



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ ΚΑΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

ΚΑΡΑΒΟΛΙΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΚΙΝΔΥΛΙΔΗ ΖΗΝΟΒΙΑ

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ
ΤΟΓΙΑ ΜΑΡΙΑ

Αίγιο, 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλαν, με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή ολοκλήρωσή της. Εν πρώτοις ευχαριστούμε την εισηγήτριά μας Δρ. Τόγια Μαρία για την εμπειριστατωμένη καθοδήγηση που μας προσέφερε καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής που μας έκαναν την τιμή να αξιολογήσουν την προσπάθειά μας. Θερμές ευχαριστίες και στους γονείς μας για την κατανόηση, την στήριξη και την αγάπη τους.

Σας ευχαριστούμε,

Βασιλική και Ζηνοβία

Σεπτέμβριος, 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής εργασίας, διεξάγεται βιβλιογραφική ανασκόπηση γύρω από τη φυσιολογία του κερατόκωνου, την εξελικτική πορεία και διαφοροδιάγνωση της νόσου όσο και γύρω από διάφορες θεραπευτικές μεθόδους καταπολέμησης ή και εξάλειψης του φαινομένου με χρήση φακών επαφής και επεμβατικών διεργασιών.

Ο κερατόκωνος είναι μία οφθαλμική πάθηση, κατά την οποία ο κερατοειδής χιτώνας αποδυναμώνεται λόγω δομικών και συνθετικών ανωμαλιών με συχνότητα εμφάνισης 1 στους 2000 στο γενικό πληθυσμό κατά προσέγγιση. Έτσι, ο κερατοειδής δεν είναι πλέον σε θέση διατήρησης της φυσιολογικής του μορφής εξαιτίας την ενδοφθάλμιας πίεσης που ασκείται στον οφθαλμό, με αποτέλεσμα να ωθείται προς τα έξω καταλήγοντας σε κωνικό σχήμα με επακόλουθη παραμορφωμένη όραση. Οι αλλαγές που εκδηλώνονται στο σχήμα του κερατοειδούς οφείλονται και σε μετοβολές των μηχανικών και οπτικών ιδιοτήτων αυτού.

Συνεπώς, η κατανόηση των ιδιοτήτων και της δομής του κερατοειδούς ενός κερατοκωνικού οφθαλμού, θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό βοήθημα στη διαλεύκανση της αιτιολογίας και παθογένειας της εν λόγω πάθησης, στην ανάπτυξη θεραπειών, όπως και στην κατανόηση περαιτέρω ασθενειών του οφθαλμού. Στην παρούσα ανασκόπηση γίνεται ανάλυση στη δομή, τη σύνθεση και των ιδιοτήτων του κερατοειδούς με κερατόκωνο με σκοπό την κατανόηση της χρήσης των φακών επαφής που αποσκοπεί στην αντιμετώπιση αυτού. Αρκετοί σχεδιασμοί φακών επαφής ενδείκνυνται για την παρούσα πάθηση, με μοναδικά χαρακτηριστικά ο καθένας προκειμένου να καλύπτουν όλες τις ανάγκες σε κάθε ξεχωριστή περίπτωση για τη βέλτιστη οπτική οξύτητα, άνεση και υγεία του κερατοειδή χιτώνα.

Πρόσφατα, έχουν παρατεθεί τρέχουσες θεραπείες για την εξάλειψη ή και διατήρηση του κερατόκωνου σε σταθερά επίπεδα. Νέες εναλλακτικές για τη θεραπεία του κερατόκωνου έχουν αναπτυχθεί όπως η διασύνδεση κολλαγόνου και ο συνδιασμός της διασύνδεσης κολλαγόνου με πρωτοποριακές τεχνικές είναι μια αποτελεσματική σύγχρονη μέθοδος, οι ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι και τέλος η κερατοπλαστική (ολικού πάχους – διαμπερής, μερικού πάχους - στρωματική).

ABSTRACT

Within this study, a literature review is being accomplished about the physiology of keratoconus, the evolution and differential diagnosis of the disease and around various therapeutic methods of combating or eradicating the phenomenon using contact lenses and interventional procedures.

Keratoconus is an eye disorder, wherein the cornea weakens due to structural and/or compositional anomalies, with an incidence of approximately 1 per 2000 in the general population. So, the weakened cornea is no more able to maintain its normal shape against the intraocular pressure in the eye and therefore bulges outward, leading to a conical shape and subsequent distorted vision. Changes in shape of the cornea often manifest as a modification in mechanical and optical essential attributes.

Thus, understanding the properties and structure of keratoconic corneas could help elucidate etiology and pathogenesis, to develop treatments, and to understand other diseases of the eye. In this review, the changes in structure, composition, and mechanical and optical properties of the cornea with keratoconus are being analyzed to aim to the comprehension of the use of contact lenses for the existing disorder. A considerable number of contact lens designs is indicated for keratoconus, and each lens design has its own unique characteristics that offers the best combination of visual acuity, comfort and corneal health.

Recently, current treatment methods are developed, in keratoconus treatment for the elimination or/and preservation of the disorder on a consistent level. New alternative treatments are developed such as corneal crosslinking and the combination of corneal crosslinking with innovative techniques constitutes an efficient contemporary method, intracorneal ring segments and also keratoplasty (penetrating, lamellar).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΟΦΘΑΛΜΟΣ	2
1.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΟΦΘΑΛΜΟΥ	2
1.2. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ.....	3
1.2.1. ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ.....	4
2. ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ	6
2.1. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ.....	6
2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ.....	6
2.3. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ.....	7
2.4. ΠΟΤΕ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΤΑΙ Ο ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ	8
2.5. ΑΙΤΙΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ	9
2.6. ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΤΙΒΑΔΩΝ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ ΜΕ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟ.....	11
2.7. ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ	14
2.8. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ	17
2.9. ΚΛΙΝΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	23
2.9.1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	25
2.9.1.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ.....	26
2.9.1.2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΟΥ Η ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΒΡΙΣΚΕΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	27
2.9.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	27
2.9.2.1. ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΙΑ.....	27
2.9.2.2. ΚΕΡΑΤΟΣΚΟΠΗΣΗ	29
2.9.2.3. ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΣΧΙΣΜΟΕΙΔΟΥΣ ΣΑΡΩΣΗΣ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ	31
2.9.2.4. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ SHEIMPFUG	35
2.9.2.5. ΟΠΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΣΥΝΟΧΗΣ (OCT).....	37
2.9.2.6. ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΑ ΣΑΡΩΣΗΣ Ή ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΗ ΒΙΟΜΙΚΡΟΣΚΟΠΗΣΗ(VERY HIGH FREQUENCY VHF ULTRASOUND SCANNING).....	37
3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ – ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ	38
3.1. ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....	38
3.1.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟΥ ΦΑΚΟΥ.....	39

3.1.2.	ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΦΑΚΟΥ.....	41
3.1.3.	ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ ΣΕ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟ	43
3.1.3.1.	ΜΑΛΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ.....	43
3.1.3.2.	ΣΚΛΗΡΟΙ ΦΑΚΟΙ.....	50
3.1.3.3.	ΗΜΙΣΚΛΗΡΟΙ ΦΑΚΟΙ.....	54
3.1.3.4.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ RIGGY BACK.....	61
3.1.3.5.	ΣΚΛΗΡΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ.....	62
3.1.3.6.	ΥΒΡΙΔΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ.....	71
3.1.4.	ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΒΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ	79
3.1.5.	ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΙΚΟΥ ΑΣΘΕΣΗ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ	80
3.2.	ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....	80
3.2.1.	ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΚΟΛΛΑΓΟΝΟΥ CROSS LINKING (CXL)	81
3.2.2.	ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΠΙΑΡΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΚΟΛΛΑΓΟΝΟΥ	87
3.2.3.	ΕΝΘΕΣΗ ΕΝΔΟΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ	88
3.2.4.	ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ.....	93
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	101
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	102

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα της εργασίας είναι ο κερατόκωνος και οι φακοί επαφής. Στόχος είναι η λεπτομερής αναφορά των φακών επαφής, που είναι κατάλληλοι για τέτοιου είδους εκτασίες όπως ο κερατόκωνος, αλλά και τεχνικές θεραπείας με σκοπό τη σταθεροποίηση του κερατόκωνου και μείωση των πιθανοτήτων για μεταμόσχευση.

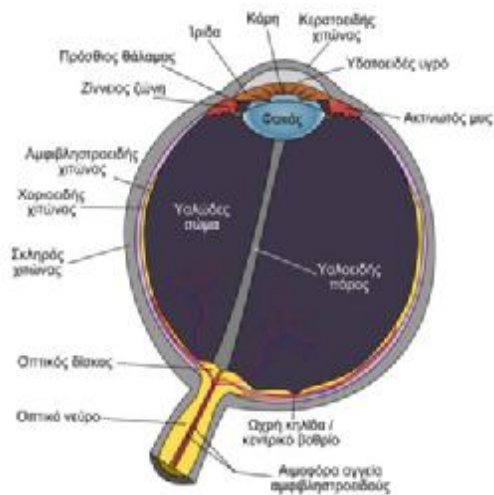
Αρχικά, γίνεται αναφορά στην λειτουργία του ανθρώπινου οφθαλμού και στον κερατοειδή ανατομικά, λειτουργικά και ιστολογικά. Στη συνέχεια, εισάγεται ο όρος κερατόκωνος και όλες οι απαραίτητες πληροφορίες γι' αυτόν. Πιο συγκεκριμένα, παρατίθεται η κλινική ταξινόμησή του, πότε και γιατί παρουσιάζεται, η συμπτωματολογία και οι εξετάσεις που βοηθούν στη διάγνωσή του.

Στο τέλος, γίνεται λόγος για την αντιμετώπιση και τη θεραπεία του κερατόκωνου που διακρίνεται στις συντηρητικές τεχνικές, δηλαδή ειδικές εφαρμογές φακών επαφής σε ασθενείς με κερατόκωνο και οι χειρουργικές τεχνικές, όπως θα αναλυθούν, που απαρτίζονται από τη διασύνδεση κολλαγόνου και νέες πρωτοποριακές τεχνικές, τους ενδοκερατοειδικούς δακτυλίους, τη κερατοπλαστική,

Η επιλογή του θέματος έγινε επειδή ο κερατόκωνος είναι μια πάθηση άγνωστη στην πλειοψηφία του κόσμου, οπότε καλό θα ήταν η γνωστοποίησή της και η παρουσίαση των δυνατοτήτων θεραπείας της για διατήρησή της σε σταθερά επίπεδα και την επίτευξη καλύτερης οπτικής ικανότητας.

1. Οφθαλμός

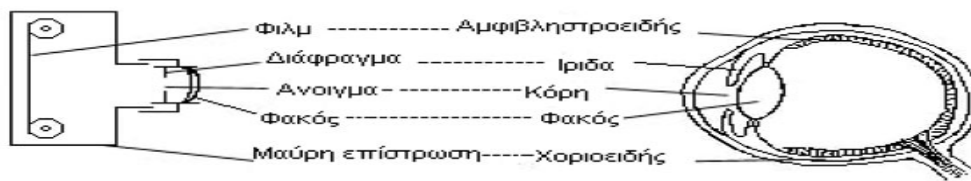
1.1. Λειτουργία οφθαλμού



Εικόνα 1^η: Μέρη του οφθαλμού

Παραπομπή: <http://www.igeorgiadou.gr/dimosiefseis/anatomia-keratoeidous/>

Ο οφθαλμός αποτελεί το πρώτο όργανο που συμμετέχει στη διαδικασία της όρασης. Σκοπός του είναι να σχηματιστεί το είδωλο του αντικειμένου που βλέπει στον αμφιβληστροειδή και στη συνέχεια να το μετατρέψει σε νευρική διέγερση, για να καταλήξει μέσω του οπτικού νεύρου, στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου. Η όραση, μοιάζει με μια φωτογραφική μηχανή, καθώς το φως εισέρχεται στο φακό και σχηματίζεται μια εικόνα στον αισθητήρα. Στην πορεία η εικόνα ψηφιοποιείται, γίνεται ηλεκτρικό ρεύμα και οδηγείται μέσω ενός καλωδίου στον επεξεργαστή. Τα δύο κύρια διαθλαστικά μέσα που είναι υπεύθυνα για την είσοδο και την πορεία του φωτός είναι ο κερατοειδής χιτώνας και ο κρυσταλλοειδής φακός.



Εικόνα 2^η: Συσχέτιση φωτογραφικής μηχανής με τον οφθαλμό

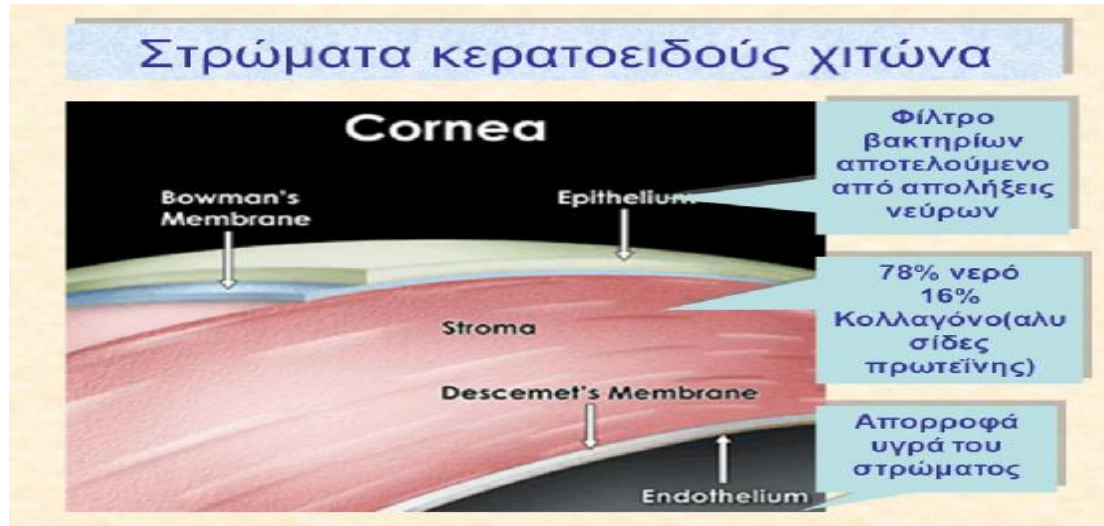
Παραπομπή: <http://www.drneos.gr/el/content/45-sight-mechanism>

1.2. Ανατομία κερατοειδή:

Ο κερατοειδής αποτελεί το 1/6 της πρόσθιας επιφάνειας του βολβού. Έχει σχήμα σχεδόν κυκλικό (αν και χαρακτηρίζεται από ασφαιρικότητα, δηλαδή διαθέτει παραπάνω από μια ακτίνες καμπυλότητας και μειώνει τυχόν εκτροπές), έχει κάθετη διάμετρο 10,6mm και οριζόντια 11,7mm. Η ακριβής μέτρηση των διαμέτρων είναι δύσκολο να επιτευχθεί, διότι ο κερατοειδής καλύπτεται περιφερικά από το σκληροκερατοειδές όριο και το επιπεφυκότα. Το πάχος του κερατοειδή κεντρικά είναι 0,5-0,6 mm (ή αλλιώς 500-600μm), ενώ περιφερικά είναι 0,74-0,95mm(740-950μm). Η ακτίνα καμπυλότητας της πρόσθιας επιφάνειας είναι 7,8mm και της οπίσθιας 6,2-6,8mm. Οι διαστάσεις του κερατοειδή πλησιάζουν τις φυσιολογικές τιμές αυτών του ενήλικα, σχεδόν από τον 6^ο μήνα ζωής, η ανάπτυξη όμως ολοκληρώνεται κατά το 6^ο έτος ζωής. Η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδή αποτελεί την κύρια διαθλαστική επιφάνεια του οφθαλμού λόγω, της μεγάλης κυρτότητας (εστίαση ακτίνων) της κεντρικής περιοχής και στο ότι χωρίζει δύο μέσα με μεγάλη διαφορά στο δείκτη διάθλασης αέρα(n=1) από ίδια ουσία του κερατοειδή, το υδατοειδές υγρό με (n=1,33). Γι' αυτό είναι υπεύθυνος και για τα 2/3 της διαθλαστικής ισχύος του οφθαλμού. Η ολική ισχύς του κερατοειδούς είναι 42-45 dpt (διοπτρίες), αποτελεί το 60% όλης της διαθλαστικής ισχύος του οφθαλμού.

1.2.1. Ιστολογική δομή κερατοειδή :

Ο κερατοειδής χιτώνας αποτελείται από πέντε τμήματα, από τον εξώτερο στον ενδότερο: επιθήλιο (corneal epithelium), μεμβράνη του Bowman, στρώμα, μεμβράνη Descemet και το ενδοθήλιο (corneal endothelium).



Εικόνα 3^η: Στιβάδες κερατοειδούς χιτώννα

Παραπομπή: <http://www.opthalmica.gr/el/pathiseis/item/44-keratoeidous.html>

Το επιθήλιο, έχει μεγάλη σημασία για την προστασία του κερατοειδή από λοιμώξεις, ιδιαίτερα κατά τη χρήση φακών επαφής και μετά από περιπτώσεις φωτοδιαθλαστικής χειρουργικής (για διόρθωση διαθλαστικών ανωμαλιών, όπως είναι η μυωπία, η υπερμετρωπία, ο αστιγματισμός, για αντιρρόπηση πρεσβυωπίας και στη διόρθωση πολύπλοκων διαθλαστικών προβλημάτων, που δημιουργούν ορισμένες παθολογικές καταστάσεις του κερατοειδή. Υπάρχει η φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK), η οποία γίνεται στην επιφάνεια του κερατοειδή και με την κερατοσμίλευση (LASIK), με ανασήκωση μικρού τμήματος κερατοειδή για να γίνει η αφαίρεση με laser στο στρώμα του κερατοειδή.), η πιθανότητα καταστροφής του επιθηλίου είναι μεγάλη, οπότε απαιτείται η χρήση κολλυρίων για τη γρήγορη αναγέννησή του και τη πρόληψη λοιμώξεων, συμπληρωματικά δίνονται θεραπευτικοί φακοί επαφής για την προστασία του.

Η μεμβράνη του Bowman, αποτελείται από τυχαίας διάταξης ίνες κολλαγόνου και δεν διαθέτει κύτταρα.

Το στρώμα, αποτελεί το 90% του πάχους του κερατοειδή, έχει 200 επιστρώσεις ινών κολλαγόνου. Η διάταξη των ινών κολλαγόνου, προσδίδει, μηχανική σταθερότητα, ελαστικότητα και συμβάλλει στη διαφάνεια και τη διαύγεια του κερατοειδή.

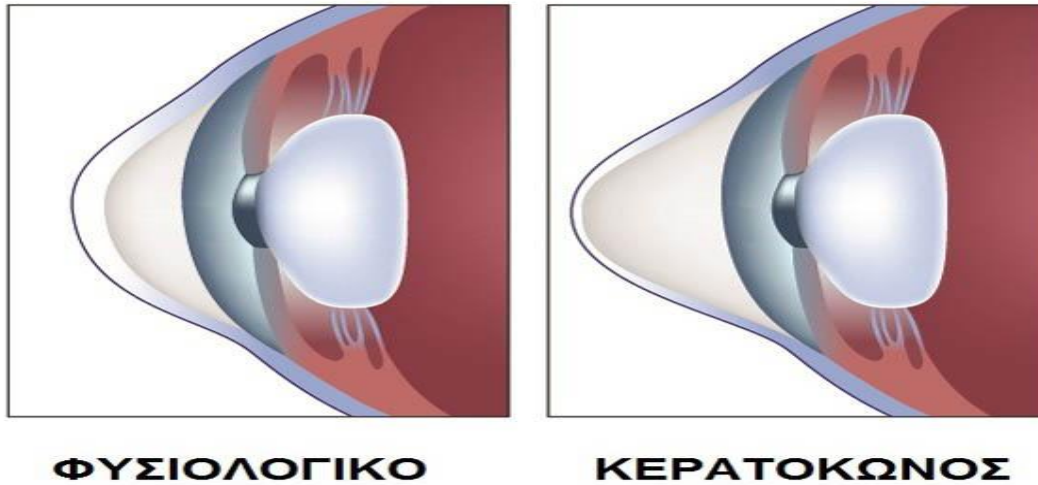
Μεμβράνη Descemet, είναι ελαστική μεμβράνη κολλαγόνου, ακριβώς πριν από το ενδοθήλιο.

Ενδοθήλιο, τα ενδοθηλιακά κύτταρα δεν ανανεώνονται και με τη πάροδο του χρόνου, ο αριθμός τους μειώνεται. Το ενδοθήλιο, ρυθμίζει την είσοδο ύδατος από το υδατοειδές υγρό στον κερατοειδή για να διατηρείται το ποσοστό του νερού στο στρώμα στο 78%, κρατώντας τη διαφάνειά του.

Ο κερατοειδής είναι ανάγγειος. Τρέφεται από τα αγγεία του σκληροκερατοειδούς ορίου στην περιφέρεια, από το υδατοειδές υγρό του προσθίου θαλάμου, που διαβρέχει την οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς και από τα δάκρυα που διαβρέχουν την πρόσθια επιφάνειά του. Η διαφάνειά του είναι αποτέλεσμα, ανατομικής κατασκευής και ενυδάτωσης για τη διατήρηση σε σταθερά επίπεδα της περιεκτικότητας του στρώματος σε νερό. Οι ανατομικές συνθήκες που εξασφαλίζουν διαφάνεια είναι, η απουσία αιμοφόρων αγγείων, η παράλληλη διάταξη κολλαγόνου, η απουσία ελύτρου μυελίνης στα νευρικά πλέγματα(= λιποειδής ουσία, που περιβάλλει το νευράξονα των νευρικών ινών.), ο περιορισμένος αριθμός κερατοκυττάρων στο στρώμα.(= ο ρόλος των κερατοκυττάρων είναι η επούλωση του κερατοειδή σε περίπτωση τραυματισμού.)

2. Κερατόκωνος

2.1. Συσχέτιση κερατοειδή με κερατόκωνο:



Εικόνα 4^η: φυσιολογικός κερατοειδής και στην δεύτερη εικόνα κερατοκωνικός.

Παραπομπή: <http://www.eye-laser-surgery.gr/pathiseis/keratokwnos.htm>

Ο κερατοειδής είναι εκείνος που εστιάζει το φως στο πίσω μέρος του ματιού. Έτσι, οποιαδήποτε ανωμαλία στο σχήμα του, προκαλεί μείωση της όρασης. Μια τέτοια πάθηση είναι ο κερατόκωνος.

2.2. Ιστορική προέλευση κερατόκωνου

Η πρώτη αναφορά στον κερατόκωνο έγινε από τον Γερμανό Burchard David Mauchart το 1748, τον ανέφερε ως «staphyloma diaphanum», δηλαδή εξόγκωμα του κερατοειδούς, και αργότερα από τον Taylor το 1766, αλλά ο όρος πρώτα περιγράφηκε και διαχωρίστηκε από άλλες παθήσεις του κερατοειδούς, από τον Νότιπχαμ το 1854. Το 1888 ένας Γάλλος οφθαλμολόγος ο Eugene Kalt, ξεκίνησε μια θεραπεία, χρησιμοποιώντας ένα ακατέργαστο γυαλί σε σχήμα κοχυλίου, με σκοπό να συμπέσει την απότομη κωνική κορυφή και να διορθώσει τη καμπυλότητά του. Αυτή ήταν η πρώτη γνωστή εφαρμογή ενός φακού επαφής για τη διόρθωση του κερατόκωνου.



Εικόνα 5^η : Burchard Mauchard

Παραπομπή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Keratoconus>

2.3. Τι είναι κερατόκωνος:

Ο κερατόκωνος, ανήκει στις δυστροφίες (= είναι κληρονομικές, αμφοτερόπλευρες, πρωτοπαθείς αλλοιώσεις του κερατοειδούς, είναι μη φλεγμονώδης ή συστηματικό νόσημα, δηλαδή προκαλείται από τον ίδιο τον οργανισμό) του κερατοειδή, πιο συγκεκριμένα στις εκτατικές (= απώλεια ουσίας περιεχομένου κερατοειδούς και δημιουργία ουλής σε αυτόν, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα λεπτό στρώμα ιστού, ο οποίος φουσκώνει προεξέχει από την επιφάνεια του κερατοειδή, χαρακτηρίζονται από μη φλεγμονώδη λέπτυνση του στρώματος). Είναι μη προοδευτικές ή βραδέως εξελισσόμενες αλλοιώσεις του κερατοειδή, που αναπτύσσονται με απουσία φλεγμονής, στις οποίες ο κερατοειδής γίνεται σταδιακά πιο λεπτός και επιμηκύνεται παθολογικά παίρνοντας μια «κωνική μορφή», η οποία διαφέρει από την φυσιολογική σφαιρική, παραμορφώνοντας το είδωλο που σχηματίζεται στο βυθό του ματιού, λόγω ανώμαλου εξελίσιμου αστιγματισμού και το αποτέλεσμα είναι θολή όραση.



Εικόνα 6^η : A) φυσιολογική όραση χωρίς κερατόκωνο, B) αρχικό στάδιο, Γ) προχωρημένο στάδιο.

Παραπομπή: πανελλήνιος σύλλογος ατόμων με κερατόκωνο, <http://keratoconos.gr/>

2.4. Πότε παρουσιάζεται:

Εκδηλώνεται συνήθως κατά την εφηβική ηλικία 14-18 ετών. Αρχικά, εμφανίζεται στον ένα οφθαλμό και μετά από αρκετό χρόνο, παρουσιάζεται και στον δεύτερο οφθαλμό. Όσο κι αν η εξέλιξη γίνεται αμφοτεροπλεύρως, ο δεύτερος οφθαλμός σπάνια παρουσιάζει ελάττωση όρασης κάτω από 1/10. Η εξέλιξη μάλιστα, δύναται να σταματήσει στο στάδιο του ανώμαλου αστιγματισμού, ενώ στον άλλο μπορεί να ουλοποιηθεί ο κώνος και να χρειασθεί κερατοπλαστική. Η συχνότητα του κερατόκωνου είναι 4-6 άτομα ανα 1000 άτομα του γενικού πληθυσμού.

2.5. Αιτίες πρόκλησης:

Οι αιτίες πρόκλησης του κερατόκωνου είναι ακόμα ασαφής, βέβαια υπάρχουν πιθανοί λόγοι που εμφάνισαν κερατόκωνο, όπως γενετικοί παράγοντες, ορμονικοί/ενδοκρινικοί, φυλετικοί, μηχανικοί και μεταβολικοί.

Γενετικοί παράγοντες: Σε λίγα περιστατικά υπάρχει ιστορικό κληρονομικότητας, σε ένα 10%, δηλαδή να ευθύνεται ένα συγκεκριμένο χρωμόσωμα, αλλά δεν ισχύει το ίδιο σε όλα τα άτομα που μπορεί να παρουσιάζουν αυτή την ανωμαλία. Είναι άγνωστοι λοιπόν οι λόγοι εμφάνισης κληρονομικής προδιάθεσης για κερατόκωνο.

Ορμονικοί-ενδοκρινικοί: οφείλεται κυρίως στο ότι ο κερατόκωνος παρουσιάζεται στην εφηβική ηλικία και τότε υπάρχουν ορμονικές διαταραχές.

Φυλετικοί: ο κερατόκωνος προσβάλλει νεαρά άτομα, κυρίως άνδρες (λιγότερο συχνά γυναίκες), κυρίως προς το τέλος της εφηβείας. Στατιστικά όμως δεν έχει παρατηρηθεί σαφής φυλετική προδιάθεση και η συχνότητα της νόσου είναι περίπου ίδια μεταξύ ανδρών και γυναικών. Η εμφάνισή της γίνεται σε άτομα ηλικίας 6-30 ετών και εκεί σταθεροποιείται (μέσος όρος 16 ετών). Το 15-20% των ασθενών θα χρειαστεί τελικά μεταμόσχευση κερατοειδή.

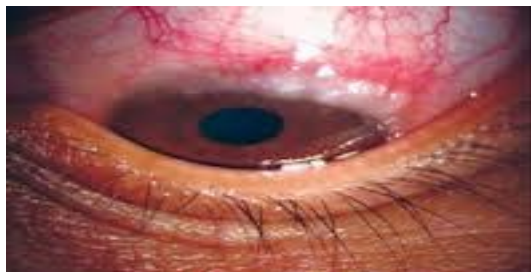
Μηχανικοί: Τρίψιμο ματιών λόγω οφθαλμικής αλλεργίας σε νεαρή ηλικία.

