



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

Παντελάτου Διαμαντούλα Α.Μ.714

Δρ Δήμητρα Μακρονιώτη

Δρ Ειρήνη Παγουλάτου

Αίγιο- 2021

Στην οικογένειά μου, στις φίλες και στους φίλους μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα οπτικής και οπτομετρίας του πρώην ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας στο Αίγιο. Οι φοιτητές/φοιτήτριες του τμήματος διαβάζοντάς την αποκτούν μία σφαιρική άποψη σχετικά με το θέμα. Χάρη στα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα, έχουν δημιουργηθεί εξειδικευμένα υλικά προσαρμοσμένα στις ανάγκες του χρήστη. Οι φακοί επαφής ως μέσο διορθωτικό, θεραπευτικό και κοσμητικό βρίσκουν άμεση εφαρμογή στις μέρες μας. Πολλές φορές προκύπτουν λοιμώξεις στους οφθαλμούς είτε από αμέλεια είτε από παράβαση των κανόνων υγιεινής που δίνονται. Πρόκειται για βιβλιογραφική ανασκόπηση, επικεντρώνεται στους μικροοργανισμούς που εντοπίζονται στην επιφάνεια των φακών επαφής και στα υλικά κατασκευής αυτών. Περιγράφεται η ανατομία του οφθαλμού, οι φλεγμονές αυτού, οι μολύνσεις στους φακούς επαφής, η σημασία της τήρησης των κανόνων υγιεινής από τους χρήστες, η επιλογή των υγρών καθαρισμού και οι μικροοργανισμοί που παρευρίσκονται στα μάτια και στους φακούς. Επιπλέον, αναφέρονται οι κίνδυνοι, οι τρόποι μετάδοσης και τα συμπτώματα από μικροοργανισμούς όπως και η προσκόλληση συγκεκριμένων βακτηριακών στελεχών και μικροοργανισμών γενικότερα στους φακούς επαφής. Τέλος, δεν παραλείπεται η αντιμικροβιακή τεχνολογία στους φακούς επαφής και η σημασία της.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αγάπη και τη στήριξή τους και τις καθηγήτριες μου Δρ. Μακρυνιώτη Δήμητρα και Δρ. Παγουλάτου Ειρήνη για την ανάθεση του θέματος της εργασίας μου, την καθοδήγηση και τις συμβουλές τους, όπως και επαγγελματίες του χώρου από τα οπτικά Σισμάνη για τις χρήσιμες πληροφορίες τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αναφέρεται στους μικροοργανισμούς που εντοπίζονται στην επιφάνεια φακών επαφής και στα υλικά κατασκευής. Σκοπός είναι ο προσδιορισμός των ανευρεθέντων μικροοργανισμών, η κατανόηση της σπουδαιότητας τήρησης κανόνων υγιεινής από τους χρήστες για αποφυγή λοιμώξεων, η αναφορά αντιμικροβιακών επιφανειών και νέων χαρακτηριστικών στα πλαίσια της νεότερης τεχνολογίας. Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει ανατομία του οφθαλμού και φλεγμονές (κερατίτιδες, επιπεφυκίτιδες).

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται χαρακτηριστικά φακών επαφής, υλικά κατασκευής και κατηγορίες φακών βάσει υλικού.

Το τρίτο κεφάλαιο περιέχει τρόπους μόλυνσεων και σημασία καθαρισμού των φακών προς αποφυγή αυτών. Αναλύεται ο τρόπος πλύσης χεριών, η τήρηση βασικών κανόνων υγιεινής, τα είδη των υγρών καθαρισμού και η επιλογή αυτών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εμπεριέχονται οι μικροοργανισμοί επιφάνειας οφθαλμού και φακών επαφής. Ακόμη, στα υγρά καθαρισμού και σε θήκες αποθήκευσης. Στο πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνονται οι κίνδυνοι που ενέχονται για πολλαπλασιασμό μικροβίων, τρόποι μετάδοσής και συμπτώματα.

Το έκτο κεφάλαιο αναφέρει ποιού μικροοργανισμοί προσκολλώνται σε φακούς από συγκεκριμένο υλικό έναντι άλλων υλικών.

Στο έβδομο κεφάλαιο καταγράφονται νέες τεχνολογίες και ιδιότητες φακών, αναφέρεται η σπουδαιότητα των αντιμικροβιακών επιφανειών και αντιμικροβιακή τεχνολογία.

Συμπερασματικά, υψηλό ποσοστό χρηστών των φακών επαφής κρίνεται αντιμέτωπο με μολύνσεις και παθολογικές καταστάσεις λόγω της παρουσίας μικροοργανισμών. Είναι σημαντικό να καταγράφονται οι περιπτώσεις αυτές και να υπάρχει επικοινωνία με τον οπτικό-οπτομέτρη στα πλαίσια τήρησης κανόνων υγιεινής και με οφθαλμίατρο αν εντοπιστεί νόσημα. Έτσι, θα περιοριστούν τα περιστατικά μόλυνσεων. Είναι αξιοσημείωτη η τεχνολογική εξέλιξη των φακών επαφής ώστε να γίνεται στοχευμένη και εξειδικευμένη επιλογή τους προς αποτελεσματικότερη κάλυψη των αναγκών.

ABSTRACT

The project is referred to the microorganisms that are detected in the surface of contact lenses and in contact lenses materials. The purpose of the project is the identification of the microorganisms, the apprehension of the importance of compliance with health rules by users to avoid contamination, the report of antimicrobial surfaces and new features in the latest technology. The first chapter includes anatomy of the eye and inflammations (keratitis, conjunctivitis).

In the second chapter are analyzed characteristics of contact lenses, materials and categories of contact lenses according to their materials.

The third chapter contains ways of contamination and the importance of cleaning the lenses to avoid them. The method of washing hands and compliance with hygiene rules has been analyzed. Furthermore, it includes different types of contact lenses solutions and the the way of choosing the appropriate solution

The fourth chapter includes microorganisms of the eye surface and contact lenses. Furthermore, the microorganisms have been found in contact lenses fluid and in storage cases. The fifth chapter includes the risks of microbial proliferation, ways of transmission and symptoms.

The sixth chapter indicates which microorganisms are attached to lenses from certain material in comparison with other materials.

The seventh chapter captures new technologies and lenses properties. In addition, it mentions the importance of antimicrobial surfaces and antimicrobial technology.

In conclusion, a high percentage of contact lens users are faced with infections and pathological conditions due to the presence of microorganisms. It is important to highlight these cases and communication with optician-optometrist or ophthalmologist is noteworthy in the context of hygiene observance or in cases of diseases. In that way the infections will be reduced. The technological development of contact lenses is remarkable in order to make a targeted and specific selection of contact lenses in order to be facilitated in their daily routine.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Φακοί επαφής, φλεγμονή, κερατίτιδα, ακανθαμοιβάδα, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, επιπεφυκίτιδα, υλικά κατασκευής, etafilcon A, balafilcon A, galyfilcon A, lotrafilcon A, κανόνες υγιεινής, βιομεμβράνη, βακτήρια, παράσιτα, ιοί, μικροοργανισμοί, βιολογικό φορτίο, εναποθέσεις πρωτεϊνών, αντιμικροβιακές επιφάνειες

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
Κεφάλαιο 1: Ο Οφθαλμός	9
1.1 Γενικά – Ανατομία οφθαλμού.....	9
1.2 Φλεγμονές οφθαλμών	11
Κεφάλαιο 2: Οι Φακοί Επαφής	25
2.1 Γενικά.....	25
2.2 Υλικά Κατασκευής.....	27
2.3 Κατηγορίες φακών επαφής σύμφωνα με το υλικό τους.....	27
Κεφάλαιο 3: Μολύνσεις των φακών επαφής και η σημασία του καθαρισμού αυτών	30
3.1 Τρόποι μόλυνσεων των φακών επαφής	30
3.2 Σημασία του καθαρισμού των φακών για την μείωση των μολύνσεων-Βιομεμβράνη.....	30
3.3 Πλύσιμο χεριών.....	32
3.4 Τήρηση κανόνων υγιεινής.....	33
3.5 Είδη υγρών καθαρισμού και επιλογή κατάλληλου υγρού.....	35
Κεφάλαιο 4: Βιολογικό περιβάλλον (βακτήρια, μικρόβια, ιοί) οφθαλμού και φακών επαφής	37
4.1 Μικροοργανισμοί μη παθογόνοι στον οφθαλμό και οφθαλμική χλωρίδα	37
4.2 Βιολογικό Φορτίο.....	38
4.3 Μεμονωμένες περιπτώσεις βιολογικού φορτίου.....	41
4.4 Εναποθέσεις πρωτεϊνών	42
4.5 Μικρόβια που μολύνουν τους φακούς επαφής	42
4.6 Κοινά Παθογόνα Βακτήρια.....	43
4.7 Βακτήρια στις θήκες αποθήκευσης.....	45
4.8 Μολύνσεις μέσω των υγρών καθαρισμού των φακών επαφής	47
4.9 Παράσιτα (ακάρεα)	47
4.10 Ιοί	49
4.11 Απλός έρπητας (HSV).....	50

4.12 Κορωνοϊός.....	50
Κεφάλαιο 5: Κίνδυνοι, μετάδοση μικροοργανισμών και συμπτώματα.....	53
5.1 Παράγοντες κινδύνου.....	53
5.2 Τρόποι Μετάδοσης.....	54
5.3 Συμπτώματα.....	55
Κεφάλαιο 6: Αλληλεπίδραση υλικών κατασκευής φακών επαφής με βιολογικούς οργανισμούς.....	56
6.1 Μικροοργανισμοί στην επιφάνεια των φακών επαφής.....	56
6.2 Στελέχη βακτηρίων και υλικά κατασκευής.....	58
6.3 Εργαστηριακές μελέτες.....	63
Κεφάλαιο 7: Νεότερη τεχνολογία.....	74
7.1 Ιδιότητες εξελιγμένων φακών επαφής.....	74
7.2 Η σημασία των αντιμικροβιακών επιφανειών.....	74
7.3 Αντιμικροβιακή τεχνολογία στους φακούς επαφής.....	75
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	78

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εργασία που εκπονήθηκε, αναλύονται οι μικροοργανισμοί που εντοπίζονται στην επιφάνεια των φακών επαφής και στον οφθαλμό. Ακόμη, αναφέρονται ποιοί μικροοργανισμοί εντοπίζονται σε ποιά υλικά των φακών. Τα δύο πρώτα κεφάλαια περιλαμβάνουν πληροφορίες για τα ανατομικά στοιχεία του οφθαλμού, τις φλεγμονές, γενικά χαρακτηριστικά των φακών και τα υλικά κατασκευής αυτών. Τα επόμενα κεφάλαια περιέχουν μολύνσεις, κινδύνους, τήρηση κανόνων υγιεινής και το βιολογικό περιβάλλον του οφθαλμού και των φακών επαφής όπως και συσχέτιση υλικών κατασκευής με τους φακούς επαφής. Στο τελευταίο κεφάλαιο αναγράφονται νέα δεδομένα και τεχνολογίες στους φακούς προς διευκόλυνση των χρηστών και αποφυγή μολύνσεων. Για τον κλάδο της οπτικής-οπτομετρίας είναι αξιοσημείωτος ο ορθός τρόπος εφαρμογής των φακών και η τήρηση της υγιεινής ώστε να ελαχιστοποιούνται οι περιπτώσεις λοιμώξεων. Ακόμη, υπάρχει και θα εξακολουθεί να υπάρχει εξέλιξη στους φακούς λόγω σύγχρονης τεχνολογίας. Η επιλογή του θέματος έγινε καθώς μεγάλος αριθμός των χρηστών αντιμετωπίζει παθολογικές καταστάσεις από την μη ορθή χρήση των φακών, οι οποίες πρέπει να ελαχιστοποιηθούν. Παρουσιάζονται δεδομένα από εργαστηριακές μελέτες στο εξωτερικό και παρουσιάζεται ο τρόπος διεξαγωγής αυτών και τα αποτελέσματά τους.

Κεφάλαιο 1: Ο Οφθαλμός

1.1 Γενικά – Ανατομία οφθαλμού

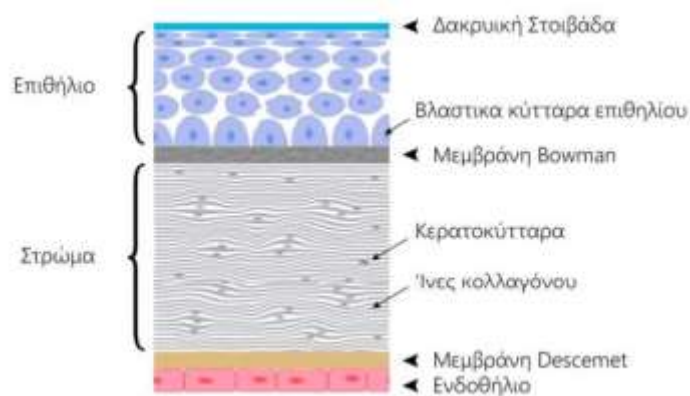
Ο οφθαλμός βρίσκεται στον οφθαλμικό κόγχο. Το πρόσθιο τμήμα του κόγχου καταλαμβάνει ο βολβός, ο οποίος προβάλλει εμπρός με τον κερατοειδή χιτώνα και με τη σειρά προς τα πίσω βρίσκονται ο πρόσθιος θάλαμος, η ίριδα και η κόρη, ο οπίσθιος θάλαμος, ο φακός, το υαλώδες σώμα και ο αμφιβληστροειδής. Ο πρόσθιος θάλαμος καταλαμβάνει το χώρο πίσω από τον κερατοειδή και μπροστά από την ίριδα. Ο οπίσθιος θάλαμος βρίσκεται μεταξύ ίριδας και φακού. Επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του ανοίγματος της κόρης και περιέχουν το υδατοειδές υγρό. Το υδατοειδές υγρό τροφοδοτεί με θρεπτικές ουσίες τον κερατοειδή και τον φακό. Ο φακός είναι ένας διαφανής αμφίκυρτος ελαστικός δίσκος προσκολλημένος περιφερικά σε μύες που του δίνουν τη δυνατότητα να μεταβάλει τη διαθλαστική του ικανότητα και να διατηρεί την οπτική του οξύτητα. Η περιοχή μεταξύ φακού και αμφιβληστροειδή περιλαμβάνει τον υαλοειδή θάλαμο, ο οποίος καταλαμβάνεται από το υαλοειδές σώμα. Τα τοιχώματα του βολβού αποτελούνται από τρεις στοιβάδες: τον ινώδη χιτώνα, τον αγγειώδη χιτώνα και τον αμφιβληστροειδή. Αναλυτικότερα, ο εξωτερικός ινώδης χιτώνας περιλαμβάνει τον κερατοειδή και το σκληρό, ο αγγειώδης χιτώνας (ενδιάμεσος) αποτελείται προς τα πίσω από τον χοριοειδή και προς τα εμπρός συνεχίζεται με το ακτινωτό σώμα και την ίριδα. Εσωτερικά, ο αμφιβληστροειδής αποτελείται προς τα πίσω με τον οπτική μούρα και προς τα εμπρός καλύπτει την επιφάνεια του ακτινωτού σώματος και της ίριδας.

(Snell, R. S., Lemp, M. A., 2006)

Η αγγείωση του οφθαλμού περιλαμβάνει τις βραχείες οπίσθιες ακτινοειδείς αρτηρίες, τις μακρές οπίσθιες ακτινοειδείς αρτηρίες, τις πρόσθιες ακτινοειδείς αρτηρίες, την κεντρική αρτηρία του αμφιβληστροειδή και τις περιδίνητες φλέβες. (Snell, R. S., Lemp, M. A., 2006) Ο κερατοειδής είναι ένας διάφανος ιστός, χωρίς αιμοφόρα αγγεία και ο σχηματισμός του προέρχεται από το φακό και το οπτικό κύπελλο. Το κερατικό επιθήλιο παράγεται από το εμβρυικό εξώδερμα. Το στρώμα σχηματίζεται από το μεσέγγυμα. Από τη νευρική ακρολοφία προέρχεται το ενδοθήλιο που καλύπτει την οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδή. Από το μεσέγγυμα σχηματίζεται η μεμβράνη του Bowman. Η μεμβράνη Descemet συντίθεται από τα ενδοθηλιακά κύτταρα. Ουσιαστικά, ο κερατοειδής αποτελείται από:

- το επιθήλιο (που υπάρχει εξωτερικά)
- τη μεμβράνη του Bowman
- το στρώμα (κυρίως ουσία του κερατοειδούς)
- τη μεμβράνη του Descemet
- το ενδοθήλιο

Προστατεύει τα εσωτερικά τμήματα του οφθαλμού, η διαθλαστική ισχύς του είναι 43D (διοπτρίες) και αποτελεί τα 2/3 της οπτικής ισχύος του οφθαλμού. (Πατέρας, E., 2015)



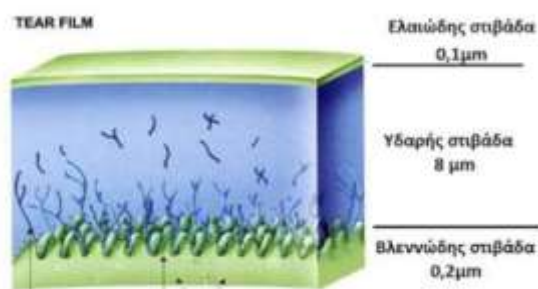
Εικόνα 1: Στοιβάδες κερατοειδή

Πηγή: <https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2665/1/Chapter01.pdf> (Επίσκεψη στις 23/6/21)

Η έκκριση των δακρύων γίνεται λόγω του βλεφαρισμού. Το δακρυϊκό φιλμ ή αλλιώς δακρυϊκή στοιβάδα καλύπτει την επιφάνεια των ματιών κάθε φορά που πραγματοποιείται βλεφαρισμός. Αποτελείται από τις εξής στοιβάδες:

- τη λιπαρή, που προκύπτει από τους μείβομιανούς αδένες των βλεφάρων, λειαιίνει τη δακρυϊκή στοιβάδα και περιορίζει την εξάτμιση των δακρύων
- την υδατοειδή, που προέρχεται από το δακρυϊκό αδένα και αποτρέπει την παραμονή ερεθιστικών ουσιών στα μάτια □ τη βλεννώδη, που προκύπτει από τον επιπεφυκότα και διευκολύνει την «διατήρηση» των δακρύων στον επιπεφυκότα.

(<https://www.athensvision.gr/%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%81%CF%85%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AE/> Επίσκεψη στις 23/6/21)



Εικόνα 2: Η δομή της δακρυϊκής στοιβάδας

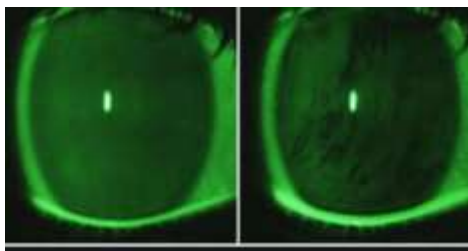
Πηγή: http://demodexgr.blogspot.com/2017/01/blog-post_29.html (Επίσκεψη στις 23/6/21)

Στη δακρυϊκή στοιβάδα εντοπίζονται πρωτεΐνες όπως η λυσοζύμη, η λακτοφερρίνη και οι ανοσοσφαιρίνες που έχουν αντιμικροβιακή δράση. Αξιοσημείωτο ρόλο έχουν τα δάκρυα καθώς δημιουργούν το δακρυϊκό φιλμ δρουν ως λιπαντική ουσία και διατηρούν την επιφάνεια του κερατοειδή λεία. Ακόμη, ενυδατώνουν τον επιπεφυκότα και τον κερατοειδή και παρέχουν χημικά στοιχεία όπως γλυκόζη και οξυγόνο στα κύτταρα τους. Με το βλεφαρισμό

απομακρύνονται μικρά σωματίδια που ενδεχομένως έχουν προσκολληθεί στον κερατοειδή και αξίζει να σημειωθεί ότι περιορίζεται ο πολλαπλασιασμός μικροοργανισμών στον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα λόγω της σύστασης των δακρύων. Τέλος, αν προκύψει τραυματισμός διευκολύνουν τη μεταφορά αντιφλεγμονωδών κυττάρων για την αποκατάσταση του τραύματος.

(<https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/Therapeutic+areas/opthalmology/Anatomy-Physiology/Anatomy+1> Επίσκεψη στις 23/6/21)

Κάποιοι άνθρωποι παράγουν λιγότερη ποσότητα δακρύων από το φυσιολογικό, οπότε ξηραίνονται τα μάτια τους και είναι ευαίσθητα. Μπορεί να προκύψει με διάφορα συμπτώματα όπως κνησμός, ερυθρότητα, αίσθηση ξένου σώματος κ.ά. Για να ελεγχθεί αν κάποιος έχει ξηροφθαλμία εφαρμόζεται είτε break up time test είτε schirmer tear test. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται φλουροσεΐνη στα μάτια και φίλτρο μπλε κοβαλτίου σε εξέταση στην λυχνία. Ειδικότερα, ανοιγοκλείνει ο ασθενής τα μάτια, μετράμε 3 δευτερόλεπτα και λέμε να κρατήσει τα μάτια του ανοιχτά, υπολογίζοντας πόσα δευτερόλεπτα είναι έως ότου τα κλείσει ή όταν εντοπίσουμε ξηρές περιοχές στον οφθαλμό. Αν είναι λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα πρόκειται για ξηροφθαλμία. Στη δεύτερη περίπτωση τοποθετούμε αναδιπλούμενη ταινία στο κάτω βλέφαρο του ασθενή για διάρκεια 5 λεπτών και αν η διαβροχή από τα δάκρυα είναι λιγότερο από 10mm, είναι ένδειξη ξηροφθαλμίας.
(Μακρυνιώτη, Δ., 2019-2020)



Εικόνα 3: Break up time test

Πηγή: researchgate.net

(Επίσκεψη στις 25/6/21)



Εικόνα 4: Schirmer test

Πηγή: eyelevel.gr

(Επίσκεψη στις 25/6/21)

1.2 Φλεγμονές οφθαλμών

1.2.1 Κερατίτιδες

1.2.1a Μόλυνση Κερατοειδή από Βακτήρια-Βακτηριακή κερατίτιδα

Είδη βακτηρίων που προκαλούν βακτηριακή κερατίτιδα είναι τα εξής:

- Pseudomonas aeruginosa
- Achromobacter xylosoxidans
- Delftia acidovorans
- Stenotrophomonas maltophilia

Στα δύο βασικά υλικά που εξακριβώθηκε η ύπαρξη βακτηρίων ήταν το etafilcon A και το senofilcon A. Τα υλικά ήταν υπό την παρουσία τεχνητού διαλύματος δακρύων είτε φυσιολογικού ορού. Στα υλικά το βακτήριο που εντοπίστηκε πιο συχνά ήταν το *Achromobacter xylosoxidans*. Βέβαια, το *Pseudomonas aeruginosa* ήταν ένα ακόμη. (Dantam, J., Subbaraman N. L., Jones, L., 2020)

Περιπτώσεις βακτηριακής κερατίτιδας που επηρεάζουν τη φυσιολογική οφθαλμική χλωρίδα μπορούν να προέλθουν από σταφυλόκοκκους, στρεπτόκοκκους, *Haemophilus influenzae* ή ψευδομονάδα όπως προαναφέρθηκε. Η ψευδομονάδα, είναι ένα από τα πιο κοινά παθογόνα βακτήρια. Η σύνθεση της βιομεμβράνης από το συγκεκριμένο βακτήριο, συσχετίζεται με την ανθεκτικότητα σε ορισμένα υγρά καθαρισμού των φακών.

(<https://www.reviewofcontactlenses.com/article/managing-contact-lensrelated-bacterial-infections> Επίσκεψη στις 23/5/21) (<https://www.reviewofcontactlenses.com/article/managing-contact-lensrelated-bacterial-infections> Επίσκεψη στις 23/5/21)

Τα βακτήρια εμφανίζονται κυρίως σε φακούς σιλικόνης-υδρογέλης και αυξάνονται οι πιθανότητες εμφάνισης μολύνσεων (π.χ. μικροβιακών). Η πιο συχνά εμφανιζόμενη είναι η κερατίτιδα. Βέβαια, παράγοντες που επηρεάζουν την πορεία της μόλυνσης και τα χαρακτηριστικά της είναι η κατηγορία του φακού επαφής και του μικροοργανισμού. (Willcox, M.D., 2013)

Ένας τραυματισμός στον κερατοειδή και ειδικότερα στην εξωτερική του στιβάδα μπορεί να επηρεάσει την κατάσταση του επιθηλίου και να εξελιχθεί σε βακτηριακή κερατίτιδα (μικροβιακή). Σημαντικό ρόλο κατέχει η διάρκεια χρήσης, δηλαδή αν ο χρήστης φοράει τους φακούς περισσότερες μέρες από το καθορισμένο. Ακόμη, σε συγκεκριμένες παθολογικές περιπτώσεις όπως ξηροφθαλμία, μεθερπικό έλκος, σταματούν την άμυνα του οφθαλμού οπότε ο κερατοειδής είναι πιο επιρρεπής στην είσοδο των βακτηρίων. Τα πιο συνήθη συμπτώματα είναι ερυθρότητα, δακρύρροια, πόνος, ευαισθησία στο φως, θολή όραση, εμφάνιση έλκους. Για την αντιμετώπισή της χορηγούνται αντιβιοτικά από τον οφθαλμίατρο και ο ασθενής είναι υπό παρακολούθηση. (<http://www.e-vardivas.gr/cornea.asp> Επίσκεψη στις 16/2/21)

Η συχνότητα εμφάνισης της μικροβιακής κερατίτιδας σε χρήστες φακών επαφής κατά το πέρας ενός έτους διαπιστώθηκε ότι κυμαίνεται σε 2-4 στους 10.000 για χρήστες ημερησίων μαλακών φακών και 20 στους 10.000 για χρήστες που τους φορούσαν κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το 90% των περιπτώσεων προκύπτει από βακτήρια. Βέβαια, η παρουσία μυκήτων (π.χ. *Fusarium*) αλλά και ακανθαμοιβάδας προκαλούν σοβαρές μορφές κερατίτιδας. Έπειτα από χρήση ορθοκερατολογικών και κοσμητικών φακών επαφής, παρατηρήθηκαν περιστατικά της μικροβιακής κερατίτιδας. Αντίθετα, εκδηλώνεται πιο σπάνια σε χρήστες ημίσκληρων φακών για όλες τις κατηγορίες αυτών.

Σχετικά με τους ορθοκερατολογικούς φακούς, παρατηρήθηκε ερυθρότητα σε ασθενείς με περιπτώσεις διηθήσεων στον κερατοειδή, ιδιαίτερα σε παιδιά. Είναι αυξημένος ο κίνδυνος εμφάνισης της κερατίτιδας, όπως και σε άτομα που χρησιμοποιούν μαλακούς φακούς υδρογέλης και σιλικόνης-υδρογέλης κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Όσο αφορά τους κοσμητικούς φακούς, ήταν υπό τη χρήση νέων κυρίως χρηστών χωρίς πείρα στη χρήση και τη φροντίδα αυτών. Σε 12 πανεπιστημιακά νοσοκομεία της Γαλλίας από το 2007 έως το 2009 εντοπίστηκε το 12.5% των ασθενών να χρησιμοποιούν τους εν λόγω φακούς, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μικροβιακής κερατίτιδας. Να σημειωθεί ότι σε ποσοστό 60% των ασθενών που τους χρησιμοποιούσαν είχαν οπτική οξύτητα χαμηλότερη από 1/10.

Συνοπτικά, η απώλεια όρασης κατά 2/10 ή και παραπάνω λόγω παρουσίας μικροοργανισμών έχει ως εξής:

- Στη μικροβιακή κερατίτιδα (βακτηριακή), κυμαίνεται στο 30%
- Στην κερατίτιδα λόγω ακανθαμοιβάδας, κυμαίνεται επίσης στο 30%

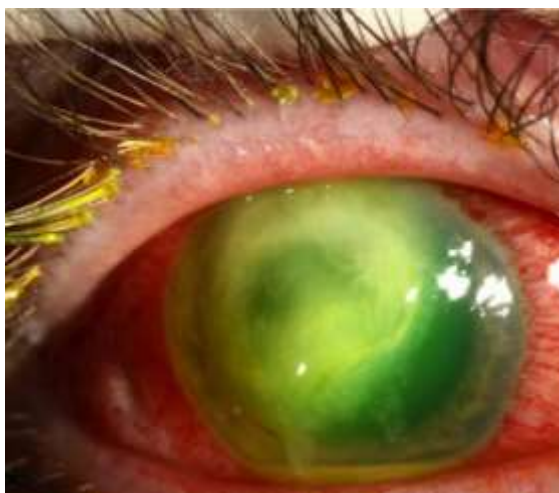
Καθώς είναι πιθανή η εμφάνιση λοίμωξης στους οφθαλμούς, οι χρήστες των φακών οφείλουν να διατηρούν το πρόγραμμα συντήρησης και απολύμανσης. Ιδανικός θα ήταν ο σχεδιασμός ενός φακού που θα είχε άριστη διαβροχή επιφάνειας, βιοσυμβατότητα και αντίσταση στην ανάπτυξη και των πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών. (<https://www.reviewofcontactlenses.com/article/managing-contactlenses-related-bacterial-infections> Επίσκεψη στις 23/5/21) (<https://www.reviewofcontactlenses.com/article/managing-contact-lensrelated-bacterial-infections> Επίσκεψη στις 23/5/21)

Η παρουσία της *Pseudomonas aeruginosa* στον οφθαλμό και πιο συγκεκριμένα στον κερατοειδή μπορεί να προκαλέσει κερατίτιδα σοβαρής μορφής όπου ο ασθενής πρέπει να απευθυνθεί άμεσα στον οφθαλμίατρο. Το προαναφερόμενο στέλεχος παράγει ένζυμα όπως πρωτεάση και ελαστάση, τα οποία συνθέτουν κολλαγόνο και αλλαγές που προκύπτουν στα ένζυμα μπορεί να προκαλέσουν τήξη και δημιουργία οπών στον κερατοειδή. Αυτό μπορεί να προκύψει κυρίως σε άτομα με ασθένειες στο ανοσοποιητικό, όπως ρευματοειδής αρθρίτιδα, σύνδρομο Sjogren's κ.α. Δημιουργείται οίδημα και δακτύλιος σε κάποιες περιπτώσεις. Σε μελέτη με 18 χρήστες φακών που είχαν μολυνθεί από ψευδομονάδα, οι 9 εξ αυτών ήταν σοβαρές και είχε εμφανιστεί δακτύλιος στον κερατοειδή. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις σχετίζεται με το σχηματισμό υπόπνου. (Carnt, N., et. al., 2017)



Εικόνα 5: Κερατίτιδα από ψευδομονάδα από τον Stephen Tuft

Πηγή: Carnt, N., et. al. 2017



Εικόνα 6: Κερατίτιδα από ψευδομονάδα όπου προκύπτει δακτύλιος και το στρώμα του κερατοειδή νεκρώνεται

Πηγή: <https://webeye.ophth.uiowa.edu/eyeforum/cases/171-pseudomonas-keratitis.htm>
(Επίσκεψη στις 6/6/21)

Η πυώδης κερατίτιδα κυρίως εμφανίζεται σε χρήστες μαλακών φακών επαφής παρά ημισκληρών ή άλλων τύπων φακών. Κάποια από τα βακτήρια διαπερνούν το επιθήλιο του κερατοειδή καθώς μειώνεται η άμυνα του οφθαλμού. Ειδικότερα, είναι τα εξής:

- *Neisseria gonorrhoeae*
- *Neisseria meningitidis*
- *Corynebacterium diphtheria*
- *Haemophilus influenza*

Τα παραπάνω βακτήρια προκαλούν σοβαρή επιπεφυκίτιδα. (Bowling, B., 2016)

1.2.1β Κερατίτιδα λόγω ακανθαμοιβάδας (μικροβιακή)

Η ακανθαμοιβάδα είναι παράσιτο που μπορεί να εντοπιστεί σε στάσιμα νερά, στο έδαφος, σε σκόνη και στον αέρα. Πρόκειται για ανθεκτικό οργανισμό και υπάρχει σε δύο μορφές: τον ενεργό τροφοζώιτη που μετακινείται μέσω δακτυλίων και την αδρανή κύστη που περικλείεται σε ένα διπλό στρώμα τοιχώματος κυτταρίνης. Οι τροφοζώιτες είναι ευαίσθητοι σε χημειοθεραπευτικούς παράγοντες, αλλά οι κύστεις είναι κυρίως ανθεκτικές. (Carnt, N., et al., 2017)

Αποτελείται από περισσότερα από 21 είδη και ταξινομείται με βάση την ακολουθία γονιδίων του 18S ριβοσωμικού RNA. Παρατηρήθηκαν 20 γονότυποι σε περιβαλλοντικές και κλινικές μελέτες. Ο πιο κοινός εξ αυτών είναι ο T4.

