργό συστατικό του είναι το υπεροξικό οξύ, ένα αποτελεσματικό υγρό χημικό αποστειρωτικό. Η χημική αυτή ουσία έχει κατασκευαστεί έτσι, ώστε να ελαχιστοποιεί την διάβρωση ή την υποβάθμιση των συσκευών που υποβάλλονται στη διαδικασία της αποστείρωσης. Τα αντικείμενα, όπως είναι τα ενδοσκόπια εισάγονται στην κατάλληλη θήκη της συσκευής επεξεργασίας. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές θήκες τοποθέτησης των αντικειμένων στο Σύστημα 1E. Κάθε

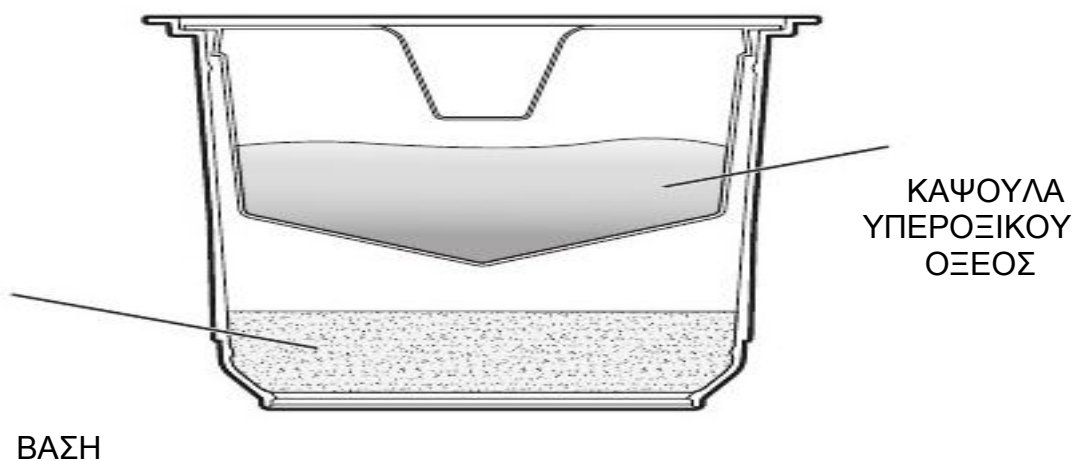
θήκη έχει μοναδικά χαρακτηριστικά που είναι σχεδιασμένα για να διατηρούν μέσα σε κατάλληλες θέσεις, την βέλτιστη ποσότητα του υγρού χημικού αποστειρωτικού .



Περιέκτης του χημικού αποστειρωτικού S40

Δια μέσω αυτού του χημικού αποστειρωτικού οι συσκευές και τα αντικείμενα αποστειρώνονται και θεωρούνται χημικά αποστειρωμένα. Κατόπιν το σύστημα Στέρις 1 Ε πραγματοποιεί εκπλύσεις, με αποστειρωμένο νερό, των επεξεργασμένων αντικειμένων και συσκευών έτσι ώστε να αφαιρεθούν τα υπολείμματα του χημικού αποστειρωτικού και με τον τρόπο αυτό τα καθιστά ασφαλή για την προοριζόμενη χρήση τους. Το νερό που χρησιμοποιείται για τις εκπλύσεις είναι πόσιμο νερό που έχει φιλτραριστεί από το δυο φίλτρα για την συγκράτηση σωματιδίων, στη συνέχεια έχει περάσει από μεμβράνες διαμέτρου 0.1μm για να αφαιρεθούν τα βακτηρίδια, οι μύκητες και τα πρωτόζωα και έχει εκτεθεί σε υπεριώδη ακτινοβολία για την επίτευξη μείωσης κατά 6 λογαριθμικά επίπεδα (6-log) των ιών που μεταδίδονται δια μέσω του νερού. Οι μέθοδος αυτοί εξαλείφει τα βακτήρια, τους μύκητες και τα πρωτόζωα από το νερό (FDA, 2010).

Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) ενέκρινε ένα χημικό δείκτη για την παρακολούθηση της ελάχιστης συνιστώμενης συγκέντρωσης στο σύστημα Στέρις 1Ε. Ο χημικός αυτός δείκτης είναι κατάλληλος και αναγκαίος για την παρακολούθηση της ελάχιστης απαιτούμενης συγκέντρωσης της υγρής χημικής αποστειρωτικής ουσίας.



Επεξεργαστής συστήματος Στέρης 1 Ε και χημική αποστειρωτική ουσία S40

Οι συσκευές που έχουν αποστειρωθεί θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αμέσως ή να αποθηκεύονται με τρόπο παρόμοιο με αυτό του υψηλού επιπέδου απολυμασμένα ενδοσκόπια. Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν ότι σήμερα όλα τα συστήματα αποστείρωσης με υγρή χημική επεξεργασία υπόκεινται στους ίδιους περιορισμούς όταν εμφανίζονται βρεγμένα μετά την διαδικασία της αποστείρωσης .

## 12.4 Εφαρμογές

Το σύστημα Στέρης 1 Ε προορίζεται για την πραγματοποίηση αποστείρωσης σε καθαρές, επαναχρησιμοποιήσιμες κρίσιμες και ημικρίσιμες θερμο-ευαίσθητες ιατρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης. Το σύστημα αυτό πρέπει να χρησιμοποιείται για την επεξεργασία θερμο-ευαίσθητων συσκευών που είναι συμβατές με το σύστημα και με το χημικό αποστειρωτικό που χρησιμοποιείται από την συσκευή και δεν μπορούν να αποστειρωθούν με άλλες παραδοσιακές μεθόδους αποστείρωσης που λειτουργούν με τις απαραίτητες εγκρίσεις αποτελεσματικότητας και ασφάλειας.

Οι συσκευές που δεν φέρουν την απαιτούμενη έγκριση για να αποστειρωθούν από το Στέρης σύστημα 1 Ε δεν θα πρέπει να υποβάλλονται στην διαδικασία την αποστείρωσης, διότι μπορεί να προκληθούν βλάβες στη συσκευή. Μετά το τέλος της διαδικασίας της αποστείρωσης οι συσκευές πρέπει να χρησιμοποιούνται αμέσως

## 12.5 Μικροβιοκτόνος αποτελεσματικότητα

Ο μηχανισμός δράσης του συστήματος βασίζεται στην χημική ουσία του υπεροξικού οξέος και στο αποστειρωμένο με υπεριώδη ακτινοβολία (UV) νερό. Σύμφωνα με μελέτες το σύστημα αποστείρωσης ασκεί μικροβιοκτόνο δράση μέσω πολλών μηχανισμών όπως:

- Οι οξειδωμένες θιόλες και τα παράγωγα του θείου επιδρούν ιδιαίτερα στα τοιχώματα των πρωτεϊνών και ενζύμων.
- Οι ρίζες υδροξυλίου που παράγονται από το υπεροξικό οξύ είναι βακτηριοκτόνες
- Το υπεροξικό οξύ προκαλεί βλάβες στα ιογενή καψίδια και ιογενή νουκλεϊκά οξέα

Σύμφωνα με τις οδηγίες FDA των ΗΠΑ, για τα υγρά χημικά υψηλού επιπέδου απολυμαντικά, ένα αξιόπιστο υγρό χημικής αποστείρωσης στηρίζεται στις εξής παραμέτρους: έλεγχο δραστηριότητας, προσομοίωση του ελέγχου χρήσης, και δοκιμές χρήσης. Στο πλαίσιο της υποβολής παροχή άδειας κυκλοφορίας με αριθμό των (510K), για το Σύστημα 1E υγρό αποστειρωτικό σύστημα χημική επεξεργασία από το FDA των ΗΠΑ, η εταιρεία Στέρις παραθέτει στοιχεία που τεκμηριώνουν, ότι η αποστειρωτική χημική ουσία, εξαλειφθεί κάθε ίχνος μικροβιακής ζωής, συμπεριλαμβανομένων των σπόρων των βακτηρίων. Επίσης αναφέρει ότι ιατροτεχνολογικά συσκευές και εξαρτήματα, που υποβλήθηκαν στην διαδικασία της αποστείρωσης με το σύστημα αυτό και ήταν μολυσμένα με έναν από τους πιο ανθεκτικούς μικροοργανισμού τον *G. steatothermophilus* αποστειρώθηκαν επιτυχώς. Επίσης σύμφωνα με τα στοιχεία της άδειας κυκλοφορίας με αριθμό των 510 (k), που υποβλήθηκαν στο FDA, για την αποτελεσματικότητα του S40 χημικό αποστειρωτικό, αποδεικνύεται ότι: το S40 πυκνό αποστειρωτικό είναι ένα αποτελεσματικό αποστειρωτικό για την αποστείρωση των θερμο-ευαίσθητων συσκευών .

## 12.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση του συστήματος

### Στέρις 1 E

Τα πλεονεκτήματα από την χρήση του συστήματος Στέρις 1 E

Ο κύκλος αποστείρωσης που πραγματοποιεί το σύστημα είναι γρήγορος, η διάρκειά του είναι 25 λεπτά.

Ο χρόνος έκθεσης των αντικειμένων στη χημική ουσία είναι μόνο 6 λεπτά.

Η απομάκρυνση της χημικής ουσίας από τα αντικείμενα γίνεται με την χρήση νερού που έχει εκτεθεί σε υπεριώδη ακτινοβολία C.

Η θερμοκρασία αποστείρωσης είναι χαμηλή 46 –55 °C

Είναι φιλικό προς το περιβάλλον, διότι κατά την διάρκεια της λειτουργίας του παράγει υποπροϊόντα όπως οξικό οξύ, οξυγόνο και νερό.

Το σύστημα αυτό είναι πλήρως αυτοματοποιημένο.

Δεν προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ατόμων που θα χρησιμοποιήσουν τις συσκευές που αποστειρώθηκαν από το σύστημα αυτό. Παρουσιάζει μεγάλη συμβατότητα σε μια ποικιλία υλικών και συσκευών. Κατάλληλο για την αποστείρωση ιατρικών συσκευών που είναι ευέλικτες με άκαμπτα μέρη όπως ενδοσκόπια. Κλινικές δοκιμές έχουν αποδείξει εξαιρετική μικροβιοκτόνο δράση

Τα μειονεκτήματα από την χρήση του συστήματος Στέρις 1 E

Μια πιθανή ασυμβατότητα υλικού μπορεί να προκαλέσει βλάβη στη συσκευή ή στο αντικείμενο.

Τα αντικείμενα ή συσκευές που υποβάλλονται στη διαδικασία αποστείρωσης θα πρέπει να είναι αδιάβροχα και ανθεκτικά στη χημική ουσία.

Η χωρητικότητα του συστήματος αποστείρωσης είναι μικρή, με αποτέλεσμα μικρός αριθμός αντικειμένων να αποστειρώνονται κάθε φορά.