Μεταβολικοί: Η πλέον πιθανή αιτία, θεωρείται η μεταβολική. Αρχικά, κάποιοι μελετητές πίστευαν ότι τα κατεστραμμένα κύτταρα της βασικής στιβάδας του επιθηλίου, απελευθέρωναν ένζυμα, τα οποία προκαλούσαν τις μεταβολικές διαταραχές. (το επιθήλιο του κερατοειδή όπως και κάθε ιστός αποτελείται από κύτταρα και την εξωκυττάρια θεμέλια ουσία, η οποία είναι δομικό πλέγμα, που συγκρατεί τα κύτταρα του επιθηλίου του κερατοειδή και βοηθάει στην επικοινωνία των κυττάρων. Αποτελείται από τις πρωτεΐνες που περικλύουν το: κολλαγόνο και την ελαστίνη και τις γλυκοζαμινογλυκάνες, οι οποίες είναι η θειϊκή ηπαράνη, το υαλουρονικό οξύ, η θειϊκή κερατάνη. Αν υπάρξει έγκαυμα, τραύμα, λοίμωξη, δυστροφία (κερατόκωνος), τα δομικά στοιχεία της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας, διασπώνται από διάφορα ένζυμα. Σε φυσιολογικές συνθήκες η εξωκυττάρια θεμέλια ουσία, επανασχηματίζεται και ο ιστός αποκαθίσταται. Σε χρόνιες καταστάσεις, η επούλωση είναι αδύνατη, λόγω της συνεχούς διάσπασης των πρωτεϊνών από τα ένζυμα.) Άλλοι πίστευαν ότι η βασική ανωμαλία οφείλεται στην ύπαρξη ανώμαλων κερατοειδοκυττάρων. Πρόσφατα, μελετητές κατέληξαν στο ότι η ανεπάρκεια του ενζύμου γλυκοζό-6-φωσφορική-αφυδρογονάση στο επιθήλιο του κερατοειδή, παρατηρείται σε κερατοκωνικούς οφθαλμούς. Η μειωμένη ποσότητα αυτού του ενζύμου, παραβλέπει τη δημιουργία των ινών κολλαγόνου του στρώματος του κερατοειδή, με αποτέλεσμα οι ίνες κολλαγόνου να είναι λιγότερο ανθεκτικές στη δράση ενζύμων όπως η κολλαγονάση (= εξωκυττάριο ένζυμο, βρίσκεται στο στρώμα

του κερατοειδούς, και διασπά το κολλαγόνο). Παρόλα αυτά, ακριβής λόγος για την δημιουργία κερατόκωνου δεν έχει εξακριβωθεί ακόμα.

Πέρα από τα αίτια εμφάνισης ο κερατόκωνος έχει συσχετισθεί και με διάφορα συστηματικά νοσήματα όπως: ατοπία (=κληρονομική προδιάθεση για διάφορες μορφές αλλεργίας, αλλεργική ρινίτιδα, επιπεφυκίτιδα, άσθμα, έκζεμα, δηλαδή, κόκκινο με κνησμό εξάνθημα), η υπερευαισθησία που προκαλεί η ατοπία προκαλεί κνησμό και στα βλέφαρα. Το έντονο τρίψιμο των ματιών, δημιουργεί κοκκίνισμα, πρήξιμο και τελικά μικρές πληγές. Χωρίς αυτό να αποτελεί αίτιο κερατόκωνου, αλλά μπορεί να βοηθήσει στην εξέλιξη της νόσου. Γι' αυτό οι ασθενείς με κερατόκωνο, πρέπει να αποφεύγουν να τρίβουν τα μάτια τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με κρύες κομπρέσες ή με κρύα συνθετικά δάκρυα, όταν παρουσιαστεί κνησμός. Το σύνδρομο άπνοιας στον ύπνο, το σύνδρομο Down (χρωμοσωμική ανωμαλία, εκ γενετής βλάβη στο χρωμόσωμα 21, δεν διαχωρίζεται, αν αυτό το γεννητικό κύτταρο γονιμοποιηθεί, προκύπτει έμβρυο με 3 χρωμοσώματα 21).

Τα συστηματικά νοσήματα, είναι νοσήματα που προκαλούνται από τον οργανισμό, που παράγει μια ακατάλληλη ανοσιακή απάντηση, εναντίον των ίδιων δικών του ιστών. Το ανοσιακό σύστημα, θα σταματήσει να αναγνωρίζει ένα ή περισσότερα από τα φυσιολογικά συστατικά του οργανισμού, και θα δημιουργήσει αυτοαντισώματα, για να επιτεθεί στα δικά του κύτταρα, ιστούς ή όργανα. Αυτό προκαλεί αυτοάνοσες διαταραχές.



Εικόνα 7^η: ατοπική αλλεργική επιπεφυκίτιδα

Παραπομπή:<http://drarvanitis.gr/index.php/pathiseis-menu/allergiki-epipefikitida-menu>



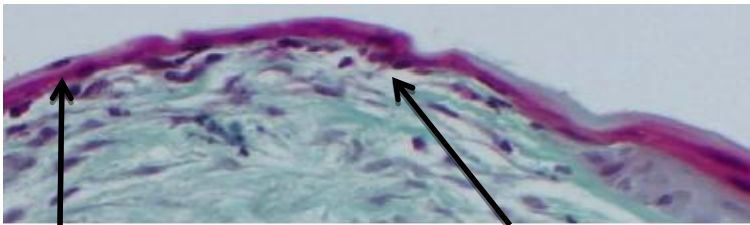
Εικόνα 8^η: σύνδρομο Down

Παραπομπή: <http://www.biolaser.gr/index.php?instance=article&id=104>

2.6. Η απεικόνιση των στιβάδων του κερατοειδή με κερατόκωνο

Η εξελικτική πορεία του κερατόκωνου συνδέεται άμεσα και με τη μειωμένη αντοχή που εμφανίζει ο κερατοειδής χιτώνας σε λειτουργικό και δομικό πλαίσιο. Πιο αναλυτικά:

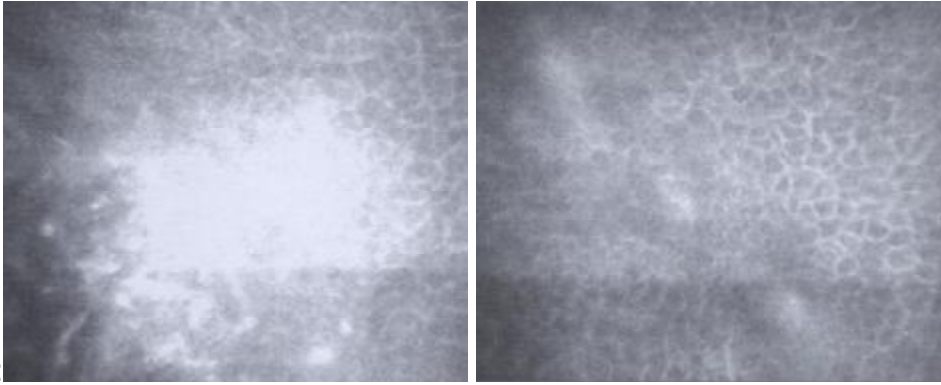
- Επιθήλιο: Η επιφάνειά του είναι ιδιαίτερα λεπτή στην περιοχή όπου εντοπίζεται ο κώνος και παρουσιάζει ανωμαλίες στην έκτασή της.



Εικόνα 9^η: Επιμήκη κύτταρα | Αποδιοργανωμένα κύτταρα

Παραπομπή: Πλάκα – Κουμαδωράκη Α., ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΟΡΑΣΗΣ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΦΩΤΟΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗΣ ΚΕΡΑΤΕΚΤΟΜΗΣ ΜΕ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΠΛΑΓΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΟΥ ΚΟΛΛΑΓΟΝΟΥ, ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΟΠΤΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΑΣΗ», Ηράκλειο (2011).

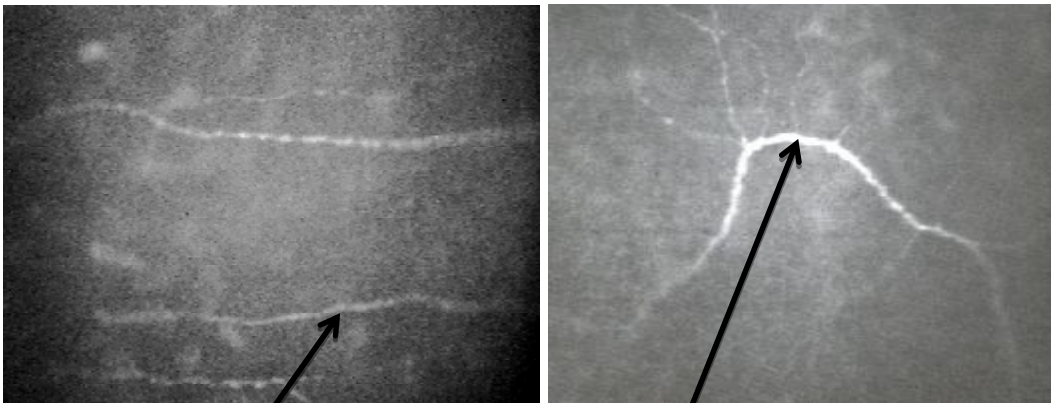
- Βασική μεμβράνη κερατοειδούς: Ύπαρξη πληθώρας ρωγμών και μεταβολές στην ομοιομορφία της επιφάνειας.



Εικόνα 10^η: ανακλαστικές μάζες (1), παραμορφωμένα κύτταρα (2)

Παραπομπή: : Γκίκα Μ, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ, Διδακτορική Διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (2012).

- Μembrάνη Bowman: Εντοπίζονται ανωμαλίες στη δομή της, ενώ συνάμα παρατηρούνται βλάβες στην περιοχή του κώνου που σχετίζονται με ουλοποίηση και διάσπαση της μεμβράνης.



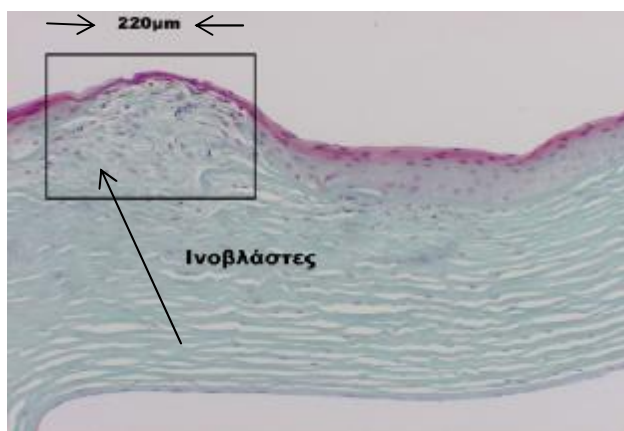
Εικόνες 11^η-12^η:

Νευρικές ίνες οριζόντιας κατεύθυνσης|Παθολογικές διακλαδώσεις

Παραπομπή: : Γκίκα Μ, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ, Διδακτορική Διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (2012).

- Ινώδης ιστός: Καλύπτει τυχόν υπάρχοντα κενά σημεία έως και κάτω από την έκταση του επιθηλίου.

- Στρώμα: Οι ανωμαλίες παρουσιάζουν ποικιλομορφία σύμφωνα με τη φύση της εκτασίας, ενώ συνδέεται άμεσα με τις μεταβολές που επιδέχεται το επιθήλιο. Το πάχος του στρώματος είναι ιδιαίτερα ελαττωμένο, καθώς μειώνεται ο αριθμός των ινών του κολλαγόνου (δίχως να αλλάζει το πάχος και η σύστασή τους). Κατά συνέπεια, οι αποστάσεις σύνδεσης μεταξύ των ινιδίων κολλαγόνου μεγαλώνουν, χάνουν τη σταθερότητά τους και έτσι ο κερατοειδής γίνεται περισσότερο ελαστικός και <<μαλακός>>.



Εικόνα13ⁿ: Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, Στρώμα: πυκνή συγκέντρωση ινοβλαστών. Στις περιοχές της λέπτυνσης & της ουλής.

Παραπομπή: Πλάκα – Κουμαδωράκη Α., ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΟΡΑΣΗΣ ΣΕΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΦΩΤΟΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗΣ ΚΕΡΑΤΕΚΤΟΜΗΣ ΜΕ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΠΛΑΓΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΟΥ ΚΟΛΛΑΓΟΝΟΥ, ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΟΠΤΙΚΗ ΚΑΙ ΟΡΑΣΗ», Ηράκλειο (2011).

- Κερατοκύτταρα: Μορφολογικά παρουσιάζουν μεταβλητότητα και η πυκνότητά τους ελαττώνεται. Ημιαπώλεια των κερατοκυττάρων συνεπάγεται κυτταρικό θάνατο, με αποτέλεσμα τη μείωση μάζας του στρώματος του κερατοειδούς και έτσι την εξέλιξη του κερατόκωνου.
- Descement μεμβράνη: Εντοπίζεται στην επιφάνεια και τη σύσταση της μεμβράνης, παρουσιάζεται επιμήκυνση των κυττάρων και πλεομορφισμός (= πολυμορφισμός, ποικιλομορφία του σχήματος κυττάρων ή την απόκλισή τους από το φυσιολογικό εξαγωνικό σχήμα).

2.7. Διάκριση κερατόκωνου

Ο κερατόκωνος διακρίνεται, με βάση την κλινική, την μορφολογία, την γωνία Amsler και με βάση των κεντρικών κερατομετρικών ενδείξεων. Πιο αναλυτικά:

Κλινική ταξινόμηση:

1^ο στάδιο: Υποκλινικός ή ύποπτος κερατόκωνος

- ü Απουσία κλινικών ευρημάτων κατά τη βιομικροσκόπηση (Σχισμοειδής Λυχνία, κερατόμετρο, τρικατοπτρικός ύαλος Goldman), σκιασκοπία (απλή και χρήσιμη μέθοδος για τον διαθλαστικό έλεγχο σε βρέφη, μικρά παιδιά μη συνεργαζόμενους ασθενείς. Εφαρμόζεται βέβαια και σε συνεργαζόμενους ασθενείς, εδώ ο ρόλος της σκιασκοπίας θα δώσει την σωστή βάση για να γίνει υποκειμενική διάθλαση με στόχο τον καθορισμό του σωστότερου διορθωτικού φακού.), άμεση οφθαλμοσκόπηση (έλεγχος στο εσωτερικό του ματιού για τυχόν παθήσεις του ματιού), κερατομετρία και φωτοκερατοσκόπηση ή placid disc (υπολογίζεται η καμπυλότητα του κερατοειδή σε μεγαλύτερη έκταση, ελέγχεται ο αστιγματισμός).
- ü Διάγνωση του κώνου μόνο βάσει τοπογραφικών ευρημάτων.
- ü Οπτική οξύτητα 10/10 χωρίς διόρθωση ή με γυαλιά.

2^ο στάδιο: Πρώιμος κερατόκωνος

- ü Θετικό οικογενειακό ιστορικό για κερατόκωνο.
- ü Απουσία κλινικών ευρημάτων στη σχισμοειδή λυχνία.
- ü Ήπια κύρτωση και λέπτυνση του κερατοειδούς.
- ü Ψαλιδοειδείς κινήσεις των ειδώλων κατά τη σκιασκοπία.
- ü Σημείο Charleaux κατά την άμεση οφθαλμοσκόπηση. (=σε διεσταλμένη κόρη είναι εμφανής η αντανάκλαση «σταγόνας λαδιού», γνωστή ως σημείο του Charleux.)
- ü Οπτική οξύτητα 10/10 με γυαλιά

3^ο στάδιο: Ήπιος κερατόκωνος

- ü Πτυχές Vogt(=Οι γραμμές του Vogt (Vogt's striae) είναι λεπτές, κατακόρυφες στρωματικές γραμμές, συνήθως εντοπίζονται στο μεσημβρινό με τη μεγαλύτερη καμπυλότητα και προέρχονται από τη συμπίεση της δεσκεμετείου. Οι γραμμές αυτές εξαφανίζονται αν η ενδοφθάλμια πίεση αυξηθεί εξαιτίας της άσκησης εξωτερικής πίεσης στον οφθαλμό ή με τη χρήση ενός ημισκληρού φακού επαφής. Ακόμη τα κερατοειδικά νεύρα, εξαιτίας της λέπτυνσης του κερατοειδούς, είναι περισσότερο ορατά από το φυσιολογικό και μπορεί να σχηματίζουν ένα δίκτυο γκρι γραμμών με λεπτές λευκές τελείες.) και δακτύλιος Fleischer κατά την εξέταση στη σχισμοειδή λυχνία.

- ü Χωρίς ουλοποίηση κερατοειδούς ή θολερότητες.
- ü Παραμόρφωση ειδώλων στο κερατόμετρο Javal, τα οποία δεν ευθυγραμμίζονται, αλλά σχηματίζουν γωνία διαφόρου βαθμού (γωνία Amsler).
- ü Παραμόρφωση των δακτυλίων κατά τη φωτοκερατοσκόπηση με το δίσκο Placido. Σημαντική κύρτωση και λέπτυνση του κερατοειδούς.
- ü Ανώμαλος αστιγματισμός 2.00-8.00 D.
- ü Οπτική οξύτητα 10/10 μόνο με φακούς επαφής.

4^ο στάδιο: Όψιμος κερατόκωνος

- ü Σημείο Munson θετικό(=είναι η πρόπτωση του κάτω βλεφάρου που είναι εμφανής όταν ζητηθεί από τον ασθενή να κοιτάξει προς τα κάτω και οφείλεται στο κωνικό σχήμα του κερατοειδούς) , σημείο Rizutti θετικό (=είναι η φωτεινή αντανάκλαση της ρινικής πλευράς του σκληροκερατοειδικού ορίου όταν το φως κατευθύνεται στην κροταφική πλευρά και εντοπίζεται σε προχωρημένα στάδια κερατοκώνου) , κώνος ευδιάκριτος σε θέση profile κατά την εξέταση στη σχισμοειδή λυχνία.
- ü Επιθηλιακή ή υποεπιθηλιακή ουλοποίηση του κερατοειδούς.
- ü Σημαντική λέπτυνση του κερατοειδούς και κύρτωση > 55.00 D.
- ü Οπτική οξύτητα μικρότερη από 7/10 με φακούς επαφής.

5^ο στάδιο: Πολύ προχωρημένος κερατόκωνος-ύδρωπας

- ü Πολύ σοβαρή κύρτωση του κερατοειδούς > 62.00 D και στους δύο μεσημβρινούς.

Ρήξεις της μεμβράνης του Descemet στο στάδιο αυτό μπορεί να οδηγήσουν σε συγκέντρωση υδατοειδούς υγρού από τον πρόσθιο θάλαμο του οφθαλμού, είτε υπό μορφή οιδήματος, είτε υπό μορφή κύστεων στο στρώμα. Αν το οίδημα αυτό προχωρήσει προς το επιθήλιο και οι κύστεις σπάσουν, έχουμε διαρροή υδατοειδούς στην επιφάνεια του κερατοειδούς και μειωμένη ενδοφθάλμια πίεση.

Μορφολογική ταξινόμηση:

Στηρίζεται στο μέγεθος τη μορφή και τη θέση του κώνου στην επιφάνεια του κερατοειδούς. Υπάρχουν τρεις τύποι κερατόκωνου μορφολογικά:

1^{ος} τύπος: ρωγοειδής (nipple)

- Κώνος μικρής διαμέτρου (<5 mm) και στρογγυλού σχήματος.
- Κεντρικός ή παράκεντρος με τη συνηθέστερη εντόπισή του στο κάτω ρινικό τεταρτημόριο του κερατοειδούς.
- Είναι ο ευκολότερος στην εφαρμογή φακών επαφής

2^{ος} τύπος: ωοειδής (oval)

- Κώνος διαμέτρου 5mm – 6mm και ωοειδούς σχήματος.
- Συνήθως εντοπισμένος στο κάτω κροταφικό τεταρτημόριο ή στο κάτω ήμισυ του κερατοειδούς.
- Είναι ο συχνότερος τύπος κώνου που συναντάται στην τοπογραφία.
- Είναι δυσκολότερος από τον προηγούμενο στην εφαρμογή φακών επαφής.

3^{ος} τύπος: σφαιροειδής (globus)

- Κώνος μεγάλης διαμέτρου (>6mm) και σφαιρικού σχήματος.
- Καταλαμβάνει το 75% της επιφάνειας του κερατοειδούς.
- Δυσκολότατος στην εφαρμογή φακών επαφής.

Ταξινόμηση με βάση τη γωνία Amsler, η οποία σχηματίζεται μεταξύ των κερατοειδικών ειδώλων στο κερατόμετρο Javal.

- 1^{ου} βαθμού κερατόκωνος: γωνία Amsler 1° – 3°
- 2^{ου} βαθμού κερατόκωνος: γωνία Amsler 3° – 9°
- 3^{ου} βαθμού κερατόκωνος: γωνία Amsler > 10°
- 4^{ου} βαθμού κερατόκωνος: απροσδιόριστη γωνία Amsler λόγω σοβαρής παραμόρφωσης των κερατοειδικών ειδώλων στο κερατόμετρο Javal.

Ταξινόμηση βάση των κεντρικών κερατομετρικών ενδείξεων

- Ελαφρύς κερατόκωνος: < 45.00 D και στους δύο μεσημβρινούς.
- Ήπιος κερατόκωνος: 45.00 D – 52.00 D και στους δύο μεσημβρινούς.
- Σοβαρός κερατόκωνος: 52.00 D – 62.00 D και στους δύο μεσημβρινούς.
- Προχωρημένος κερατόκωνος: > 62.00 D και στους δύο μεσημβρινούς.

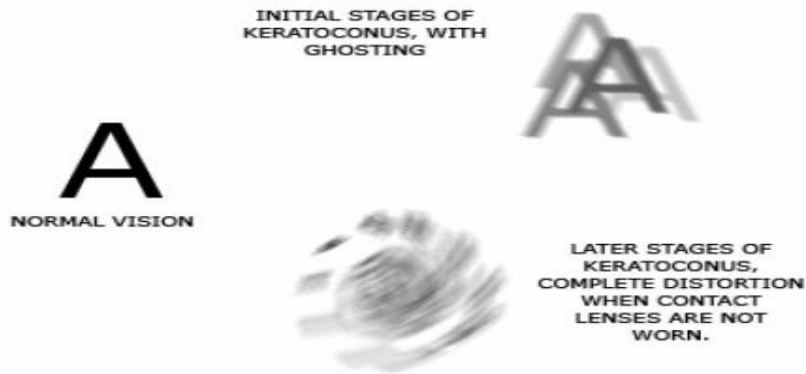
2.8. Συμπτωματολογία

Η παθογένεια του κερατόκωνου μπορεί να γίνει ορατή από μία σειρά σημείων που διαφέρουν ανάλογα με το επίπεδο εξέλιξης της νόσου. Έχοντας οριστεί ασυμπτωματική από τη φύση της πάθησης, ο κερατόκωνος είναι δυνατό να διαγνωστεί κατά τον προεγχειρητικό έλεγχο της διαθλαστικής χειρουργικής.

Τα πρώτα συμπτώματα κάνουν την εμφάνισή τους μετά το τέλος της εφηβείας (15ετών) και η νόσος μεταβάλλεται σταδιακά για 10 με 20 χρόνια περίπου έως την ηλικία των 35 ετών περίπου, όπου σταθεροποιείται. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως τα συμπτώματα διαφέρουν από ασθενή σε ασθενή και σχετίζονται με τη βαρύτητα της νόσου.

Ιδίως στα πρώιμα στάδια, ο κερατόκωνος δεν είναι εύκολο να διαγνωστεί. Σε αρχική φάση ο ασθενής παρουσιάζει αδυναμία διάθλασης στα 10/10. Μία σειρά συμπτωμάτων μπορεί να δώσει πληροφορίες που διευκολύνουν τη διαδικασία διάγνωσης του κερατόκωνου, αποκαλύπτοντας περαιτέρω στοιχεία για τη φύση της νόσου σε κάθε περίπτωση. Είναι, λοιπόν, πιθανό να παρατηρηθούν:

- Προοδευτική οπτική θολερότητα, που συχνά συνοδεύεται από στρέβλωση των προς παρατήρηση αντικειμένων
- Χαμηλή ευαισθησία στις φωτεινές αντιθέσεις
- Σύγχυση της όρασης με παραμόρφωση εικόνων
- Πολυωπία ή Παρουσία ειδώλων <<φαντασμάτων>>: Διαταραχή της μονόφθαλμης όρασης κατά την οποία το μάτι αντιλαμβάνεται πολλά είδωλα του ίδιου αντικειμένου, λόγω βλαβών του κερατοειδούς ή του κρυσταλλοειδούς φακού. Το σύμπτωμα είναι πιο έντονο κατά την παρατήρηση μαύρου στόχου σε λευκό background.
- Αιφνίδια, απότομη μείωση της όρασης λόγω διόγκωσης του κερατοειδούς (ύδρωπας)
- Κεφαλαλγία και οφθαλμικό άλγος
- Παραθλάσεις φωτός, άλως και μονόφθαλμη διπλωπία (κυρίως σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, νύχτα)



Εικόνα 14^η : Πολυωπία, σύγχυση της όρασης σε προχωρημένα στάδια χωρίς χρήση φακών επαφής.

Παραπομπή: Γκίκα Μ, ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ, Διδακτορική Διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (2012).



Εικόνα 15^η: φυσιολογική όραση(α), όραση μόνο με τον κερατοκωνικό οφθαλμό(κ) & διόφθαλμα(δ)

Παραπομπή: kcsupport.org



Εικόνα 16^η: Άλως και αδυναμία οδήγησης κατά τις νυχτερινές ώρες.

Παραπομπή: : www.retina.gr

Σε πιο προχωρημένα στάδια κερατόκωνου, παρατηρείται:

- i. Κακή οπτική οξύτητα, λόγω της φύσεως του εκσεσημασμένου ανώμαλου αστιγματισμού σε συνδιασμό με την προοδευτική λέπτυνση του κερατοειδούς (περίπου στο 1/3 του κερατοειδή χιτώνα), δίνουν μικρές - σφικτές κερατομετρικές μετρήσεις.
- ii. Κατά την προσπάθεια ασθενούς που πάσχει από κερατόκωνο να μετακινήσει το βλέμμα του προς τα κάτω, συμβαίνει πρόπτωση του κάτω βλεφάρου (γνωστό ως: σημείο του Munson).
- iii. Η βάση του κερατόκωνου πολλές φορές περιβάλλεται από επιθηλιακές εναποθέσεις σιδήρου (δακτύλιος του Fleischer). Είναι ένας δακτύλιος κιτρινωπό-καφέ απόχρωσης, ο οποίος συναντάται στο 50% των κερατοκωνικών οφθαλμών. Προκαλείται από εναπόθεση αιμοσιδηρίνης (οξείδια σιδήρου) στο επιθήλιο του κερατοειδή. Απεικονίζεται καλύτερα με χρήση μπλε φίλτρου στη σχισμοειδή λυχνία.



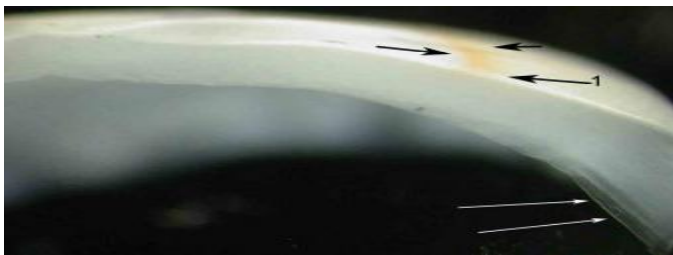
Εικόνα 17^η: Kayser Fleischer δακτύλιος: Καφέ δακτυλίδι στην άκρη της ίριδας, ως νευρολογικό σύμπτωμα.

Παραπομπή: Βαρέτα Γεωργία Προπτυχιακή Φοιτήτρια Ιατρικής Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Μάθημα: Ιατρική Εκπαίδευση ΑΕΜ: 30025.



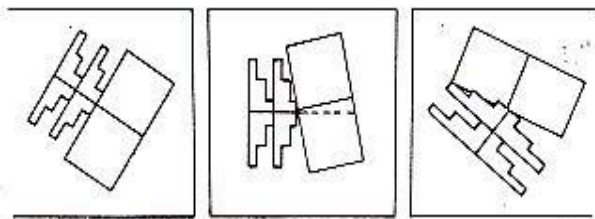
Εικόνα 18^η: Σημείο Munson. Εγκόλπωση σχήματος “V” στο κάτω βλέφαρο.

Παραπομπή: Παπαστρατηγάκης Β., Κλινική Οφθαλμολογία – Μια Συστηματική Προσέγγιση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε (4).



Εικόνα 19^η : Δακτύλιος Fleisher

Παραπομπή: Τριβλή Α, Μελέτη της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας της διασύνδεσης κερατοειδικού κολλαγόνου σε ασθενείς με κερατόκωνο χρησιμοποιώντας ενέργεια υψηλής έντασης, Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Οπτική & Όραση, Πανεπιστήμιο Κρήτης (2014).



Εικόνα 20^η : Τα είδωλα στο κερατόμετρο (Javal) δεν ευθυγραμμίζονται, αλλά σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία (γωνία Amsler)

Παραπομπή: <http://imgarcade.com/1/keratometry/>



Εικόνα 21^η : Σημείο Rizutti

Παραπομπή: Παπαστρατηγάκης Β., Κλινική Οφθαλμολογία – Μια Συστηματική Προσέγγιση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε (4).