Οι χρήστες των φακών επαφής είναι πιθανό να εμφανίσουν κερατίτιδα η οποία σε σοβαρές μορφές προκαλεί έλκος. Αν δεν τηρήσουν τους κανόνες υγιεινής (π.χ. αν χρησιμοποιούν νερό

βρύσης αντί για ειδικό διάλυμα) τότε έχουν αυξημένη πιθανότητα να προσβληθούν. Βέβαια αξίζει να επισημανθεί ότι ακόμα και κάποιος που δε χρησιμοποιεί φακούς επαφής μπορεί να μολυνθεί από το εν λόγω παράσιτο. Η κερατίτιδα είναι μια κατάσταση απειλητική για την όραση και είναι απαραίτητο να γίνει έγκαιρη διάγνωση στον ασθενή. Ο ασθενής είναι πιθανό να εκδηλώσει απώλεια όρασης ή ακόμα και τύφλωση. Τα συμπτώματα είναι αίσθηση ξένου σώματος, ερυθρότητα, φωτοφοβία, δακρύρροια και θόλωση. Έπειτα, μπορεί να εμφανιστεί ακτινική νευρίτιδα που ακολουθείται από προχωρημένη κερατίτιδα και επιπτώσεις στο στρώμα του κερατοειδή. (Santos Gomes, T., Magnet, A., Izquierdo, F., Vaccaro, L., Redondo, F., Bueno, S., Sánchez, M., Angulo, S., Fenoy, S., Hurtado, C., Aguila, C., Wallace, G. R., 2016)

Στατιστικές αναφέρουν ότι ποσοστά μόλυνσης σε διάφορες χώρες είναι: Ηνωμένο Βασίλειο 6,9%, Νέα Ζηλανδία 8%, Κορέα 4,2-15%, Νότια Βραζιλία 9%, Κανάρια νησιά Ισπανίας 65,9%.

Έγιναν μελέτες στη Μαδρίτη σε περιπτώσεις χρηστών φακών επαφής λόγω μη τήρησης βασικών κανόνων υγιεινής. Συγκρίθηκαν η ακανθαμοιβάδα με *Pseudomonas aeruginosa* και *Staphylococcus aureus* που προκαλούν επίσης κερατίτιδα. Συγκεκριμένα, 177 υγιείς συμμετέχοντες συνέβαλλαν παραδίδοντας τους φακούς επαφής τους και απάντησαν σε ερωτηματολόγιο για εφαρμογή των κανόνων υγιεινής. Παρατηρήθηκαν τα εξής ποσοστά, DNA ακανθαμοιβάδας:49,2%, DNA *Pseudomonas aeruginosa*:7,9%, DNA *Staphylococcus aureus*:10,7%.

Η απομόνωση της ακανθαμοιβάδας στα Κανάρια νησιά διαπιστώθηκε σε ποσοστό 59% στο νερό βρύσης και 40% στο θαλασινό νερό. Τα παραπάνω διενεργούνται για τη συσχέτιση του περιβάλλοντος με τη μόλυνση των φακών επαφής και κατ'επέκταση την πρόκληση κερατίτιδας.(Santos Gomes, T., et. al., 2016)

Η απομόνωση και διαπίστωση ύπαρξης της ακανθαμοιβάδας μπορεί να γίνει από φυγοκέντρηση διαλύματος φακών και ανίχνευση του DNA με PCR. Το ίδιο ισχύει και για τα βακτήρια *Pseudomonas aeruginosa* και *Staphylococcus aureus*.

Η καλλιέργεια της ακανθαμοιβάδας πραγματοποιείται με 80mL υγρού διαλύματος το οποίο εμβολιάζεται σε πλάκες θρεπτικού υλικού παρουσία *Escherichia coli*, το οποίο έχει απενεργοποιηθεί και επωάζεται στους 28°C. Στη συνέχεια το υλικό μεταφέρεται σε άγαρ και τέλος γίνεται ο προσδιορισμός του γονοτύπου. (Santos Gomes, T., et. al., 2016)

Διαπιστώθηκε ότι από 168 άτομα ηλικίας 18-83 ετών, το 70.2% ήταν γυναίκες, το 29.8% ήταν άνδρες με το 98.2% των ατόμων να χρησιμοποιεί μαλακούς φακούς επαφής και μόλις το 1.8% ημίσκληρους. Το 87.5% φορούσε φακούς σε καθημερινή βάση, ενώ περιστασιακά το 12.5%. Πρέπει να σημειωθεί ότι το 53.6% εμφάνισε δυσφορία. Ένας από τους παράγοντες που συνέβη αυτό ήταν επειδή κάποιοι έκαναν ντους φορώντας τους φακούς επαφής τους. Επιπλέον, ήταν αυξημένο το ποσοστό μόλυνσης από ακανθαμοιβάδα πιο πολύ στους άνδρες παρά στις γυναίκες. (Santos Gomes, et. al., 2016)

Λόγω της ακανθαμοιβάδας είναι πιθανό να διαπιστωθεί:

- Νέκρωση κατά τα 2/3 του στρώματος του κερατοειδή
- Παραγωγή λιγότερων κυττάρων στο στρώμα
- Έλκος στο επιθήλιο του κερατοειδή

(Khan, S.A., Chun-Sing, L., 2020)

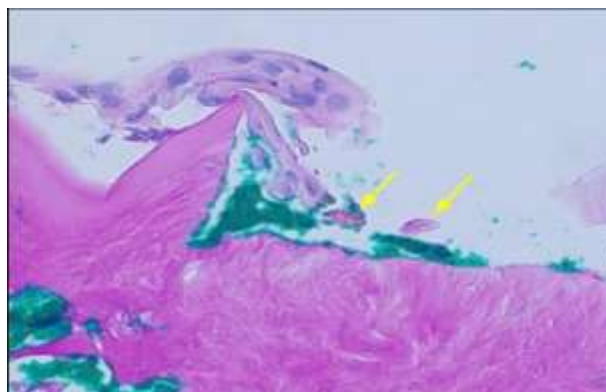
Παρακάτω θα αναλυθεί περιστατικό κοριτσιού 16 ετών που εμφάνισε κερατίτιδα από ακανθαμοιβάδα. Φορούσε χρωματιστούς φακούς επαφής για εβδομάδες ακόμα και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Εμφάνισε πόνο στο δεξί οφθαλμό, ερυθρότητα, φωτοφοβία, δακρύρροια, αίσθηση ξένου σώματος και χαμηλή όραση.

Όσο αφορά το ιστορικό της είχε έλλειψη G6PD και δρεπανοκυτταρική αναιμία. Είχε λάβει θεραπεία για βακτηριακή και ερπητική κερατίτιδα. Μετά από εξέταση αναγνώριζε με το δεξί μάτι κίνηση χεριού και το αριστερό μάτι είχε όραση 10/10. Επιπλέον, ο δεξιός οφθαλμός παρουσίασε μειωμένη αισθητικότητα, ακτινική περινευρίτιδα και διηθήσεις στο στρώμα. Στην εξέταση του προσθίου θαλάμου διακρίθηκε πύον. (Yousuf, N., Sindi, K., Hashim, S., Alsetri, H., Dombroski, C., 2020)



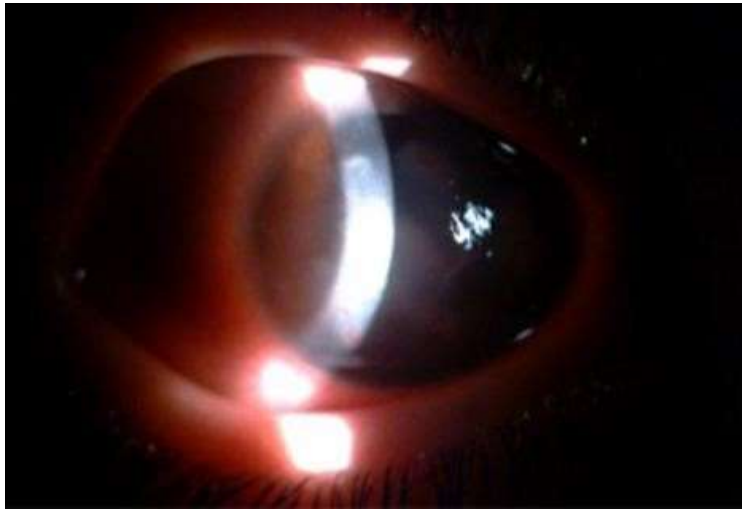
Εικόνα 7: Εξέταση με σχισμοειδή λυχνία δεξιού οφθαλμού με στοιχεία κερατίτιδας στο στρώμα

Πηγή: Yousuf, N., Sindi, K., Hashim, S., Alsetri, H., Dombroski, C., Atypical Presentation of Acanthamoeba Keratitis in a Contact Lens Wearer



Εικόνα 8: Ακανθαμοιβάδα (*Acanthamoeba trophozoite*) σε μεγέθυνση 50 μm στα σημεία που υποδεικνύουν τα βέλη

Πηγή: Yousuf, N., Sindi, K., Hashim, S., Alsetri, H., Dombroski, C., Atypical Presentation of Acanthamoeba Keratitis in a Contact Lens Wearer



Εικόνα 9: Ουλή κερατοειδούς και νεοαγγείωση

Πηγή: Yousuf, N., Sindi, K., Hashim, S., Alsetri, H., Dombroski, C., Atypical Presentation of Acanthamoeba Keratitis in a Contact Lens Wearer

Χορηγήθηκε θεραπεία με οφθαλμικές σταγόνες 0.1% προπαμιδίνης, εξαμιδίνης και 0.02% σταγόνες χλωρεξιδίνης. Χορηγήθηκαν σταγόνες βορικού οξέος και κετοκοναζόλη από το στόμα και παρατηρήθηκε βελτίωση της κατάστασής της. Έπειτα από ένα χρόνο πραγματοποιήθηκε κερατοπλαστική και η οπτική οξύτητα της ασθενούς ήταν 20/40 με διορθωση. (Yousuf, N., et. al., 2020)



Εικόνα 10: Δεξιός οφθαλμός μετά από κερατοπλαστική

Πηγή: Yousuf, N., Sindi, K., Hashim, S., Alsetri, H., Dombroski, C., Atypical Presentation of

Acanthamoeba Keratitis in a Contact Lens Wearer Αξίζει να σημειωθεί ότι η ακανθαμοιβάδα εμφανίζεται κυρίως σε φακούς σιλικόνης υδρογέλης παρά σε μαλακούς με hydroxyethylmethacrylate. (Willcox, M.D., 2013)

Η κερατοπλαστική για θεραπευτικούς λόγους προτείνεται σε σοβαρές περιπτώσεις μόλυνσης από ακανθαμοιβάδα καθώς τα αποτελέσματα είναι πολύ ικανοποιητικά για την επαναφορά της όρασης. (Carnt, N., et. al., 2017)

1.2.1γ Κερατίτιδα από μύκητα

Τα κυριότερα είδη μυκήτων που προκαλούν κερατίτιδα είναι τα εξής:

- Ζυμομύκητες
□ Candida sp.
- Νηματώδεις μύκητες
(Aspergillus sp, Fusarium sp.)

Σε χρήστες φακών επαφής όπως και σε περιπτώσεις τραυματισμών του οφθαλμού εντοπίζονται κυρίως νηματώδεις μύκητες. Σε περιπτώσεις διαταραχών στη λειτουργία της πρόσθιας επιφάνειας του ματιού και ιδίως του κερατοειδούς, ο οφθαλμός κυρίως προσβάλλεται από Candida. Ακόμη, η κερατοεπιπεφυκίτιδα προκύπτει από μικροσπορίδια που είναι παρασιτικοί μύκητες. Έχει εντοπιστεί σε χρήστες φακών επαφής και εμφανίζεται και σε ασθενείς που βρίσκονται σε ανοσοκαταστολή. (Carnt, N., et. al., 2017)



Εικόνα 11: Κερατίτιδα από μύκητα

Πηγή: Carnt, N., Samarawickrama, C., White, A., Stapleton, F., The diagnosis and management of contact lens-related microbial keratitis

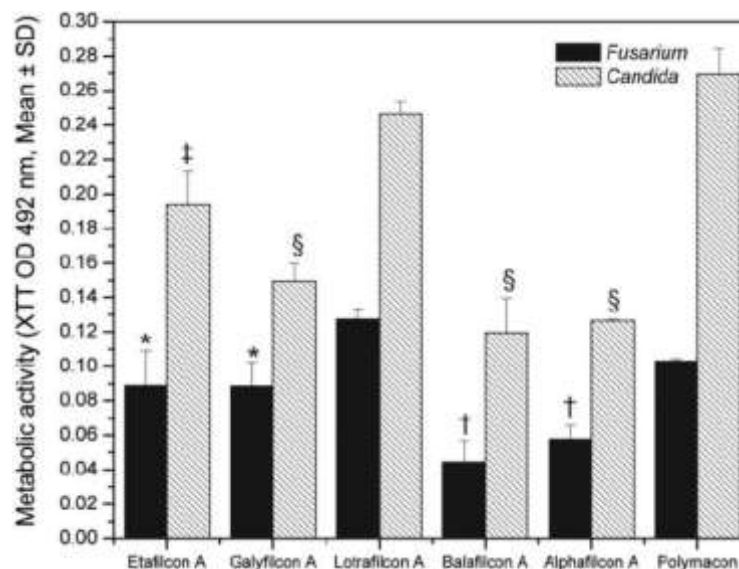
Ελκώδης Κερατίτιδα από μύκητα

Σε διάρκεια δύο ετών από τον Ιανουάριο του 2004 έως το Δεκέμβριο του 2005 στο Μαϊάμι της Φλόριντα, παρατηρήθηκε ότι το 21.3% των χρηστών φακών επαφής εμφανίζουν ελκώδη κερατίτιδα από μύκητα. Το ποσοστό εμφάνισης της κερατίτιδας αυξήθηκε από 26.7% σε 50% εντός δύο χρόνων. Στα είδη των μυκήτων που εντοπίζονται είναι της κατηγορίας:

- *Fusarium oxysporum*
- *Fusarium solani*
- *Curvularia*
- *Aspergillus*
- *Colleotrichum*
- *Candida albicans*

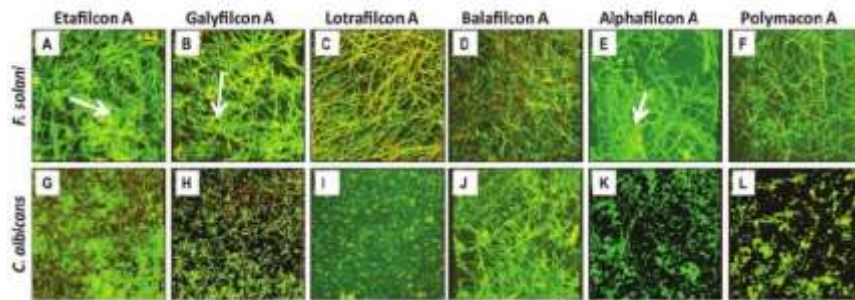
Συχνότερα εμφανίζεται ο μύκητας του είδους *Fusarium*. Τα είδη *Fusarium* και *Aspergillus* αντιστοιχούσαν σε υψηλό ποσοστό εμφάνισης ενώ η μούχλα (*Candida albicans*) σε χαμηλότερο ποσοστό. (Imamura, Y., Chandra, J., Mukherjee, K. P., Lattif, A. A., Szczotka-Flynn, B. L., Pearlman, E., Lass, H. J., O'Donnell, K., Ghannoum, A. M., 2008)

Αξίζει να σημειωθεί ότι το 80% των ασθενών που εμφάνισε μύκητα ενώ χρησιμοποιούσε φακούς επαφής, είχε *Fusarium* και στους κερατοειδείς. Επίσης, παρατηρήθηκε διπλασιασμός περιπτώσεων κερατίτιδας από το συγκεκριμένο είδος. Με τη χρήση φακών επαφής συσχέτιστηκαν τα είδη *Acremonium* και ένα είδος μούχλας (*Candida albicans*). (Imamura, Y., Chandra, J., Mukherjee, K. P., Lattif, A. A., Szczotka-Flynn, B. L., Pearlman, E., Lass, H. J., O'Donnell, K., Ghannoum, A. M., 2008)



Σχήμα 1: Απομόνωση *Fusarium* και *Candida* από βιομεμβράνες σε μαλακούς φακούς επαφής

Πηγή: Imamura, Y., Chandra, J., Mukherjee, K. P., Lattif, A. A., Szczotka-Flynn, B. L., Pearlman, E., Lass, H. J., O'Donnell, K., Ghannoum, A. M., *Fusarium and Candida albicans Biofilms on Soft Contact Lenses: Model Development, Influence of Lens Type, and Susceptibility to Lens Care Solutions*



Εικόνα 12: Απομόνωση *Fusarium* και *Candida* από βιομεμβράνες σε διαφορετικά υλικά φακών

Πηγή: Imamura, Y., Chandra, J., Mukherjee, K. P., Lattif, A. A., Szczotka-Flynn, B. L., Pearlman, E., Lass, H. J., O'Donnell, K., Ghannoum, A. M., *Fusarium* and *Candida albicans* Biofilms on Soft Contact Lenses: Model Development, Influence of Lens Type, and Susceptibility to Lens Care Solutions

Σε περίπτωση που αναφερόμαστε σε σοβαρή λοίμωξη που έχει επηρεάσει τον κερατοειδή σε βάθος, ο ασθενής υποβάλλεται σε μεταμόσχευση κερατοειδή για να μην εξαπλωθεί ο μικροοργανισμός σε άλλα μέρη του οφθαλμού (πχ. αν έχει προσβληθεί από νηματώδη μύκητα). (Carnt, N., et. al., 2017)

1.2.1δ Ιογενής κερατίτιδα

Η ιογενής κερατίτιδα προκαλείται από αδενοϊούς. Προκύπτουν διάσπαρτες θολερότητες στον κερατοειδή και ενδεχομένως μειώνεται η όραση του ασθενή. Χαρακτηριστική είναι η κερατίτιδα του απλού έρπητα που προκαλεί κακώσεις ή έλκη στο μάτι. Το άγχος, η έκθεση στον ήλιο και ότι εξασθενεί το ανοσοποιητικό σύστημα, μπορούν να γίνουν αιτίες για την επιδείνωση των κακώσεων και των ελκών.

(<http://lasermatia.gr/keratitida/> Επίσκεψη στις 9/7/21)

(<https://wikihealth.gr/health/elkos-ston-keratoeidi-chitona/> Επίσκεψη στις 9/7/21)

1.2.2 Επιπεφυκίτιδες

1.2.2α Οξεία Βακτηριακή Επιπεφυκίτιδα

Η οξεία βακτηριακή επιπεφυκίτιδα είναι μία πάθηση του επιπεφυκότα συνήθως αυτοϊώμενη. Τα αίτια που την προκαλούν είναι μικρόβια όπως:

- *Staphylococcus epidermidis*
- *Staphylococcus aureus*
- *Haemophilus influenzae*
- *Streptococcus pneumoniae*
- *Moraxella catarrhalis*

Τα συμπτώματα της πάθησης αυτής είναι πυώδεις και βλεννοπυώδεις εκκρίσεις που προκαλούν συγκόλληση των βλεφάρων οπότε κατά το ξύπνημα ανοίγουν με δυσκολία. Ακόμη, σε κάποιες περιπτώσεις εμφανίζεται οίδημα και ερυθρότητα των βλεφάρων και υπάρχουν στικτές διαβρώσεις στο επιθήλιο. (Bowling, B., 2016)

1.2.2β Οξεία Γονοκοκκική Επιπεφυκίτιδα Χαμηλό ποσοστό των ασθενών εμφανίζει επιπεφυκίτιδα λόγω του μικροοργανισμού *Neisseria gonorrhoeae* που μεταδίδεται από σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα, όπως και το *Neisseria meningitidis* που προκαλεί μηνιγγιτιδοκοκκική επιπεφυκίτιδα κυρίως σε μικρά παιδιά.

Η οξεία γονοκοκκική επιπεφυκίτιδα προκύπτει από τον *Neisseria gonorrhoeae* και είναι φλεγμονή του επιπεφυκότα στην οποία εκκρίνεται πύον και δημιουργείται οίδημα στα βλέφαρα και τον επιπεφυκότα, υπεραιμία και διόγκωση των επιχωρίων λεμφαδένων. Εμφανίζεται σε νεογνά λίγες μέρες μετά τη γέννησή τους αν η μητέρα πάσχει από γονοκοκκική κολπίτιδα. Βέβαια, μπορεί να το φέρει και ένας ενήλικας εφόσον έρθει σε επαφή με εκκρίσεις γονοκοκκικής κολπίτιδας. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014)

1.2.2γ Ιογενής Επιπεφυκίτιδα

Πρόκειται για μεταδοτική λοίμωξη που προέρχεται από αδενοϊό ο οποίος μεταδίδεται με σωματική επαφή και παραμένει σε επιφάνειες ζωντανός. Ένας ασθενής είναι πολύ πιθανό να το μεταφέρει σε κάποιο άλλο άτομο οπότε προτείνεται η αποφυγή της επικοινωνίας του ασθενή.

Τα κυριότερα συμπτώματα που εμφανίζονται είναι: δακρύρροια, ερυθρότητα, αίσθημα καύσου, εκκρίσεις, οίδημα βλεφάρου, θολή όραση και πόνος. Στις περισσότερες περιπτώσεις πρώτα προσβάλλεται ο ένας οφθαλμός και μετά από λίγες ημέρες προσβάλλεται και ο άλλος οφθαλμός. Εκείνος που προσβάλλεται πρώτος συνήθως έχει και πιο έντονα συμπτώματα. Όσο περνάνε οι μέρες τα συμπτώματα επιδεινώνονται. Η νόσος διαρκεί κατά μέσο όρο 10-20 μέρες.

<https://www.laser4myopia.gr/content/388/%CE%B9%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%AE%CF%82%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CE%B5%CF%86%CF%85%CE%BA%CE%AF%CF%84%CE%B9%CE%B4%CE%B1> Επίσκεψη στις 9/7/21)

1.2.2δ Λοιμώξεις λόγω χλαμυδίων και τράχωμα

Τα χλαμύδια είναι μικροοργανισμοί αρνητικοί κατά Gram και ανήκουν στις Rickettsias. Τα βασικότερα είδη χλαμυδίων τα οποία είναι παθογόνα είναι τα εξής: □ *Chlamydia psittaci*: μπορεί να μεταδοθεί στον άνθρωπο από ζώα και πουλιά. Προκαλεί ασθένεια και επιπεφυκίτιδα

□ *Chlamydia trachomatis*: προκαλεί ενδημικό τράχωμα, επιπεφυκίτιδα με έγκλειστα κ.α. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014)

Το τράχωμα προέρχεται από τον μικροοργανισμό *Chlamydia trachomatis* και μεταδίδεται με είτε με τη χρήση κοινών αντικειμένων προσωπικής υγιεινής (όπως πετσέτες) είτε με την επαφή με τον οφθαλμό. Οι νέες ηλικίες είναι πιο επιρρεπείς. Η νόσος εξαπλώνεται σε μεγάλο βαθμό από σκνίπες.

Στα πρώτα στάδια υπάρχουν ομοιότητες με τις βακτηριακές επιπεφυκίτιδες καθώς εμφανίζεται δακρύρροια, υπεραιμία, οίδημα, εκκρίσεις και φωτοφοβία. Σε ενήλικες είναι πιο πιθανό να εμφανιστούν επιπλοκές.

Ουσιαστικά ο επιπεφυκότας υφίσταται αλλοίωση όπως διάχυτη φλεγμονή και ανάπτυξη θυλακίων στο κάτω μέρος του ή στον άνω βλεφαρικό. Υπάρχουν και περιπτώσεις που εμφανίζονται στον βολβικό επιπεφυκότα στο άνω ήμισυ του σκληροκερατοειδικού ορίου. Όσο εξελίσσεται, αυξάνεται το μέγεθος των θυλακίων και παρουσιάζονται υπερτροφικές θηλές στον άνω ταρσικό επιπεφυκότα. Καταστρέφονται οι ιστοί του κερατοειδή και το τελικό στάδιο είναι η τύφλωση. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014)

1.2.2ε Αλλεργικές επιπεφυκίτιδες

Οι αλλεργικές επιπεφυκίτιδες εμφανίζονται σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού και ιδίως σε χρήστες φακών επαφής. Οι λόγοι είναι γενετικοί, περιβαλλοντικοί, σχετιζόμενοι με τη φαρμακευτική αγωγή κ.α. Προσβάλλονται κυρίως άτομα ηλικιών 18-35 ετών. Τα πιο συνήθη συμπτώματα που εμφανίζονται είναι πόνος, ερυθρότητα, τσούξιμο, δακρύρροια, υπεραιμία επιπεφυκότα, χύμωση, οίδημα βλεφάρου και ήπια αντίδραση κόρης. (Donshik C.P., 2003) Πλέον, η συχνότητα εμφάνισης της φλεγμονής αυτής φτάνει το 40% και αποτελεί αιτία διακοπής χρήσης των φακών επαφής έως ότου υποχωρήσουν τα συμπτώματα. Χρήστες φακών με εποχιακές αλλεργίες, εμφανίζουν συχνά οφθαλμικές λοιμώξεις και γενικότερα παθολογικές καταστάσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν από οφθαλμίατρο. (Wolffsohn, J., Bilkhu, P.S., 2012)

Για την αποφυγή των οφθαλμικών συμπτωμάτων προτείνεται:

- Συχνή αντικατάσταση των φακών επαφής
- Έλεγχος και τήρηση των κανόνων υγιεινής με χρήση διαλυμάτων χωρίς συντηρητικά, και τεχνητών δακρύων (monodose) ή παχύρευστων τεχνητών δακρύων μορφής gel □ Χρήση ημερήσιων φακών επαφής

Με αυτό τον τρόπο ελαττώνονται οι περιπτώσεις στίγματος του κερατοειδή, της ακανόνιστης υφής των βλεφάρων και της υπεραιμίας επιπεφυκότα.

Σύμφωνα με μελέτη παρατηρήθηκε ότι το 67% των ασθενών εμφάνισε βελτίωση με ημερήσιους φακούς ενώ στο 18% αυξήθηκαν οι περιπτώσεις αλλεργιών καθώς οι χρήστες φορούσαν νέο ζευγάρι μηνιαίων φακών. (Wolffsohn, J., Bilkhu, P.S., 2012)

Οξεία αλλεργική επιπεφυκίτιδα

Εμφανίζεται ξαφνικά και είναι κνιδωτική αντίδραση στον οφθαλμό καθώς το αλλεργιογόνο έρχεται σε επαφή με τον επιπεφυκότα. Εμφανίζεται οίδημα στα βλέφαρα, χύμωση στον επιπεφυκότα, δακρύρροια και δυσκολία στο άνοιγμα των βλεφάρων. Εμφανίζεται σε παιδιά και ενήλικες που έχουν έρθει σε επαφή με χόρτα ή ζώα. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014) Υποχωρεί μέσα σε 1-2 μέρες μετά την απομάκρυνση του αλλεργιογόνου από τον οργανισμό του ασθενή. (Donshik, C. P., 2003)

Εποχιακή αλλεργική επιπεφυκίτιδα

Πρόκειται για κοινή μορφή επιπεφυκίτιδας που προσβάλλει άτομα με αλλεργία στα χόρτα, τη γύρη, το τρίχωμα των ζώων κ.α. και παρουσιάζεται κυρίως την άνοιξη ή το καλοκαίρι στο 10-15% του πληθυσμού. (Donshik, C. P., 2003) Σχετικά με τα συμπτώματα, σύνηθες είναι ο κνησμός, η δακρύρροια, η υπεραιμία του επιπεφυκότα και πιο σπάνια το οίδημα των βλέφαρων και η χύμωση του επιπεφυκότα. Συνδέεται με την εαρινή αλλεργική καταρροή. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014)

Χρόνια αλλεργική επιπεφυκίτιδα

Λέγεται και επιπεφυκίτιδα εξ επαφής και παρουσιάζεται σαν αντίδραση υπερευαισθησίας ή σαν τοξική αντίδραση εξαιτίας φαρμακευτικών ουσιών π.χ. συντηρητικά υγρών φακών επαφής Thiomersal, αντιϊκά φάρμακα Idoxuridine, αντιβιοτικά και αντιγλαυκωματικά όπως πιλοκαρπίνη και αδρεναλίνη. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνονται σαμπουάν, σπρέι και καλλυντικά. Μπορεί να προκύψει λόγω σκόνης, ακάρεων και τριχώματος ζώων. Εμφανίζονται συμπτώματα όπως οίδημα, υπεραιμία επιπεφυκότα, θυλάκια. Τα βλέφαρα έχουν εικόνα δερματίτιδας εξ επαφής, ενώ ο κερατοειδής έχει εικόνα στικτής κερατίτιδας. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι χρήστες των φακών επαφής ενδεχομένως εμφανίσουν δυσφορία στην εφαρμογή των φακών καθώς ο επιπεφυκότας αντιδρά στα συντηρητικά των υγρών συντήρησης και απολύμανσής τους. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014)

Εαρινή επιπεφυκίτιδα

Πρόκειται για εξωτερική φλεγμονή του οφθαλμού, η οποία είναι αμφοτερόπλευρη, αλλεργικής αιτιολογίας και προσβάλλει άτομα ηλικίας 5-20 ετών κυρίως. Πιο συχνά εμφανίζεται στους άνδρες παρά στις γυναίκες. Εμφανίζεται σε περιοχές με θερμό κλίμα και κατά τη διάρκεια εποχών όπως φθινόπωρο και άνοιξη. Τα άτομα που εμφανίζουν τη νόσο είτε έχουν ιστορικό ατοπικής νόσου (έκζεμα, άσθμα) είτε όχι.

Τα συμπτώματα που εμφανίζουν οι ασθενείς είναι δακρύρροια, κνησμός αίσθηση ξένου σώματος και καύσου όπως και φωτοφοβία. Είναι πιθανό να παρουσιαστεί ως βλεφαρικού, βολβικού τύπου ή και τα δύο ταυτόχρονα.

Σχετικά με το βλεφαρικό τύπο, ο επιπεφυκότας εμφανίζει υπεραιμία, χύμωση και θηλές στον άνω ταρσό. Δεν εξαιρούνται οι βλεννώδεις εκκρίσεις και τα εξιδρώματα.

Στο βολβικό τύπο, που εντοπίζεται στο σκληροκερατοειδές όριο, παρουσιάζεται οίδημα και υπεραιμία επιπεφυκότα. Πλησίον του σκληροκερατοειδούς ορίου υπάρχει μεγαλύτερο πάχος και εμφανίζονται οζίδια, στην κορυφή των οποίων είναι οι κηλίδες του Τράντα που απαρτίζονται από ηωσινόφιλα. Σε περιπτώσεις που προσβάλλεται ο κερατοειδής, εμφανίζονται διαβρώσεις στο επιθήλιο, οπότε πρόκειται για στικτή επιθηλιακή κερατοπάθεια. Βέβαια, οι διαβρώσεις αν είναι εκτεταμένου βαθμού δημιουργούν έλκος στον κερατοειδή και εξιδρώματα. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014)

Επιπεφυκίτιδα γιγαντιαίων θηλών (ξένου σώματος)

Είναι φλεγμονή του επιπεφυκότα και προσβάλλει χρήστες φακών επαφής και ιδίως μαλακών, χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό, ή άτομα με τεχνητό οφθαλμό, ή άτομα που φέρουν ράμματα τα οποία προκαλούν ερεθισμό στον επιπεφυκότα. Εμφανίζεται συχνά σε άτομα με ιστορικό ατοπικής νόσου. Σε υγρά διαλύματα καθαρισμού και απολύμανσης των φακών επαφής, (Thiomersal) ουσίες από τα συντηρητικά προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις στους χρήστες.

Κύρια συμπτώματα της φλεγμονής αυτής είναι φωτοφοβία, κνησμός, παραγωγή βλεννοδών εκκρίσεων όπως και δυσφορία όσο αφορά την εφαρμογή των φακών στον οφθαλμό. Διακρίνονται θηλώματα στον ταρσικό επιπεφυκότα που μετατρέπονται σε γιγαντιαίες θηλές.