Το κόστος λειτουργίας της συσκευής είναι πιο ακριβό σε σχέση με άλλες μεθόδους αποστείρωσης.

Τα αποστειρωμένα αντικείμενα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται άμεσα και δεν μπορεί να γίνει μακροχρόνια αποθήκευσή τους .

## 12.7 Εργαστηριακές και κλινικές δοκιμές

Εργαστηριακές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν για να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα του S40 αποστειρωτικού διαλύματος και του αποστειρωτικού συστήματος Στέρις 1 E. Τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν κλινική αυτή μελέτη, ήταν μολυσμένα με τον πιο ανθεκτικό οργανισμό τον *Geobacillus stearothermophilus*. Οι ιατρικές αυτές συσκευές υποβλήθηκαν σε επεξεργασία από την συσκευή αποστείρωσης με την χρήση του χημικού αποστειρωτικού, του υπεροξικού οξέος, για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια αξιολογήθηκαν. Τα αποτελέσματα της δοκιμής αποκάλυψαν ότι το χημικό αποστειρωτικό S40 καθώς και η συσκευή Στέρις 1 E επιτυγχάνουν μείωση  $>6 \log$  του πιο ανθεκτικού παθογόνου μικροοργανισμού.

Σε μια άλλη εργαστηριακή δοκιμή που πραγματοποιήθηκε με σκοπό την απόδειξη αδρανοποίησης των ιών που βρίσκονται στο νερό, το οποίο χρησιμοποιείται για το ξέπλυμα των αντικειμένων από το ενσωματωμένο σύστημα υπεριώδους ακτινοβολίας, που φέρει το σύστημα Στέρις 1 E. Τα αποτελέσματα ήταν ότι το UV σύστημα επεξεργασίας νερού επιτυγχάνει  $> 6 \log$  μείωση των ιών. Οι παθογόνοι ιοί, που είναι λιγότερο ανθεκτικοί στην υπεριώδη ακτινοβολία από ότι ο ιός όπως π.χ. Poliovirus type 1, αδρανοποιούνται και αυτοί, με μείωση  $> 6 \log$ . Σύμφωνα με την EPA, η UV ακτινοβολία που παράγεται από το σύστημα για 1E επεξεργαστή, έχει ως αποτέλεσμα να αδρανοποιεί τουλάχιστον με μείωση  $4 \log$  του Adenovirus type 5 .

Μια κλινική δοκιμή που πραγματοποιήθηκε σε κλινική του Cleveland, στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο του Cleveland και στο Ιατρικό Κέντρο Geauga, έδειξε την αποτελεσματικότητα του συστήματος Στέρις 1E. Στην κλινική αυτή δοκιμή ο ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιούνταν σε διάφορες

επεμβάσεις υποβάλλονταν στη διαδικασία της αποστείρωσης με το αποστειρωτικό σύστημα Στέρις 1 E για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα των δοκιμών, έδειξαν ότι το σύστημα αυτό ήταν μικροβιακά αποτελεσματικό έναντι σε μια ευρεία ποικιλία μικροοργανισμών και υπήρχε μείωση τους κατά 6 log .

## 12.8 Παρενέργειες και μέτρα ασφαλείας

Ο επεξεργαστής του συστήματος αποστείρωσης Στέρις 1 E είναι ένα προϊόν ασφαλές και εύκολο στη χρήση, του αρκεί η χρήση του να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ιδιαίτερη, όμως αναφορά θα πρέπει να γίνει για την χημική αποστειρωτική ουσία S40. Η ουσία αυτή μπορεί να προκαλέσει βλάβες στην υγεία του ανθρώπου όπως:

- Μάτια, η επαφή του S40 μετά μάτια μπορεί να προκαλέσει μόνιμες βλάβες των οφθαλμών, μέχρι και τύφλωση. Πρέπει να γίνεται χρήση προστατευτικών γυαλιών για τα μάτια. Σε περίπτωση επαφής, πραγματοποιούνται πλύσεις των οφθαλμών με νερό για τουλάχιστον 15 λεπτά και ιατρική παρακολούθηση.
- Δέρμα, η επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα. Ο ρυθμός απορρόφησης από το δέρμα είναι μετρίως επικίνδυνος. Η θανατηφόρα δόση (κουνελιών) είναι  $LD_{50} > 200$  mg/kg. Κατά την διάρκεια του χειρισμού της ουσίας S40 συνιστάται το σώμα να καλύπτεται με κατάλληλη ενδυμασία. Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα θα πρέπει να ξεπλύνουμε την περιοχή έκθεσης αμέσως με άφθονο νερό για τουλάχιστον 15 λεπτά.
- Εισπνοή, οι ατμοί και η συγκέντρωση σταγονιδίων μπορεί να ερεθίσουν την μύτη, το λαιμό και τους πνεύμονες. Συνήθως τα συμπτώματα υποχωρούν όταν σταματά η έκθεση στην ουσία. Η θανατηφόρα δόση (αρουραίων) είναι  $LD_{50}$  4 ώρες= 0,450 mg/l. Μετακινούμε τον ασθενή στον καθαρό αέρα και αν υπάρχει δυσκολία στην αναπνοή παρέχουμε οξυγόνο. Προχωρούμε σε τεχνητή αναπνοή εάν το θύμα δεν αναπνέει. Αναζητούμε ιατρική φροντίδα.
- Κατάποση, η ουσία S40 είναι μέτρια τοξική όταν καταναλωθεί . Η θανατηφόρα δόση (αρουραίων) είναι  $LD_{50}=50$  ως 500 mg/kg. Απαγορεύεται η κατανάλωση του S40, σε περίπτωση κατάποσης δεν θα πρέπει να προκαλούμε εμετό. Ξεπλύνουμε με άφθονο νερό το στόμα και πίνουμε μεγάλες ποσότητες νερού. Καλούμε ιατρική βοήθεια
- Επίσης η μακροχρόνια έκθεση σύμφωνα με τις λίστες του International Agency for Research on Cancer (IARC) έχει κατατάξει τα ανόργανα οξέα σταγονιδίων που περιέχουν θειικό οξύ ως καρκινογόνες για τον άνθρωπο. Η κατάταξη ισχύει μόνο για τις συγκεντρώσεις σταγονιδίων που περιέχουν θειικό οξύ

## **Συμπέρασμα**

Μετά την ανάκληση του συστήματος Στέρις 1 από το FDA (Food Drug Administration) των ΗΠΑ η εταιρεία θέλοντας να επανέλθει στην αγορά αντικατέστησε το σύστημα αυτό με το σύστημα Στέρις 1 Ε. Το νέο αυτό προϊόν σύμφωνα με τις διαβεβαιώσεις του FDA είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό και αξιόπιστο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία θερμο-ευαίσθητων ιατροτεχνολογικών αντικειμένων όπως ενδοσκόπια και τα εξαρτήματά τους, τα οποία δεν μπορούν να υποβληθούν σε άλλου είδους επεξεργασία.





λουτρά, τοίχοι, επιφάνειες από ανοξείδωτο χάλυβα, ψυγεία, φούρνους και κλιματιστικά συστήματα. Επίσης το πολυεξανίδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση σε επιφάνειες και χώρους που έρχονται σε άμεση ή έμμεση επαφή με τα τρόφιμα.

## 2. Απολυμαντικό υδάτινων χώρων.

Το πολυεξανίδιο, είναι ένα αποτελεσματικό απολυμαντικό για χώρους όπου το νερό αποτελεί βασικό στοιχείο όπως πισίνες, τζακούζι και spa. Η δραστική αυτή ουσία δεν επηρεάζεται από το φως του ήλιου, την θερμοκρασία του νερού ή τις διακυμάνσεις του PH.



### Απολύμανση πισινών με το πολυεξανίδιο

Η σταθερότητα αυτή επιτρέπει την σωστή συντήρηση των χώρων αυτών για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως 7-14 ημέρες. Στο νερό των πισινών ή των τζακούζι που έχει προστεθεί το πολυεξανίδιο έχει μια πιο ήπια, πιο άνετη αίσθηση και σε συνδυασμό με τα φίλτρα, τα οποία αφαιρούν τις ακαθαρσίες από το νερό, το καθιστά αποτελεσματικότερο καθώς το απολυμαίνει.

## 3. Απολυμαντικό γενικής χρήσης (μικροβιοστατικό- μικροβιοκτόνο)

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χημικό απολυμαντικό γενικής χρήσης σε διάφορους τομείς όπως στη διατήρηση των καλλωπιστικών φυτών, για την διατήρηση υγρών μαντηλιών καθαρισμού, για τον έλεγχο των οσμών των κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και των κυτταρινικών υλικών όπως τα χαλιά, κουρτίνες, σφουγγαρίστρες, γάντια, πετσέτες, σφουγγάρια. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποτρέψει την μόλυνση των τραυμάτων και των αποστειρωμένων επιθεμάτων, για την απολύμανση ιατρικών και οδοντιατρικών αντικειμένων. Ακόμη η ουσία αυτή, χρησιμοποιείται και σε καλλυντικά, προϊόντα προσωπικής φροντίδας, μαλακτικά υφασμάτων,

διαλύματα απολύμανσης φακών επαφής, υγρών καθαρισμού ρούχων και πολλά άλλα .