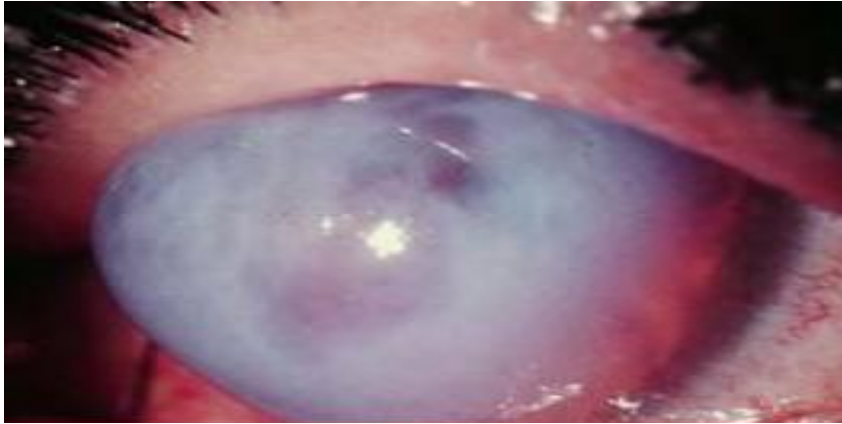
- iv. Σε βαριά περιστατικά, εντοπίζεται κερατοειδική ουλοποίηση.
- v. Οι ρήξεις της δεσμετίου μεμβράνης και η απότομη διαρροή υγρού εντός του κερατοειδικού στρώματος και επιθηλίου, εκδηλώνουν της εμφάνιση ύδρωπα (διόγκωση κερατοειδούς) σε προχωρημένο κερατόκωνο. Η κατάσταση αυτή προκαλεί αιφνίδια μείωση της οπτικής οξύτητας, που συνοδεύεται από δακρύρροια και δυσφορία του ασθενούς. Η διάρκεια της ρήξης γίνεται σε διάστημα 6 – 10 εβδομάδων, καθώς εντός χρονικών ορίων αυτή επουλώνεται και καθαρίζει το κερατοειδικό οίδημα. Παρόλα αυτά, όμως, είναι πιθανό να αναπτυχθεί σε σημαντικό ποσοστό ουλοποίηση του στρώματος.



Εικόνα 22^η : Οξύς ύδρωπας σε κερατόκωνο (α)

Παραπομπή: Παπαστρατηγάκης Β., Κλινική Οφθαλμολογία – Μια Συστηματική Προσέγγιση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε (4).

Η αντιμετώπιση οξέων επεισοδίων όπως και αυτό, πραγματοποιείται με χρήση υπέρτονου ορού και κάλυψη του οφθαλμού ή με εφαρμογή μαλακού φακού επαφής. Επισημαίνεται σε οποιαδήποτε περίπτωση κερατοπλαστική σε οποιοδήποτε στιγμή κατά την οιδηματώδη φάση.



Εικόνα 23^η : Οξύς ύδρωπας σε κερατόκωνο (α)

Παραπομπή: Παπαστρατηγάκης Β., Κλινική Οφθαλμολογία – Μια Συστηματική Προσέγγιση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε (4).



Εικόνα 24^η : Κερατοειδικός ύδρωπας που παρουσιάζει ουλοποίηση του στρώματος

Παραπομπή: www.otcet.co.uk

2.9. Κλινική Διάγνωση:

Κατά την έναρξη της νόσου παρατηρείται μείωση της όρασης του ενός οφθαλμού, που οφείλεται στην ύπαρξη προοδευτικά εξελισσόμενου αστιγματισμού συνοδευόμενου από μυωπία. Ως αποτέλεσμα της ασυμμετρικής φύσεως της νόσου, ο άλλος οφθαλμός παρουσιάζει συνήθως φυσιολογική όραση με ασήμαντο αστιγματισμό. Έτσι, προκύπτει ανώμαλος αστιγματισμός. **Η πάθηση γίνεται έντονα αντιληπτή, όταν ο ασθενής φθάσει σε σημείο αυξημένης ανάγκης για συχνή αντικατάσταση των οματογυαλιών του, λόγω μεταβολών της διοπτρικής ισχύος, καθώς και λόγω της μειωμένης ανεκτικότητας σε ανοχή φακών επαφής που εμφανίζει.**

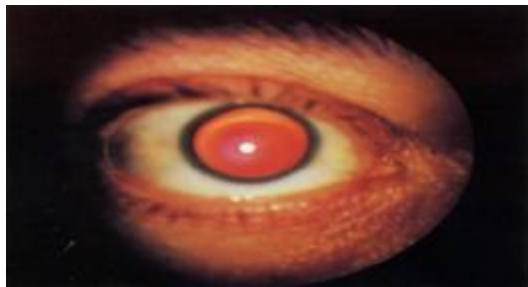
Σε προοδευτικές καταστάσεις, η νόσος εξελίσσεται ολοένα και περισσότερο με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει εξίσου και η όραση του έτερου οφθαλμού, με έντονη μεταβολή του αστιγματισμού σε βαθμό και άξονα. Η εκτίμηση του επιπέδου και ο εντοπισμός του κερατόκωνου σε πρώτη φάση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τις εξής μεθόδους:

- Ø Σκιασκοπία
- Ø Βιομικροσκοπία με Σχισμοειδή Λυχνία (scissoring)
- Ø Κερατομετρία
- Ø Άμεση οφθαλμοσκόπηση (oil droplet sign - charleaux)
- Ø Κερατοσκοπία / Placido
- Ø Παχυμετρία

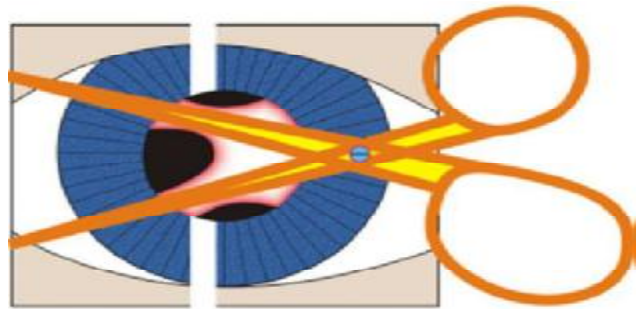
Οι παραπάνω διαγνωστικές μέθοδοι εξετάσεως αξιοποιούνται για την ανίχνευση του κερατόκωνου και τον εντοπισμό λεπτομερειών που τυχόν έχουν παραληφθεί σχετικά με την παρούσα νόσο. Πιο αναλυτικά:

- i. Άμεση Οφθαλμοσκόπηση: Με κόρη που βρίσκεται σε μυδρίαση παρατηρείται το σημείο charleux, όπου ο κώνος σχηματίζει μια αντανάκλαση δίκην <<σταγόνας ελαίου>>.
- ii. Σκιασκοπία: Ορατή ανώμαλη αντανάκλαση με μορφή ψαλιδιού, λόγω υψηλού ανώμαλου αστιγματισμού.
- iii. Κερατομετρία: Προδίδει την ύπαρξη ανώμαλου αστιγματισμού σε αρχικό στάδιο, όπου οι κύριοι μεσημβρινοί δεν είναι διαχωρισμένοι κατά 90%, ενώ επιπλέον οι εικόνες του κερατοσκοπίου δε μπορούν να τεθούν η μια επί της άλλης.
- iv. Φωτοκερατοσκοπία ή δίσκος του Placido: Παρουσία ανωμαλιών στα χείλη, περιφερικά των ανακλώμενων δακτυλίων.

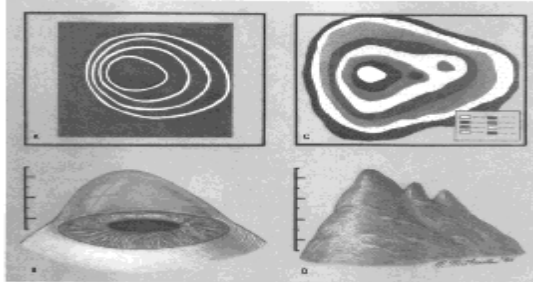
Βιομικροσκόπηση με τη σχισμοειδή λυχνία: Δυνατότητα παρατήρησης πολύ λεπτών, εν τω βάθει λοξών γραμμών τάσεως (stress lines) του στρώματος (Vogt's striae), οι οποίες εξαφανίζονται μόλις ασκηθεί εξωτερική πίεση επί του βολβού. Με τη μέθοδο αυτή είναι επίσης πιθανό να ανευρεθούν προέχοντα νεύρα του κερατοειδούς, ενώ συναντώνται σε ποσοστό 50% των κερατοκωνικών οφθαλμών.



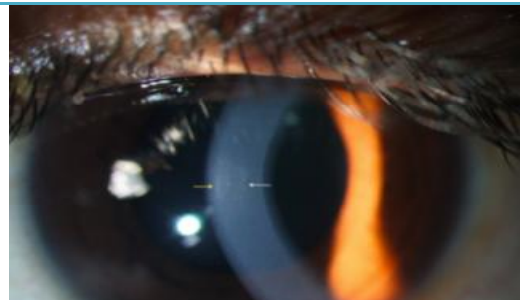
Εικόνα 25^η : Oil droplet sign κατά την άμεση οφθαλμοσκόπηση
 Παραπομπή: Παπαστρατηγάκης Β., Κλινική Οφθαλμολογία – Μια Συστηματική Προσέγγιση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε (4).



Εικόνα 26^η : Κατά τη σκιασκοπία, «τμήματα» που πλησιάζουν ή απομακρύνονται μεταξύ τους, όπως οι λεπίδες ενός ψαλιδιού.
 Παραπομπή:<http://apps.ketchum.edu/ceonline/courseview.asp>



Εικόνα 27^η : Placido disc, ανωμαλίες της επιφάνειας του κερατοειδούς προκαλούν παραμόρφωση του ειδώλου των δακτυλίων που σχηματίζεται από ανάκλαση
 Παραπομπή: Μαγουλάς Μ.Π.(2005) Τοπογραφία & Wavefront, Εκδόσεις βητα(9).



Εικόνα 28^η : Ραβδώσεις του Vogt ορατές κατά τη βιομικροσκόπηση με σχισμοειδή λυχνία
 Παραπομπή: Παπαστρατηγάκης Β., Κλινική Οφθαλμολογία – Μια Συστηματική Προσέγγιση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε (4).

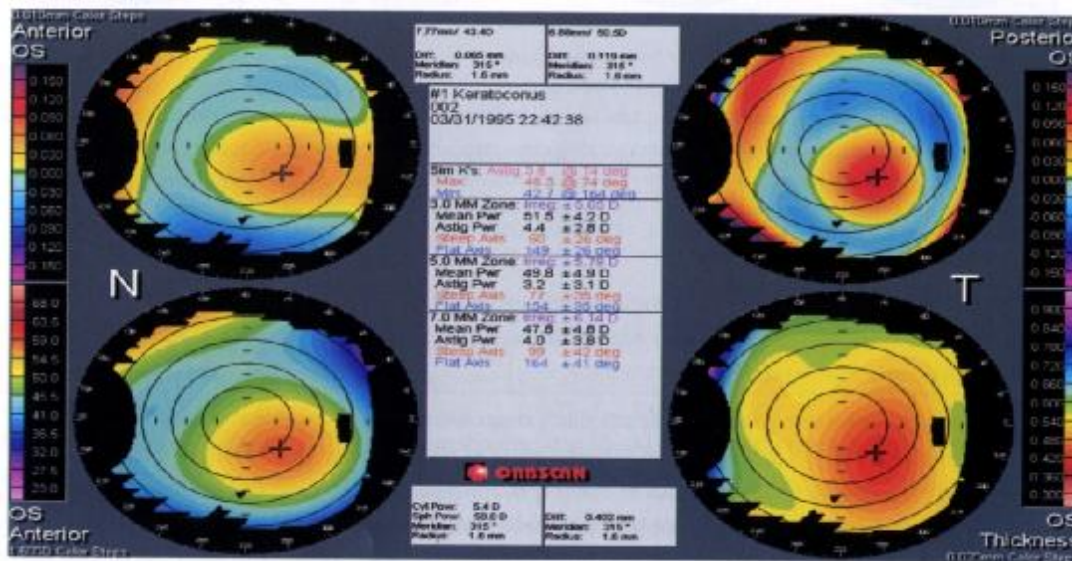
2.9.1. Βασικές αρχές τοπογραφίας

Από το παρελθόν οι επιστήμονες προσπαθούσαν να κατανοήσουν το σχήμα και τη λειτουργία του κερατοειδούς χιτώνα, κάτι το οποίο φάνταζε αδύνατο. Η ασφαιρικότητα που παρουσιάζει η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, αποτελούσε εμπόδιο στην καταγραφή των σημείων του σχήματός του.

Με την πάροδο των χρόνων ο εκσυγχρονισμός των τεχνολογικών μέσων οδήγησε στη διευκόλυνση της απεικόνισης και κατανόησης της επιφάνειας του κερατοειδούς με ιδιαίτερη ακρίβεια. Κατά την τελευταία εικοσαετία, λοιπόν, οι ολένα αυξανόμενες απαιτήσεις λόγω ανεπαρκούς εξοπλισμού από το παρελθόν έχουν σε μεγάλο ποσοστό καταρριφθεί.

Ένα από τα παραδοσιακά μηχανήματα απόδοσης της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς αποτελεί ο τοπογράφος που βασίζεται στο δίσκο Placido. Ο συγκεκριμένος τοπογράφος αν και περιορίζεται μόνο στο πρόσθιο τμήμα της επιφάνειας του κερατοειδούς, έχει πλέον αναβαθμιστεί σε λογισμικό, δίνοντας έτσι με μεγαλύτερη ανάλυση δεδομένα. Επιπλέον, νέες διαγνωστικές τοπογραφικές συσκευές έχουν αυξήσει στο μέγιστο τις δυνατότητες των επιστημόνων της όρασης, καθώς αποκαλύπτουν στοιχεία από την οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς και από την χαρτογραφική ανύψωση της προσθιοπίσθιας κερατοειδικής επιφάνειας, με το πλεονέκτημα εφαρμογής παχυμετρίας σε κάθε σημείο.

Για την απεικόνιση και μελέτη των κερατοειδικών παραμέτρων, τις κυριότερες μεθόδους διάγνωσης αποτελούν: η κερατομετρία, η τοπογραφία (κερατοσκόπηση), καθώς και η τομογραφία, η οποία αξιοποιείται μέσω της σχισμοειδούς σάρωσης, της απεικόνισης Scheimpflug, της οπτικής τομογραφίας συνοχής (OCT) και της απεικόνισης με χρήση υπερήχων υψηλής συχνότητας.



Εικόνα 29^η : Τυπική τοπογραφική απεικόνιση κερατόκωνου (τετραπλός χάρτης)

Παραπομπή: Μαγουλάς Μ.Π.(2005)Τοπογραφία & Wavefront, Εκδόσεις ΒΗΤΑ(9),170.

Διαφοροδιάγνωση

Είναι σημαντικό ο κερατόκωνος να διαχωρίζεται από άλλες εκτατικές δυστροφίες του κερατοειδούς και διαταραχές λέπτυνσης. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται η διαφανής εκφύλιση του ορίου του κερατοειδούς (pellucid marginal degeneration), η εκφύλιση Terrien (Terrien's marginal degeneration) και η κερατόσφαιρα (keratoglobus). Οι παθήσεις αυτές απαιτούν διαφορετικό χειρισμό και επίσης παρουσιάζουν διαφορετική πρόγνωση. Η εξέταση της τοπογραφίας είναι πολύ σημαντική για την έγκαιρη διάγνωση του κερατόκωνου, ιδιαίτερα από τη στιγμή που υπάρχουν ενδείξεις πρέπει να επαναλαμβάνεται τουλάχιστον κάθε χρόνο.

2.9.1.1. Τι είναι η τοπογραφία;

Η τοπογραφία είναι η επιστήμη που περιγράφει και αναπαριστά τα χαρακτηριστικά μιας συγκεκριμένης επιφάνειας με μεγάλη λεπτομέρεια. Στην οφθαλμολογία η τοπογραφία αποτελεί μια μέθοδο απεικόνισης της επιφάνειας του κερατοειδούς με λεπτομέρεια. Σήμερα βρίσκει ευρεία εφαρμογή στη διαθλαστική χειρουργική. Χρησιμοποιείται σαν οδηγό σημείο για το σχεδιασμό επεμβάσεων που σκοπό έχουν τη διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων του οφθαλμού μέσω σμίλευσης με laser της πρόσθιας επιφάνειας του χιτώνα καθώς και για διαγνωστικούς σκοπούς και παρακολούθηση κάποιας πάθησης του προσθίου ημιμορίου. Η τοπογραφία συγκαταλέγεται στις μεθόδους εκλογής προκειμένου να διαγνωσθεί ο κερατόκωνος, να ανιχνευθούν πρώιμες μορφές της πάθησης (π.χ υποκλινικός κερατόκωνος) καθώς επίσης και για τη μετέπειτα παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου.

2.9.1.2. Περιπτώσεις όπου η τοπογραφία βρίσκει εφαρμογή

Η τοπογραφία αποτελεί ένα σπουδαίο διαγνωστικό εργαλείο, καθώς παρέχει μια εξέταση που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στην επίλυση σειράς οφθαλμολογικών προβλημάτων, όπως:

Κερατόκωνος: Οι έγχρωμοι τοπογραφικοί χάρτες απεικονίζουν τη θέση, το μέγεθος και την καμπυλότητα του κώνου.

Διαθλαστική χειρουργική: Η εξέταση της τοπογραφίας πραγματοποιείται σε ασθενή προεγχειρητικά για απόκλιση ασθενούς με αρχόμενο κερατόκωνο, σε περίπτωση αλλοιώσεων από χρήση φακών επαφής (αναβολή εξέτασης ώσπου να επανέλθει ο κερατοειδής σε φυσιολογική μορφή), για αναλυτική ενημέρωση του αρμόδιου χειρουργού σύμφωνα με τη διαμόρφωση της κερατοειδικής επιφάνειας.

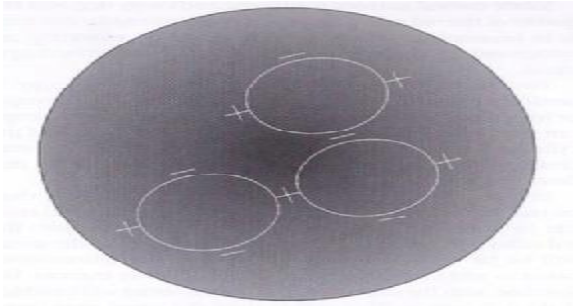
Μετεγχειρητικά, η τοπογραφία είναι σημαντική για την αξιολόγηση και την παρακολούθηση του αποτελέσματος έπειτα από επέμβαση διαθλαστικής χειρουργικής.

2.9.2. Ανάλυση διαγνωστικών μεθόδων της κερατοειδικής επιφάνειας

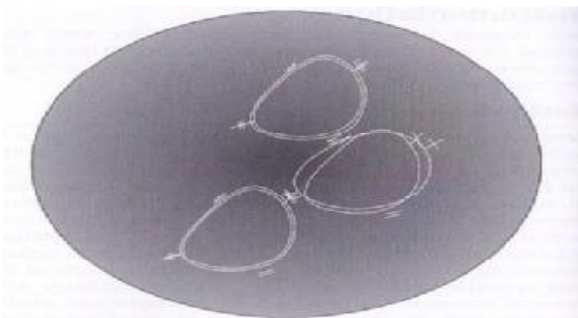
2.9.2.1. Κερατομετρία (Keratometry)

Η εξέταση της κερατοειδικής επιφάνειας πραγματοποιείται για χρόνια από το κερατόμετρο (Javal), που στοχεύει στην εκτίμηση της πρόσθιας καμπυλότητας του κερατοειδούς, καθώς και στη μέτρηση της διοπτρικής ισχύος του. Το παρόν μηχάνημα στηρίζεται στη θεωρία του Helmholtz, η οποία υποστηρίζει πως το οπτικό σύστημα του ανθρώπινου κερατοειδούς πλησιάζει το οπτικό σύστημα ενός σφαιροκυλινδρικού φακού. Η επιτυχία της απόδοσης έγκυρων ευρημάτων με τη χρήση του κερατόμετρου, αφορά μόνο την επισκόπηση σφαιρικής ή σφαιροκυλινδρικής επιφάνειας. Σε περιπτώσεις κερατόκωνου, όπου η κεντρική καμπυλότητα του κερατοειδούς εμφανίζει πολυπλοκότητα, το κερατόμετρο δεν είναι ιδανικό για κλινικές εφαρμογές. Επιπλέον μειονέκτημα είναι πως δε λαμβάνει υπόψιν εκτροπές υψηλής τάξης, θεωρώντας τον κερατοειδή ως μια εννιαία παραξονική διαθλαστική επιφάνεια, ενώ η εξέταση περιορίζεται στην περιοχή του κερατοειδούς που βρίσκεται στο κορικό πεδίο (5mm).

- Κερατομετρία σε φυσιολογικό κερατοειδή (α)



- Κερατομετρία σε κερατοκωνικό κερατοειδή(β)



Εικόνες (α),(β) 30^η, 31^η: Placido disc (keratoscopy)

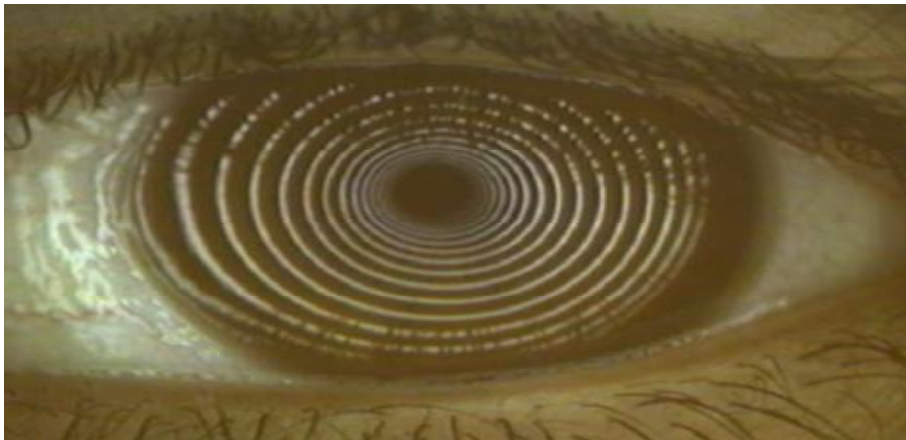
Παραπομπή: <http://www.eyecalcs.com/DWAN/pages/v1/v1c065.html>

Όσον αφορά τη διάγνωση του κερατόκωνου και την προεγχειρητική εκτίμηση κερατοειδούς πριν από διαθλαστική επέμβαση, το κερατόμετρο αδιάψευστα αποτελεί ένα μη ακριβές όργανο χρήσης. Όμως, η κατασκευή του το καθιστά ικανό να δώσει ευρήματα σε περίπτωση ύπαρξης ανώμαλου ή υψηλού κερατοειδικού αστιγματισμού, τα οποία αποτελούν ενδείξεις που πιθανολογικά προδίδουν την εμφάνιση κερατόκωνου.

2.9.2.2. Κερατοσκόπηση (Keratotomy)

Ένα όργανο απόδοσης των χαρακτηριστικών της κερατοειδικής επιφάνειας, του οποίου η κατασκευή έκανε την αρχή της πριν από περίπου 100 χρόνια. Παρόμοιο με το κερατόμετρο στη λειτουργία, με μόνη διαφορά πως το κερατοσκόπιο προβάλλει την εικόνα με σύνθετη μορφή (ομόκεντροι δακτύλιοι) και αφορά ολόκληρη την κερατοειδική επιφάνεια, χωρίς να περιορίζεται στο κεντρικό τμήμα του κερατοειδούς.

Ο δίσκος του Placido αποτελεί τεχνική κερατοσκόπησης από το 19^ο αιώνα και με την πάροδο του χρόνου έχει εκσυγχρονιστεί, δίνοντας τη δυνατότητα στα <<νέα>> κερατοσκόπια, αποθήκευσης της εικόνας σε φωτογραφικό φιλμ (φωτοκερατοσκόπηση) ή και ανάλυσης των ειδώλων του κερατοσκοπίου και εικονικής αναπαράστασης της καμπυλότητας του κερατοειδούς(πρόσθια επιφάνεια) μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα κερατοσκόπια ποικίλουν, ενώ διαφέρουν όσον αφορά τον προβαλλόμενο στόχο. Υπάρχουν δύο τύποι, τα κερατοσκόπια επίπεδου στόχου(flat target keratoscope), όπου οι στόχοι βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο και τα σειριακά κερατοσκόπια (collimating keratoscope), όπου οι στόχοι βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα στο εσωτερικό ενός σωλήνα τοποθετημένοι βαθμιαία (σε σειρά).



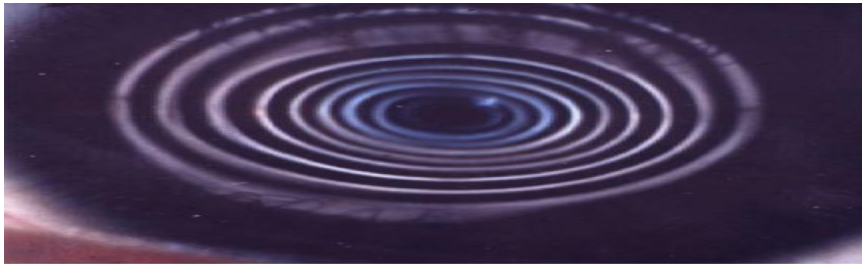
Εικόνα 32^η : Placido disc (keratotomy)

Παραπομπή: <http://www.eyecalcs.com/DWAN/pages/v1/v1c065.html>

Η αρχή λειτουργίας του κερατοσκοπίου που βασίζεται στο δίσκο Placido αφορά ομόκεντρους φωτεινούς και σκουρόχρωμους αντίστοιχα δακτυλιοειδείς στόχους, οι οποίοι προβάλλονται πάνω στην κερατοειδική επιφάνεια.

Η παρατήρηση της κερατοειδικής επιφάνειας με κερατοσκόπιο γίνεται με προσήλωση στις αντανάκλασεις των δακτυλιοειδών στόχων μέσω οπής που τοποθετείται κεντρικά του δίσκου. Η εκτίμηση της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς γίνεται ποσοτικά όσον αφορά τυχόν παραμορφώσεις ή και ανωμαλίες στη θέση που τοποθετούνται οι ομόκεντροι δακτύλιοι.

Η παρατήρηση όπως και η ερμηνεία των ευρημάτων κατά την κερατοσκόπηση απαιτεί ειδική εκπαίδευση, καθώς είναι απαραίτητος έλεγχος για ψευδή στοιχεία(παράδειγμα: διαταραχή στην προκεράτια δακρυϊκή στιβάδα που οφείλεται σε ανωμαλία της βλέννης στο επιθήλιο, να παρουσιάζεται στο κερατοσκόπιο ως κερατοειδική παραμόρφωση, δίνοντας με αυτό τον τρόπο ψευδή ευρήματα). Ακολουθεί η τεχνική εύρεσης ανώμαλου αστιγματισμού, κατά την οποία τα είδωλα των δακτυλίων αλλάζουν μορφή. Το σχήμα τους μετατρέπεται σε ωοειδές ή παραπλήσιο αυτού σε αντίθεση με όποια φυσιολογική επιφάνεια κερατοειδούς.



Εικόνα 33^η : Κερατοσκόπηση-Placido disc σε κερατόκωνο. Γίνονται εμφανείς παραμορφώσεις ειδώλων των δακτυλίων με ωοειδές σχήμα.

Παραπομπή:<https://apps.ketchum.edu/ceonline/courseview.asp?selclassid=14&sellID=127&selOrderID=8>

Στο τελικό στάδιο ελέγχου κατά την κερατοσκόπηση, εντοπίζονται αλλαγές που τυχόν υπάρχουν από το κέντρο προς της περιφέρεια του κερατοειδούς. Ο κερατοειδής κυρτώνεται όταν οι αποστάσεις μεταξύ των διαδοχικών ειδώλων μειώνονται κεντρικά προς την περιφέρεια, ενώ ο κερατοειδής επιπεδώνεται όταν οι αποστάσεις αυξάνουν, αντίστοιχα. Στην περίπτωση του κερατόκωνου οι κεντρικοί δακτύλιοι (mires) μπορεί να κάνουν εμφανή κερατοκύφωση, μια διαμόρφωση με μορφή σταγόνας.



Εικόνα 34^η: Κερατοκύφωση σε κερατόκωνο(μέσω των mires του placido disc)

Παραπομπή: Μαγουλάς Μ.Π.(2005)Τοπογραφία & Wavefront, *Εκδόσεις βητα(9)*, 167.

Με τη μέθοδο καμπυλομετρικής τοπογραφίας (Placido disc), η ακριβής θέση όπου τοποθετείται ο κώνος είναι αδύνατο να απεικονιστεί, ενώ επιπλέον περιορίζεται μόνο στην εξακρίβωση ύπαρξης ετερόπλευρου αρχόμενου κερατόκωνου.

Συλλογή πληροφοριών από τον κερατοειδή (Orbscan II)

Η εξέταση δρομολογείται από τη στιγμή που ενεργοποιείται ο φωτισμός στο δίσκο του Placido, με σκοπό την αποθήκευση της αντανάκλασης των ειδώλων στο σημείο προβολής της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας. Οι σχισμοειδείς προβολές που εφαρμόζονται είναι συνολικά 40, από τις οποίες προβάλλονται υπό γωνία 45° στον κερατοειδή οι μισές από δεξιά και οι υπόλοιπες μισές από αριστερά ως προς τον άξονα της τομογραφικής συσκευής.