Προτείνεται η διακοπή της χρήσης των φακών περίπου για τρεις μήνες. Ο ασθενής ακολουθεί φαρμακευτική αγωγή με κορτιζόνη ή χωρίς και αντιαλλεργικά. Έπειτα, χρησιμοποιούνται μαλακοί φακοί επαφής υψηλής περιεκτικότητας σε νερό ή ημίσκληροι και επιλέγεται το κατάλληλο διάλυμα για τον καθαρισμό των φακών ώστε να μην επιδεινώνει την υγεία των οφθαλμών του χρήστη. (Ψύλλας, Γ. Κ., 2014)

Κεφάλαιο 2: Οι Φακοί Επαφής

2.1 Γενικά

Ο φακός επαφής είναι ένα μέσο διορθωτικό, θεραπευτικό ή κοσμητικό. Πρόκειται για τεχνητή πρόσθια επιφάνεια που εφαρμόζεται στον κερατοειδή. Πάνω από 125 εκατομμύρια άτομα στον κόσμο χρησιμοποιούν φακούς επαφής.

(https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B5%CF%80%CE%B1%CF%86%CE%AE%CF%82 Επίσκεψη στις 25/6/21)

Η πρώτη αναφορά στο φακό επαφής πραγματοποιήθηκε από τον Leonardo Da Vinci το 1508 καθώς βύθισε το κεφάλι του σε ένα μπολ με νερό και σε άλλο χρόνο έβαλε γυάλινο ημισφαίριο με νερό πάνω από το μάτι. Έπειτα, το 1636 ο Καρτέσιος επιδίωξε τη δημιουργία του πρώτου κερατοειδικού φακού επαφής χωρίς επιτυχία. Βέβαια, το 1801 Τόμας Γιανγκ κατασκεύασε τον πρώτο φακό επαφής ακολουθώντας τα βήματα του Καρτέσιου. Το 19^ο αιώνα χρησιμοποιήθηκαν για διόρθωση της όρασης, ενώ το 1945 η Αμερικανική Οπτομετρική Ένωση αναγνώρισε τους φακούς επαφής ως μέσο διόρθωσης των διαθλαστικών ανωμαλιών. Το 1949 κατασκευάστηκαν οι πρώτοι σκληροί φακοί επαφής, το 1960 οι μαλακοί, ενώ από το 1980 χρησιμοποιήθηκαν οι πρώτοι ημερήσιοι, οι διπλοεστιακοί και οι έγχρωμοι φακοί.

(<https://gre.topbrainscience.com/leonardo-da-vinci-invented-contact-lenses-1508-525605>

Επίσκεψη στις 25/6/21)

Οι τύποι των φακών επαφής είναι μαλακοί, ημίσκληροι, υβριδικοί, σκληρικοί και ανάλογα με τη διάρκειά τους ημερήσιοι, δεκαπενθήμεροι, μηνιαίοι και ετήσιοι. Μπορούν να διορθώσουν τη μυωπία, την υπερμετροπία, τον αστιγματισμό, την πρεσβυωπία, οι έγχρωμοι αλλάζουν το χρώμα των ματιών και οι θεραπευτικοί επουλώνουν πληγή στο μάτι ή είναι κατάλληλοι μετά από επέμβαση.

(https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B5%CF%80%CE%B1%CF%86%CE%AE%CF%82 Επίσκεψη στις 25/6/21)

Ένας ιδανικός φακός επαφής πρέπει να παρέχει άριστη ποιότητα όρασης, να προσφέρει άνεση στο χρήστη και να είναι συμβατός με την οφθαλμική επιφάνειά του. Αξιοσημείωτο ρόλο κατέχει η επιλογή του φακού ανάλογα με την ποσότητα και την ποιότητα των δακρύων κάθε ανθρώπου, τη φυσιολογία των ματιών όπως και τον τρόπο ζωής. Έτσι, μειώνεται η πιθανότητα διακοπής της χρήσης των φακών. (Κατάλογος Johnson&Johnson)



Εικόνα 13: Φακός επαφής και δακρυϊκή στοιβάδα

Πηγή: Κατάλογος Johnson&Johnson



Εικόνα 14: Δομή δακρυϊκής στοιβάδας και φακός επαφής

Πηγή: Κατάλογος Johnson&Johnson

Οι πιο συνήθεις αιτίες διακοπής τους είναι η κακή ποιότητα όρασης, η δυσφορία στα μάτια και η δυσκολία στο χειρισμό. Οι νέοι χρήστες είναι πιθανό να διακόψουν τη χρήση από τους πρώτους μήνες. Για τη μείωση του ποσοστού διακοπής των φακών από τους χρήστες προτείνεται η συζήτηση με τον οπτικό-οπτομέτρη για την επιλογή του κατάλληλου φακού που θα διευκολύνει το χρήστη στην καθημερινότητά του. Τέλος, ο χρήστης οφείλει να είναι συνεπής στους κανόνες και στις συμβουλές που του δίνονται για την ορθή χρήση των φακών και την τήρηση των κανόνων υγιεινής.

(<https://www.athensvision.gr/> Επίσκεψη στις 27/6/21)

2.2 Υλικά Κατασκευής

Τα υλικά κατασκευής των φακών επαφής είναι πολυμερή που προκύπτουν από τη σύνθεση των μονομερών. Όταν για την ολοκλήρωση του υλικού χρειάζονται πολλά μονομερή, τότε αναφερόμαστε σε ένα συμπολυμερές υλικό. Το υλικό κατασκευής του φακού προέρχεται από επανάληψη μονάδων που συντίθενται μεταξύ τους. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Τα υλικά των φακών επαφής αποτελούνται από MMA μεθυλ-μεθακρυλικό και γόμα σιλικόνης. Το MMA προέκυψε από το PMMA θερμοπλαστικό με αντοχή και ικανότητα διαβροχής στην επιφάνειά του αλλά μη διαπερατό σε οξυγόνο. Η γόμα σιλικόνης είναι υδρόφοβο υλικό και διαπερατό σε οξυγόνο. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Με το πέρασμα του χρόνου πραγματοποιήθηκε συμπολιμερισμός του MMA με υδρόφιλα πολυμερή οπότε προέκυψε το HEMA που είναι υδρόφιλο υλικό και κατασκευάστηκαν και άλλα σύγχρονα υλικά. Επίσης, δημιουργήθηκαν τα σκληρά αεροδιαπερατά υλικά (RGP). Εμφανίστηκαν τα πρώτα πολυμερή του MMA με σιλικόνη το 1970, τα οποία εξελίχθηκαν και έχουν καλή διαπερατότητα οξυγόνου. Στη συνέχεια, το 1990 και έπειτα κατασκευάστηκαν φακοί σιλικόνης-υδρογέλης για μεγάλη διαπερατότητα σε οξυγόνο και μείωση κινδύνων υποξίας στα μάτια. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

2.3 Κατηγορίες φακών επαφής σύμφωνα με το υλικό τους

Σκληροί φακοί

- Φακοί από PMMA
- Σκληρικοί φακοί
- Σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί (RGP)

Μαλακοί φακοί

- Φακοί υδρογέλης
- Φακοί σιλικόνης
- Φακοί σιλικόνης-υδρογέλης

(Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Υλικά Μαλακών Φακών Επαφής

Μαλακά υλικά είναι η σιλικόνη, η υδρογέλη και η σιλικόνη-υδρογέλη. Η σιλικόνη είναι ελαστικό και υδρόφοβο ενώ η υδρογέλη υδρόφιλη και πιο διαδεδομένη στην αγορά. Οι φακοί σιλικόνης-υδρογέλης δηλαδή ένα νέο υλικό που προκύπτει από τη συνένωση της σιλικόνης με την υδρογέλη, είναι υδρόφιλοι καθώς περιέχονται μονομερή υδρογέλης. Με την εφαρμογή των φακών οποιασδήποτε από τις τρεις κατηγορίες υπάρχει προσαρμογή στον κερατοειδή. Ακόμη και αν παραμορφωθούν όταν σταματήσει η παραμόρφωση επανέρχονται στο αρχικό σχήμα τους. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Υλικά Σκληρών Αεροδιαπερατών Φακών Επαφής

Αρχικά, τα συγκεκριμένα υλικά ήταν πολυμερή του MMA μεθυλ-μεθακρυλικού με αλυσίδες σιλικόνης. Ονομάστηκαν σιλικο-ακρυλικά και αποτελούνταν από αλυσίδες άνθρακα και σιλικόνης και περιείχαν παράγοντες εφύγρανσης και σύνδεσης των αλυσίδων (πχ. EthyleneGlycolDiMethAcrylate). Ως αποτέλεσμα, ελαττώνεται η υδροφοβία του σιλικονούχου τμήματος και αυξάνεται η μηχανική του σταθερότητα. Έτσι μειώνονται οι περιπτώσεις εναποθέσεων καθώς η υδροφοβία αυξάνει τις εναποθέσεις λιπιδίων στην επιφάνεια του φακού. Για να περιοριστούν στο ελάχιστο οι εναποθέσεις κατασκευάστηκαν τα φθοριοσιλικονούχα ακρυλικά υλικά. Το φθόριο που περιέχεται στο υλικό επηρεάζει τη δακρυϊκή στιβάδα και συμβάλλει στην ομοιόμορφη κατανομή των δακρύων στην επιφάνεια του φακού αποτρέποντας το σχηματισμό των εναποθέσεων. Τα υλικά αυτά έχουν υψηλή διαπερατότητα σε οξυγόνο και μεγάλη διαστατική σταθερότητα. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Συμβατικά Υδρόφιλα Υλικά

Ο όρος υδρογέλη αναφέρεται στο συμβατικό υδρόφιλο υλικό που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά με τη μορφή του πολυμερούς HydroxyEthylMethAcrylate (HEMA). Η ικανότητά του για απορρόφηση νερού ανέρχεται στο 38% όταν βρίσκεται στην απλή του μορφή. Σε περίπτωση που πολυμεριστεί με άλλα υλικά η περιεκτικότητα σε νερό αυξάνεται στο 70%.

Σήμερα κυκλοφορούν υλικά με σκοπό να έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά. Όμως, η μηχανική τους αντοχή μειώνεται όσο αυξάνεται το ποσοστό νερού που περιέχουν άρα μειώνεται η διάρκεια ζωής τους.

Κατά την κατασκευή των φακών το αρχικό υλικό είναι άνυδρο και σκληρό και κατά το τελικό στάδιο κατασκευής ενός μαλακού φακού λαμβάνει χώρα η ενυδάτωση κατά την οποία γίνεται η πρόσληψη νερού από το φακό. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Γόμα Σιλικόνης

Το υλικό της σιλικόνης έχει ως πλεονέκτημα την αυξημένη διαπερατότητα οξυγόνου στο φακό όμως έχει πολλά μειονεκτήματα όπως ακαμψία, μεγάλη τάση συγκέντρωσης εναποθέσεων, κακή διαβροχή από δάκρυα και μία τάση του φακού να σφίγγει στον οφθαλμό. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Υλικά Σιλικόνης-Υδρογέλης

Σε αυτά τα υλικά η σιλικόνη συνδέεται με οργανικά πολυμερή συνήθως το MMA και το NVP. Αποτέλεσε σταθμό στην ιστορία κατασκευής των φακών γιατί σταμάτησε η ανάγκη αύξησης της περιεκτικότητας σε νερό για καλή διαπερατότητα του οξυγόνου. Τελευταία προστέθηκαν στα υλικά σιλικόνης-υδρογέλης εκείνα που μπορούν να δουλεύουν σε τόρνο. Έτσι,

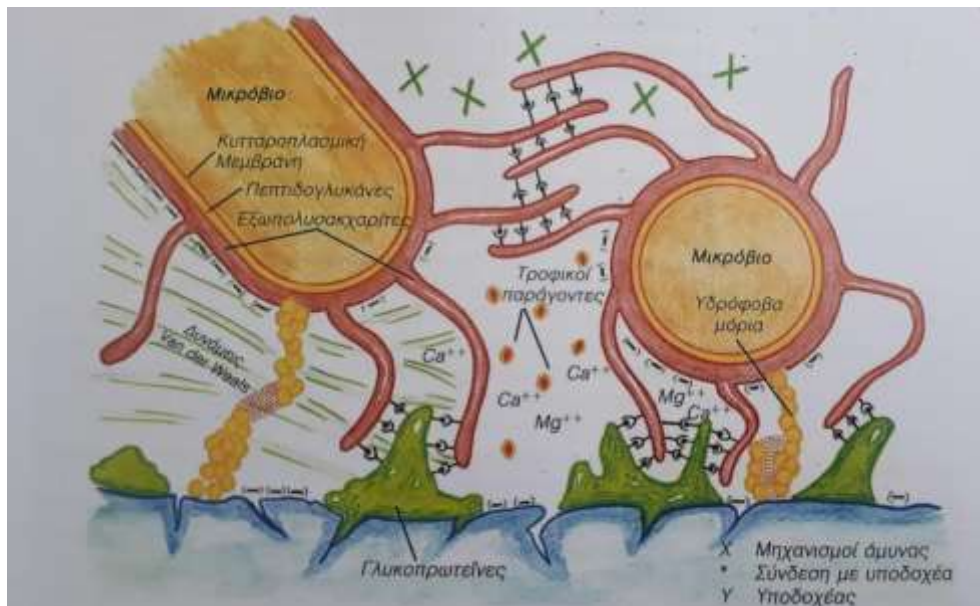
σχεδιάστηκαν ειδικοί φακοί επαφής από σιλικόνη-υδρογέλη όπως κερατοκωνικοί και αντίστροφης γεωμετρίας. (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., 2010)

Κεφάλαιο 3: Μολύνσεις των φακών επαφής και η σημασία του καθαρισμού αυτών

3.1 Τρόποι μόλυνσεων των φακών επαφής

Σχετίζονται με:

- Την κακή συμμόρφωση των οδηγίων χρήσεως
- Την έλλειψη καθαριότητας στα χέρια και στις θήκες αποθήκευσης
- Την παρατεταμένη χρήση των φακών επαφής
- Την ανεπάρκεια της συντήρησής τους
- Την ελλιπή ενημέρωση από τους ειδικούς στους χρήστες
- Τον μικροτραυματισμό από την εφαρμογή ή την αφαίρεση του φακού



Εικόνα 15: Αναπαράσταση του τρόπου δράσης των μικροοργανισμών σε σχέση με τους φακούς επαφής

Πηγή: Κολιόπουλος, Ξ. Ι., Φακοί Επαφής Σύγχρονη Θεώρηση

3.2 Σημασία του καθαρισμού των φακών για την μείωση των μολύνσεων-Βιομεμβράνη

Ο χρήστης των φακών πρέπει να εφαρμόζει καθαρισμό και απολύμανση ακόμη και στα διαστήματα στα οποία δε γίνεται χρήση των φακών. Κάθε καθαριστικό ή απολυμαντικό υγρό έχει ορισμένο χρόνο δραστηριότητας. Πειραματικά έχει αποδειχθεί ότι η απομάκρυνση των εναποθέσεων με χρήση ηπαρίνης συμβάλλει στην πρόληψη των μολύνσεων.

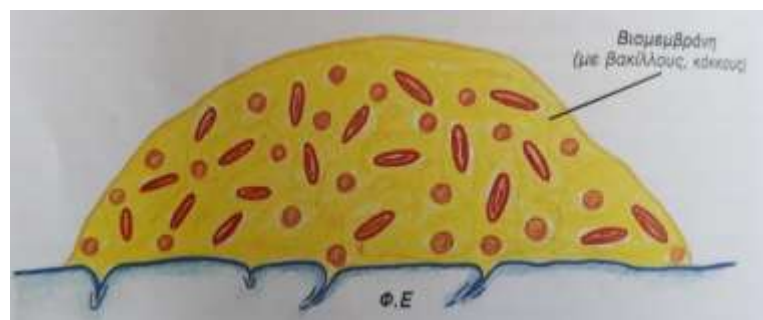
(Κολιόπουλος, Ξ. Ι., 1996)

Σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% των θηκών φύλαξης μαλακών φακών επαφής έχουν επιμολυνθεί με gram αρνητικά βακτήρια. Αυτό εξηγείται από την ικανότητα των παθογόνων μικροοργανισμών να επιβιώνουν σε αντίξοο περιβάλλον εκκρίνοντας το γλυκοκάλυκα. Εκεί γίνεται και η παγίδευση των βακτηριδίων. Η ανακύκλωση αυτής της στιβάδας με το

φυσιολογικό βλεφαρισμό συντελεί στην απομάκρυνση των μικροοργανισμών από τον κερατοειδή. Με την παρουσία των φακών επαφής παρεμποδίζεται αυτή η διαδικασία και διευκολύνεται ο πολλαπλασιασμός μικροβίων στην επιφάνεια του φακού. (Κολιόπουλος, Ξ. Ι., 1996)

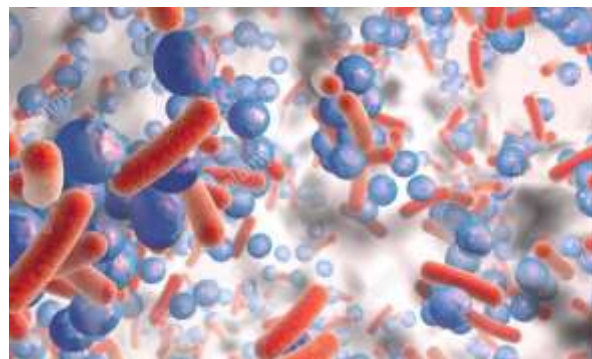
Η προσκόλληση του μικροβίου στο φακό επαφής πυροδοτεί τη λοίμωξη. Συμμετέχουν ειδικές ηλεκτροστατικές δυνάμεις και νημάτια του κυτταρικού τοιχώματος για να προσδεθεί το μικρόβιο. Με την παραγωγή βλενοπολυσακχαρίδης δημιουργείται μία προστατευτική βιομεμβράνη υπέρ των μικροβίων και ενάντια στους αμυντικούς μηχανισμούς του σώματος και τα αντιβιοτικά. Αυτοί οι μικροοργανισμοί επιβιώνουν και μετά την απολύμανση και έχουν ικανότητα αντίστασης. Κατά την αποστείρωση των φακών με θερμότητα δεν καταστρέφονται οι μικροοργανισμοί της βιομεμβράνης. Έχει παρατηρηθεί ότι είναι 20-1000 φορές ανθεκτικότερη στα αντιβιοτικά. (Κολιόπουλος, Ξ. Ι., 1996)

Ουσιαστικά, η βιομεμβράνη είναι σύνθετη δομή που αποτελείται από μικροοργανισμούς ενσωματωμένους σε εξωκυττάρια ουσία με προστατευτική δράση. Η εξωκυττάρια ουσία περιέχει πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες και νουκλεϊκά οξέα, που προστατεύει τα μικρόβια από αντιμικροβιακούς και αμυντικούς παράγοντες. (Κολιόπουλος, Ξ. Ι., 1996)



Εικόνα 16: Βιομεμβράνη με βάκιλλους και κόκκους

Πηγή: Κολιόπουλος, Ξ. Ι., Φακοί Επαφής Σύγχρονη Θεώρηση



Εικόνα 17: Βιομεμβράνη

Πηγή: <https://www.alamy.com/stock-photo-spherical-bacteria-and-rod-shaped-bacteria>

3.3 Πλύσιμο χεριών

Είναι πολύ σημαντικό να γίνεται ενημέρωση σχετικά με το σωστό τρόπο καθαρισμού των χεριών. Με το πλύσιμο υπάρχει προστασία έναντι των μολύνσεων και αποτρέπεται η διάδοση ασθενειών σε άλλα άτομα. Η εκμάθηση των κανόνων είναι απαραίτητη και στα μικρά παιδιά όπως και ότι τα είδη υγιεινής υφίστανται μόνο για προσωπική χρήση. Ειδικότερα, ο ενδιαφερόμενος οφείλει να πλένει τα χέρια του πριν και μετά την εφαρμογή των φακών επαφής με νερό και σαπούνι ουδέτερου pH, καλύπτοντας με σαπούνι τις παλάμες, τα δάχτυλα, τα άκρα των δακτύλων και τους καρπούς. Πρέπει να καθαρίζονται με επιμέλεια για τουλάχιστον 20 δευτερόλεπτα και να ξεπλένονται με νερό σκουπίζοντας με καθαρή πετσέτα ή χαρτί. Η δράση του σαπουνιού διαλύει τη λιπαρή μεμβράνη των ιών και τους καθιστά ανενεργούς.

(<https://www.healthline.com/health/7-steps-of-handwashing> Επίσκεψη στις 6/2/21)

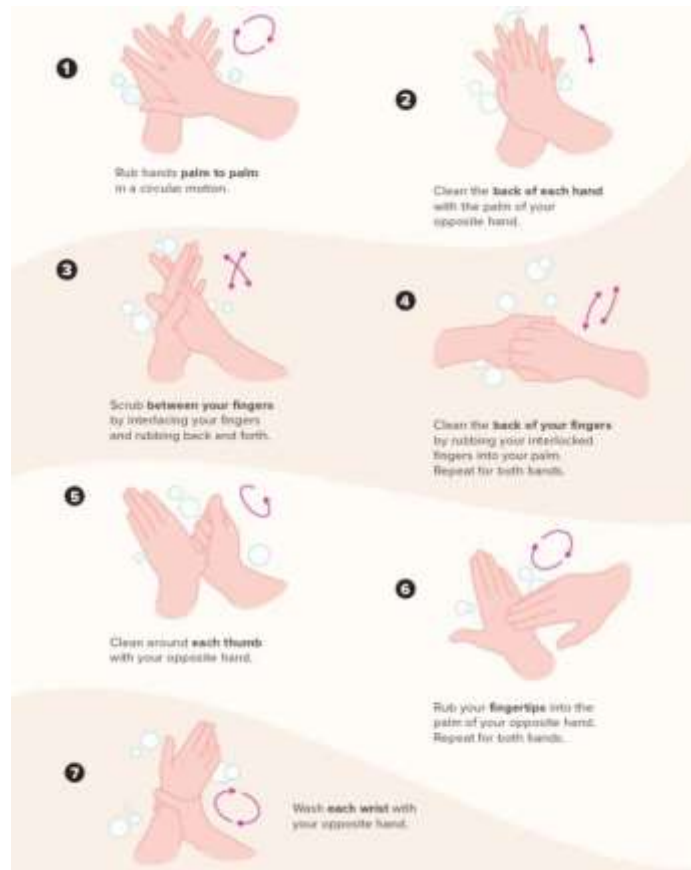
Αναλυτικότερα, σχετικά με τον καθαρισμό των χεριών πρέπει : Να

αφαιρούνται τα κοσμήματα και τα αξεσουάρ από τα χέρια

- Να πλένεται η μια παλάμη με την άλλη κυκλικά με ζεστό νερό και σαπούνι Να τοποθετείται η μία παλάμη πάνω στην άλλη για να καθαριστεί η ράχη της καθεμίας
- Να γίνεται καθαρισμός ανάμεσα από τα δάχτυλα και στο πίσω μέρος τους
- Να μην παραλείπονται οι αντίχειρες
- Να γίνεται τρίψιμο των δακτύλων στην παλάμη του άλλου χεριού
- Να καθαρίζονται οι καρποί
- Να καθαρίζεται η περιοχή κάτω από τα νύχια
- Να ξεπλένονται με νερό
- Να στεγνώνονται πολύ καλά με καθαρή πετσέτα ή χαρτί (όχι με ζεστό αέρα που ξηραίνει τα χέρια)
- Το κλείσιμο της βρύσης να γίνεται με πετσέτα και αν πρόκειται για δημόσιο χώρο να γίνει χρήση του χαρτιού για άνοιγμα της εισόδου της τουαλέτας
- Αν ξηραίνονται τα χέρια να χρησιμοποιηθεί ενυδατική λοσιόν

(<https://www.healthline.com/health/7-steps-of-handwashing> Επίσκεψη στις 6/2/21)

(https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/diseases-maladies/hands-mains-eng.pdf Επίσκεψη στις 14/6/21)
(https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/diseases-maladies/hands-mains-eng.pdf Επίσκεψη στις 14/6/21)



Εικόνα 18: Οδηγίες για πλύσιμο χεριών πριν και μετά τη εφαρμογή των φακών επαφής

Πηγή: <https://www.healthline.com/health/7-steps-of-handwashing> Επίσκεψη στις 6/2/21

Το σαπούνι δεν είναι απαραίτητο να είναι αντιβακτηριδιακό, καθώς ένα κοινό σαπούνι είτε σκληρό είτε υγρό είναι αποτελεσματικό.

Το απολυμαντικό χεριών είναι προτιμότερο να μην χρησιμοποιηθεί αμέσως πριν την εφαρμογή καθώς είναι πιθανό να ερεθίσει τα μάτια. Όμως, καταπολεμά τους ιούς, τον HIV, ηπατίτιδα B,C, MRSA και Escherichia Coli. Επίσης, απολυμαντικά με αιθανόλη και ισοπροπανόλη αντιμετωπίζουν ιογενείς παθογόνους μικροοργανισμούς, τον κορωνοϊό, τον έμπολα και τον ζίκα. Αρκούν 3-5 mL διαλύματος και τρίψιμο για 20 δευτερόλεπτα έως ότου τα χέρια να είναι απόλυτα στεγνά.

(<https://www.healthline.com/health/7-steps-of-handwashing> Επίσκεψη στις 6/2/21)

3.4 Τήρηση κανόνων υγιεινής

Έπειτα από μελέτη φοιτητών ιατρικής εξακριβώθηκε ότι ακουμπούσαν το πρόσωπο με τα χέρια τους πολλές φορές κατά τη διάρκεια της ημέρας (23 φορές κάθε ώρα). Το 44% των φοιτητών έφερνε σε επαφή τα χέρια με περιοχές που περιέχουν βλέννα δηλαδή με τα μάτια 27%, τη μύτη 31%, το στόμα 36%, ενώ το 56% ακουμπούσε αυτιά, μάγουλα, πηγούνι και μέτωπο. Ανεξάρτητα από την επιλογή του ασθενή να διορθώσει την όρασή του (γυαλιά, φακοί επαφής) κρίνεται απαραίτητη η τήρηση βασικών κανόνων υγιεινής για την πρόληψη

οφθαλμικών αλλά και συστηματικών λοιμώξεων. (Kwok, Y. L. A., Gralton, J., McLaws, M. L., 2015)

- Το πλύσιμο και το στέγνωμα των χεριών είναι απαραίτητο τόσο πριν όσο και μετά την εφαρμογή των φακών επαφής
- Ο προσεκτικός χειρισμός είναι απαραίτητος καθώς υπάρχει πιθανότητα οι μαλακοί φακοί να σκιστούν. Αν συμβεί αυτό πρέπει να απορριφθούν
- Ο καθαρισμός των φακών πρέπει να γίνεται με ειδικό διάλυμα και το ήδη υπάρχον διάλυμα πρέπει να το αφαιρούν από τη θήκη ώστε να προσθέτουν νέο (ποτέ χρήση νερού ή σάλιου)
- Οι μηνιαίοι φακοί πρέπει να ξεπλένονται με ειδικό διάλυμα για 5-20 δευτερόλεπτα και να τρίβονται με το δείκτη πάνω στην παλάμη ώστε να απομακρύνονται τα μικρόβια από την επιφάνειά τους
- Για την απολύμανση των φακών προτείνεται διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου που θεωρείται πιο αποτελεσματικό
- Πρέπει να τηρείται το πρόγραμμα συνταγογράφησης των φακών επαφής που έχει δοθεί (να μην υπερβαίνουν το όριο ημερών που τους χρησιμοποιούν)
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται οι φακοί από άλλους πέρα από το χρήστη καθώς μεταδίδονται βακτήρια, κάθε συνταγή ανήκει σε ένα άτομο αποκλειστικά
- Οι χρήστες ημερήσιων φακών οφείλουν να τους χρησιμοποιήσουν για μία μόνο φορά και έπειτα να τους απορρίψουν.
- Οι χρήστες πρέπει να μην κοιμούνται με τους φακούς επαφής τους καθώς αυξάνονται οι πιθανότητες εμφάνισης μόλυνσης (εξαιρείται η περίπτωση που πρόκειται για φακούς που είναι κατασκευασμένοι για να ολονύκτια χρήση). Αν κοιμάται κάποιος με φακούς συχνής αντικατάστασης, αποτρέπεται η είσοδος επαρκούς ποσότητας οξυγόνου στα μάτια οπότε υπάρχει κίνδυνος μόλυνσεων, εμφάνισης έλκους και δεν κυκλοφορεί σωστά το αίμα από τα αγγεία στον κερατοειδή
- Κατά τη διάρκεια του μπάνιου ή όταν κολυμπάνε (σε θάλασσα, πισίνα κτλ) δεν πρέπει να τους φοράνε καθώς με την παρουσία νερού μεταφέρονται μικρόβια
- Συνιστάται η χρήση γυαλιών κολύμβησης καθώς σε άμεση επαφή με το νερό αυξάνονται οι πιθανότητες μόλυνσης
- Σε περίπτωση που κάποιος είναι άρρωστος είναι προτιμότερο να μην τους χρησιμοποιεί και αντί αυτών να φοράει τα διορθωτικά γυαλιά του ή να προτιμήσει καινούριους φακούς και θήκη αποθήκευσης.
- Η θήκη αποθήκευσης πρέπει να καθαρίζεται με ειδικό διάλυμα, να τοποθετείται ανάποδα σε χαρτί ώστε να στεγνώσει και να αντικαθιστάται κάθε τρεις μήνες
- Η θήκη να παραμένει μακριά από εστίες μικροβίων όπως στο νιπτήρα του μπάνιου και να τοποθετείται σε ασφαλές μέρος (πχ σε κάποιο δωμάτιο).
- Το τρίψιμο των ματιών με τα χέρια να αποφεύγεται και γενικά η επαφή των χεριών με το πρόσωπο καθώς μπορεί να μεταφερθούν μικρόβια από το εξωτερικό περιβάλλον στα μάτια.
- Αποφυγή βαψίματος νυχιών και να μην έχουν μακρύ μήκος ιδιαίτερα στους χρήστες φακών επαφής, αφού πολλαπλασιάζονται ευκολότερα βακτήρια και ιοί
- Όταν επιλέγονται μαλακοί είτε ημίσκληροι φακοί επαφής να είναι αποστειρωμένοι και σφραγισμένοι στη συσκευασία blister

- Για ημίσκληρους φακούς είναι προτιμότερο να διαλέγεται υλικό Flurofocon A, πολυμερές υψηλής περιεκτικότητας σε φθόριο και για εκτεταμένη χρήση καθώς έχει άριστη ικανότητα διαβροχής και ευελιξίας (είναι εύκαμπτο) ακόμη έχει υψηλή μεταβιαστικότητα οξυγόνου και δεν εντοπίζονται συχνά εναποθέσεις.
- Αν χρησιμοποιηθούν τεχνητά δάκρυα, να προτιμούνται προϊόντα μίας χρήσης □ Τα διορθωτικά γυαλιά πρέπει να πλένονται με σαπούνι και νερό και να στεγνώνονται καλά με χαρτί

(Jones, L., Walsh, K., Willcox, M., Morgan, P., Nichols, J., 2020)

(<https://coopervision.ca/about-contacts/contact-lens-care-get-most-your-lenses> Επίσκεψη στις 14/6/21)

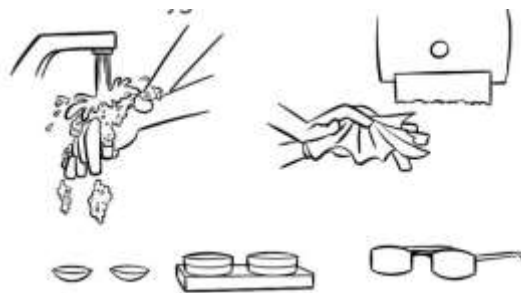
(<https://www.eurotimes.org/covid-19-and-contact-lenses-instructions-and-advice-to-follow>
<https://www.eurotimes.org/covid-19-and-contact-lenses-instructions-and-advice-to-follow-only-during-the-pandemic-period-from-dr-lucio-buratto/> Επίσκεψη στις 5/5/21)

(<https://www.aao.org/eye-health/diseases/contact-lens-related-eye-infections> Επίσκεψη στις 9/5/21)



Εικόνα 19: Καθαρισμός θήκης και προσθήκη νέου διαλύματος σε αυτή Πηγή:

<https://youtu.be/kukUaRZFwD8?t=28> (Επίσκεψη στις 9/5/21)



Εικόνα 20: Πλύσιμο χεριών, στέγνωμα αποθήκευση φακών στις θήκες, καθαρισμός γυαλιών

Πηγή: <https://www.aao.org/eye-health/diseases/contact-lens-related-eye-infections> (Επίσκεψη στις 9/5/21)

3.5 Είδη υγρών καθαρισμού και επιλογή κατάλληλου υγρού

Πολυλειτουργικά υγρά

Τα πολυλειτουργικά υγρά ή υγρά ψυχρού χημικού καθαρισμού, αφαιρούν τις εναποθέσεις πρωτεϊνών, καθαρίζουν και απολυμαίνουν τους φακούς επαφής (π.χ. Baush + Lomb BioTrue, Aquasoft, ReNu). (<https://www.ofarmakopoiouismou.gr/blog/ygra-fakon-poia-einai-ta-kalytera-kai-pos-nahttps://www.ofarmakopoiouismou.gr/blog/ygra-fakon-poia-einai-ta-kalytera-kai-pos-na-dialexeisdialexeis> Επίσκεψη στις 10/7/21)

Οξειδωτικά υγρά

Τα οξειδωτικά υγρά περιέχουν υπεροξείδιο του υδρογόνου και οι θήκες καταλύτη σε μορφή μεταλλικής πλάκας (π.χ. A0sept). Το υπεροξείδιο του υδρογόνου μετατρέπεται σε νερό και οξυγόνο μέσω χημικής αντίδρασης, οπότε οι φακοί καθαρίζονται και απολυμαίνονται. Η διάρκεια που πρέπει να παραμείνει το υγρό στην ειδική θήκη είναι 6 ώρες, ειδάλλως είναι πιθανό να προκληθούν εγκαύματα στα μάτια. Το τελικό διάλυμα που προκύπτει δεν έχει μικροβιοκτόνο δράση, αλλά με την δράση του καταλύτη (που βρίσκεται στην ειδική θήκη), μετατρέπεται σε απλό φυσιολογικό ορό.