### **13.3 Μηχανισμός δράσης του πολυεξανιδίου**

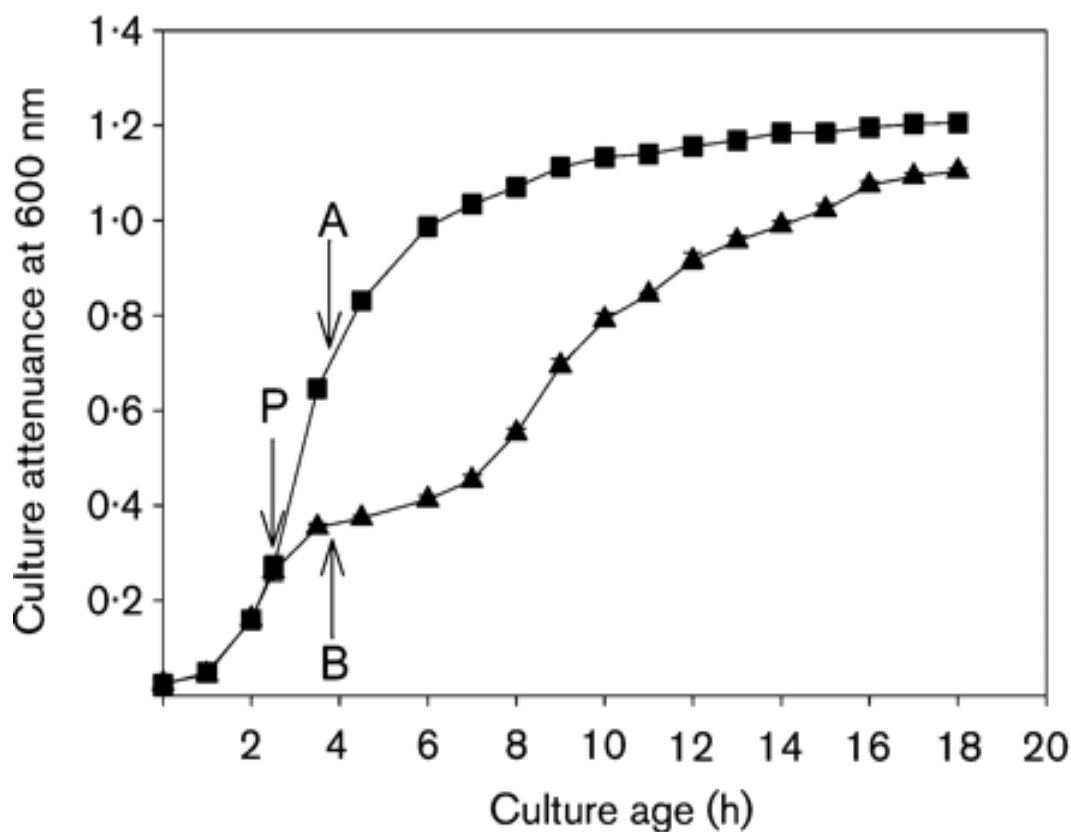
Ο μηχανισμός δράσης του πολυεξανιδίου βασίζεται στην αποτυχία των βακτηριδίων να αναπτύξουν μηχανισμούς ανθεκτικότητας και αυτό αποδεικνύει ότι μπορεί να επηρεάσει την θανάτωση τους μέσω πολλών μέσων. Η έρευνα του μηχανισμού δράσης του πολυεξανιδίου έδειξε ότι η μέγιστη δραστηριότητα της χημικής αυτής ουσίας πραγματοποιείται όταν οι τιμές του ΡΗ είναι 5 με 6. Αρχικά το μικροβιοκτόνο αλληλεπιδρά με την επιφάνεια των βακτηρίων και στη συνέχεια μεταφέρεται στο κυτταρόπλασμα και στην κυτταροπλασματική μεμβράνη (Ikeda et al., 1984). Επίσης το κατιονικό πολυεξανίδιο έχει μικρή επίδραση στα ουδέτερα φωσφολιπίδια της βακτηριακής μεμβράνης. Η επίδραση του πολυεξανιδίου είναι κυρίως στα όξινα αρνητικά φορτισμένα μέρη που συναθροίζονται και για τον λόγο αυτό παρουσιάζεται αύξηση της ρευστότητας και την διαπερατότητας του πολυεξανιδίου. Το αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι η απελευθέρωση πολυσακχαριτών και ιόντων καλίου από την εξωτερική μεμβράνη που έχει ως συνέπεια την θανάτωση των βακτηρίων (Yasuda et al., 2003).

### **13.4 Μηχανισμοί δραστηριότητας έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών**

#### **13.4.1 Αντιβακτηριακή δράση**

Η αντιβακτηριακή δράση του πολυεξανιδίου βασίζεται στα εξής:

- Στην γρήγορη προσέλευση του από την επιφάνεια των βακτηρίων.
- Εξουδετερώνει την προστασία του κυτταρικού τοιχώματος, αυτό ονομάζεται «σύστημα αποκλεισμού», το πολυεξανίδιο εμπλέκεται με τις πρωτεΐνες που είναι υπεύθυνες για την άμυνα των κυτάρων.
- Περνά μέσα από το κυτταρικό τοίχωμα και εντάσσεται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη.
- Εισέρχεται στο πρώτο στάδιο δράσης του με την δημιουργία κάποιων διαστημάτων στην κυτταροπλασματική μεμβράνη από την ένωση του με τις πρωτεΐνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια μικρού μεγέθους ενώσεων και την μεμβράνη να γίνεται όλο και πιο διαπερατή.
- Έπειτα εισέρχεται στο δεύτερο στάδιο δράσης του, όπου το πολυεξανίδιο διασπά την κυτταροπλασματική μεμβράνη με αποτέλεσμα το κύτταρο να χάνει ζωτικής σημασίας ενώσεις.
- Τέλος το κύτταρο πεθαίνει λόγω την πλήρη απώλεια λειτουργίας της μεμβράνης του και στη συνέχεια ακολουθεί η καθίζηση των ενδοκυττάρων συστατικών και η βακτηριοκτόνο δράση.



Δειγματοληψία για τη σκιαγράφιση της διαφορικής έκφρασης ανάμεσα στα E.coli που έχουν εκτεθεί στο πολυεξανίδιο (▲) και σε αυτά που δεν έχουν εκτεθεί (•).

#### 13.4.2 Αντιϊκή δράση

Η αντιϊκή δράση του πολυεξανιδίου έχει καταγραφεί και βασίζεται στα εξής:

Η παρουσία των αδρανών υλικών, αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για την αντιϊκή αποτελεσματικότητα του πολυεξανιδίου. Οι μείωση των επιπέδων των αδρανών υλικών επηρεάζει την αποτελεσματικότητα έναντι των ιών.

Η θερμοκρασία παρουσιάζει να έχει βασικό ρόλο στην αποτελεσματικότητά του, διότι η υψηλή θερμοκρασία έχει συνδεθεί με μείωση των ιικών μεγεθών. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω των διαμορφωτικών αλλαγών που προκαλεί η υψηλή θερμοκρασία στο ιικό καψίδιο.

#### 13.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση του πολυεξανιδίου.

Τα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή του πολυεξανιδίου είναι:

- Μη τοξικό, ερεθιστικό και υποαλλεργικό.
- Κατάλληλο για μακροχρόνια χρήση, χωρίς ιδιαίτερες παρενέργειες.
- Μεγάλο χρονικό διάστημα χρήσης της ουσίας, δεν εξουδετερώνεται ταχέως και δεν επηρεάζεται από την θερμοκρασία και το ηλιακό φως.

- Είναι αποτελεσματικό έναντι μεγάλου φάσματος βακτηρίων, μυκήτων και ιών.
- Εύκολο στη χρήση και αποθήκευση

Τα μειονεκτήματα από την εφαρμογή του πολυεξανιδίου είναι:

- Μετά από μακροχρόνια χρήση του, πιθανόν να αναπτύξουν ανθεκτικότητα οι μικροοργανισμοί στην ουσία αυτή.
- Το κόστος αγοράς του είναι μεγαλύτερο από άλλες απολυμαντικές ουσίες.
- Μπορεί να παρατηρηθεί δημιουργία αφρισμού όταν χρησιμοποιείται στο νερό .
- Μπορεί να προκαλέσει καρκινογένεση αν καταναλώνεται ή έρχεται σε επαφή με το δέρμα σε μεγάλες συγκεντρώσεις και για μεγάλο χρονικό διάστημα .

### 13.6 Εργαστηριακές και κλινικές δοκιμές

Σε εργαστηριακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε για να αποδειχτεί η αποτελεσματικότητα του πολυεξανιδίου έναντι της *E. Coli*, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει ισχυρή συνεργιστική δέσμευση ανάμεσα στο πολυεξανίδιο και το DNA των βακτηρίων, με αποτέλεσμα την θανάτωσή τους. Δεδομένου ότι η σύνδεση τους είναι πολύ στενή, ακόμα και μικρές αυξήσεις στις τιμές συγκέντρωσης του πολυεξανιδίου, μπορεί να προκαλέσει μια τεράστια αύξηση στη διαταραχή της λειτουργίας του DNA ή και καθίζηση τους, γεγονός που οδηγεί σε κυτταρικό θάνατο .

Ο σχηματισμός βιοφίλμ είναι φαινόμενο ζωτικής σημασίας στην δημιουργία πολλών μικροβιακών λοιμώξεων. Έτσι ελέγχθηκε η αποτελεσματικότητα του πολυεξανιδίου έναντι στην *Pseudomonas aeruginosa* και της δημιουργίας βιοφίλμ. Σε εργαστηριακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε αποδείχτηκε ότι το πολυεξανίδιο ήταν αποτελεσματικό στην μείωση του συνολικού ποσοστού του βακτηριακού μεταβολισμού σε βιοφίλμ .

Η αποτελεσματικότητα του πολυεξανιδίου μελετήθηκε σε κλινικές δοκιμές που είχα ως στόχο την πρόληψη μόλυνσης από *Legionella* των συστημάτων ψύξης. Οι δοκιμές περιλάμβαναν την απολύμανση των συστημάτων ψύξης με πολυεξανίδιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με την προσθήκη του πολυεξανιδίου μειώθηκαν οι συγκεντρώσεις της *Legionella* και των ετερότροφων βακτηρίων στο νερό ψύξης. Για τον λόγο αυτό τακτικές εφαρμογές μικροβιοκτόνων όπως το πολυεξανίδιο, θα πρέπει να πραγματοποιούνται στα συστήματα αυτά για να ελέγχεται συνεχώς η αξιοπιστία και αποτελεσματικότητά τους .

### 13.7 Παρενέργειες

Το πολυεξανίδιο μπορεί να προκαλέσει βλάβες στην υγεία του ανθρώπου. Οι επιδράσεις και οι πρώτες βοήθειες αναφέρονται αναλυτικά πιο κάτω:

- Μάτια, η επαφή μετά μάτια θα προκαλέσει ερεθισμό και υπάρχει κίνδυνος πρόκλησης σοβαρών οφθαλμικών βλαβών. Σε περίπτωση επαφής με τα μάτια θα πρέπει να ξεπλένονται οι οφθαλμοί με άφθονο νερό για τουλάχιστον 15 λεπτά, σηκώνοντας τα άνω και κάτω βλέφαρα. Αναζητούμε ιατρική φροντίδα.

- Δέρμα, η επαφή με το δέρμα θα προκαλέσει ερεθισμό στη περίπτωση εκτεταμένης επαφής με το πολυεξανίδιο. Στο δέρμα θα εμφανιστούν κόκκινα σημάδια. Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα θα πρέπει να ξεπλένεται η περιοχή αμέσως με νερό για τουλάχιστον 15 λεπτά και να αφαιρείται ο ρουχισμός που έχει έρθει σε επαφή με την ουσία.
- Εισπνοή, η εισπνοή του πολυεξανιδίου μπορεί να προκαλέσει βήχα και ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος. Κατά την εισπνοή του αφήνει μια πικρή γεύση στον λαιμό. Σε περίπτωση εισπνοής ο πάσχοντας μεταφέρεται στον καθαρό αέρα και αν χρειαστεί γίνεται υποστήριξη της αναπνοής. Αναζήτηση ιατρικής φροντίδας.