Το φως που εκπέμπεται από το δίσκο του Placido, διαπερνά τον κερατοειδή μέσω των σχισμοειδών προβολών καλύπτοντας την επιφάνειά του σε όλο της το σύνολο. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από αυτή τη διαδικασία καταγράφονται σε δισδιάστατες εικόνες, αφού πρώτα εισέλθουν ξανά στην ψηφιακή βιντεοκάμερα που διαθέτει το μηχάνημα. Τα δεδομένα και από τις 40 σχισμοειδείς προβολές θα δώσουν την τοπογραφική αναπαράσταση ανύψωσης της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας. Για την αναπαράσταση της πρόσθιας, οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς, καθώς και της πρόσθιας επιφάνειας της ίριδας και του κρυσταλλοειδούς φακού απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων συνοδευόμενη από ακριβή εκτίμηση των ορίων των ειδώλων από τους δακτυλίους του δίσκου του Placido που υφίστανται ανάκλαση.

Τοπογραφική απεικόνιση με το Orbscan II

Γενικά, η ερμηνεία της καταγραφής ενός χάρτη οδηγεί στη διατύπωση της διάγνωσης μέσω απεικόνισης. Ουσιαστικά η χαρτογραφική ανάγνωση συνδιάζεται από δύο παραμέτρους, την αναγνώριση της τοπογραφικής ταυτότητας και της μελέτης των τοπογραφικών σχημάτων του χάρτη. Στο Orbscan II, το σημείο του κερατοειδούς μέσω του οποίου η σχισμοειδής βολή θα εισέλθει στον οφθαλμό, καθορίζεται από το χάρτη ανύψωσης της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς, ενώ ο χάρτης που προβάλλει την πρόσθια καμπυλότητα, αφορά τη γωνία πρόσπτωσης της σχισμοειδούς βολής στον οφθαλμό.

Το πράσινο χρώμα στο χάρτη ανύψωσης εντοπίζεται σε ανύψωση 0mm και προδίδει οτιδήποτε έρχεται σε πλήρη επαφή με την επιφάνεια αναφοράς. Ό,τι τοποθετείται πάνω από την επιφάνεια αναφοράς προβάλλεται με θερμά χρώματα (κίτρινο, κόκκινο) και καλείται στεριά, ενώ ό,τι βρίσκεται υπό της επιφάνειας αναφοράς εικονίζεται με ψυχρούς χρωματισμούς(μπλε) και καλείται θάλασσα. Επιπλέον, η συσκευή Orbscan II διαθέτει καμπυλομετρικούς που διακρίνονται σε:

Χάρτη αξονικής καμπυλότητας (axial power map)

Χάρτη μεσημβρινής καμπυλότητας (tangential power map)

Χάρτη απόδοσης της μέσης καμπυλότητας (mean power map)

Ο χάρτης της μέσης καμπυλότητας φιλτράρει τον αστιγματισμό και προσηλώνει σε περιοχές όπου εμφανίζουν έντονη καμπυλότητα με μορφή κώνου, όπως συμβαίνει και σε κώνους που καταγράφονται από χάρτες υψομετρικής καμπυλότητας. Σε περιπτώσεις όπου η τορικότητα του κερατοειδούς εμποδίζει τον εντοπισμό υψομετρικού κώνου, επιλέγεται ο χάρτης μέσης καμπυλότητας για την αναγνώριση του σημείου όπου η καμπυλότητα είναι αυξημένη(σημείο του καμπυλομετρικού κώνου – κερατόκωνου).

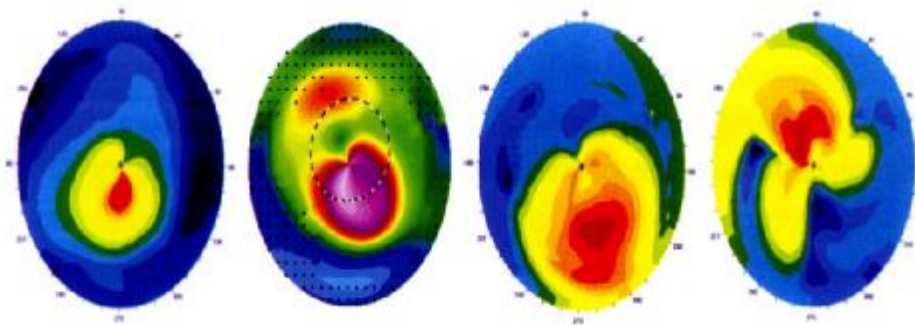
Ο χάρτης παχυμετρίας του Orbscan II πραγματοποιεί απεικόνιση της παχυμετρικής διασποράς του κερατοειδούς σε όλη την έκτασή του. Είναι ένας οπτικός χάρτης που μετρά σε κάθετη πορεία το πάχος του κερατοειδούς στην πρόσθια επιφάνεια και τα αποτελέσματα της μέτρησης αφορούν όλη του την έκταση. Τα χρώματα που δηλώνουν σημεία με ολοένα και μικρότερο πάχος εκφράζονται μέσω θερμών περιοχών, κάτι το οποίο εκδηλώνει πως η χρωματική κλίμακα ενός παχυμετρικού χάρτη είναι ανεστραμμένη.

Μέθοδος διάγνωσης του κερατόκωνου(Orbscan II)

Τα καμπυλομετρικά και υψομετρικά ευρήματα που λαμβάνονται από το Orbscan δίνουν τη δυνατότητα διάκρισης του κερατόκωνου σε κλινικό και υποκλινικό(πρόσθιο και οπίσθιο).

Ο κλινικός κερατόκωνος παρουσιάζει πολύ έντονες τοπογραφικές ενδείξεις, κάτι το οποίο καθιστά ανακριβή τα αποτελέσματα λόγω ακραίων ανωμαλιών στην κερατοειδική επιφάνεια. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η καμπυλομετρική τοπογραφία κερατοειδούς δεν ενδείκνυται σε αυτή την περίπτωση και η διάγνωση του κλινικού κερατόκωνου στηρίζεται στα κλινικά-παθολογικά σημεία και στα συμπτώματα που γίνονται εμφανή.

Ο πρόσθιος υποκλινικός κερατόκωνος(subclinical/forme froste keratoconus) απεικονίζεται μέσω της (πρόσθιας) καμπυλομετρικής και υψομετρικής τοπογραφίας(anterior & posterior float, Orbscan), καθώς τα ευρήματα τοποθετούνται στην προσθιοπίσθια κερατοειδική επιφάνεια. Επιπλέον, ενδείξεις για την εγκυρότητα ύπαρξης της πάθησης αποτελούν τα συμπτώματα αυτής. Κατά τη χαρτογραφική απεικόνιση παρατηρείται αυξημένη κυρτότητα στο κάτω ημιμόριο του κερατοειδούς, ενώ η κορυφή του κώνου έχει μεταβλητή θέση σχετιζόμενη με το γεωμετρικό κέντρο του κερατοειδούς.



Εικόνα 36^η: Διάφορες περιπτώσεις κερατόκωνου σε τοπογραφική απεικόνιση. Η θέση του κώνου εντοπίζεται στο κάτω και ήμισυ τμήμα του κερατοειδούς στους τρεις πρώτους χάρτες, ενώ στον τέταρτο εντοπίζεται στο άνω μισό του κερατοειδούς.

Παραπομπή: Μαγουλάς Μ.Π.(2005)Τοπογραφία & Wavefront, *Εκδόσεις ΒΗΤΑ(9)*,169

Λανθασμένη τοπογραφική εντύπωση για την ψευδή ύπαρξη κερατόκωνου (ψευδοκερατόκωνος) είναι δυνατό να δωθεί με τη μορφή ασύμμετρης, ορθογωνικής μερικές φορές κλεψύδρας στο κάτω τμήμα του κερατοειδούς και ρινικά. Πλέον, όμως, με τη μέθοδο artifact το Orbscan δίνει το πλεονέκτημα διάκρισης κερατόκωνου από τον ψευδοκερατόκωνο. Σε περιπτώσεις υψηλού αστιγματισμού, όπου ο άξονας του αστιγματικού επιπέδου σε πρόσθια υψομετρική χαρτογράφηση εντοπίζεται κάτω από τον οριζόντιο μεσημβρινό του χάρτη, γίνεται αισθητή η παρουσία ψευδοκερατόκωνου(ασύμμετρη κλεψύδρα). Ακόμη, σε περίπτωση υποκλινικού κερατόκωνου, είναι πιθανή η λανθασμένη παρουσία ομαλού συμμετρικού αστιγματισμού. Αυτό συμβαίνει καθώς ο κερατομετρικός άξονας της συσκευής έχει απόκλιση κατά 5° τουλάχιστον από τον άξονα της όρασης.

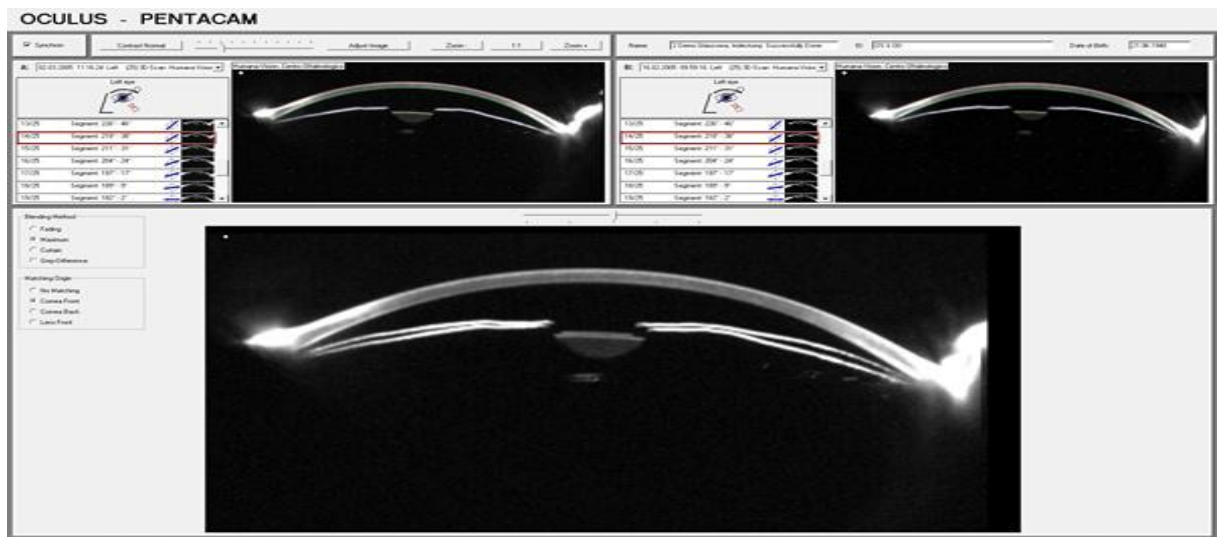
2.9.2.4. Περιστροφική απεικόνιση Scheimpflug (Scheimpflug imaging)

Η περιστροφική απεικόνιση Scheimpflug αποτελεί μια τεχνολογία που βρίσκει εφαρμογή στην ανάλυση της πρόσθιας και οπίσθιας κερατοειδικής επιφάνειας, αλλά και σε περαιτέρω ανάλυση δομών στο πρόσθιο ημιμόριο. Η λειτουργία αυτής της μεθόδου επικεντρώνεται στη μέτρηση του σχήματος, της διοπτρικής δύναμης, καθώς και στη διαπίστωση του πάχους του κερατοειδούς. Το σχήμα του κερατοειδούς μπορεί να εκτιμηθεί εκτενέστερα, ως επαλήθευση προηγούμενων μετρήσεων που έχουν πραγματοποιηθεί με το Orbscan. Τα μηχανήματα που αξιοποιούν την τεχνολογία απεικόνισης Scheimpflug είναι τα εξής:

Pentacam (Oculus Opticgerate, Wetzlar, Germany)

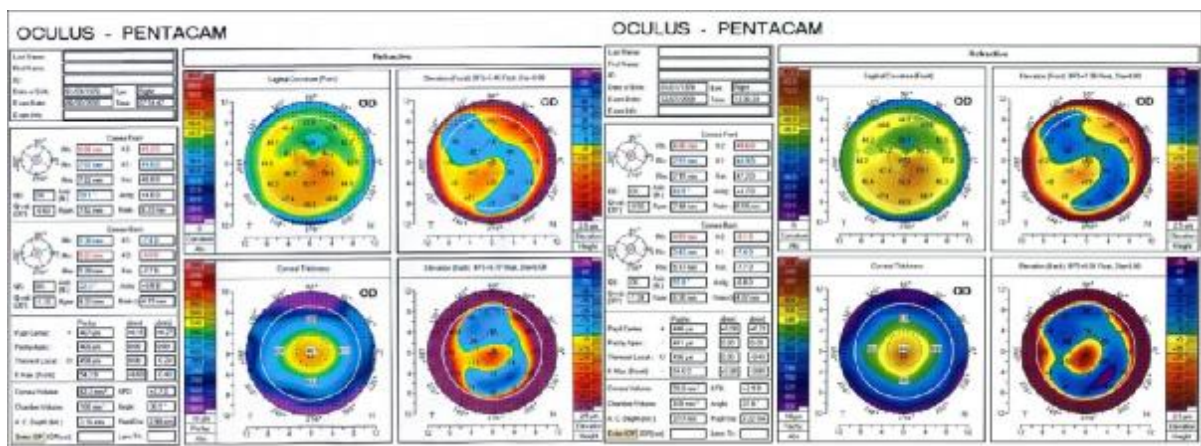
Galilei (Ziemer, Port, Switzerland)

Precisio (LIGI Technologie Medicali S.p.A., Taranto, Italy)



Εικόνα 37^η: Περιστροφική απεικόνιση Scheimpflug(μέσω Pentacam)

Παραπομπή: http://www.pentacam.com/sites/basic_features.php



Εικόνα 38^η: Χαρτογραφική απεικόνιση (με χρήση Scheimpflug) σε κερατόκωνο

Παραπομπή: www.meajo.org

2.9.2.5. Οπτική τομογραφία συνοχής (Ocular coherence tomography, OCT)

Η αρχή λειτουργίας της οπτικής τομογραφίας συνοχής βασίζεται στα φαινόμενα ανάκλασης και διάθλασης του φωτός από τις διάφορες δομές του κερατοειδούς. Η τεχνολογία που αξιοποιεί είναι αυτή της οπτικής συμβολομετρίας(interferometry) και αποσκοπεί στη δημιουργία λογαρίθμου του προφίλ ανακλαστικότητας, μέσω της οπτικής μεθόδου σάρωσης με διασταυρούμενες τομές. Η κάθε αιχμή του προφίλ που προβάλλεται αφορά ένα συγκεκριμένο στρώμα του κερατοειδούς. Οι αξονικές αναλύσεις κυμαίνονται από 3 έως 20μm και η απεικόνιση μιας ευρείας περιοχής γίνεται με μια σάρωση και με τεχνική χωρίς επαφή. Οι εικόνες που προέρχονται από απεικόνιση κερατοειδούς με οπτική τομογραφία συνοχής χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του πάχους του κερατοειδικού επιθηλίου, της τρισδιάστατης απεικόνισης της κερατοειδικής δομής σε φυσιολογικές ή παθολογικές καταστάσεις, του βάθους των ενδοκεράτιων δακτυλίων, καθώς και εκτίμηση του κρημνού της Lasik.

2.9.2.6. Πολύ υψηλής συχνότητας υπερηχογραφία σάρωσης ή υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση(Very high frequency VHF ultrasound scanning)

Οι υπέρηχοι πολύ υψηλής συχνότητας[εμπορικής ονομασίας: Artemis(Ultralink LLG,St Petersburg, Florida)] υπερνικούν των άλλων μεθόδων, καθώς μέσω της διακύμανσης του ηχητικού κύματος ερμηνεύονται τυχόν υπάρχουσες διαφορές στο επιθήλιο και στο στρώμα αντίστοιχα. Η κίνηση που πραγματοποιούν οι υπέρηχοι έχει τοξοειδή μορφή, ενώ πραγματοποιούν σάρωση σε μια σειρά μεσημβρινών σε συγγενικά διαστήματα πλάτους 8–10 mm. Οι διαφορές που εντοπίζονται στο πάχος του επιθηλίου και του στρώματος υπόκεινται σε επεξεργασία μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και δίνονται σε τρισδιάστατη μορφή.

3. Κερατόκωνος: Αντιμετώπιση / Θεραπεία

Οι τεχνικές αντιμετώπισης του κερατόκωνου, μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες: α) Συντηρητικές και β) Χειρουργικές.

α) Συντηρητικές, δηλαδή απλοί μέθοδοι συντήρησης για μια εύχριστη καθημερινότητα:

- Γυαλιά
- Φακοί επαφής

β) Χειρουργικές:

- Διασύνδεση κερατοειδικού κολλαγόνου (corneal collagen cross linking, CXL)
- Σύγχρονες και πρωτοποριακές τεχνικές με τη διασύνδεση κολλαγόνου.
- Ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι (Intracorneal ring segments, ICRS)
- Κερατοπλαστική ή μεταμόσχευση κερατοειδούς (keratoplasty or corneal transplantation)

3.1. Συντηρητικές τεχνικές αντιμετώπισης

Γενικά τι προτιμάται ΦΕ ή γυαλιά;

Στα πρώτα στάδια κερατόκωνου η οπτική οξύτητα βελτιώνεται με διορθωτικά γυαλιά. Σε πιο προχωρημένα στάδια όμως, υψηλού ανώμαλου αστιγματισμού, απαιτείται η εφαρμογή φακών επαφής, διότι με αυτό τον τρόπο το δακρυϊκό φιλμ κάτω από το φακό εξομαλύνει την ανώμαλη κερατοειδική επιφάνεια και κάνει τις φωτεινές ακτίνες να διαθλώνται ομοιόμορφα. Γενικά, ο σκοπός ενός φακού επαφής είναι να καλύψει τον ανώμαλο αστιγματισμό και την παραμόρφωση της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδή, προσφέροντας κανονική, σφαιρική οπτική επιφάνεια μπροστά από το μάτι. Ο φακός δεν αναχαιτίζει την εξέλιξη της νόσου, που από τη φύση της μπορεί να εξαφανίζει μακρές περιόδους ύφεσης. Για τη θεραπεία του κερατόκωνου έχουν χρησιμοποιηθεί οι φακοί επαφής που θα αναφερθούν παρακάτω.

Πρωτού αναφερθεί αναλυτικά ο κάθε φακός είναι σημαντικό να τονιστεί:

- Η εφαρμογή του δοκιμαστικού φακού
- Ο οδηγός για την επιλογή του

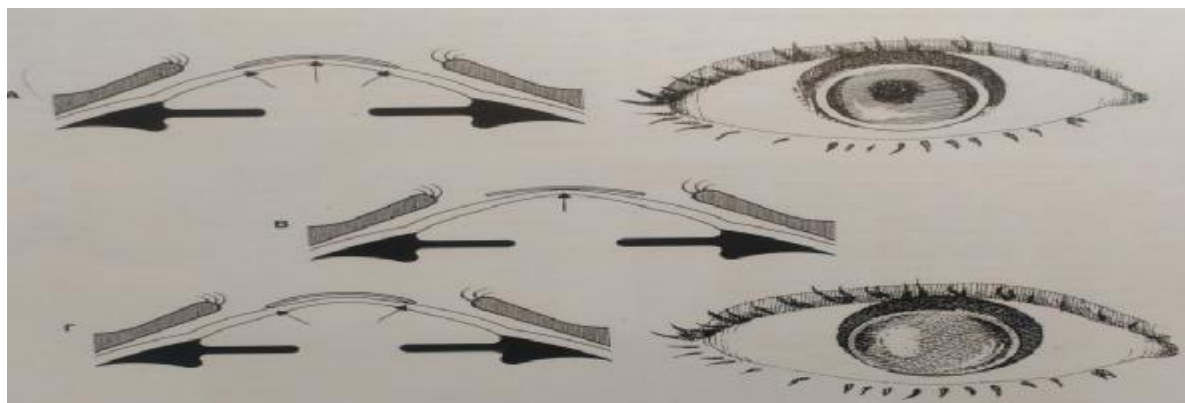
3.1.1. Η εφαρμογή του δοκιμαστικού φακού:

Στα αρχικά στάδια του κερατόκωνου για την επιλογή του φακού, χρησιμοποιούνται κερατομετρικές ενδείξεις. Η κατάσταση όμως του κερατόκωνου εξελίσσεται οπότε η κερατομετρική εικόνα γίνεται ακανόνιστη και ο κώνος πιο κυρτός από 50.00D. Επομένως, η κερατομετρία δεν μπορεί να καθορίσει την ακτίνα καμπυλότητας. Η εναλλακτική λύση είναι η εκτίμηση της εφαρμογής διάφορων δοκιμαστικών φακών, αφού τα προβλήματα προσήλωσης και τα οπτικά σφάλματα λόγω της μεταβλητότητας του κερατόκωνου δεν βοηθούν. Για να υπάρχει καλή εφαρμογή, καλό είναι να υπάρχει μια κεντρική περιοχή επαφής 2-3mm και μια λεπτή ζώνη επαφής στην περιφέρεια του φακού. Η ιδανική εφαρμογή είναι, η επαφή σε τρία σημεία, ο φακός πιέζει τον κώνο κεντρικά (χαλαρή εφαρμογή) που είναι η σκοτεινή κεντρική περιοχή με διάμετρο 2-3mm(από εκεί περνάει η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδή), με χρήση φλουορεσκεΐνης. Στήριξη στη μέση περιφέρεια (σφιχτή εφαρμογή) του κερατοειδή (σκοτεινή ενδιάμεση ζώνη). Μεταξύ των δύο σκοτεινών περιοχών, ο φακός απέχει από τον κερατοειδή, ζώνες φθορισμού(= χρήση ειδικού κίτρινου φίλτρου εμπρός από τους αντικειμενικούς φακούς του βιομικροσκοπίου, που καθιστά την εικόνα φθορισμού σαφέστερη όπως στην φλουοραγγειογραφία. Ύπαρξη φθορισμού, άρα παχιά ΟΦΔΣ, έλλειψη φθορισμού άρα έλλειψη δακρύων και επαφή φακού με τον κερατοειδή.)

Υπάρχουν τριών ειδών εφαρμογές με βάση τις κερατομετρικές ενδείξεις:

Ενσταλάζεται φλουορεσκεΐνη και εκτιμάται η σχέση φακού επαφής με τον κερατοειδή και μπορεί να υπάρχουν τρεις διαφορετικές εφαρμογές:

- Σφιχτή εφαρμογή: ολόκληρος ο φακός ακουμπά στην περιφέρεια και απέχει από την κορυφή του κώνου, αυτό προκαλεί οίδημα κερατοειδούς.
- Χαλαρή εφαρμογή: ο φακός επαφής ακουμπά στο κέντρο του κερατοειδή και απέχει από την περιφέρεια, αυτό προκαλεί βλάβη επιθηλίου του κεντρικού κερατοειδή και εφαρμόζεται ΜΟΝΟ ΣΕ ΜΕΓΑΛΟΥΣ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥΣ.
- Επαφή τριών σημείων: η περιοχή επαφής φακού επαφής-κερατοειδή είναι ευρεία. Ο φακός επαφής αγγίζει ελάχιστα την κορυφή του κώνου και δύο περιφερικά σημεία στην ενδιάμεση ζώνη. (επιθυμητή εφαρμογή)



Εικόνα 39^η: **A**, Εφαρμογή με **επαφή σε τρία σημεία** – κεντρική επαφή με τον κώνο και περιφερική επαφή. Ιδανική για τον κερατόκωνο λόγω της κατανομής του βάρους του φακού. **B**, **Χαλαρή εφαρμογή** – κεντρική επαφή με κακή επικέντρωση λόγω της κίνησης του φακού πάνω στην κορυφή του κώνου και της ανύψωσης των άκρων. **Γ**, **Σφιχτή εφαρμογή** – επαφή σε δύο σημεία με φυσαλλίδα αέρα μεταξύ του φακού και του κώνου. Η κορυφή του κώνου δεν εφάπτεται με το φακό.

Παραπομπή: Harold A.Stein, Bernard J.Slatt., Σκληροί και Μαλακοί ΦΕ πρακτικός οδηγός εφαρμογής, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.

Μετά την τελική εφαρμογή ο φακός επαφής αντικαθίσταται ΜΟΝΟ όταν υπάρχει μεγάλη επαφή και χρώση κερατοειδούς. Η τελική σχέση φακού επαφής με τον κερατοειδή σταθεροποιείται μετά από αρκετούς μήνες.

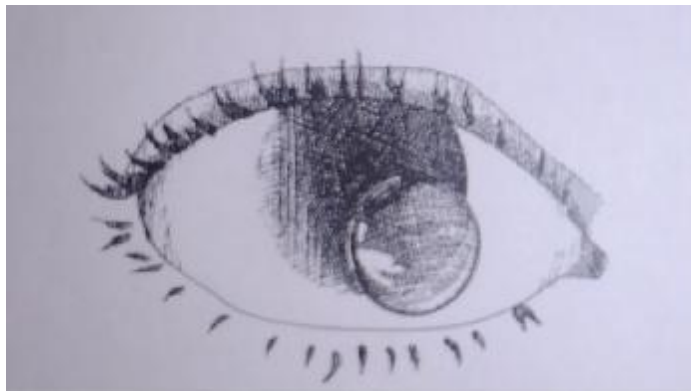
Μεγάλη σημασία όμως έχει η στενή παρακολούθηση του ασθενή με κερατόκωνο. Μετά την εφαρμογή του πρώτου φακού, ο ασθενής πρέπει να εξετάζεται κάθε εβδομάδα, γιατί ο φακός προκαλεί επιπέδωση κερατοειδή. Όσο ο κώνος επιπεδώνεται τόσο πιο επίπεδος φακός επιλέγεται. Οι αλλαγές των φακών είναι συχνές μέχρι την σταθεροποίηση της μεταβολής του σχήματος του κερατοειδή. Επιπέδωση μπορεί να υπάρξει και χωρίς αλλαγή στην διαθλαστική δύναμη του φακού, αν συμβεί αντισταθμιστική μεταβολή στη διαμόρφωση της στιβάδας των δακρύων.

3.1.2. Οδηγός για την επιλογή του φακού

- ÿ Διάμετρος
- ÿ Οπτική ζώνη
- ÿ Περιφερικές καμπυλότητες
- ÿ Διαθλαστική δύναμη

Διάμετρος:

Χρησιμοποιούνται μεγάλοι φακοί διαμέτρου 9-10mm, για να εξασφαλίζεται καλή στήριξη και σταθερότητα. Μικρότεροι φακοί με διαμέτρους από 8.0-8.50mm, έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε ήπιες μορφές κερατόκωνου, δηλαδή κάτω των 52.00D. Ο μικρότερος φακός μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν δεν παρουσιάζει μεγάλη κινητικότητα, εφαρμόζονται αρκετά σφιχτά και χρησιμοποιούνται όταν ο κώνος είναι πολύ κεντρικά, είναι ελαφρότεροι γι'αυτό και μπορούν να εφαρμοστούν πιο επίπεδα. Το πλεονέκτημα αυτό όμως μπορεί να στερήσει τη σταθερότητά τους. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό των μικρότερων φακών είναι οι δύο καμπυλότητες, με στενή την περιφερική καμπυλότητα που στηρίζεται στα άκρα της περιφέρειας του κώνου.



Εικόνα 40^η: Μικρότεροι φακοί χρησιμοποιούνται μόνο για κεντρικούς κώνους που είναι σπάνιοι. Αν ένας μικρότερος φακός εφαρμοστεί πάνω σε ένα έκκεντρο κώνο, θα γλιστράει συχνά έξω από τον κερατοειδή.

Παραπομπή: Harold A.Stein. Bernard J.Slatt., Σκληροί και Μαλακοί ΦΕ πρακτικός οδηγός εφαρμογής, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.

Οπτική ζώνη:

Το μέγεθος συνήθως της οπτικής ζώνης καθορίζεται με την εναλλαγή δοκιμαστικών φακών και τη χρήση φλουορεσκεινης. Αυτό εξαρτάται από τη θέση, τη κινητικότητα, την προβολή της κωνικής παραμόρφωσης και από το βαθμό της επαφής του φακού με τον κερατοειδή. Η οπτική ζώνη πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την κόρη σε μέσο φωτισμό και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η εκκεντρότητα της κορυφής του κώνου, που εντοπίζεται 1mm ρινικά και 1mm προς τα κάτω. Με διάμετρο κόρης 5mm χρησιμοποιείται συνήθως οπτική ζώνη 7mm.

Περιφερικές καμπυλότητες

Οι περιφερικές καμπυλότητες μπορεί να είναι τριπλές ή και πενταπλές σε προχωρημένες περιπτώσεις. Η ενδιάμεση καμπυλότητα πρέπει να είναι 1 με 2mm πιο επίπεδη από τη βασική. Η περιφερική καμπυλότητα είναι περίπου 4mm πιο επίπεδη από την ενδιάμεση. Σε προχωρημένες περιπτώσεις χρειάζονται πρόσθετες περιφερικές καμπυλότητες για να αποφευχθούν οξέα σημεία μετάπτωσης. Η διαφορά της ακτίνας μεταξύ της βασικής και της περιφερικής καμπυλότητας είναι σημαντική, δηλαδή από 45.00 με 60.00 σε 35.00 με 40.00D. Ο ρόλος των πρόσθετων καμπυλοτήτων είναι να προφυλάξει από τις απότομες αλλαγές της ακτίνας καθώς ο φακός βαθμιαία επιπεδώνεται από τη κορυφή προς την περιφέρεια.

