



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

**Διαδικασίες Αποστείρωσης -
Απολύμανσης Ιατροτεχνολογικού
Εξοπλισμού**

ΑΝΔΡΩΝΗΣ ΦΩΤΙΟΣ
Αριθμός Μητρώου: 15010

Επιβλέπων Καθηγητής
Χρήστος Μιχαήλ, Επίκουρος Καθηγητής

Αθήνα 28/02/2023

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Χρήστος Μιχαήλ

Ιωάννης Βαλαής

Νεκτάριος Καλύβας

Επίκουρος Καθηγητής

Καθηγητής

Αναπληρωτής Καθηγητής

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

[ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο υπογράφων Φώτιος Ανδρώνης του Πέτρου, με αριθμό μητρώου 15010 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιοϊατρικής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Ημερομηνία

28/02/2023

Ο Δηλών



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια μελέτη για την διαδικασία της αποστείρωσης και απολύμανσης του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Ειδικότερα, αναλύονται οι τρόποι και οι μέθοδοι απολύμανσης και αποστείρωσης των ιατρικών μηχανημάτων και εργαλείων, ενώ γίνεται αναφορά στην προετοιμασία και στα στάδια που ακολουθούν οι διαδικασίες αποστείρωσης και απολύμανσης. Τέλος, παρατηρούμε τα προβλήματα που απορρέουν όταν δεν ακολουθούνται τα πρότυπα απολύμανσης, αποστείρωσης του κατασκευαστή.

Στην παρακάτω εργασία θα δούμε πιο αναλυτικά τα εξής: στο 1^ο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στις έννοιες και στους ορισμούς. Έπειτα, στο 2^ο κεφάλαιο αναλύονται οι χώροι αποστείρωσης και τα διάφορα είδη απολυμαντικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Στο 3^ο κεφάλαιο αναφέρονται τα μηχανήματα αποστείρωσης, οι κλίβανοι. Στο 4^ο κεφάλαιο βλέπουμε την προετοιμασία αλλά και την διαδικασία αποστείρωσης που ακολουθεί ένα ιατρικό εργαλείο. Στο 5^ο κεφάλαιο και πιο σημαντικό, είναι οι τρόποι και οι μέθοδοι αποστείρωσης των εργαλείων. Έπειτα, στο 6^ο κεφάλαιο αναλύεται ο καθαρισμός και η απολύμανση ιατρικών μηχανημάτων που έχουν συχνή χρήση. Στο 7^ο κεφάλαιο, παρατηρούμε τα αποτελέσματα που έχει η μη σωστή διαδικασία απολύμανσης. Τέλος, εξάγουμε τα συμπεράσματα της εργασίας και πόσο σημαντική είναι η διαδικασία αποστείρωσης και απολύμανσης του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού.

ABSTRACT

The present thesis comprises a study about the procedure of disinfection on medical equipment. In particular, we analyze the ways and methods of disinfection and sterilization of medical machines and tools, while reference is made to the preparation and the stages that follow the sterilization process. Finally, we observe the problems that arise when the manufacturer's disinfection and sterilization standards are not followed.

On this thesis we will talk about, in Chapter 1, a reference will be made to concepts and definitions. Then, in Chapter 2, are analyzed the sterilization areas and the different types of disinfectants that can be used. In Chapter 3, are mentioned the sterilization machines, furnaces. In Chapter 4, we see the preparation but also the sterilization process followed for a medical tool. In the Chapter 5 and the most important, are the ways and methods of sterilizing the tools. Then, in the Chapter 6, is analyzed the cleaning and disinfection of medical devices that are in frequent use. In the Chapter 7, we observe the results of the improper disinfection process. Finally, we draw the conclusions of the work and how important is the disinfection process of medical technological equipment.

Ευχαριστίες:

Θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όσους με βοήθησαν σε αυτή την εργασία.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Χρήστο Μιχαήλ, που με εμπιστεύθηκε και με παρακίνησε να ασχοληθώ με αυτό το θέμα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη τους, την κατανόηση τους και την υπομονή τους που είχαν όλα αυτά τα χρόνια.

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο - Τμήμα αποστείρωσης - Έννοιες και ορισμοί	9
Απολύμανση	9
Αποστείρωση	10
Αντισηψία	10
Ασηψία.....	11
Κεντρική Αποστείρωση	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο - Χώροι Αποστείρωσης και Είδη Απολυμαντικών	12
Συστήματα Αποστείρωσης.....	12
Χώροι Αποστείρωσης	12
Προϋποθέσεις σωστής λειτουργίας ενός τμήματος Κεντρικής Αποστείρωσης.....	14
Αποτελέσματα σωστής λειτουργίας ενός τμήματος Κεντρικής Αποστείρωσης.....	15
Απολυμαντικές Ουσίες	15
Ορθοφθαλμαδεύδη.....	17
Γλουταραλδεύδη	18
Φορμαλδεύδη	19
Υπεροξικό οξύ	19
Υπεροξειδίο του υδρογόνου	19
Ενώσεις με βάση το χλώριο	20
Αλκοόλη.....	21
Παράγοντες που επηρεάζουν της αποτελεσματικότητα της διαδικασίας απολύμανσης.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο - Μηχανήματα Αποστείρωσης – Κλίβανοι	22
Κλίβανοι Ατμού και Ξηρού	22
Κλίβανοι Οξειδίου του αιθυλενίου	25
Κλίβανοι Υπεροξειδίου του υδρογόνου.....	26
Κλίβανος Πλάσματος.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο - Διαδικασίες Αποστείρωσης εργαλείων - Προετοιμασία αντικειμένων προς Αποστείρωση	28
Διαδικασία Αποστείρωσης	28
Πρώτη Ζώνη	29
Δεύτερη Ζώνη.....	30
Τρίτη Ζώνη	30
Χώρος παραλαβής και καθαριότητας	30
Συσκευασία	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο - Τρόποι και Μέθοδοι Αποστείρωσης εργαλείων.....	32
Μέσα και μέθοδοι, Καθαρισμός	32
Αποστείρωση με φυσικά μέσα.....	33
Αποστείρωση με μικροκύματα	34
Χημική απολύμανση.....	34
Πλύσιμο στο πλυντήριο	36
Πλύσιμο με υπερήχους	37
Ακτινοβολίες.....	38
Ακόρεστους χημικούς ατμούς.....	38
Άλλες μέθοδοι αποστείρωσης.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο - Καθαρισμός - Απολύμανση Ιατρικών Μηχανημάτων	40
Ηλεκτροχειρουργική Διαθερμία	41
Ηλεκτροχειρουργική Πλάσματος Αργού.....	41

Ενδοσκοπική Ηλεκτροχειρουργική	42
Κρυοχειρουργική	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο – Αποτελέσματα μη σωστής απολύμανσης	43
Οδοντιατρικό Τμήμα.....	43
Χειρολαβές.....	44
Εγγλυφίδες	46
Ενδονοσοκομειακές Λοιμώξεις	46
Κύκλος Αποστείρωσης	48
Σύνοψη & Συμπεράσματα	49
Βιβλιογραφία	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο - Τμήμα αποστείρωσης - Έννοιες και ορισμοί

Απολύμανση

Απολύμανση ορίζεται η διαδικασία μερικής εξάλειψης ή η αναστολή του πολλαπλασιασμού των μικροβίων. Αποτελεί μια ελεγχόμενη διαδικασία καθώς καταγράφονται όλα τα βήματά, από την αρχή μέχρι το τέλος. [1]

Ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως για διάφορα εργαλεία, επιφάνειες, πάγκους, δάπεδα κλπ. Πραγματοποιείται με δύο τρόπους, με θερμική και χημική απολύμανση.

Η διαδικασία της θερμικής απολύμανσης, γίνεται μέσω έκθεσης σε ατμό ή ζεστό νερό και θεωρείται πιο ασφαλής, αποτελεσματική και οικονομική μέθοδος. Αντίστοιχα, στην χημική απολύμανση χρησιμοποιούνται αντισηπτικά όπως οι αλκοόλες, η χλωρίνη, οι φαινόλες και τα παράγωγά τους.

Οι στόχοι της απολύμανσης είναι:

- Καθαρισμός οργανικής ύλης (υγρά σώματος, φαγητό, κλπ.) που ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.
- Να αποτρέψει τη συσσώρευση σκόνης.
- Απομάκρυνση επικίνδυνων χημικών στοιχείων.

Η απόφαση για την πιο σωστή μέθοδο εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Ρυθμό χρήσης του εξοπλισμού.
- Φύση της μόλυνσης.
- Χρόνο απολύμανσης.
- Θερμοκρασία, πίεση, αντοχή στην υγρασία και στις χημικές ουσίες.
- Διαθεσιμότητα εξοπλισμού.
- Ποσοστό μόλυνσης που μπορεί να προκαλέσει στον ασθενή. [1-2]

Ο κατασκευαστής κάθε ιατρικού μηχανήματος είναι υποχρεωμένος να παρέχει τις απαραίτητες και αποδεκτές από τις αρμόδιες αρχές πληροφορίες, για τις κατάλληλες απολυμαντικές ουσίες που μπορούν να έρθουν σε επαφή με την επιφάνεια του μηχανήματος, χωρίς να υπάρξει οποιαδήποτε οξείδωση. Πρέπει να αναφέρει αναλυτικά την ταυτότητα και την συγκέντρωση των ουσιών, τον αριθμό έγκρισης, τον τύπο παρασκευάσματος, τον τρόπο χρήσης του, τις δοσολογίες και την συχνότητα χρήσης καθώς και τις οδηγίες χρήσης.

Απορρυπαντικά τα οποία είναι μη συμβατά, μπορούν να μειώσουν ή μέχρι και να απενεργοποιήσουν την δραστηριότητα των απολυμαντικών, για παράδειγμα τα απορρυπαντικά με υψηλό pH, μπορούν να επηρεάσουν τη δράση του χλωρίου και των ιωδοφόρων. Αντίστοιχα, τα ανιονικά απορρυπαντικά αδρανοποιούν τα QAC's.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως μεγάλο ποσοστό απολυμαντικών είτε είναι βλαπτικά είτε τοξικά. Όταν γίνεται η εφαρμογή τους πρέπει να αποφεύγεται η άμεση επαφή, φορώντας γάντια, ειδικές στολές εργασίας και κλειστά παπούτσια. Επιπλέον,

πρέπει να γίνεται χρήση μάσκας καθώς μπορεί να εισέλθουν ατμοί και ποσότητα λεπτής σκόνης μέσα στο αναπνευστικό σύστημα. Τέλος, πρέπει να δίνεται προσοχή και αποφυγή στην κατάποση μέσω οισοφάγου και στομάχου. [1-2]

Αποστείρωση

Αποστείρωση ορίζεται η πλήρη διαδικασία, όπου ένας ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός απαλλάσσεται ολοκληρωτικά από μικροοργανισμούς και σπόρους, καταστρέφοντας τους. [1]

Η ορθή διαδικασία της αποστείρωσης διασφαλίζει την καθαρότητα των υλικών και δίνει την δυνατότητα της ανίχνευσής τους σε κάθε στάδιο. Η όλη διαδικασία πρέπει να καταγράφεται με θερμομέτρα και βιολογικούς δείκτες.

Η αποστείρωση πραγματοποιείται κυρίως σε όργανα και συσκευές που πρόκειται να έρθουν σε επαφή με σημεία του σώματος ή να εισέλθουν στο δέρμα. Μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά ή χημικά μέσα, με ακτινοβολία, και διήθηση. Τα εργαλεία που είναι ανθεκτικά σε υψηλή θερμοκρασία, είναι καλό να αποστειρώνονται με ατμό σε ειδικά διαμορφωμένο κλίβανο. Η αποτελεσματικότητα της αποστείρωσης έχει μονάδα μέτρησης το SAL (Sterility Assurance Level), με όριο 10^{-6} , όπου θεωρείτε γενικά αποδεκτό καθώς είναι η πιθανότητα να βρει όχι παραπάνω από έναν ζωντανό μικροοργανισμό σε ένα εκατομμύριο αποστειρωμένα υλικά. [3]

Αναλυτικότερα, τα μικρόβια χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους ιούς και τα βακτήρια. Όταν ξεκινάει η διαδικασία της αποστείρωσης, τα μικρόβια διακρίνονται σε τρία επίπεδα, μικρής, μεσαίας, και υψηλής αντοχής. Για παράδειγμα, η σαλμονέλα και οι ιοί γρίπης είναι μικρής αντοχής, τα μυκοβακτηρίδια και ο ιός της πολιομυελίτιδας μεσαίας αντοχής, και το κλωστηρίδιο τετάνου και οι ιοί ευλογίας σε υψηλής αντοχής. [1-3]

Αντισηψία

Αντισηψία ορίζεται η διαδικασία μερικής καταστροφής, αλλά και η αναστολή της αναπαραγωγής μικροβίων σε ζωντανούς ιστούς, δέρμα και βλεννογόνοι.

Μερικές από τις πιο συνηθισμένες κατηγορίες αντισηπτικών είναι οι φαινόλες, οι αλδεΰδες και οι αλκοόλες. Τα αντισηπτικά χρησιμοποιούνται για την μικροβιακή μείωση με τους εξής τρόπους:

- Υγιεινή χεριών.
- Προεγχειρητικά ντους.
- Καθαρισμός δέρμα πριν το χειρουργείο.
- Καθαρισμός στο σημείο του καθετήρα
- Καθημερινό λούσιμο των ασθενών. [4]

Ασηψία

Με τον όρο ασηψία εννοούμε το αποτέλεσμα της αποστείρωσης. Είναι η πλήρης απουσία μικροοργανισμών από ένα αντικείμενο.

Οι όροι αποστειρωμένο και άσηπτο είναι ταυτόσημοι. [4]

Κεντρική Αποστείρωση

Κεντρική Αποστείρωση (Κ.Α.) είναι ο χώρος του νοσοκομείου όπου γίνεται η προετοιμασία, η αποστείρωση, και η αποθήκευση των εργαλείων χειρουργικής και νοσηλευτικής μονάδας. [4]

Το τμήμα έχει την ευθύνη να συντηρεί, να διαλέγει, να συσκευάζει, να φυλά, και να πραγματοποιεί την διανομή των αποστειρωμένων ειδών στα χειρουργεία.

Αποτελείται από δύο ακόμα τμήματα, το επιστημονικό και το τεχνικό, καθώς, υπάρχει πάντα και το βοηθητικό προσωπικό που εκπαιδεύεται, και επιβλέπεται από τον προϊστάμενο. Η αποδοτικότητα και η συνεργασία των ατόμων παίζει ζωτικό ρόλο, στην ομαλή λειτουργία του τμήματος. Ένα ακόμη σημαντικό κομμάτι είναι το κόστος. Η αρχική δαπάνη κεφαλαίου είναι υψηλή για την αγορά εξοπλισμού και διάφορων υπό προϊόντων που πρέπει να αγοραστούν. Η συντήρηση και η παράταση ζωής των ιατρικών μηχανημάτων και εργαλείων εξαρτάται από την σωστή χρήση των απολυμαντικών πλυντηρίων και αποστειρωτών, δημιουργώντας μια σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας. Το προσωπικό του τμήματος αποστείρωσης πρέπει να είναι πολύ καλά εκπαιδευμένο ώστε να παρέχει την καλύτερη ασφάλεια στους ασθενείς, φροντίζοντας την υγιεινή και καλή λειτουργία των ιατρικών μηχανημάτων. Οι χειρουργικές αίθουσες και τα συστήματα έκτακτης ανάγκης πρέπει να ενημερώνονται για να υπάρχει πάντα επαρκής προμήθεια συσκευών και αναλώσιμων. Απαιτείται ένα εσωτερικό και ένα εξωτερικό σύστημα μεταφοράς που να διασφαλίζει την παράδοση και την συλλογή σε όλα τα σημεία του τμήματος αποστείρωσης.

Διάταξη του τμήματος

Σε ένα ιδανικό περιβάλλον ένα τμήμα αποστείρωσης πρέπει να έχει ξεχωριστά τους χώρους εργασίας του προσωπικού και τους χώρους που μεταφέρονται τα ακάθαρτα. Θα πρέπει οι χώροι της απολύμανσης, της συσκευασίας, και της αποστείρωσης να είναι διαχωρισμένοι μεταξύ τους, είτε με πόρτες είτε με κάποιον τοίχο. Καλό είναι το προσωπικό να μην έρχεται σε επαφή, και να υπάρχει διάδρομος μια κατεύθυνσης, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε μεταφορά μολυσματικού ιού από χρησιμοποιημένες συσκευές σε καθαρές. Τα βασικά κριτήρια για την σωστή διάταξη του τμήματος αποστείρωσης είναι: η τοποθέτηση της εισόδου και των διαδρόμων, τα σημεία όπου το προσωπικό μπορεί να ντύνεται, ο χώρος λήψης μεταχειρισμένων και βρόμικων εργαλείων και συσκευών, ο χώρος αποστείρωσης, η καθαρή περιοχή όπου θα γίνεται η επιθεώρηση, η συναρμολόγηση και συσκευασία, και η αποθήκευση των πρώτων υλών και προϊόντων. Το μέγεθος ενός τμήματος αποστείρωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, και πρέπει να διαμορφώνεται σύμφωνα με εθνικούς κανονισμούς και μετρήσεις χώρου.

Σχεδιασμός Τμήματος Αποστείρωσης

Κατά την ανοικοδόμηση ή την ανακαίνιση παλιών εγκαταστάσεων, η υπεύθυνη ομάδα πρέπει να λειτουργεί σύμφωνα με τις διεθνείς συστάσεις, ώστε να εξασφαλίσει το καλύτερο δυνατό σχεδιασμό, τη ροή της εργασίας, και την προστασία των υπαλλήλων και των ασθενών. Η τοποθέτηση του τμήματος πρέπει να μελετηθεί καλά, και να βρίσκεται σε περιορισμένη πρόσβαση, και ειδικά, η περιοχή απολύμανσης. [5-6]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο - Χώροι Αποστείρωσης και Είδη Απολυμαντικών

Συστήματα Αποστείρωσης

Στους χώρους υπηρεσιών υγείας διακρίνονται δύο βασικά συστήματα αποστείρωσης. Η κεντρική αποστείρωση και η τοπική αποστείρωση.