Για να απολυμαίνονται οι φακοί (είτε χρησιμοποιείται ένα πολυλειτουργικό υγρό είτε ένα οξειδωτικό) πρέπει να τρίβονται με το δείκτη του ενός χεριού στην παλάμη του άλλου χεριού για μερικά δευτερόλεπτα, ώστε να απομακρύνονται οι εναποθέσεις πρωτεϊνών και να είναι ασφαλείς οι χρήστες να τους εφαρμόσουν.

Καθώς τα υγρά έχουν διαφορετική χημική σύσταση, οι χρήστες πρέπει να επιλέγουν το ίδιο υγρό για το ζευγάρι των φακών τους ώστε να μη δημιουργηθεί αντίδραση. Ο οπτικός οπτομέτρης έχει τη δυνατότητα να τους προτείνει το κατάλληλο, ανάλογα με τις ανάγκες και τη σύσταση των δακρύων τους.

Σημασία πρέπει να δίνεται στην ημερομηνία λήξης του κάθε υγρού και να μη χρησιμοποιείται με το πέρας αυτής.

Σε χρήστες ημίσκληρων και μαλακών ετήσιων φακών (εκτεταμένης χρήσης/συμβατικών) προτείνεται ο βιολογικός καθαρισμός για καθαρισμό και απολύμανση.

(<https://www.ofarmakopoiouismou.gr/blog/ygra-fakon-poia-einai-ta-kalytera-kai-pos-nahttps://www.ofarmakopoiouismou.gr/blog/ygra-fakon-poia-einai-ta-kalytera-kai-pos-na-dialexeisdialexeis> Επίσκεψη στις 10/7/21)

Κεφάλαιο 4: Βιολογικό περιβάλλον (βακτήρια, μικρόβια, ιοί) οφθαλμού και φακών επαφής

4.1 Μικροοργανισμοί μη παθογόνοι στον οφθαλμό και οφθαλμική χλωρίδα

Σε ορισμένα τμήματα του οφθαλμού έχει εξακριβωθεί ότι υπάρχουν συγκεκριμένα μη παθογόνα στελέχη βακτηρίων. Πιο συγκεκριμένα, σταφυλόκοκκοι και *Corynebacterium* sp. εμφανίζονται συχνά στον επιπεφυκότα. Άλλα στελέχη είναι τα αερόβια *Staphylococcus epidermidis*, *Corynebacterium* sp., *Micrococcus* sp., *Bacillus* sp. και τα αναερόβια *Prionibacterium* sp., *Candida* sp.. Οι μικροοργανισμοί δε μεταβάλλονται ιδιαίτερα σε αρχικό χρονικό διάστημα και συχνά εντοπίζονται στρεπτόκοκκοι ή πνευμονιόκοκκοι, ενώ είναι πιο συχνή η παρουσία στελεχών όπως *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* και *Corynebacterium* sp. στον επιπεφυκότα και στα βλέφαρα, σε σύγκριση με άλλους μικροοργανισμούς. (Szcotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., 2012) Η φυσιολογική οφθαλμική χλωρίδα κατανέμεται άνισα και ενδεχομένως να προκληθούν λοιμώξεις στα μάτια. Εξαρτάται βέβαια από παράγοντες όπως ηλικία, τραυματισμό, χειρουργική επέμβαση, ανοσοκαταστολή κ.α. Ακόμη, στα βλέφαρα εντοπίζονται μικροοργανισμοί που μεταφέρονται στον επιπεφυκότα και τον κερατοειδή και μπορούν να δημιουργήσουν φλεγμονή. (Szcotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., 2012)

Είναι αξιοσημείωτο ότι οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν φυσιολογικά στον οφθαλμό αλλάζουν κατά την απουσία των φακών επαφής και ιδίως μετά το κλείσιμο των ματιών. Αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης των Gram θετικών βακτηρίων. Κατά το κλείσιμο των ματιών οι μικροοργανισμοί παράγουν αντιμικροβιακά στοιχεία τα οποία προστατεύουν τους ιστούς στον οφθαλμό προς αποφυγή των μολύνσεων. (Szcotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., 2012)

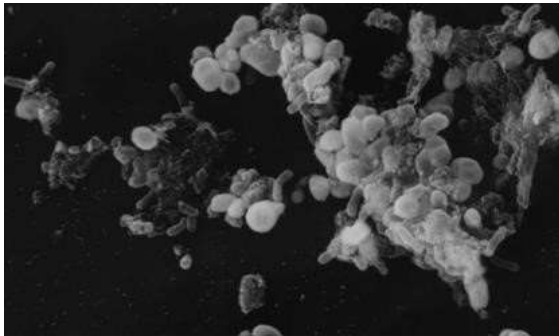
Από τον Stapleton και τους συνεργάτες του (Stapleton, F., Willcox, MD., Fleming, CM., Hickson, S., Sweeney, DF., Holden, BA., 1995), διαπιστώθηκε ότι κατά τη χρήση μαλακών φακών επαφής αυξάνεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών (συμπεριλαμβανομένου και των παθογόνων) και ταυτόχρονα μειώνεται η φυσιολογική χλωρίδα στα μάτια. (Stapleton, F., et. al., 1995). Σε περιπτώσεις αφακίας (που χορηγούνται μαλακοί φακοί) και σε ασθενείς που υπόκεινται σε προεγχειρητικό έλεγχο καταρράκτη, παρουσιάστηκε χαμηλότερος αριθμός παθογόνων μικροοργανισμών από τα βλέφαρα και τον επιπεφυκότα. Επιπρόσθετα, μειώθηκαν οι αποικίες μικροοργανισμών σε χρήστες φακών επαφής πάνω από ένα χρόνο. (Szcotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., 2012)

Σε ημερήσιους φακούς παρατηρήθηκε αύξηση στον αριθμό των μικροβίων στα βλέφαρα και τον επιπεφυκότα. Κοινά και μη παθογόνα βακτηριακά στελέχη εμφανίζονταν σε χρήστες μαλακών ημερησίων φακών επαφής. Ανάλογα και με τον τρόπο χρήσης και φροντίδας των φακών επαφής υπάρχουν διαφοροποιήσεις στους χρήστες όσο αφορά την ανάπτυξη μικροβίων. Έπειτα από εκτεταμένη χρήση (λόγου χάρη σιλκόνης-υδρογέλης), είναι πιθανό να προκύψουν παθογόνα βακτήρια κάτι που συμβαίνει πιο σπάνια σε χρήστες ημερησίων φακών. Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών έφτασε το 90% μετά από εκτεταμένη χρήση φακών lotrafilcon A, ενώ πριν τη χρήση κυμαινόταν στο 34%.(Szcotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., 2012)

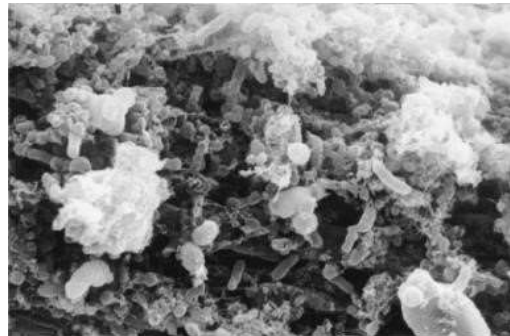
Οι αποικίες των βακτηρίων αναπτύσσονται στην επιφάνεια των φακών καθώς έχει δημιουργηθεί η βιομεμβράνη και υπάρχουν μηχανισμοί για την προσκόλληση μικροοργανισμών και τη δημιουργία αυτής. Οι μικροοργανισμοί μπορεί να προέλθουν από το στοματοφάρυγγα και έπειτα να εντοπιστούν στο φακό επαφής. Οι πιο συνήθεις παθογόνοι μικροοργανισμοί που εμφανίζονται στις βιομεμβράνες είναι οι εξής:

- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Serratia marcescens*
- *Staphylococcus aureus*

Από κοινούς μικροοργανισμούς στη φυσιολογική χλωρίδα του οφθαλμού είναι τα στελέχη του *Staphylococcus epidermidis*. Η συχνότητα εμφάνισης μιας βιομεμβράνης από μικροοργανισμούς σε φακό σιλικόνης-υδρογέλης κυμαίνεται στο 55%-85%. Ακόμα και στην περίπτωση που οι φακοί αφαιρούνται από τα μάτια και έχουν τηρηθεί οι κανόνες υγιεινής το 56%-65% εμφανίζει στελέχη βακτηρίων στην επιφάνειά τους. (Szcotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., 2012)



Εικόνα 21: Βιομεμβράνη με κόκκους και ράβδους από θήκη φακών



Εικόνα 22: Βιομεμβράνη εκτεταμένης μορφής

Πηγή: McLaughlin-Borlace, L., Stapleton, F., Matheson, M., Dart, J.K.G., Bacterial biofilm on contact lenses and lens storage cases in wearers with microbial keratitis (Επίσκεψη στις 23/5/21)

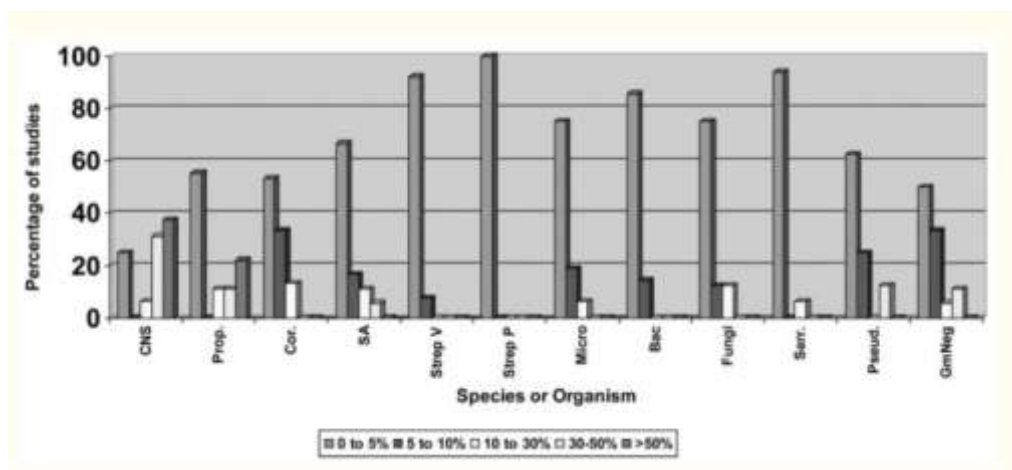
4.2 Βιολογικό Φορτίο

Βιολογικό φορτίο ορίζεται ο συνολικός αριθμός των βακτηρίων σε μια επιφάνεια που δεν είναι αποστειρωμένη. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν (Høvdning, G., 1981), (McBride, ME., 1979), (Hart, DE., Reindel, W., Proskin, HM., Mowrey-McKee, MF., 1993) οι μισοί ασθενείς φορούσαν μαλακούς φακούς επαφής και παρουσιάστηκαν σταφυλόκοκκοι (πχ. *Bacillus* και *Staphylococcus epidermis*), *Prionibacterium*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*. Σε πολλά δείγματα αλλά σε χαμηλό ποσοστό δηλαδή 2-20% εμφανίζονταν βακτήρια αρνητικά κατά χρώση Gram και άλλα παθογόνα. Για την αποφυγή των παραπάνω ο οργανισμός μας έχει κάποιους μηχανισμούς άμυνας:

- Το άνοιγμα και κλείσιμο των βλεφάρων (blinking), όπου απομακρύνονται μικροοργανισμοί όπως ανοσοπρωτεΐνες και βλεννίνες

- Την οφθαλμική χλωρίδα καθώς και την παρουσία θρεπτικών συστατικών και την απελευθέρωση αντιμικροβιακών τοξινών για να περιοριστεί η ανάπτυξη των μικροοργανισμών

Σε ανάλογη έρευνα οι ασθενείς αφαιρούν τους φακούς τους από το προηγούμενο βράδυ και τους αποθηκεύουν και την επόμενη μέρα τους παραδίνουν στην κλινική. Παρατηρήθηκαν κυρίως βακτήρια αρνητικά κατά χρώση Gram και ο *Staphylococcus aureus* από θετικά κατά Gram. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)



Σχήμα 2: Συχνότητα μόλυνσης φακών επαφής από μικροοργανισμούς (CNS: σταφυλόκοκκοι αρνητικοί κατά Gram, Prop: *Pionibacterium* sp, SA: *Staphylococcus aureus*, Cor: *Corynebacteria* sp, Strep V: *Streptococcus viridians*, Strep p: *Streptococcus pneumoniae*, GmNeg: άλλα αρνητικά βακτηρία κατά Gram)

Πηγή: Szcotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., *Microbial Contamination of Contact Lenses, Lens Care Solutions, and Their Accessories: A Literature Review.* (Επίσκεψη στις 18/4/21)

Λόγω της επαφής των φακών επαφής με τα χέρια των χρηστών μεταφέρονται μικροοργανισμοί, οι οποίοι δεν επιβιώνουν πάντοτε, αλλά δημιουργούν αποικίες στην επιφάνεια των φακών. Βέβαια, πολλοί από τους μικροοργανισμούς που προκύπτουν είτε από την εφαρμογή είτε από την αφαίρεσή τους εξολοθρεύονται από το οφθαλμικό σύστημα που είναι αντιμικροβιακό. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)



Εικόνα 23: Ημερήσιος φακός επαφής όπου ο χρήστης τηρούσε κανόνες υγιεινής και έπειτα έγινε καλλιέργεια μικροοργανισμών παρουσίας θρεπτικού υλικού

Πηγή: Szczotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., *Microbial Contamination of Contact Lenses, Lens Care Solutions, and Their Accessories: A Literature Review*. (Επίσκεψη στις 18/4/21)

Λόγω της μεγαλύτερης συχνότητας εμφάνισης περιστατικών κερατίτιδας από χρήση μαλακών φακών επαφής έναντι των ημίσκληρων, πραγματοποιήθηκε βακτηριακή καλλιέργεια σε υδρόφιλους φακούς επαφής και σε ημίσκληρους. Διαπιστώθηκε πιο χαμηλό ποσοστό των σταφυλόκοκκων (αρνητικών κατά Gram), και κυριαρχούσαν άσηπτοι μικροοργανισμοί σε ημίσκληρους φακούς επαφής. (Szczotka-Flynn, L. et al., 2012) Μελέτες έχουν αποδείξει ότι η προσκόλληση των μικροοργανισμών είναι κυρίως σε φακούς σιλικόνης-υδρογέλης έναντι των φακών χαμηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο με υδροξυεθυλ-μεθακρυλικό οξύ (pHEMA). Χαρακτηριστικά, η *Pseudomonas aeruginosa* και ο *Staphylococcus epidermidis* εντοπίζονται πιο εύκολα σε υλικά όπως balafilcon A, galyfilcon

A και lotrafilcon B και όχι τόσο συχνά στο etafilcon A. Σε άλλες μελέτες in vitro, (Borazjani RN, Levy B, Ahearn DG, 2004), (Santos, L., Rodrigues, D., Lira, M. Real Oliveira, ME. Oliveira, R. Vilar, EY. Azeredo, J., 2008) δεν εντοπίστηκαν διαφοροποιήσεις στις συγκρίσεις μεταξύ των υλικών. (Borazjani, RN., Levy, B., Ahearn, DG., 2004) (Santos, L., Rodrigues, D., Lira, M., Real Oliveira, ME., Oliveira, R., Vilar, EY., Azeredo, J., 2008).

Σχετικά με το βιολογικό φορτίο, μετά από σύγκριση των υλικών σιλικόνης-υδρογέλης και υδροξυεθυλ-μεθακρυλικού χαμηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο, δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση στις αποικίες μικροβίων που σχηματίζονταν στις επιφάνειες των φακών επαφής. Πιο συγκεκριμένα, σε μελέτη του 2001 του Keay και των συνεργατών του διαπιστώθηκε ότι σε χρήστες φακών σιλικόνης-υδρογέλης που τους χρησιμοποιούσαν για 30 μέρες αλλά και σε χρήστες με pHEMA χαμηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο για ένα χρόνο, δεν υπήρξε διαφορά στον αριθμό και στην κατηγορία των βακτηρίων που εντοπίστηκαν. (Keay, L., Willcox, MD., Sweeney, DF., Morris, CA., Harmis, N., Corrigan, K., Holden, BA., 2001) Ακόμη σε μελέτη του Choo και των συνεργατών του (2005) οι παραπάνω κατηγορίες εφαρμόστηκαν από τους χρήστες σε πισίνα για 30 λεπτά. (Choo, J., Vuu, K., Bergenske, P., Burnham, K., Smythe, J., Caroline, P., 2005). Ούτε σε αυτή την περίπτωση δεν εντοπίστηκαν διαφορές σχετικά με τον αποικισμό των βακτηρίων στα υλικά που προαναφέρθηκαν. Τέλος, ο Santos και οι συνεργάτες του (2007), ανέφεραν ότι οι τα κοινά βακτήρια παρευρίσκονται συνήθως στο balafilcon A και δεν υπήρξε διαφοροποίηση στις αποικίες των βακτηρίων μετά

από σύγκριση των υλικών lotrafilcon A με etafilcon A και lotrafilcon B με etafilcon A. (Santos, L., Rodrigues, D., Lira, M., Real, O., Oliveira, R., Yebra-Pimentel Vilar, E., Azeredo, J., 2007)

Δεν παρατηρήθηκε αύξηση των αποικιών στους φακούς επαφής από παθογόνους μικροοργανισμούς ή οφθαλμική χλωρίδα. Για παράδειγμα, σε μελέτη του Gopinathan (1997) μετά από παρακολούθηση 50 χρηστών που εφάρμοζαν φακούς χαμηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο εκτεταμένης χρήσης για 18 μήνες τα αποτελέσματα των βακτηριακών αποικιών παρέμεναν τα ίδια. (Gopinathan, U., Stapleton, F., Sharma, S., Willcox, MD., Sweeney, DF., Rao, GN., Holden, BA., 1997) Παρομοίως σε έρευνα του Sweeney (2001) όπου 20 άτομα φορούσαν φακούς χαμηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο σε χρονικό διάστημα 1-13 μερών δεν παρατηρήθηκε αύξηση στις αποικίες των ήδη υπάρχοντων βακτηρίων. (Sweeney, DF., Stapleton, F., Leitch, C., Taylor, J., Holden, BA., Willcox, MD., 2001)

4.3 Μεμονωμένες περιπτώσεις βιολογικού φορτίου

Στην ορθοκερατολογία παρατηρήθηκαν περιστατικά μικροβιακής κερατίτιδας μετά από χρήση ορθοκερατολογικών φακών επαφής. Το κοινό βακτήριο που εμφανίζεται είναι η *Pseudomonas aeruginosa*. Κατά τη διάρκεια της θεραπείας, καθώς ο ασθενής φοράει τους φακούς κατά τη διάρκεια της νύχτας, επηρεάζεται η οφθαλμική χλωρίδα των οφθαλμών. Σε εξέταση των ασθενών από τον Boost και Cho (Boost, MV., Cho, P., 2005) από 41 δείγματα φακών επαφής πριν τη χρήση τους, στο 7,3% εντοπίστηκε το στέλεχος *Staphylococcus aureus*, ενώ κατά τη διάρκεια της θεραπείας, το 29% εμφάνισε παθογόνους μικροοργανισμούς. Το υλικό στο οποίο εμφανίστηκαν μικροοργανισμοί ήταν το hexafocon A.

Εκτός από την ψευδομονάδα, άλλοι μικροοργανισμοί που βρέθηκαν ήταν το *Escherichia coli*, *Acinetobacter*, μύκητες, *Staphylococcus aureus* και άλλοι. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012) Η παρουσία των φακών επαφής σε χώρους με νερό όπως στις πισίνες, ενδέχεται να επιφέρει μολύνσεις στους χρήστες. Η πιο συνηθισμένη είναι η κερατίτιδα από ακανθαμοιβάδα. Άτομα που κολυμπάνε σε πισίνα με χλώριο φορώντας τους φακούς τους, αυξάνουν την πιθανότητα ανάπτυξης βακτηριακών αποικιών σε αυτούς. Το κύριο βακτήριο που εμφανίζεται είναι ο *Staphylococcus epidermidis*, ενώ σε χαμηλότερο ποσοστό εμφανίζεται ο *Staphylococcus aureus* και ο *Streptococcus salivarius*. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Στο ναυτικό περιβάλλον, σε μελέτη του Theng και των συνεργατών του (Theng, JT., Kiak, LW., Lee, BG., Tan, D., Jin, CS., 2001) μετά από εκτεταμένη χρήση των φακών για μία εβδομάδα, εντοπίστηκαν ο *Staphylococcus epidermidis* και *aureus*. Το εντεροβακτηρίδιο κυμαινόταν σε συχνότητα 16% και η ψευδομονάδα στο 9%, ποσοστό υψηλό λόγω μη τήρησης κανόνων υγιεινής από τους ναυτικούς. Για αυτούς τους λόγους η χρήση των μαλακών επαφής εκτεταμένα δεν προτείνεται για το συγκεκριμένο περιβάλλον. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Έπειτα από φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK), ή υποεπιθηλιακή κερατεκτομή με laser (LASEK) χορηγούνται στον ασθενή ειδικοί φακοί επαφής για την όσο το δυνατόν πιο έγκαιρη επούλωση των ματιών. Μεγάλος αριθμός στείρων αποικιών βρέθηκε σε άτομα που υποβλήθηκαν σε τοπική αντιβιοτική θεραπεία. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε, μετά το LASEK σε φακούς *visifilcon A*, στο 6.2% αυτών εντοπίστηκε *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus viridians*. (Dantas, PE., Nishiwaki-Dantas, MC., Ojeda,

VH., Holzchuh, N., Mimica, LJ., 2000) Σε άλλη μελέτη έπειτα από PRK με χρήση φακών lotrafilcon A, στο 7.7% βρέθηκε *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter* sp, *Aeromonas hydrophila*.(Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

4.4 Εναποθέσεις πρωτεϊνών

Οι φακοί επαφής εφόσον εφαρμοστούν στο χρήστη, βρίσκονται στο δακρυϊκό φιλμ που περιέχει πρωτεΐνες, λιπίδια, άλατα, νερό και σακχαρίτες. Βέβαια, σχηματίζονται εναποθέσεις, κυρίως πρωτεΐνες και λιπίδια, η σύνθεση των οποίων εξαρτάται από το υλικό του φακού επαφής. Ως αποτέλεσμα, επηρεάζεται και η σύσταση του δακρυϊκού φιλμ. Οι εναποθέσεις είτε βρίσκονται στην επιφάνεια του φακού είτε απορροφώνται, οπότε ο χρήστης εμφανίζει δυσφορία.(Bloise, L., 2016)

Από τη μία πλευρά οι εναποθέσεις των πρωτεϊνών στην επιφάνεια των φακών επαφής και ιδιαίτερα αυτών με χαμηλή διαπερατότητα οξυγόνου και εκτεταμένης χρήσης μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη των βακτηρίων όπου μεταφέρονται στο επιθήλιο του κερατοειδή, το οποίο είναι επιρρεπές στις μολύνσεις. Από την άλλη πλευρά, σε δοκιμασίες *in vitro*, όπου μελετήθηκαν ο σταφυλόκοκκος και η ψευδομονάδα, η προσκόλληση των βακτηρίων δεν εξαρτήθηκε από τις εναποθέσεις του δακρυϊκού φιλμ, ακόμα και σε φακούς εκτεταμένης χρήσης. Η διαφοροποίηση προκύπτει κυρίως λόγω της υδροφοβίας των συστατικών του δακρυϊκού φιλμ. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Αξίζει να αναφερθεί ότι έπειτα από μελέτη του Willcox εξακριβώθηκε ότι σε φακούς σιλκόνης-υδρογέλης balafilcon A η προσκόλληση βακτηριακών στελεχών (κυρίως ψευδομονάδας και *Aeromonas hydrophila*) λόγω των συστατικών του δακρυϊκού φιλμ, είναι ιδιαίτερα αυξημένη έναντι του etafilcon A. (Willcox, MD., Harmis, N., Cowell, W., Holden, T., 2001)

4.5 Μικρόβια που μολύνουν τους φακούς επαφής

Οι κυριότεροι μικροοργανισμοί που προσβάλλουν τον οφθαλμό λόγω της χρήσης των φακών επαφής είναι οι εξής: ιοί, μύκητες (κάντιντα, φουζάριουμ, ασπέργιλλος), βακτήρια (σταφυλόκοκκοι, στρεπτόκοκκοι, εντεροβακτηρίδια, μοραξέλλα, ψευδομονάδα και οξεάντοχα)

(<http://www.eyepathology.gr/eyediseases/newsid829/93/useroption829/printArticle/popup/829>Επίσκεψη στις 10/1/21)

Διαπιστώθηκε ότι στελέχη ψευδομονάδας μπορούν να προκαλέσουν μικροβιακή κερατίτιδα και κατ' επέκταση απώλεια όρασης. Ειδικότερα, ερευνητές στη Βρετανία μελέτησαν εννιά στελέχη της ψευδομονάδας σε ασθενείς και τα συνέκριναν με το στέλεχος 9027. Τα περισσότερα θανατώθηκαν εντός 10 λεπτών μετά την τοποθέτησή τους στο διάλυμα καθαρισμού των φακών επαφής. Ένα εξ αυτών αποδείχτηκε ανθεκτικό για περισσότερες από τέσσερις ώρες και προκάλεσε σοβαρές επιπτώσεις κερατίτιδας.

(<https://www.onmed.gr/ygeia/story/311776/ta-epikinduna-vaktiria-pou-epivionoun-stous-fakous-epafisfakous-epafis> Επίσκεψη στις 10/1/21)

Άτομα που χρησιμοποιούν φακούς επαφής έχουν αυξημένη παρουσία βακτηρίων αρνητικών κατά Gram και χαμηλότερο αριθμό βακτηρίων θετικών κατά Gram. Η ψευδομονάδα και ο *Staphylococcus epidermidis* εγκαθίστανται σε φακούς υδρογέλης και σιλικόνης-υδρογέλης. Ο σχηματισμός των βιομεμβρανών στους φακούς ή στις θήκες αυτών δημιουργείται από μικροοργανισμούς. Κάποιοι εξ αυτών είναι η *Pseudomonas aeruginosa*, ο *Serratia marcescens* ο *Staphylococcus aureus*, *Achromobacter*, *Stenotrophomonas* και *Delftia*. Οι βιομεμβράνες καθίστανται ανθεκτικές στις αλλαγές του περιβάλλοντος και σε κάποια υγρά διαλύματα καθαρισμού των φακών. (Carnt, N., Samarawickrama, C., White, A., Stapleton, F., 2017)

4.6 Κοινά Παθογόνα Βακτήρια

- *Pseudomonas aeruginosa*: Πρόκειται για αναερόβιο Gram-αρνητικό βακτήριο που αναπτύσσεται στη γαστρεντερική οδό. Άνω του 60% των κερατιτίδων που υπάρχουν οφείλονται στο συγκεκριμένο βακτήριο. Εντοπίζεται σε θερμά κλίματα και πιο συχνά τους θερινούς μήνες. Είναι μικροοργανισμός που μπορεί να μεταφερθεί μέσω του νερού. (Bowling, B., 2016)



Εικόνα 24: *Pseudomonas aeruginosa*

Πηγή: <https://www.news-medical.net/life-sciences/Quorum-Sensing-and-Pseudomonas><https://www.news-medical.net/life-sciences/Quorum-Sensing-and-Pseudomonas-aeruginosa.aspx> (Επίσκεψη στις 17/3/21)

- *Staphylococcus aureus*: Πρόκειται για Gram-θετικό μικρόβιο που υπάρχει στη ρινική κοιλότητα, στο δέρμα και στον επιπεφυκότα. Ένας ασθενής που θα φέρει το μικρόβιο αυτό ενδεχομένως να εμφανίσει κερατίτιδα με λευκές ή λευκοκίτρινες διηθήσεις. (Bowling, B., 2016)



Εικόνα25: Staphylococcus aureus

Πηγή: <https://www.biomerieux-industry.com/pharma-healthcare/resources/pharmahttps://www.biomerieux-industry.com/pharma-healthcare/resources/pharma-microorganisms-library/2020-03-02-prevention-and-controlmicroorganisms-library/2020-03-02-prevention-and-control> (Επίσκεψη στις 17/3/21)

Έπειτα από μελέτη της Ιατρικής σχολής του πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης, διαπιστώθηκε σε άτομα που χρησιμοποιούν φακούς επαφής, τα μάτια τους είναι πιο ευαίσθητα και επιρρεπή σε μολύνσεις-λοιμώξεις. Μεταξύ 20 ατόμων οι 9 χρησιμοποιούσαν καθημερινά φακούς επαφής και οι 11 δε χρησιμοποιούσαν. Ουσιαστικά, στους χρήστες βρέθηκαν τριπλάσια επίπεδα βακτηρίων συγκριτικά με τους μη χρήστες από 4 είδη Lactobacillus, Acinetobacter, Methylobacterium και Pseudomonas. Η ψευδομονάδα εμφανίστηκε σε υψηλό ποσοστό και σχετίζεται με το έλκος του κερατοειδή.

(<https://sikalias.gr/el/blog/-contact-lenses-when-you-are-at-risk-with-bacteria-in-the-eyehttps://sikalias.gr/el/blog/-contact-lenses-when-you-are-at-risk-with-bacteria-in-the-eye-b587.htmlb587.html> Επίσκεψη στις 10/1/21)

(<https://valueforlife.gr/ygeia/oi-fakoi-epafis-kryvoun-vaktiria-tropoi-gia-na-meiosete-tishttps://valueforlife.gr/ygeia/oi-fakoi-epafis-kryvoun-vaktiria-tropoi-gia-na-meiosete-tis-pithanotites-gia-molynsi-sta-matia/pithanotites-gia-molynsi-sta-matia/> Επίσκεψη στις 10/1/21)

Εντοπίστηκε πλήθος βακτηρίων στα μάτια, μερικά εξ αυτών είχαν βρεθεί και στο δέρμα των ασθενών. Ειδικότερα, 5.245 διαφορετικά στελέχη βακτηρίων βρέθηκαν στα μάτια χρηστών των φακών επαφής, 2.133 διαφορετικά στελέχη στο δέρμα αυτών και 3.839 στελέχη σε μη χρήστες, στους οποίους παρατηρήθηκε αυξημένος αριθμός σταφυλόκοκκων στο δέρμα και στα μάτια τους. Άρα στη συγκεκριμένη έρευνα τα βακτήρια ήταν περισσότερα σε χρήστες παρά στους μη χρήστες των φακών. (<https://eastwesteye.com/are-contact-lenshttps://eastwesteye.com/are-contact-lens-wearers-more-prone-to-eye-infections/wearers-more-prone-to-eye-infections/> Επίσκεψη στις 16/6/21)

Βακτήρια θετικά κατά Gram περιλαμβάνουν είδη σταφυλόκοκκων που εντοπίζονται στα βλέφαρα όπως Staphylococcus epidermidis και Staphylococcus aureus (όπου το στέλεχος aureus προκαλεί πιο σοβαρές μολύνσεις έναντι των άλλων στελεχών), Prionibacterium, Corynebacterium, είδη στρεπτόκοκκων όπως Streptococcus pneumoniae που εμφανίζεται κυρίως μετά από τραυματισμό ή χειρουργείο κ.ά.