Διαθλαστική δύναμη

Για να προσδιοριστεί η διαθλαστική δύναμη, γίνεται υποκειμενικός διαθλαστικός έλεγχος του ασθενούς ενώ φοράει ένα δοκιμαστικό φακό επαφής. Ο φακός επαφής, παρέχει στον κερατοειδή μια λεία και κανονική πρόσθια επιφάνεια οπότε επιτυγχάνεται ομοιόμορφη διάθλαση του φωτός. Αντιθέτως, με τα γυαλιά δεν μπορεί να εξουδετερωθεί ο ανώμαλος αστιγματισμός και η παραμόρφωση που συνοδεύει κερατόκωνο. Η διάθλαση μέσα από ένα φακό επαφής μπορεί να βελτιώσει την οπτική οξύτητα από 1/10 σε 7/10 ή ακόμα και σε 10/10. Η διαθλαστική δύναμη του φακού φθάνει από -5.00 μέχρι και -15.00D.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Κάποιες φορές κατά την εφαρμογή του δοκιμαστικού φακού είναι απαραίτητη η χρήση τοπικού αναισθητικού για να μειωθεί ο ερεθισμός και η δακρύρροια και να είναι πιο άνετη η εκτέλεση της διάθλασης.

3.1.3. Ειδικές εφαρμογές ΦΕ σε Κερατόκωνο

Κατηγοριοποίηση φακών επαφής:

- Μαλακοί
 - ü Μαλακοί τορικοί
 - ü Μαλακοί ασύμμετρης οπτικής και Wavefront
- Σκληροί (PMMA)
 - ü Συμβατικοί (συνεχούς κοπής)
 - ü Φακοί Soper
- Ημίσκληροι (RGP, αεροδιαπερατοί φακοί επαφής)
- Εφαρμογή Piggy back
- Σκληρικοί
- Υβριδικοί

Αναλυτικά οι φακοί επαφής:

3.1.3.1. Μαλακοί

Γενικά για τους μαλακούς ΦΕ: Τα υλικά που χαρακτηρίζονται ως μαλακά είναι η σιλικόνη, η υδρογέλη και η σιλικόνη-υδρογέλη. Η υδρογέλη είναι υδρόφιλο υλικό (HEMA=αεροδιαπερατό υδρόφιλο υλικό, το οξυγόνο δεν περνάει από τους πόρους του αλλά από το υγρό), η σιλικόνη υδρόφοβο, ελαστικό και διαπερατό σε οξυγόνο, οπότε ο συνδιασμός των δύο δίνει ένα πολύ καλό αποτέλεσμα. Οι μαλακοί φακοί προσαρμόζονται στο σχήμα του κερατοειδή, έχουν καλή μνήμη, γιατί όταν τυλιχτούν ή παραμορφωθούν από μηχανικά αίτια, το σχήμα τους επαναφέρεται στην αρχική του μορφή.

Πλεονεκτήματα μαλακών φακών:

1. Μεγαλύτερη άνεση
2. Κατάλληλοι σε περιπτώσεις εντονής δυσανεξίας στους ημίσκληρους (RGP)
3. Ιδανικοί σε περιπτώσεις έκκεντρων περιφερικών κώνων
4. Εύκολοι στην εφαρμογή τους.

Μειονεκτήματα μαλακών φακών:

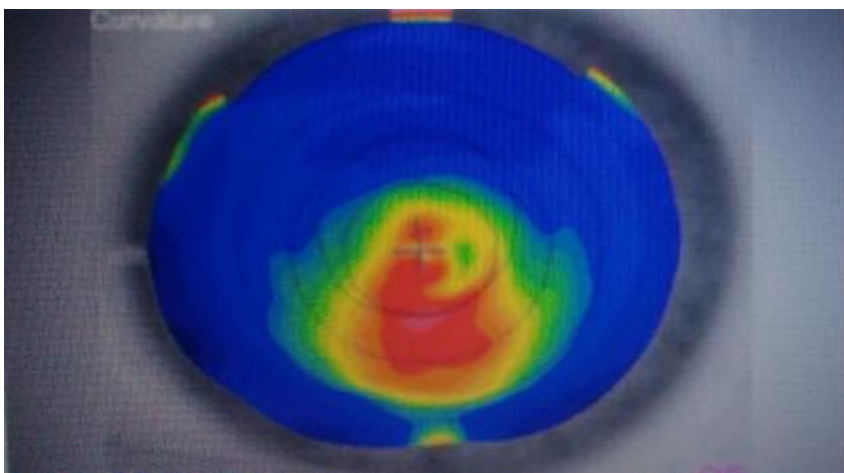
1. Αστάθεια όρασης
2. Απόκλιση στον τελικό φακό (η εφαρμογή των δοκιμαστικών φακών με χαμηλές διοπτρίες διαφέρει συνήθως σημαντικά από την εφαρμογή που θα επιτευχθεί με τους τελικούς φακούς, εάν εκείνοι έχουν μεγάλοι διοπτρικοί ισχύ, άρα κακή προβλεψιμότητα.)
3. Χαμηλό Dk/t άρα μειωμένη άνεση και υποξία.
4. Δύσκολη μετάβαση από μαλακούς σε ημίσκληρους λόγω κακής αρχικής αίσθησης.

Χαρακτηριστικά μαλακών φακών:

Οι μαλακοί φακοί είναι άνετοι, εύχρηστοι για όλους τους τύπους κερατόκωνου, για μεταμόσχευση κερατοειδούς και ανώμαλο αστιγματισμό. Οι διαθέσιμες παράμετροι, είναι:

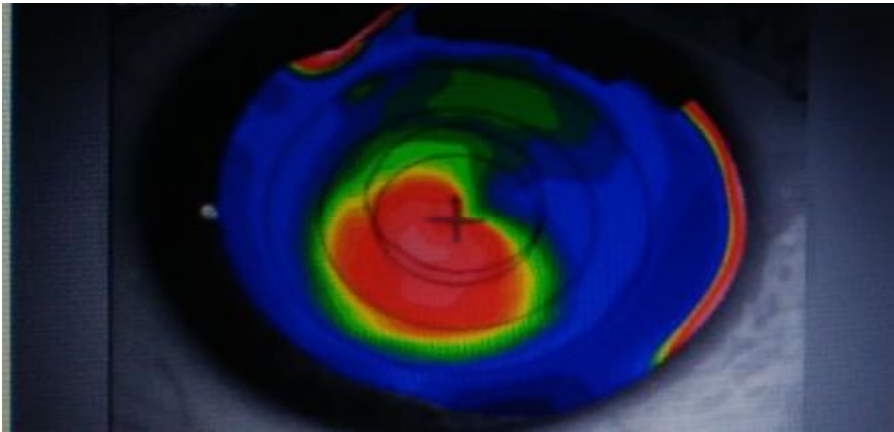
- Ακτίνες καμπυλότητας: 7.80 εως 9.60 ανα 0.10mm
- Σφαίρωμα: +25.00 εως -30.00 ανα 0.25D
- Διάμετροι: 14.50 (εως 15.00)
- Αστιγματισμός: -0.25 εως -12.00 ανα 0.25D
- Κεντρικό πάχος: 0.30 εως 0.45mm
- Υλικά: GM Advance 49%, HEMA 42% (Δευτερεύον υλικό εφόσον ζητηθεί)

Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις ανώμαλου αστιγματισμού λόγω τραύματος ή κερατοειδικής επέμβασης.



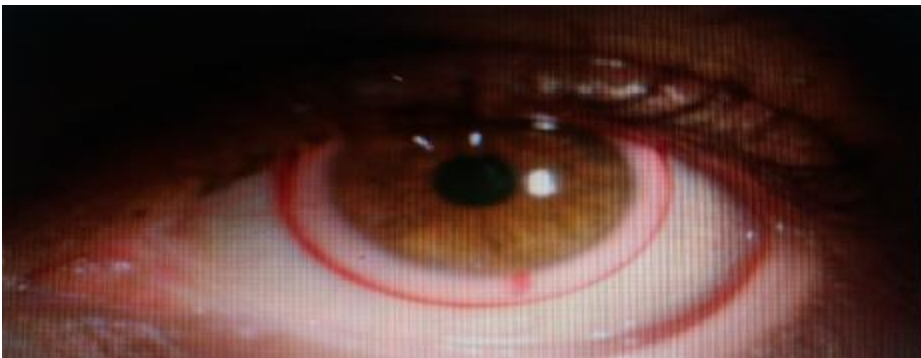
Εικόνα 41^η : Παράδειγμα τοπογραφίας κερατοειδή παράκεντρου κώνου προς τα κάτω.

Παραπομπή: www.eyear.org



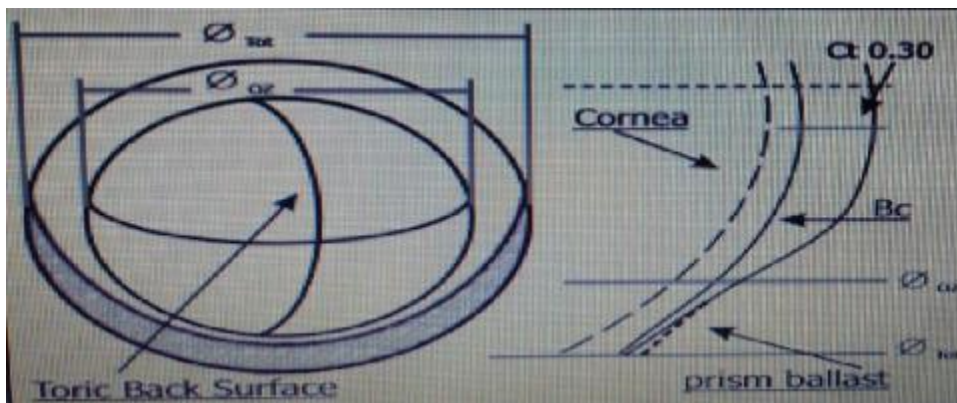
Εικόνα 42^η : Παράδειγμα τοπογραφίας κερατοειδή παράκεντρου κώνου.

Παραπομπή: www.eyear.org



Εικόνα 43^η : Παράδειγμα εκτίμησης στρέψης της χαραγμένης γραμμής στην 6^η ώρα.

Παραπομπή: www.eyear.org



Εικόνα 44^η : Σχεδιασμός πολυσφαιρικού μαλακού φακού επαφής

Παραπομπή: www.eyear.org

Ø Μαλακοί τορικοί:

Û Χρησιμοποιούνται όταν οι οφθαλμοί του ασθενούς δεν δέχονται τους σκληρούς φακούς επαφής. Χρησιμοποιούνται στα πρώτα στάδια κερατόκωνου. Ο κερατόκωνος εντοπίζεται στον κατώτερο κερατοειδή, συνήθως ρινικά ή κροταφικά, σε αντίθεση με τον μαλακό φακό επαφής που επικεντρώνεται στον κερατοειδή. Ο οπτικός άξονας του ασθενούς που βρίσκεται στην περιφέρεια του κώνου, περνάει από το κέντρο του φακού επαφής. Το δακρυϊκό φίλμ βρίσκεται κάτω από το μαλακό φακό επαφής, καλύπτει τις κερατοειδικές ανωμαλίες και παρέχει σφαιρικότερη επιφάνεια, δηλαδή σταθερή καμπυλότητα και οι ακτίνες εστιάζουν στον αμφιβληστροειδή. Μέρος του κερατοειδικού αστιγματισμού φέρεται στην πρόσθια επιφάνεια του φακού επαφής και ένα άλλο μέρος καλύπτεται από το δακρυϊκό φίλμ.

Ø Εφαρμογή μαλακών φακών επαφής, ασύμμετρης οπτικής και Wavefront.

Û Ένας υδρόφιλος φακός, ο οποίος έχει πέρα της σφαιροκυλινδρικής διόρθωσης, και διόρθωση για τα υψηλής τάξης σφάλματα. (εκτροπές)

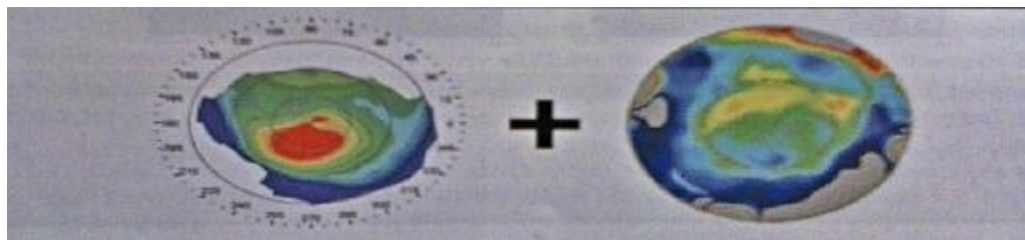
Û Εφαρμογή: Οι wave front κερατοκωνικοί φακοί επαφής ενσωματώνουν τη διόρθωση υψηλής τάξης είτε στην πρόσθια είτε στην οπίσθια επιφάνεια. Η πίσω επιφάνεια του φακού είναι ακριβές αντίγραφο της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδή, άρα αριστη εφαρμογή.

+ Αυτοί οι φακοί είναι πιο λεπτοί από τους κερατοκωνικούς φακούς, δίνουν βάση στην ενσωμάτωση της ασύμμετρης διόρθωσης, στον οπτικό του σχεδιασμό, παρά στο πάχος για να καλύψουν εκτροπές.

+ Οι wave front φακοί διορθώνουν όλες τις εκτροπές του οφθαλμού σε αντίθεση με τους σκληρούς αεροδιαπερατούς που εξουδετερώνουν μόνο εκτροπές της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας.

Û Φακοί wave front είναι: 1) unique KC της Eye art, οι οποίοι είναι υδρόφιλοι και 2) Wave contact lens system, οι οποίοι διατίθενται σε υδρόφιλα υλικά και σε σκληρά αεροδιαπερατά υλικά, αλλά δεν κυκλοφορούν στη χώρα μας.

Οι unique KC, η κυρίαρχη εκτροπή υψηλής τάξης στον κερατόκωνο είναι η αρνητική κατακόρυφη κόμη(=η αδυναμία του φακού ή του κατόπτρου να εστιάσει στην ίδια θέση ακτίνες που ξεκινούν από ένα σημείο εκτός του οπτικού άξονα. Είναι συνέπεια των διαφορετικών γωνιών που σχηματίζουν οι ακτίνες αυτές όταν συναντήσουν το δίοπτρο, το οπτικό φαινόμενο της διάθλασης.) άρα φέρουν στην οπτική ζώνη εκτός από την σφαιροκυλινδρική διόρθωση και θετική κατακόρυφη κόμη. Διατίθενται με δύο οπτικές ζώνες και έχουν πάντα πρισμοδυναμική σταθεροποίηση, για το σωστό προσανατολισμό της κόμης, ακόμα και αν δεν έχουν κύλινδρο. Σε ένα κερατοκωνικό κερατοειδή με αρνητική κατακόρυφη κόμη, εφαρμόζεται ένας μαλακός φακός με θετική κατακόρυφη κόμη.



Εικόνα 45^η: Κερατοκωνικός κερατοειδής με αρνητική κατακόρυφη κόμη, εφαρμόζεται μαλακός φακός με θετική κατακόρυφη κόμη.

Παραπομπή: Μακρυνιώτη.Δ, Κατσούλος.Κ , Φακοί Επαφής , Κλινική Πρακτική και Εφαρμογές, Β' , Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση, 2010.

Οι φακοί αυτοί είναι τρεις φορές πιο λεπτοί από τους μαλακούς κερατοκωνικούς. Για την εφαρμογή απαιτείται η εύρεση του φακού με την κατάλληλη βασική καμπυλότητα και υπερδιάθλαση(=η οπτική ισχύς του φακού που πρέπει να προστεθεί αριθμητικά στην οπτική ισχύ του φακού για να διορθώσει την αμετρωπία. Ουσιαστικά είναι η διαδικασία διάθλασης πάνω από ένα δοκιμαστικό φακό επαφής, τα αποτελέσματα της οποίας πρέπει να συνυπολογιστούν με τα δεδομένα του δοκιμαστικού φακού επαφής που έχουμε τοποθετήσει. Γίνεται με φορόπτερο ή με δοκιμαστικό σκελετό και ένα σετ φακών.) Καταλήγουμε στο ότι θα έχει καλύτερη οπτική οξύτητα από την υπερδιάθλαση, με μαλακό κερατοκωνικό φακό. Με αυτό τον τρόπο οι σκιές, η κατακόρυφη κόμη και τα διπλά είδωλα θα εξουδετερωθούν. Οι wave front φακοί απαιτούν την ύπαρξη τοπογράφου της Opticon 2000 και ο εφαρμοστής πρέπει να προμηθευτεί λογισμικό ειδικό για τη σχεδίαση φακών. Με αυτό το λογισμικό και το λογισμικό του τοπογράφου, μπορεί να σχεδιαστεί ο κατάλληλος wave φακός επαφής.

Γενικά οι ασθενείς με κερατόκωνο σπάνια ανέχονται τους φακούς τους το ίδιο καλά όπως τα άτομα με μυωπία. Η βασική καμπυλότητα συνήθως επιλέγεται αρκετά επίπεδη, 8.1 με 8.4mm και η διάμετρος μεγάλη, 13 με 14mm για να εξασφαλίζεται σταθερή εφαρμογή του φακού. Καλή θεωρείται η εφαρμογή όταν ο φακός επικεντρώνεται ικανοποιητικά και παρουσιάζει ελάχιστη κινητικότητα. Αν ο φακός δεν επικεντρώνεται, αυξάνεται η διάμετρος ή γίνεται πιο κυρτή η βασική καμπυλότητα. Αν στην περιοχή του κώνου παγιδευτεί μια φουσαλίδα (σφιχτή εφαρμογή) θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας πιο επίπεδος φακός.

Βασικές οδηγίες εφαρμογής μαλακών φακών επαφής:

Βήμα 1^ο: Εφαρμόζεται ο φακός 8.50 και ελέγχεται η εφαρμογή σε 5 λεπτά. Εάν η εφαρμογή είναι ικανοποιητική μένει ο χρήστης για επιπλέον 15 λεπτά με τον φακό. Εάν η εφαρμογή είναι σφιχτή εφαρμόζεται ο φακός με καμπυλότητα 8.70 και επαναλαμβάνεται το βήμα 1. Εάν η εφαρμογή είναι χαλαρή εφαρμόζεται ο φακός με καμπυλότητα 8.30 και επαναλαμβάνεται το βήμα 1.

Βήμα 2^ο: Ελέγχεται η χαραγμένη γραμμή του φακού στην 6η ώρα για τυχόν στρέψη.

Βήμα 3^ο: Γίνεται υπερδιάθλαση.

Βήμα 4^ο: Γίνεται παραγγελία του φακού δίνοντας τα εξής στοιχεία:

- Διαγνωστικός φακός που χρησιμοποιήθηκε
- Υπερδιάθλαση
- Τυχόν στρέψη (καταγράφεται η φορά κίνησης της γραμμής και το εύρος της στρέψης, πχ ΟΔ 10 μοίρες ρινικά)
- Υλικό κατασκευής.

Έλεγχος εφαρμογής μαλακών φακών

- Εφαρμόζεται ο δοκιμαστικός φακός και ελέγχεται μετά από 15 λεπτά

ΣΤΗΝ ΛΥΧΝΙΑ:

Ο φακός πρέπει να έχει κάθετη κίνηση κατά τον βλεφαρισμό 0.20 έως 0.80 mm. Πρέπει να επικεντρώνεται ικανοποιητικά. Όταν ο χρήστης κοιτάει προς τα επάνω και βλεφαρίζει δεν πρέπει το άκρο του φακού να φθάνει στο σκληροκερατοειδικό όριο.

ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Μέθοδος push-up. Κρατούνται τα βλέφαρα ανοιχτά ώστε να μην ακουμπάνε τον φακό. Με το κάτω βλέφαρο σπρώχνετε τον φακό προς τα επάνω. Παρατηρείτε την κίνηση επαναφοράς του φακού στην επικεντρωμένη θέση. Στην κανονική εφαρμογή ο φακός επανέρχεται στη θέση του με ομαλή κίνηση προς τα επάνω. Στην σφιχτή εφαρμογή ο φακός επανέρχεται στην θέση του είτε πολύ αργά ή με γρήγορη κίνηση που σταματάει απότομα. Στην χαλαρή εφαρμογή ο φακός επανέρχεται στην θέση του γρήγορα και ξεπερνάει προς τα κάτω την σωστά επικεντρωμένη θέση μπροστά από τον κερατοειδή.

Επιλογές εφαρμογής

Για την επιλογή των ιδανικών μαλακών φακών ελέγχεται, η καμπυλότητα του φακού με μακροσκοπική παρατήρηση. Όταν είναι σφιχτή αυξάνεται συνήθως κατά 0.20mm, ενώ σε χαλαρή εφαρμογή μειώνεται κατά 0.20mm. Η διάμετρος του φακού ελέγχεται (πέρα από τα 2 mm επιπλέον του κερατοειδή) με την λυχνία. Εφόσον έχει επιλεγεί την σωστή καμπυλότητα, όταν κατά τον βλεφαρισμό το άκρο του φακού ακουμπάει το σκληροκερατοειδικό (ΣΚΟ) όριο, αυξάνουμε την διάμετρο κατά 0.50 mm.

Διαγνωστικό σετ εφαρμογής:

τρεις φακοί των 8.30, 8.50, 8.70.

ΔΕΝ ΕΝΔΕΪΚΝΥΤΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΛΑΚΩΝ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

- i. Η διάθλαση δεν είναι ακριβής
- ii. Υπάρχει στρέψη και πρέπει να διορθωθεί (μεγαλύτερη των 10 μοιρών για αстиγματισμό έως 2.00 D και μεγαλύτερη των 5 μοιρών για μεγαλύτερο αстиγματισμό των 2.00 D)
- iii. Σφιχτή ή χαλαρή εφαρμογή που επηρεάζει την σταθερότητα του οπτικού αποτελέσματος λόγω κίνησης ή αλλοίωση της οπτικής ζώνης αντίστοιχα.
- iv. Ο κερατοειδικός ή εσωτερικός αстиγματισμός είναι μεγαλύτερος από αυτόν που μπορεί να καλύψει η ενισχυμένη σε πάχος οπτική ζώνη του φακού

3.1.3.2. Σκληροί ΦΕ

Γενικά, οι σκληροί ΦΕ προήλθαν από το υλικό PMMA, που αποτέλεσε το πρώτο μη γυάλινο υλικό φακού επαφής. Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το PMMA είναι η καλή μηχανική του αντοχή και η θερμοπλαστική του ιδιότητα. Διαθέτει καλή ικανότητα διαβροχής της επιφάνειας του είναι εύκολο στη επεξεργασία και στην απολύμανση, αλλά πρακτικά μη διαπερατό από οξυγόνο. Η ιδανική εφαρμογή (επαφή σε τρία σημεία) ενός διορθωτικού σκληρού φακού είναι όταν ο φακός εφάπτεται ελαφρά στη κορυφή του κώνου και στηρίζεται στον περιφερικό κερατοειδή όπου υπάρχει ελάχιστη λέπτυνση. Σε περιπτώσεις που οι φακοί εφαρμόζουν πολύ επίπεδα (χαλαρή εφαρμογή), πιθανόν να υπάρξουν εκδορές του επιθηλίου, όπως και όταν αφήνεται μια μικρή απόσταση μεταξύ φακού και κορυφής του κώνου (σκληρή εφαρμογή), θα οδηγήσει σε σημαντικό βαθμό λίμναση των δακρύων γύρω από την περιφέρεια του κώνου λόγω της μεγάλης ανύψωσης της κωνικής περιοχής. Η λίμναση αυτή θα οδηγήσει συχνά σε θόλωση της όρασης, σχηματισμό φυσαλλίδων κάτω από το φακό επαφής και σε κακή αντοχή. Στον κερατόκωνο οι σκληροί φακοί επαφής που χρησιμοποιούνται είναι οι συμβατικοί ΦΕ (συνεχούς κοπής) και οι φακοί Soper.

Αναλυτικά για τον καθένα:

ü Συμβατικοί Φακοί επαφής (συνεχούς κοπής, διετούς διάρκειας)

Διάμετρος:

- i. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν φακοί μεγάλης διαμέτρου που ήταν κυρτοί στο τμήμα της οπίσθιας επιφάνειάς τους, η οποία δεχόταν τον κώνο του κερατοειδούς, και πίεζαν την ενδιάμεση ζώνη του, με αποτέλεσμα την λύμναση της φλουορεσκεΐνης στο κέντρο.
- ii. Πλέον χρησιμοποιούνται φακοί μικρότεροι με περίπου ίδια διάμετρο με αυτή του κώνου και η επαφή του φακού επαφής με την ενδιάμεση ζώνη είναι μικρή.
- iii. Ο φακός αγγίζει την κορυφή του κώνου και δύο σημεία της μέσης περιφέρειας σε οποιαδήποτε κερατοειδικό μεσημβρινό.

Ο κερατόκωνος καθορίζει η διάμετρο του φακού που θα τοποθετηθεί.

Οπτική ζώνη:

Η οπτική ζώνη του φακού θα πρέπει εκτός από τον κώνο να καλύπτει και την κόρη σε συνθήκες φωτισμού.

Κεντρική οπίσθια καμπυλότητα:

Είναι λίγο πιο επίπεδη από την καμπυλότητα του κώνου με σκοπό την επαφή σε τρία σημεία.

Ενδιάμεση οπίσθια καμπυλότητα, διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

- i. Μικροί κερατόκωνοι, σε αυτούς εφαρμόζονται μικρής διαμέτρου φακοί επαφής, έχουν δύο περιφερικές ακτίνες καμπυλότητας, μια ενδιάμεση 1-2mm πιο επίπεδη από την κεντρική.
- ii. Μεγάλοι κερατόκωνοι, σε αυτούς εφαρμόζονται μεγάλης διαμέτρου φακοί επαφής. Η ενδιάμεση ζώνη έχει μέχρι και 5 καμπυλότητες. Όσο περιφερικότερα τόσο πιο επίπεδος ο φακός επαφής. Σημαντική διαφορά μεταξύ της καμπυλότητας της κεντρικής και της περιφερικής ζώνης (60-40Δ)

Û Φακοί Soper

Η οπίσθια επιφάνεια έχει δύο καμπυλότητες, μια κεντρική και μία περιφερική, οι οποίες είναι κομμένες με τόρνο.(= τόρνο κοπής 1ο στάδιο παίρνουμε τον ακατέργαστο πρότυπο φακό, 2ο στάδιο τοποθετούμε τον πρότυπο στο τόρνο, 3ο στάδιο διαδικασία κοπής. Κατασκευάζει σκληρούς, μαλακούς φακούς. Για τους μαλακούς φτιάχνει πρώτα ένα σκληρό και μετά οι φακοί περνούν ένα κύκλο ενυδάτωσης απορροφούν H₂O και αυξάνονται σε διαστάσεις μήκους και καμπυλότητας.) Το κεντρικό μέρος της οπίσθιας επιφάνειας, παράγεται με διάφορες ακτίνες καμπυλότητας. Το περιφερικό έχει πάντοτε την ίδια ακτίνα καμπυλότητας. (7,5 mm , 45D)

- + Καλύτερη ποιότητα όρασης, γιατί είναι φτιαγμένος με τόρνο.
- + Έχει μοναδική ακτίνα καμπυλότητας της περιφέρειας του, άρα δεν έχει τόσες παραμορφώσεις, σε αντίθεση με τους συμβατικούς σκληρούς φακούς επαφής που έχουν πολλαπλές καμπυλότητες.
- + Η διάμετρος κεντρικής ζώνης μπορεί να είναι ίση με τον κώνο.
- + Η εφαρμογή είναι πιο απλή.

Ο φακός Soper, είναι ο φακός που προτιμάται για εφαρμογή στον κερατόκωνο, λόγω των εξαιρετικών του αποτελεσμάτων, σε ήπιες και προχωρημένες περιπτώσεις. Προσοχή στην αυξομείωση του ύψους του τόξου (η απόσταση από το τέλος του κώνου μέχρι και εκεί που αγγίζει) και με την επιλογή της κατάλληλης βασικής καμπυλότητας και του κατάλληλου μεγέθους. Η διαθλαστική δύναμη του φακού καθορίζεται με συμπληρωματική διάθλαση, πάνω απ' αυτόν. Ο έλεγχος για τη εξέλιξη του κώνου μπορεί να διαπιστωθεί με χρώση φλουορεσκεΐνης, και μπορεί να δείξει συγκέντρωση φλουορεσκεΐνης στην κορυφή του κώνου καθώς και παρουσία μεγαλύτερων εκδορών. Όταν συμβεί αυτό σημαίνει ότι ο κώνος προχώρησε προς τα εμπρός και ακουμπάει στο φακό. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι αναγκαία η παραγγελία νέου φακού με μεγαλύτερο ύψος τόξου.