Όπως προαναφέρθηκε, η κεντρική αποστείρωση αναλαμβάνει την ευθύνη και τον έλεγχο ολόκληρης της μονάδας. Αντίθετα, η τοπική αποστείρωση, είναι η αποκέντρωση των κλιβάνων αποστείρωσης και η λειτουργία τους σε κάθε τμήμα ή συγκρότημα τμημάτων ξεχωριστά. Αυτό ορίζεται ανάλογα με το μέγεθος του νοσοκομείου, και τα αντικείμενα που χρειάζεται κάθε πτέρυγα για να λειτουργήσει.

Η αποστολή του συστήματος αποστείρωσης είναι να εξασφαλίζει και να διατηρεί μεγάλο αριθμό αποστειρωμένων εργαλείων για την αποφυγή οποιασδήποτε μετάδοσης λοιμώξεων εντός νοσοκομείου. [7]

Χώροι Αποστείρωσης

Για να λειτουργεί σωστά η Κ.Α. πρέπει να έχει τους παρακάτω χώρους αποστείρωσης.

Ένα χώρο όπου θα γίνεται η προετοιμασία και το πακετάρισμα των αποστειρωμένων χειρουργικών εργαλείων. Έναν επιπλέον χώρο, για την τακτοποίηση του ιματισμού. Ένα χώρο αποστείρωσης κλιβάνων, αποθήκευσης αποστειρωμένου υλικού και αναλώσιμου ιατροτεχνικού υλικού. Τέλος, απαραίτητο είναι και το γραφείο του προϊσταμένου.

Η ποιότητα του νερού έχει κυρίαρχο ρόλο στην αποστείρωση, ειδικά σε αποστειρωτές με ατμό. Ο εξοπλισμός παραγωγής ατμού και οι αγωγοί που το μεταφέρουν, πρέπει να είναι καλά σχεδιασμένοι και κατασκευασμένοι, ώστε να συντηρούνται και να παρέχουν αξιόπιστη παροχή ατμού. Πρέπει να γίνεται συχνά έλεγχος και αξιολόγηση της παροχής του νερού, από συγκεκριμένους επαγγελματίες ώστε να διασφαλίζουν πως ακολουθούνται οι προδιαγραφές του κατασκευαστή. Σε περίπτωση που η ποιότητα του νερού δεν είναι η επιθυμητή, τότε η εγκατάσταση πρέπει να εφαρμόσει την απαραίτητη διαδικασία επεξεργασίας, ώστε να φέρει το νερό εντός των προδιαγραφών. Αν ο κατασκευαστής παρέχει ελλιπή ή μη διαθέσιμες

πληροφορίες, τότε η παροχή θα αξιολογηθεί και θα αντιμετωπιστεί σύμφωνα με τις οδηγίες του ISO 17665. [12]

Βακτήρια (cfu/mL)	<200
Συνολικός οργανικός άνθρακας (mg/L)	<1
Σκληρότητα (ppm CaCO ₃)	<1
Αντίσταση (Mø-cm)	>1
Συνολικά διαλυμένα στερεά (mg/L CaCO ₀)	<0.4

Ελάχιστες απαιτήσεις για την ποιότητα του νερού. (πηγή: Organization, W. 2016)

Χλώριο (mg/L)	<1
Σίδηρος (mg/L)	<0.2
Χαλκός (mg/L)	<0.1
Μαγγάνιο (mg/L)	<0.1

Ελάχιστες συγκεντρώσεις Ιονικών Ρύπων στο νερό. (πηγή: Organization, W. 2016)

Περιβάλλον Τμήματος Αποστείρωσης.

Όλες οι επιφάνειες πρέπει να είναι λείες, ευθείες, δίχως ραγίσματα και πόρους που μπορούν να εύκολα να καθαριστούν. Το υλικό τους πρέπει να είναι αδιάβροχο και συμβατό με τα χημικά που χρησιμοποιούνται. Το ξύλο και διάφορα ελαστικά δεν επιτρέπονται καθώς απορροφούν νερό και χημικά διαλύματα. Αντίθετα, ο ανοξειδωτος χάλυβας είναι ιδανικός για επιφάνειες εργασίας, νεροχύτες και επικάλυψη εξοπλισμού, αφού βοηθάει πολύ στη διαδικασία του καθαρισμού. Επίσης οι οροφές πρέπει να είναι λείες και ίσιες, χωρίς ραγίσματα, και ανθεκτικές στην μούχλα. Τα φωτιστικά πάνελ πρέπει να είναι μακριά από το σημείο που πραγματοποιείτε η αποστείρωση, καθώς μπορούν να απελευθερώσουν σκόνη και υπολείμματα σε περίπτωση που διαταραχθούν. Οι τοίχοι πρέπει να είναι λείοι, με ειδική μπογιά που μπορεί να πλένεται. Οι γωνίες πρέπει να είναι προστατευμένες ώστε να μην φθείρονται από χτυπήματα που μπορούν να προκαλέσουν τα τρόλεϊ και τα καρότσια. Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να έχει το τμήμα αποστείρωσης, είναι η κατάσταση του δαπέδου. Όλα τα δάπεδα πρέπει να είναι καθαρά, λεία, αντιολισθητικά, δίχως ραγίσματα, ώστε να διευκολύνουν την κυκλοφορία βαριών φορτίων. Οι γωνίες πρέπει να είναι καλυμμένες και το δάπεδο ανυψωμένο ώστε να μη συγκρατεί υγρασία, βρωμιά και σκόνη. Ο προτεινόμενος τρόπος εξαερισμού σε ένα τμήμα αποστείρωσης είναι είτε μηχανικός είτε ελεγχόμενος. Το σύστημα εξαερισμού παίζει ζωτικό ρόλο καθώς πρέπει να είναι πάντα καθαρό, δοκιμασμένο, και να συντηρείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο αέρας στις καθαρές περιοχές, καθώς και στις περιοχές αποβλήτων ανανεώνεται 12 με 20 φορές την ώρα.



Εικόνα 1. Διάταξη τμήματος αποστείρωσης. (πηγή: Organization, W. 2016)

Περιοχή Ακάθαρτων

Η περιοχή των ακάθαρτων βρίσκεται πάντα σε κοντινή απόσταση από την καθαρή περιοχή, και την περιοχή αποστείρωσης. Δέχεται λερωμένες και χρησιμοποιούμενες συσκευές, και για αυτό το λόγο η ασφάλεια πρέπει να είναι αυστηρή και να υπάρχει πρόσβαση μόνο για εξειδικευμένα άτομα με άδεια. Όπως είναι αναμενόμενο πρέπει να είναι ξεχωριστά από τους καθαρούς χώρους, και να διασφαλίζεται η μονόδρομοι μεταφορά ιατρικών εργαλείων και προσωπικού. Επιπλέον, είναι σημαντικό να έχει επαρκή χώρο για την διαδικασία του καθαρισμού αλλά και την αποθήκευση του εξοπλισμού. Τέλος, να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε εγκαταστάσεις υγιεινής χεριών. Όποτε είναι δυνατόν, τα απολυμαντικά πρέπει να αποθηκεύονται και να διανέμονται από ένα κλειστό δοχείο για να μειωθεί η κίνδυνος απελευθέρωσης ατμών. Τα δοχεία αποθήκευσης δεν πρέπει ποτέ να μένουν ανοιχτά στην ατμόσφαιρα για περισσότερο από όσο είναι απολύτως απαραίτητο. Μερικά άτομα μπορεί να εμφανίσουν δερματικά εξανθήματα, και σε σπάνιες περιπτώσεις δυσκολία στην αναπνοή (άσθμα). Αυτά τα άτομα πρέπει να ενημερώσουν τον προϊστάμενό τους ο οποίος θα πρέπει να τους παραπέμψει στο τμήμα υγείας της εργασίας για αξιολόγηση. [12]

Προϋποθέσεις σωστής λειτουργίας ενός τμήματος Κεντρικής Αποστείρωσης

Μια από τις σημαντικές, ίσως και η πιο σημαντική επένδυση ενός νοσοκομείου είναι ο κατάλληλος εξοπλισμός και τα χειρουργικά εργαλεία, καθώς και η χρήση, αλλά και η συντήρησή του, ώστε να έχει την μέγιστη αποτελεσματικότητα. Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα καθοδηγούν με ειδικές διαδικασίες, όπου εξασφαλίζουν την υψηλότερη ποιότητα στην παροχή του αποστειρωμένου υλικού.

Ο εξοπλισμός και τα αναλώσιμα υλικά πρέπει να είναι υψηλής αντοχής και ποιότητας. Η σωστή λειτουργία του τμήματος απαιτεί σωστή οικονομική διαχείριση, ώστε να είναι πάντα μέσα στον προβλεπόμενο προϋπολογισμό. Για παράδειγμα, κατά την διεξαγωγή χειρουργικής επέμβασης θα χρησιμοποιηθούν από μια έως και 10 ή και παραπάνω κασετίνες χειρουργικών εργαλείων, με έξτρα μεμονωμένα εργαλεία, αρκετά σετ ιματισμού, μεμονωμένο ιματισμό, καθώς και επιδέσμους, γάζες κλπ.

Αν ένα μέρος από την διαδικασία αποστείρωσης δεν πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την υγεία και την ζωή των ασθενών, του προσωπικού αλλά και την οικονομία του νοσοκομείου. Μετεγχειρητικές λοιμώξεις, και διάφορες νομικές ευθύνες που εμφανίζονται, συνδέονται με έξτρα δαπάνες, κρίσιμες για το τμήμα. [5-6]

Αποτελέσματα σωστής λειτουργίας ενός τμήματος Κεντρικής Αποστείρωσης

Η σωστή λειτουργία του τμήματος Κεντρικής Αποστείρωσης, επιτυγχάνεται με την συνεχή επικοινωνία και συνεργασία, καθώς και την άρτια οργάνωση. Τα αποτελέσματα, είναι, η αύξηση του αριθμού των καθημερινών εγχειρήσεων που πραγματοποιούνται, με το μικρότερο δυνατό αριθμό εργαλείων, τα υλικά που συσκευάζονται, ταξινομούνται και καθαρίζονται καλύτερα από το μόνιμο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό. [4]

Σωστή χρήση απολυμαντικών από τους εργαζόμενους.

Τα απολυμαντικά είναι χημικά μέσα και μπορεί να είναι επιβλαβή, ερεθιστικά ή ακόμη και διαβρωτικά προκαλώντας σοβαρή βλάβη όταν έρθουν σε επαφή με τα μάτια ή τους βλεννογόνους, με εισπνοή ατμών ή με απορρόφηση μέσω του δέρματος. Ο εργοδότης έχει την υποχρέωση να ενημερώνει, να καθοδηγεί και να εκπαιδεύει τους υπαλλήλους στη σωστή χρήση των απολυμαντικών. Τα συμπυκνωμένα απολυμαντικά θα πρέπει πάντα να αποθηκεύονται και να χρησιμοποιούνται με προσοχή φορώντας κατάλληλα γάντια, ποδιές, αναπνευστική προστασία και προστασία ματιών. Τα παρακάτω σημεία πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν ώστε να γίνεται σωστή χρήση των απολυμαντικών:

- Όλα τα χημικά απολυμαντικά πρέπει να φέρουν σαφή επισήμανση και να χρησιμοποιούνται πριν από την ημερομηνία λήξης του. Να είναι πρόσφατα παρασκευασμένα και να χρησιμοποιούνται πάντα στη σωστή συγκέντρωση, καθώς και να αποθηκεύονται σε κατάλληλο δοχείο.
- Τα απολυμαντικά και τα απορρυπαντικά διαλύματα πρέπει να αποθηκεύονται σε δοχεία μιας χρήσεως, ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση από επιβλαβείς μικροοργανισμούς.
- Οι οδηγίες από τον κατασκευαστή πρέπει να τηρούνται καθώς απολυμαντικά τα οποία είναι διαβρωτικά μπορούν να καταστρέψουν υφάσματα, μέταλλα και πλαστικά.
- Τα απολυμαντικά πρέπει να απορρίπτονται σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή και τις τοπικές οδηγίες. [5-8]

Απολυμαντικές Ουσίες

Οι απολυμαντικές ουσίες επιλέγονται αποκλειστικά από την Ε.Ν.Α. (Επιτροπή Νοσοκομειακών Λοιμώξεων), παρέχοντας κατάλληλες οδηγίες για την ασφαλή και ορθή χρήση τους. Σύμφωνα με την παραπάνω, πρέπει να γίνεται καθημερινός καθαρισμός στα δάπεδα, στα έπιπλα, στους τοίχους και σε άλλες επίπεδες επιφάνειες, μέσα στο νοσοκομείο, ώστε να περιορίζεται η μετάδοση των μικροοργανισμών.

Αναλυτικότερα, σε κάθε χώρο πρέπει να υπάρχουν πρωτόκολλα με τις παρακάτω οδηγίες καθαρισμού και απολύμανσης:

- Καθαρισμός επιφανειών από αίμα ή άλλα βιολογικά υγρά.
- Διαχείριση ιματισμού.
- Υγιεινή του χώρου
- Διαχείριση νερού.
- Κλιματισμός.
- Τήρηση των οδηγιών του κατασκευαστή για τη σωστή χρήση απολυμαντικών προϊόντων (αραιώση, συμβατότητα, διάρκεια ζωής και ασφαλής χρήση).
- Χρήση νέων και φρέσκων απολυμαντικών.
- Απολύμανση στα πανιά καθαρισμού για αποφυγή μόλυνσης.
- Μη χρήση απολυμαντικών υψηλού επιπέδου σε απλές επιφάνειες.
- Να γίνεται πάντα χρήση γαντιών και προστατευτικής στολής ειδικότερα.

Τα συχνά λάθη που μπορεί να συμβούν, είναι η ποσότητα της απολυμαντικής ουσίας που θα χρησιμοποιηθεί, ο κακός καθαρισμός των χειρουργικών εργαλείων, ο χρόνος που θα παραμείνει η ουσία πάνω στο εργαλείο, το ακατάλληλο pH, καθώς και ο αριθμός των μικροβίων που θα παραμείνουν πάνω στο εργαλείο. Υπάρχουν διάφορες απολυμαντικές ουσίες, οι οποίες, μπορούν να απολυμαίνουν με διαφορετικό τρόπο η κάθε μια. Οι συνήθεις τρόποι απολύμανσης με απορρυπαντικά και απολυμαντικά αντίστοιχα, μπορεί να είναι είτε με χρήση στο χέρι, είτε με βυθισμό ή σε κάποιο λουτρό υπερήχων χειρουργικών εργαλείων, εξαρτημάτων και υλικών. Επιπλέον, υπάρχουν και αυτόματα πλυντήρια εργαλείων με αλκαλικά και ενζυματικά απορρυπαντικά.

Μερικές από τις ουσίες που θα αναφερθούν παρακάτω, λειτουργούν είτε ως μικροβιοκτόνα, είτε ως σποροκτόνα. Τα μικροβιοκτόνα επιφέρουν μέτριο βαθμό απολύμανσης, ενώ τα σποροκτόνα έχουν πιο ισχυρές απολυμαντικές ιδιότητες.

Ενδεικτικά είναι οι Αλδεΐδες, οι Αλκοόλες, τα Αλογόνα, το Ιώδιο, οι Φαινόλες, οι Ενώσεις Αμμωνίου, τα Σκευάσματα υδραργύρου, οι Διγουανίνες, τα Απολυμαντικά αέρια και οι Επιφανειοδραστικές ουσίες.

Φαινόλες.

Φαινόλες ονομάζονται τα υδροξυπαράγωγα των αρωματικών υδρογονανθράκων που έχουν τουλάχιστον ένα υδροξύλιο ενωμένο με άνθρακα του αρωματικού δακτυλίου, με μοριακό τύπο C_6H_6O . Οι φαινόλες, ανάλογα με τον αριθμό των υδροξυλίων που είναι ενωμένα με τον αρωματικό δακτύλιο, διακρίνονται σε μονοσθενείς, δισθενείς, τρισθενείς κλπ. Χρησιμοποιούνται για την εξόντωση βακτηριδίων. Δεν έχουν εφαρμογή στους ιούς. Δεν διαβρώνουν και για αυτό βρίσκουν εφαρμογή και σε μεταλλικές επιφάνειες. Θεωρούνται ιδανικές για την απολύμανση εργαλείων, και μεταλλικών νεκροτομικών τραπεζιών.

Αλδεΐδες.

Οι αλδεΐδες είναι ένα υποσύνολο των οξυγονούχων οργανικών ενώσεων, που περιέχουν ως κύρια χαρακτηριστική ομάδα, μια τουλάχιστον «φορμυλομάδα» ή «αλδεϋδομάδα», ο γενικός τους τύπος είναι $RCHO$. Δύο κύρια είδη αλδεϋδών είναι η ορθοφθαλμαδεϋδη και η γλουταραλδεϋδη. Η ορθοφθαλμαδεϋδη είναι μια χημική

ουσία με γρήγορη δράση που έχει πολύ καλή συμβατότητα με αρκετά υλικά, δίχως να προκαλεί προβλήματα και διαβρώσεις. Επιπλέον, δεν υπάρχει κίνδυνος ερεθισμού όταν χρησιμοποιείτε αυτή η ουσία. Παρόλα αυτά, είναι ακριβότερη σε σύγκριση με την γλουταραλδεύδη, και έχει πιο αργή σποροκτόνα δράση. Αντίθετα, η γλουταραλδεύδη αποτελεί αποστειρωτική χημική ουσία, με άριστη συμβατότητα σε πολλά υλικά και με κόστος αρκετά χαμηλό. Η χρήση της πρέπει να γίνεται πάντα με ασφάλεια, καθώς, έχει επίμονη και ενοχλητική οσμή, όπου μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό στο αναπνευστικό σύστημα και αλλεργική αντίδραση αν έρθει σε επαφή με το δέρμα. [9-10]

Παρακάτω βλέπουμε τους χρόνους απολύμανσης που χρειάζεται κάθε απολυμαντικό.