Κατάποση, η κατάποση του πολυεξανιδίου θα προκαλέσει ερεθισμό του στόματος του εισοφάγου και του στομάχου. Επίσης είναι ιδιαίτερα τοξικό. Δεν θα πρέπει να καταναλώνεται η ουσία, σε περίπτωση κατάποσης θα πρέπει αμέσως να χορηγηθούν μεγάλες ποσότητες νερού και να αποφευχθεί η πρόκληση εμετού. Αν το άτομο είναι αναισθητό ή έχει σπασμούς δεν δίνεται τίποτα από το στόμα. Καλείται άμεσα γιατρός.

## **Συμπέρασμα**

Το πολυεξανίδιο έχει αναδειχθεί ως μια αξιόπιστη εναλλακτική λύση για την πρόληψη και την καταπολέμηση των μολύνσεων που προκαλούν οι παθογόνοι παράγοντες σε διάφορους τομείς της υγείας. Με βάση αυτό φαίνεται πως αναδεικνύεται ως ένα ταχέως αναπτυσσόμενο και εξαιρετικά αποτελεσματικό απολυμαντικό και αντισηπτικό, δεδομένου ότι είναι αρκετά καλά ανεκτό χωρίς αξιοσημείωτες τοξικές επιδράσεις και η αποτελεσματικότητά του έχει αποδειχτεί από διάφορες κλινικές και εργαστηριακές μελέτες. Αυτές έχουν δείξει ότι εξαλείφει τα παθογόνα βακτήρια. Θα πρέπει όμως να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες για να συγκρίνουν πιο προσεκτικά την αποτελεσματικότητά του πολυεξανιδίου με άλλους βακτηριοκτόνους παράγοντες, έτσι ώστε η σχετική απόδοση του σε διαφορετικές συνθήκες να μπορούν να αξιολογηθούν πιο διεξοδικά.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Αλεξόπουλος Ευ. (2006) Κίνδυνοι για την υγεία και επιπτώσεις τους στους εργαζόμενους στο χώρο των νοσοκομείων. Μελέτη ΕΛΙΝΥΑΕ για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων στα νοσοκομεία.
2. Αποστολοπούλου Ε. (1996). Πολιτική αποστείρωσης – απολύμανσης – αντισηψίας. Νοσοκομειακές Λοιμώξεις. Κεφ. 11 Εκδόσεις Πασχαλίδης
3. Γεωργιάδου Ε. (2001) Παράρτημα 1. Βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης σ. 139-169 Εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ
4. Γ. Κλαυδιανός, (2002) Το Γραφείο Επιμέλειας στο Σύγχρονο Νοσοκομείο, Κεφ. 6, Ρ. 76-115
5. Δάλλας Α. (2002). Πρότυπα ποιότητας για την Κεντρική Αποστείρωση. Πρακτικά ημερίδας Ασηψία – Αντισηψία – Αποστείρωση Γ.Π.Ν.Θ. Παπαγεωργίου σ. 59-76
6. Δρακόπουλος Β. (2006) Μεθοδολογία και αποτελέσματα της μελέτης για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων στα νοσοκομεία. Μελέτη ΕΛΙΝΥΑΕ
7. Ε. Βογιατζάκης( 2000), Εργαστηριακά πρωτόκολλα ελέγχου δράσης απολυμαντικών ΔΕΜΕ, , 45 (5): 586-593
8. Ε. Γιαμαρέλλου Νοσοκομειακές Λοιμώξεις( 2000), G.A.Ayliffe, J. Babb, L. Taylor, Ρ.175
9. Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού. [www.copper.org.gr](http://www.copper.org.gr) Χαλκός, Μηνιαία έκδοση( Ιαουνάριος 2009.)
10. Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού. [www.copper.org.gr](http://www.copper.org.gr) Χαλκός, Μηνιαία έκδοση( Μάρτιος 2010.)
11. Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού. [www.copper.org.gr](http://www.copper.org.gr) Χαλκός, Μηνιαία έκδοση( Μάϊος 2010)
12. ΕΛΙΝΥΑΕ (2007) Επαγγελματικοί Βλαπτικοί παράγοντες σ. 72-73. Υποκειμενική εκτίμηση κινδύνων σ. 109-110. Υγεία και Ασφάλεια στους χώρους εργασίας των νοσοκομείων. Εκδόσεις Λιβάνη

13. Ζημάλης Ευ. (2002) Χημικοί παράγοντες σ. 69, 122, 136. Ιατρική της Εργασίας και του Περιβάλλοντος. Εκδόσεις Α.Ε. Τσιμέντων ΤΙΤΑΝ.
14. Καραϊωάννογλου (1986) Απορρυπαντικές ουσίες σελ. 57-68 Υγιεινή Εργοστασίων Επεξεργασίας Τροφίμων. Εκδόσεις Γαρταγάνη.
15. ΚΕΕΛ (1997) Διανομή Υπουργείου Υγείας.
16. Κουτής Χ. ( 1989) Γενική Υγιεινολογία ΙΙΙ ΤΕΙ-Α
17. Ε. Λαδά – Χυτήρογλου(1980), Μελέτη της μικροβιοκτόνου δράσης ορισμένων αντισηπτικών. Διατριβή επί Διδακτορία, Ρ.58.
18. Λινού Α. (2005). Επαγγελματικές πνευμονοπάθειες σ. 93 Επαγγελματικές δερματοπάθειες σ. 103 Χημικοί παράγοντες σ. 474 Ιατρική της Εργασίας. Εκδόσεις ΒΗΤΑ.
19. Μανωλκίδης (1987) Συνθετικά απορρυπαντικά σ. 167-169. Οργανική Χημεία. Εκδόσεις ΟΕΔΒ.
20. Μαρίνης Ε. – Βογιατζάκης Ε. (2004) Απολυμαντικά – Αντισηπτικά σελ. 13-53. Πολιτική Χρήσης Απολυμαντικών – Αντισηπτικών στο χώρο του Νοσοκομείου. Έκδοση Ελληνικής Μικροβιολογικής Εταιρείας.
21. Μπάζας Θ. (1997) Προστασία των υγειονομικών κατά την έκθεση στη Γλουταραλδεύδη. Ιατρικό Βήμα Σεπτ – Οκτωβ. 1997.
22. Ξηρουχάκη Ε. Η. (2000) Πλύσιμο – αντισηψία χεριών σ. 140-151, Είδη απολυμαντικών – αντισηπτικών σελ. 211-269 Υγιεινή και Επιδημιολογία στο χώρο του Νοσοκομείου. Εκδόσεις Συμμετρία.
23. Π. Καραϊωάννογλου, (1986) Εξυγίανση, Υγιεινή Εργοστασίων, Ρ 89-112.
24. Σιχλετίδης Λ. (2002) Επαγγελματικές παθήσεις από το εργασιακό και το γενικότερο περιβάλλον σ. 98-143. Ιατρική της Εργασίας. Εκδόσεις university studio press.
25. Φυλακτακίδου Κ. (2006) Υγρά σ. 26 Οξέα και Βάσεις σ. 38. Κίνδυνοι, υγιεινή και ασφάλεια στους χώρους εργασίας από Βλαβερές χημικές ουσίες. Έκδοση Δ.Π.Θ., Τμήμα Ιατρικής.



## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ASHCSP (American Society for Healthcare Central Service Professionals) (1997) Chapter 4: Decontamination. Training Manual for Central Service Technicians p. 82-83.
2. Ayliffe G., Babb J., Taylor L. (2000) (Μετάφραση Ε. Γιαμαρέλλος – Π. Γκρέκα) Απολύμανση. Νοσοκομειακές Λοιμώξεις. σελ. 174-200. Εκδόσεις Πασχαλίδης.
3. Ayliffe S, Brightwell M, Collins S, Lowbury L. Variations of aseptic practices in hospitals, *Lancet* 11:1117, 1969.
4. American Society for Healthcare Central Service Professionals, Decontamination, Training Manual, 1997, P86.
5. Advanced Sterilization Products (2005). 510(k) Summary of safety and effectiveness, EvoTech System. Irvine, CA: Author.
6. Agolini G, Russo A, Clementi M. Effect of phenolic and chlorine disinfectants on hepatitis C virus binding and infectivity. *Am. J. Infect. Control* 1999; 27:236-9.
7. Albright LJ, Wentworth W, Wilson EM (1972) Technique for measuring metallic salt effects upon the indigenous heterotrophic micro flora of a natural water. *Water Res* 6:1589–1596.
8. Allen et al., 2006. The response of *Escherichia coli* to exposure to the biocide polyhexamethylene biguanide. [www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/geo/index.cgi](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/geo/index.cgi).
9. Andersen, MD, PhD; H. Bånrud, Dr Scient; E. Bøe, Bc Econ, M Eng; O. Bjordal, Meng, F. Drangsholt, PhD Comparison of UV C light and chemicals for disinfection of surfaces in hospital isolation units B. Published in *Infection Control and Hospital Epidemiology* July 2006, vol. 27, no. 7.
10. ARCH CHEMICALS, 2008 Polyhexamethylene Biguanide (PHMB) Product Stewardship Summary April 2008.
11. Antelman MS (1992) Anti-pathogenic multivalent silver molecular semiconductors. *Precious Metals* 16:141–149.
12. Australian Register of Therapeutic Goods (1998) Guidelines p. 41.
13. Bahnfleth, WJ Kowalski, and J Freihaut 2005. Standard and guideline requirement for UVGI air treatment systems.
14. Beer CW, Guilmartin LE, McLoughlin TF, White TJ (1999) Swimming pool disinfection. *J Environ Health* 61:9–13.

15. Bellantone M, Williams HD, Hensch LL (2002) Broad-spectrum bactericidal activity of Ag<sub>2</sub>O-doped bioactive glass. *Antimicrob Agents Chemother* 46:1940–1945.
16. Bianchi J, Buskirk D, Kao Kopf P, Scurti G, Roberts M. Batch processed allograft bone versus single donor processing for antimicrobial capacity, 25th Annual Meeting, American Association of Tissue Banks, Washington, DC, August 25-29, 2001, 2001.
17. Block, S. ed., *Disinfection, Sterilization, and Preservation*. 5th edition, 2001.
18. Brady MJ, Lisay CM, Yurkovetskiy AV, Sawan SP (2003) Persistent silver disinfectant for the environmental control of pathogenic bacteria. *Am J Infect Control* 31:208–214.
19. Brickner, P. W., Vincent, R. L., First, M. W., Nardell, E. A., Murray, M., & Kaufman, W. (2003). The application of ultraviolet germicidal irradiation to control transmission of airborne disease: Bioterrorism countermeasure. *Public Health Reports*, 118 (March-April).
20. Bright KR, Gerba CP, Rusin PA (2002) Rapid reduction of *Staphylococcus aureus* populations on stainless steel surfaces by zeolite ceramic coatings containing silver and zinc ions. *J Hosp Infect* 52:307–309.
21. Butkus MA, Labare MP, Starke JA, Moon K, Talbot M (2004) Use of aqueous silver to enhance inactivation of coliphage MS-2 by UV disinfection. *Appl Environ Microbiol* 70:2848–2853.
22. BG Chemie. Experience in humans. *Toxicological Evaluations* p. 286-287 Published by Springer.
23. B. Collings, G. Ayliffe, E. Lowbury, Ward floors and other surfaces as reservoirs of hosp. infection (1967), *J. Hyg. (Camb)* 65, P.515-535.
24. Burge S. Harries MG, et al. (1985). Occupational asthma due to formaldehyde. *Thorax* 1985;40, p. 255-260.
25. Cajthaml, T., Erbanova, P., Sasek, V., and Moeder, M. 2006. Breakdown products on metabolic pathway of degradation of benz[a]anthracene by a ligninolytic fungus. *Chemosphere*, 64(4): 560-564. Abstract from PubMed 16403417 and CA 145:227233.
26. CDC .2003."Guidelines for environmental infection control in healthcare facilities MMW252 (RR-10)
27. CDC 2005.U.S. Department of Health and Human Services/Centers for Disease Control and Prevention. 2005. "Guidelines for preventing the transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health-care settings, 2005." *Morbidity and Mortality Weekly Report* 54(RR-17).