Η οπίσθια κεντρική καμπυλότητα του φακού αυτού έχει κατασκευαστεί πιο κυρτή για να περιβάλλει τον κώνο του κερατοειδούς και μια πιο επίπεδη περιφερική ζώνη, για να στηρίζεται στον πιο φυσιολογικό κερατοειδή γύρω από τον κώνο.



Εικόνα 46^η: Α.Φακός Soper για κερατόκωνο. Υπάρχει μια κυρτή κεντρική οπίσθια καμπυλότητα και μια πολύ πιο επίπεδη ζώνη γύρω απ' αυτήν. Β. Φακός Soper πάνω σ'ένα μετρίου βαθμό κερατόκωνο.

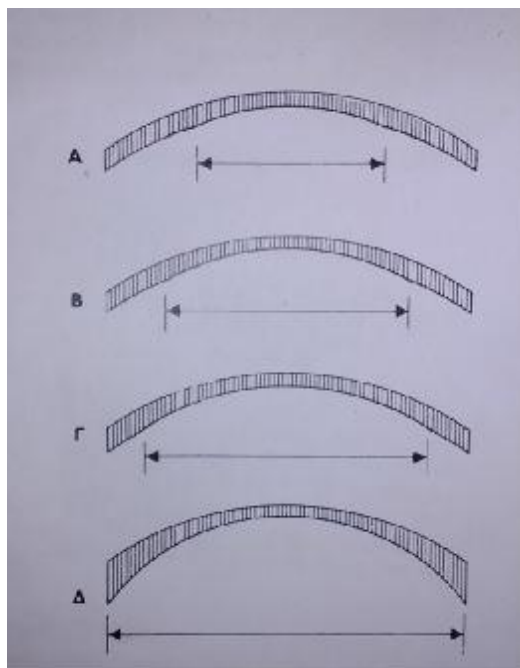
Παραπομπή: Harold A.Stein.Bernard J.Slatt., Σκληροί και Μαλακοί ΦΕ πρακτικός οδηγός εφαρμογής, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.

Η εφαρμογή των σκληρών φακών Soper γίνεται με τη βοήθεια μιας δοκιμαστικής σειράς φακών με βασικές καμπυλότητες από 48.00 μέχρι και 60.00D και διαμέτρους από 7.5 μέχρι 9.5mm. Αυξάνοντας το μέγεθος του φακού και διατηρώντας σταθερή την ακτίνα της βασικής καμπυλότητας, ο θόλος που σχηματίζει ο φακός αυξάνει. Καλή εφαρμογή(επαφή σε τρία σημεία) θεωρείται όταν ο φακός εφάπτεται σ'όλο το μήκος της περιφέρειας και ελάχιστα ή καθόλου στη κορυφή του κώνου, όπως εξακριβώνεται με φλουορεσκεΐνη. Μια κεντρική φυσαλλίδα αέρα(σκληρή εφαρμογή) δείχνει ότι ο φακός είναι πολύ κυρτός. Μεγάλη κεντρική περιοχή επαφής(χαλαρή εφαρμογή) δείχνει πολύ επίπεδη εφαρμογή του φακού πάνω στον κώνο.

Ύψος θόλου (mm)	Όπισθα κεντρική καμπυλότητα (OKK)	Διαθλαστική δύναμη (D)	Διάμετρος φακού (mm)	Πάχος (mm)	Διάμετρος ΟΚΚ (mm)
0.68	48/43	- 4.50	7.5	0.1	6.0
0.73	52/45	- 8.50	7.5	0.1	6.0
0.80	56/45	-12.50	7.5	0.1	6.0
0.87	60/45	-16.50	7.5	0.1	6.0
1.00	52/45	- 8.50	8.5	0.1	7.0
1.12	56/45	-12.50	8.5	0.1	7.0
1.22	60/45	-16.50	8.5	0.1	7.0
1.37	52/45	- 8.50	9.5	0.1	8.0
1.52	56/45	-12.50	9.5	0.1	8.0
1.67	60/45	-16.50	9.5	0.1	8.0

Εικόνα 47^η: Δοκιμαστική σειρά κερατοκωνικών φακών Soper.

Παραπομπή: Girard, L.J., editor: Corneal contact lenses, ed. 2. St. Louis, 1970, The C.V. Mosby Co. Στη δοκιμαστική αυτή σειρά το ύψος του θόλου αυξάνεται ώστε να καλύπτει όλο και πιο κυρτούς κερατοειδείς.



Εικόνα 48^η: Φακός Soper. Αύξηση στο ύψος του θόλου μπορεί να γίνει με αύξηση της διαμέτρου του φακού. Οι βασικές καμπυλότητες Α,Β,Γ,Δ είναι ίδιες.

Παραπομπή: Harold A.Stein.Bernard J.Slatt., Σκληροί και Μαλακοί ΦΕ πρακτικός οδηγός εφαρμογής, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.

3.1.3.3. Ημίσκληροι

Η ονομασία των ημίσκληρων ή αλλιώς σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής (RGP) προέκυψε από τα υλικά κατασκευής που είναι άκαμπτα πολυμερή (σκληρά) MMA (μεθυλ-μεθα-ακρυλικό) ενώ παράλληλα επιτρέπουν τη διάδοση O₂ στον κερατοειδή (αεροδιαπερατά). Οι αεροδιαπερατοί φακοί επαφής λόγω της μεγάλης διαπερατότητας σε O₂ προσφέρουν καλύτερη οξυγόνωση του κερατοειδή και πολλές φορές αποτελούν τη διάδοχη κατάσταση στους μαλακούς σε περιπτώσεις υποξίας(= παθολογική κατάσταση κατά την οποία ολόκληρο το σώμα ή ένα μέρος του στερείται επαρκούς οξυγόνωσης). Λόγω της χαμηλής απορροφητικότητας σε H₂O υπάρχουν ελάχιστες πιθανότητες να προκληθεί μόλυνση και γι'αυτό αποτελούν την ιδανική επιλογή σε περιπτώσεις εμφάνισης αλλεργιών στα συντηρητικά των διαλυμάτων καθαρισμού των φακών επαφής. Οι ημίσκληροι φακοί επαφής χρησιμοποιούνται συνήθως για τη διόρθωση υψηλών και ανώμαλων αστιγματισμών, για περιπτώσεις κερατόκωνου ή μετά από μεταμόσχευση κερατοειδή για την επίτευξη καλύτερης όρασης, με την επιπέδωση της ανομιόμορφης γεωμετρίας του κερατοειδή.

Η διαφορά των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής από τους μαλακούς είναι, η περίοδος προσαρμογής που απαιτείται για να αισθανθεί άνεση ο χρήστης γι'αυτό και είναι βασική η εκπαίδευση και οι σαφείς οδηγίες από τον επαγγελματία εφαρμοστή.

Ø Κερατοκωνικοί ημίσκληροι φακοί επαφής

Οι πιο συνηθισμένοι φακοί επαφής είναι: οι ημίσκληροι ασφαιρικοί και οι ημίσκληροι ασφαιρικοί με αστιγματικό προφίλ περιφέρειας. Οι ημίσκληροι ασφαιρικοί, αποτελούν φακό πρώτης επιλογής όταν ο κερατοειδικός αστιγματισμός είναι έως 1.50D. Ο ελλειπτικός σχεδιασμός του εφαρμόζει με απόλυτη συμφωνία με το σχήμα του κερατοειδή, ώστε να επιτυγχάνεται άνεση στο χρήστη για όλες τις ώρες της ημέρας. Οι ημίσκληροι ασφαιρικοί σε συνδιασμό με αστιγματικό προφίλ περιφέρειας, συστήνεται όταν η οπτική απόδοση του φακού είναι ικανοποιητική, αλλά ο εφαρμοστής επιθυμεί καλύτερη σταθεροποίηση του φακού λόγω κερατοειδικού αστιγματισμού μεγαλύτερο από 1.50D.

Διαθέσιμες παράμετροι ημίσκληρων φακών επαφής:

Ακτίνες καμπυλότητας: 7.00 έως 8.60 ανα 0.10mm

Διοπτρίες: +35.00 έως -35.00 ασφαιρικός ανα 0.25D

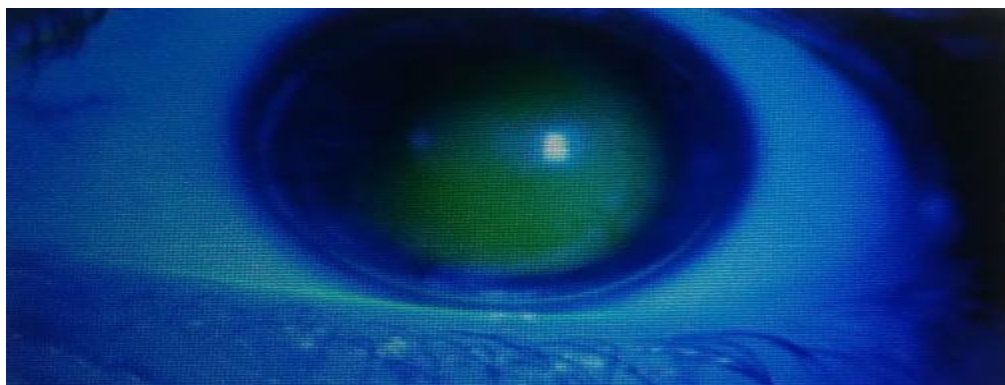
Υλικά: Optimum extreme, optimum extra, Boston XO, Optimum Hi refractive index, Paragon FSA 52

Ø Σφαιρικοί ημίσκληροι κερατοκωνικοί φακοί επαφής

Είναι απαραίτητοι σε υψηλότερους βαθμούς αστιγματισμού, εξομαλύνοντας την πρόσθια οφθαλμική επιφάνεια. Η εφαρμογή τους εκτός από τη διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος, σκοπό έχει και την καθυστέρηση της εξέλιξης της πάθησης με την άσκηση κάποιου βαθμού πίεσης στον κώνο. Μοιάζουν με τους σκληρούς φακούς αλλά είναι πολύ πιο ασφαλείς, επειδή επιτρέπουν την διέλευση οξυγόνου O₂ μέσα από το φακό και επάνω στον κερατοειδή. Δεν χρειάζονται συχνή αντικατάσταση όπως οι μαλακοί αλλά απαιτούν περισσότερο χρόνο προσαρμογής. Οι ημίσκληροι είναι συνήθως σφαιρικοί στην καμπυλότητα. Η εφαρμογή τους είναι σχετικά απλή. Αλλά χρειάζεται εξικώωση και εμπειρία. Στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν καλά οπτικά αποτελέσματα. Η καλύτερη επικέντρωση του φακού είναι σημαντική. Με τη χρώση φλουορεσεΐνης πριν από την τοποθέτηση του φακού στον οφθαλμό, διευκολύνεται η εκτίμηση της εφαρμογής. Τα πρόβλημα είναι η ήπια μέχρι και έντονη δυσανεξία που προκαλούν, λόγω του υλικού τους και της κακής σχέσης τους με τον παραμορφωμένο κερατοειδή. Στις εφαρμογές που έχουν μεγάλη διάμετρο οπτικής ζώνης, το αποτέλεσμα της εφαρμογής είναι είτε σε μικρή ή σε μεγάλη ανάλογα με το πόσο στενή είναι η εφαρμογή, λίμναση δακρύων στη βάση του κώνου.

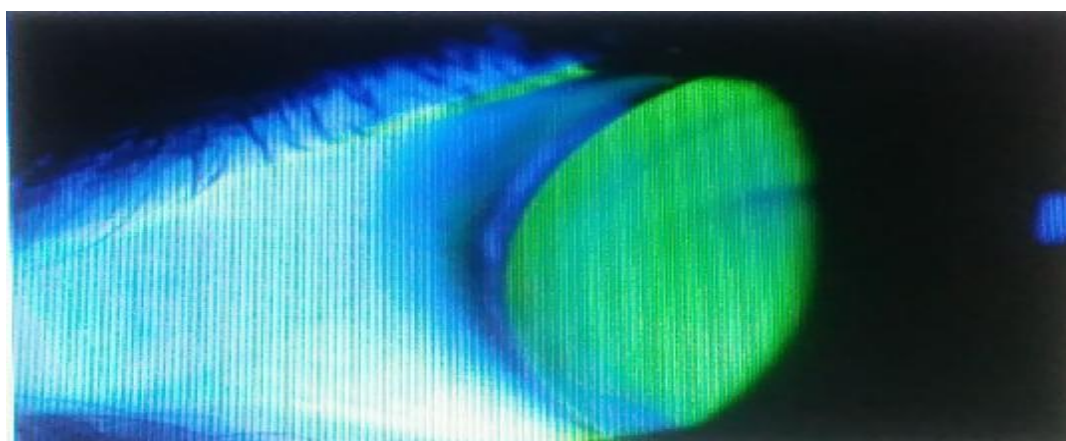
Ø Ασφαιρικοί κερατοκωνικοί φακοί επαφής

Υπάρχουν και οι ασφαιρικοί(= η οπίσθια επιφάνεια είναι ελλειπτική αντι σφαιρική, μειώνουν τις σφαιρικές εκτροπές όταν και η πρόσθια επιφάνεια είναι ασφαιρική. Προσφέρουν ομοιόμορφη δακρυϊκή στιβάδα, δεν πιέζουν τον κερατοειδή από την περιφέρεια του φακού και δεν προκαλούν νεοαγγειώση. Οι ασφαιρικές επιφάνειες έχουν στην περιφέρεια μικρότερη διαθλαστική ισχύ άρα μικρότερη καμπυλότητα και το πάχος είναι μικρότερο άρα λεπτότερος φακός.) ημίσκληροι φακοί που γίνονται πιο επίπεδοι στην περιφέρεια και προτιμώνται σε περιπτώσεις ήπιου και μέσου κερατόκωνου. Οι φακοί αυτοί έχουν ειδικά προσαρμοσμένο εύρος οπτικής ζώνης, σύμφωνα με τη βαρύτητα του κερατόκωνου, ώστε να προστατεύεται η κορυφή του κώνου από την επαφή με το φακό. Με τον τρόπο αυτό έρχονται σε ήπια επαφή με την κορυφή του κώνου και εφάπτονται στον πιο φυσιολογικό περιφερικό κερατοειδή. Αυτό επιτυγχάνεται με κάποια δυσκολία, όταν η κορυφή του κώνου βρίσκεται χαμηλά και κροταφικά, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την παρεκτόπιση του φακού προς τα κάτω. Οι περισσότεροι ασθενείς όμως δεν ενοχλούνται με αυτό. Ακόμα και με σχετικά ικανοποιητική εφαρμογή εξασφαλίζεται ελεύθερη κεντρική περιοχή και άρα μικρότερη λύμναση δακρύων, που οφείλεται στη μεγάλη βαθμού εμφάνιση δυσανεξίας. Οι ασφαιρικοί φακοί υπερτερούν από τους συμβατικούς αεροδιαπερατούς κερατοκωνικούς φακούς επαφής. Λόγω της μεγάλης διαπερατότητας (υψηλό Dk) του υλικού κατασκευής τους και της μικρής διαμέτρου τους, οι φακοί αυτοί φαίνεται ότι προσφέρουν αυξημένη άνεση σε ασθενείς ακόμη και με προχωρημένο κερατόκωνο. η πρόοδος τόσο στο σχεδιασμό των φακών επαφής όσο και στα υλικά αυτών, οδήγησε σε αύξηση του ποσοστού των ασθενών που έμεναν ευχαριστημένοι με την όρασή τους φορώντας φακούς επαφής. Υπάρχουν όμως και προβλήματα λόγω της μεγάλης ποικιλίας των τοπογραφικών δεδομένων του κερατοειδή που υπάρχουν σε κάθε ασθενή. Επιπλέον, η αλλεργική ευαισθησία και η ήπια αλλά χρονίζουσα επιθηλιοπάθεια (δηλαδή μικρές αλλοιώσεις σαν σημειακά γδαρσίματα), προκαλεί δυσανεξία στους χρήστες φακών επαφής. Η δυσανεξία επιτείνεται από τη χρήση φακών επαφής που δεν έχουν εφαρμοστεί σωστά ή που λόγω σχήματος προκαλούν βλάβη στην κορυφή και τη βάση του κώνου.



Εικόνα 49^η: παράδειγμα σφιχτής εφαρμογής (steep fitting) σε ημισκληρους ασφαιρικούς

Παραπομπή: www.eyear.org



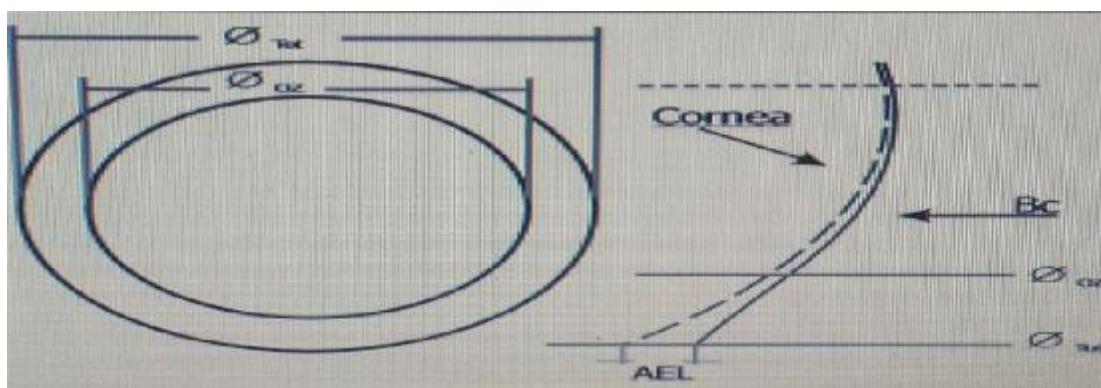
Εικόνα 50^η: παράδειγμα χαλαρής εφαρμογής (flat fitting) σε ημισκληρους ασφαιρικούς

Παραπομπή: www.eyear.org



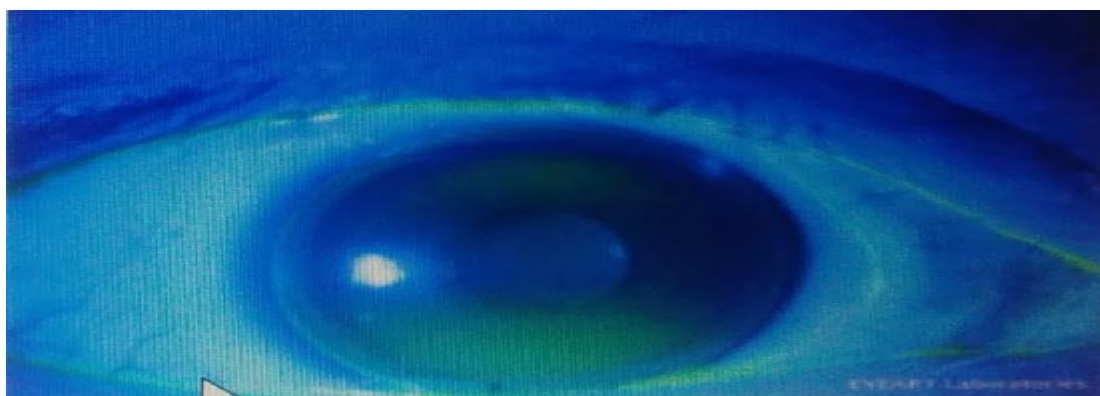
Εικόνα 51^η: παράδειγμα κανονικής εφαρμογής σε ημισκληρούς ασφαιρικούς

Παραπομπή: www.eyearart.org



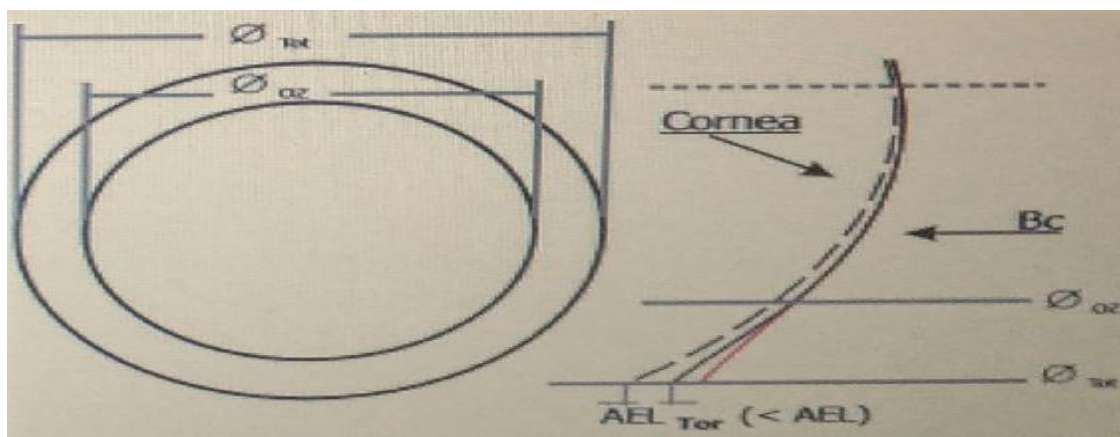
Εικόνα 52^η: Σχεδιασμός ασφαιρικούς ημισκληρού φακού επαφής

Παραπομπή: www.eyearart.org



Εικόνα 53^η: παράδειγμα κανονικής εφαρμογής σε ημισκληρούς ασφαιρικούς αστιγματικούς φακούς επαφής.

Παραπομπή: www.eyearart.org



Εικόνα 54^η: σχεδιασμός ασφαιρικού τορικού ημισκληρου φακού επαφής

Παραπομπή: www.eyear.org

Οδηγίες εφαρμογής ημισκληρων φακών επαφής:

- Δοκιμαστική εφαρμογή

Αν βρέθηκε φακός με ικανοποιητική εφαρμογή τότε:

Βήμα 1^ο: Εφαρμόζουμε τον φακό πιο κοντά στην πιο επίπεδη κερατοειδική ένδειξη. Παράδειγμα, κερατομετρικές ενδείξεις 8.00 και 7.70. επιλέγουμε τον φακό 8.00/- 5.00/9.80

Βήμα 2^ο: Κάνουμε σφαιρική υπερδιάθλαση και καταγράφουμε την οπτική οξύτητα.

Βήμα 3^ο: Σχεδιασμός νέου δοκιμαστικού φακού επαφής και παραγγελία με βάση την υπερδιάθλαση.

- Αν εφαρμόζει ικανοποιητικά ο νέος δοκιμαστικός φακός και η όραση είναι ικανοποιητική.

Βήμα 4^ο: Παράδοση του φακού αν είναι κατασκευασμένος από το τελικό υλικό κατασκευής. Αν είναι κατασκευασμένος από το υλικό δοκιμής παραγγελία του ίδιου φακού στο υλικό επιλογής.

- Συνοπτικά τα βήματα που ακολουθούνται για την παραγγελία:
 1. Διαγνωστικός φακός που χρησιμοποιήθηκε
 2. Σφαιρική υπερδιάθλαση
 3. Υλικό κατασκευής

Στους ημίσκληρους ασφαιρικούς αστιγματικούς φακούς επαφής, το επιπλέον για τη παραγγελία είναι οι κερατομετρικές ενδείξεις για να υπολογιστεί η τορική περιφέρεια ή φωτογραφίες εφαρμογής.

- Περίπτωση φακού με καλή εφαρμογή αλλά κακή όραση, τότε γίνεται εκ νέου σχεδιασμός δοκιμαστικού φακού επαφής και παραγγελία του. Στην ίδια περίπτωση και όταν η εφαρμογή του δοκιμαστικού φακού δεν είναι καλή, επαναλαμβάνεται το βήμα σχεδίασης νέου φακού, μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Έλεγχος εφαρμογής:

Εφαρμόζεται ο διαγνωστικός φακός και ελέγχεται μετά από 15 λεπτά με την ενστάλαξη φλουροσκεΐνης.

Στη Λυχνία

Ο φακός πρέπει να έχει κάθετη κίνηση κατά τον βλεφαρισμό 0.20 έως 0.80 mm. Πρέπει να επικεντρώνεται ικανοποιητικά. Όταν ο χρήστης βλεφαρίζει ο φακός πρέπει να κάνει κίνηση προς τα επάνω (ακουμπώντας στο βλέφαρο και να επανέρχεται στην κανονική θέση). Η φλουροσκεΐνη πρέπει να υπάρχει κάτω από όλη την επιφάνεια του φακού κατά τον βλεφαρισμό ώστε να μην πιέζεται ο κερατοειδής. Το ιδανικό πάχος του δακρυϊκού φιλμ είναι 0.20 mm το οποίο εμφανίζεται ως ελαφριά πράσινη χρώση. Η περιφέρεια του φακού (0.50-1.00 mm από το άκρο) είναι πιο ανυψωμένη, οπότε υπάρχει πιο έντονη χρώση των δακρύων.

Μέθοδος Push up

Κρατούνται τα βλέφαρα ανοιχτά ώστε να μην ακουμπάνε τον φακό. Με το κάτω βλέφαρο σπρώχνουμε τον φακό προς τα επάνω. Παρατηρούμε την κίνηση επαναφοράς του φακού στην επικεντρωμένη θέση. Στην κανονική εφαρμογή ο φακός επανέρχεται στη θέση του με ομαλή κίνηση προς τα κάτω. Στην σφιχτή εφαρμογή ο φακός επανέρχεται στην θέση του είτε πολύ αργά ή με γρήγορη κίνηση που σταματάει απότομα. Στην χαλαρή εφαρμογή ο φακός επανέρχεται στην θέση του γρήγορα και περιστροφικά. Συχνά ξεπερνάει προς τα κάτω την σωστά επικεντρωμένη θέση μπροστά από τον κερατοειδή.

Επιλογές εφαρμογής

Για την επιλογή των ιδανικών ημίσκληρων φακών επαφής ελέγχεται, η καμπυλότητα του φακού με την σχισμοειδή λυχνία και γίνεται χρήση φλουροσκεΐνης. Όταν είναι σφιχτή αυξάνουμε συνήθως κατά 0.10 mm. Ανάλογα μειώνουμε κατά 0.10 mm όταν είναι χαλαρή. Η διάμετρος του φακού ελέγχεται με την λυχνία. Η ιδανική διάμετρος για τις συνήθεις εφαρμογές είναι 2 mm μικρότερη από την ορατή διάμετρο κερατοειδή.

- Για τους λιγότερο έμπειρους εφαρμοστές συστήνεται να δοκιμάζεται και ένας διαγνωστικός φακός πιο χαλαρός (μεγαλύτερη καμπυλότητα) και ένα πιο σφιχτός (μικρότερη καμπυλότητα) ώστε να παρατηρηθούν οι διαφορές και να επιλεγεί η καλύτερη λύση.

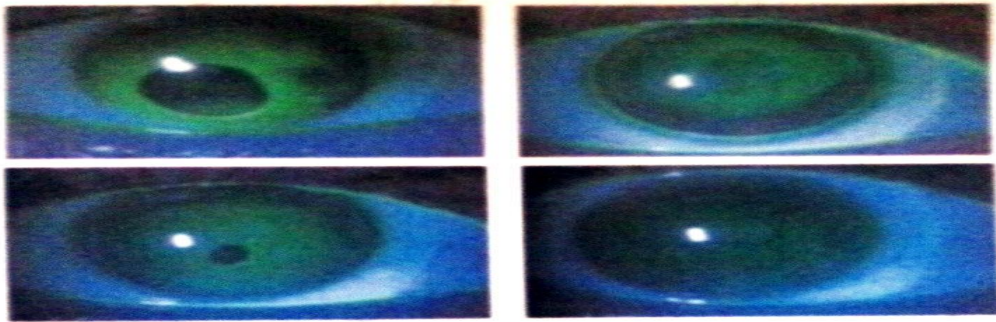
Διαγνωστικό σετ εφαρμογής

9 φακοί από 7.20 εως 8.4

3.1.3.4. Εφαρμογή Piggy back

Έχει διαπιστωθεί ότι οι υδρόφιλοι φακοί είναι χρήσιμοι στη θεραπεία του κερατόκωνου. Αν και ένας τέτοιος φακός φυσιολογικά δεν διορθώνει αστιγματισμό, έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει τρεις ή τέσσερις φορές τον αστιγματισμό του κερατόκωνου και να κάνει εύκολη υπόθεση τη συμπληρωματική διόρθωση με γυαλιά. Για την αποφυγή των συμπληρωματικών γυαλιών μπορεί να εφαρμοστεί, πάνω από το μαλακό ένας σκληρός/ημίσκληρος φακός. Ο συνδιασμός αυτός δίνει εντυπωσιακά αποτελέσματα. Οι φακοί αυτοί γνωστοί ως Piggy back είναι εξαιρετικά χρήσιμοι για τους ασθενείς που δεν μπορούν να ανεχθούν σκληρό φακό. Πιο αναλυτικά, με το μαλακό φακό ως υπόστρωμα και τον ημίσκληρο RGP ως κύριο διορθωτικό. Η εφαρμογή Piggy back: ο σκληρός αεροδιαπερατός φακός τοποθετείται επάνω σε μαλακό φακό επαφής που λειτουργεί ως μαξιλαράκι πάνω στον κερατόκωνο, δίνοντας περισσότερη άνεση στον χρήστη και περισσότερες ώρες χρήσης. Εξασφαλίζει λιγότερους μικροτραυματισμούς της κορυφής του κώνου από την τριβή με τον σκληρό αεροδιαπερατό και απομακρύνει τα ξένα μικροσωματίδια που εισέρχονται στο μάτι.