Σε χαμηλότερη συχνότητα παρατηρούνται τα εξής:

- Serratia marcescens

- Nocardia
- Μη φυματιώδη Mycobacterium (Mycobacterium chelonae, Mycobacterium Fortutim) (Carnt, N., et. al., 2017)

4.7 Βακτήρια στις θήκες αποθήκευσης

Τα συχνότερα βακτήρια που συναντώνται είναι:

- Delftia acidovorans (001)



Εικόνα 26: Delftia acidovorans

Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/21997898@N04/14501220148> (Επίσκεψη στις 6/6/21)

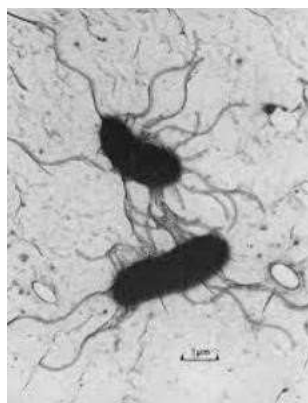
- Stenotrophomonas maltophilia (002 and 006)



Εικόνα 27: Stenotrophomonas maltophilia

Πηγή: <https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473309909700830/fulltext>
(Επίσκεψη στις 6/6/21)

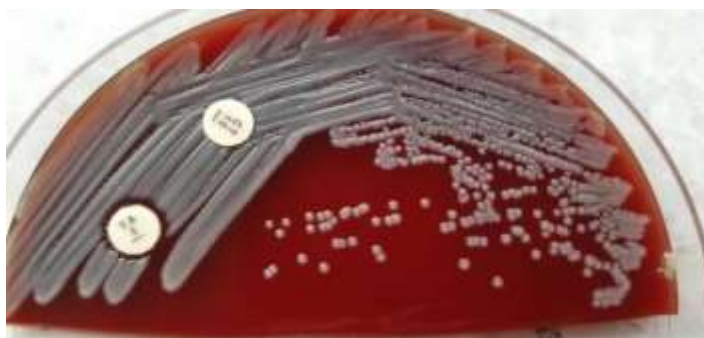
- Achromobacter xylosoxidans (001)



Εικόνα 28: *Achromobacter xylosoxidans*

Πηγή: <https://jcp.bmj.com/content/jclinpath/30/7/595.full.pdf> (Επίσκεψη στις 6/6/21)

- *Elizabethkingia meningoseptica*



Εικόνα 29: *Elizabethkingia meningoseptica*

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Elizabethkingia-meningoseptica-growth-on-bloodhttps://www.researchgate.net/figure/Elizabethkingia-meningoseptica-growth-on-blood-agar-with-demonstration-of-Vancomycin_fig1_320039890 (Επίσκεψη στις 9/4/21)

Σε φακούς υδρογέλης και σιλκόνης-υδρογέλης, εμφανίζονται τα προαναφερόμενα βακτήρια. Είναι πιθανό να μεταφερθούν μέσω του φακού επαφής στον κερατοειδή και στη συνέχεια στον οφθαλμό, προκαλώντας διηθήσεις στον κερατοειδή. (Vijay, A. K., Willcox, M. D. P., 2018)

Στις θήκες αποθήκευσης εμφανίζονται πολύ συχνά μικροοργανισμοί, πολλές φορές πιο συχνά σε σύγκριση με την εμφάνιση αυτών στους φακούς επαφής. Σε μελέτες παρατηρήθηκε ότι η εμφάνιση βακτηρίων στις θήκες ξεκινά από 24% και φτάνει έως το 81%. Στο ειδικό διάλυμα των φακών επαφής, είναι πιθανό να ανιχνευθούν βακτήρια, μύκητες και πρωτόζωα. Ο Gray ανέφερε ότι από 101 ασθενείς στη Νέα Ζηλανδία σε 24 θήκες υπήρξαν μύκητες, σε 20 θήκες πρωτόζωα και στις περισσότερες από τη θήκες αποθήκευσης βρέθηκαν βακτήρια (που προκαλούσαν μολύνσεις). (Szczołka-Flynn, L. et al., 2012) Σχηματίζεται μία βιομεμβράνη στον φακό ή στις θήκες στις οποίες τοποθετούνται. Η βιομεμβράνη είναι ανθεκτική στις ιδιότητες των υγρών καθαρισμού των φακών και λόγω της δημιουργίας της μεταφέρονται

εύκολα μικροοργανισμοί από τη θήκη στην επιφάνεια του φακού.(Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

4.8 Μολύνσεις μέσω των υγρών καθαρισμού των φακών επαφής

Μία μόλυνση που προέρχεται από τα υγρά καθαρισμού που βρίσκονται τις θήκες αποθήκευσης είναι ικανή να επηρεάσει τον κερατοειδή (π.χ. μικροβιακή κερατίτιδα) ή να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση στον ασθενή. Ακόμη και μετά από χρήση υγρών που προορίζονται να είναι πιο αποτελεσματικά στην απολύμανση δηλαδή σε διαλύματα υπεροξειδίου του υδρογόνου, υπάρχουν στοιχεία που υποδεικνύουν περιστατικά μολύνσεων. Χαρακτηριστικά, εντοπίζονται σταφυλόκοκκοι, ψευδομονάδα, *Serratia marcescens*. Η ψευδομονάδα και ο *Serratia marcescens* είναι πιο επίφοβοι καθώς προσβάλλουν τον κερατοειδή και ως περιπτώσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα από οφθαλμίατρο.

(Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Όσο αφορά τα υγρά καθαρισμού, έχει παρατηρηθεί ότι στα αλατούχα διαλύματα κυρίως προκύπτουν μολύνσεις. Τα βακτήρια που παρατηρούνται είναι κυρίως αρνητικά κατά Gram. Στο 53% των περιπτώσεων παρατηρήθηκαν σταφυλόκοκκοι, στο 22% *Bacillus subtilis* και στο 19% *Corynebacteria* sp.. Η ψευδομονάδα εντοπίστηκε στο 4%, ενώ οι μύκητες βρέθηκαν σε αρκετά χαμηλό ποσοστό και η ακανθαμοιβάδα δεν εντοπίστηκε. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Γενικότερα, στα άκρα των στομιών στις φιάλες των υγρών καθαρισμού εμφανίζονται μικρόβια. Τα στόμια αυτά σε αλατούχα διαλύματα έχουν διπλάσια πιθανότητα μόλυνσης έναντι των συστατικών του διαλύματος. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Πρέπει να λαμβάνεται υπ όψη των εφαρμοστών ότι όσο πιο μεγάλο χρονικό διάστημα παραμένει ανοιχτό το ειδικό διάλυμα καθαρισμού, τόσο αυξάνονται τα επίπεδα των βακτηρίων και οι πιθανότητες εμφάνισης μολύνσεων στα μάτια. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

4.9 Παράσιτα (ακάρια)

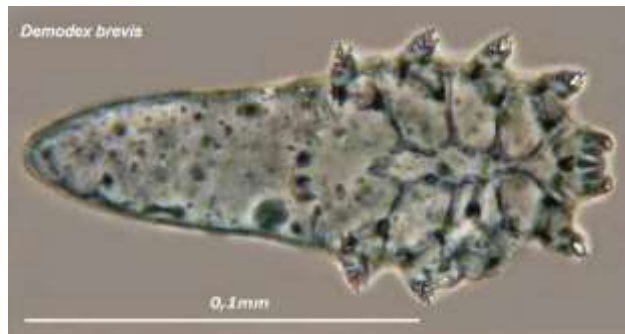
Πολυάριθμα είναι τα παράσιτα εκ των οποίων ένας αριθμός εμφανίζεται στον άνθρωπο. Πιο συγκεκριμένα, το *demodex folliculorum* και το *demodex brevis* (μικροσκοπικά παράσιτα) εμφανίζονται σε θύλακες τριχών και σε σμηγματογόνους αδένες. Αναπτύσσονται με σμήγμα και νεκρά κύτταρα δέρματος.

Τα *Demodex* εμφανίζονται στο τριχωτό της κεφαλής, στο δέρμα του προσώπου, τα φρύδια και οι βλεφαρίδες και σε άλλα σημεία του σώματος. Το *Demodex folliculorum* έχει μήκος 0.3–0.4 mm, και βρίσκεται γύρω από τη ρίζα της τρίχας ή το θύλακα. Εμφανίζεται στον θύλακα της βλεφαρίδας και μπορεί να προκαλέσει πρόσθια βλεφαρίτιδα. Το *Demodex brevis* έχει μήκος 0.2–0.3 mm και εμφανίζεται στους σμηγματογόνους ή τους μείβομιανούς αδένες και συχνά προκαλεί οπίσθια βλεφαρίτιδα.



Εικόνα 30: Demodex folliculorum

Πηγή: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/321831> (Επίσκεψη στις 6/3/21)



Εικόνα 31: Demodex brevis

Πηγή: <https://www.healthline.com/health/demodex-brevis> (Επίσκεψη στις 6/3/21)

Ζουν μόνο στο δέρμα του ξενιστή τους από 14 μέχρι 18 ημέρες στο ανθρώπινο σώμα, ενώ εκτός μόνο για λίγες ώρες, διότι γρήγορα αφυδατώνονται και πεθαίνουν.

Η μετάδοση γίνεται μεταξύ ανθρώπων σε κοντινή επαφή, λόγω χάρη όταν έρθει σε επαφή με τρίχες ή σμήγμα από το δέρμα της μύτης ενός ατόμου που φέρει το άκαρι. Επιπλέον, μπορεί να μεταφερθεί μέσω προϊόντων υγιεινής (χρησιμοποιημένης πετσέτας), μαξιλαριών ή ακόμα και προϊόντων ομορφιάς και καλλυντικών όπως μάσκαρας. Αν πολλαπλασιαστούν τα ακάρεα προκύπτουν δερματικά νοσήματα όπως ροδόχρους ακμή και έκζεμα (δερματίτιδα).

Όσον αφορά τα συμπτώματα συμπεριλαμβάνεται κνησμός στα βλέφαρα, εκκρίσεις από τα μάτια, ερυθρότητα, τσούξιμο και αίσθηση ξένου σώματος. Σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να προκύψει φλεγμονή βλεφάρων και οφθαλμών και κολλώδεις εκκρίσεις.

Αντιδραστικά, αυξάνεται η συχνότητα ανοίγματος-κλεισίματος των βλεφάρων και μακροπρόθεσμα περιορίζεται ο ρυθμός ανάπτυξης και ο αριθμός των βλεφαρίδων. Όταν αυξάνεται ο αποικισμός παρασίτων στα βλέφαρα τότε αυξάνονται και τα συμπτώματα. Έχει παρατηρηθεί ότι όσοι φορούν φακούς επαφής εμφανίζουν αυξημένη συχνότητα βλεφαρίτιδας. Επιπρόσθετα, η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, η κατανάλωση αλκοόλ, η απότομη αλλαγή της θερμοκρασίας, το άγχος και η χρήση καρυκευμάτων επειδή αυξάνουν την κυκλοφορία του αίματος πολλαπλασιάζουν τα ακάρεα. Επιπλέον, τα ανοσοκατασταλμένα άτομα εμφανίζουν πιο συχνά βλεφαρίτιδες.

Κρίνεται αναγκαία η τήρηση κανόνων υγιεινής για να μειωθεί η πιθανότητα των ανωτέρω.

(<http://www.eyepathology.gr/demodex> Επίσκεψη στις 6/3/21)

(<https://bit.ly/2PFG9d3>Επίσκεψη στις 6/3/21)



Εικόνα 32: Βλεφαρίτιδα από Demodex που αντιμετωπίζεται με έλαιο τεϊόδεντρου Πηγή:

<http://www.eyepathology.gr/demodex> (Επίσκεψη στις 6/3/21)

4.10 Ιοί

Η μεταφορά ενός ιού στο οφθαλμικό σύστημα μπορεί να επιφέρει μόλυνση. Για παράδειγμα, ο ιός του έρπητα ενδεχομένως να προσβάλλει τον κερατοειδή και να δημιουργήσει έλκος στον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα που μπορεί να καταλήξει σε ουλή. Αυτό συμβαίνει διότι εμφανίζεται εξάνθημα με μορφή φυσαλίδων, οι οποίες σπάνε και μετατρέπονται σε εφελκίδες οπότε γίνεται ουλή στον κερατοειδή. Αν ο ασθενής έρθει σε επαφή με το σημείο που υπάρχει ο έρπητας και στη συνέχεια ακουμπήσει τα μάτια με τα χέρια του είναι πιθανό να μολυνθεί. Ακόμη, ο ιός μπορεί να προσβάλλει και το άλλο μάτι ή ακόμα και να μεταφερθεί σε άλλο άτομο. Προσβάλλει κυρίως άτομα μεγάλης ηλικίας και πιο σπάνια τα παιδιά. Ενδεχομένως να προκύψουν επιπλοκές στον οφθαλμό όπως έλκος ή φλεγμονές καθώς είναι προσβεβλημένα τα νεύρα του οφθαλμού. Επιπρόσθετα, ασθενείς θετικοί στον ιό HIV παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης από έρπητα. Η αντιμετώπιση γίνεται με ειδική φαρμακευτική αγωγή από τον οφθαλμίατρο με κολλύρια, αντιϊκά φάρμακα από το στόμα και αλοιφές.

Ιοί που βρίσκονται στον αέρα μεταδίδονται από άτομο σε άτομο καθώς απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια του βήχα και του φτέρνισματος όπου εκτινάσσονται έως και 3.000 σταγονίδια. Όταν μιλάνε άτομα μπορούν να προκύψει μεταφορά αλλά με χαμηλότερη συχνότητα. Παραμένουν σε αντικείμενα, επιφάνειες, σε μέρη του σώματος και στον αέρα.

Οι λόγοι για τους οποίους ένας χρήστης φακών είναι πιο επιρρεπής σε μολύνσεις από ιούς έναντι ενός μη χρήστη είναι οι εξής:

- Μεταφέρεται ο ιός από τα χέρια στα μάτια
- Από το βήχα και το φτέρνισμα μεταφέρεται μέσω των σταγονιδίων στο φακό
- Μπορεί να μεταφερθεί μέσω του επιπεφυκότα στο σώμα του ατόμου

Ιοί που πιθανότατα οδηγήσουν τον χρήστη σε παθολογική κατάσταση:

- Έρπητας ζωστήρας
- Απλός έρπητας
- Ιοί που προσβάλλουν το ανώτερο αναπνευστικό
- Ανεμοβλογιά

- Κορωνοϊός

(<https://www.webmd.com/eye-health/contact-lenses-eye-infections#2> Επίσκεψη στις 15/2/21)

(<http://www.e-vardivas.gr/cornea.asp> Επίσκεψη στις 16/2/21)

(<https://www.eurotimes.org/covid-19-and-contact-lenses-instructions-and-advice-to-follow>
<https://www.eurotimes.org/covid-19-and-contact-lenses-instructions-and-advice-to-follow-only-during-the-pandemic-period-from-dr-lucio-buratto/only-during-the-pandemic-period-from-dr-lucio-buratto/> Επίσκεψη στις 5/5/21)

4.11 Απλός έρπητας (HSV)

Η παρουσία του έρπητα στον κερατοειδή μπορεί να προκαλέσει ερπητική κερατίτιδα. Τα συμπτώματά της στον ασθενή είναι πόνος, ερυθρότητα, φωτοευαισθησία, θολή όραση και δακρύρροια. Μπορεί να θεραπευτεί άμεσα, αλλά σε σοβαρές περιπτώσεις είναι ενδεχόμενη η εμφάνιση ουλών στον κερατοειδή που μπορεί να έχει και ως επακόλουθο την τύφλωση. Η κερατίτιδα από τον εν λόγω ιό (HSV) αποτελεί αιτία τύφλωσης παγκοσμίως. Ο ιός HSV-1 που προκαλεί πληγές στο στόμα, αποτελεί την πιο συνήθη αιτία λοιμώξεων του κερατοειδή. Ο ιός μεταδίδεται ύστερα από επαφή με άτομο που έχει μολυνθεί. Η κερατίτιδα από ερπητοϊό μπορεί να προκληθεί από προϋπάρχουσα εστία στην στοματική κοιλότητα ή στα χείλη.

(<https://www.cdc.gov/contactlenses/viral-keratitis.html> Επίσκεψη στις 16/5/21)

4.12 Κορωνοϊός

Ο ιός γνωστός ως Covid-19 μπορεί να μεταδοθεί μέσω του αέρα δια των σταγονιδίων από βήχα, φτέρνισμα και ομιλία. Επίσης, διαμέσω μύτης, στόματος, δακρύων καθώς και μολυσμένων αντικειμένων από τα οποία μεταφέρεται το παθογόνο υλικό στη μύτη, στο στόμα ή στα μάτια. Παρατηρήθηκε ιογενής επιπεφυκίτιδα στο 1-3% των προσβληθέντων από τον ιό. Δεν παρατηρήθηκε βλάβη από τον ιό σε άλλα ανατομικά μέρη του οφθαλμού ή του οπτικού νεύρου.

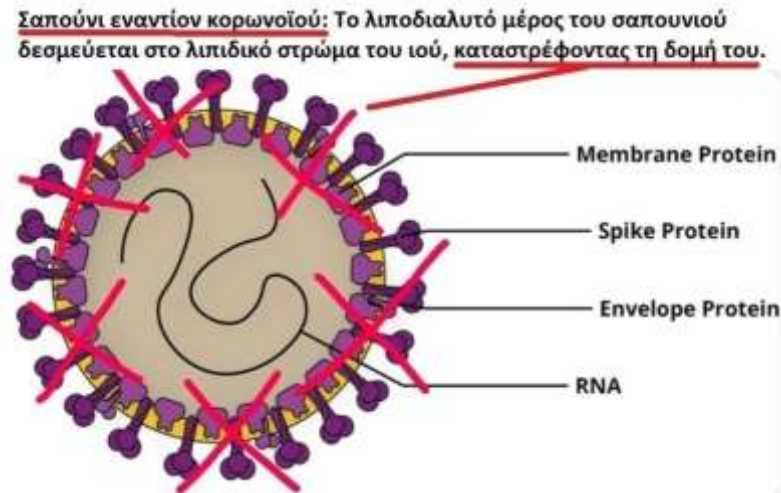
(<https://www.treeoptical.gr/koron-ios-fakoi-epafis> Επίσκεψη στις 10/1/21)

Άτομα που χρησιμοποιούν φακούς επαφής αγγίζουν το πρόσωπό τους πιο πολύ συγκριτικά με εκείνους που δεν χρησιμοποιούν. Αυτό συμβαίνει γιατί πρέπει να εφαρμόσουν και να αφαιρέσουν τους φακούς επαφής κάποιες φορές κατά τη διάρκεια της ημέρας.

(<https://www.healthline.com/health/coronavirus-contact-lens#covid-19-eye-symptoms>
Επίσκεψη στις 6/2/21)

Σε ασθενείς που προσβλήθηκαν από τον κορωνοϊό και εμφάνισαν επιπεφυκίτιδα στα μάτια, εμφανίστηκαν συμπτώματα όπως ερυθρότητα, κνησμός και δακρύρροια. Βέβαια, μειώνονται οι πιθανότητες εμφάνισης μόλυνσης με την τήρηση των κανόνων υγιεινής και είναι αξιοσημείωτη η επικοινωνία με τον οπτικό-οπτομέτρη και τον οφθαλμίατρο για την αντιμετώπιση οφθαλμικών προβλημάτων.

Ο Covid-19 προκύπτει από τον ιό SARS-COV-2. Προκαλούν ενδιαφέρον τα δομικά στοιχεία του αφού περιέχει ριβονουκλεϊκό οξύ RNA που είναι μονόκλωνο, αλλά και το λιπιδικό έλυτρο. Υπάρχουν προεκβολές (ακίδες) γύρω από το κυρίως σώμα. Οι ακίδες προσκολλώνται σε πρωτεΐνη των κυττάρων του ανθρώπου, την ACE2. Εντοπίζεται είτε σε ιστούς της οφθαλμικής επιφάνειας είτε στο δακρυϊκό φιλμ.



Εικόνα 33: Δομικά στοιχεία κορωνοϊού και λειτουργία σαπουνιού έναντι αυτού

Πηγή: <https://www.makthes.gr/giati-to-sapoyini-leitoyrgei-toso-kala-me-ton-koronoio-266205> (Επίσκεψη στις 6/2/21)

Ο ιός αυτός μπορεί να προκαλέσει:

- ιογενή επιπεφυκίτιδα (που εμφανίζεται στο μεγαλύτερο ποσοστό)
- πρόσθια ραγοειδίτιδα
- αμφιβληστροειδοπάθεια
- οπτική νευρίτιδα

Παρ' όλα αυτά, οι οφθαλμοί διαθέτουν μηχανισμούς προστασίας μέσω της επιφάνειάς τους όπως και των δακρύων, ώστε να μειώνεται η πιθανότητα μόλυνσεων στον επιπεφυκότα και στον κερατοειδή.

Ο ιός παραμένει σε επιφάνειες έως μερικές ημέρες. Όσο αφορά τα μέρη του οφθαλμού δεν βρέθηκαν στοιχεία του SARS-CoV-2 στα δάκρυα ή τον επιπεφυκότα σε ασυμπτωματικούς. Άτομα που νόσησαν από τον ιό εμφάνισαν χαμηλά ποσοστά αυτού στην οφθαλμική επιφάνεια. (Jones, L., et. al., 2020)

Λόγω του θανάτου ενός Κινέζου οφθαλμιάτρου από τον συγκεκριμένο ιό, τέθηκε το ερώτημα αν μπορεί να μεταδοθεί ο ιός μέσω των δακρύων στα μάτια και το ενδεχόμενο να υπάρξει κίνδυνος από τη χρήση των φακών επαφής. Διαπιστώθηκε ότι δεν είναι εύκολο να διατηρηθεί στην οφθαλμική επιφάνεια καθώς ο βλεφαρισμός είναι συχνός και συμβάλλει στην ανανέωση της δακρυϊκής ταινίας. Αν παρατηρηθούν λοιμώξεις είναι με τη μορφή επιπεφυκίτιδας, κερατοεπιπεφυκίτιδας, ή σκληρίτιδας σε χαμηλό ποσοστό των ασθενών που μολύνθηκαν (χαμηλότερο από 1%).

<https://theconversation.com/does-wearing-contact-lenses-put-you-at-greater-risk-of-getting-covid-19-140242>Επίσκεψη στις 6/5/21)

Μελέτες σχετικές με τον ιό και τους φακούς επαφής παρουσίασαν τα εξής στοιχεία:

- Το 2003 με την αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης (PCR) ανιχνεύθηκε ο κορωνοϊός SARS σε δάκρυα ατόμων
- Ο Xia και οι συνεργάτες του μελέτησαν 30 ασθενείς με covid-19 μέσω των δακρύων και από απόξεση του επιπεφυκότα (Xia, J., Tong, J., Liu, M., Shen, Y., Guo, D., 2020)
- Ο Seah και οι συνεργάτες του παρατήρησαν ότι από 17 θετικούς στον ιό που παραπέμφθηκαν στο νοσοκομείο αρχικά χωρίς οφθαλμικά συμπτώματα. Ο ένας εξ αυτών παρουσίασε χύμωση. Αναλύθηκαν 64 δείγματα δακρύων του προαναφερόμενου ασθενή για τρεις εβδομάδες. Ο ιός εντοπίστηκε σε δείγματα από τη μύτη και το λαιμό αλλά όχι από τα δάκρυα. (Seah, IY., Anderson, AE., Kang, AE., Wang, L., Rao, P., Young, BE., Lye, DC., Agrawal, R., 2020)
- Ο Bostanci μελέτησε 93 ασθενείς θετικούς στον ιό και 20 από αυτούς εμφάνισαν οφθαλμικό πρόβλημα που περιλάμβαναν υπεραίμια, δακρύρροια, εκκρίσεις, χύμωση, θυλακιώδης επιπεφυκίτιδα, επισκληρίτιδα και το πιο σύνηθες σύμπτωμα ήταν η φωτοφοβία που παρουσιάστηκε σε 15 ασθενείς. (Bostanci, CB., Ozates, S., 2020)
- Η μετάδοση του ιού μέσω των δακρύων δεν είναι συχνή. Αυξημένο ρίσκο έχουν εκείνοι που δεν ακολουθούν τους κανόνες υγιεινής κατά τη χρήση των φακών επαφής τους.
- Όσοι χρησιμοποιούν μόνο διορθωτικά γυαλιά έχουν κίνδυνο καθώς φέρνουν τα χέρια σε επαφή με το πρόσωπο και ενδεχομένως να μεταφέρουν τον ιό.
- Προτείνεται να χρησιμοποιούνται οι φακοί επαφής κατά τη διάρκεια της πανδημίας καθώς δεν υπάρχει επιστημονική απόδειξη ότι αναπτύσσεται ο covid-19 λόγω των φακών επαφής

(Brimer, C., 2020)

Κεφάλαιο 5: Κίνδυνοι, μετάδοση μικροοργανισμών και συμπτώματα

5.1 Παράγοντες κινδύνου

Η αυξημένη ή μειωμένη προδιάθεση για εμφάνιση μολύνσεων εξαρτάται από το βαθμό αντίστασης του κάθε οργανισμού στα μικρόβια που τις προκαλούν. Κατά την ενασχόληση των οφθαλμιάτρων με επείγοντα περιστατικά έχει παρατηρηθεί μετάδοση επιπεφυκίτιδας από ιούς ή βακτήρια, αλλά σταδιακά απέκτησαν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα. Συνεπώς, ευκολότερη είναι η μετάδοση όταν κάποιος δεν έχει έρθει στο παρελθόν σε επαφή με αυτούς τους παράγοντες. Συμβαίνει επειδή δεν έχουν αναπτύξει ακόμα μια τέτοιου είδους ανοσία. Για παράδειγμα, τα μικρά παιδιά είναι πιο επιρρεπή σε μολύνσεις, ιδιαίτερα από ιούς. Όμως, οι ηλικιωμένοι πάσχουν συχνότερα από βλεφαρίτιδες δηλαδή φλεγμονές των βλεφάρων, όπου συχνά εγκαθίστανται βακτήρια όπως ο στρεπτόκοκκος, καθώς έχουν μειωμένη άμυνα.

(<https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molynseis#2adb8cba-8b8e-452c-9d94>[https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molynseis - 2adb8cba-8b8e-452c-9d94-ec02bb6acacaec02bb6acaca](https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molynseis-2adb8cba-8b8e-452c-9d94-ec02bb6acacaec02bb6acaca) Επίσκεψη στις 10/1/21)

Οι κυριότεροι παράγοντες κινδύνου είναι η μη τήρηση των κανόνων υγιεινής (43%) κυρίως σε χρήστες φακών επαφής και η χρήση αυτών κατά τη διάρκεια της νύχτας (33%). Επιπλέον, η κολύμβηση με φακούς και τα ταξίδια αυξάνουν τις πιθανότητες μολύνσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί στην κολύμβηση έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό και στα ταξίδια οι χρήστες εναλλάσσουν το πρόγραμμα που έχουν στην καθημερινότητα τους και ενδεχομένως παραλείπουν βασικούς κανόνες υγιεινής. Η κοινή χρήση των φακών από διαφορετικά άτομα (17%) είναι επικίνδυνη όπως και η αγορά φακών από το διαδίκτυο (6%). Ακόμη και το κάπνισμα θεωρείται παράγοντας που μπορεί να επιφέρει μολύνσεις. Παρατηρείται ότι οι άνδρες είναι πιο επιρρεπείς σε μολύνσεις καθώς δε συμμορφώνονται με τους κανόνες υγιεινής και δεν είναι πρόθυμοι να ακολουθήσουν τους κανόνες που δίνονται. Η έλλειψη εμπειρίας στη χρήση των φακών και η πολύωρη εφαρμογή τους αποτελούν δύο ακόμη παράγοντες εμφάνισης μολύνσεων.(Carnt, N., Samarawickrama, C., White, A., Stapleton, F., 2017).

Επιπρόσθετα, άτομα άρρωστα εκτινάσσουν σταγονίδια με το βήχα και το φτέρνισμα και με την επαφή των χεριών στο πρόσωπο, μεταφέρονται μικρόβια στο στόμα, στη μύτη και στα μάτια ή μπορούν να μεταδοθούν από ήπια κρυολογήματα μέχρι σοβαρές και απειλητικές ασθένειες για την υγεία. Σε καθημερινές δραστηριότητες είναι αυξημένος ο κίνδυνος αν δεν πλένονται καλά τα χέρια πριν το μαγείρεμα (π.χ. αν χειρίζονται ωμό κρέας), το δείπνο και μετά από αυτό. Μετά τη χρήση τουαλέτας ή την επαφή με κατοικίδιο πρέπει να δοθεί έμφαση στο πλύσιμο και στέγνωμα χεριών όπως και στο σχολαστικό καθαρισμό αντικειμένων στο σπίτι και στο γραφείο (χερούλι πόρτας, πληκτρολόγιο, γραφείο κ.ά.).

(https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/diseases-maladies/hands-mains-eng.pdf Επίσκεψη στις 14/6/21)

Ένας τραυματισμός στο μάτι δημιουργεί ευαισθησία και ενδεχομένως να επακολουθήσει κερατίτιδα (ή άλλες οφθαλμικές λοιμώξεις). Επίσης, άτομα με ασθενές ανοσοποιητικό σύστημα λόγω λήψης φαρμάκων ή αντιμετώπισης ασθενειών θεωρούνται επιρρεπή σε μολύνσεις. Ακόμη, επιβαρυντικό ρόλο παίζει η διαβίωση σε περιβάλλον αυξημένης υγρασίας, λόγω της ευχέρειας πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών.

(<https://www.humanitas.net/el/diseases/%CE%BA%CE%B5%CF%81%CE%B1%CF%84%CE%AF%CF%84%CE%B9%CE%B4%CE%B1/> Επίσκεψη στις 13/6/21)

Κάποιοι άνθρωποι προστατεύονται έναντι των μολύνσεων ενώ φοράνε φακούς λόγω της ύπαρξης ιντερλευκινών, ντεφενσινών (πρωτεΐνες με κυστεΐνη) και φλεγμονώδων μεσολαβητών. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι πρέπει να δίνεται ελαστικότητα στους κανόνες υγιεινής. (Carnt, N., Samarawickrama, C., White, A., Stapleton, F., 2017)

Με τη χρήση των φακών επαφής προκύπτει μεταβολή του μικροβιακού φορτίου των οφθαλμών καθώς αυξάνεται και έτσι επηρεάζεται ο κερατοειδής. Ενδεχόμενα είναι η εμφάνιση ερυθρότητας ήπιας μορφής, ακόμα και κερατίτιδα από ακανθαμοιβάδα σοβαρής μορφής που είναι επικίνδυνη για την όραση. Σε άτομα που χρησιμοποιούν φακούς επαφής μία από τις πιο συχνές βακτηριακές λοιμώξεις είναι λόγω της ψευδομονάδας, ένα βακτήριο που προκαλεί έλκος του κερατοειδούς και σε ακραίες περιπτώσεις, μπορεί να οδηγήσει σε ολοκληρωτική απώλεια της όρασης. Η ερυθρότητα των ματιών κατά τη χρήση φακών επαφής μπορεί να οφείλεται σε κερατίτιδα. Επίσης οι σοβαρές ελκώδεις λοιμώξεις αποτελούν ένδειξη κερατίτιδας. Τα 20 τελευταία χρόνια παρατηρείται μικροβιακή κερατίτιδα και ειδικότερα σε 2-4/10.000 σε ημερήσια χρήση και 20-26/10.000 σε εκτεταμένη χρήση και κατά τη διάρκεια του ύπνου.

Σχετικά με τα βακτήρια που πολλαπλασιάζονται στην επιφάνεια των φακών και τις πηγές της μόλυνσης, οι μη παθογόνοι μικροοργανισμοί προέρχονται από τα βλέφαρα και τα βακτήρια που είναι αρνητικά κατά χρώση Gram πιθανότατα προέρχονται από το νερό. Πρώτο μέλημα του ασθενούς είναι να αφαιρέσει τους φακούς επαφής να απευθυνθεί στον οφθαλμίατρο και να υποβληθεί σε θεραπεία άμεσα.