Πίνακας 1. Απολυμαντικά και χρόνοι απολύμανσης. (πηγή: Organization, W. 2016)

Απολυμαντικό	Χρόνος Απολύμανσης (min)
Αντιϊκό (HBV, HIV, HCV)	5
Μυκητοκτόνο (EN1275)	5
Βακτηριοκτόνο (EN1040)	5
Φυματιοκτόνο (NF T 72 190)	10
Ιοκτόνο (NF T 72 180)	10
Σποροκτόνο (NF T 72 230) 3 log	45
Σποροκτόνο (NF T 72 230) 5 log	120

Πίνακας 2. Χρήση χλωρίου και προτεινόμενες αναλογίες. (πηγή: Organization, W. 2016)

Χρήση	Διαθέσιμο χλώριο ppm
Αίμα	10.000
Βάζα απόρριψης (εργαστηρίου)	2.500
Γενική Απολύμανση Περιβάλλοντος	1.000
Απολύμανση καθαρών οργάνων	500
Μπουκάλια θηλασμού	125
Χώροι προετοιμασίας φαγητού και εστίασης	125
Εξάλειψη της Λεγεωνέλλας από το σύστημα ύδρευσης, ανάλογα με το χρόνο έκθεσης	5-50
Πισίνες υδροθεραπείας	1,5-10
Τακτική επεξεργασία νερού	1,5-1

Παρακάτω θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά χημικών απολυμαντικών ως προς τις οδηγίες χρήσης, τις συγκεντρώσεις, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα.

Ορθοφθαλμαδεύδη

Οδηγίες χρήσης. Ο χρόνος που απαιτείται για υψηλού επιπέδου απολύμανση ποικίλλει ανάλογα με τα εθνικά πρότυπα και κατασκευαστές. Για παράδειγμα, το

Αμερικανικό πρότυπο απαιτεί 10 έως 12 λεπτά στους 20°C, το Καναδικό πρότυπο απαιτεί 10 λεπτά, και το Ευρωπαϊκό πρότυπο απαιτεί 5 λεπτά χρόνου βύθισης.

Συγκεντρώσεις για χρήση.

Προτείνεται η συγκέντρωση 0,55%. Όταν ανοιχθεί το διάλυμα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για 14 ημέρες. Σε περίπτωση που δεν έχει ανοιχτεί, έχει ζωή δύο ετών.

Πλεονεκτήματα.

- Εξαιρετική σταθερότητα σε ευρύ φάσμα pH (3-9) με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται ενεργοποίηση.
- Γρήγορη δράση με άριστη συμβατότητα υλικού που δεν πήζει το αίμα ή να κολλάει τους ιστούς σε επιφάνειες.
- Σχεδόν άοσμο.
- Μη καρκινογόνο, αλλά συνιστάται προσοχή και ο χώρος να αερίζεται.

Μειονεκτήματα.

- Πιο ακριβό από τη γλουταραλδεύδη.
- Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς στο δέρμα, στη βλεννογόνο μεμβράνη, στα ρούχα, καθώς και σε εκτεθειμένες επιφάνειες. Ο χειρισμός απαιτεί χρήση με ειδική στολή και μεγάλη προσοχή.
- Ο εξοπλισμός πρέπει να ξεπλένεται επιμελώς.
- Η απόρριψη πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τοπικούς κανονισμούς.

Γλουταραλδεύδη

Οδηγίες χρήσης.

Οι χρόνοι βύθισης ποικίλλουν μεταξύ χωρών, 10 λεπτά είναι η ελάχιστη απαίτηση για βακτηριοκτόνος δράση, 20 λεπτά για φυματιοκτόνο δραστηριότητα και >3 ώρες για σποριοκτόνο δράση.

Συγκεντρώσεις για χρήση.

Προτείνεται η συγκέντρωση 2% σε αλκαλικό pH για απολύμανση υψηλού επιπέδου. Επιπλέον, μόλις το διάλυμα ενεργοποιηθεί έχει χρόνο ζωής 14 ημέρες, αν και υπάρχουν σκευάσματα με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής 28 ημερών.

Πλεονεκτήματα.

Χρησιμοποιείται ευρέως για την απολύμανση σε αντικείμενα ευαίσθητα στη θερμότητα, όπως εύκαμπτα ενδοσκόπια. Είναι μη διαβρωτικό στα μέταλλα και σε άλλα υλικά.

Μειονεκτήματα.

Ερεθισμός και τοξικότητα. Μόλις το διάλυμα ενεργοποιηθεί, τείνει να παράγει ατμούς που μπορεί προκαλέσουν άσθμα και δερματίτιδα εξ επαφής. Πρέπει να φυλάσσεται μακριά από πηγές θερμότητας και να φυλάσσεται σε δοχεία με κλειστά καπάκια. Χρήση σε καλά αεριζόμενο χώρο.

Φορμαλδεΐδη

Ενδείξεις.

Λόγω των τοξικών και ερεθιστικών αποτελεσμάτων, η Φορμαλδεΐδη εξαιρείται από τη λίστα απολυμαντικών.

Πλεονεκτήματα.

Κανένα.

Μειονεκτήματα.

Διαπεραστική μυρωδιά, ερεθίζει τους βλεννογόνους, τη μύτη, τα μάτια, μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικό πρόβλημα και είναι επικίνδυνο για καρκινογένεση.

Υπεροξικό οξύ

Οδηγίες χρήσης.

Αυτοματοποιημένα μηχανήματα που χρησιμοποιούν υπεροξικό οξύ αποστειρώνουν χημικά ιατρικά, χειρουργικά και οδοντιατρικά εργαλεία, όπως ενδοσκόπια και αρθροσκόπια.

Συγκεντρώσεις για χρήση.

Χρησιμοποιείται σε συγκεντρώσεις από 0,1% έως 0,2% με χρόνος επαφής 5 έως 15 λεπτά. Θεωρείται ασταθής, ειδικά όταν είναι αραιωμένο. Μόλις προετοιμαστεί, θα πρέπει να χρησιμοποιείται εντός 24 ωρών.

Πλεονεκτήματα.

Έχει ένα ευρύ φάσμα των αντιμικροβιακών ιδιοτήτων, με πολύ γρήγορη λειτουργία επίδρασης. Δεν παράγει τοξικά απόβλητα και δε χρειάζεται ενεργοποίηση. Παραμένει αποτελεσματικό στην παρουσία της οργανικής ύλης, και είναι σποροκτόνο ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Δεν πήζει το αίμα, δεν στερεώνεται τους ιστούς και σε επιφάνειες. Σαφώς είναι πιο αποτελεσματικό από την γλουταραλδεΐδη.

Μειονεκτήματα.

Διαβρωτικό σε χαλκό, ορείχαλκο, μπρούτζο, απλό χάλυβα και γαλβανισμένο σίδηρο, αν και οι επιπτώσεις μπορούν να μειωθούν με πρόσθετα και τροποποιήσεις στο pH. Μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημιά στο δέρμα και στα μάτια, καθώς και στον βλεννογόνο.

Υπεροξειδίο του υδρογόνου

Οδηγίες χρήσης.

Εμπορικά διαθέσιμο σε 3% ένωση υπεροξυγόνου, είναι ένα σταθερό και αποτελεσματικό απολυμαντικό όταν χρησιμοποιείται σε επιφάνειες. Έχει χρησιμοποιηθεί σε συγκεντρώσεις από 3% με 6% για την απολύμανση μαλακών φακών επαφής, τονόμετρα, διπρίσματα και αναπνευστήρες.

Λόγο της ασυμβατότητας με τον ορείχαλκο, τον ψευδάργυρο, τον χαλκό και τον επινικέλιο/επάργυρο, πρέπει να λαμβάνεται έγκριση από το κατασκευαστή πριν την χρήση στον εξοπλισμό. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου συνήθως δεν χρησιμοποιείται για απολύμανση ενδοσκοπίων, λόγω των ανησυχιών που έχει για τις οξειδωτικές του ιδιότητες, αφού μπορεί να είναι επιβλαβής για κάποια εξαρτήματα του ενδοσκοπίου.

Συγκεντρώσεις για χρήση.

Η συγκέντρωσή του είναι μεταξύ 3% και 7,5%. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί υψηλού επιπέδου απολύμανση, η ένδειξη είναι 6%-7,5% για 30 λεπτά. Το διάλυμα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για τις επόμενες 21 ημέρες.

Πλεονεκτήματα.

Ενεργό ενάντια σε ένα ευρύ φάσμα μικροοργανισμών. Υπό κανονικές συνθήκες, το υπεροξείδιο του υδρογόνου είναι εξαιρετικά σταθερό όταν είναι σωστά αποθηκευμένο. Είναι άοσμο, έχει χαμηλή τοξικότητα και ερεθισμούς. Δεν απαιτείται ενεργοποίηση και αφαιρεί την οργανική ύλη. Δεν πήζει το αίμα και δεν παραμένει σε ιστούς και επιφάνειες.

Μειονεκτήματα.

Είναι οξειδωτικό για μεταλλικά εξαρτήματα. Όπως και με άλλα χημικά αποστειρωτικά, η αραίωση του υπεροξείδιου του υδρογόνου πρέπει να παρακολουθείτε τακτικά δοκιμάζοντας την ελάχιστη δυνατή αποτελεσματική συγκέντρωση (δηλαδή 7,5%-6,0%). Μπορεί να προκαλέσει σοβαρή οφθαλμική ζημιά αν έρθει σε επαφή με τα μάτια.

Ενώσεις με βάση το χλώριο

Συγκεντρώσεις για χρήση.

Η ελάχιστη συγκέντρωση για την εξάλειψη των μυκοβακτηρίων είναι 1000 ppm (0,1%) για 10 λεπτά, πάνω σε καθαρή επιφάνεια για σποροκτόνο δράση. Πριν χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε αντικείμενο, (εύκαμπτα ενδοσκόπια, κ.λπ.), πρέπει να ελέγχεται πάντα η συμβατότητα. Τα αντικείμενα δεν πρέπει να βυθίζονται για περισσότερο από 30 λεπτά λόγω της διαβρωτικής δραστηριότητας του στοιχείου.

Πλεονεκτήματα.

Γρήγορη δράση, χαμηλό κόστος. Ευρύ φάσμα αντιμικροβιακής δράσης. Δεν αφήνει τοξικά απόβλητα. Δεν επηρεάζεται από την σκληρότητα του νερού. Μερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την σταθερότητα του χλωρίου είναι: Η παρουσία ιόντων βαρέων μετάλλων, ασυμβίβαστο με κατιονικά απορρυπαντικά, μειωμένη απόδοση με αύξηση του pH του διαλύματος, θερμοκρασία του διαλύματος, παρουσία βιοφίλμ, παρουσία οργανικής ύλης (ιδιαίτερα εάν χρησιμοποιείται σε χαμηλές συγκεντρώσεις), καθώς και υπερώδης ακτινοβολία.

Μειονεκτήματα.

Διαβρωτικό όταν έρθει σε επαφή με μέταλλα, φθαρμένο πλαστικό, καουτσούκ, και παρόμοια στοιχεία για περισσότερο από 30 λεπτά. Η αποτελεσματικότητα πέφτει, όταν η συγκέντρωση είναι μειωμένη ή υπάρχει παρουσία οργανικής ύλης και υψηλό pH. Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς στο δέρμα, στα μάτια, και στους πνεύμονες, ειδικά όταν χρησιμοποιείται σε χώρους με κακό αερισμό. Δεν πρέπει να

χρησιμοποιείτε μαζί με φορμαλδεΐδη, καθώς μέρος της αντίδρασης παράγει καρκινογόνες ουσίες.

Αλκοόλη

Οι αλκοόλες προκύπτουν αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα υδρογόνου ενός άκυκλου υδρογονάνθρακα με υδροξύλιο, και είναι ουσίες που συναντάμε συχνά στην καθημερινή μας ζωή. Ιδιαίτερη εφαρμογή βρίσκουν σε μεταλλικές επιφάνειες λόγω του μη διαβρωτικού χαρακτήρα τους. Είναι δραστικές εναντίων των βακτηριδίων.

Συγκεντρώσεις για χρήση.

Αιθανόλη ή προπανόλη συνήθως χρησιμοποιούνται σε συγκεντρώσεις από 60%-70%

Πλεονεκτήματα.

Σημαντικό χαρακτηριστικό για την χρησιμότητά τους είναι η αναμειξιμότητα με νερό. Πιο συγκεκριμένα μόνο αλκοόλες όπως μεθανόλη, αιθανόλη και προπανόλη, μπορούν να αναμειχθούν με νερό. Από τη χημική ομάδα ουσιών αλκοόλης, τρεις χρησιμοποιούνται κυρίως στην απολύμανση και την αντισηψία: αιθανόλη, ισοπροπανόλη και n-προπανόλη.

Επιπλέον, έχει την ικανότητα να εξατμίζεται, επομένως δεν απαιτείτε το ξέπλυμα της επιφάνειας.

Μειονεκτήματα.

Δεν διεισδύει καλά σε οργανική ύλη, και θα πρέπει επομένως να χρησιμοποιείται μόνο σε σκληρές επιφάνειες ή εξοπλισμό. Πρέπει να αποθηκεύτε σε δροσερό μέρος. Τα αλκοολούχα διαλύματα είναι εύφλεκτα, οπότε πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή όταν χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία του δέρματος πριν από χρήση διαθερμίας. Σε μεγάλη ποσότητα και σε κλειστό χώρο μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των ματιών και του δέρματος. Σε περίπτωση εισπνοής σε μεγάλες ποσότητες, μπορεί να προκαλέσει πονοκέφαλο και υπνηλία. [10-12]

Παράγοντες που επηρεάζουν της αποτελεσματικότητα της διαδικασίας απολύμανσης.

-Ο αριθμός των μικροοργανισμών. Καθώς το βιοφορτίο αυξάνεται, ο χρόνος που χρειάζεται ένα απολυμαντικό να δράσει επίσης αυξάνει. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί ένας σχολαστικός καθαρισμός όλων των επιφανειών των οργάνων. Τα όργανα με πολλαπλά εξαρτήματα θα πρέπει να αποσυναρμολογούνται, να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται.

-Οργανική ύλη. Η παρουσία οργανικής ύλης, όπως ορός, αίμα, πύον, κόπρανα κ.α. έχουν την ικανότητα όχι μόνο να αδρανοποιούν την αντιμικροβιακή δράση των απολυμαντικών, αλλά και να αποτρέπουν την επαφή με το απολυμαντικό και επομένως να θέτουν σε κίνδυνο την αποτελεσματικότητά του.

-Αντοχή μικροοργανισμών στον χημικό παράγοντα. Αυτό αναφέρεται κυρίως στο φάσμα των αντιμικροβιακών δραστηριοτήτων των διαφόρων παραγόντων.

-Συγκέντρωση των παραγόντων. Αναφέρεται στη συγκέντρωση που απαιτείται σε κάθε απολυμαντικό για την παραγωγή και την αντιμικροβιακή δράση του.

-Φυσικοί και χημικοί παράγοντες. Ορισμένα απολυμαντικά έχουν τη βέλτιστη αντιμικροβιακή δράση σε ορισμένη θερμοκρασία και pH.

-Διάρκεια έκθεσης. Κάθε μέθοδος και παράγοντας απολύμανσης σχετίζεται με συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που είναι απαραίτητο για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

-Σταθερότητα. Ορισμένα απολυμαντικά είναι ασταθή στη συγκέντρωση χρήσης, π.χ. παράγοντες απελευθέρωσης χλωρίου θα πρέπει να απορρίπτονται όπως συνιστάται από τον κατασκευαστή του απολυμαντικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο - Μηχανήματα Αποστείρωσης – Κλίβανοι

Τα μηχανήματα αποστείρωσης χωρίζονται σε 4 κατηγορίες, όπου το κάθε ένα λειτουργεί διαφορετικά και έχει τα αντίστοιχα αποτελέσματα. Η πρώτη κατηγορία, είναι οι κλίβανοι ατμού και ξηρού, όπου η διαδικασία γίνεται είτε με υγρή είτε με ξηρή αποστείρωση, αυξάνοντας την θερμοκρασία.

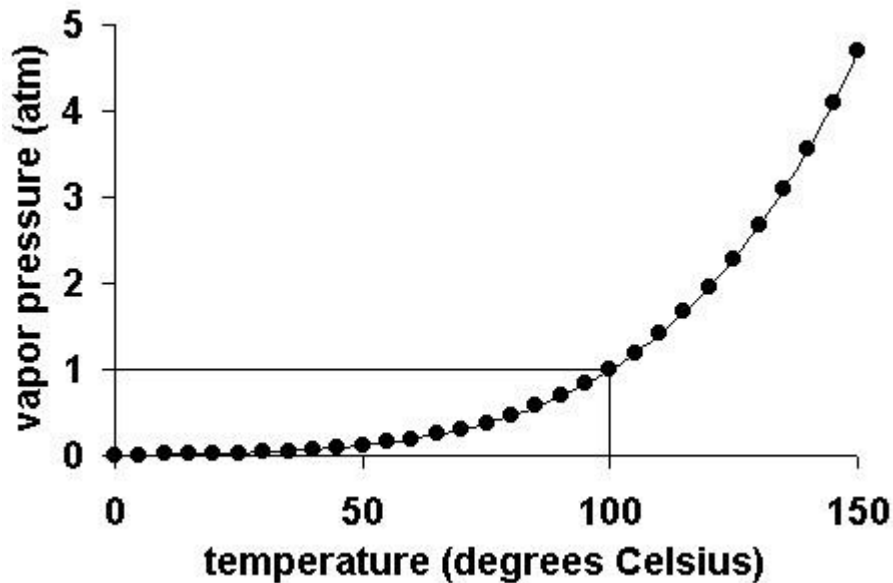
Η δεύτερη κατηγορία, είναι οι κλίβανοι οξειδίου του αιθυλενίου όπου χρησιμοποιούν θερμοευαίσθητα υλικά με μεγαλύτερη διεισδυτικότητα.

Η τρίτη κατηγορία, είναι οι κλίβανοι υπεροξειδίου του υδρογόνου όπου η αποστείρωση γίνεται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και χρόνο.

Τέλος, η τέταρτη κατηγορία είναι οι κλίβανοι πλάσματος όπου χρησιμοποιούν και διασπών το υπεροξείδιο του υδρογόνου.