- ÷ Όσο παχύτερος ο φακός επαφής τόσο μεγαλύτερες τιμές αστιγματισμού καλύπτονται.
- ÷ Δίνουν άνεση και σταθερότητα.
- ÷ Ο μαλακός φακός επαφής ελαττώνει τον αστιγματισμό στον κερατόκωνο.



Εικόνα 55^η: εφαρμογή Piggy back, ο σκληρός αεροδιαπερατός φακός τοποθετείται επάνω σε μαλακό φακό επαφής, που λειτουργεί ως 'μαξιλαράκι' πάνω στον κερατόκωνο, δίνοντας, μεγαλύτερη άνεση στο χρήστη και περισσότερες ώρες χρήσης. Από πάνω εως κάτω και από αριστερά προς τα δεξιά, ιδιαίτερα σφιχτή εφαρμογή του ημίσκληρου πάνω στο μαλακό, σφιχτή εφαρμογή, κανονική με φουσαλίδα λόγω της τοποθέτησης του φακού, κανονική χωρίς φουσαλίδα.

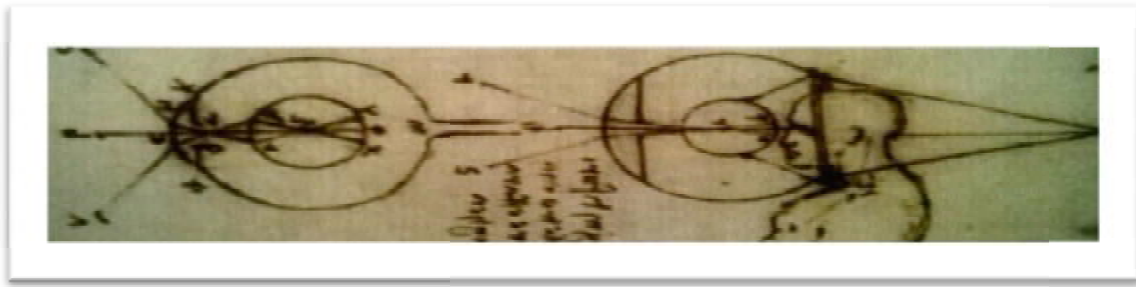
Παραπομπή: Μακρυνιώτη.Δ, Κατσούλος.Κ , Φακοί Επαφής , Κλινική Πρακτική και Εφαρμογές, Β' , Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση, 2010.

3.1.3.5. Σκληρικοί - Απτικοί φακοί επαφής

Ιστορική Αναδρομή

Πρωταρχικά οι μόνοι φακοί επαφής που υπήρχαν, ήταν οι σκληρικοί, αποτελώντας τη βάση για την εξέλιξη του σχεδιασμού όλων των μεταγενέστερων φακών επαφής του μέλλοντος.

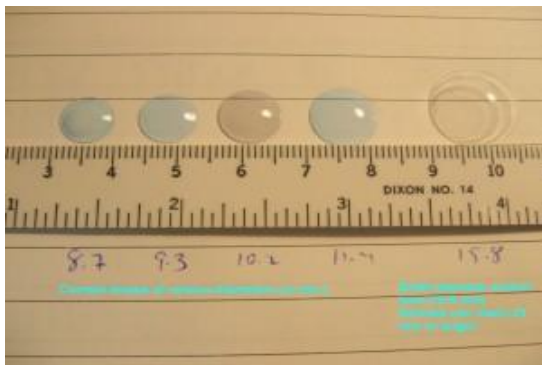
Το έτος 1887 δίνεται ως δώρο στην ανθρωπότητα μια ανακάλυψη που αποτέλεσε σημαντικό εργαλείο σε κόσμο που υποφέρει από διαταραγμένη όραση ως αποτέλεσμα μη φυσιολογικού κερατοειδή χιτώνα σε σχήμα λόγω παθολογίας ή τραύματος.



Εικόνα 56^η: Σχεδιάγραμμα του Leonardo da Vinci που αφορά την εξουδετέρωση της ισχύος του κερατοειδούς.

Παραπομπή: Μακρυνιώτη.Δ, Κατσούλος.Κ , Φακοί Επαφής , Κλινική Πρακτική και Εφαρμογές, Β' , Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση, 2010.

Η εφεύρεση των φακών επαφής στηρίχθηκε στο έργο φυσικών επιστημόνων, οι οποίοι εκτελούσαν πειράματα σε Γερμανία και Γαλλία. Εμπνευσμένοι από το σχεδιάγραμμα του Leonardo Da Vinci(1508) για την εξουδετέρωση της κερατοειδικής ισχύος, καθώς και από τις ιδέες του Βρετανού αστρονόμου Sir John Herschel(1828), ο August Müller και ξεχωριστά οι Adolf Fick και Eugene Kalt φέρνουν τον προπάτορα των φακών επαφής(γυαλί με καφετί απόχρωση, 'διαφανές' κεντρικά και περισσότερο αδιαφανές στην περιφέρεια για την κάλυψη του σκληρού χιτώνα).



Εικόνα 57^η: σκληρικοί φακοί σε διάφορες διαμέτρους.

Παραπομπή:<http://www.allaboutvision.com>



Εικόνα 58^η: σκληρικός φακός Dunscombe
Παραπομπή: Μακρυνιώτη.Δ, Κατσούλος.Κ , Φακοί Επαφής , Κλινική Πρακτική και Εφαρμογές, Β' , Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση, 2010.

Σκληρικοί ή απτικοί φακοί επαφής (scleral ή haptic contact lenses) χαρακτηρίστηκαν με ονομασία προερχόμενη από το μεγάλο βάρος τους λόγω υλικού (γυαλί), τη μεγάλη διάμετρο έκτασης 18 – 21mm και την ιδιαιτερότητά τους να εφάπτονται στο σκληρό χιτώνα.

Πάραυτα οι πρώτοι αυτοί 'γυάλινοι' φακοί καθίστανται δύσχρηστοι εξαιτίας του βάρους που διαθέτουν και του μικρού χρονικού διαστήματος χρήσης, καθώς το γυαλί δεν επιτρέπει τη διάδοση οξυγόνου, φέροντας εν τέλει υποξία.

Τί είναι οι Σκληρικοί – Απτικοί φακοί επαφής

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των σκληρικών φακών αποτελεί σημαντικό τεχνολογικό επίτευγμα για βελτίωση στην σταθερότητα στην οφθαλμική επιφάνεια και στην ποιότητα της όρασης. Αναμφισβήτητα είναι ενδεδειγμένη λύση σε περιστατικά εκτασιών του κερατοειδή χιτώνα, όπως ο κερατόκωνος, αλλά και περιστατικά έπειτα από μεταμόσχευση όπου οποιαδήποτε εφαρμογή άλλων φακών καθίσταται ασταθής και μη αποτελεσματική.

Ως σκληρικός φακός επαφής ορίζεται ένας φακός από RGP σκληρό αεροδιαπερατό υλικό με διάμετρο >16mm, η γεωμετρία του οποίου βασίζεται στο σχεδιασμό θόλου στην οπτική ζώνη του φακού, ώστε να βρίσκεται σε σχετική απόσταση από τον κερατοειδή χιτώνα, ενώ έρχεται σε επαφή με το σκληρό περιφερικά, αξιοποιώντας τον ως στήριγμα. Για την εκτέλεση της εφαρμογής, απαιτείται πλήρωση του φακού με φυσιολογικό ορρό, δίχως να διαφεύγει κάτω από το φακό. Έτσι, οι σκληρικοί φακοί είναι ιδανικοί και για θεραπευτική χρήση σε κερατοειδικές παθήσεις, όπως: νευροτροφική κερατίτιδα κ.α.

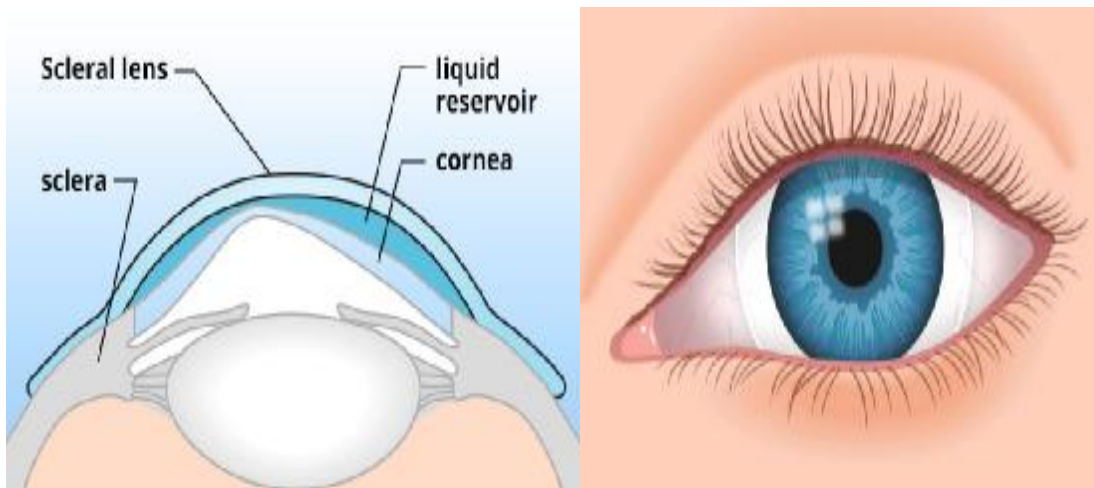


Εικόνα 59ⁿ: Παρουσίαση εφαρμογής σκληρικού φακού επαφής, σφικτή εφαρμογή (αριστερά), χαλαρή εφαρμογή (δεξιά).

Παραπομπή: Μακρυνιώτη.Δ, Κατσούλος.Κ , Φακοί Επαφής , Κλινική Πρακτική και Εφαρμογές, Β' , Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση, 2010.

Τύποι Σκληρικών – Απτικών φακών επαφής

Οι μικρότεροι σκληρικοί έχουν παραδόξως διάμετρο 14,5mm και οι μεγαλύτεροι σε διάμετρο φθάνουν τα 24mm. Τυπικά, σκληρικοί φακοί με διάμετρο $\leq 18\text{mm}$ υποκατηγοριοποιούνται ως μικρο-σκληρικοί.



Εικόνα 60^η: Εφαρμογή σκληρικού φακού στον κερατοκωνικό οφθαλμό ασθενή για καλύτερη ποιότητα όρασης. Παρατήρηση επαφής άκρων του φακού στο σκληρό χιτώνα και ολικής κάλυψης της ελλειμματικής κερατοειδικής επιφάνειας.

Παραπομπή: <http://www.nkcf.org/keratoconus-contact-lenses/scleral-contact-lenses/>

Βασική καμπυλότητα	Διάμετρος οπτικής ζώνης	2 ^η ακτίνα καμπυλότητας	2 ^η διάμετρος	3 ^η ακτίνα καμπυλότητας	3 ^η διάμετρος	4 ^η ακτίνα καμπυλότητας	4 ^η διάμετρος
7.70	9.00	9.60	12.50	11.50	14.00	11.70	14.70
7.70.	9.00	10.10	12.50	12.50	14.00	12.70	14.70
7.90	9.00	9.45	12.50	11.00	14.00	11.20	14.70
7.90	9.00	9.95	12.50	12.00	14.00	12.20	14.70

Εικόνα 61^η: Σετ δοκιμαστικών σκληρικών φακών επαφής.

Παραπομπή: Κατσούλος Κ., Μακρυνιώτη Δ., Φακοί Επαφής, Α' Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές, Σύγχρονη Γνώση.

Κατασκευή & Κόστος Σκληρικών – Απτικών φακών επαφής

Η κατασκευή των σκληρικών – απτικών φακών επαφής δρομολογείται χρονικά από την εφεύρεση της μεθόδου του εκμαγείου. Η χρήση του προϋποθέτει πολύχρονη εκπαίδευση και εξοικείωση. Για την κατασκευή των οφθαλμικών εκμαγείων χρησιμοποιούνται ειδικά κελύφη στο κέντρο της οπής του κυλίνδρου των οποίων τοποθετείται το υλικό, ενώ οι οπές που διαθέτει διευκολύνουν την κόλληση του υλικού στο κέλυφος. Ο απτικός φακός κατασκευάζεται από PMMA έχοντας ως βάση το εκμαγείο. Ακολουθεί φινίρισμα και γυάλισμα του φακού σε όλο του το εύρος, ενώ προέχει η κατασκευή της οπίσθιας βασικής καμπυλότητας και έπειτα της πρόσθιας. Για τη διευκόλυνση της ροής των δακρύων κάτω από το φακό γίνονται κάποιες μικρές οπές με τρυπανάκι στο φακό, οι οποίες στη συνέχεια κλείνονται με φρέζα και λειαίνονται. Η διαδικασία τελειοποιείται με στερέωση του φακού σε τόρνο και κοπή της μπροστινής επιφάνειας.



Εικόνα 62^η: Τρυπανάκι για δημιουργία οπής στο φακό.

Παραπομπή:
Κατσούλος
Κ., Μακρυνιώτη Δ., Βιβλίο
Φακοί Επαφής, Α' Κλινική
Πρακτική & Εφαρμογές,
Σύγχρονη Γνώση



Εικόνα 63^η: Φινίρισμα – γυάλισμα φακού.

Παραπομπή: Κατσούλος
Κ., Μακρυνιώτη Δ., Βιβλίο
Φακοί Επαφής, Α' Κλινική
Πρακτική & Εφαρμογές, ,
Σύγχρονη Γνώση



Εικόνα 64^η: Νέοι εξελιγμένοι τόρνοι CNC.

Παραπομπή:
<http://www.ridderflex.com/>

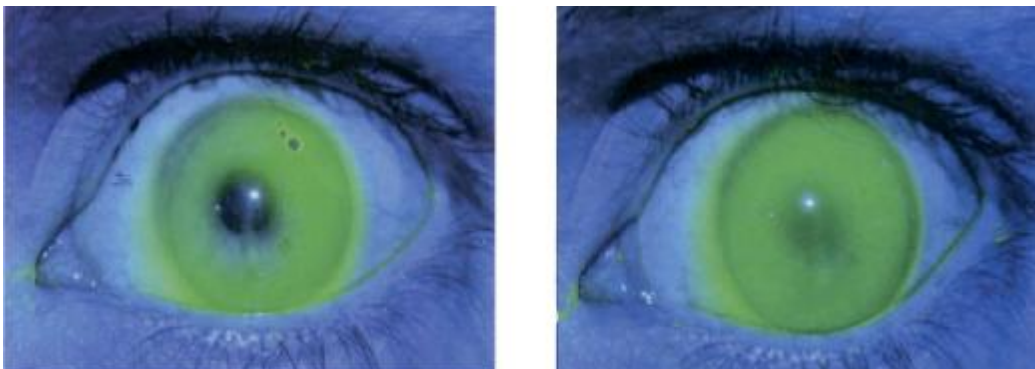
Η διαδικασία κατασκευής σκληρικών – απτικών φακών επαφής είναι χρονοβόρα και δαπανηρή, καθώς απαιτεί εξατομικευμένο σχεδιασμό για κάθε χρήστη, μεγάλο διάστημα δοκιμών εφαρμογής και ειδική τεχνική τοποθέτησης και αφαίρεσής τους. Για τους παραπάνω λόγους, οι σκληρικοί φακοί επαφής κοστίζουν σημαντικά σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη φακών με απόκλιση κόστους από τρεις έως και τέσσερις φορές περισσότερο.

Εφαρμογή Σκληρικών – Απτικών φακών επαφής

Η πρώτη εφαρμογή ενός σκληρικού φακού επαφής προϋποθέτει την πλήρωσή του με φυσιολογικό ορρό και ενστάλαξη ορισμένων σταγόνων φλουορεσκεΐνης μέσα σε αυτόν. Αφού εφαρμοστεί ο φακός, θα πρέπει να παραμείνει για τουλάχιστον μία ώρα στον οφθαλμό, προκειμένου να σταθεροποιηθεί, κάτι το οποίο οφείλεται στην κάμψη που ασκείται στην περιφέρειά του από το σκληρό. Μέσω της σχισμοειδούς λυχνίας έπεται παρατήρηση της απόστασης μεταξύ φακού και κερατοειδή με:

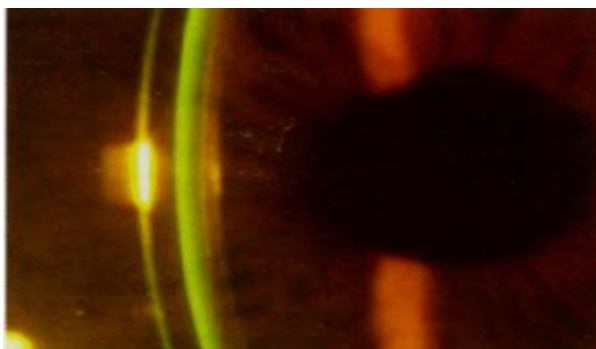
- ∅ μικρή μεγέθυνση και ευρύ φωτισμό
- ∅ μεγάλη μεγέθυνση και λεπτή δέσμη φωτός

Η εκτίμηση της απόστασης φακού – κερατοειδή γίνεται σε σύγκριση με το πάχος του κερατοειδή, ενώ η ιδανική απόσταση εκτιμάται στα $0.25\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$. Ακολουθούν παραδείγματα εκτίμησης εφαρμογής σκληρικού φακού όπου: ο φακός ασκεί πίεση κεντρικά στον κερατοειδή με αποτέλεσμα να χρειάζεται μεγαλύτερης καμπυλότητας φακός (πιο σφιχτός) και μία ιδανική εφαρμογή.



Εικόνα 65-66^η: Εφαρμογή σκληρικού φακού με πίεση στον κερατοειδή (αριστερά).
Ιδανική εφαρμογή σκληρικού φακού (δεξιά).

Παραπομπή: Art in Vision



Εικόνα 67^η: Εκτίμηση εφαρμογής σκληρικού φακού επαφής στη σχισμοειδή λυχνία (μεγάλη μεγέθυνση και λεπτή δέσμη). Είναι δυνατή η παρατήρηση του φακού, της στοιβάδας που σχηματίζει ο φυσιολογικός ορρός(με τις σταγόνες τις φλουορεσκεΐνης) και ο κερατοειδής χιτώνας.

Παραπομπή: Art in Vision

Τα βήματα εκτίμησης της εφαρμογής ενός σκληρικού – απτικού φακού επαφής είναι τα εξής:

I. Επισκόπηση κεντρικής ζώνης

Σε περίπτωση όπου η κεντρική ζώνη του φακού έρχεται σε επαφή με τον κερατοειδή, επιλέγουμε φακό με κεντρική ζώνη μεγαλύτερης καμπυλότητας, ώστε η απόσταση φακού – κερατοειδή να φθάσει την ιδανική ($0.25\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$).

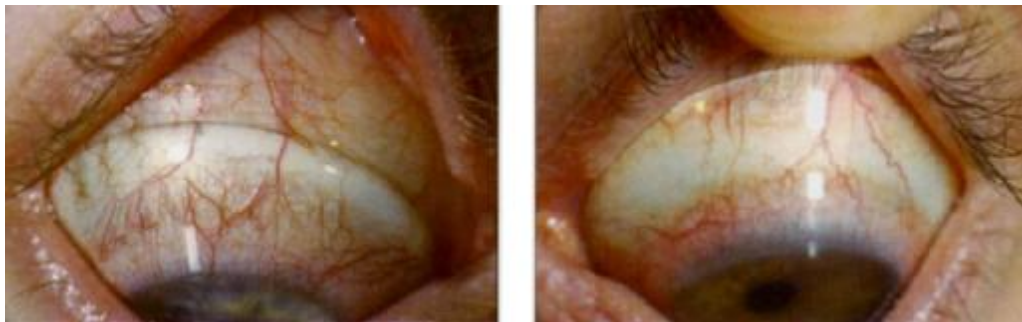
Εάν, όμως, η απόσταση ξεπεράσει την ιδανική, επιλέγουμε κεντρική ζώνη μικρότερης καμπυλότητας προκειμένου να επιτευχθεί σωστή εφαρμογή σε περίπτωση που:

- Λόγω βάρους ο φακός κάθεται προς τα κάτω, με αποτέλεσμα να ακουμπά στο σκληροκερατοειδές όριο
- Δε μπορεί να γίνει τοποθέτηση του φακού δίχως φυσαλίδα
- Ο ορρός γεμίζει από βλέννα έπειτα από σύντομο χρονικό διάστημα
- Η μέγιστη δυνατή οπτική οξύτητα έχει μειωθεί

II. Επισκόπηση σκληρικής περιφέρειας

Κατά την εφαρμογή του σκληρικού φακού υπάρχει το ενδεχόμενο υπεραιμίας σε αγγεία που προσβάλλονται από πίεση του φακού στο συγκεκριμένο σημείο του σκληρού χιτώνα. Επιπλέον, το άκρο του φακού πρέπει να μην ανασηκώνεται, καθώς προκαλείται δημιουργία φυσαλίδων από αέρα που οδηγούνται στο κάτω τμήμα του φακού, ενοχλούν τα βλέφαρα κατά το βλεφαρισμό, αποτελώντας ένδειξη μη ιδανικής εφαρμογής. Για τη σωστή εκτίμηση της σκληρικής περιφέρειας είναι σημαντικό να λάμβάνουμε υπόψιν τα παρακάτω:

- Ο σκληρός χιτώνας στην έκτασή του παρουσιάζει μεγαλύτερη καμπυλότητα περιφερικά
- Σε πρώτη εφαρμογή σκληρικού φακού είναι πιθανή η παρουσία υπεραιμίας του επιπεφυκότα. Σε αυτή την περίπτωση ενδείκνυται ο φακός να παραμείνει στον οφθαλμό ώσπου η υπεραιμία να εξαληφθεί και έπειτα να ακολουθήσει εκτίμηση της περιφέρειας.
- Το ενδεχόμενο διακύμανσης της ανύψωσης της περιφέρειας στους μεσημβρινούς υφίσταται καθώς εκτός από τορικούς κερατοειδείς, υπάρχουν αντίστοιχα και τορικοί σκληροί.



Εικόνα 68- 69^η: Εφαρμογή σκληρικού φακού όπου: η περιφέρεια του φακού είναι σφιχτή με αποτέλεσμα να πιέζει τα αγγεία κάτω από αυτόν (αριστερά) και (δεξιά) παρουσία ανύψωσης άκρου του φακού καθώς ασκεί πίεση μεσοπεριφερικά και στην περιφέρεια εφαρμόζει χαλαρά.

Παραπομπή: Art in Vision

Τοποθέτηση και Αφαίρεση Σκληρικών – Απτικών φακών επαφής

Η τοποθέτηση των σκληρικών φακών επαφής προϋποθέτει ο χρήστης να έχει στραμμένη την κεφαλή προς το πάτωμα, ώστε το πρόσωπο να βρίσκεται σε παράλληλη θέση ως προς την επιφάνεια του εδάφους. Από τη στιγμή που ο φακός πληρείται με φυσιολογικό ορρό, κρατώντας το άνω βλέφαρο ανοιχτό τοποθετούμε το φακό κάτω από το άνω βλέφαρο. Είναι σημαντικό ο φακός να βρίσκεται σε κάθετη θέση, ώστε να χυθεί όσο το δυνατόν ελάχιστη ποσότητα φυσιολογικού ορρού γίνεται. Στη συνέχεια κλείνουμε με το χέρι το άνω βλέφαρο προκειμένου να καλύψει το φακό και με το άλλο χέρι τραβάμε το κάτω βλέφαρο για να περάσει πάνω από το φακό.



Εικόνες 70-71^η: Εισαγωγή φακού κάτω από το άνω βλέφαρο (αριστερά) και κάλυψη φακού με το άνω βλέφαρο (δεξιά).
Παραπομπή: Art in Vision

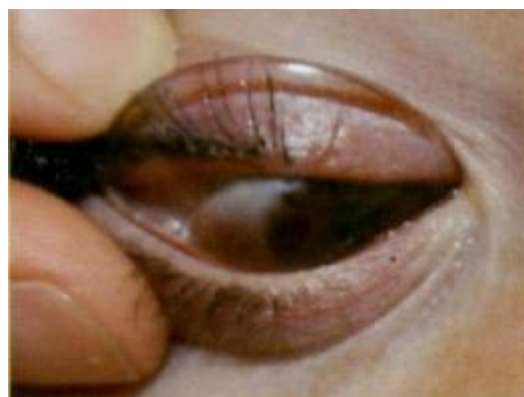


Εικόνα 72^η: Κάλυψη φακού με το κάτω βλέφαρο.
Παραπομπή: Art in Vision

Η αφαίρεση των σκληρικών φακών δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη δυσκολία. Ο ασθενής ανασηκώνοντας το άνω βλέφαρο, πρέπει να εντοπίσει το άκρο του φακού. Στη συνέχεια, με άσκηση πίεσης ελαφρά με τη βοήθεια του άνω βλεφάρου, σπρώχνει το φακό ωθώντας τον έξω από τον οφθαλμό.



Εικόνα 73^η: Ανύψωση άνω βλεφάρου και εντοπισμός άκρου του φακού.
Παραπομπή: Art in Vision



Εικόνα 74^η: Άσκηση πίεσης στο άνω βλέφαρο, διαπερνώντας από το άκρο στο εσωτερικό του φακού ωθώντας τον προς τα έξω.
Παραπομπή: Art in Vision

Στην περίπτωση που η τοποθέτηση και αφαίρεση ενός σκληρικού φακού επαφής φαντάζει στο χρήστη αδύνατη, εναλλακτικά ενδείκνυται μια μικρή βεντούζα φακών επαφής.

3.1.3.6. Υβριδικοί φακοί επαφής

Ως υβριδικός (hybrid) χαρακτηρίζεται ο φακός επαφής αποτελούμενος από σκληρό αεροδιαπερατό υλικό στο κέντρο και υδρόφιλο υλικό στην περιφέρεια.



Εικόνα 75^η: Παρουσίαση νέου υβριδικού σχεδιασμού(αριστερά), προβολή RGP υλικού κεντρικά και μαλακής περιφέρειας(δεξιά).

Παραπομπή: <http://treatkeratoconus.com/about-clearkone/>

§ Το έναυσμα για την εφεύρεση των υβρικών φακών επαφής..

Στα πλαίσια έρευνας σχετιζόμενης με την ανάπτυξη φακών επαφής, οι οποίοι τίθεται να προσφέρουν απaráμιλλη άνεση και ευκρίνεια στην όραση, γίνεται η δοκιμή τοποθέτησης ενός RGP φακού στην κορυφή ενός μαλακού φακού, γνωστή ως «σύστημα riggyback». Η ολοένα αυξανόμενη ανάγκη, όμως, για διευκόλυνση στη χρήση οδήγησε τους επιστήμονες Erikson και Neogi στη δημιουργία ενός μόνο φακού επαφής που να διαθέτει τα πλεονεκτήματα και των δύο RGP και μαλακών φακών. Το πρώτο βήμα για την επαναστατική δημιουργία υβριδικών φακών επαφής βασίστηκε στην ιδέα για σχεδιασμό ενός φακού σκληρού στην περιφέρεια και μαλακού στο κέντρο (γνωστο ως σχέδιο 'Saturn'). Η νέα τεχνολογική επίτευξη των

επιστημόνων Erikson και Neogi αργότερα εξαγοράστηκε από την εταιρεία Precision Cosmet το 1977.

Από το 1984 ο φακός 'Saturn' υποβαθμίζεται ως φακός αποκλειστικά για επίλυση προβλημάτων καθώς παρουσιάζει περιορισμένη προσαρμογή και χαμηλή διαπερατότητα σε οξυγόνο, με επακόλουθο 'σφικτή' εφαρμογή με μειωμένη κινητικότητα του φακού και κατά συνέπεια κόκκινα μάτια.

Το 1986 η εταιρεία Sola Barnes – Hind έχοντας αγοράσει την τεχνολογία των υβριδικών 'Saturn', ενισχύει τις ιδιότητές του για την αντιμετώπιση ζητημάτων που αφορούν την επίδοση των φακών καταλήγοντας έτσι σε επανασχεδιασμό των υβριδικών φακών επαφής. Οι 'SoftPerm' όπως και ονομάστηκαν παρείχαν πρόσθετες παραμέτρους έναντι του παλαιού σχεδιασμού, εξακολουθώντας να είναι χαμηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο και επιλογή έσχατης ανάγκης.

Σε πορεία χρόνων, το 1989, η εταιρεία Sola – Barnes βασιζόμενη στο αρχικό μοντέλο των υβριδικών φακών, δημιουργεί το νέο 'SoftPerm', ο οποίος για ακόμα μία φορά παραμένει χαμηλός σε διαπερατότητα οξυγόνου και καταργείται το 2010.