28. CDC, 2008. [Www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection\\_Nov\\_2008.pdf](http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection_Nov_2008.pdf).
29. Centres for Disease Control. 2003. Guidelines for Infection Control in Dental Health Care Settings. MMWR recommendations and Reports. 52(RR17): 1-61.
30. Centers for Disease Control. Surveillance for Creutzfeldt-Jakob disease.
31. Cowen J., Ellis S. et al. (1979). Absorption of clorexidine from the intact skin of newborn infants. Archives of Disease in childhood, 1979, 54, p. 379-383.
32. Centers for Disease Control. Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response. MMWR 2000; 49 (no. RR-4): 1-14.
33. Chanzy B, Duc-Bin DL, Rousset B, et al. Effectiveness of a manual disinfection procedure in eliminating hepatitis C virus from experimentally contaminated endoscopes. Gastrointest. Endosc. 1999; 50:147-51.
34. Cicalini S, Palmieri F, Petrosillo N (2004) Clinical review: new technologies for prevention of intravascular catheter-related infections. Crit Care 8:157-162.
35. Clapp et al., Free Rad. Res., (1994) 21:147-167.
36. Copper architecture forum 2010. The Magazine of architecture Forum. [www.copperinfo.co.uk/arch/downloads/copper-architecture-forum-29-2010.pdf](http://www.copperinfo.co.uk/arch/downloads/copper-architecture-forum-29-2010.pdf).
37. Dr. Hahn, AFP Antiseptica Training Dept., Lüneburg, Cologne, 1999.
38. David Sylvain, MS, CIH Loren Tapp, MD, MS Health Hazard Evaluation Report 20070257-3082 Brigham and Women's Hospital Boston, Massachusetts, May 2009.
39. Davis RI, Etris SF (1997) Development and functions of silver in water-purification and disease-control. Catalysis Today 36:107-114.
40. Davey P, Brown E, Fenelon L, Finch R, Gould I, Hartman G, et al Interventions to improve antibiotic prescribing practices for hospital inpatients. Cochrane Database Syst Rev. 2005(4): CD003543.
41. Downes, A. and T.P. Blount. 1877. "Research on the effect of light 2. up on bacteria and other organisms." Proceedings of the Royal Society of London 26:488-500.
42. Dreiling, 2008. an evaluation of ultraviolet germicidal irradiation (uvgi) technology in health care facilities. b.s. Kansas State University, 2008.

43. Durán, M Crestto, A Gutierrez, P Sapiain, G Flores, H Fabres, C Tardito, M Schmidt. Poster 56.044, Effectiveness of Copper Contact Surfaces in Reducing the Microbial Burden (MB) in the Intensive Care Unit (ICU) of Hospital del Cobre, Calama.
44. E. Lowbury, G. Ayliffe, Airborne infection in hospitals, J. Hosp. Inf. 3. P217-240.
45. ECDC: Mutlidrug resistant bacteria remain a public health issue in Europe-Brussels, 16 November 2010.
46. EPA, 2001. <http://water.epa.gov/drink/index.cfm>.
47. EPA, 2006. National Primary Drinking Water Regulation. Long-Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule. Fed. Reg., 71:2:653, Jan 5, 2006.
48. EPA 600/R-07/157, Building Retrofits for Increased Protection Against Airborne Chemical and Biological Releases. U.S. Environmental Protection Agency. 2007.
49. European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases 21st (ECCMID): Abstract 0141. Presented May 8, 2011 HP Vapor More Effective Than UVC Light for Decontamination
50. European Society of Gastrointestinal Endoscopy and European Society of Gastrointestinal Nurses and Associates (2003) Technical Note on Cleaning and Disinfection. Endoscopy 35, 869-977.
51. Favero MS. Naturally occurring microorganisms and their resistance to physical and chemical agents. In: Rutala WA, ed. Disinfection, sterilization and antisepsis: Principles, practices, challenges, and new research. Washington, DC: Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, 2004:1-15.
52. FDA, 2000 "Content and Format of Premarket Notification (510k). Submissions for liquid Chemical Sterillants /High Level Disinfectants. January 2000.
53. FDA,2006 [www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfPCD/classification.cfm?ID=357](http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfPCD/classification.cfm?ID=357).
54. FDA,2006 [www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/ReprocessingofSingle-UseDevices/UCM133514](http://www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/ReprocessingofSingle-UseDevices/UCM133514).
55. FDA, 2010 STERIS Response to 4/1/10 Request for Clarification K090036 S 002 SYSTEM 1 E.

56. Frey R. (2000) οι Δομικές και Λειτουργικές Προϋποθέσεις για ένα κεντρικό τμήμα παροχής αποστειρωμένου υλικού. Πρόγραμμα ειδικευμένης εκπαίδευσης III για διοικητές το έτος 2000 στο Tubigen. (Μεταφρασμένο άρθρο).
57. FEMA .2003.U.S. Department of Homeland Security/Federal Emergency Management Agency. 2003. FEMA 426, Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings.
58. Fencl, 2007 UVC energy's absorption by organic materials enables it to sanitize.  
[http://www.actcorp.net/articles/UVC\\_How\\_Does\\_It\\_Work\\_HPAC\\_article\\_022007.pdf](http://www.actcorp.net/articles/UVC_How_Does_It_Work_HPAC_article_022007.pdf).
59. Feng QL, Wu J, Chen GQ, Cui FZ, Kim TN, Kim JO (2000) A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J Biomed Mater Res* 52:662–668.
60. Fletcher; C.J. Noakes; C.B. Beggs; P.A. Sleight. Aerobiology Research Group, School of Civil Engineering, University of Leeds The importance of bioaerosols in hospital infections and the potential for control using germicidal ultraviolet irradiation.
61. Foegeding, P. M. and F. F. Busta (1991). Chemical food preservatives. In: S. S. Block (ed.), *Disinfection, Sterilization and Preservation*, 4th edn, pp. 802–832.
62. Gamelin L., Garnier R. (2005). Occupational Allergic Rhinitis. Centre Antipoisons, Hospital Fernard Widai, Paris. Poster Session 4D, Inhalation Toxicology.
63. GOJO Industries, Inc. (2003) Reopening of the Administrative Record for Topical Antimicrobial Drug Products, 27-8-2003.
64. Grimaldi F., Taibi R. (2005). Risk assessment of exposure to aldehydic compounds in a hospital environment University of the Mediterranean, School of Pharmacy, Marseilles, France.
65. G. Ayliffe, J. Babb, L. Taylor, Απολύμανση, Γιαμαρέλλου, Νοσοκομειακές Λοιμώξεις, 2000 P.193.
66. Gentry H, Cope S (2005) using silver to reduce catheter-associated urinary tract infections. *Nurs Stand* 19:51–54.
67. Grier N (1983) Silver and its compounds. In: Block SS (ed) *Disinfection, Sterilization, and Preservation*, 3rd Ed. Lea & Febiger, Philadelphia, pp 375–389.

68. Gustavo F. de Paula 1, Germano I. Netto 2 and Luiz Henrique C. Mattoso Physical and Chemical Characterization of Poly (hexamethylene biguanide) Hydrochloride [www.mdpi.com/journal/polymers](http://www.mdpi.com/journal/polymers).
69. Han J, Duan S, Yang Q, Gao C, Zhang B, He H, Dong X (2005) Efficient and quick inactivation of SARS coronavirus and others microbes exposed to the surfaces of some metals catalysts. *Biomed Environ Sci* 18:176–180.
70. Hart, J.D. 1936. "Sterilization of air in operating room by special bactericidal radiant energy." *Journal of Thoracic Surgery* 6:45 – 81.
71. Hirsch, H Attaway, R Nadan, S Fairey, J Hardy, G Miller, S Rai, D Armellino, M Schilling, W Moran, P Sharpe, A Estelle, J H Michel, H T Michels, M G Schmidt Copper Surfaces Reduce the Microbial Burden in an Out-Patient Infectious Disease Practice- presented in a poster session at the Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy (ICAAC) in Boston, MA, September 13, 2010.
72. Hockberger (2002), A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms.
73. Hübner et al., 2010 Efficacy of Chlorhexidine, Polihexanide and Tissue-Tolerable Plasma against *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms Grown on Polystyrene and Silicone Materials.
74. H.P. Weuffen, *Handbuch der Desinfection und Sterilisation*, Berlin, Chemische Sterilisation P.157.
75. Hodel C. M/MD (1994) Expert opinion on the Toxicology of poly – Alcohol Hande – Antisepticum. Institute of Pathology, Basel. P. 4, 6, 9,.
76. ISSA (1997). Risk for health care workers. Safety in the use of Disinfectants in the health services. ISSA Prevention series No 2024.
77. Ikeda T, Ledwith A, Bamford CH, Hann RA. Interaction of a polymeric biguanide biocide with phospholipids membranes. *Biochim Biophys Acta*. 1984; 769(1): 57-66.
78. International Copper Association, 2008 Michels T.H. 2008. Δοκιμή αντιμικροβιακής δραστηριότητας κραμάτων χαλκού για έγκριση από την Αμερικάνικη Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA).
79. Isenberg SJ (1990) The dilemma of neonatal ophthalmic prophylaxis. *West J. Med* 153: 190–191.
80. IUVA (2005). "General Guideline for UVGI Air and Surface Disinfection Systems." IUVA-G01A- 2005 International Ultraviolet Association. Ayr, Ontario, Canada. [www.iuva.org](http://www.iuva.org).