Κλίβανοι Ατμού και Ξηρού

Η ποιότητα του νερού έχει κυρίαρχο ρόλο στην αποστείρωση, ειδικά σε αποστειρωτές με ατμό. Ο εξοπλισμός παραγωγής ατμού και οι αγωγοί που το μεταφέρουν, πρέπει να είναι καλά σχεδιασμένοι και κατασκευασμένοι, ώστε να συντηρούνται και να παρέχουν αξιόπιστη παροχή ατμού. Η σωστή ποιότητα ατμού παρατείνει την διάρκεια ζωής των μηχανήματων καθώς μειώνει τις πιθανότητες να επηρεαστεί το μηχάνημα από διάφορα υλικά, όπως ο ασβέστης, η σκουριά, το χλώριο και το αλάτι, που μπορούν να παραμείνουν πάνω στο όργανο, σε αντίθεση με τη χρήση μη απιονισμένου νερού. Γνωρίζουμε πως ο ατμός είναι η κατάσταση του νερού σε αέρια μορφή. Η μετατροπή του νερού από υγρή σε αέρια κατάσταση χρειάζεται μεγάλη ποσότητα θερμότητας. Σε φυσιολογικές συνθήκες, η θερμοκρασία του νερού είναι στους 100 °C, και μπορεί να αλλάξει μεταβάλλοντας την πίεση. Στο παρακάτω σχήμα μπορούμε να διακρίνουμε πως αν η ατμοσφαιρική πίεση διπλασιαστεί, η θερμοκρασία του νερού θα φτάσει περίπου τους 120 °C.



Εικόνα 2. Μεταβολή της θερμοκρασίας του ατμού με την πίεση (πηγή: chem.purdue.edu 2022)

Η δράση του ατμού έχει την ικανότητα να σκοτώνει μικρόβια και βακτήρια. Διαχέεται σε απόσταση ενός εκατοστού, και καθαρίζει την επιφάνεια σε συνεχόμενη θερμοκρασία στους 120°C. Η παραπάνω θερμοκρασία σε συνδυασμό με πίεση 4 bar απολυμαίνει με μια απλή θερμική επαφή.

Μερικά πλεονεκτήματα είναι, οι μεγάλες ποσότητες ενέργειας που μεταφέρονται, η θερμική ομοιογένεια που έχει το αντικείμενο, η σταθερή θερμοκρασία και πίεση, και τέλος η δυνατότητα να ρυθμίζεται η θερμοκρασία είτε με πίεση, είτε με ειδικές συσκευές.

Οι κλίβανοι ατμού χρησιμοποιούνται στις χειρουργικές αίθουσες και σε διάφορα τμήματα του νοσοκομείου, καθώς το νερό έχει σημαντικό ρόλο στην καταστροφή των μικροοργανισμών κατά την θέρμανσή τους. Συνήθως η πίεση του ατμού βρίσκεται στα 2,5 Bar και στους 135 °C.

Ο αέρας στον θάλαμο αφαιρείται και συμπληρώνεται με ατμό, με την βοήθεια ενός συστήματος παλλόμενης μεταβολής της πίεσης, εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη υγρή συνθήκη σε όλη την επιφάνεια του εργαλείου.

Στο τέλος της αποστείρωσης, η θερμοκρασία του υλικού μειώνεται καθώς υπάρχει πτώση της πίεσης, κάτω από την ατμοσφαιρική. Η τελευταία κατάσταση είναι η φάση ξήρανσης, και συνήθως χρησιμοποιούνται γυάλινα, μεταλλικά ή από λάστιχο αντικείμενα.

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι οι κλίβανοι διακρίνονται και ως προς την προέλευση του ατμού. Η παροχή του ατμού μπορεί να γίνει από το κεντρικό λεβητοστάσιο του νοσοκομείου, αλλά και μέσω ηλεκτρικών αντιστασέων σε ατμοδοχείο του ίδιου κλιβάνου.



Εικόνα 2. Κλίβανος Αποστείρωσης ατμού (πηγή: [Treedental](#) 2022)

Επιπλέον, ένας τρίτος τύπος κλιβάνου είναι της συνεχούς ροής ατμού, στον οποίο το δοχείο παραγωγής ατμού είναι ο θάλαμος αποστείρωσης. Αρχικά, ο χειριστής ρίχνει μια μικρή ποσότητα νερού στο κάτω μέρος της σχάρας τοποθέτησης των υλικών, και έπειτα κλείνει το καπάκι με ειδικούς σφικτήρες. Αμέσως μετά, κλείνει τον κρουνό εξαέρωσης που έχει το δοχείο, μόλις ξεκινήσουν να εξέρχονται από αυτόν υδρατμοί. Τέλος, ρυθμίζει τη θερμοκρασία, την πίεση, με τον αντίστοιχο χρόνο και κλείνει τον κρουνό εξάτμισης.

Οι ξηροί κλίβανοι αποτελούν τοπικές μονάδες αποστείρωσης εργαλείων και εξοπλισμού σε εργαστήρια, χειρουργικά τμήματα και εξωτερικά ιατρεία. Το μέγεθος του θαλάμου είναι αρκετά μικρό, με διαστάσεις $260 \times 600 \times 260 \text{ mm}^3$ κατασκευασμένο από μέταλλο, ώστε να αντέχει τις υψηλές θερμοκρασίες. Υπάρχει έξτρα ισχυρή θερμομόνωση, και η πόρτα κλείνει ερμητικά για την αποφυγή θερμικών απωλειών. Η ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στο χώρο ρυθμίζεται από μια αντίσταση 2 kW, από έναν ηλεκτρικό ανεμιστήρα και από ένα σύστημα που ελέγχει την επιθυμητή θερμοκρασία, καθώς και το χρόνο αποστείρωσης. Η αποστείρωση γίνεται σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες σε σχέση με τον κλίβανο ατμού (στους 160 για 120 λεπτά ή στους 180 για 60 λεπτά). Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την θερμοκρασία σε συνάρτηση με το χρόνο λειτουργίας του κλιβάνου. [12-14]



Εικόνα 3. Θερμοκρασία σε συνάρτηση με το χρόνο λειτουργίας του κλιβάνου αποστείρωσης ατμού (πηγή: Sibyl Preston 2019)

Κλίβανοι Οξειδίου του αιθυλενίου

Οι κλίβανοι Οξειδίου του αιθυλενίου λειτουργούν σε αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες μεταξύ 30 και 50 βαθμούς, και το ποσοστό της υγρασίας φτάνει περίπου 60%.

Επομένως, είναι η καταλληλότεροι για ακριβά εργαλεία που είναι ευαίσθητα σε υψηλές θερμοκρασίες και στην υγρασία.

Το αρνητικό αυτού του είδους κλιβάνου είναι η τοξικότητα του Οξειδίου του αιθυλενίου, όπου αναγκάζει και μετατρέπει την διαδικασία σε χρονοβόρα, καθώς τα εργαλεία πρέπει να αερίζονται.

Τα αυτόκαυστα είναι ειδικές συσκευές που παράγουν υγρή θερμότητα, και είναι μια γρήγορη μέθοδος με πολύ καλά αποτελέσματα. Εφαρμόζεται κυρίως για την αποστείρωση διαφόρων αντικειμένων, αλλά και για την νέκρωση παλαιών μικροβιακών καλλιιεργειών. Η διαδικασία έχει πολλές μεταβλητές και εξαρτάται από την θερμοκρασία, την πίεση, τον χρόνο, την υγρασία κλπ. [12-14]



Εικόνα 4. Κλίβανος Οξειδίου του αιθυλενίου (πηγή: Sada Medical 2023)

Κλίβανοι Υπεροξειδίου του υδρογόνου

Κλίβανοι Υπεροξειδίου του υδρογόνου. Είναι ιδανικός τρόπος αποστείρωσης για εργαλεία ευαίσθητα στην υψηλή θερμοκρασία αφού λειτουργεί μεταξύ 10-50 βαθμούς για λιγότερο από 1 ώρα.

Το υπεροξείδιο δεν αφήνει υπολείμματα και είναι ασφαλέστερο για χρήση από το προσωπικό αλλά και για το περιβάλλον, και δεν χρειάζεται αερισμός των υλικών μετά το τέλος της διαδικασίας. Είναι αρκετά εύκολο στην παρακολούθηση και στην καταγραφή, και είναι συμβατό με όλο τον ιατροτεχνολογικό εξοπλισμό.



Εικόνα 5. Κλίβανος Υπεροξειδίου του υδρογόνου (πηγή: [sterilucent](#) 2022)

Κλίβανος Πλάσματος

Οι κλίβανοι πλάσματος λειτουργούν όπως και η προηγούμενη μέθοδος, σε χαμηλές θερμοκρασίες, περίπου στους 50 βαθμούς. Αν και έχουν ακριβό κόστος χρήσης, χρησιμοποιούνται ακόμα στα νοσοκομεία.

Το κύριο συστατικό είναι το υπεροξείδιο του υδρογόνου, το οποίο διασπάται, παράγοντας ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου που καταστρέφουν ολοκληρωτικά τα μικρόβια, και δεν αφήνει τοξικά κατάλοιπα. Ο χρόνος κάθε αποστείρωσης είναι περίπου στα 60 λεπτά και διαφέρει ανάλογα με τη συσκευή που χρησιμοποιείται. Μετά το τέλος του κύκλου, τα αποστειρωμένα εργαλεία είναι έτοιμα για χρήση. [13-14]



Εικόνα 6. Επιτραπέζιος κλίβανος πλάσματος (πηγή: [vetovation](#) 2019)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο - Διαδικασίες Αποστείρωσης εργαλείων - Προετοιμασία αντικειμένων προς Αποστείρωση

Διαδικασία Αποστείρωσης

Η διαδικασία της αποστείρωσης έχει σημαντικά βήματα που πρέπει να πραγματοποιηθούν ώστε το αντικείμενο να είναι καθαρό και αποστειρωμένο πριν χρησιμοποιηθεί. Αρχικά, αφού η εγχείρηση έχει τελειώσει, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν καθαρίζονται όσο το δυνατόν καλύτερα γίνεται, έπειτα ελέγχονται αν είναι όλα μαζί και συσκευάζονται ώστε να πάνε για αποστείρωση. Καλό είναι να υπάρχει παραπάνω από ένα σετ εργαλείων για κάθε επέμβαση ώστε ο κίνδυνος της μόλυνσης και της μετεγχειρητικής λοίμωξης να μειώνεται. Η κάθε μέθοδο αποστείρωσης έχει και τον αντίστοιχο έλεγχο, συνήθως τοποθετείται μια βιολογική ταινία σε κάθε κλίβανο ατμού, και ελέγχεται τουλάχιστον μια φορά την βδομάδα με ζωντανούς σπόρους βακτηριδίων. Τέλος, ο αποστειρωμένος εξοπλισμός αποθηκεύεται κατάλληλα, και είναι έτοιμος για χρήση.

Η επικύρωση της διαδικασίας αποστείρωσης αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

- Πιστοποίηση εγκατάστασης.
- Πιστοποίηση λειτουργίας.
- Απόδοση.
- Τεκμηρίωση.
- Πιστοποίηση μικροβιολογικής απόδοσης.
- Αξιολόγηση αναφορών και πιστοποιητικών.

Μετά την επικύρωση της αποστείρωσής, έρχεται το επόμενο βήμα, η αξιολόγηση. Η αξιολόγηση της αποστείρωσης πραγματοποιείται πριν από την πρώτη χρήση και στην συνέχεια περιοδικά, τουλάχιστον μια φορά το χρόνο. Μόλις εγκατασταθεί ο εξοπλισμός, πρέπει να γίνεται δοκιμή από το προσωπικό του κέντρου και τον κατασκευαστή, ώστε να επιβεβαιώσει ότι ο εξοπλισμός λειτουργεί σωστά. Παρακάτω βλέπουμε συνοπτικά την διαδικασία αποστείρωσης. [12]



Εικόνα 7. Διαδικασία αποστείρωσης (πηγή: Σακκάς Ι.Δ. 2013)

Πρώτη Ζώνη

Το στάδιο της πρώτης ζώνης περιλαμβάνει τον καθαρισμό, την απολύμανση, το στέγνωμα και τέλος την λίπανση. Τα χειρουργικά εργαλεία καθαρίζονται και απολυμαίνονται με χημικούς παράγοντες, πριν από κάθε χρήση. Έπειτα, ξεπλένονται από τις χημικές ουσίες που έχουν χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση, και τοποθετούνται σε ειδικούς στεγνωτήρες. Αμέσως μετά ελέγχονται και λιπαίνονται με ειδικά λάδια σε σημεία που χρειάζονται τακτική λίπανση, και παρατείνουν τον χρόνο ζωής τους. Συνήθως αυτό το στάδιο παραλείπεται και ως συνέπεια τα ευαίσθητα τμήματα κάποιων εργαλείων να φθείρονται με πιο γρήγορους ρυθμούς.

Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά η πρώτη ζώνη, θα πρέπει και το προσωπικό να εκτελεί τα αντίστοιχα βήματα. Όλο το προσωπικό θα πρέπει να λαμβάνει αυστηρά μέτρα προστασίας λόγω των επικίνδυνα μολυσμένων υλικών που εισέρχονται στην αποστείρωση, και φέρουν μολυσματικούς παράγοντες (ιστοτεμάχια, αίματα). [11]

Δεύτερη Ζώνη

Στην δεύτερη ζώνη πραγματοποιείτε ο έλεγχος λειτουργίας των εργαλείων, και η τακτοποίησή τους σε συγκεκριμένα κουτιά με ειδικά φίλτρα. Μέσα στα ειδικά αυτά κουτιά υπάρχουν δείκτες που υποδεικνύουν αν το πακέτο των εργαλείων έχει αποστειρωθεί σωστά και είναι κατάλληλο για χρήση. Το επόμενο βήμα, είναι, τα εργαλεία να μπουν σε κλιβάνους όπου η μεγάλες πιέσεις και θερμοκρασίες έχουν μικροβιοκτόνο δράση. [11]

Τρίτη Ζώνη

Στην τρίτη και τελευταία ζώνη τα αποστειρωμένα υλικά και εργαλεία αποθηκεύονται σε κατάλληλους χώρους. Για να γίνει η σωστή αποθήκευση το προσωπικό πρέπει να κάνει μερικά σημαντικά βήματα. Αρχικά, τα υλικά, πρέπει να ελεγχθούν ώστε ο καθαρισμός τους να έχει πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρωτόκολλα απολύμανσης, με κατάλληλες χημικές ουσίες και στο απαιτούμενο χρονικό διάστημα, ώστε να έχει εξαλειφθεί οποιοδήποτε μικροβιακό φορτίο και οργανική ουσία (υγρά, αίμα κλπ.). Αμέσως μετά, ο υπεύθυνος για την λειτουργικότητα των εργαλείων ελέγχει για τυχόν οξειδώσεις, οπές ή αιχμές στις συσκευασίες. Αν κρίνει ότι υπάρχει οποιαδήποτε αλλοίωση, τότε η αποστείρωση του συγκεκριμένου εργαλείου πρέπει οπωσδήποτε να επαναληφθεί. Αφού τα εργαλεία καθαριστούν, απολυμανθούν, ελεγχθούν και αποστειρωθούν, συσκευάζονται ανάλογα με το είδος τους και την χρησιμότητά τους.

Μερικά από τα εργαλεία που χρειάζονται αποστείρωση είναι:

- Εμφυτεύματα
- Κυστεοσκόπια
- Αρθροσκόπια
- Λαπαροσκόπια
- Βελόνες
- Αγγειακοί καθετήρες
- Διάφορα χειρουργικά εργαλεία
- Καρδιακοί και ουρολογικοί καθετήρες [11]

Χώρος παραλαβής και καθαριότητας

Η απολύμανση και ο καθαρισμός των εργαλείων αμέσως μετά από ένα χειρουργείο, αυξάνει το χρόνο ζωής του αντικειμένου και παρέχει καλύτερη προστασία στο προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την μεταφορά. Όταν ο χρόνος διάβρωσης αυξάνεται, και ο ρύπος παραμένει περισσότερο πάνω στο εργαλείο, ο καθαρισμός του γίνεται όλο ένα και πιο δύσκολος με μεγαλύτερη πιθανότητα φθοράς κατά την διαδικασία του καθαρισμού. Μετά από κάθε εγχείρηση πρέπει να απομακρύνονται τα διάφορα υπολείμματα (αίματα, ιστοί, οστά) με μια υγρή γάζα, και να ελέγχονται βάση εντύπου. Στην συνέχεια, μεταφέρονται στην πρώτη ζώνη, μαζί με το ειδικό έντυπο καταμέτρησης και καταγραφής εργαλείων, και ξεκινά η καταμέτρησή τους. Σε

περίπτωση όμως που υπάρξει έλλειψη κάποιου αντικειμένου, τότε καταγράφεται, και ενημερώνεται το προσωπικό του χειρουργείου.

Παρακάτω, θα αναφερθούν, τα βήματα που πρέπει να ακολουθούνται πριν την διαδικασία του καθαρισμού, καθώς και τα σημεία που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή:

Πρέπει:

- Το απορρυπαντικό να παρασκευάζεται στη σωστή συγκέντρωση και θερμοκρασία και να χρησιμοποιείται για συγκεκριμένο χρόνο επαφής.
- Τα εργαλεία να είναι υγρά και καθαρά το συντομότερο δυνατό αμέσως μετά τη διαδικασία.
- Αποσυναρμολόγησή εργαλείων πριν τον καθαρισμό.
- Ανοίγμα των αρθρωτών οργάνων για να εξασφαλίζεται η πρόσβαση σε όλες τις επιφάνειες.
- Χρήση κατάλληλων βουρτσών για καθαρισμό αντικειμένων με αυλάκι.
- Επιθεώρηση των οργάνων μετά τον καθαρισμό.
- Ο καθαρισμός να γίνεται κάτω από την επιφάνεια του νερού, ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος παραγωγής αερολύματος.

Απαγορεύεται:

- Να μην χρησιμοποιούνται μεταλλικές βούρτσες ή οποιοδήποτε άλλο λειαντικό αντικείμενο όταν καθαρίζονται τα εργαλεία.
- Να μην υπερφορτώνονται οι δίσκοι στα πλυντήρια.
- Να μην φράζονται οι βραχίονες ψεκασμού στα πλυντήρια.
- Να μην βυθίζεται ο ηλεκτρικός εξοπλισμός και τα ηλεκτρικά είδη.
- Να μην χρησιμοποιείται απολυμαντικό που δεν προορίζεται για ιατρικές συσκευές. [11-12]

Συσκευασία

Οι συσκευές απαιτούν συσκευασία πριν από την αποστείρωση. Το υλικό και οι τεχνικές συσκευασίας είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να συγκρατούν, να προστατεύουν και να διατηρούν την στειρότητα. Το επιλεγμένο υλικό εξαρτάται από τα διεθνή πρότυπα και την μέθοδο αποστείρωσης.

Γενικές αρχές για την συσκευασία.