(https://www.researchgate.net/publication/292964539_Antimicrobial_surfaces_and_materials_for_contact_lenses_and_lens_cases Επίσκεψη στις 10/5/21)

5.2 Τρόποι Μετάδοσης

Οι μικροοργανισμοί μεταφέρονται με τα χέρια μέσω των φακών στον οφθαλμό. Επίσης, αυτό συμβαίνει σε περίπτωση μη τήρησης κανόνων ατομικής υγιεινής όπως το πλύσιμο και στέγνωμα των χεριών (μετά το φαγητό ή την τουαλέτα) αλλά και με χρήση πετσετών και ενδυμάτων ή αντικειμένων άλλων ατόμων. Επιπλέον, πιθανότατα να βρίσκονται στα βλέφαρα ή να μεταφερθούν από προϊόντα περιποίησης (π.χ. μάσκαρας). Οι μικροοργανισμοί υπάρχουν στο περιβάλλον όπως στο νερό, το έδαφος και τα ωμά τρόφιμα. Ακόμη, παίζει ρόλο η πολύωρη εφαρμογή των φακών επαφής, ο καθαρισμός με νερό βρύσης αντί για ειδικό διάλυμα, η παραμονή τους κατά τη διάρκεια του μπάνιου στο σπίτι, κολύμπι σε πισίνα ή θάλασσα. Ας μην εξαιρέσουμε τη παράλειψη αλλαγής του διαλύματος στις θήκες σε κάθε χρήση των φακών, το σωστό καθαρισμό και στέγνωμα της θήκης.

(<https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molynseis#2adb8cba-8b8e-452c-9d94><https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molynseis#2adb8cba-8b8e-452c-9d94>)

[ology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molyneis - 2adb8cba-8b8e-452c-9d94-ec02bb6acacaec02bb6acaca](https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molyneis - 2adb8cba-8b8e-452c-9d94-ec02bb6acacaec02bb6acaca)Επίσκεψη στις 10/1/21)

5.3 Συμπτώματα

Συνήθως εμφανίζεται φλεγμονή, η οποία εκδηλώνεται με ερυθρότητα, οίδημα, πόνο, αίσθημα δυσφορίας, τσούξιμο, φωτοφοβία και ορώδεις ή πυώδεις εκκρίσεις. Ειδικότερα, στην κερατίτιδα εκδηλώνεται φωτοφοβία, πόνος, αίσθημα καύσου και επιθυμία να κλείνει συνεχώς τα μάτια του ασθενής ώστε να μειώνεται η δυσφορία.

(<https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molyneis#2adb8cba-8b8e-452c-9d94https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molyneis - 2adb8cba-8b8e-452c-9d94-ec02bb6acacaec02bb6acaca>Επίσκεψη στις 10/1/21)

Κεφάλαιο 6: Αλληλεπίδραση υλικών κατασκευής φακών επαφής με βιολογικούς οργανισμούς

6.1 Μικροοργανισμοί στην επιφάνεια των φακών επαφής

Άτομα που χρησιμοποιούν φακούς επαφής για διορθωτικούς, κοσμητικούς ή θεραπευτικούς λόγους, ενδέχεται να μεταφέρουν με τα χέρια τους μικρόβια από τη θήκη αποθήκευσης στα μάτια τους, ενώ τους εφαρμόζουν. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση σε θήκες από προσμείξεις μη κοινών βακτηρίων με ή χωρίς οργανική ύλη εδάφους. Από θήκες φακών επαφής απομονώθηκαν τα εξής στελέχη:

- *Delftia acidovorans* 001
- *Stenotrophomonas maltophilia* 002
- *Stenotrophomonas maltophilia* 006
- *Achromobacter xylosoxidans* 001
- *Pseudomonas* spp
- *Serratia* spp
- *Staphylococcus* spp
- Μύκητες
- Πρωτόζωα

(Vijay, A.K., Willcox, D.P.M., 2017)

Από τα μάτια απομονώθηκε η *Pseudomonas aeruginosa* Paer1. Τα παραπάνω βακτήρια αναπτύχθηκαν σε φωσφορικό διάλυμα ή σε 10% οργανική ύλη εδάφους. Τα βακτήρια μέσω των δακρύων μεταφέρονται εύκολα από τον φακό επαφής στον κερατοειδή. Έτσι, εμφανίζονται διηθήσεις σε αυτόν που πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα. Πρόκειται για Gramαρνητικούς βάκιλλους που εμφανίζονται σε κερατίτιδες. Οι δύο κατηγορίες φακών επαφής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- Δύο σιλικόνης-υδρογέλης *senofilcon A*, *comfilcon A*
- Μία υδρογέλης *etafilcon A*

Τα βακτήρια τοποθετήθηκαν στις κατηγορίες αυτές και αναπτύχθηκαν καλλιέργειες. Από τη μία πλευρά, σε μελέτη του Kilvington και των συνεργατών του αποτυπώθηκε η συχνότητα εμφάνισης των μικροοργανισμών σε θήκες φακών επαφής με υψηλότερο ποσοστό το *Achromobacter* spp στο 61%, έπειτα η *Stenotrophomonas maltophilia* στο 22%

και η *Delftia acidovorans* στο 11%. (Kilvington, S., Shovlin, J., Nikolic, M., 2013) Από την άλλη πλευρά, ο Wiley και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν ότι σε θήκες χρηστών επαφής με κερατίτιδα, το 75% ήταν λόγω παρουσίας *Achromobacter* spp, το 70% λόγω *Stenotrophomonas* spp και το 40% λόγω του *Delftia* spp. Τα παραπάνω βακτήρια αναγνωρίστηκαν με ακολουθία ριβοσωμάτων 16S. Δημιουργούνται βακτηριακές βιομεμβράνες στους φακούς επαφής από το *Achromobacter xylosoxidans* και την *Pseudomonas aeruginosa*. Είναι αποικίες μικροοργανισμών όπως βακτηρίων και μυκήτων που προσκολλώνται σε μία επιφάνεια όπως τον φακό επαφής και σχηματίζουν ένα πλέγμα. Ενδέχεται να μεταφερθούν από τους φακούς που βρίσκονται στις θήκες, στον κερατοειδή. (Wiley, L., Bridge, DR., Wiley, LA., Odom, V., Elliott, T., Olson, JC., 2012)

(<https://myorasis.gr/mukitisiakes-molunseis-matiwn-fakoi-epafis/> Επίσκεψη στις 1/3/21)

Αναλυτικότερα, χαρακτηριστικά των βακτηρίων είναι τα εξής:

Achromobacter xylosoxidans: Είναι Gramαρνητικός, αερόβιος μικροοργανισμός ο οποίος είναι υπεύθυνος για εμφάνιση λοιμώδους κερατίτιδας και ειδικότερα μετά από μεταμόσχευση κερατοειδούς ή διαθλαστική χειρουργική. Είναι ανθεκτικό σε αντιμικροβιακά των υγρών διαλυμάτων καθαρισμού.

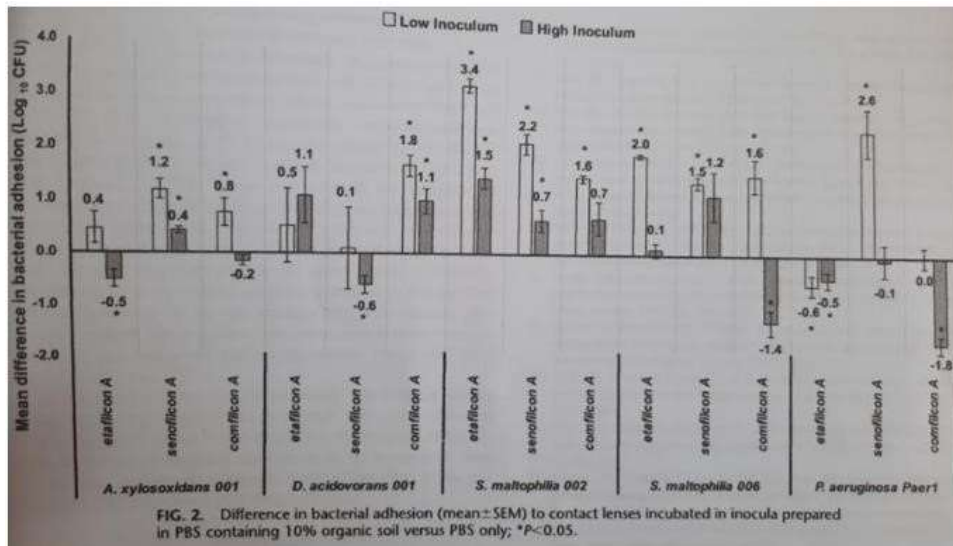
Stenotrophomonas maltophilia: Είναι Gramαρνητικός, αερόβιος μικροοργανισμός. Στέλεχη αυτού είναι ανθεκτικά σε αντιμικροβιακά των υγρών διαλυμάτων καθαρισμού.

Delftia acidovorans: Είναι Gramαρνητικός παθογόνος μικροοργανισμός που βρίσκεται στο έδαφος. Εμφανίζεται συνήθως σε ασθενείς που βρίσκονται σε ανοσοκαταστολή, σε επιφάνειες και σε θήκες των φακών επαφής. (Vijay, A.K., Willcox, D.P.M., 2017)

Αφού απομονώθηκαν οι παραπάνω μικροοργανισμοί, αναπτύχθηκαν αποικίες βακτηρίων σε -80°C παρουσία θρεπτικού υλικού και η επώαση πραγματοποιήθηκε σε 37°C για μία ημέρα. Επίσης, προετοιμάστηκε η οργανική ύλη εδάφους και έπειτα από 2 ημέρες καλλιέργεια σε 25°C παρατηρήθηκαν κύτταρα *Saccharomyces cerevisiae*. Υποβλήθηκαν σε θερμοκρασία 100°C για 15 λεπτά και πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση για απομόνωση των κυττάρων. (Vijay, A.K., Willcox, D.P.M., 2017)

Οι φακοί επαφής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν δύο σιλικόνης-υδρογέλης *comfilcon A* της Cooper Vision και *Pleasanton* και *senofilcon A* της Vistakon, τμήματος της Johnson&Johnson και Jacksonville. Επιπλέον, μία κατηγορία ήταν συμβατικού φακού υδρογέλης *etafilcon A* της Vistakon. Πραγματοποιήθηκε επώαση σε 37°C για μία ημέρα για να αναπτυχθούν βακτήρια.

Η προσκόλληση της *Axylosoxidans* ήταν σε μειωμένο ποσοστό σε φακούς υλικού *etafilcon A*, συγκριτικά με τα υλικά *senofilcon A* και *comfilcon A*. Παρουσία οργανικής ύλης αποδείχθηκε ότι το βακτήριο *Delftia acidovorans* παρουσιάζεται συχνότερα σε φακούς υλικού *comfilcon A*, ενώ για το *Stenotrophomonas maltophilia* 002 δεν υπήρξε ιδιαίτερη διαφοροποίηση σχετικά με τα υλικά. Διαπιστώθηκε ότι *Stenotrophomonas maltophilia* 006 εμφανίζεται κυρίως σε υλικά *etafilcon A* και *comfilcon A*. Βέβαια το συγκεκριμένο στέλεχος (006) παρουσία 10% οργανικής ύλης εδάφους μπορεί να παρατηρηθεί και στις τρεις κατηγορίες των υλικών, συγκριτικά με εκείνους τους φακούς που επώαστηκαν σε φώσφορο. Παρατηρήθηκε σε χαμηλό ποσοστό το στέλεχος *Stenotrophomonas maltophilia* 006 στο *comfilcon A* παρουσία οργανικής ύλης. Σε περιπτώσεις ασθενών που εμφάνισαν διηθήσεις απομονώθηκε το βακτήριο αυτό από τη θήκη τους. (Vijay, A.K., Willcox, D.P.M., 2017)



Σχήμα 3: Διαφοροποίηση της προσκόλλησης των βακτηριακών στελεχών σε φακούς επαφής παρουσία 10% οργανικής ύλης εδάφους

Πηγή: Vijay, A.K., Willcox, M.D.P., Adhesion of *Stenotrophomonas maltophilia*, *Delftia acidovorans*, and *Achromobacter xylosoxidans* to Contact Lenses (Επίσκεψη στις 1/3/21)

Η *Pseudomonas aeruginosa* Paer1 εντοπίστηκε στο υλικό senofilcon A. Από τη θήκη αποθήκευσης βρέθηκε το *Achromobacter xylosoxidans* σε όλες τις κατηγορίες των υλικών κατασκευής. Η δημιουργία βιομεμβρανών παρατηρήθηκε σε φακούς από πολυπροπυλένιο και εμφανίστηκαν περιστατικά κερατίτιδας. (Vijay, A.K., Willcox, D.P.M., 2017) Λόγω της εμφάνισης οφθαλμικών προβλημάτων από ανάπτυξη μικροοργανισμών στους φακούς επαφής, κατασκευάστηκε υλικό προκειμένου να μην προσκολλώνται με την ίδια ευχέρεια οι πρωτεΐνες. Βέβαια, δεν αρκεί μόνο η επιφάνεια του υλικού αλλά πρέπει να δοθεί έμφαση στους κανόνες υγιεινής για την απολύμανση των φακών. (Ogawa, H., NakajiHirabayashi, T., Matsumura, K., Yoshikawa, C., Kitano, H., Saruwatari, Y., 2020) Ειδικότερα, υλικά με προπανοσουλτόνη συμβάλουν στη δυσχέρεια επαφής πρωτεϊνών και κυττάρων με την επιφάνεια των φακών.

Το κύριο υλικό ήταν το poly-methacryloyloxyethylphosphorylcholine και το οξείδιο του πολυεθυλενίου. Επιπρόσθετα, τρία υλικά που μελετήθηκαν ήταν τα εξής: 2hydroxyethylmethacrylate (HEMA), 1-vinyl-2-pyrrolidone (VP), carboxymethylbetaine (CMB). Εξετάστηκε κατά πόσο είναι υδρόφιλα τα υλικά με μέτρηση της γωνίας διαβροχής με νερό και μέτρηση γωνίας από φυσαλίδα αέρα. Ακόμη, αξιολογήθηκε η προσκόλληση πρωτεϊνών και βακτηρίων ώστε να αξιολογηθούν οι ιδιότητες του πολυμερούς.

Στα πολυμερή τοποθετήθηκε η πρανοπροφαΐνη, (φάρμακο που διαλύεται στο νερό) και στόχος ήταν η δημιουργία φακών επαφής ώστε να αποτρέπει τα μικρόβια και να θεραπευτεί η αλλεργική επιπεφυκίτιδα. (Ogawa, H., Nakaji-Hirabayashi, T., Matsumura, K., Yoshikawa, C., Kitano, H., Saruwatari, Y., 2020)

6.2 Στελέχη βακτηρίων και υλικά κατασκευής

Τα στελέχη της ψευδομονάδας *Pseudomonas aeruginosa* Paer1 και *Pseudomonas aeruginosa* 6294 όπως και το *Aeromonas hydrophilia* Ahyd 003 εμφανίζονται πιο συχνά σε μαλακούς

φακούς υψηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο κατασκευασμένα από υλικό Balafilcon A. Στο υλικό Etafilcon A υπήρξε μείωση στην προσκόλληση των βακτηρίων κατά 2248%. (Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., 2001)

Έπειτα από καλλιέργεια των βακτηρίων και παρατήρηση σε μικροσκόπιο, διαπιστώθηκε ότι αναπτύσσονται κυρίως σε θερμοκρασία 25°C. Με ηλεκτροφόρηση γέλης υπήρξε αλλαγή στις επιφάνειες των πρωτεϊνών των κυττάρων και αλλαγή στην επιφάνεια του λιποπολισακχαρίδη της *Pseudomonas aeruginosa* Paer1.

Δύο κατηγορίες φακών που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι οι ημίσκληροι και οι μαλακοί υδρογέλης. Οι ημίσκληροι αποτελούνται από μονομερή που περιέχουν σιλικόνη, φθόριο, και μεθυλ-μεθακρυλικό. Οι μαλακοί υδρογέλης αποτελούνται από 2-υδροξυεθυλμεθακρυλικά πολυμερή (όπως Polymacon, Bausch&Lomb) ή μεθακρυλικό οξύ (Etafilcon A, Vistakon, Jacksonville), N-vinylpyrrolidone (Vifilcon A, CibaVision). Με το πέρασμα του χρόνου ενσωματώθηκαν νέα πολυμερή σιλικόνης και φωσφορυχλωρίνης για να έχουν οι φακοί μεγαλύτερη διαπερατότητα σε οξυγόνο. (Lotrafilcon A, CibaVision, Bausch&Lomb). (Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., 2001)

Τυχόν μολύνσεις από βακτήρια στην επιφάνεια των φακών επαφής μπορούν να προκαλέσουν:

- Μικροβιακή κερατίτιδα
- Ερυθρότητα οφθαλμού (red-eye)
- Περιφερικό έλκος
- Διηθητική κερατίτιδα
- Ασυμπτωματική διηθητική κερατίτιδα

(Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., 2001)

Παρατηρήθηκε ότι άτομα που χρησιμοποιούσαν παρατεταμένα τους φακούς επαφής τους, έφεραν πιο πολλά Gram-αρνητικά βακτήρια τα οποία πολλαπλασιάζονταν, έναντι εκείνων που τους χρησιμοποίησαν περιστασιακά. Εκείνοι που εμφάνισαν ερυθρότητα, περιφερικό έλκος ή διηθητική κερατίτιδα φορούσαν κυρίως φακούς υδρογέλης πέρα από το χρονικό όριο που επιτρεπόταν.

Σε ασθενείς με μικροβιακή κερατίτιδα εντοπιζόταν κάποιο/κάποια από τα εξής βακτήρια, Gram-θετικά: *Bacillus* sp., Coagulase-negative staphylococci, *Corynebacterium* sp., *Micrococcus* sp., *Nocardia* sp., *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Viridans streptococci*. Σχετικά με τα Gram-αρνητικά βακτήρια βρέθηκαν τα εξής: *Acinetobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella* sp., *Morganella morganii*, *Moraxella* sp., *Proteus* sp., *Pseudomonas* sp., *Serratia* sp., *Stenotrophomonas maltophilia*. Σε ποσοστό 12%-66% οι περιπτώσεις μικροβιακής κερατίτιδας είχαν άμεση εξάρτηση με τον τρόπο χρήσης των φακών επαφής και οι περισσότεροι χρήστες τους χρησιμοποιούσαν επιπλέον κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Αδρανοποιούνται οι προστατευτικοί μηχανισμοί του κερατοειδή και εισέρχονται οι μικροοργανισμοί στον κερατοειδή προκαλώντας μικροβιακή κερατίτιδα. Προκειμένου να αποφευχθούν αυτές οι καταστάσεις δημιουργήθηκαν νέα πολυμερή για την κατασκευή μαλακών φακών επαφής για την αύξηση της διαπερατότητας του οξυγόνου και την επίτευξη της κατάλληλης βιοσυμβατότητας (η ιδιότητα του υλικού να προσαρμόζεται κατάλληλα με τον βιολογικό υποδοχέα για συγκεκριμένη εφαρμογή).

Η κατασκευή ημερησίων φακών επαφής μείωσε ενδεχόμενες μολύνσεις καθώς μετά της εφαρμογή τους απορρίπτονταν και δεν έπρεπε να γίνει καθαρισμός και αποθήκευση όπως σε άλλες κατηγορίες φακών (πχ μηνιαίοι).

Πιο συχνά από ασθενείς με μικροβιακή κερατίτιδα απομονώνονταν βακτήρια όπως η ψευδομονάδα, κάποια είδη από τα *Serratia* και σταφυλόκοκκοι. Ο *Staphylococcus epidermidis* μπορεί να παρουσιαστεί σε περιπτώσεις επιπεφυκίτιδας, κερατίτιδας (κυρίως βακτηριακής) και χρόνιας βλεφαρίτιδας (ιδίως σε ασθενείς σε ανοσοκαταστολή) και δημιουργεί μία εξωκυτταρική ουσία από πολυσακχαρίδες.

Ασθενείς με ερυθρότητα οφθαλμού (red eye) εμφάνισαν το κατά gram θετικό βακτήριο *Streptococcus pneumoniae* ενώ υπήρξαν και βακτήρια gram αρνητικά που ήταν τα ακόλουθα: *Acinetobacter* sp., *Aeromonas hydrophilia*, *Escherichia coli*, *Haemophilus influenza*, *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp., *Serratia* sp., *Stenotrophomonas maltophilia*.

Σε άτομα με περιφερικό έλκος εντοπίστηκε: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas* sp., *Serratia* sp., *Abiotrophia defectiva*, *Acinetobacter* sp.

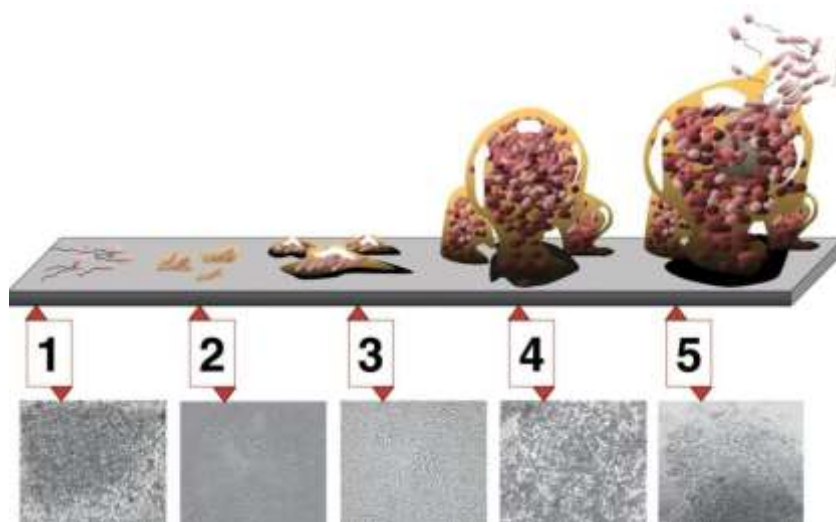
Σε περιπτώσεις δηθητικής κερατίτιδας εμφανίζονταν τα εξής: *Abiotrophia defectiva*, *Non-hemolytic Streptococcus* sp., *Streptococcus pneumoniae*, *Viridans streptococci*, *Acinetobacter* sp., *Alcaligenes xylosoxidans* sub sp. *denitrificans*, *Haemophilus influenza*, *Klebsiella* sp., *Neisseria* sp., *Serratia* sp., *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Abiotrophia defectiva*, *Acinetobacter* sp.

Τέλος, σε περιπτώσεις ασυμπτωματικής δηθητικής κερατίτιδας βρέθηκαν: *Streptococcus pneumoniae*, *Viridans streptococci*, *Acinetobacter* sp., *Enterobacter* sp., *Haemophilus influenza*, *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp., *Stenotrophomonas maltophilia*.

Σε φακούς υδροξυεθυλ-μεθακρυλικού (HEMA), βρέθηκαν στελέχη των *Staphylococcus epidermidis* και *Pseudomonas aeruginosa*. Τα βακτήρια αυτά δεν εντοπίστηκαν τόσο συχνά σε υλικό HEMA και μεθακρυλικό οξύ. (Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., 2001)

Ουσιαστικά οι εναποθέσεις που υπάρχουν, (πρωτεΐνες, γλυκοπρωτεΐνες, λιπίδια) μεταφέρονται από το δακρυϊκό φιλμ στην επιφάνεια του φακού. Τα βακτήρια «κολλάνε» στις εναποθέσεις των πρωτεϊνών και των λιπιδίων και όχι τόσο στο φακό. Ανάλογα με τις χημικές ιδιότητες του κάθε υλικού προκύπτουν και οι εναποθέσεις. (Giraldez, M. J., Yebra-Pimentel, E., 2012)

Είναι αξιοσημείωτα τα στάδια της προσκόλλησης των βακτηρίων, όπου το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την προσωρινή προσκόλληση κατά την οποία τα βακτήρια συγκρατούνται με δυνάμεις Van der Waals. Το δεύτερο στάδιο αποτελείται από μία μη αναστρέψιμη προσκόλληση όπου δημιουργείται μία σταθερή ένωση όπου τα βακτήρια ακολουθούν τις κινήσεις κατά Brownian, οι οποίες είναι τυχαίες κινήσεις, οπότε μετακινούνται σε όλες τις πιθανές κατευθύνσεις. Ακολουθεί η ωρίμανση I και η ωρίμανση II και το τελικό στάδιο καλείται διασπορά. Με τον καθαρισμό δεν απομακρύνονται και εν τέλει δημιουργείται μία βιομεμβράνη, η οποία καλύπτει ένα μέρος της επιφάνειας του φακού επαφής. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Biofilm> Επίσκεψη στις 21/5/21)



Εικόνα 34: Στάδια σχηματισμού βιομεμβράνης στο στέλεχος *Pseudomonas aeruginosa*, 1-προσωρινή προσκόλληση, 2-αναστρέψιμη προσκόλληση, 3-ωρίμανση I, 4-ωρίμανση II, 5-διασπορά

Πηγή: <https://docplayer.gr/82977796-Kefalaio-7-sipsi-loimoxeis-kai-antiviotika-stihttps://docplayer.gr/82977796-Kefalaio-7-sipsi-loimoxeis-kai-antiviotika-sti-meth.htmlmeth.html> (Επίσκεψη στις 7/5/21)

Χαρακτηριστικά η *Pseudomonas aeruginosa* 6294 εμφανίζει τριχίδια και μαστίγιο τα οποία φαίνεται να συμβάλλουν στην ικανότητά τους να προσκολλάται σε φακούς επαφής, παρά το γεγονός ότι μπορούν και βακτήρια χωρίς αυτά τα χαρακτηριστικά να προσκολληθούν. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό που συνεισφέρει στην προσκόλληση είναι η υδροφοβία της επιφάνειας του κυττάρου καθώς οργανισμοί με πιο έντονη υδροφοβία προσκολλούνται σε μεγαλύτερα ποσοστά σε σχέση με υδρόφιλους οργανισμούς. Το συγκεκριμένο βακτήριο απομονώθηκε από κερατοειδείς που είχαν υποστεί κερατίτιδα είτε από φακούς υδρογέλης είτε από σιλικόνης-υδρογέλης και εντοπίζεται συχνότερα σε σύγκριση με άλλα στελέχη του βακτηρίου. Υλικά των φακών επαφής ήταν κυρίως Polymacon και Lidofilcon A και χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό. (Dutta, D., Cole, N., Willcox, M., 2012)

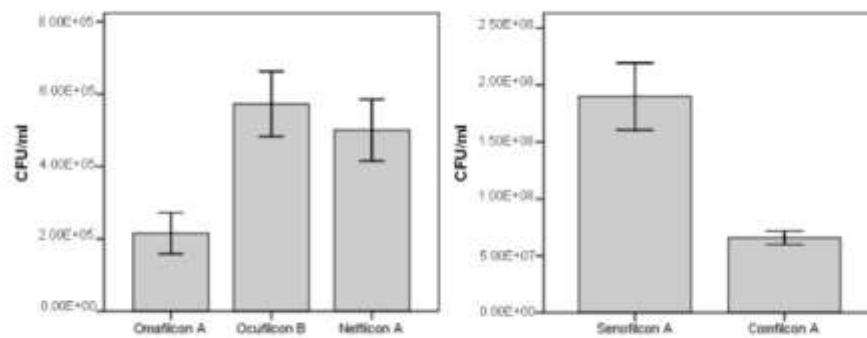
Βέβαια και αρνητικό στέλεχος σταφυλόκοκκου είναι ικανό να επιφέρει κερατίτιδα σε χρήστες. Ειδικότερα, το στέλεχος *Staphylococcus epidermidis* καθώς παρουσιαζόταν συχνά σε φακούς υδρογέλης μείωσε τη συχνότητα εμφάνισης της ψευδομονάδας. Ο σταφυλόκοκκος και το *Serratia liquifaciens* παρουσιάζονταν πιο συχνά από την ψευδομονάδα. Ο σταφυλόκοκκος εμφανίζεται στο 45% των περιστατικών κερατίτιδας και προσκολλάται σε επιφάνειες με πρόσθετο πολυσακχαρίδης που περιέχεται σε μία εξωπολυσακχαριδική κάψουλα. Η πληθώρα των πρόσθετων πολυσακχαρίδης αλληλοσυνδέεται με την προσκόλληση των στελεχών στα υλικά κατασκευής. Άλλοι πιθανοί μικροοργανισμοί είναι:

Streptococcus pneumoniae, *Hemophilus influenzae*, *Micrococcus luteus*, *Serratia marcescens*. (Dutta, D., Cole, N., Willcox, M., 2012)

Το οπερόνιο σχετίζεται με το πρόσθετο της πολυσακχαρίδης που είναι σημαντικό για το σχηματισμό της βιομεμβράνης. Αυτό διαφέρει από στέλεχος σε στέλεχος και σχηματίζεται συνήθως 24 ώρες από την αρχική προσκόλληση των βακτηρίων.

Το στέλεχος *Staphylococcus aureus* εντοπίζεται κυρίως στη μικροβιακή κερατίτιδα και στο περιφερικό έλκος του κερατοειδή. Το υλικό στο οποίο κυριαρχεί είναι το hydroxyethylmethacrylate (HEMA). Αρχικά, εντοπιζόταν σε φακούς υδρογέλης ιοντικούς. Διαπιστώθηκε ότι τα βακτήρια και ιδιαίτερα δύο στελέχη του *Staphylococcus epidermidis* ήταν κυρίως σε φακούς υδρογέλης χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό. (Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., 2001) Σε σημαντικό βαθμό η προσκόλληση των βακτηρίων εξαρτάται από το αν είναι υδρόφοβη η επιφάνεια των κυττάρων, η σύνθεση του πολυμερούς, τα στελέχη των βακτηρίων και το μέσο αποθήκευσης των φακών. Πιο συχνά οι υδρόφοβες επιφάνειες με υλικά Lotrafilcon A, Balafilcon A, Lotrafilcon B, προσελκύουν μεγάλο αριθμό βακτηρίων παρά οι υδρόφιλες όπως σε υλικά υδρογέλης με Etafilcon A. Ακόμη, εξαρτάται και από τα βακτηριακά στελέχη, για παράδειγμα ο *Staphylococcus epidermidis* εμφανίζεται πιο συχνά συγκριτικά με την ψευδομονάδα.

Η ενσωμάτωση της σιλικόνης σε φακούς υδρογέλης βοήθησε στην αύξηση της διαπερατότητας οξυγόνου στους φακούς αλλά και μείωσε την υδροφιλία. Σε φακούς σιλικόνης-υδρογέλης μπορούν πιο εύκολα να εμφανίσουν βακτήρια όπως τον *Staphylococcus epidermidis* παρά σε φακούς υδρογέλης. (Giraldez, M. J., Yebra-Pimentel, E., 2012)



Σχήμα 4: Προσκόλληση του στελέχους *Staphylococcus epidermidis* CECT 4184 σε υδρόφιλους φακούς και υδρόφοβους

Πηγή: Giraldez, M. J., Yebra-Pimentel, E., Hydrogel Contact Lenses Surface Roughness and Bacterial Adhesion(Επίσκεψηστις24/3/21)

Χαρακτηριστικά της μορφής της επιφάνειας ενός φακού επαφής κατέχουν ρόλο στην προσκόλληση των βακτηρίων σε φακούς επαφής. Υλικά όπως Comfilcon A και Omafilcon με λείες επιφάνειες δεν είχαν τόσο αυξημένο αριθμό βακτηρίων όσο οι σε μη λείες επιφάνειες σε υλικά με Senofilcon A, Nelfilcon A και Ocufilecon B. Φακοί υδρογέλης και σιλικόνηςυδρογέλης που έχουν φορεθεί έχουν λιγότερο λεία επιφάνεια σε σχέση με τους αντίστοιχους μη χρησιμοποιημένους. Ουσιαστικά, η μη λεία επιφάνεια του φακού αντιστοιχεί στο σχηματισμό των εναποθέσεων και την δημιουργία αποικιών από μικροοργανισμούς. (Dutta, D., Cole, N., Willcox, M., 2012)

Μετά από έλεγχο σε χρήστες εξακριβώθηκε ότι όσοι φορούσαν φακούς υλικού Lotrafilcon A δεν εμφάνισαν τόσο υψηλό αριθμό του *Staphylococcus aureus* 835 όσο σε φακούς Balafilcon A ύστερα από εκτεταμένη χρήση. Ο *Staphylococcus epidermidis* παρατηρείται πιο συχνά σε χρησιμοποιημένους φακούς Galyfilcon A και Lotrafilcon A παρά σε μη. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Η παρουσία των δακρυϊκών προϊόντων κατέχει ρόλο στην προσκόλληση των βακτηρίων. Η βλεννίνη, η λυσοζύμη, η λακτοφερίνη και άλλες πρωτεΐνες συμβάλλουν σε αυτό. Σε συνθήκες *in vitro*, η παρουσία λυσοζύμης στην επιφάνεια του φακού εμφανίζει πιο εύκολα βακτήρια όπως την ψευδομονάδα και το σταφυλόκοκκο, παρά τον *Micrococcus luteus*. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Ουσιαστικά, σπουδαίο ρόλο κατέχει η υδροφοβία και η μη λεία επιφάνεια του φακού αλλά και η περιεκτικότητα σε νερό και η ιοντικότητα για την προσκόλληση μεγάλου αριθμού βακτηρίων. Το αποτέλεσμα διαφέρει από χρήστη σε χρήστη ανάλογα με τις εναποθέσεις που προκύπτουν.(Giraldez, M. J., Yebra-Pimentel, E., 2012)

6.3 Εργαστηριακές μελέτες

Σε μελέτη κατά το Μάρτιο του 1993 έως τον Ιανουάριο του 1996 που διεξήχθη στο Ινστιτούτο Prasad Eye στο Hyderabad της Ινδίας, διαπιστώθηκε ότι οι βακτηριακές αποικίες ήταν πολυπληθέστερες σε ημερήσιους φακούς επαφής σε περιπτώσεις διηθήσεων του κερατοειδή έναντι των φακών εκτεταμένης χρήσης (συμβατικούς).