81. J. Hoborn, Asepsis in the operating theatre, Mölnlycke Health Care AB, Göteborg, Sweden, 1999, P22, 46.
82. J. McGowan, Environmental factor in nosocomial infection, a selective focus, *Rev Infect. Dis.* 1981, 3:760-769.
83. JECFA (2003), New specification prepared at the 61st JECFA (2003), published in FNP 52 Add 11 (2003). An ADI of 2.0 mg/kg bw for the anhydrous form was established at the 61st
84. Jones K, Gremmels J.F et al. (2002) Fate and Toxicity of Triclosan. Opinion of the SCCNFP concerning Triclosan, colipa noo: P32, p.12.
85. Jungbauer FH, van der Harst SS., et al (2006). Skin protection in nursing work. *Contact Dermatitis*, 2006, Feb. 54 (2) (129-130).
86. Keevil, CW (2008). "Survival of *Clostridium difficile* on copper and steel: futuristic options for hospital hygiene." *The Journal of hospital infection* 68 (2): 145–51. doi:10.1016/j.jhin.2007.11.011. PMID 18207284.
87. Kim J, Cho M, Oh B, Choi S, Yoon J (2004) Control of bacterial growth in water using synthesized inorganic disinfectant. *Chemosphere* 55:775–780.
88. Kowalski, W.J. and Bahnfleth, W. 2000. UVGI design basics for air and surface disinfection. *Heating/Piping/Air Conditioning*. Vol. 72, No. 1, pp. 100-110.
89. Klueh U, Wagner V, Kelly S, Johnson A, Bryers JD (2000) Efficacy of silver-coated fabric to Prevent bacterial colonization and subsequent device-based biofilm formation. *J Biomed Mater Res* 53:621–631.
90. Kuhn, Διαγνωστική Ιατρική, Νοέμβριος /Δεκέμβριος 1983. Πόμολα πορτών: Πηγή Νοσοκομειακών Λοιμώξεων.
91. Kulikovskiy A, Pankratz H S, Sadoff H L. Ultra structural and chemical changes in spores of *Bacillus cereus* after action of disinfectants. *J Appl Bacteriol.* 1975;38:39–46. [PubMed].
92. Kusnetsov et al. Efficacy of three prevention strategies against legionella in cooling water systems *Journal of Applied Microbiology* Volume 82, Issue 6, pages 763–768, May 1997.
93. Laubusch, E.J. (1971). *Water Quality and Treatment* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill Book Company.

94. Liao SY, Read DC, Pugh WJ, Furr JR, Russell AD (1997) Interaction of silver-nitrate with readily identifiable groups: relationship to the antibacterial action of silver ions. *Lett Appl Microbiol* 25:279–283.
95. Malchesky P. (1999) Use of Peracetic acid as a Sterilant. World Symposium for Central service in Hospitals, Orlando, Florida, p. 5.
96. Makela E., Vainiotalo S. (2002). The Permeability of Surgical Gloves to Seven Chemicals commonly used in Hospitals. Finnish Institute of Occupational Health, British Occupational Hygiene Society.
97. Maillard et. al., *J. Appl Bacteriol* (1996) 80:540-554.
98. Manian, et al. Impact of an Intensive Terminal Cleaning and Disinfection (C/D) Program Involving Selected Hospital Rooms on Endemic Nosocomial Infection (NI) Rates of Common Pathogens at a Tertiary Care Medical Center; SHEA 2010.
99. Martin et al 2008. 'Ultraviolet germicidal irradiation : current best practices *ASHRAE j.* August 28-36.
100. Martinez SS, Alvarez AG, Esteban M (2004) Electrolytically generated silver and copper ions to treat cooling water: an environmentally friendly novel alternative. *Int J Hydrogen Energy* 29:921–932.
101. Memarzadeh, PhD, PE,<sup>a</sup> Russell N. Olmsted, MPH, CIC,<sup>b</sup> and Judene M. Bartley, MS, MPH, CIC<sup>c</sup> Bethesda, Maryland; Ann Arbor, Michigan; and Beverly Hills, Michigan Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: Effective adjunct, but not stand-alone technology *Am J Infect Control* 2010;38:S13-24.).
102. Meszaros et al., 2007. Anchor: web server for predicting protein binding regions in disordered proteins.
103. MetriCide® package insert. 1001-8. Metrex Research Corporation, Romulus, Michigan. 2004.
104. Michels T.H., S A Wilks and C W Keevil, Proceedings of Copper 2003 - Cobre 2003, The 5th International Conference, November 30-December 2, 2003, Santiago, Chile, Vol. 1 - Plenary Lectures, Economics and Applications of Copper, pp. 439-450, A Publication of The Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Montreal, Quebec, Canada, 2003.
105. Michels T.H. 2008. Δοκιμή αντιμικροβιακής δραστηριότητας κραμάτων χαλκού για έγκριση από την Αμερικάνικη Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA).



106. Modal CJ, Lipscomb JOCK, Bruce RM (2000) Potential health effects of drinking water disinfection by-products using quantitative structure toxicity relationship. *Toxicology* 147:109–131.
107. N.I.O.S.H. (2001) Chemical Disinfectants. Recommended Guidelines for controlling non infections health hazards in hospitals p. 3-12.
108. NICNAS, 2005  
[http://nicnas.gov.au/Industry/Existing\\_Chemicals/Screening\\_Results/EC\\_ortho-Phthalaldehyde.pdf](http://nicnas.gov.au/Industry/Existing_Chemicals/Screening_Results/EC_ortho-Phthalaldehyde.pdf).
109. Niven , 2005 .Investigation of Silver Electrochemistry Water Disinfection Applications.
110. Pedahzur R, Katzenelson D, Barnea N, Lev O, Shuval H, Ulitzur S (2000) The efficacy of long-lasting residual drinking water disinfectants based on hydrogen peroxide and silver. *Water Sci Technol* 42:293–298.
111. Pedahzur R, Katzenelson D, Barnea N, Lev O, Shuval H, Ulitzur S (2000) The efficacy of long-lasting residual drinking water disinfectants based on hydrogen peroxide and silver. *Water Sci Technol* 42:293–298.
112. Phillips. 1985."UVGI catalog and Desing Guide. Netherlands catalog No.U.D.C.628.9.
113. Poon VK, Burd A (2004) In vitro cytotoxicity of silver: implication for clinical woundcare. *Burns* 30:140–147.
114. Prado, Chile presented at the 14th International Conference on Infectious Diseases, Miami, March 11, 2010.
115. Pittet D, Boyce J. (2001) Hand hygiene and patient care, *The Lancet Infectious Diseases*, April 2001, p. 12.
116. Quintavalla S, Vicini L (2002) Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Sci* 62:373–380.
117. Rotter M. Dr. med. (1997) Principles of Hand disinfection. Hand disinfection in healthcare. Bode chemie GmbH p. 26-34.
118. Rastogi, Vipin K.; Wallace, Lalena; Smith, Lisa S. Disinfection of *Acinetobacter baumannii*-Contaminated Surfaces Relevant to Medical Treatment Facilities with Ultraviolet C Light, Volume 172, Number 11, November 2007, pp. 1166-1169(4).
119. Richards RM (1981) Antimicrobial action of silver nitrate. *Microbios* 31:83–91.

120. Rideout, K.L. 2003. Evaluating occupational health risks associated with substitution of high-level disinfectants in hospital (thesis). <http://www.cher.ubc.ca/PDFs/hospdisinfectantsfull.pdf>.
121. Riley et al 1957."Air hygiene in Tb, Quantitative studies of infectivity and control in a pilot ward *Am Ru Tuber Pulmon* 75: 420-43.
122. Riley, R.L. and F. O'Grady. 1961. *Airborne Infection: Transmission and Control*. New York: Macmillan.
123. Rohr U, Senger M, Selenka F, Turley R, Wilhelm M (1999) Four years of experience with silver-copper ionization for control of *Legionella* in a German university hospital hot water plumbing system. *Clin Infect Dis* 29:1507–1511.
124. Rohr U, Weber S, Selenka F, Wilhelm M (2000) Impact of silver and copper on the survival of amoebae and ciliated protozoa in vitro. *Int J Hyg Environ Health* 203:87–89.
125. Russell A D. *The destruction of bacterial spores*. London, England: Academic Press, Ltd.; 1982. pp. 169–231.
126. Russell AD, Hugo WB (1994) Antimicrobial activity and action of silver. *Prog Med Chem* 31:351–370.
127. Rutala, W.A., and Weber, D.J. 2001. New disinfection and sterilization methods. *Emerg Infect Dis*, 7(2): 348-353.
128. Rutala WA, Cole EC, Wannamaker NS, Weber DJ. Inactivation of *Mycobacterium tuberculosis* and *Mycobacterium bovis* by 14 hospital disinfectants. *Am. J. Med.* 1991; 91:267S-271S.
129. Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Inactivation of *Clostridium difficile* spores by disinfectants. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 1993; 14:36-9.
130. Rutala WA, Weber DJ. Creutzfeldt-Jakob disease: recommendations for disinfection and sterilization. *Clin. Infect. Dis.* 2001;32:1348-56.
131. Rutala, W. A., & Weber, D. J. (2001). Creutzfeld-Jakob disease: recommendations for disinfection and sterilization. *Clinical Infectious Diseases*, 32, 1348-56.
132. Rutala,2010. *Disinfection and Sterilization: Current Issues and New Technology*. [Dr.Rutala\\_dsChicago2010no.pdf](#).
133. Rutala W.A, GergenMF,Weber DJ. Room decontamination by ultraviolet radiation. *Infect Control Hosp Epidem* 2010, in press.

134. Rutala W, Weber D Sterilization, High-Level Disinfection, and Environmental Cleaning, [dc227.4shared.com/download/.../8Sterilization\\_High-Level\\_Disinfection.pdf](http://dc227.4shared.com/download/.../8Sterilization_High-Level_Disinfection.pdf).
135. Salgado, K A Sepkowitz, T Plaskett, J F John, J R Cantey, H H Attaway, L L Steed, H T Michels, M G Schmidt. Microbial Burden of Objects in ICU rooms. October 2008.
136. Sherehiy B., Karwowski W., (2004) Risk factors for work-related musculo-skeletal disorders in the nursing profession *Ergonomia IJE*, 2004, vol. 26, No 1 p: 30,35.
137. Staffeldt J. (2000) Environmental information. Application dept. Guidelines, Dr. Weigert chemische fabrik.
138. Salgado, A Morgan, K A Sepkowitz et al. A Pilot Study to Determine the Effectiveness of Copper in Reducing the Microbial Burden (MB) of Objects in Rooms of Intensive Care Unit (ICU) Patients Poster 183, 5th Decennial International Conference on Healthcare-Associated Infections, Atlanta, March 29, 2010.
139. Sheir 2000."Electric utility solves IAQ problem with uvc electrical energy HPAC Eng 69(5):28-29,83,87.
140. Silver S (2003) Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds. *FEMS Microbiol Rev* 27:341–353.
141. Silvestry-Rodriguez et al. Silver as a Disinfectant. *Rev Environ Contam Toxicol* 191:23–45.
142. Singer M (1990) The role of antimicrobial agents in swimming pools. *Int Biodeterior* 26:159–168.
143. Slawson RM, Van Dyke MI, Lee H, Trevors JT (1992) Germanium and silver resistance, Accumulation, and toxicity in microorganisms. *Plasmid* 27:72–79.
144. Society of Gastroenterology Nurses and Associates (2005). Standards for infection control and reprocessing of flexible gastrointestinal endoscopes. [Monograph].
145. Solioz M, Odermatt A (1995) Copper and silver transport by CopB-ATPase in membrane vesicles of *Enterococcus hirae*. *J Biol Chem* 270:9217–9221.
146. Spacciapoli P, Buxton D, Rothstein D, Friden P (2001) Antimicrobial activity of silver nitrate against periodontal pathogens. *J Periodontal Res* 36:108–113.