- Η επιλογή και ο τύπος του υλικού που θα χρησιμοποιηθούν για την συσκευασία των οργάνων, εξαρτάται από τον τύπο αποστείρωσης που θα πραγματοποιηθεί.
- Κάθε συσκευασία πρέπει να έχει έναν εξωτερικό χημικό δείκτη, μια ετικέτα για το τι περιέχει, αριθμό παρτίδας, ημερομηνία λήξης και τα αρχικά του χρήστη. Όταν επιλέγεται ένα σύστημα συσκευασίας, η ικανότητα κάθε συγκεκριμένου προϊόντος πρέπει να έχει καθορισμένες απαιτήσεις και κριτήρια και να αξιολογείτε ανάλογα.
- Πρέπει να επιλέγεται κατάλληλο μέγεθος περιτυλίγματος ώστε να καλύπτει όλη την επιφάνεια του αντικειμένου.
- Μερικά σκεύη δεν πρέπει να τοποθετούνται σε λινά υφάσματα, καθώς μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα στην αποθήκευση.

- Οι συσκευασίες μιας χρήσης πρέπει να απορρίπτονται σύμφωνα με τους κανόνες υγιεινής.
- Τα πακέτα με τα ευαίσθητα αντικείμενα πρέπει να συσκευάζονται με προσεκτικό τρόπο.
- Τα όργανα που έχουν εσοχές πρέπει διαχωρίζονται με μη πορώδες υλικό ώστε να είναι αποτελεσματική η κυκλοφορία ατμού.
- Πρέπει να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ υλικού συσκευασίας και διαδικασίας αποστείρωσης.
- Οι χημικοί δείκτες στο εσωτερικό της συσκευασίας να είναι συμβατοί.

Απαιτήσεις για συστήματα συσκευασίας.

Τα συστήματα συσκευασίας πρέπει να είναι κατάλληλα για τα αντικείμενα που αποστειρώνονται, για τη μέθοδο αποστείρωσης, και να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, σε συμφωνία με τις παρακάτω προϋποθέσεις. Να υπάρχει άδεια αναγνωρίσεις περιεχομένου, το περιεχόμενο της συσκευασίας να προστατεύεται από τη φυσική φθορά, και να διατηρείτε η στείρωση του. Σημαντικό είναι να υπάρχει σφραγίδα αποστείρωσης, να είναι συμβατό και ικανό να αντέχει τις φυσικές συνθήκες της διαδικασίας αποστείρωσης και να επιτρέπει τη διείσδυση και την αφαίρεση του αποστειρωτικού. Τέλος, να έχει αντοχή σε τρυπήματα, σκισίματα και άλλες βλάβες που μπορεί να σπάσουν το αποστειρωμένο φράγμα και να προκαλέσουν μόλυνση, να είναι χωρίς τρύπες, χωρίς τοξικά συστατικά, χωρίς χνούδι, αδιάβροχο, και να έχει την δυνατότητα σφράγισης μόνο μία φορά. [11-12]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο - Τρόποι και Μέθοδοι Αποστείρωσης εργαλείων

Μέσα και μέθοδοι, Καθαρισμός

Η καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών και των σπόρων τους επιτυγχάνεται με την επίδραση Χημικών μέσων, Φυσικών μέσων, την ακτινοβολία και την θερμότητα. Ο σωστός καθαρισμός είναι απαραίτητος πριν την διαδικασία της απολύμανσης. Η επιλογή του κατάλληλου μέσου, εξαρτάται από το επίπεδο απολύμανσης, το είδος εξοπλισμού, την ασφάλεια και το κόστος του προτεινομένου απολυμαντικού. Ο καθαρισμός του αντικειμένου μειώνει το μικροβιακό φορτίο και καθιστά πιο εύκολη την αποστείρωση. Είναι σημαντικό κατά την διαδικασία του καθαρισμού το εργαλείο να αποσυναρμολογείται και να καθαρίζεται ξεχωριστά το κάθε εξάρτημά του, με κάποια γάζα, πανάκι ή βουρτσάκι μιας χρήσης. Όταν κάποιο μέρος του εργαλείου είναι δύσκολο να καθαριστεί, τοποθετείται σε πλυντήριο υπερήχων, όπως θα δούμε παρακάτω. [9]

Πίνακας 3. Κριτήρια για πια μέθοδο χρειάζεται κάθε εργαλείο. (πηγή: Organization, W. 2016)

Ερωτήσεις που πρέπει να γίνουν	Εκτίμηση
Ποιος είναι ο σκοπός της συσκευής.	Είναι επεμβατική συσκευή;
Επανεπεξεργασία των οδηγιών του κατασκευαστή.	Αξιολόγηση επιπέδου απολύμανσης.
Μπορεί να γίνει επανεπεξεργασία του	Καθαρίζεται σωστά, και η κεντρική

αντικειμένου;	αποστείρωση έχει τους πόρους για την συντήρησή του;
Είναι διαθέσιμοι οι πόροι για την εγκατάσταση, τον καθαρισμό, την απολύμανση, και την αποστείρωση;	Τι είναι διαθέσιμο;
Πόσο σύντομα θα χρειαστεί η συσκευή;	Μπορεί το αντικείμενο να σταλεί στο τμήμα αποστείρωσης, ή πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία στο σημείο χρήσης? Υπάρχουν επαρκείς συσκευές για τον αριθμό των ασθενών που απαιτεί τη χρήση του;

Παράγοντες που επηρεάζουν την καθαρότητα.

Υπάρχουν πολλαπλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας καθαρισμού, όπως θα δούμε παρακάτω.

Ποσότητα και Ποιότητα των απολυμαντικών.

Ποιότητα νερού και θερμοκρασία.

- Ορισμένα χημικά καθαρισμού έχουν σχεδιαστεί για χρήση σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες.
- Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο καθαρό νερό, τότε η επαναχρησιμοποίηση του μπορεί να εναποθέσει τοξίνες στις ιατρικές συσκευές.
- Η σκληρότητα του νερού μπορεί να αλλάξει την αποτελεσματικότητα του καθαριστικού και να προκαλέσει κηλίδες.

Διαθεσιμότητα και χρήση χημικών καθαριστικών.

- Σε περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμο κάποιο καθαριστικό, ο καθαρισμός πραγματοποιείται με τη χρήση νερού και τριβής.
- Είναι σημαντικό να ακολουθούνται οι οδηγίες χρήσης του κατασκευαστή σχετικά με το ποσοστό αραίωσης που μπορεί να διαλυθεί η χημική ουσία στο νερό.

Εκπαίδευση προσωπικού.

- Το προσωπικό πρέπει να είναι εκπαιδευμένο, και να εκτελεί σωστά την διαδικασία καθαρισμού του εξοπλισμού και των εργαλείων.
- Επιπλέον το προσωπικό θα πρέπει να είναι εξοικειωμένο με τις ιατρικές συσκευές, ώστε να αναγνωρίζει ποια μέθοδος καθαρισμού είναι κατάλληλη για κάθε συσκευή (π.χ. αυλούς, αποσυναρμολόγηση και επανασυναρμολόγηση αντικειμένων).

Αποστείρωση με φυσικά μέσα

Ξηρός κλίβανος.

Η αποστείρωση με ξηρή θερμότητα, έχει χρήση περισσότερο στον οδοντιατρικό τομέα καθώς έχει χαμηλό κόστος, ασφάλεια, και μικρό αριθμό ανεπιθύμητων προβλημάτων στα αποστειρωμένα εργαλεία.

Το εσωτερικό της διάταξης του ξηρού κλιβάνου, περιέχει ηλεκτρικές αντιστάσεις οι οποίες θερμαίνονται ανάλογα με τις προτιμήσεις του χειριστή και το χρόνο αποστείρωσης του αντικειμένου. Μερικές επιλογές που μπορεί να λάβει είναι, η λειτουργία στους 160 °C, για παραπάνω από δύο ώρες ή η λειτουργία στους 170 °C

για παραπάνω από μία ώρα ή στους 180 °C για 45 λεπτά κλπ. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μερικά από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει, είναι, το χαμηλό κόστος και η καταγραφή ανά κύκλο αποστείρωσης, λιγότερα προβλήματα στα εργαλεία, ο μειωμένος χρόνος προετοιμασίας, καθώς και η ένδειξη του αποτελέσματος με την βοήθεια δεικτών και μηχανικών καταγραφών που είναι εγκαταστημένοι. Αντίθετα τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου, είναι ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να φθάσει η θερμοκρασία στο κατάλληλο σημείο, η κακή κατανομή και διεισδυτικότητα της θερμότητας, ιδίως όταν δεν υπάρχει κυκλοφορητής αέρα, καθώς και η αλλοίωση ή ακόμα και η καταστροφή θερμοευαίσθητων εργαλείων και οργάνων.

Αυτόκαυστος κλίβανος.

Η αποστείρωση με υγρή θερμότητα, με την μορφή ατμού, πραγματοποιείται σε ειδικό θάλαμο, όπου τοποθετούνται τα καθαρά και πλυμένα εργαλεία. Έτσι, ως συνέπεια, καταστρέφονται όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί καθώς και τα σπόρια τους.

Ο κλίβανος λειτουργεί σύμφωνα με την θερμοκρασία, την πίεση και τον χρόνο. Ο χειριστής μπορεί να επιλέξει τις κατάλληλες παραμέτρους για αποστείρωση. Για παράδειγμα μπορεί να ρυθμίσει από 15-20 λεπτά σε θερμοκρασία 121 °C και σε πίεση 15 psi ή 3-5 λεπτά σε θερμοκρασία 134 °C και πίεση 30 psi. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι, ο χρόνος αποστείρωσης, η διεισδυτικότητα, η δυνατότητα αποστείρωσης μεγάλης γκάμας υλικών, καθώς και η καταγραφή του κύκλου και του αποτελέσματος. Αντίθετα, τα αρνητικά της τεχνικής αυτής, είναι η δυσκολία αποστείρωσης των κοπτικών εργαλείων και λειτουργικών άκρων, η οξείδωση και η καταστροφή πολλών διατάξεων.

Αποστείρωση με μικροκύματα

Η αποστείρωση με μικροκύματα στηρίζεται στην αρχή της διέγερσης μορίων νερού, όπου επιδρά πάνω τους υψηλή συχνότητα (2450 MHz). Μέσα από αυτή την διεργασία τα μικροκύματα έχουν την ικανότητα να παράγουν τριβή μέσω των μορίων του νερού, με αποτέλεσμα να παράγεται θερμότητα. Είναι διαμορφωμένα με ειδικό τρόπο για να προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα, όπως η χαμηλή θερμοκρασία και η μικρή διάρκεια (3 λεπτών) που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η αποστείρωση. Αντίθετα, το ποσοστό μιας επιτυχημένης αποστείρωσης μειώνεται όταν τοποθετούνται πολύπλοκα εργαλεία που έχουν μικρά και πολλά εξαρτήματα, όπως κεφαλές, σωληνώσεις και άλλα. Η τεχνική αυτή συνήθως εφαρμόζεται σε εργαλεία τα όποια έχουν δοκιμαστεί και έχει καταγραφεί η όλη διαδικασία αποστείρωσής τους. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι διάφορα μεταλλικά εργαλεία όπως λεπίδα από νυστέρι, περιστροφικά κοπτικά (εγγλυφίδες χάλυβα, εγγλυφίδες αδαμαντόκονης κλπ.), δεν είχαν υποστεί κάποια αλλοίωση μετά από αρκετές αποστειρώσεις.

Χημική απολύμανση

Ο όρος χημική απολύμανση αναφέρεται στην διαδικασία όπου καταστρέφονται τα μικρόβια και όχι οι σπόροι τους. Επομένως η αποστείρωση με χημικά μέσα είναι περιορισμένη εκτός αν ο χρόνος έκθεσης είναι μεγαλύτερος.

Τα χημικά μέσα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι το οξείδιο του αιθυλενίου και διάφορα χημικά διαλύματα.

Αποστείρωση με οξείδιο του αιθυλενίου.

Το παραπάνω αέριο χρησιμοποιείται στην υγρή αλλά και στην αέρια μορφή του, όπου εξουδετερώνει τους μικροοργανισμούς, όταν έρθει σε επαφή. Όταν βρίσκεται σε υγρή μορφή είναι διαφανές, δίχως κάποιο χρώμα, και είναι καυστικό καθώς μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα στο δέρμα. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι αυτή η μέθοδος δεν λειτουργεί αποτελεσματικά με όλα τα είδη χειρουργικού υλικού. Χρησιμοποιείται κυρίως για αναισθησιολογικά υλικά, πλαστικά, βηματοδότες, και βαλβίδες καρδιάς τα οποία είναι ευαίσθητα στις υψηλές θερμοκρασίες και την υγρασία.

Στο πρακτικό κομμάτι τα υλικά πρέπει να καθαριστούν, όπως συμβαίνει και με άλλες μεθόδους, και πριν πακεταριστούν, πρέπει να στεγνώσουν πάρα πολύ καλά, καθώς το αιθυλενοξείδιο είναι αρκετά εύφλεκτό.

Στο εμπόριο βρίσκεται πάντοτε ανάμεικτο με άλλα αέρια, όπως το Anprolene, Carboxide, και το Penn oxide. Παρακάτω βλέπουμε ένα πίνακα με το μίγμα που περιέχει το κάθε αέριο.

Πίνακας 4. Αναλογίες κάθε αερίου (πηγή: Σπυρόπουλος, Β. 2015)

Είδος Αερίου	Μίγμα
Anprolene	84% οξείδιο του αιθυλενίου και 16% αδρανή αέρια
Carboxide	10% οξείδιο του αιθυλενίου και 90% διοξείδιο του άνθρακα
Penn oxide	12% οξείδιο του αιθυλενίου και 80% διοξείδιο του άνθρακα

Η διαδικασία της αποστείρωσης γίνεται σε ειδικούς κλιβάνους Anprolene, αποτελούμενους από μεταλλικά δοχεία, καλύμματα, και λαβές. Υπάρχει ένας ειδικός πλαστικός σάκος Anprolene με πάχος 3 χιλιοστά, ο οποίος περιέχει τα υλικά, μέσα σε σακούλες, με δείκτη αποστείρωσης και αμπούλες αερίου. Η διαδικασία ξεκινάει ως εξής: Αρχικά, το μίγμα που βρίσκεται σε υγρή μορφή ξεκινά να βράζει, όταν η αμπούλα που βρίσκεται στην συσκευασία σπάσει με μια μικρή πίεση, τότε μεταβάλλεται σε αέριο και ξεκινάνε να γεμίζουν οι πλαστικές σακούλες που περιέχει. Τέλος, αφότου έχει βγει ο αέρας από τον σάκο, δένεται πολύ καλά, και τοποθετείται στο μεταλλικό κλίβανο. Μια από τις ιδιότητες του αερίου είναι ο χρόνος εξασθένησης, όπου μπορεί να έχει μεγάλη διάρκεια παραμονής μέσα στο σάκο. Η πυκνότητά στο εσωτερικό του σάκου διατηρείται σε 600-800 μg / λίτρο χώρου. Ο κύκλος της αποστείρωσης έχει διάρκεια 12 ώρες, δηλαδή ο χρόνος εξασθένησης του αερίου.

Ο κλίβανος πρέπει να τοποθετείται σε απομονωμένο χώρο με σωλήνα εξαέρωσης που να καταλήγει έξω από το κτίριο, ώστε η επαφή με το προσωπικό να είναι όσο δυνατόν λιγότερη.

Αποστείρωση με χημικά απολυμαντικά.

Η απολύμανση με χημικά απολυμαντικά εφαρμόζεται μόνο όταν τα αντικείμενα έχουν καθαριστεί προσεκτικά και δεν υπάρχουν υπολείμματα από αίμα, πύο, ελαιώδης ουσίες κτλ. ώστε το απολυμαντικό να επιδρά στο μέγιστο.

Είναι απαραίτητο ο/η νοσηλεύτης/νοσηλεύτρια να έχει γνώση για το πιο χημικό αντισηπτικό είναι κατάλληλο για το κάθε εργαλείο αντίστοιχα. Η αποτελεσματικότητα του επηρεάζεται από παράγοντες όπως:

- τον αριθμό των μικροβίων.
- την δυνατότητα να έρθει σε επαφή με το μικρόβιο.
- την θερμοκρασία, την πυκνότητα και το pH του απολυμαντικού.
- τον χρόνο εμφάνισης.
- τον χρόνο ζωής του διαλύματος.
- την αντοχή των μικροβίων.
- την παρουσία οργανικών ουσιών ή απορρυπαντικών. [15-16]

Πλύσιμο στο πλυντήριο

Η διαδικασία απολύμανσης με την μέθοδο του πλυντηρίου προϋποθέτει ότι μετά από κάθε χειρουργική επέμβαση, όλα τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν πρέπει να σκουπίζονται και να καθαρίζονται με υγρή γάζα και αποστειρωμένο νερό, ώστε να απομακρυνθούν διάφορα υγρά, λιπαρές ουσίες και αίμα. Μετά το χειρουργείο όλα τα εργαλεία, ακόμα και αυτά που δεν χρησιμοποιήθηκαν, τοποθετούνται σε ένα καλάθι με ανοιχτά κλείστρα, μέσα σε μεγάλη λεκάνη όπου ξεπλένονται με άφθονο τρεχούμενο νερό. Σε περίπτωση που τα εργαλεία έχουν έρθει σε επαφή με οποιοδήποτε απολυμαντικό υγρό, είναι απαραίτητο να ξεπλυθούν πολύ καλά, πριν ξεκινήσει η διαδικασία απολύμανσης και μπουν στο εσωτερικό του πλυντηρίου.

Ένα πλυντήριο αποτελείται από θάλαμο σε μορφή σήραγγας, με δύο πόρτες ασφαλείας. Όταν τα εργαλεία εισέρχονται τοποθετούνται σε συρόμενες σκάρες και πλένονται με ζεστό νερό από περιστρεφόμενους έλικες.