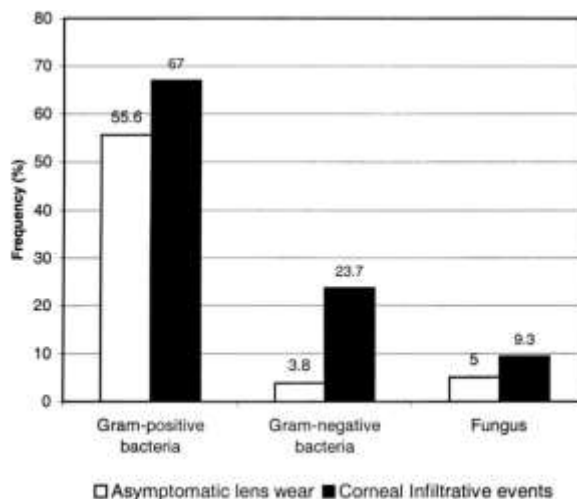
Τα άτομα ήταν ηλικίας 16 έως 39 ετών με οπτική οξύτητα 6/9 ή καλύτερη με τη διόρθωση, χωρίς κάποια οφθαλμική ή χρόνια νόσο. Πιο συγκεκριμένα, 330 άτομα χρησιμοποίησαν είτε μαλακούς φακούς υδρογέλης χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό, μη ιονικούς, είτε μαλακούς υδρογέλης, ιονικούς, υψηλής περιεκτικότητας σε νερό. Για δύο εβδομάδες φορούσαν τους φακούς καθημερινά για να συνηθίσουν. Μετά, άρχισαν να τους χρησιμοποιούν για 6 βράδια. Κάθε μία μέρα έλεγχαν τα υπό μελέτη άτομα και μετά από μία εβδομάδα είδαν την οφθαλμική απόκριση. Μετά από ένα μήνα επαναλήφθηκε η εξέταση όπως και μετά από τρεις μήνες. (Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T.

J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., 2000)

Πριν τις οφθαλμολογικές εξετάσεις, οι φακοί είχαν αφαιρεθεί από τα μάτια με γάντια και τοποθετήθηκαν σε 2 mL φυσιολογικού ορού με ρυθμιστικό διάλυμα φωσφόρου και έπειτα φυλάχθηκαν στο εργαστήριο σε θερμοκρασία 4°C μέχρι να μελετηθούν. Πραγματοποιήθηκε λήψη ιστορικού και εξέταση σε σχισμοειδή λυχνία Zeiss.

Έγινε καλλιέργεια σε θρεπτικό υλικό σε αερόβιες συνθήκες 5% CO₂ και αναερόβιες. Οι βακτηριακές αποικίες στα θρεπτικά υλικά σημειώθηκαν σε 48 ώρες.

Εξετάστηκαν 4.321 φακοί επαφής από τα 330 άτομα για ένα έτος ύστερα από εκτεταμένη χρήση. Εντοπίστηκαν αριθμητικά υψηλότερες αποικίες βακτηρίων και μυκήτων σε χρήστες που παρουσίασαν διηθήσεις στον κερατοειδή παρά σε χρήστες που δεν εμφάνισαν κάποιο οφθαλμικό σύμπτωμα.(Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T. J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., 2000)



Σχήμα 5: Συχνότητα εμφάνισης θετικών, αρνητικών κατά Gram και μυκήτων σε χρήστες χωρίς οφθαλμικά συμπτώματα και σε εκείνους που εμφάνισαν διηθήσεις

Πηγή: Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T. J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., Bacterial colonization of disposable soft contact lenses is greater during corneal infiltrative events than during asymptomatic extended lens wear (Επίσκεψη στις 9/4/21)

Σε χρήστες χωρίς οφθαλμικά συμπτώματα τα πιο κοινά εμφανιζόμενα βακτήρια ήταν:

- *Staphylococcus epidermidis* □ *Corynebacterium* spp.
- *Micrococcus* spp.
- *Staphylococcus aureus*

Σε χαμηλότερη συχνότητα βρέθηκαν τα εξής:

- *Streptococcus* spp.
- *Peptostreptococcus* spp. □ *Aerococcus viridians* □ *Nocardia* spp.

Τα βακτήρια που ήταν αρνητικά κατά Gram σε χρήστες χωρίς συμπτώματα κυμαίνονταν περίπου στο 1%. Εκείνα που κυριαρχούσαν ήταν η *Pseudomonas* spp., το *Acinetobacter calcoaceticus* και *Haemophilus influenza*. Άλλα βακτήρια που προκαλούσαν περισσότερες από 10 αποικίες ανά φακό ήταν: *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli*, *Haemophilus* spp., *H. influenzae*, *Pseudomonas* spp., και *Citrobacter* spp.

Σε χρήστες που εντοπίστηκαν διηθήσεις σε υψηλό ποσοστό βρέθηκαν τα εξής βακτήρια:

- *Staphylococcus epidermidis* □ *Corynebacterium* spp. □ *Staphylococcus aureus* □ *Bacillus* spp.
- *Streptococcus pneumoniae*

Ο *Streptococcus pneumoniae* εμφανίστηκε σε υψηλότερο ποσοστό σε άτομα με διηθήσεις όπως και *H. influenzae*, *Haemophilus parainfluenzae*, *Haemophilus* spp., και *Pseudomonas* spp..

Δε παραλείπονται τα περιστατικά αποικιών λόγω παρουσίας μύκητα είτε στα άτομα δίχως κάποιο οφθαλμικό σύμπτωμα, είτε σε άτομα με περιστατικά διηθήσεων του κερατοειδή. Η

συχνότητα εμφάνισης των μυκήτων *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus* και *Rhizopus* spp. επικρατούσε σε περιπτώσεις διηθήσεων, αλλά όσο αφορά το επίπεδο των αποικιών δεν παρουσιάστηκαν αξιοσημείωτες διαφοροποιήσεις μεταξύ ασυμπτωματικών χρηστών και εκείνων που εμφάνισαν διηθήσεις.

Συγκεκριμένες ενδείξεις που προέκυψαν ήταν για περιπτώσεις μικροβιακής κερατίτιδας, ερυθρότητας οφθαλμού, περιφερικού έλκους, διηθητικής κερατίτιδας και ασυμπτωματικής διηθητικής κερατίτιδας. (Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T. J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., 2000)

- Μικροβιακή κερατίτιδα: Καταγράφηκε ένα περιστατικό στο οποίο εντοπίστηκε σε φακό όπως και σε εκδορά του κερατοειδή, η *Pseudomonas aeruginosa* σε 1.800 αποικίες
- Ερυθρότητα οφθαλμού (redeye): Έγινε μελέτη από 35 δείγματα εκ των οποίων τα 17 εμφάνισαν βακτήρια όπως *H. influenzae* (22.9%), *H. Parainfluenzae* (8.6%) και *Haemophilus* spp. (5.7%). Οι αποικίες κυμαίνονται στις 300. Ο *Streptococcus pneumoniae* εντοπίστηκε σε 3 δείγματα, φυσιολογική οφθαλμική χλωρίδα ήταν σε 12 δείγματα, ενώ σε 3 δεν εντοπίστηκαν μικροοργανισμοί.
- Περιφερικό έλκος κερατοειδή: Συνολικά τα δείγματα που εξετάστηκαν από φακούς επαφής ήταν 34 και 4 εξ αυτών είχαν βακτήρια αρνητικά κατά Gram. Σε ένα δείγμα ήταν ιδιαίτερα υψηλά τα επίπεδα των αποικιών όπου υπήρξε στέλεχος ψευδομονάδας. Από 18 δείγματα (53%), βρέθηκαν μικροοργανισμοί θετικοί κατά Gram. Τα επίπεδα των μικροοργανισμών παρέμεναν σε παρόμοια επίπεδα (μεταξύ ασυμπτωματικών χρηστών και εκείνων που εμφάνισαν διηθήσεις. Σε 12 φακούς (35%) δεν βρέθηκαν μικροοργανισμοί.
- Διηθητική κερατίτιδα: Σε 4 από τα 16 περιστατικά δεν βρέθηκαν μικροοργανισμοί (25%), ενώ ο *Haemophilus influenzae* εντοπίστηκε σε μία από τις τέσσερις αποικίες στην επιφάνεια του φακού.
- Ασυμπτωματική διηθητική κερατίτιδα: Στους 8 από τους 32 φακούς (25%) δεν εντοπίστηκαν μικροοργανισμοί. Σε 5 φακούς (16%) βρέθηκε *Streptococcus pneumoniae* και σε 7 φακούς (22%), εντοπίστηκαν βακτήρια αρνητικά κατά Gram και ειδικότερα ένας από αυτούς είχε 1.800 αποικίες *P. aeruginosa* και ένας άλλος 1.800 αποικίες *Pseudomonas* spp. Οι ασθενείς πρέπει να σημειωθεί ότι δεν εμφάνισαν συμπτώματα. Κατά κύριο λόγο βρέθηκαν τα εξής στελέχη: *H. influenzae*, *H. Parainfluenzae* και *Haemophilus* spp. Σε τρεις φακούς (9%) βρέθηκαν μύκητες και στο 28% βρέθηκε οφθαλμική χλωρίδα (θετική κατά Gram). (Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T. J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., 2000)

Συνοπτικά, παρά την εκτεταμένη χρήση μαλακών φακών για 6 νύχτες, το 42% των χρηστών δεν εμφάνισε κάποιο σύμπτωμα, ούτε εντοπίστηκαν μικροοργανισμοί. Αντιθέτως, το 22% των φακών που μελετήθηκαν έπειτα από περιπτώσεις διηθήσεων του κερατοειδή, δεν παρουσίασαν αποικίες μικροοργανισμών.

Σε άτομα ασυμπτωματικά, κατά κύριο λόγο εντοπίζονταν τα εξής βακτήρια (θετικά κατά Gram) τα οποία ανήκουν στη φυσιολογική οφθαλμική χλωρίδα:

- *S. epidermidis* □ *Corynebacterium* spp.
- *Micrococcus* spp.
- *S. Aureus* □ *Staphylococcus* spp.

- *Bacillus* spp.

Ο μέσος όρος των αποικιών των βακτηρίων που αναπτύσσονται σε κάθε φακό επαφής είναι πέντε. Η διαπίστωση αυτή επαληθεύεται από την Hart και τους συνεργάτες της όπου αναφέρθηκε ότι το 89% των μαλακών φακών που χρησιμοποιούνται (είτε ημερήσιους είτε εκτεταμένης χρήσης), εμφανίζουν λιγότερες από 10 αποικίες βακτηρίων σε κάθε φακό. Σε άλλη μελέτη, εξακριβώθηκε ότι οι αποικίες του *Staphylococcus* spp. στους φακούς ήταν πιο λίγες από τρεις. (Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T. J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., 2000)

Παθογόνα βακτήρια όπως ο *Streptococcus pneumoniae* δεν εντοπίζονται τόσο συχνά αλλά κυμαίνονται σε υψηλά ποσοστά συγκριτικά με τη φυσιολογική οφθαλμική χλωρίδα. Εκείνα που κυριαρχούν είναι:

- *S. pneumoniae* □ *Haemophilus* spp.
- *A. hydrophila* □ *H. influenza* □ *Citrobacter* spp.

Οι μύκητες δεν εντοπίζονται τόσο συχνά όσο τα βακτήρια. Ο αριθμός των αποικιών ήταν περιορισμένος. Η ανάπτυξή τους εξαρτάται και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Παρατηρήθηκε ότι στην Ινδία τα επίπεδα είναι υψηλότερα από την Αυστραλία. Βακτήρια που «εμπλέκονται» σε περιστατικά διηθήσεων του κερατοειδή και βρέθηκαν σε υψηλά ποσοστά ήταν τα ακόλουθα:

- *H. influenza*
- *S. pneumoniae*
- *H. parainfluenzae* □ *Haemophilus* spp.
- *P. Aeruginosa*

Όσο αφορά την παρουσία της ψευδομονάδας στην περίπτωση της μικροβιακής κερατίτιδας, υποδηλώνει ότι πιθανότατα είχαν αναπτυχθεί αποικίες βακτηρίων στην επιφάνεια των φακών πριν εκδηλωθεί η μόλυνση στον κερατοειδή.

Στις περιπτώσεις ερυθρότητας οφθαλμού (red eye), το 49% των φακών είχε βακτήρια όπως *H. influenzae*, *H. parainfluenzae* και *Haemophilus* spp.. Στην ασυμπτωματική διηθητική κερατίτιδα, 7 από τους 32 φακούς είχαν αποικίες βακτηρίων. Ο *S. Pneumoniae* βρέθηκε σε χαμηλότερο ποσοστό από τα υπόλοιπα βακτήρια. Όσο αφορά τη μικροβιακή κερατίτιδα, πρόκειται για λοίμωξη λόγω παρουσίας μικροβίου και ένα μέρος των ασθενών αντιμετωπίζει έντονη φλεγμονή και πρέπει να σταματήσει τη χρήση των φακών ορισμένες μέρες ώστε να υποχωρήσει.

Τα βακτήρια *Haemophilus* και *S. pneumoniae* μπορούν να προκαλέσουν κάποιο από τα περιστατικά διηθήσεων που έχουν προαναφερθεί.

Οι αποικίες μικροοργανισμών στους φακούς σε άτομα ασυμπτωματικά (έπειτα από εκτεταμένη χρήση) προέρχονται από την οφθαλμική χλωρίδα, ενώ οι περιπτώσεις διηθήσεων από αποικίες στην επιφάνεια των φακών, προκύπτει από βακτήρια αρνητικά κατά Gram και *S. Pneumoniae*. (Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T. J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., 2000)

Με την καλλιέργεια της *Pseudomonas aeruginosa* Paer1 διαπιστώθηκε ότι το βασικό υλικό στο οποίο παρατηρείται είναι το *Etafilcon A*. Ακόμη, δεν υπήρξαν διαφοροποιήσεις σχετικά με τις αποικίες βακτηρίων που προέκυψαν μετά από χρήση των φακών επαφής στα εξής υλικά: *Etafilcon A* και *Polymacon* όπως και *Etafilcon A* και *Lotrafilcon A*. (Willcox, M. D. P., et. al., 2001)

Σε εργαστήριο τα βακτήρια αναπτύχθηκαν στους φακούς παρουσία θρεπτικού υλικού σε αποστειρωμένο ορό. Απομονώθηκαν τα εξής βακτήρια από περιπτώσεις ασθενών με ερυθρότητα οφθαλμού (redeye): *Pseudomonas aeruginosa* Paer1, *Streptococcus pneumoniae* 001, *Streptococcus pneumoniae* 008, *Haemophilus influenzae* 001, *Haemophilus influenzae* 009, *Aeromonas hydrophilia* 003 και *Stenotrophomonas maltophilia* 010. Επιπλέον, από μικροβιακή κερατίτιδα απομονώθηκε η *Pseudomonas aeruginosa* 6294 και πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια σε στάσιμη φάση στους 35°C.

Οι φακοί επαφής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατασκευασμένοι από Etafilcon A, Balafilcon A, Polymacon και Omafilcon A. Πέντε άτομα φορούσαν διαφορετικά είδη φακών: Etafilcon A, Balafilcon A, Polymacon για 6 ώρες σε διαφορετικές μέρες. Για επιβεβαίωση τα πειράματα επαναλήφθηκαν κάποιες φορές.

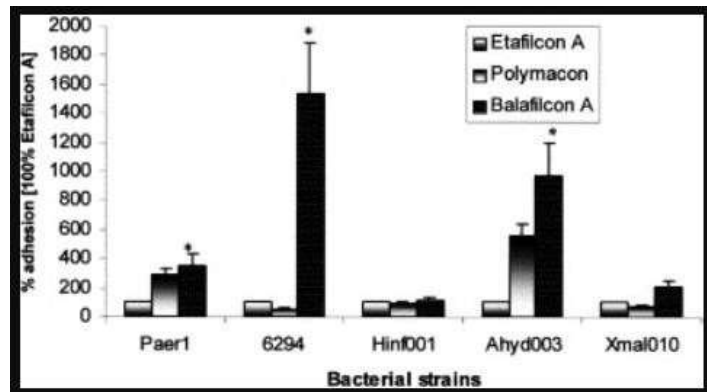
Με φασματοσκοπία φωτοηλεκτρικών ακτίνων X έγινε έλεγχος των εναποθέσεων σε φακούς επαφής Polymacon ή Etafilcon A και έπειτα ακολούθησε καθαρισμός και στέγνωμα των φακών. Προκειμένου να παρατηρηθούν τα βακτήρια χρησιμοποιήθηκε μικροσκόπιο τύπου λείζερ. (Willcox, M. D. P., et. al., 2001)

Βακτήρια που εντοπίστηκαν ήταν gram θετικά όπως σταφυλόκοκκος, *Propionibacterium* sp και *Corynebacterium* sp. και gram αρνητικά *Pseudomonas* sp, *Stenotrophomonas* sp σε χρήστες που χρησιμοποιούσαν φακούς επαφής εκτεταμένα, και *Pseudomonas* sp και *Acinetobacter* sp σε φακούς καθημερινής χρήσης.

Επιπρόσθετα, στελέχη του *Pseudomonas aeruginosa* Paer1, *Pseudomonas aeruginosa* 6294 και *Aeromonas hydrophilia* 003 εντοπίζονταν σε φακούς σιλικόνης υδρογέλης Balafilcon A υψηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο, λόγω του ότι το υλικό αυτό είναι πιο υδρόφοβο.

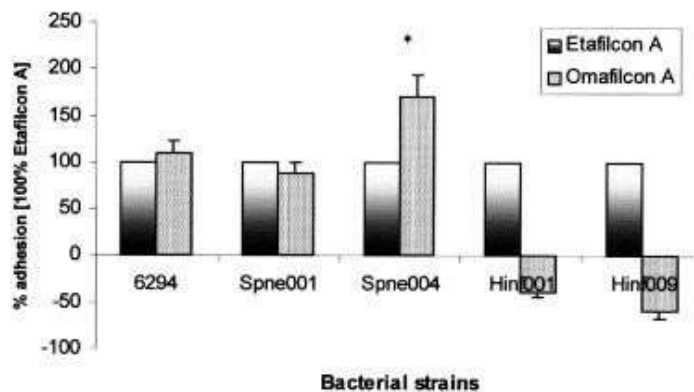
Σε συνθήκες *in vitro*, διαπιστώθηκε ότι περισσότερα gram αρνητικά βακτήρια εμφανίζονται σε μη χρησιμοποιημένους φακούς επαφής Etafilcon A έναντι χρησιμοποιημένων φακών (από το ίδιο υλικό). Στο υλικό Balafilcon A παρατηρήθηκε το αντίθετο. (Willcox, M. D. P., et. al., 2001)

Στελέχη Paer1, Hinf001 και Xmal010 βρέθηκαν σε Balafilcon A, Paer1, Hinf001 σε Polymacon και Ahyd003 σε Etafilcon A.



Σχήμα 6: Προσκόλληση βακτηρίων σε Etafilcon A, Polymacon και Balafilcon A

Πηγή: Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., Bacterial interactions with contact lenses; effects of lens material, lens wear and microbial physiology (Επίσκεψη στις 9/4/21)



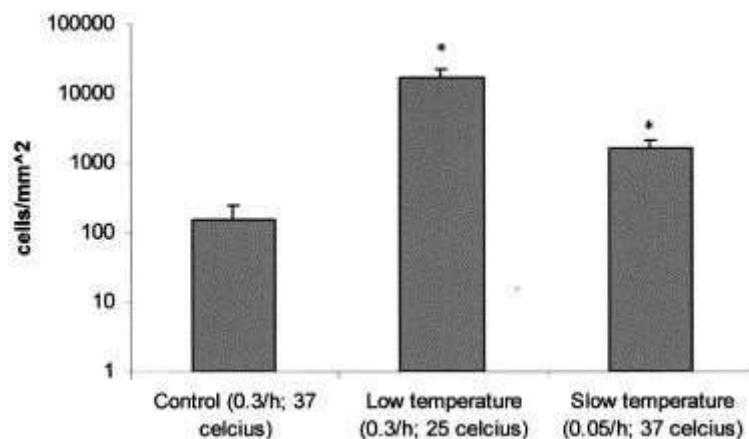
Σχήμα 7: Προσκόλληση βακτηρίων σε Etafilcon A και Omafilcon A

Πηγή: Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., Bacterial interactions with contact lenses; effects of lens material, lens wear and microbial physiology (Επίσκεψη στις 9/4/21)

Από τη μία πλευρά οι φακοί υλικού Etafilcon προσροφούν περισσότερη ύλη που περιέχει άζωτο σε σύγκριση με το υλικό Polymacon άρα υπάρχει περισσότερη πρωτεΐνη στην επιφάνεια του φακού. Από την άλλη πλευρά οι φακοί Polymacon έχουν λιγότερη πρωτεΐνη και όση υπάρχει βρίσκεται μόνο στη μπροστινή επιφάνεια.

Παρατηρήθηκε ότι λόγω αύξησης της διαπερατότητας σε οξυγόνο σε φακούς επαφής Polymacon, η βλεννίνη προσκολλάται στην επιφάνεια των φακών.

Τα βακτήρια που εντοπίστηκαν στο Etafilcon A ήταν σε χαμηλή θερμοκρασία και υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης, έπειτα ακολούθησε υψηλή θερμοκρασία και ήπιος ρυθμός ανάπτυξης. Τέλος, η προσκόλληση των βακτηρίων ήταν λιγότερη όταν η θερμοκρασία και ο ρυθμός ανάπτυξης παρέμεναν σε υψηλά επίπεδα. (Willcox, M. D. P., et. al., 2001)



Σχήμα 8: Προσκόλληση της *Pseudomonas aeruginosa* σε φακούς Etafilcon A ανάλογα με τη θερμοκρασία της ανάπτυξης του μικροοργανισμού

Πηγή: Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., Bacterial interactions with contact lenses; effects of lens material, lens wear and microbial physiology (Επίσκεψη στις 9/4/21)

Σε περιστατικά μικροβιακής μόλυνσης συνήθως εμφανίζονταν μικροοργανισμοί όπως *Pseudomonas aeruginosa* και *Staphylococcus aureus*, ενώ σε χαμηλότερο ποσοστό η ακανθαμοιβάδα, οι σταφυλόκοκκοι και οι μύκητες. Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν διαλύματα όπως photosphatebuffersaline (PBS), Tryptone Soy, Mueller Hinton πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Οι φακοί επαφής ήταν από υδρογέλη, etafilcon A, βασικής ακτίνας καμπυλότητας 8,7mm, διαμέτρου 14mm και ισχύος -3.00D και σιλικόνης-υδρογέλης senofilcon A, βασικής ακτίνας καμπυλότητας 8.4mm, διαμέτρου 14mm και ισχύος -3.00D. (Dutta, D., Willcox, D. P. M., 2013)

Proprietary name	ACUVUE® 2	ACUVUE® OASYS™
United States Adopted Name (USAN)	etafilcon A	senofilcon A
Manufacturer	Johnson & Johnson	Johnson & Johnson
Water content (%)	58	38
Oxygen Permeability (Dk)	21	103
Centre thickness (mm) - 3.00 Ds	0.08	0.07
Oxygen Transmissibility (Dk·t) at 35 °C	25	147
FDA group	IV	I
Surface treatment	None	No surface treatment. Internal wetting agent (PVP) that also coats the surface
Principal monomers	HEMA + MA	mPDMS + DMA + HEMA + siloxane macromer + PVP + TEGDMA

mPDMS, (monofunctional polydimethylsiloxane), DMA, (N,N-dimethylacrylamide), HEMA, (2-hydroxyethyl methacrylate), PVP, (polyvinyl pyrrolidone), TEGDMA (tetraethyleneglycol dimethacrylate), MA, (methacrylic acid).

Πίνακας 1: πληροφορίες των φακών επαφής που χρησιμοποιήθηκαν

Πηγή: Dutta, D., Willcox, D. P. M., A Laboratory Assessment of Factors That Affect Bacterial Adhesion to Contact Lenses (Επίσκεψη στις 18/5/21)

<i>S. aureus</i> strains	Isolation site
<i>S. aureus</i> 31 [26]	CLPU – contact lens
<i>S. aureus</i> 38 [26]	MK
<i>P. aeruginosa</i> strains	Isolation site
<i>P. aeruginosa</i> 6294 [25]	MK
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 9027 [27]	Otic infection
<i>P. aeruginosa</i> GSU3 [19,28]	Human Corneal Ulcer

Πίνακας 2: βακτηριακά στελέχη και απομόνωση αυτών

Πηγή: Dutta, D., Willcox, D. P. M., A Laboratory Assessment of Factors That Affect Bacterial Adhesion to Contact Lenses (Επίσκεψη στις 18/5/21)

Διαπιστώθηκε ότι το ένα στέλεχος της ψευδομονάδας-*Pseudomonas aeruginosa* ATCC είχε βρεθεί περισσότερο στο υλικό etafilcon A παρά στο senofilcon A. Ακόμη, υπήρξε διαφοροποίηση στην συχνότητα προσκόλλησης των βακτηρίων ανάλογα με την παρουσία του θρεπτικού υλικού στην ψευδομονάδα και στον *Staphylococcus aureus*.

Στο balafilcon A και στο lotrafilcon B, βρέθηκαν περισσότερα βακτήρια από τα προαναφερόμενα συγκριτικά με άλλα υλικά, με συχνότερη την εμφάνιση της ψευδομονάδας. Αυτό συμβαίνει διότι η ψευδομονάδα αποτελείται από τριχίδια και μαστίγιο που τη βοηθούν να προσκολλάται πιο εύκολα σε επιφάνειες.

Τα βακτήρια έχουν αυξανόμενη τάση όταν γίνεται ο εμβολιασμός με το θρεπτικό υλικό. Στη συνέχεια, δεν αυξάνονται με τόσο γρήγορο ρυθμό. Ένας από τους λόγους που συμβαίνει αυτό είναι ο σχηματισμός της βιομεμβράνης και κατ' επέκταση η χαμηλή βιοσιμότητα των κυττάρων και η διασπορά της βιομεμβράνης απουσία θρεπτικού υλικού. Τέλος, το είδος του πολυμερούς σε υλικά etafilcon A και senofilcon A δεν σχετιζόταν με την παρουσία των βακτηρίων στους φακούς επαφής. (Dutta, D., Willcox, D. P. M., 2013)

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε χρήστες φακών από τη Νιγηρία, ο Devonshire και άλλοι συνεργάτες (1993) παρατήρησαν ότι υπήρξαν χρήστες που εμφάνισαν μικροβιακή κερατίτιδα λόγω βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών. (Devonshire, P., Munro, F.A., Abernethy, C., Clark, B.J., 1993). Ο Martins και οι συνεργάτες του (2002) εντόπισαν βακτήρια, παράσιτα και μύκητες στην επιφάνεια των φακών. Τα είδη *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter* και ψευδομονάδα, εντοπίστηκαν σε υγιείς οφθαλμούς και σε μαλακούς φακούς από υγιείς οφθαλμούς. (Martins, E.N., Farah, M.E., Alvarenga, L.S., Yu, M.C., Hoflin-Lima, A.L., 2002)

Ακόμη, στελέχη ακανθαμοιβάδας που επιβίωναν σε βιομεμβράνες βρέθηκαν σε μαλακούς φακούς επαφής των χρηστών. Άτομα που χρησιμοποιούν νερό στους φακούς τους αντί για

ειδικό διάλυμα είναι πιθανό να προκαλέσουν μόλυνση στον κερατοειδή τους και να χρειαστούν άμεσα αντιμετώπιση από ειδικό.

Παρατηρήθηκε αύξηση των χρηστών στη Νιγηρία, αλλά οι μικροοργανισμοί ήταν ιδιαίτερα αυξημένοι στη χώρα αυτή καθώς ευνοήθηκε ο πολλαπλασιασμός τους λόγω των καιρικών συνθηκών. Στο Λάγκος, οι χρήστες είχαν εκτεθεί σε μολυσμένο νερό, οπότε αυξήθηκαν οι περιπτώσεις μολύνσεων λόγω δυσμενών συνθηκών. (Osita-Emina, M., Kemdinum-Idu, F., 2011)

Σε μελέτη σε κλινικές στο Λάγκος, κατά το χρονικό διάστημα του Αυγούστου του 2002 έως το Δεκέμβρη του 2003 σε 78 άτομα ηλικίας 12 έως 38 ετών, διαπιστώθηκαν τα εξής: το 7.8 % των μικροοργανισμών που εντοπίστηκαν ήταν παράσιτα(πρωτόζωα), το 47.1 % ήταν βακτήρια αρνητικά κατά χρώση Gram, ενώ το 45.1 % βακτήρια θετικά κατά Gram. Στους 74 ημερήσιους φακούς επαφής στο υψηλότερο ποσοστό δηλαδή στο 41.56% δεν αναπτύχθηκαν μικροοργανισμοί, στο 14.29% εντοπίστηκε *Escherichia coli*, στο 12.99% *Klebsiella spp.*, σε ποσοστό 6.49% στελέχη αμοιβάδας, ενώ εξακριβώθηκε και συνδυασμός μικροοργανισμών στις επιφάνειες όπως *Streptococcus spp.* και *Staphylococcus* (6.49%). Αναλυτικά παρατίθενται τα ποσοστά στον παρακάτω πίνακα.

Isolated organisms	No. of swabs	Percentage (%) ^a
<i>Streptococcus spp.</i>	3	3.9
<i>Escherichia coli</i>	11	14.29
<i>Pseudomonas spp.</i>	4	5.19
<i>Klebsiella spp.</i>	10	12.99
No growth	32	41.56
<i>Klebsiella spp.</i> + <i>Pseudomonas spp.</i>	2	2.6
<i>Streptococcus spp.</i> + <i>Staphylococcus</i>	5	6.49
<i>Staphylococcus spp.</i> + <i>Klebsiella spp.</i>	2	2.6
<i>Klebsiella spp.</i> + <i>Escherichia coli</i>	1	1.3
<i>Klebsiella spp.</i> + <i>Streptococcus spp.</i>	2	2.6
<i>Klebsiella spp.</i> + <i>S. aureus</i> + <i>Escherichia coli</i>	3	3.9
<i>Escherichia coli</i> + <i>Staphylococcus aureus</i>	2	2.6
<i>Amoebae sp.</i>	5	6.49

Πίνακας 3: Ποσοστά εμφάνισης μικροοργανισμών σε 74 ημερήσιους φακούς επαφής

Πηγή: Osita-Emina, M., Kemdinum-Idu, F., Bacteria and parasites in contact lenses of asymptomatic wearers in Nigeria (Επίσκεψη στις 22/3/21)

Σε 82 φακούς εκτεταμένης χρήσης (συμβατικούς) καταγράφηκε ότι σε υψηλό ποσοστό, στο 30.99% δεν αναπτύχθηκαν μικροοργανισμοί, στο 15.49% βρέθηκε *Escherichia coli*, στο 12.68% *Klebsiella spp.*, στο 9.86% *Staphylococcus aureus* και συνδυασμός μικροοργανισμών όπως *Streptococcus spp.* και *Staphylococcus* στο 8.45%. Στον επόμενο πίνακα παρατίθενται αναλυτικά τα ποσοστά. (Osita-Emina, M., Kemdinum-Idu, F., 2011)

Organisms	No. of swabs	Percentage (%) ^a
<i>Streptococcus</i> spp.	3	4.23
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	6	8.45
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	9.86
<i>Escherichia coli</i>	11	15.49
<i>Pseudomonas</i> spp.	1	1.41
<i>Corynebacterium</i> spp.	2	2.81
<i>Klebsiella</i> spp.	9	12.68
No growth	22	30.99
<i>Streptococcus</i> spp. + <i>Staphylococcus</i>	6	8.45
<i>Escherichia coli</i> + <i>Streptococcus</i> spp.	2	2.81
<i>Staphylococcus</i> spp. + <i>Klebsiella</i> spp.	1	1.42
<i>Escherichia coli</i> + <i>Staphylococcus aureus</i>	1	1.42
<i>Amoebae</i> sp.	3	4.23

Πίνακας 4: Ποσοστά εμφάνισης μικροοργανισμών σε 82 φακούς επαφής εκτεταμένης χρήσης

Πηγή: Osita-Emina, M., Kemdinum-Idu, F., Bacteria and parasites in contact lenses of asymptomatic wearers in Nigeria (Επίσκεψη στις 22/3/21)

Ουσιαστικά, αν γίνει σύγκριση μεταξύ των δύο διαφορετικών κατηγοριών των φακών, παρατηρείται ότι το *Escherichia coli* εμφανίζεται σε υψηλότερο ποσοστό σε φακούς εκτεταμένης χρήσης (15.49%), παρά σε ημερήσιους φακούς (14.29%). Ακόμη, επικρατεί έναντι άλλων μικροοργανισμών οι οποίοι βρίσκονται σε χαμηλό ποσοστό εμφάνισης. Η *Klebsiella* spp. με ελάχιστη διαφοροποίηση εντοπίζεται περισσότερο σε ημερήσιους φακούς (12.99%) παρά σε εκτεταμένης χρήσης (12.69%), ενώ στελέχη αμοιβάδας ήταν κυρίως σε φακούς ημερήσιας χρήσης (στο 6.49%) έναντι των φακών εκτεταμένης χρήσης (4.23%).