147. Simmons BP, Guideline for hospital environmental control, Am J. Infect. Control 1983, 11:97-115.
148. Stout JE, Yu VL (1997) Legionellosis. N Engl J Med 337:682–687.
149. Stout JE, Yu VL (2003) Experiences of the first 16 hospitals using copper-silver ionization for Legionella control: implications for the evaluation of other disinfection modalities. Infect Control Hosp Epidemiol 24:563–568.
150. Sweeney CP, Dancer SJ. Can hospital computers be disinfected using a hand-held UV light source J Hosp Infect 2009; 72:92-4.
151. T.Ikeda, A.Ledwith, C.Bamford, A.Hann, Interaction of a Polymeric Biguanide Biocide with Phospholipid Membrans, Bet B.Acta, The Chemical Society of Japan (1984) 57-66.
152. Taylor, 2000. P: 144-145.
153. T.Ikeda, A.Ledwith, C.Bamford, A.Hann, Interaction of a Polymeric Biguanide Biocide with Phospholipid Membrans, Bet B.Acta, The Chemical Society of Japan (1984) 57-66.
154. The Nobel Foundation. <http://tinyurl.com/6m8u7p> (or\_prizes/medicine/laureates/1903/finsen-bio.html) (accessed June 17, 2008).
155. Tierno, 2004 the secret life of germs: what they are, why we need them, and how we can protect ourselves against them New York: Atria Books, 2004.
156. United States. MMWR 1996; 45:665-668.
157. Von Gunten U, Driedger A, Gallard H, Salhi E (2001). By-products formation during drinking water disinfection: a tool to assess disinfection efficiency. Water Res 35:2095–2099.
158. Werner H.P. (1987) Efficacy of Disinfectants frequently used in dialysis. Cont. Nephrol., vol 57, p. 147-157.
159. Wysowski D., Flynt W. etal. (1978) Epidemic Neonatal Hyperbilirubinemia and use of a phenolic disinfectant detergent. Pediatrics, vol 61, No 2 Feb. 1978 p. 165.
160. W. Rutala, APIC Guideline for selection and use of disinfectants, 1996, P314.
161. Working Group Instruments Preparation, German, Proper Maintenance of Instruments (1985) P.36.

162. W. Rutala, APIC Guideline for selection and use of Disinfectants, 1996, P 327-328.
163. Water Quality Association (2001) Use/Purchase of Home Water Treatment Systems. National Consumer Water Quality Survey, Naperville, IL.
164. Weber DJ, Rutala WA. Risks and prevention of nosocomial transmission of rare zoonotic diseases. *Clin. Infect. Dis.* 2001;32:446-456.
165. Weber DJ, Rutala WA. Disinfection and sterilization of potential bioterrorism agents. In: Rutala WA, ed. *Disinfection, sterilization and antisepsis: Principles, practices and new research.* Washington DC: Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, 2004:86-103.
166. Wells, W.F., M.W. Wells and T.S. Wilder. 1942. "The Hygiene 35:97 – 121.environmental control of epidemic contagion. I: An epidemiologic study of radiant disinfection of air in day schools." *American Journal of Hygiene* 35:97-121.
167. Wilcox MH, Fawley WN. Hospital disinfectants and spore formation by *Clostridium difficile*. *Lancet* 2000; 356:1324.
168. World Health Organization. WHO infection control guidelines for transmissible spongiform encephalopathies.<http://www.who/cds/csr/aph/2000.3>.
169. World Health Organization (1996) *Guidelines for Drinking-Water Quality*, 2nd Ed. WHO, Geneva, Switzerland.
170. World Union of Wound Healing Societies, 2008  
[www.woundsinternational.com/article.php?articleid=8916&page=1&print](http://www.woundsinternational.com/article.php?articleid=8916&page=1&print).
171. Yahya MT, Landeen LK, Messina MC, Kutz SM, Schulze R, Gerba CP (1990) Disinfection of bacteria in water systems by using electrolytically generated copper: silver and reduced levels of free chlorine. *Can J Microbiol* 36:109–116.
172. Yahya MT, Straub TM, Gerba CP (1992) Inactivation of coliphage MS-2 and poliovirus by copper, silver and chlorine. *Can J Microbiol* 38:430–435.
173. Yasuda K, Ohmizo C, Katsu T. Potassium and tetraphenylphosphonium ion-selective electrodes for monitoring changes in the permeability of bacterial outer and cytoplasmic membranes. *J Microbiol Methods.* 2003;54(1):111-115.
174. Zollner H., Kramer A et al (1997) Preliminary investigations on the biodegradability of selected microbiocidal agents. *Hygiene and Medizin* 20/9/97 p. 401-407.

175. <http://akronhealthcare.in>
176. <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/chemicals/bleachfactsheet.htm>
177. <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/chemicals/bleachfactsheet.htm>
178. [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m0EIN/is\\_2005\\_June\\_13/ai\\_n13809610/](http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_2005_June_13/ai_n13809610/)
179. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol54/volume54.pdf>
180. [www.ajtmh.org/content/83/1/135.full](http://www.ajtmh.org/content/83/1/135.full)
181. [www.archchemicals.com](http://www.archchemicals.com) ARCH\_CHEMICALS-PHMB.pdf
182. [www.askalanaquestion.com/biguanide\\_for\\_pools.htm](http://www.askalanaquestion.com/biguanide_for_pools.htm)
183. [www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=538&tid=97](http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=538&tid=97)
184. [www.b-psystems.com/content/liquids/decontamination.aspx](http://www.b-psystems.com/content/liquids/decontamination.aspx)
185. [www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccioneng/chapter9.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccioneng/chapter9.pdf)
186. [www.cdc.gov/niosh/nas/rdrp/appendices/chapter6/a6-23.pdf](http://www.cdc.gov/niosh/nas/rdrp/appendices/chapter6/a6-23.pdf)
187. [www.copper.org/](http://www.copper.org/)
188. [www.difusiontech.com/index.php?q=node/26](http://www.difusiontech.com/index.php?q=node/26)
189. [www.elinyae.gr/el/lib\\_file\\_upload/94A\\_99.pdf](http://www.elinyae.gr/el/lib_file_upload/94A_99.pdf)
190. [www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/phmb\\_red.pdf](http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/phmb_red.pdf)
191. [www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/Juice/ucm072637.htm,2003](http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/Juice/ucm072637.htm,2003)
192. [www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/ucm192685.htm](http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/ucm192685.htm)
193. [www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DeviceApprovalsandClearances/Recently-ApprovedDevices/ucm207489.htm](http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DeviceApprovalsandClearances/Recently-ApprovedDevices/ucm207489.htm)
194. [www.guest-medical.co.uk/guest\\_brochure.pdf](http://www.guest-medical.co.uk/guest_brochure.pdf)
195. [www.open.gov.uk/doh/chcguid1.htm](http://www.open.gov.uk/doh/chcguid1.htm)

196. [www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/hydrogenperoxide/recognition.html](http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/hydrogenperoxide/recognition.html)
197. [www.pareva.fr/biocidal-action-of-phmb.html](http://www.pareva.fr/biocidal-action-of-phmb.html)
198. [www.piscine-clic.com/news/2011/07/tout-savoir-sur-le-traitement-sans-chlore-a-base-de-phmb/](http://www.piscine-clic.com/news/2011/07/tout-savoir-sur-le-traitement-sans-chlore-a-base-de-phmb/)
199. [www.reproline.jhu.edu/english/4moreh/4ip/IP.../F\\_Disinfectants](http://www.reproline.jhu.edu/english/4moreh/4ip/IP.../F_Disinfectants).
200. [www.silverfacts.com/efficacy.html](http://www.silverfacts.com/efficacy.html)
201. [www.silvermedicine.org/american-biotech-asap.html](http://www.silvermedicine.org/american-biotech-asap.html)
202. [www.steris.com/media/PDF/system1/T6530B-NETTDM.pdf](http://www.steris.com/media/PDF/system1/T6530B-NETTDM.pdf)
203. [www.steris.com/documents.cfm?id=4000](http://www.steris.com/documents.cfm?id=4000)

## Συνομογραφίες

ABSA	Αμερικάνικη Ένωση Βιολογικής Ασφάλειας
ACGIH	Αμερικάνικη Συνδιάσκεψη των Βιομηχανικών Υγεινολόγων
ASHRAE	Αμερικανική Κοινότητα Μηχανολόγων Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού
CDC	Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων
CFU	Μονάδα σχηματισμού αποικιών
CJD	Νοσογόνος παράγοντας Creutzfeldt-Jakob
VCJD	Εναλλακτικός Νοσογόνος παράγοντας Cr.-Jakob
CIE	Διεθνή Επιτροπή Διαφωτισμού
DNA	Δεσοξυριβονουκλεϊνικό οξύ
ECCMID	Ευρωπαϊκό Συνέδριο Κλινικής Μικροβιολογίας και Λοιμωδών Νοσημάτων
EIAX	Ελληνικό Ινστιτούτο Ανάπτυξης Χαλκού
EPA	Αμερικάνικη Υπηρεσία Προστασία Περιβάλλοντος
ETO	Οξειδίο του Εθυλενίου
FAO	Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας
FDA	Αμερικάνικη Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων
FEMA	Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Διαχείρισης Καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης
FIFRA	Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Εντομοκτόνων, Μυκητοκτόνων και Τρωκτοκτόνων
GLP	Καλές Εργαστηριακές Πρακτικές
JECFA	Επιτροπή εμπειρογνομόνων για τα πρόσθετα των τροφίμων
HACCP	Σύστημα Ανάλυσης Κινδύνων και Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου
HVAC	Συστήματα Θερμότητας, Εξαερισμού και Κλιματισμού
IARC	Διεθνής Υπηρεσία Αντικαρκινικών Ερευνών
IUVA	Διεθνής Οργανισμός Υπεριώδης ακτινοβολίας
LD50	Θανατηφόρα δόση 50
NASA	Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος
NICNAS	Εθνική υπηρεσία κοινοποίησης των βιομηχανικών χημικών ουσιών και εκτίμησης των προγραμμάτων τους
NIOSH	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγιεινής και Ασφάλειας
NTP	Πρωτόκολλο Δικτυακού Χρόνου
OSHA	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγιεινής και Ασφάλειας
S40	Χημική αποστειρωτική ουσία
TATRC	Προηγμένο Ερευνητικό Κέντρο Τηλεϊατρικής και Τεχνολογίας
UV	Υπεριώδη ακτινοβολία
UVA	Υπεριώδη ακτινοβολία A
UVB	Υπεριώδη ακτινοβολία B
UVC	Υπεριώδη ακτινοβολία C
UVV	Υπεριώδη ακτινοβολία V
UVGI	Υπεριώδη Μικροβιοκτόνο Ακτινοβολία



## 1<sup>ο</sup> ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΣΧΕΔΙΟ ΚΕΕΛΠΝΟ « ΠΡΟΚΡΟΥΣΤΗΣ»

#### Οδηγίες για απολύμανση στο χώρο του νοσοκομείου

Η αποτελεσματική χρήση των απολυμαντικών αποτελεί σημαντικό μέτρο στα πλαίσια της εφαρμογής προγράμματος πρόληψης των λοιμώξεων.