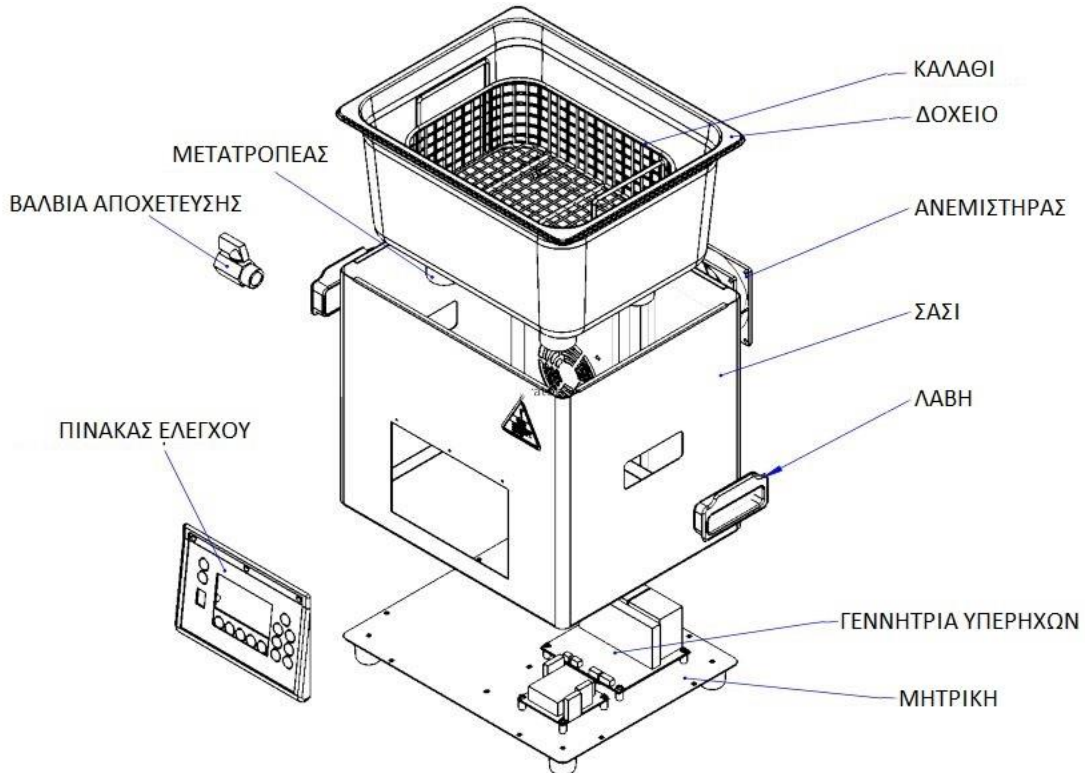
Ο/Η νοσηλεύτης/νοσηλεύτρια πρέπει πάντα να προσέχει τα αντικείμενα να μην χτυπιούνται μεταξύ τους και να μην είναι το ένα πάνω στο άλλο. Μια φορά την εβδομάδα πρέπει να γίνεται οπωσδήποτε καθαρισμός των πλυντηρίων αλλά και των ελίκων.

Οι δόσεις των απορρυπαντικών, απολυμαντικών, και διαβρωτικών πρέπει να τηρούνται αυστηρά με βάση της οδηγίες της κατασκευάστριας εταιρίας, και οι θερμοκρασίες προ πλύσης και κυρίως πλύσης να είναι 40-45°C.

Τα πλεονεκτήματα του κλιβάνου πλυντηρίου είναι πως τα εργαλεία σηπτικής επέμβασης δεν έρχονται σε επαφή με άλλα εργαλεία, και επομένως η εξάπλωση των μικροβίων δεν υπάρχει. Ο κλιβανός είναι προτιμότερο να τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο του εργαστηρίου, έτσι ώστε τα σηπτικά εργαλεία να μεταφέρονται αμέσως από τη χειρουργική αίθουσα. [16-17]

Πλύσιμο με υπερήχους

Τα αντικείμενα που πρόκειται να πλυθούν σε πλυντήριο υπερήχων, πλένονται κάθε φορά με άφθονο νερό πριν την έναρξη της διαδικασίας. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που παρέχει η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ότι ο καθαρισμός μπορεί να φτάσει σε οποιοδήποτε σημείο φτάνει και το νερό. Επομένως καθίσταται ιδανικός τρόπος για εργαλεία μικροχειρουργικής, αυλακωτά, κοίλα με μικρές οπές και οδοντιατρικά.



Εικόνα 8. Πλυντήριο υπερήχων (πηγή: [scientzbio](#) 2023)

Η συσκευή αποτελείται από μια πηγή υπερήχων, ένα μετατροπέα (των ηλεκτρικών σε υπερήχους), και από το δοχείο που περιέχει το καθαριστικό υγρό. Οι απολυμαντικές ουσίες πρέπει να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Η θερμοκρασία του απολυμαντικού υγρού πρέπει να είναι μεταξύ 25 και 40°C. Κατά την διεξαγωγή του καθαρισμού τα όργανα και τα εργαλεία πρέπει να καλύπτονται εντελώς από το διάλυμα ώστε να καθαριστούν. Τα όργανα πρέπει να αποσυναρμολογούνται όσο αυτό είναι εφικτό. Το διάλυμα θα πρέπει να ανανεώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο συνολικός χρόνος καθαρισμού είναι περίπου 5 λεπτά. Τέλος, τα εργαλεία πρέπει να ξεπλένονται προσεκτικά και να στεγνώνουν πριν προχωρήσουν στην αποστείρωση. Η ποιότητα του καθαρισμού ελέγχεται με οπτική εντόπιση, δοκιμασία TOSI, και με ανάλυση παραμέτρων όπως ο χρόνος, η θερμοκρασία κ.α.

Οι παραπάνω εργασίες καθαρισμού και απολύμανσης γίνονται στην ακάθαρτη περιοχή από ένα ή δυο χειριστές που παραμένουν στην περιοχή αυτή. Τα μέτρα προστασίας που πρέπει να λαβαίνουν είναι:

- Γάντια.

- Μάσκα.
- Γυαλιά.
- Πλαστική ποδιά. [16-17]

Ακτινοβολίες

Οι ακτινοβολίες δρουν πάνω στα μικρόβια με τους παρακάτω δύο τρόπους. Προκαλούν θανατηφόρες χημικές μεταβολές στο πρωτόπλασμα του μικροβίου, και δημιουργούν θανατηφόρες μεταλλάξεις.

Υπάρχουν οι υπεριώδεις ακτινοβολίες με μήκος κύματος 2000 Å - 4000 Å, και η ιονίζουσα ακτινοβολία με μήκος κύματος <2000 Å. Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως οι υπεριώδεις ακτινοβολίες είναι κατάλληλες για αντικείμενα με σχετικά μικρό πάχος, καθώς η διεισδυτική τους ικανότητα είναι μικρή. Χρησιμοποιούνται μικρές ειδικές συσκευές (διαστάσεων 50x20x20) εκπομπής υπεριώδους ακτινοβολίας με μήκος κύματος στα 2000 Å που προσφέρουν άμεση αποστείρωση σε χρονικό διάστημα 5-10 λεπτών, και παράλληλα εκπέμπουν ατμούς όζοντος που καθαρίζουν τον αέρα. Όπως σε όλες τις μεθόδους έτσι και εδώ, οι συσκευές δεν πρέπει να φορτώνονται με πολλά αντικείμενα. Η ακτινοβολία που χρησιμοποιείται στην αποστείρωση είναι ιονίζουσα ακτινοβολία, ακτίνες γάμμα, ακτίνες βήτα για άλλους τομείς, και η υπεριώδη ακτινοβολία.

Γνωρίζουμε πως για να καταστραφούν οι σπόροι των μικροβίων χρειάζεται ισχυρή υπεριώδη ακτινοβολία, αυτό, επιτυγχάνεται με τη χρήση λαμπτήρων ατμού υδραργύρου. Οι συγκεκριμένοι λαμπτήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για την αποστείρωση δωματίων, χώρων, και επιφανειών. Οι ακτίνες γάμμα, που παράγονται από μια πηγή κοβάλτιου 60, ως ηλεκτρομαγνητικά κύματα, είναι αρκετά οικονομική μέθοδος με μεγαλύτερη διείσδυση από τις ακτίνες βήτα. Τα περισσότερα ιατρικά είδη έχουν ως τρόπο αποστείρωσης την παραπάνω μέθοδο. Αντίθετα, η ιονίζουσα ακτινοβολία έχει ακόμη καλύτερη διεισδυτικότητα και αποτελεσματικότερη δράση κατά των μικροβίων σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Η ανθεκτικότητα των ιών στην ακτινοβολία είναι αντίστροφη του μεγέθους τους. [16-17]

Ακόρεστους χημικούς ατμούς

Ο κλίβανος χημικών ατμών αποστειρώνει με ένα μίγμα από αλκοόλη, φορμαλδεΰδη, ακετόνη και απεσταγμένο νερό. Το αποτέλεσμα του είναι ανάλογο της θερμοκρασίας, της πίεσης και του χρόνου. Η εσωτερική θερμοκρασία του θαλάμου κατά την λειτουργία βρίσκεται στους 131 °C, η πίεση στα 20 psi και ο κύκλος του έχει χρονική διάρκεια 30 λεπτά.

Η παραπάνω μέθοδος διακρίνεται για το μικρό κύκλο αποστείρωσης, τη μη πρόκληση βλάβης σε μεταλλικά εργαλεία αλλά και για την διεισδυτικότητα των ατμών φορμαλδεΰδης. Αντίθετα, τα εργαλεία που είναι ευαίσθητα στην θερμότητα θα πρέπει να αποφεύγουν αυτή τη μέθοδο αποστείρωσης. Η έντονη οσμή από τους ατμούς

φορμαλδεΐδης αλλά και ένα μικρό ποσοστό διαφυγής των ατμών αυτών στο χώρο, τον καθιστά επιβλαβή και πρέπει οπωσδήποτε να αερίζεται με την βοήθεια κατάλληλου απορροφητήρα. [16-17]

Άλλες μέθοδοι αποστείρωσης

Αποστείρωση αερίου.

Η αποστείρωση αερίου είναι μια εναλλακτική λύση της αποστείρωσης ατμού, και πρέπει πάντα να λαμβάνονται υπόψιν οι τοξικολογικοί κίνδυνοι για το προσωπικό και τους ασθενείς, και οι συνέπειες της μακροχρόνιας χρήσης πάνω στα εργαλεία.

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί ένα μικροβιοκτόνο αέριο σε χαμηλή θερμοκρασία που βρίσκεται σε αεροστεγές σύστημα κατάλληλο για αποστείρωση ευαίσθητου εξοπλισμού θερμότητας. Πριν την τοποθέτηση του εξοπλισμού στο αεροστεγές σύστημα πρέπει να ελέγχεται για το αν πληροί και τις προϋποθέσεις ώστε να υποβληθεί στην αποστείρωση ατμού. Όλα τα απαραίτητα κριτήρια για την θερμοκρασία, την υγρασία, την συγκέντρωση αερίου και την διάρκεια έκθεσης πρέπει να είναι ίδια σε όλες τις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες του αντικειμένου που αποστειρώνεται. Για να υποβληθεί μια διαφορετική μέθοδος αποστείρωσης πρέπει να πραγματοποιείτε διαβούλευση με τον επιδημιολόγο νοσοκομείων.

Γλουταραλδεΐδη.

Μια άλλη χημική ουσία που βοηθά στην αποστείρωση των εργαλείων είναι η γλουταραλδεΐδη. Η γλουταραλδεΐδη είναι διαθέσιμη σε υγρό διάλυμα 2%, και ενεργοποιείτε με την προσθήκη σκόνης ή υγρού ρυθμιστικού διαλύματος που προσφέρεται μαζί. Η ολική εμβάπτιση ενός αντικειμένου στο υγρό διάλυμα καταστρέφει τις βλαστικές μορφές των βακτηριδίων, τους μύκητες και τους ιούς σε 30 λεπτά, αλλά και τους σπόρους σε διάρκεια 10 ωρών. Μετά το τέλος της διαδικασίας όλα τα εργαλεία πρέπει να ξεπλένονται προσεκτικά με απεσταγμένο νερό, ώστε να απομακρυνθούν τυχόν υπολείμματα. Για την ταξινόμηση και το σωστό πακετάρισμά, πρέπει να στεγνώνονται μόνο με αποστειρωμένες πετσέτες, και να μεταχειρίζονται με αποστειρωμένες λαβίδες και γάντια. Τα ενεργοποιημένα διαλύματα έχουν χρόνο ημιζωής περίπου δύο εβδομάδες, και πρέπει να πετιούνται σε περίπτωση που έχουν θολώσει. Τα διαλύματα γλουταραλδεΐδης εκτός από το μεγάλο κόστος που έχουν, παράγουν τοξικό ερεθιστικό ατμό, και πρέπει να αποφεύγεται η επαφή του υγρού με το δέρμα.

Διήθηση - Αντισηπτική Επεξεργασία.

Η διήθηση χρησιμοποιείται για την αποστείρωση υγρών, που είναι ευαίσθητα σε οποιαδήποτε θέρμανση. Για παράδειγμα, θεραπευτικοί οροί, φάρμακα, θρεπτικά υλικά και πολλά εμβόλια, ακόμη και το πόσιμο νερό, αποστειρώνονται με τη μέθοδο αυτή. Τα υγρά διέρχονται μέσα από ηθμούς μικροβιοκρατών, που είναι κατασκευασμένοι από αμίαντο πορσελάνη, κυτταρίνη κτλ. Οι ηθμοί διαθέτουν πόρους που συγκρατούν τα μικρόβια. Πριν από κάθε χρήση πρέπει να ελέγχονται για τυχόν μικρές ρωγμές, και να καθαρίζονται με ζεστό νερό και σκόνη χλωριούχου ασβεστίου 1-2%, και να αποστειρώνονται σε ατμοκλίβανο για 20 λεπτά στους 121°C.

Η διήθηση γίνεται είτε με αναρρόφηση είτε με πίεση. Η διήθηση με πίεση χρησιμοποιείται μόνο για τα γλοιώδη υγρά, ενώ η διήθηση με αναρρόφηση είναι απλή και πιο συχνή η χρήση της. Όπως προ αναφέρθηκε παραπάνω, πολλά βιολογικά υγρά και φαρμακευτικά προϊόντα δε μπορούν να αντισταθούν σε οποιαδήποτε μορφή θερμικής και αποστέλλονται για διήθηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο - Καθαρισμός - Απολύμανση Ιατρικών Μηχανημάτων

Κάθε ιατρικό εργαλείο και συσκευή έχει διαφορετικό επίπεδο απολύμανσης. Κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες ρίσκου, στην υψηλή, όπου απαιτείται η μέθοδος της αποστείρωσης, στην μέτρια, όπου πραγματοποιείται η απολύμανση, και στην χαμηλή, όπου γίνεται ένας απλός καθαρισμός. Επιπλέον, ζωτικό ρόλο έχει και η συχνότητα της απολύμανσης, αν η διαδικασία γίνεται κάθε ημέρα, κάθε βδομάδα, ή μετά από κάποιους μήνες.

Πίνακας 5. Επίπεδο απολύμανσης για διάφορα όργανα (πηγή: Organization, W. 2016)

Κατηγορία Ρίσκου	Προτεινόμενο επίπεδο απολύμανσης	Παράδειγμα ιατρικών συσκευών
Υψηλή(κρίσιμη) Χειρουργικά εργαλεία	Αποστείρωση	Χειρουργικά εργαλεία, εμφυτεύματα/προσθήσεις, άκαμπτα ενδοσκόπια, σύριγγες, βελόνες
Ενδιάμεσο (ημικρίσιμο) Αντικείμενα σε επαφή με βλεννογόνους μεμβράνες ή σωματικά υγρά	Απολύμανση(υψηλού επιπέδου)	Αναπνευστικός εξοπλισμός, μη επεμβατικός εύκαμπτα ενδοσκόπια, επιφάνειες κρεβατιού, ούρα μπουκάλια
Χαμηλό (μη κρίσιμο) Αντικείμενα που έρχονται σε επαφή με το δέρμα	Καθαρισμός	Στηθοσκόπια

Πίνακας 6. Συχνότητα καθαρισμού (πηγή: Organization, W. 2016)

Καθαρισμός	Καθημερινά, Χρήση απορρυπαντικού και απολυμαντικού	Ανά αντικείμενο, Αποτελέσματα καθαρισμού με οπτικό έλεγχο ή χρησιμοποιώντας μια δοκιμή καθαρισμού
Απολύμανση	Καθημερινά, Χρήση απολυμαντικού κατά συγκέντρωση, θερμοκρασία και pH του απολυμαντικού	Ανά φορτίο, Χρόνος έκθεσης
Χημικοί αποστειρωτές		Ανά διαδικασία, Βιολογικός δείκτης Χημικοί δείκτες Φυσικός δείκτης Ανά αντικείμενο, Εξωτερικοί δείκτες

Αποστειρωτές ατμού	Καθημερινά	Ανά διαδικασία, Βιολογικός δείκτης Χημικοί δείκτες Οι φυσικές παράμετροι πληρούνται σύμφωνα με το PQ Ανά αντικείμενο, Εξωτερικοί δείκτες
--------------------	------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ηλεκτροχειρουργική Διαθερμία

Ο καθαρισμός της ηλεκτροχειρουργικής διαθερμίας ξεκίνα με την τοποθέτηση όλων των εξαρτημάτων σε ειδικό απολυμαντικό διάλυμα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, μετά από κάθε χρήση. Υγρά, όπως τα διαλύματα φαινόλης και χλωρίνης είναι ακατάλληλα για καθαρισμό καθώς μπορούν να διαβρώσουν τον εξοπλισμό. Η απολύμανση των υψηλής ποιότητας ηλεκτρομηχανικών και θερμοσταθερών χειρολαβών, χρειάζεται κατάλληλα μη διαβρωτικά υγρά. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, υπάρχει ένα θερμοκτικό όριο που απαιτείται για θερμοκή απολύμανση, καθώς και πλύσιμο με καθαρό νερό για να επιτυχή η διαδικασία. Η συσκευή καθαρίζεται είτε με πανί είτε με ψεκασμό, με μη αλκοολικά υγρά.