Στη μελέτη αυτή, διαπιστώθηκε ότι τα βακτηριακά στελέχη και τα παράσιτα που βρέθηκαν προέκυψαν από το νερό, το περιβάλλον και την έλλειψη συνθηκών υγιεινής από την πλευρά των χρηστών. Οι μικροοργανισμοί που εμφανίστηκαν σε υψηλότερο βαθμό ήταν οι εξής:

- *Staphylococcus epidermidis*
- *Staphylococcus aureus* □ *Escherichia coli* □ *Klebsiella* spp.

Ο *Staphylococcus epidermidis* βρέθηκε σε αρκετούς χρήστες στη φυσιολογική χλωρίδα του επιπεφυκότα, ενώ η *Escherichia coli* ήταν το στέλεχος με το υψηλότερο ποσοστό εμφάνισης. Πιθανότατα αυτό συνέβη λόγω χρήσης μολυσμένου νερού. Στελέχη αμοιβάδας στους φακούς προέρχονται από σκόνη, μολυσμένο νερό, νερό πισίνας κ.ά. (Osita-Emina, M., Kemdinum-Idu, F., 2011)

Η βασική διαφοροποίηση μεταξύ των φακών ημερήσιας και εκτεταμένης χρήσης ήταν ότι βακτηριακές αποικίες βρέθηκαν περισσότερο σε φακούς εκτεταμένης χρήσης όπως ανέφερε ο Fonn και οι συνεργάτες του. Αξίζει να επισημανθεί η παρατήρηση του Efron και της ομάδας

του που αναφέρθηκαν σε παράλειψη βημάτων στον καθαρισμό των φακών και στη χρήση διαλυμάτων περιορισμένης αποτελεσματικότητας με αποτέλεσμα την εναπόθεση πρωτεϊνών στο φακό.

Συνολικά, το 34.62% των φακών επαφής δεν εμφάνισαν μικροοργανισμούς, ενώ το 22.44% είχε συνδυασμό μικροοργανισμών. Το 22.44% περιείχαν παθογόνους μικροοργανισμούς, το 5.13% παράσιτα, το 60.26% βακτήρια, ο *Staphylococcus epidermidis* στο 3.85 %, η *Klebsiella* spp. στο 12.82 % και ο *Staphylococcus aureus* στο 4.49 %. Για αποφυγή μολύνσεων σε χρήστες από τη Νιγηρία προτείνονται οι ημερήσιοι φακοί καθώς των πολλαπλών χρήσεων απαιτούν συμμόρφωση στους κανόνες για την απολύμανσή τους.

Κρίνεται απαραίτητη η έγκαιρη αντιμετώπιση των οφθαλμικών περιστατικών καθώς τίθεται κίνδυνος εμφάνισης μικροβιακής κερατίτιδας ή σε πιο σοβαρές περιπτώσεις εμφάνιση εκδορών στον κερατοειδή.(Osita-Emina, M., Kemdinum-Idu, F., 2011)

Κεφάλαιο 7: Νεότερη τεχνολογία

7.1 Ιδιότητες εξελιγμένων φακών επαφής

Ορισμένες από τις βασικές ιδιότητες φακών νεότερης τεχνολογίας είναι οι εξής:

- Τεχνολογία που μετατρέπει τα μόρια σιλικόνης από υδρόφοβα σε υδρόφιλα οπότε προσελκύονται τα μόρια του νερού στο φακό και ο χρήστης έχει άνετη όραση πολλές ώρες κατά τα διάρκεια της ημέρας □ Συνδυασμός χαμηλού δείκτη ελαστικότητας με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό (π.χ. λόγω ενυδατικού παράγοντα PVP υδρόφιλης πολυβινυλοπυρολιδόνης), και υψηλή διαπερατότητα σε οξυγόνο για τη διατήρηση της υγείας των ματιών
- Λιγότερη τριβή μεταξύ φακού και βλεφάρου λόγω υψηλών επιπέδων λίπανσης, οπότε υπάρχει άνεση στο χρήστη
- Βελτίωση εφαρμογής και οπτικής απόδοσης λόγω νέας ακτίνας καμπυλότητας (8.6mm), διαμέτρου (14.2mm) και ασφαιρικής πρόσθιας και οπίσθιας επιφάνειας. Τα νέα άκρα του φακού ελαχιστοποιούν την τριβή μεταξύ ματιού και βλεφάρου □ Χαμηλός δείκτης ελαστικότητας άρα μεγαλύτερη ευελιξία του φακού και διευκόλυνση στην εφαρμογή του
- Ενσωματωμένη προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV) που φιλτράρει τις βλαβερές ακτίνες UVA και UVB για να μη μεταδίδεται η επιβλαβής ακτινοβολία στα μάτια.

(Κατάλογοι Bausch&Lomb και Amvis)

7.2 Η σημασία των αντιμικροβιακών επιφανειών

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί αντιμικροβιακοί παράγοντες στον τομέα της Ιατρικής, έτσι ώστε να αποφεύγονται φλεγμονές και λοιμώξεις. Σχετικά με την εξέλιξη των φακών επαφής, έχουν μελετηθεί αντιμικροβιακές επιφάνειες και υλικά για την αποφυγή λοιμώξεων λόγω της παρουσίας μικροβίων σε φακούς επαφής και θήκες αποθήκευσης. Οι αντιμικροβιακές τεχνολογίες συμβάλλουν στον περιορισμό των μολύνσεων. Είτε εφαρμόζονται στην επιφάνεια του φακού, είτε γίνεται έγχυση στο πολυμερές του. Με αυτό τον τρόπο περιορίζονται οι περιπτώσεις μολύνσεων. Ο ιδανικός φακός θα είχε τα εξής χαρακτηριστικά:

- δεν θα επιβάρυνε τον κερατοειδή και τους ιστούς
- θα είχε αντιμικροβιακή δράση
- δεν θα επηρέαζε σε μεγάλο βαθμό τη φυσιολογική οφθαλμική χλωρίδα

Καθώς οι επιφάνειες των φακών επαφής καθίστανται αντιμικροβιακές, περιορίζεται ή εξαλείφεται η συσσώρευση μικροοργανισμών σε φακούς και θήκες αποθήκευσης. Ως αποτέλεσμα, οι χρήστες θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν φακούς εκτεταμένα καθώς θα είχαν περεταίρω ασφάλεια και άνεση.

(Noushad, B. 2011)

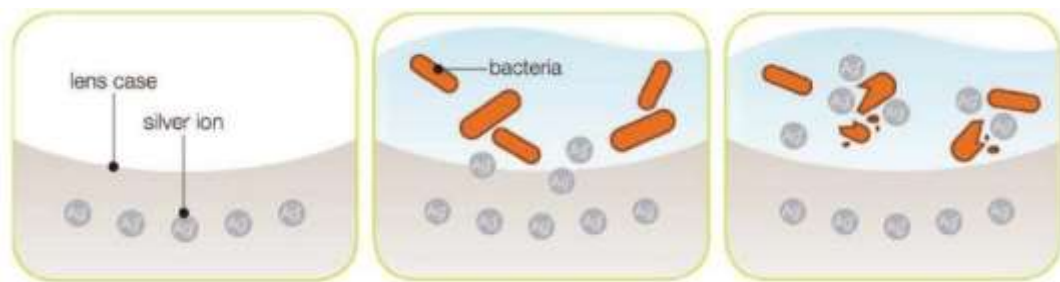
7.3 Αντιμικροβιακή τεχνολογία στους φακούς επαφής

Άργυρος

Πρόκειται για αντιμικροβιακό παράγοντα και συνήθως χρησιμοποιείται για θεραπευτικούς σκοπούς, όπως θεραπεία λοιμώξεων και πρόληψη οφθαλμικών λοιμώξεων σε νεογνά. Δρα έναντι των βακτηρίων λόγω του μηχανισμού δράσης του, δηλαδή τη μεσολάβηση στη διάσπαση της κυτταρικής μεμβράνης, της μεταβολή της κυτταρικής αναπνοής, την παρέμβαση στο DNA και RNA προκειμένου να ανασταλεί η αναπαραγωγή και να αδρανοποιηθεί ο σχηματισμός καταλυτικών ενζύμων. Όταν το υγρό καθαρισμού των φακών έρθει σε επαφή με τα ιόντα αργύρου, τα βακτήρια δεν επιβιώνουν. Έτσι πρόκειται για μία αντιβακτηριακή επιφάνεια.

Παρατηρήθηκε μείωση εμφάνισης της ψευδομονάδας και 40% μείωση των μολύνσεων από μικρόβια στη θήκη αποθήκευσης. Οι φακοί επαφής επικαλυπτόμενοι με νανοσωματίδια αργύρου μειώνουν τις περιπτώσεις πολλαπλασιασμού της ψευδομονάδας, αλλά υπάρχουν πιθανότητες εμφάνισης σταφυλόκοκκου. Σε φακό επαφής υδρογέλης, etafilcon A με επιφανειακή επικάλυψη νανοσωματιδίων αργύρου διαπιστώθηκε ότι αποφεύχθηκε ο σχηματισμός αποικιών από ψευδομονάδα, σταφυλόκοκκο (aureus), και ακανθαμοιβάδα.

(Noushad, B. 2011)



Εικόνα 35: θήκη φακών που περιέχει άργυρο και απελευθερώνονται ιόντα αργύρου οπότε προκύπτει αντιβακτηριακή επιφάνεια

Πηγή: Noushad, B., Antimicrobial surfaces and materials for contact lenses and lens cases (Επίσκεψη στις 13/5/21)

Τρεις κατηγορίες αντιμικροβιακής θήκης που έχουν κατασκευαστεί είναι οι εξής: □

Αντιμικροβιακή θήκη Micro Block που περιέχει σκόνη από γυαλί και απελευθερώνει ιόντα αργύρου μέσω ανταλλαγής ιόντων. Το υλικό από σκόνη και γυαλί εγχέεται σε όλο το πλαστικό και δε φθίρεται

- Αντιβακτηριακή θήκη i-clean
- Νάνο-θήκη

Πολυμερείς ενώσεις τεταρτοταγούς αμμωνίου Χρησιμοποιούνται σε διαλύματα φακών επαφής ως συντηρητικά και απολυμαντικά. Οι ενώσεις αυτές είναι αποτελεσματικές καθώς το αμμώνιο ενώνεται με βακτηριακά συστατικά οπότε παρεμποδίζεται η προσκόλληση των βακτηρίων σε επιφάνειες και κατ' επέκταση ο σχηματισμός των βιομεμβρανών.

Πολυμερείς ενώσεις πυριδινίου

Με τις συγκεκριμένες ενώσεις κατασκευάζονται φακοί επαφής και καθώς διαπερνούν το κυτταρικό τοίχωμα του βακτηρίου, συμβάλλουν στην αντιμικροβιακή δράση. Καλύπτουν ένα μεγάλο τμήμα από κατηγορίες διαφορετικών μικροοργανισμών.

(Noushad, B. 2011)

Σελήνιο-Πολυμερή απελευθέρωσης μονοξειδίου του αζώτου-φιμβρολίδη-φουρανόνη

Σε μελέτη του Mathews και των συνεργατών του (2006), αξιολογήθηκε η επικάλυψη σεληνίου σε φακούς επαφής balafilcon A και τα πολυμερή που απελευθερώνουν μονοξείδιο του αζώτου. (Mathews, SM., Spallholz, JE., Grimson, MJ, Dubielzig, RR, Gray, T., Reid, TW., 2006). Όταν το σελήνιο βρεθεί σε κατάσταση οξειδωσης -2, μειώνεται το οξυγόνο στο υπεροξείδιο, το οποίο είναι τοξικό για τα βακτήρια και τους ιούς. Οι συγκεκριμένοι φακοί επαφής απέτρεψαν τη δημιουργία αποικιών από την ψευδομονάδα. Επιπλέον, οι φακοί με φιμβρολίδη ελάττωσαν την προσκόλληση συγκεκριμένων βακτηριακών στελεχών. Η ψευδομονάδα, ο *Staphylococcus aureus*, *Serratia marcescens* και η ακανθαμοιβάδα εμφανίστηκαν κατά 67%-92% λιγότερο στους συγκεκριμένους φακούς έναντι των κοινών φακών. Η φουρανόνη που βρίσκεται σε επιστρώσεις στους φακούς, μπορεί να παρεμποδίσει τον πολλαπλασιασμό των βακτηρίων. (Szcotka-Flynn, L. et. al., 2012)

Αντιμικροβιακοί παράγοντες

Πρόκειται για μία κατηγορία που είτε περιορίζει την εξάπλωση των μικροοργανισμών, είτε τους σκοτώνουν οπότε δεν προκαλούνται μολύνσεις. Στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν αντιμικροβιακά στοιχεία τα οποία είναι μακροφάγα και ουδετερόφιλα και λέγονται ντεφενσίνες. Οι ντεφενσίνες είναι μικρά πεπτίδια και αποτελούνται από κυστεΐνη. Συνδέονται με τις μεμβράνες των μικροβίων και μειώνουν την αντοχή τους. Με αυτό τον τρόπο «αποδυναμώνονται» βακτήρια, ιοί και μύκητες. Επιπρόσθετα, η λακτοφερίνη παράγεται από το ανθρώπινο σώμα και εντοπίζεται σε εκκρίσεις βλεννογόνων όπως σάλιο, δακρυϊκές, ρινικές βρογχικές, παγκρεατικές και ηπατικές εκκρίσεις.

(Noushad, B. 2011)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταληκτικά, παρατηρούνται συχνά περιστατικά οφθαλμικών λοιμώξεων είτε από παρουσία μικροοργανισμών στα μάτια είτε από κακή συμμόρφωση στις οδηγίες συντήρησης και καθαρισμού των φακών επαφής. Βακτήρια, ιοί μικρόβια και παράσιτα μπορούν να βρεθούν στα μάτια, στους φακούς, στα υγρά καθαρισμού ή στις θήκες αποθήκευσης. Πολλά διαφορετικά είδη μικροοργανισμών μπορούν να εντοπιστούν σε συγκεκριμένα υλικά των φακών.

Είναι απαραίτητη η συμμόρφωση των χρηστών με τους κανόνες που δίνονται σχετικά με την καθαριότητα των χεριών και τη συντήρηση των φακών τους. Επίσης, η συχνή επικοινωνία με τον οπτικό-οπτομέτρη, (ή σε περίπτωση επιδείνωσης της κατάστασης του οφθαλμού με τον οφθαλμίατρο) βοηθά το χρήστη να διατηρεί την υγεία των ματιών του και να βελτιώνει την καθημερινότητά του.

Είναι αξιοσημείωτη η δημιουργία αντιμικροβιακών επιφανειών και η κατασκευή φακών με ιδιότητες που βελτιώνουν την οπτική απόδοση, εξασφαλίζουν άνεση και ασφάλεια στο χρήστη.

Μελλοντικά, χρήσιμη θα ήταν η κατασκευή ακόμη πιο δραστικών υγρών καθαρισμού των φακών επαφής (ώστε να περιορίζονται οι εναποθέσεις και η προσκόλληση μικροοργανισμών) και έρευνα για κατασκευή αντιμικροβιακών επιφανειών από περισσότερα χημικά στοιχεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βιβλία: Ψύλλας, Κ. Γ., (2014) *Εισαγωγή στην Οφθαλμολογία και στη Νευρολογία*. 2^η έκδοση. Θεσσαλονίκη: UniversityStudioPress.

Bowling, B., (2018) *Kanski Κλινική Οφθαλμολογία μια συστηματική προσέγγιση*. 8^η έκδοση. Αθήνα: Παρισιάνου.

Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., (2010) *Φακοί Επαφής Επιστήμη και Βασικές Αρχές-Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές*. Τόμος Α'. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Snell, R. S., Lemp, M. A., (2006) *Κλινική Ανατομία του Οφθαλμού*. 2^η έκδοση. Λευκωσία: Π.Χ. Πασχαλίδης.

Κολιόπουλος, Ι. Ξ., (1996) *Φακοί Επαφής Σύγχρονη Θεώρηση*. Αθήνα: Παρισιάνου.

Άρθρα:

Santos Gomes, T., Magnet, A., Izquierdo, F., Vaccaro, L., Redondo, F., Bueno, S., Sánchez, M., Angulo, S., Fenoy, S., Hurtado, C., Aguila, C., Wallace, G. R., (2016) *Acanthamoeba spp. in Contact Lenses from Healthy Individuals from Madrid, Spain*. *PLoS One*. **11**(4), 1-12.

Vijay, AK., Willcox, M.D.P., (2018) *Adhesion of Stenotrophomonas maltophilia, Delftia acidovorans, and Achromobacter xylosoxidans to Contact Lenses*. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. **44**. 1-7.

Yousuf, N., Sindi, K., Hashim, S., Alsetri, H., Dombroski, C., (2020) *Atypical Presentation of Acanthamoeba Keratitis in a Contact Lens Wearer*. *Open Journal of Ophthalmology*. **10**(4), 261-267.

Borazjani, RN., Levy, B., Ahearn, DG., (2004) *Relative primary adhesion of Pseudomonas aeruginosa, Serratia marcescens and Staphylococcus aureus to HEMA-type contact lenses and an extended wear silicone hydrogel contact lens of high oxygen permeability*. *Contact Lens & Anterior Eye*. **27**(1), 3-8.

Santos, L., Rodrigues, D., Lira, M., Real Oliveira, ME., Oliveira, R., Vilar, EY., Azeredo, J., (2008) *Bacterial adhesion to worn silicone hydrogel contact lenses*. *Optometry and Vision Science*. **85**(7), 520-5.

Xia, J., Tong, J., Liu, M., Shen, Y., Guo, D., (2020) *Evaluation of coronavirus in tears and conjunctival secretions of patients with SARS-CoV-2 infection*. *Journal of Medical Virology*. **92**(6), 589-594.

Bostanci, CB., Ozates, S., (2020) *Ocular manifestations of coronavirus disease 2019*. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 1-5.

Imamura, Y., Chandra, J., Mukherjee, K. P., Lattif, A. A., Szczotka-Flynn, B. L., Pearlman, E., Lass, H. J., O'Donnell, K., Ghannoum, A. M., (2008) *Fusarium and Candida albicans*

- Biofilms on Soft Contact Lenses: Model Development, Influence of Lens Type, and Susceptibility to Lens Care Solutions. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. **52**(1), 171–182.
- Dantas, PE., Nishiwaki-Dantas, MC., Ojeda, VH., Holzchuh, N., Mimica, LJ., (2000) Microbiological study of disposable soft contact lenses after photorefractive keratectomy. *The CLAO journal*. **26**. 26–29
- Høvdning, G., (1981) The conjunctival and contact lens bacterial flora during lens wear. *Acta Ophthalmologica*. **59**(3), 387-401.
- McBride, ME., (1979) Evaluation of microbial flora of the eye during wear of soft contact lenses. *Applied and Environmental Microbiology*. **37**(2), 233-6.
- Hart, DE., Reindel, W., Proskin, HM., Mowrey-McKee, MF., (1993) Microbial contamination of hydrophilic contact lenses: quantitation and identification of microorganisms associated with contact lenses while on the eye. *Optometry and Vision Science*. **70**(3), 185-91.
- Dantam, J., Subbaraman N. L., Jones, L., (2020) Adhesion of *Pseudomonas aeruginosa*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Delftia acidovorans*, *Stenotrophomonas maltophilia* to contact lenses under the influence of an artificial tear solution. *Biofouling The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*. **36**(1), 32-43.
- Willcox, M.D., (2013) Microbial adhesion to silicone hydrogel lenses: a review. *Eye Contact Lens*. **39**(1), 61-66.
- Boost, MV., Cho, P., (2005) Microbial flora of tears of orthokeratology patients, and microbial contamination of contact lenses and contact lens accessories. *Optometry Vision Science*. **82**. 451– 458.
- Wiley, L., Bridge, DR., Wiley, LA., Odom, V., Elliott, T., Olson, JC., (2012) Bacterial Biofilm Diversity in Contact Lens-Related Disease: Emerging Role of *Achromobacter*, *Stenotrophomonas*, and *Delftia*. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. **53**. 3896–3905.
- Kilvington, S., Shovlin, J., Nikolic, M., (2013) Identification and susceptibility to multipurpose disinfectant solutions of bacteria isolated from contact lens storage cases of patients with corneal infiltrative events. *Contact Lens & Anterior Eye*. **36**. 294–298.
- Theng, JT., Kiak, LW., Lee, BG., Tan, D., Jin, CS., (2001) Microbiological profile of a shipboard environment and the flora on contact lenses of seamen. *The CLAO journal*. **27**(1), 47-52.
- Willcox, MD., Harmis, N., Cowell, W., Holden, T., (2001) Bacterial interactions with contact lenses; effects of lens material, lens wear and microbial physiology. *Biomaterials*. **22**(24), 3235-47.
- Wolffsohn, J., Bilkhu, P.S., (2012) Maintaining contact lens wear in patients with allergic conjunctivitis. *Contact Lens Update Clinical Insights Based in Current Research*.
- Donshik C. P., (2003) How to Help the Allergic Contact Lens Wearer. *Review of Ophthalmology*.

- Stapleton, F., Willcox, MD., Fleming, CM., Hickson, S., Sweeney, DF., Holden, BA., (1995) Changes to the ocular biota with time in extended- and daily-wear disposable contact lens use. *Infection and Immunity*. **63**(11):4501-5.
- Seah, IY., Anderson, AE., Kang, AE., Wang, L., Rao, P., Young, BE., Lye, DC., Agrawal, R., (2020) Assessing Viral Shedding and Infectivity of Tears in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Patients. *Ophthalmology*. **127**(7), 977-979.
- Khan, S.A., Chun-Sing, L., (2020) Recent progress and strategies to develop antimicrobial contact lenses and lens cases for different types of microbial keratitis. *Acta Biomaterialia*. **113**, 101-118.
- Kwok, Y. L. A., Gralton, J., McLaws, M. L., (2015) Face touching: a frequent habit that has implications for hand hygiene. *American Journal of Infect Control*. **43**(2), 112-114.
- Willcox, M. D. P., Harmis, N., Cowell, B.A., Williams, T., Holden, B.A., (2001) Bacterial interactions with contact lenses; effects of lens material, lens wear and microbial physiology. *Biomaterials*. **22**, 3235–3247.
- Gopinathan, U., Stapleton, F., Sharma, S., Willcox, MD., Sweeney, DF., Rao, GN., Holden, BA., (1997) Microbial contamination of hydrogel contact lenses. *Journal of Applied Microbiology*. **82**, 653– 658
- Sweeney, DF., Stapleton, F., Leitch, C., Taylor, J., Holden, BA., Willcox, MD., (2001) Microbial colonization of soft contact lenses over time. *Optometry Vision Science*. **78**, 100–105.
- Ogawa, H., Nakaji-Hirabayashi, T., Matsumura, K., Yoshikawa, C., Kitano, H., Saruwatari, Y., (2020) Novel anti-biofouling and drug releasing materials for contact lenses. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. **189**.
- Mathews, SM., Spallholz, JE., Grimson, MJ., Dubielzig, RR., Gray, T., Reid, TW., (2006) Prevention of bacterial colonization of contact lenses with covalently attached selenium and effects on the rabbit cornea. *Cornea*. **25**(7), 806-14.
- Bloise, L., (2016) Contact lens care and maintenance. *Journal Français d'Ophthalmologie*. **40**(4), 329-337.
- Devonshire, P., Munro, F.A., Abernethy, C., Clark, B.J., (1993) Microbial contamination of contact lens cases in the West of Scotland. *British Journal of Ophthalmology*. **77**, 41–45.
- Dutta, D., Cole, N., Willcox, M., (2012) Factors influencing bacterial adhesion to contact lenses. *Molecular Vision Biology and Genetics in Vision Research*. **18**, 14-21.
- Martins, E.N., Farah, M.E., Alvarenga, L.S., Yu, M.C., Hoflin-Lima, A.L., (2002) Infectious keratitis: correlation between corneal and contact lens cultures. *The CLAO journal*. **28**, 146–148.
- Dutta, D., Willcox, D. P. M., (2013) A Laboratory Assessment of Factors That Affect Bacterial Adhesion to Contact Lenses. *Open Access Journals Biology*. **2**.1268-1281.
- Giraldez, M. J., Yebra-Pimentel, E., (2012) Hydrogel Contact Lenses Surface Roughness and Bacterial Adhesion. *IntechOpen*. **5**, 95-120.

Szczotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M., (2012) Microbial Contamination of Contact Lenses, Lens Care Solutions, and Their Accessories: A Literature Review. *Eye Contact Lens*. **36**(2), 116–129.

Carnt, N., Samarawickrama, C., White, A., Stapleton, F., (2017) The diagnosis and management of contact lens-related microbial keratitis. *Clinical and Experimental Optometry*. **100**(5), 482-493.

Jones, L., Walsh, K., Willcox, M., Morgan, P., Nichols, J., (2020) The COVID-19 pandemic: Important considerations for contact lens practitioners. *Contact lens and anterior eye*. **43**(3), 196-203.

Brimer, C., (2020) 10 things your patients should know about COVID-19 and contact lenses. *Optometry Times Journal*. **12**(9),

Osita-Emina, M., Kemdinum-Idu, F., (2011) Bacteria and parasites in contact lenses of asymptomatic wearers in Nigeria. *Journal of Optometry*. **4**(2), 69-74.

Sankaridurg, P. R., Sharma, S., Willcox, M., Naduvilath, T. J., Sweeney, D. F., Holden, B. A., Rao, G. N., (2000) Bacterial Colonization of Disposable Soft Contact Lenses Is Greater during Corneal Infiltrative Events than during Asymptomatic Extended Lens Wear. *Journal of Clinical Microbiology*. **38**(12), 4420–4424.

Ιστοσελίδες:

<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2665/1/Chapter01.pdf>

<https://www.athensvision.gr/%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%81%CF%85%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AE/>

<https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/Therapeutic+areas/opthalmology/Anatomy-Physiology/Anatomy+1>

<https://www.onmed.gr/ygeia/story/311776/ta-epikinduna-vaktiria-pou-epivionoun-stous-fakous-epafis>

<http://www.eyepathology.gr/eyediseases/newsid829/93/useroption829/printArticle/popup/829>

<https://www.humanitas.net/el/diseases/%CE%BA%CE%B5%CF%81%CE%B1%CF%84%CE%AF%CF%84%CE%B9%CE%B4%CE%B1/>

<https://sikalias.gr/el/blog/-contact-lenses-when-you-are-at-risk-with-bacteria-in-the-eye>
<https://sikalias.gr/el/blog/-contact-lenses-when-you-are-at-risk-with-bacteria-in-the-eye-b587.html>

https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/hl-vs/alt_formats/pacrbhttps://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/diseases-maladies/hands-mains-eng.pdf

<https://eastwesteye.com/are-contact-lens-wearers-more-prone-to-eye-infections/>

<https://coopervision.ca/about-contacts/contact-lens-care-get-most-your-lenses>

<https://www.ofarmakopiosmou.gr/blog/ygra-fakon-poia-einai-ta-kalytera-kai-pos-na-dialexeis>

[https://valueforlife.gr/ygeia/oi-fakoi-epafis-kryvoun-vaktiria-tropoi-gia-na-meiosete-tis-pithanotites-gia-molynsi-sta-matia/](https://valueforlife.gr/ygeia/oi-fakoi-epafis-kryvoun-vaktiria-tropoi-gia-na-meiosete-tis-pithanotites-gia-molynsi-sta-matia)
<http://www.e-vardavas.gr/cornea.asp> <http://www.eyepathology.gr/demodex> <https://bit.ly/2PFG9d3>

<https://www.angelini.gr/wps/wcm/connect/gr/home/therapeutic+areas/opthalmology/pathology/pathology+2/kleiste+ta+matia+stis+molynseis#2adb8cba-8b8e-452c-9d94-ec02bb6acaca>

<https://www.webmd.com/eye-health/contact-lenses-eye-infections#2> <http://www.e-vardavas.gr/cornea.asp> <https://www.treeoptical.gr/koron-ios-fakoi-epafis>

<https://www.healthline.com/health/coronavirus-contact-lens#coronavirus-eye-symptoms>

<https://www.healthline.com/health/7-steps-of-handwashing> <https://myorasis.gr/mukitisiakes-molunseis-matiwn-fakoi-epafis/> <https://bit.ly/33bn4CX>

<https://www.eurotimes.org/covid-19-and-contact-lenses-instructions-and-advice-to-follow>
<https://www.eurotimes.org/covid-19-and-contact-lenses-instructions-and-advice-to-follow-only-during-the-pandemic-period-from-dr-lucio-buratto/>

<https://theconversation.com/does-wearing-contact-lenses-put-you-at-greater-risk-of-getting-covid-19-140242>

<https://www.aao.org/eye-health/diseases/contact-lens-related-eye-infections>

<https://youtu.be/kukUaRZFwD8?t=28>

<https://www.news-medical.net/life-sciences/Quorum-Sensing-and-Pseudomonas-aeruginosa.aspx>

<https://www.athensvision.gr/>

<https://wikihealth.gr/health/elkos-ston-keratoeidi-chitona/>

<http://lasermatia.gr/keratitida/>

<https://www.laser4myopia.gr/content/388/%CE%B9%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%AE%CF%82%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CE%B5%CF%86%CF%85%CE%BA%CE%AF%CF%84%CE%B9%CE%B4%CE%B1>

<https://www.medicalnewstoday.com/articles/321831>

<https://www.healthline.com/health/demodex-brevis> <https://en.wikipedia.org/wiki/Biofilm>

<https://www.biomerieux-industry.com/pharma-healthcare/resources/pharma-microorganisms>
<https://www.biomerieux-industry.com/pharma-healthcare/resources/pharma-microorganisms-library/2020-03-02-prevention-and-control>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82%CE%B5%CF%80%CE%B1%CF%86%CE%AE%CF%82>

<https://gre.topbrainscience.com/leonardo-da-vinci-invented-contact-lenses-1508-525605>

<https://www.flickr.com/photos/21997898@N04/14501220148>

<https://webeye.ophth.uiowa.edu/eyeforum/cases/171-pseudomonas-keratitis.htm>

<https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473309909700830/fulltext>

<https://jcp.bmj.com/content/jclinpath/30/7/595.full.pdf>

<https://docplayer.gr/82977796-Kefalaio-7-sipsi-loimoxeis-kai-antiviotika-sti-meth.html>

<https://www.alamy.com/stock-photo-spherical-bacteria-and-rod-shaped-bacteria-inside-a-biofilm-illustration-133613076.html>

https://www.researchgate.net/figure/Elizabethkingia-meningoseptica-growth-on-blood-agar-with-demonstration-of-Vancomycin_fig1_320039890

<https://www.makthes.gr/giati-to-sapoyni-leitoyrgei-toso-kala-me-ton-koronoio-266205>

<https://webeye.ophth.uiowa.edu/eyeforum/cases/171-pseudomonas-keratitis.htm>

https://www.researchgate.net/publication/292964539_Antimicrobial_surfaces_and_materials_for_contact_lenses_and_lens_cases

<https://www.reviewofcontactlenses.com/article/managing-contact-lensrelated-bacterial-infections>