Ως απολύμανση χαρακτηρίζεται η διαδικασία που καταστρέφει τους περισσότερους ή όλους τους παθογόνους μικροοργανισμούς εκτός από τους σπόρους. Η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι το είδος και η συγκέντρωση των παθογόνων μικροοργανισμών αλλά και η συγκέντρωση και ο χρόνος έκθεσης στον απολυμαντικό παράγοντα. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να επιλέγονται εγκεκριμένα προϊόντα και να ακολουθούνται αυστηρά οι οδηγίες χρήσης του κατασκευαστή. Μεγαλύτερες αραιώσεις απαιτούν μεγαλύτερους χρόνους έκθεσης στο απολυμαντικό.

Η παρουσία πολυανθεκτικών μικροβίων δεν μειώνει την αποτελεσματικότητα των απολυμαντικών, γιατί αυτά χρησιμοποιούνται σε πολύ ψηλές συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τις Ελάχιστη Ανασταλτική Πυκνότητα (ΕΑΠ) των ανθεκτικών μικροβίων στις αντίστοιχες ενώσεις.

- Για αντισηψία των χεριών του προσωπικού πριν και μετά την επαφή με τον ασθενή συνιστάται η χρήση αλκοολούχων διαλυμάτων. Σε κάθε θάλαμο θα πρέπει να υπάρχουν συσκευασίες στον τοίχο πίσω από το κρεβάτι κάθε ασθενή ή σε οποιαδήποτε άλλη θέση κοντά στο κρεβάτι ή επί αυτού. Προτείνεται η χρήση αλκοολούχων σκευασμάτων 70% (αλκοολούχα διαλύματα 70% με χλωρεξιδίνης 0,5%).
- Για των καθαρισμό ιατρικών εργαλείων που έρχονται σε επαφή με το δέρμα και όχι με βλεννογόνους (non critical items) όπως πιεσόμετρα, ιατρικά θερμόμετρα, στηθοσκόπια απαιτείται απολύμανση χαμηλού επιπέδου και συνιστάται η χρήση αλκοολούχων διαλυμάτων. Διαλύματα αιθυλικής αλκοόλης ή ισοπροπανόλης 60%-90% είναι δραστικά για στελέχη *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia* σε χρόνο 60 sec.
- Για τον καθαρισμό των δαπέδων θα πρέπει να προηγείται καθαρισμός με απορρυπαντικό και νερό και στη συνέχεια αφού στεγνώσει η επιφάνεια να χρησιμοποιείται διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (1000 ppm) ή ταμπλέτες με διχλωροϊσοκυανουρίδιο του Νατρίου. Οι σφουγγαρίστρες (mops) και πανιά καθαρισμού πολλαπλών χρήσεων που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των επιφανειών θα πρέπει να καθαρίζονται καθημερινά και να στεγνώνουν καλά.
- Συνιστάται για την απολύμανση των δαπέδων να χρησιμοποιούνται ειδικά πανιά με μικροΐνες τα οποία αλλάζουν για κάθε θάλαμο. Το νερό με το απολυμαντικό θα πρέπει να ανανεώνεται για κάθε θάλαμο με μεσοδιαστήματα όχι μεγαλύτερα των 60 min. Η μη τήρηση των οδηγιών μπορεί να συντελέσει στη μεταφορά μεγάλου αριθμού μικροβίων.

- Τα διαλύματα με τη χρήση ταμπλετών διχλωροϊσοκυανουρίδιο του Νατρίου είναι σταθερότερα και πιο δραστικά συγκριτικά με τα διαλύματα υποχλωριώδους Na τα οποία είναι ασταθή και χάνουν τη δραστικότητά τους με την πάροδο του χρόνου.
- Για τον καθαρισμό κλινών, κομοδίνων, επίπλων, πόμολα από πόρτες, τοίχων και οριζόντιων επιφανειών συνιστάται χρήση διαλύματος υποχλωριώδους Νατρίου (1000 ppm) ή ταμπλέτες διχλωροϊσοκυανουρίδιο του Νατρίου αφού προηγηθεί καθαρισμός με νερό και απορρυπαντικό. Η χλωρίνη θεωρείται ιδιαίτερα δραστική σε επιφάνειες όπου υπάρχει ανάπτυξη biofilm.
- Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν απολυμαντικά που περιέχουν ενώσεις του τεταρτοταγούς αμμωνίου, φαινόλες είτε πετσετάκια υγρά μιας χρήσης που περιέχουν ισοπροπανόλη και ενώσεις του τεταρτοταγούς αμμωνίου. Η χρήση φαινολών θα πρέπει να αποφεύγεται για την απολύμανση κλινών σε θαλάμους νεογνών.
- Για την αποτελεσματική απολύμανση θα πρέπει το διάλυμα του απολυμαντικού να απλώνεται σε όλη την επιφάνεια γι αυτό ιδιαίτερα πρακτικά είναι τα απολυμαντικά σε μορφή spray.
- Ειδικότερα για τον καθαρισμό και απολύμανση των δωματίων απομόνωσης θα πρέπει να ακολουθούνται οι ανωτέρω οδηγίες. Τα συνεργεία καθαρισμού εκτός από τα γάντια μιας χρήσης θα πρέπει να φορούν ειδική ολόσωμη φόρμα και μάσκα που θα απορρίπτονται κατά την έξοδο από το δωμάτιο. Τα δωμάτια απομόνωσης θα πρέπει να έχουν τον μικρότερο δυνατό αριθμό επίπλων και αντικειμένων ώστε να είναι εύκολη η απολύμανσή τους. Όλα τα αντικείμενα (σαπούνια, χαρτί) που βρίσκονται στο δωμάτιο θα πρέπει να θεωρούνται δυνητικώς μολυσμένα και να απορρίπτονται. Όλα τα είδη ιματισμού ανεξαρτήτως αν έχουν χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να απομακρύνονται με σάκους αποβλήτων σεσημασμένα ως μολυσμένα και να απολυμαίνονται.
- Έχουν αναφερθεί περιστατικά επιμόλυνσης απολυμαντικών από *Pseudomonas aeruginosa* (χλωρεξιδίνη, φαινόλες, ενώσεις του τεταρτοταγούς αμμωνίου). Για να αποφύγουμε τις επιμολύνσεις θα πρέπει να ετοιμάζονται μικρές ποσότητες σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, να γίνεται σωστή συντήρηση του πυκνού διαλύματος και να ελέγχονται ο διαλύτης και τα δοχεία αποθήκευσης για τυχόν επιμολύνσεις.
- Για τον τοπικό καθαρισμό υφασμάτων ή κουρτινών στους θαλάμους προτείνεται η χρήση διαλύματος 3% υπεροξειδίου του υδρογόνου.
- Οι κηλίδες αίματος ή άλλα βιολογικά υγρά θα πρέπει πρώτα να καθαρίζονται με σαπούνι με τη χρήση γαντιών και μετά να γίνεται χρήση απολυμαντικού (διάλυμα υποχλωριώδες Na 10%-100%). Η παρουσία οργανικής ύλης μπορεί να αλληλεπιδράσει και να μειώσει τη δραστικότητα του απολυμαντικού. (χλωρίνη, ιωδιούχα σκευάσματα).
- Τέλος η επιλογή απορρυπαντικών και απολυμαντικών σε κάθε νοσοκομείο αλλά και οι οδηγίες χρήσης τους έτσι όπως ορίζονται από τις επιτροπές Νοσοκομειακών Λοιμώξεων θα πρέπει να τηρούνται με απόλυτη ακρίβεια ώστε να υπάρχουν και τα ανάλογα θετικά αποτελέσματα.

## 2<sup>ο</sup> ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΠΡΟΤΥΠΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Παρασκευάστε διάλυμα έτοιμο προς απολύμανση της ουσίας Α πυκνότητας ή δοσολογίας 3%.Μας δίνεται διάλυμα της απολυμαντικής ουσίας Α σε ογκομετρική φιάλη. Μας δίνεται ποσότητα νερού σε δοκιμαστικό σωλήνα με νερό ποσότητας 200ml και μας ζητείται να φτιάξουμε διάλυμα της δραστηκής ουσίας Α(χρωματιστή -συμπυκνωμένη) έτοιμο προς απολύμανση . Με την βοήθεια πιπέτας ή σύριγγας λαμβάνουμε ποσότητα τόσο .....ml τις δραστηκής ουσίας Α(απλή μέθοδο των τριών) ,την ρίχνουμε σε δοκιμαστικό σωλήνα, αναδεύουμε μέχρι πλήρους ομογενοποίησης (δηλαδή να γίνει το ίδιο χρώμα παντού )και τελικά παρασκευάζουμε διάλυμα έτοιμο προς απολύμανση δοσολογίας 3%.

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΙΑΛΥΣΕΩΝ

- 1.Ποιο λένε υδατώδες διάλυμα μιας ουσίας ;  
Νερό μέσα στο οποίο έχει διαλυθεί η ουσία αυτή είτε είναι στερεή ,υγρή αέρια .
- 2.Πώς ορίζεται η πυκνότητα ενός διαλύματος ;  
Επί τοις % ή επί της χιλίσις.
- 3.Πώς προσδιορίζουμε το ποσό μιας ουσίας;  
Όταν είναι στερεά με το βάρος (gr/lit) αυτής ,όταν είναι υγρή με τον όγκο (ml/lit) αυτής.
- 4.Δοσολογία: Πόσο τις % θα χρησιμοποιήσουμε την διαλυμένη ουσία επί τον διαλύτη(συνήθως νερό).  
Η δοσολογία εκφράζεται ως πυκνότητα-συγκέντρωση.  
Εκτός από το υδατικό διάλυμα (1l =1kg νερού),έχουμε και το αλκοολικό διάλυμα ή αλκοόλη και διάλυμα της αλκοόλης

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΤΙΚΕΤΤΑΣ

Δραστηκή ουσία  
Εφαρμογές(που χρησιμοποιείται)  
Οδηγίες χρήσης(Πώς χρησιμοποιείται)  
Προφυλάξεις