Τέλος, τα καλώδια, η μόνωση του ενεργού ηλεκτροδίου καθώς και οι επιφάνειες τους πρέπει να είναι πάντα καθαρές και να αποστειρώνονται μετά από κάθε χρήση. Εξίσου σημαντικό είναι και το στέγνωμα του εξοπλισμού πριν από κάθε χρήση. [18]

Πίνακας 7. Θερμοκρασία αποστείρωσης διαθερμίας για κάθε τρόπο ξεχωριστά (πηγή: Srinivasan, A. 2003)

	Αποστείρωση αερίου έως 70°C	Αποστείρωση με ατμό έως 134°C	Αποστείρωση με θερμό αέρα στους 200°C
Καλώδια σύνδεσης για λαβή ηλεκτροδίου	ναι	ναι	όχι
Λαβή ηλεκτροδίου	ναι	ναι	όχι
Ενεργά ηλεκτρόδια	ναι	ναι	ναι
Διπολική λαβίδα πήξης	ναι	ναι	όχι
Ουδέτερο ηλεκτρόδιο από αγωγίμο καουτσούκ σιλικόνης	ναι	ναι	όχι

Ηλεκτροχειρουργική Πλάσματος Αργού

Αρχικά, η σωστή διαδικασία καθαρισμού ξεκινά πάντα με την αφαίρεση του καλωδίου τροφοδοσίας και συνεχίζει με την απολύμανση του εξοπλισμού με ύφασμα νοτισμένο με μη αλκοολικό διάλυμα.

Σημαντικό να γνωρίζουμε πως η κυρίως συσκευή δεν αποστειρώνεται. Τα πρότυπα διαλύματα που θα χρησιμοποιηθούν, πρέπει να πληρούν αυστηρές προδιαγραφές για τον τύπο, την συγκέντρωση και το χρόνο του διαλύματος.

Πραγματοποιείτε μηχανικός καθαρισμός των εξαρτημάτων της διαθερμίας με θερμική απολύμανση. Προσεκτικός καθαρισμός των ηλεκτροδίων εφαρμογής, στέγνωμα με συμπιεσμένο αέρα ώστε να δημιουργηθούν συνθήκες αποστείρωσης. [19]

Πίνακας 8. Θερμοκρασία αποστείρωσης διαθερμίας για κάθε τρόπο ξεχωριστά (πηγή: Srinivasan, A. 2003)

	Αποστείρωση αερίου έως 70°C	Αποστείρωση με ατμό έως 134°C	Αποστείρωση με θερμό αέρα στους 200°C
Καλώδιο σύνδεσης για εφαρμοστές δέσμης	ναι	ναι	όχι
Λαβή δοκού	ναι	ναι	όχι
Εφαρμογές Beamer	ναι	ναι	όχι
Εύκαμπτοι ανιχνευτές	ναι	ναι	όχι
Διπολική λαβίδα πήξης	ναι	ναι	όχι

Ενδοσκοπική Ηλεκτροχειρουργική

Μετά το τέλος κάθε επέμβασης πρέπει να γίνεται άμεσα ο καθαρισμός και η απομάκρυνση εναπομενόντων βιολογικών στοιχείων, υγρών και στερεών. Ο καθαρισμός αυτός είναι πολύπλοκος και χρονοβόρος καθώς τα πιο πολλά εργαλεία έχουν βαλβίδες, εσωτερικούς αυλούς και πολλαπλούς συνδέσμους. Η τήρηση της διαδικασίας βοηθάει τα εργαλεία να μην οξειδωθούν και να μην δημιουργηθεί οποιοδήποτε ίχνος σκουριάς. Έπειτα ακολουθεί η αποστείρωση και η απολύμανση των εργαλείων που γίνεται ανάλογα με εκείνες των ηλεκτροδίων ηλεκτροχειρουργικής διαθερμίας. Όλα τα ενδοσκοπικά εργαλεία τοποθετούνται σε ειδικό σύστημα με υπερήχους για απολύμανση και αποστείρωση, σύμφωνα με τα πρότυπα του κατασκευαστή. [20]

Κρυοχειρουργική

Πριν ξεκινήσει ο καθαρισμός και η απολύμανση, πραγματοποιείτε έλεγχο της συσκευής για τυχόν φθορές. Ο καθαρισμός των κεφαλών γίνεται με στεγνό πανί αφού πρώτα ξεπαγώσουν. Το αυτόματο σύστημα καθαρισμού εξασφαλίζει συνεχώς συνθήκες καθαριότητας σε κάθε κύκλο λειτουργίας. Η αποστείρωση γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή σε συγκεκριμένο χρόνο. [21-22]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ μη σωστής απολύμανσης

Γιατί τα ιατρικά μηχανήματα πρέπει να καθαρίζονται πολύ καλά πριν από κάθε διαδικασία. Τα εργαλεία και τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης είναι πιθανόν ότι θα καλυφθούν με αίμα και υπολείμματα ιστών, καθώς μπορούν να έρθουν και σε επαφή με χημικά και υγρά, βρωμιά ή σκόνη. Πριν τα εργαλεία μεταφερθούν στο τμήμα αποστείρωσης, διέρχονται πρώτα από το σημείο προετοιμασίας συσκευών απολύμανσης, και πρέπει να ακολουθηθούν τα παρακάτω βήματα:

- Ο εργαζόμενος να φορέσει ειδική προστατευτική στολή.
- Να γίνει αφαίρεση αντικειμένων μιας χρήσης.
- Να γίνει αφαίρεση βρωμιάς με ένα καθαρό υγρό πανί, και στέγνωμα της επιφάνειας που θα τοποθετηθούν τα εργαλεία για απολύμανση.
- Τα καθαριστικά προϊόντα πρέπει να είναι κατάλληλα και να προορίζονται για τις ιατρικές συσκευές.
- Εάν χρησιμοποιούνται προϊόντα με βάση το απορρυπαντικό, είναι σημαντικό να είναι σωστή η αναλογία αραιώσης.
- Αποφυγή παρατεταμένου μουλιάσματος των συσκευών.
- Απαγορεύεται η χρήση φυσιολογικού ορού ως εμποτιστικό διάλυμα.
- Τα μολυσμένα αντικείμενα πρέπει να τοποθετούνται σε ειδικό, πλήρως κλειστό, στεγανό και ανθεκτικό σε τρυπήματα κιβώτιο, πριν από τη μεταφορά.
- Τα λερωμένα εργαλεία πρέπει να ανοίγονται και να διατηρούνται υγρά.

Οδοντιατρικό Τμήμα

Οι νοσοκομειακές λοιμώξεις αποτελούν μία από τις κύριες αιτίες ασθένειας και θνητότητας. Ο κίνδυνος μετάδοσης νοσημάτων κατά την διαδικασία οδοντιατρικών πράξεων είναι μεγάλος και σχετίζεται με μικρόβια που μπορεί να βρεθούν στη στοματική κοιλότητα, στο αίμα ή στις εκκρίσεις του ασθενούς. Ο κίνδυνος αυτός γίνεται μεγαλύτερος όταν πραγματοποιούνται αιματηρές επεμβάσεις και χρησιμοποιούνται αιχμηρά εργαλεία (βελόνες, νυστέρια, μοχλοί, χειρολαβές) ή κοπτικά εξαρτήματα (εγγλυφίδες). Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και τήρηση των πρωτοκόλλων. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τους παθογόνους μικροοργανισμούς που μπορούν να μεταδοθούν στην στοματική κοιλότητα.

Πίνακας 9. Νοσοκομειακές λοιμώξεις (πηγή: Μέτρα πρόληψης των λοιμώξεων σε Οδοντιατρικό Τμήμα Νοσοκομείου: Νοσηλευτική προσέγγιση 2008)

Νόσημα	Αιτιολογικός Παράγοντας	Περίοδος επώασης
Βακτηριακές λοιμώξεις		
Σταφυλοκοκκική λοίμωξη	Staphylococcus aureus	4 έως 10 ημέρες
Φυματίωση	Mycobacterium tuberculosis	Έως 6 μήνες
Στρεπτοκοκκική λοίμωξη	Streptococcus pyogenes	1 ως 3 ημέρες
Ιογενείς λοιμώξεις		

Ερπητικές βλάβες Ερυθρά Ηπατίτις Β Ηπατίτις C Ηπατίτις D Λοιμώδης μονοπυρήνωση ν. χειρών-ποδών-στόματος Ερπητική κυνάγχη AIDS	Herpes simplex, types 1,2 Rubella virus Hepatitis B virus Hepatitis C virus Hepatitis D virus Epstein-Barr virus Coxsackievirus A16 Coxsackieviruses group A HIV	Έως 2 εβδομάδες 9 έως 11 ημέρες 6 εβδομάδες έως 6 μήνες Εβδομάδες έως μήνες Εβδομάδες έως μήνες 5 έως 7 εβδομάδες 2 ημέρες έως 3 εβδομάδες 5 ημέρες Μήνες έως χρόνια
Μυκητιάσεις Δερματομύκωση Μονιλίαση	Trichophyton, Microsporum, Epidermophyton and Candida genera Candida albicans	Ημέρες έως εβδομάδες Ημέρες έως εβδομάδες
Ποικίλες Λοιμώξεις Λοιμώξεις δακτύλων, χειρών και οφθαλμών οφειλόμενες στην οδοντική πλάκα και στην τρυγία.	Διάφοροι μικροοργανισμοί	1 έως 8 ημέρες

Τα μέτρα πρόληψης των λοιμώξεων για τον έλεγχο της διασποράς αφορούν την προστασία τόσο του προσωπικού όσο και των ασθενών. Αυτά είναι η ενημέρωση και η εκπαίδευση, το πλύσιμο των χειρών, τα μέσα προστασίας του προσωπικού, η σωστή αποστείρωση εργαλείων, χειρολαβών και εγγλυφίδων, και τέλος ο καθαρισμός και η απολύμανση του χώρου.

Χειρολαβές

Σχεδόν σε όλα τα εργαλεία, ένα μεγάλο μέρος τους αποτελείται από την χειρολαβή. Η αποστείρωση δημιουργεί μια σειρά προβλημάτων κατά την διαδικασία αυτή. Οι χειρολαβές πρέπει να αποστειρώνονται καλά και σχολαστικά καθώς είναι η κύρια εστία μικροβίων. Η μη τήρηση πρωτοκόλλων απολύμανσης και αποστείρωσης μπορεί να δημιουργήσει πολλά προβλήματα, όπως θα δούμε παρακάτω.

Λίπανση.

Η λίπανση βοηθάει το όργανο να μη φθείρεται και να έχει ομαλή λειτουργία κατά την εξέταση. Στο παρελθόν η διαδικασία της λίπανσης είχε σποραδική συχνότητα, καθώς γινόταν πριν από κάποιο περιστατικό ή δεν γινόταν καθόλου αφού ο καθαρισμός του οργάνου ήταν μόνο εξωτερικός (με κάποιο σπόγγο, βαμβάκι, γάζα κλπ.). Κατά την περίοδο αυτή, η λίπανση πραγματοποιούνταν ανάλογα με τη χρήση του εργαλείου, την κρίση του ιατρού, ή άμα υφίστατο κάποια έκτακτη επισκευή.

Το 1990 οι οδηγίες για την λίπανση έγιναν πιο αυστηρές και επέβαλαν την χρήση κάποιου λιπαντικού παράγοντα σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Τότε εμφανίστηκε ένα νέο πρόβλημα, η μεγάλη συγκέντρωση αποξηραμένων ελαιωδών. Τα εργαλεία παρουσίαζαν δυσκολία στην αποσυναρμολόγηση και επανασυναρμολόγηση, και πολλές φορές η εικόνα τους ήταν αντιαισθητική τόσο για τον ασθενή αλλά και για

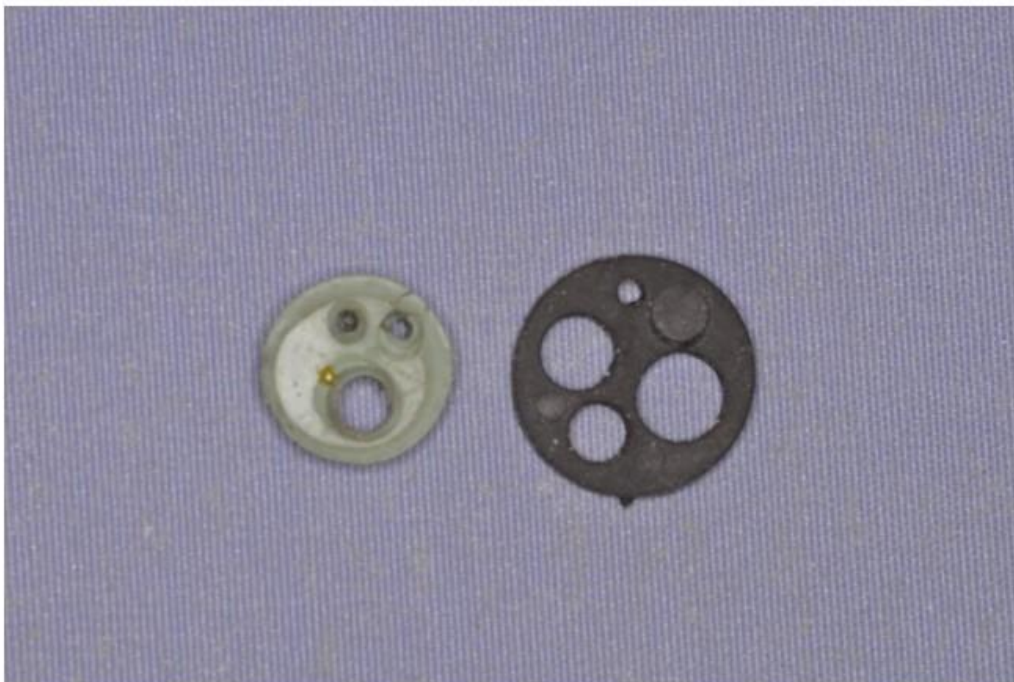
τον ιατρό αφού οι λιπαντικές ουσίες ξεχύνονταν απέξω. Παρατηρήθηκε πως οι αποξηραμένες λιπαντικές ουσίες δημιουργούσαν ιδιαίτερη δυσκολία στην σωστή λειτουργία του οργάνου.



Εικόνα 9. Υπερβολική λίπανση χειρολαβής (πηγή: Βρεττάκος Α. 2012)

Κόπωση.

Στο πίσω μέρος των χειρολαβών συνήθως βρίσκονται ένα ή δύο ελαστικά παρεμβάσματα, κατασκευασμένα από ελαστικά, από σιλικόνη ή teflon. Από τους πολλούς κλιβανισμούς τα παρεμβάσματα αυτά φθείρονται χάνοντας την ελαστικότητά τους, το χρώμα, το σχήμα και τις διαστάσεις τους με αποτέλεσμα να μπορούν να υποστούν κόπωση έως και καταστροφή.



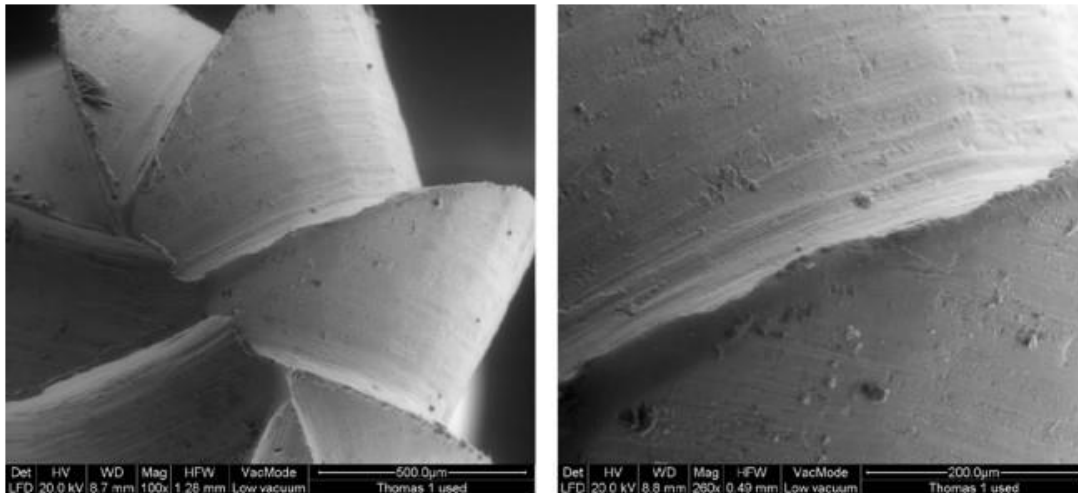
Εικόνα 10. Κόπωση παρεμβασμάτων (πηγή: Βρεττάκος Α. 2012)

Οξείδωση.

Η συγκέντρωση αλάτων στο εσωτερικό και οι θερμοκρασία αποστείρωσης είναι δύο βασικές αιτίες για την οξείδωση των χειρολαβών. Μεγάλος αριθμός χειρολαβών αναφέρεται ότι μπορεί να αποστειρωθεί μόνο στους 125 °C με όσο το δυνατόν λιγότερα προβλήματα και μικροζημιές.

Εγγλυφίδες

Οι βλάβες που δημιουργούνται στις εγγλυφίδες είναι διαφορετικές ανάλογα με το είδος της εγγλυφίδας, το υλικό, την συχνότητα λειτουργίας και χρήσης, και το απολυμαντικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε. Μπορούμε να πούμε ότι όπως όλα τα εργαλεία, έτσι και οι εγγλυφίδες υφίστανται σοβαρές και ανεπανόρθωτες βλάβες από την πρώτη στιγμή επαφής.



Εικόνα 11. Κόπωση εγγλυφίδας (πηγή: Βρεττάκος Α. 2012)

Κατά τη χρήση απορρυπαντικών υγρών μπορεί μεν να καθαρίζουν τις εγγλυφίδες σε επίπεδο μακροσκοπικό αλλά εξαιτίας της σύνθεσής τους και της συνύπαρξης μέσα στα λουτρά εγγλυφίδων διαφορετικής τεχνολογίας κατασκευής (χάλυβες, καρβίδια, αλουμίνιο, λοιπά στοιχεία των κραμάτων) είναι πιθανόν να προκαλούνται βλάβες στην ακεραιότητα των εγγλυφίδων. Αντίθετα πρέπει να υπάρχει μέριμνα ώστε να μην προκαλούνται φθορές και οξειδώσεις στα μικροεργαλεία που εμβυθίζονται σε αυτά. [23-24]

Ενδονοσοκομειακές Λοιμώξεις

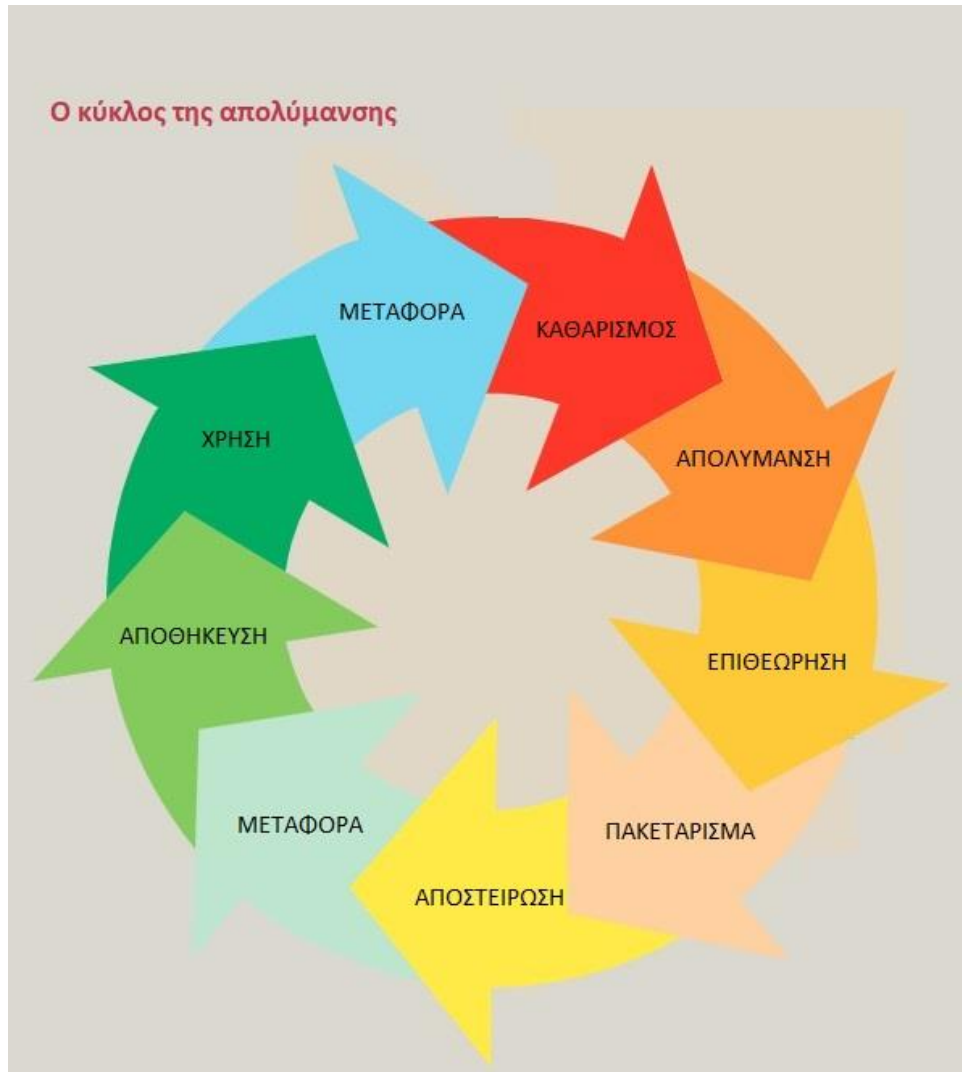
Οι ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις περιλαμβάνουν κάθε ασθένεια από μικροοργανισμούς που προσβάλλουν ασθενείς κατά την είσοδο στο νοσοκομείο, κατά την διάρκεια νοσηλείας, ακόμη και σε μικρή παραμονή του ασθενή στο ίδρυμα. Τα συμπτώματα της λοίμωξης μπορούν να εμφανιστούν είτε κατά την διάρκεια παραμονής, είτε μετά την έξοδο του ασθενή, και να ανιχνευθούν μέσα από νέες ιατρικές εξετάσεις. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως η τοποθέτηση της μονάδας αποστείρωσης, η τεχνολογία και η επάρκεια των κλιβάνων, η τήρηση των πρωτόκολλων αποστείρωσης και η αμέλεια του προσωπικού. Σε αρκετά νοσοκομεία η τοποθέτηση της μονάδας αποστείρωσης είναι μακριά από τα χειρουργεία, με αποτέλεσμα τα εργαλεία να εκτίθενται περισσότερο χρόνο σε μικροοργανισμούς και πιθανές μολύνσεις. Επιπλέον, πολλά νοσοκομεία, έχουν ανεπαρκή αριθμό σε κλιβάνους και εξοπλισμό. Τα μηχανήματα είναι παλιά και η ποιότητά τους κακή. Άλλα προβλήματα είναι η μη σωστή διαδικασία αποστειρώσεις

των εργαλείων, οι καθυστερήσεις στην απολύμανση και στην επεξεργασία του εξοπλισμού, εργαλεία που χάνονται κ.α. Η μη τήρηση πρωτοκόλλων απολύμανσης και αποστείρωσης δημιουργούν ακατάλληλες συνθήκες, ευνοώντας την μετάδοση μικροοργανισμών και λοιμώξεων στους ασθενείς.

Συνέπειες κακού καθαρισμού.

- Υπολείμματα αίματος και σωματικών υγρών με κίνδυνο μετάδοσης του ιών που μεταδίδονται από το αίμα (π.χ. ανθρώπινη ανοσοανεπάρκεια ιός (HIV), ηπατίτιδα Β και ηπατίτιδα C). Ακόμη, Υπάρχει ιδιαίτερος κίνδυνος με εξαιρετικά μολυσματικές ιογενείς ασθένειες, όπως π.χ. Έμπολα.
- Υπολείμματα πτυέλων και βλεννογόνων μπορούν να αποτελέσουν πηγές για φυματίωση και άλλα βακτηριακά παθογόνα.
- Οι συσκευές σκληρού νερού και ασβεστίου, χάνουν την απόδοση και την αποτελεσματικότητά τους.
- Η μη απομάκρυνση του απορρυπαντικού και της συσσώρευσης χημικών οδηγεί σε καταστροφή της εξωτερικής επιφάνειάς ή όλης της συσκευής.
- Οι συσκευές δεν μπορούν να απολυμανθούν ή να αποστειρωθούν με παρουσία βρωμιάς και οργανικής ύλης, καθώς αποτρέπουν την διείσδυση των χημικών.
- Απενεργοποίηση ορισμένων απολυμαντικών από οργανική ύλη.
- Αλλεργικές αντιδράσεις σε ασθενείς.

Κύκλος Αποστείρωσης



Εικόνα 12. Ο κύκλος της απολύμανσης (πηγή: Solon, J.G. and Killeen, S. 2019)

Για να πραγματοποιηθούν όλα τα βήματα του κύκλου αποστείρωσης πρέπει να τηρούνται και οι βασικές αρχές της ορθής λειτουργίας του χειρουργείου. Σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας πρέπει να υπάρχουν γραπτές οδηγίες. Το προσωπικό να γνωρίζει την κάθε φάση αποστείρωσης. Οι οδηγίες πρέπει να ανανεώνονται με βάση τα νέα πρότυπα και τον κατασκευαστή. Όλα τα χειρουργικά σετ πρέπει να είναι καταγεγραμμένα.

Το μοντέλο του κύκλου απολύμανσης υπογραμμίζει τον βαθμό στον οποίο η απολύμανση επηρεάζει το σύνολο της υγειονομικής εγκατάστασης, και όχι μόνο τις περιοχές που επεξεργάζονται τον εξοπλισμό. Παραδοσιακά, η απολύμανση ήταν ευθύνη των τμημάτων των εξειδικευμένων μονάδων, π.χ. υπηρεσίας αποστείρωσης, μονάδες ενδοσκόπησης κλπ. Οι ρυθμίσεις διαχείρισης εντός των εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης συχνά χώριζαν αυτές τις λειτουργίες και καθιστούσαν δύσκολη την επίτευξη μιας απόλυτα συντονισμένης προσέγγισης για την εφαρμογή προτύπων και πρακτικών απολύμανσης. Η αποτελεσματική απολύμανση απαιτεί την επίτευξη αποδεκτών προτύπων σε όλα τα στάδια του κύκλου απολύμανσης. Η αποτυχία αντιμετώπισης προβλημάτων σε οποιοδήποτε από αυτά τα στάδια θα

οδηγήσει σε ανεπαρκή απολύμανση. Σε όλα τα στάδια της επανεπεξεργασίας, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα ζητήματα:

- Η τοποθεσία και οι ενέργειες όπου πραγματοποιείται η απολύμανση.
- Εγκαταστάσεις και εξοπλισμός επανεπεξεργασίας ιατρικών οργάνων σε κάθε τοποθεσία.
- Διασφάλιση ότι ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός επικυρώνεται, συντηρείται και ελέγχεται σύμφωνα με τις οδηγίες και τη νομοθεσία του κατασκευαστή. Η ύπαρξη αποτελεσματικών ρυθμίσεων διαχείρισης.
- Η ύπαρξη πολιτικών και διαδικασιών για όλες τις πτυχές των εργασιών απολύμανσης.

Ο στόχος της απολύμανσης είναι να καταστήσει τις επαναχρησιμοποιούμενες ιατρικές συσκευές ασφαλείς για χρήση σε ασθενή και για χειρισμό του προσωπικού χωρίς να παρουσιάζουν κίνδυνο μόλυνσης. [25]

Σύνοψη & Συμπεράσματα

Η Βιοϊατρική τεχνολογία παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα και με αυτό τον τρόπο οι μεγάλες νοσοκομειακές μονάδες της χώρας εξελίσσονται με αποτέλεσμα την αύξηση και τον εκσυγχρονισμό του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εισαγωγή νέων συστημάτων ποιότητας για αποτελεσματικό και αποδοτικό ρόλο των υπηρεσιών τους. Σημαντικό παράγοντα για την ασφάλεια του εξοπλισμού, αποτελεί η συχνότητα διεξαγωγής ελέγχων ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Στα τμήματα της κλινικής μηχανικής το κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό θα πρέπει να είναι σε θέση να ελέγχει κάθε ιατρικό εξοπλισμό και να τηρεί τα διεθνή πρότυπα καθαρισμού και απολύμανσης πριν και μετά την διαδικασία εξέτασης του ασθενή.

Όταν χρησιμοποιείται σωστά η απολύμανση και η αποστείρωση, μπορεί να εξασφαλιστεί η ασφαλής χρήση του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Ο καθαρισμός πρέπει να προηγείται και να υπάρχει πρόληψη των λοιμώξεων στους ασθενείς. Το προσωπικό πρέπει πάντα να ενδιαφέρεται για τη σωστή λειτουργία του εξοπλισμού και των μηχανημάτων και σε περίπτωση προβλήματος να ενημερώνεται ο εκάστοτε υπεύθυνος του τμήματος Βιοϊατρικής, ώστε να επισκευάζεται το συντομότερο δυνατόν. Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα και τις υποδείξεις του κατασκευαστή.

Εγκαταστάσεις με ελάχιστους πόρους μπορούν να καθαριστούν και να προετοιμαστούν αποτελεσματικά για την αποστείρωση των συσκευών με απλές μεθόδους. Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας, όλες οι συσκευές να αποσυναρμολογούνται, ώστε οι επιφάνειες να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται, ανεξάρτητα από την επιλεγμένη μέθοδο καθαρισμού. Τα παρακάτω βήματα αποτελούν σημαντικό κομμάτι για την διαδικασία απολύμανσης του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού:

- Η συσκευή που πρόκειται να καθαριστεί πρέπει να είναι συμβατή με τα χημικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται.

- Τα αντικείμενα να βυθίζονται πλήρως κατά την διάρκεια του καθαρισμού.
- Αφαίρεση βρωμιάς και νεκρής οργανικής ύλης με βούρτσες ή πανιά μιας χρήσης.
- Μείωση στην παραγωγή αερολυμάτων κατά τον καθαρισμό.
- Καθαρισμός συσκευών που έχουν εσωτερικά σημεία, με κατάλληλη βούρτσα και ξέπλυμα με νερό ή διάλυμα απορρυπαντικού.
- Έλεγχος συσκευών για διαρροές.

Βιβλιογραφία

[1] Σακκάς Ι.Δ. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Αθήνας Διπλωματική εργασία: Ασφάλεια και Διαχείριση Ιατροτεχνολογικού Εξοπλισμού. [online] Available at: https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/7851/sakkasd_medical.pdf?sequence=3&jsAllowed=y (Accessed: January 3, 2023).

[2] Disinfection & Sterilization Guidelines (2019) Centers for Disease Control and Prevention. Centers for Disease Control and Prevention. Available at: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection/> (Accessed: January 3, 2023).

[3] Tipnis, N. and Burgess, D. (2018) "Sterilization of implantable polymer-based medical devices: A review", International Journal of Pharmaceutics. Available at: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii> (Accessed: January 3, 2023).

[4] Διμπινούδη Σ. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας Πτυχιακή εργασία: Τμήμα Κεντρικής Αποστείρωσης, Οργάνωση, Λειτουργία, Διοίκηση, Εκπαίδευση Προσωπικού και Ζητήματα Υγιεινής και Ασφάλειας. [online] Available at: <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/3938/1/DIDZ01Z0194.pdf> (Accessed: January 3, 2023).

[5] Θεοδορακοπούλου Π. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πτυχιακή εργασία: Ενδονοσοκομειακές Λοιμώξεις και η Πρόληψή τους από το Νοσηλευτικό Προσωπικό. [online] Available at: <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/7603> (Accessed: January 3, 2023).

[6] Τσιώμου Γ. και Βαϊτσαρά Χ. (n.d.). Κεντρική Αποστείρωση: Μύθοι και Αλήθειες. [online] Available at: https://www.spnj.gr/articlefiles/2011_issue3_article1.pdf (Accessed: January 3, 2023).

[7] Καμαρέτσου Ε. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Διπλωματική εργασία: Απολύμανση- Αποστείρωση σε Νοσοκομεία. (n.d.). [online] Available at: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/44657/kamaretsou.pdf?sequence=1> (Accessed: January 3, 2023).

[8] Rutala, W.A. and Weber, D.J. (2019). Disinfection, sterilization, and antisepsis: An overview. American Journal of Infection Control, 47, pp.A3–A9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196655315011256> (Accessed: January 3, 2023).

- [9] Παρασκευάς Α. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Διπλωματική διατριβή: Υγιεινή και Ασφάλεια των Φοιτητών της Ιατρικής κατά την Άσκηση στα Εργαστήρια Ανατομίας. [online] Available at: https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/12083/1/ParaskevasA_2016.pdf (Accessed: January 3, 2023).
- [10] Σπυρόπουλος, Β. (2015). Χειρουργική Τεχνολογία και διεγχειρητική εξωσωματική υποκατάσταση Καρδιοπνευμονικών Λειτουργιών. Kallipos.gr. [online] https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3028/2/02_chapter_06.pdf (Accessed: January 3, 2023).
- [11] Βρεττάκος Α. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ διπλωματική Εργασία: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ(BARCODING) ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ-ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟΥ. [online] Available at: <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/6071/Vrettakos.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (Accessed: January 3, 2023).
- [12] Organization, W. (2016) "Decontamination and reprocessing of medical devices for health-care facilities", World Health Organization, p. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250232> (Accessed: 3 January 2023).
- [13] Κωνσταντίνου Β.Π. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ Διπλωματική εργασία: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΟΣΙΜΕΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΑΞΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕ-CARLO. (n.d.). [online] Available at: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789> (Accessed: January 3, 2023).
- [14] Ρόζος Π.Ι. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΟ. Διπλωματική εργασία: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΑΤΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ. [online] Available at: https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/5774/rozosp_safety.pdf?sequence=3&isAllowed=y (Accessed: January 3, 2023)
- [15] Νέλος Δ. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ Διπλωματική εργασία: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ. [online] Available at: <https://nemertes.library.upatras.gr/server/api/core/bitstreams/6b6c1b72-2bf7-4323-a3ae-db84553bec4c/content> (Accessed: January 3, 2023).
- [16] Τζούτζας, Ι., Φραγκούλη, Μ. and Αδάμ, Έ. (2015). Τεχνικές αποστείρωσης και απολύμανσης. Kallipos.gr. [online] <http://localhost:8080/jspui/handle/11419/2847> (Accessed: January 3, 2023).
- [17] Κοκκίνη Ε. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ Πτυχιακή εργασία: ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ. [online] Available at: <https://apothesis.lib.hmu.gr/bitstream/handle/20.500.12688/4132/2005Kokkini.pdf?sequence=1> (Accessed: January 3, 2023).
- [18] Watson, A.B. and Loughman, J. (1978). The Surgical Diathermy: Principles of Operation and Safe Use. Anaesthesia and Intensive Care, 6(4), pp.310–321. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0310057X7800600404> (Accessed: January 3, 2023).
- [19] Uhm, H.S. and Hong, Y.C. (2011). Various microplasma jets and their sterilization of microbes. Thin Solid Films, [online] 519(20), pp.6974–6980. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0040609011002677> (Accessed: January 3, 2023).
- [20] Srinivasan, A. (2003). Epidemiology and prevention of infections related to endoscopy. Current Infectious Disease Reports, 5(6), pp.467–472. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11908-003-0088-5.pdf> (Accessed: January 3, 2023).
- [21] Pasquali, P. ed., (2015). Cryosurgery. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-43939-5.pdf> (Accessed: January 3, 2023).
- [22] Μαστοράκη Α. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ. Πτυχιακή εργασία: ΗΛΕΚΤΡΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ [online] Available at:

<https://apothesis.lib.hmu.gr/bitstream/handle/20.500.12688/4136/2004Mastoraki.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Accessed: January 3, 2023).

[23] Τζούτζας, Ι., Φραγκούλη, Μ. and Αδάμ, Έ. (2015). Παρατηρήσεις και προβλήματα που απορρέουν από τις τεχνικές αποστείρωσης και απολύμανσης. Kallipos.gr. [online] <http://localhost:8080/jspui/handle/11419/2848> (Accessed: January 3, 2023).

[24] Μέτρα πρόληψης των λοιμώξεων σε Οδοντιατρικό Τμήμα Νοσοκομείου: Νοσηλευτική προσέγγιση [online] Available at: <http://www.hospitaldentistry.gr/assets/documents/journal/2008/8.pdf> (Accessed: January 3, 2023).

[25] Solon, J.G. and Killeen, S. (2019). Decontamination and sterilization. Surgery (Oxford), [online] 37(1), pp.51–57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263931918302400> (Accessed: January 3, 2023).

[26] Sibyl Pr. Sterilization Chap (2019). Available at: <https://slideplayer.com/slide/12537589/> (Accessed: 13 January 2023).

[27] EO Sterilization Equipment CSSD Medical Ethylene Oxide Disinfecting St (2023). Available at: <https://www.sadamedical.com/products/eo-sterilization-equipment-cssd-medical-ethylene-oxide-disinfecting-sterilizer> (Accessed: 13 January 2023).