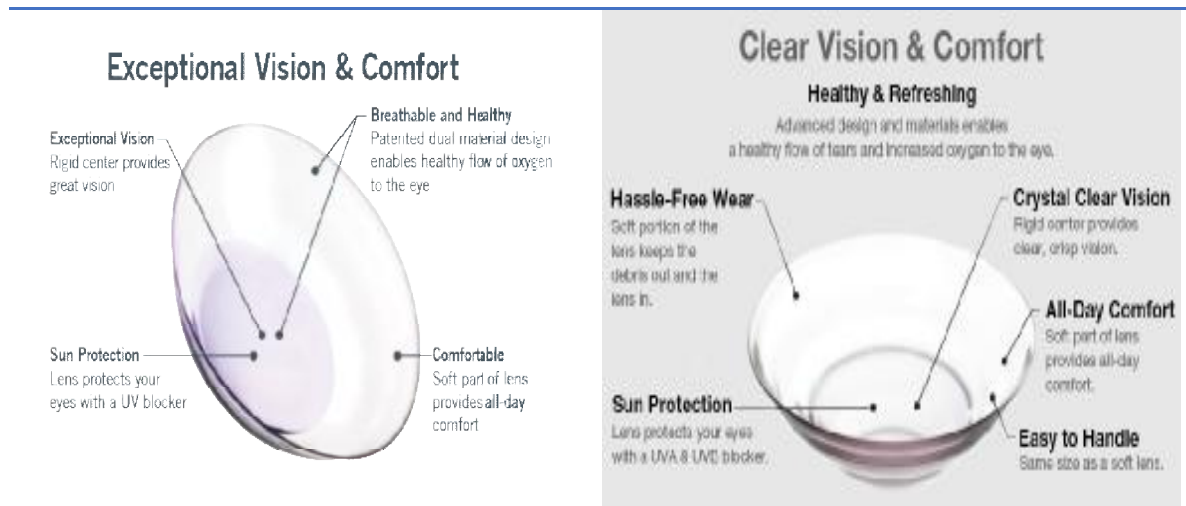
Σήμερα, η εταιρεία SynergEyes (αρχικά με την επωνυμία: «Lambda Technologies») είναι η μόνη που πραγματοποιεί με επιτυχία την κατασκευή υβριδικών φακών επαφής. Η τεχνολογία που αξιοποιούν με την ονομασία 'Hyperbond' για την κατασκευή των υβριδικών φακών, όσο και τα υψηλού οξυγόνου διαπερατά υλικά τείνουν στη βελτίωση της διαβροχής της επιφάνειας και σε παροχή μέγιστης άνεσης.



Εικόνα 76¹⁾: Παρουσίαση νεότερης μορφής υβριδικού φακού επαφής.

Παραπομπή: <http://www.alcmaeon.com.gr/>

Το μαλακό τμήμα του φακού κεντρικά κατασκευάζεται με ρυθμιζόμενες καμπύλες που επιτρέπουν καλύτερη προσαρμογή και πιο πρακτική εφαρμογή. Η αυξημένη ποσότητα δακρύων κάτω από το φακό εξαλείφει την τριβή μεταξύ του φακού και της κερατοειδικής επιφάνειας, ενώ επιπλέον η βελτιωμένη ανθεκτικότητα του υλικού (άκαμπτο) καθιστά τους φακούς SynergEyes ιδανικούς για ασθενείς με φυσιολογικούς και μη κερατοειδείς χιτώνες(π.χ κερατοειδικές εκτασίες – κερατόκωνος).



Εικόνες 77-78^η: Διαφοροποίηση της περιφέρειας από το κέντρο ενός υβριδικού φακού επαφής, σε προβολή κάθετη (αριστερά), οριζόντια (δεξιά)

Παραπομπή: http://www.allaboutvision.com/contacts/hard_to_fit.htm#keratoconus

Υπάρχουν δύο τύποι υβριδικών κερατοκωνικών φακών:

I. Μικρής διαμέτρου:

Οι υβριδικοί φακοί μικρής διαμέτρου δίνουν λύση στη δυσανεξία που προκαλούν οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής, λόγω επαφής με το άνω βλέφαρο και λόγω βάρους. Στην περίπτωση που έχοντας πετύχει τη βέλτιστη δυνατή εφαρμογή, ο φακός προκαλεί ενόχληση στη θέση του άνω βλεφάρου, η Eyeart αποτελεί τη μοναδική εταιρεία που μπορεί να δώσει λύση. Για να αποφευχθεί η παραγγελία φακού με πιο σφικτά και χαμηλά άκρα, λόγω πιθανής άσκησης πίεσης φακού – κερατοειδή, προτείνεται η παραγγελία υβριδικού φακού με ίδια χαρακτηριστικά (σκληρό αεροδιαπερατό υλικό στο κέντρο έως 8mm και μαλακή περιφέρεια με έκταση έως την άκρη του φακού).

Ο χρωματισμός του φακού μπορεί να είναι γαλάζιος είτε διαφανής στο κέντρο και διαφανής στα άκρα (Dualascon Flex).

Στην περίπτωση κατά την οποία επιλεγεί εφαρμογή υβριδικού φακού μικρής διαμέτρου προτείνεται η περιφέρεια του φακού να είναι κατά 0.1mm πιο χαλαρή, καθώς λόγω υδροφιλίας στο άκρο του φακού θα εισέρχεται στο εσωτερικό του δάκρυ, δίχως να επηρεάζει την κινητικότητα του φακού.

II. Μεγάλης διαμέτρου:

Οι υβριδικοί φακοί επαφής μεγάλης διαμέτρου είναι ιδανικοί σε περιστατικά κερατεκτασιών όπου η εφαρμογή μαλακών φακών δεν καταλήσει σε θεμιτά αποτελέσματα οπτικής οξύτητας, ενώ η εφαρμογή σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής οδηγεί σε δυσανεξία. Η Ciba Vision προωθούσε τους μοναδικούς υβριδικούς 'Softperm', δικαμπυλοτούς φακούε επαφής με ακτίνες καμπυλότητας που κυμαίνονται από 7,10 – 8.60mm και διάμετρο 14,30mm. Οι φακοί αυτοί αργότερα αντικαταστάθηκαν από νεότερους, πιο εξελιγμένους λόγω συχνά προκαλούμενης υποξίας (πολύ χαμηλή διαπερατότητα σε οξυγόνο, 14Dk κεντρικά και 5,5Dk περιφερικά). Επιπλέον, η παραγγελία των συγκεκριμένων φακών έδινε τον περιορισμό στον εφαρμοστή για επιλογή μονάχα της καμπυλότητας της κεντρικής ζώνης από την οποία εξαρτάται αυτή της περιφέρειας. Τέλος, η χρήση των Softperm συνίσταται για μικρό χρονικό διάστημα (ορισμένες ώρες).

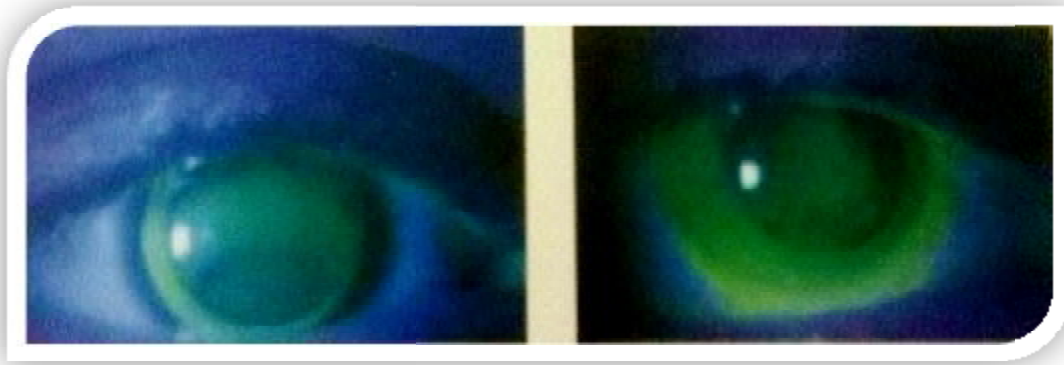


Εικόνα 79^η: Εκτίμηση εφαρμογής υβριδικού φακού σε οφθαλμό με προχωρημένο κερατόκωνο. Έντονη η ύπαρξη φυσαλίδων λόγω πίεσης κατά το βλεφαρισμό. Η εφαρμογή κεντρικά εκτιμάται ελαφρώς επίπεδη, δίχως να εμποδίζει τα δάκρυα να εισχωρήσουν κάτω από το φακό.

Παραπομπή: Κώστας Κατσούλος, Δήμητρα Μακρυνιώτη, Βιβλίο Φακοί Επαφής, Β' Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές, εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση

Οι υβριδικοί φακοί μεγάλης διαμέτρου απαιτούν ιδιαίτερη εμπειρία στην εφαρμογή. Για την πραγματοποίηση ελέγχου της εφαρμογής απαιτείται η χρήση μεγαλομοριακής φλουορεσκεΐνης, ενώ η αξιολόγηση του φακού έχει διπλό ρόλο (ως σκληρός αεροδιαπερατός και ως μαλακός).

Κατά την παρατήρηση η κίνηση του υβριδικού φακού πρέπει να είναι όμοια με αυτή του μαλακού, ενώ κάτω από το σκληρό κέντρο η εφαρμογή πρέπει να είναι ιδανική, όπως συμβαίνει στους σκληρούς. Το μαλακό άκρο του υβριδικού φακού πρέπει να εφαρμόζει έτσι ώστε τα δάκρυα να μπορούν να διαπεράσουν κάτω από το φακό. Είναι σημαντικό να αποφευχθεί η ανύψωση των άκρων του φακού (~~έκρα στον αέρα~~) διότι με αυτό τον τρόπο, στο εσωτερικό του φακού από κάτω, μαζί με δάκρυα θα εισέρχονται και φυσαλίδες από αέρα.



Εικόνα 80^η: Εφαρμογή υβριδικού φακού μικρής διαμέτρου 9,5mm – μικρή επαφή της εκτασίας με το φακό κ εμποτισμός μαλακής περιφέρειας από μικρομοριακή φλουορεσκεΐνη (αριστερά). Εφαρμογή υβριδικού φακού μεγάλης διαμέτρου 14,5mm σε περιστατικό υψηλού κερατοειδικού αστιγματισμού, όπου μικρομοριακή φλουορεσκεΐνη έχει εμποτίσει την υδρόφιλη περιφέρεια του φακού.

Παραπομπή: Κατσούλος Κ., Ασημέλλης Γ., Η σύγχρονη διαθλαστική εξέταση, η διόρθωση της όρασης (7).

Κc υβριδικοί φακοί

Οι Κc κατασκευάζονται από την εταιρεία SynergEyes και προτείνονται σε περιστατικά κερατεκτασιών. Έχουν διάμετρο 14,50mm και οι ακτίνες καμπυλότητας υπολογίζονται στα 5,50 – 7,70mm ανά 0,20mm. Η οπτική ζώνη του φακού εκτιμάται στα 9,00mm και η διαπερατότητα του οξυγόνου κεντρικά είναι 100Dk και περιφερικά 9,3Dk. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα αλλαγής της καμπυλότητας του φακού κατά την εφαρμογή στην περιφέρεια (steep – medium – flat) και στο κέντρο (1,10 – 2.70mm).

Βασική καμπυλότητα	Διάμετρος οπτικής ζώνης	2 ^η ακτίνα καμπυλότητας	2 ^η διάμετρος	3 ^η ακτίνα καμπυλότητας	3 ^η διάμετρος
7.00	8.20	8.00	13.80	8.10	14.50
7.00	8.20	8.20	13.80	8.30	14.50
7.00	8.20	8.40	13.80	8.50	14.50
7.20	8.20	8.20	13.80	8.30	14.50
7.20	8.20	8.40	13.80	8.50	14.50
7.20	8.20	8.60	13.80	8.70	14.50

Πίνακας 9-2: Σειρά δοκιμαστικών υβριδικών φακών μεγάλης διαμέτρου. Μονάδες σε mm.

Εικόνα 81^η: Δοκιμαστικοί υβριδικοί φακοί επαφής μεγάλης διαμέτρου (Μονάδες μέτρησης: mm).

Παραπομπή: Κώστας Κατσούλος, Δήμητρα Μακρυνιώτη, Βιβλίο Φακοί Επαφής, Α' Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές, εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση.

Scleraflex υβριδικοί φακοί

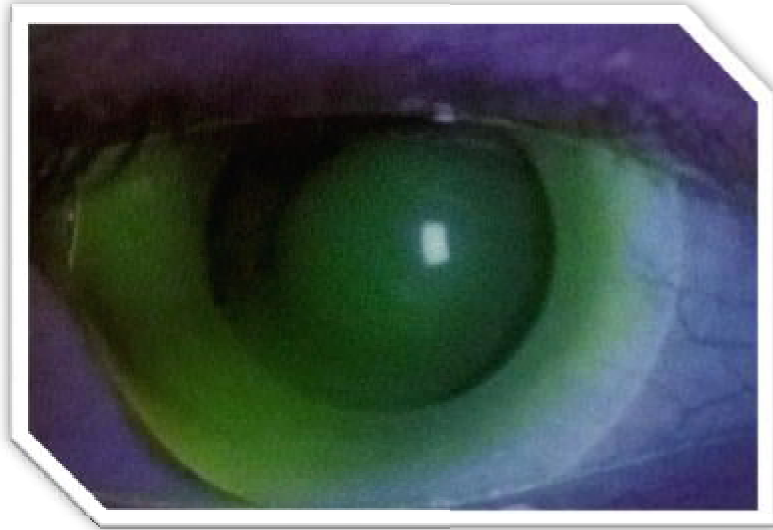
Οι Scleraflex κατασκευάζονται από το υλικό 'Harmony' της εταιρείας Vista Optics και ενδείκνυνται επίσης για περιστατικά κερατεκτασιών. Η διάμετρος τους κυμαίνεται από 12.00 – 17.00 mm. Είναι τρικαμπυλωτοί φακοί με ακτίνες καμπυλότητας από 5.80mm έως 8.00 mm. Για την εφαρμογή αυτών των φακών απαιτείται μεγάλη εμπειρία και δίνεται το πλεονέκτημα δοκιμών σε εύρος και καμπυλότητα όσον αφορά τη μεσαία και την περιφερική ζώνη.

Είναι εφικτή η κατασκευή τους με αντίστροφη γεωμετρία, τορικά άκρα ή μεσοπεριφέρεια, καθώς είναι δυνατή η κατασκευή και σε πολυεστιακή οπτική ισχύ. Σύμφωνα με τη σταθερότητα και την κινητικότητα που απαιτείται να έχει ο φακός υπολογίζεται απόκλιση 1 – 2mm, ανάλογη δηλαδή με αυτή ενός μαλακού φακού. Κατά τη χρώση με φλουορεσκεΐνη, κάτω από το σκληρό κέντρο του φακού το μοτίβο εκτίμησης της εφαρμογής ακολουθεί αυτό των σκληρών φακών.



Εικόνα 82^η: Εκτίμηση εφαρμογής μεγάλου υβριδικού φακού σε μεσαίο κερατόκωνο. Παρατήρηση φυσαλίδας στην κάτω περιφέρεια του φακού, όπου στο σημείο αυτό ο φακός ελαφρά ανασηκώνεται και εισχωρεί από κάτω αέρας. Κεντρικά η πορεία της φλουορεσκεΐνης είναι φυσιολογική, και το γίνεται ορατό το σημείο όπου ο κώνος έρχεται σε επαφή με το φακό.

Παραπομπή: , Κώστας Κατσούλος, Δήμητρα Μακρυνιώτη, Βιβλίο Φακοί Επαφής, Α' Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση.



Εικόνα 83^η: Εκτίμησης εφαρμογής υβρικού φακού μεγάλης διαμέτρου με χρώση φλουορεσκεΐνης. Η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική , με παρουσία ομαλής περιφέρειας και ομοιόμορφων δακρύων.

Παραπομπή: Κώστας Κατσούλος, Δήμητρα Μακρυνιώτη, Βιβλίο Φακοί Επαφής, Α' Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές, εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση.

3.1.4. Απαραίτητα βήματα για το πριν και το μετά της εφαρμογής φακών επαφής

- 1) Λήψη ιστορικού και συμπτωμάτων, ιστορικό αλλεργιών, ηλικία, δραστηριότητες, οφθαλμική υγεία εξεταζόμενου.
- 2) Πλήρη εξέταση της κατάστασης του οφθαλμού.
- 3) Λήψη κερατομετρικών ενδείξεων
- 4) Επιλογή κατάλληλης ακτίνας καμπυλότητας, ξεκινώντας από την πιο κυρτή κερατομετρική ένδειξη.
- 5) Αναμονή σταθεροποίησης του φακού για 20 λεπτά, πριν την αξιολόγηση της κατανομής φλουορεσεΐνης.
- 6) Έλεγχος κεντρικής περιοχής, και περιφέρειας του κερατοειδή.
- 7) Αξιολόγηση της εφαρμογής της κεντρικής περιοχής. Τροποποίηση μέχρι να επιτευχθεί ήπια επαφή του φακού με τη περιοχή του κώνου και το ιδανικό επαφή τριών σημείων.
- 8) Επιδίωξη επιλογής φακού με υψηλό Dk/t
- 9) Παραγγελία
- 10) Παράδοση
- 11) Επαναληπτικό ραντεβού μετά από τέσσερις εβδομάδες.
- 12) Εκτίμηση του υποψηφίου για τη χρήση φακών επαφής.

3.1.5. Χειρισμός του κερατοκωνικού ασθενή σε σχέση με την πάθηση και την εφαρμογή φακών επαφής

Βήματα για τον καλύτερο χειρισμό του κερατοκωνικού ασθενή.

1. Ο κερατοκωνικός ασθενής δεν είναι σαν τους συνήθεις χρήστες και απαιτεί ειδική αντιμετώπιση. Ο εφαρμοστής οφείλει να καλύψει όλες τις πιθανές απορίες σχετικά με τον κερατόκωνο.
2. Να τον ενημερώσει για το ρόλο των φακών επαφής στη διόρθωση της όρασης και τι εναλλακτικές επιλογές θεραπείας του παρέχονται.
3. Ο εφαρμοστής πρέπει να είναι προετοιμασμένος για πιθανή φοβία του κερατοκωνικού ασθενή μήπως η πάθηση μεταδοθεί στα παιδιά του. Ο κερατόκωνος, είναι μια μη φλεγμονώδης πάθηση και η πηγή του μπορεί να είναι γενετική και σε ελάχιστες ενδείξεις κληρονομική, οπότε τα παιδιά ενός κερατοκωνικού ασθενή δεν διατρέχουν κίνδυνο εμφάνισης κερατόκωνου.
4. Μπορεί να υπάρχει ενοχή, μήπως έκανε κάτι ο ίδιος και προκλήθηκε κερατόκωνος. Μελέτες συσχετίζουν τον κερατόκωνο με το τρίψιμο των ματιών. Όμως, το αν ο ίδιος ο κερατόκωνος προκάλεσε κνησμό ή το αντίστροφο είναι άγνωστο.
5. Απορία των ασθενών σχετικά με το μεγάλο κόστος των φακών. Ο εφαρμοστής έχει καθήκον να εξηγήσει στον ασθενή τις επιλογές που έχει και να δικαιολογήσει το κόστος των φακών επαφής. Καλό είναι να γίνει επίδειξη της όρασης τόσο με τους φακούς επαφής, όσο και με το δοκιμαστικό σκελετό μέσο υπερδιάθλασης για να πειστεί ο ασθενής για τις επιλογές του.

3.2. Χειρουργικές τεχνικές αντιμετώπισης

∅ Θεραπευτικές μέθοδοι για τον κερατόκωνο

Οι φακοί επαφής δεν σταματούν την εξέλιξη του κερατόκωνου. Ο κερατόκωνος δεν θεραπεύεται, υπάρχουν απλώς εναλλακτικές λύσεις θεραπείας, που σταματούν την εξέλιξη όπως:

- § Η διασύνδεση κολλαγόνου cross-linking (CXL)
- § Σύγχρονες πρωτοποριακές τεχνικές σε συνδιασμό με το cross-linking
- § Ενδοκεράτιοι δακτύλιοι
- § Κερατοπλαστική

3.2.1. Διασύνδεση κολλαγόνου cross-linking (CXL)

Η επέμβαση διασύνδεσης κερατοειδικού κολλαγόνου με τη χρήση ριβοφλαβίνης και υπεριώδους ακτινοβολίας τύπου A (UVA) είναι μια ελάχιστα επεμβατική χειρουργική τεχνική που αναπτύχθηκε την τελευταία δεκαετία, για την αντιμετώπιση των εκτασιών(= μια ομάδα δυστροφιών που χαρακτηρίζονται από μη φλεγμονώδη προοδευτική προεξοχή του κερατοειδή προς τα εμπρός.) του κερατοειδή, μεταξύ αυτών και του κερατόκωνου. Η μέθοδος αυτή ξεκίνησε από την ερευνητική ομάδα του καθηγητή Theo Seiler στο πανεπιστήμιο της Δρέσδης και ήδη εφαρμόζεται στην Ευρώπη, Αμερική και την Αυστραλία. Η μέθοδος έχει ήδη πιστοποίηση από την Ευρωπαϊκή κοινότητα (CE mark) όσον αφορά την ασφάλειά της. Τα πλεονεκτήματα της επέμβασης αυτής είναι ότι σταθεροποιεί τον κερατοειδή και αναστέλλει την εξέλιξη του κερατόκωνου, με αποτέλεσμα στους ασθενείς αυτούς να αναβάλλεται ή ακόμα και να αποφεύγεται η μεταμόσχευση κερατοειδούς. Με την τεχνική πολλαπλασιάζονται, οι δεσμοί μεταξύ των δοκίδων κολλαγόνου του κερατοειδούς και ισχυροποιείται η αντοχή και η σκληρότητά του.

Τι είναι και ποιος ο ρόλος της ριβοφλαβίνης

Η ριβοφλαβίνη ή αλλιώς βιταμίνη B2, είναι φωτοευαισθητοποιός ουσία, είναι κίτρινη σε χρώμα, εμφανίζει μέγιστη απορρόφηση στα 365nm και έχει σημαντικό ρόλο στην υγεία του ανθρώπου. Η ριβοφλαβίνη δύσκολα διαλύεται γι'αυτό στη θεραπεία διασύνδεσης κολλαγόνου, χρησιμοποιείται η φωσφορική ριβοφλαβίνη (Riboflavin-S-Photospate), η οποία είναι ακριβότερη αλλά περισσότερο διαλυτή μορφή (υδατοδιαλυτή ουσία). Είναι γενικά ασφαλής ουσία, δεδομένου ότι είναι μια βιταμίνη που λαμβάνεται καθημερινά με τη διατροφή (βρίσκεται στο γάλα, στο ασπράδι του αυγού, στα δημητριακά, στο βασιλικό πολτό, στο συκώτι και στη μαγιά μπύρας) και είναι παρούσα σε πολλά βιολογικά συστήματα. Κατά την διασύνδεση κολλαγόνου (CXL), η ριβοφλαβίνη απορροφά τη UVA ακτινοβολία κατά 95% μέχρι 400μm του στρώματος του κερατοειδή, αποφεύγοντας τυχόν βλαβες τόσο στο ενδοθήλιο όσο στο φακό και στον αμφιβληστροειδή. Η δράση της UVA στη θεραπεία διασύνδεσης κολλαγόνου, περιορίζεται στο πρόσθιο τμήμα του κερατοειδή, που είναι και το σημείο της θεραπείας. Δεν προκαλεί θόλωση ή ουλοποίηση κερατοειδούς και είναι εύκολη στη χρήση.

Βήματα θεραπείας με τη διασύνδεση κολλαγόνου (CXL)

Η θεραπεία είναι ανώδυνη, γίνεται υπο άσηπτες συνθήκες με τοπική αναισθησία, με αναισθητικές σταγόνες.

1^ο βήμα

Αρχικά αφαιρείται το επιθήλιο του κερατοειδούς (είναι η πιο επιφανειακή στιβάδα του κερατοειδούς, όπως είναι η επιδερμίδα στο δέρμα).

2^ο βήμα

Γίνεται ενστάλαξη ενός διαλύματος ριβοφλαβίνης (βιταμίνης B2) κάθε 5 λεπτά, για μισή ώρα.

3^ο βήμα

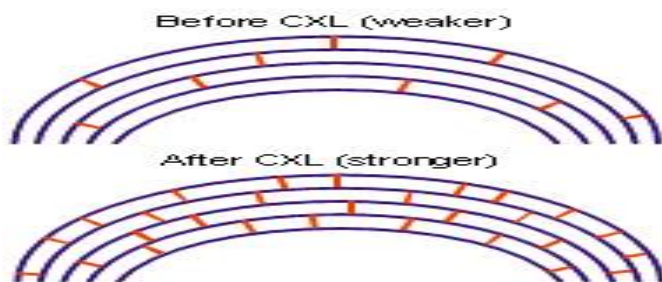
Μόλις η ριβοφλαβίνη εμποτιστεί και στις βαθύτερες στιβάδες του κερατοειδούς, γίνεται ακτινοβολία του κερατοειδούς με υπεριώδη ακτινοβολία UVA κατάλληλης έντασης για 3 λεπτά.

4^ο βήμα

Κατά τη διάρκεια της ακτινοβολίας UVA, η ριβοφλαβίνη αποσταθεροποιείται (= παύει να είναι σταθερή), δημιουργώντας καινούριους χημικούς δεσμούς με τα κολλαγόνα ινίδια του κερατοειδούς (cross links).

5^ο βήμα

Πραγματοποιείται η διασύνδεση κολλαγόνου και απαιτείται ακτινοβολία του κερατοειδούς με UVA μόνο για 3 λεπτά, με στόχο τη μηχανική σταθεροποίηση του κερατοειδούς, ο οποίος ισχυροποιείται και με τον τρόπο αυτό δεν επιδεινώνεται ο κερατόκωνος.

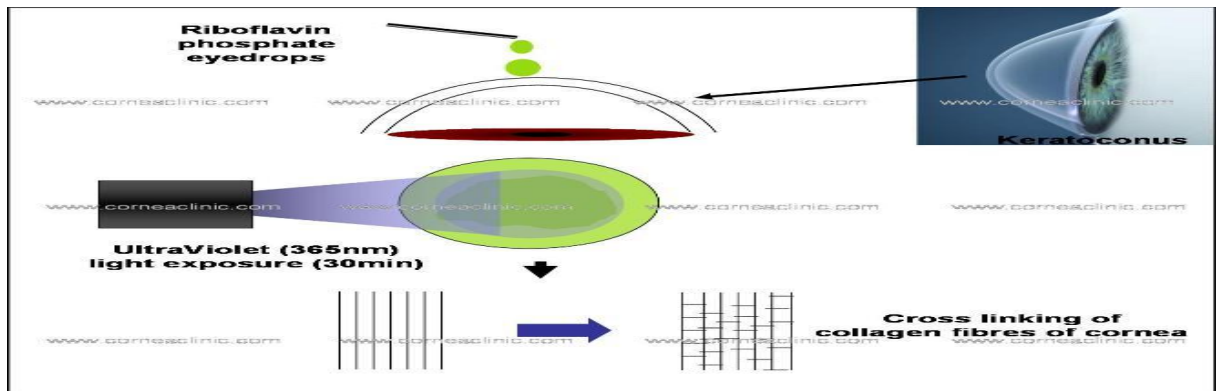


Εικόνα 84^η: Το πριν και το μετά την CXL η οποία δημιουργεί επιπρόσθετους δεσμούς μεταξύ των μορίων του κολλαγόνου κάνοντας το πιο σταθερό και αυξάνοντας την ακαμψία και την ανθεκτικότητα κερατοειδή.

Παραπομπή: www.laservue.com

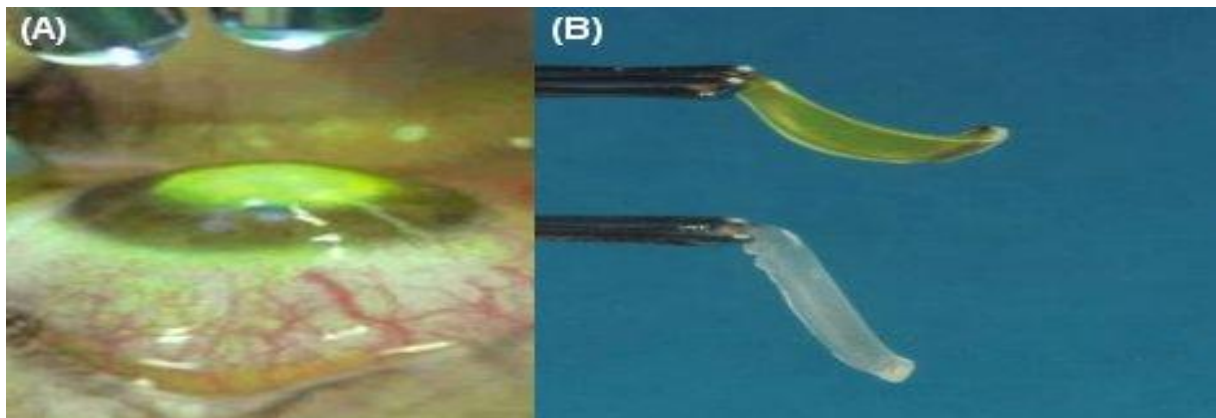
6^ο βήμα

Γίνεται τοποθέτηση θεραπευτικού φακού επαφής για 2-3 μέρες μέχρι την αναγέννηση του επιθηλίου και τότε ο φακός αφαιρείται του κερατοειδούς.



Εικόνα 85^η: Συνοπτικά τα βήματα για τη διασύνδεση κολλαγόνου

Παραπομπή: www.corneaclinic.com



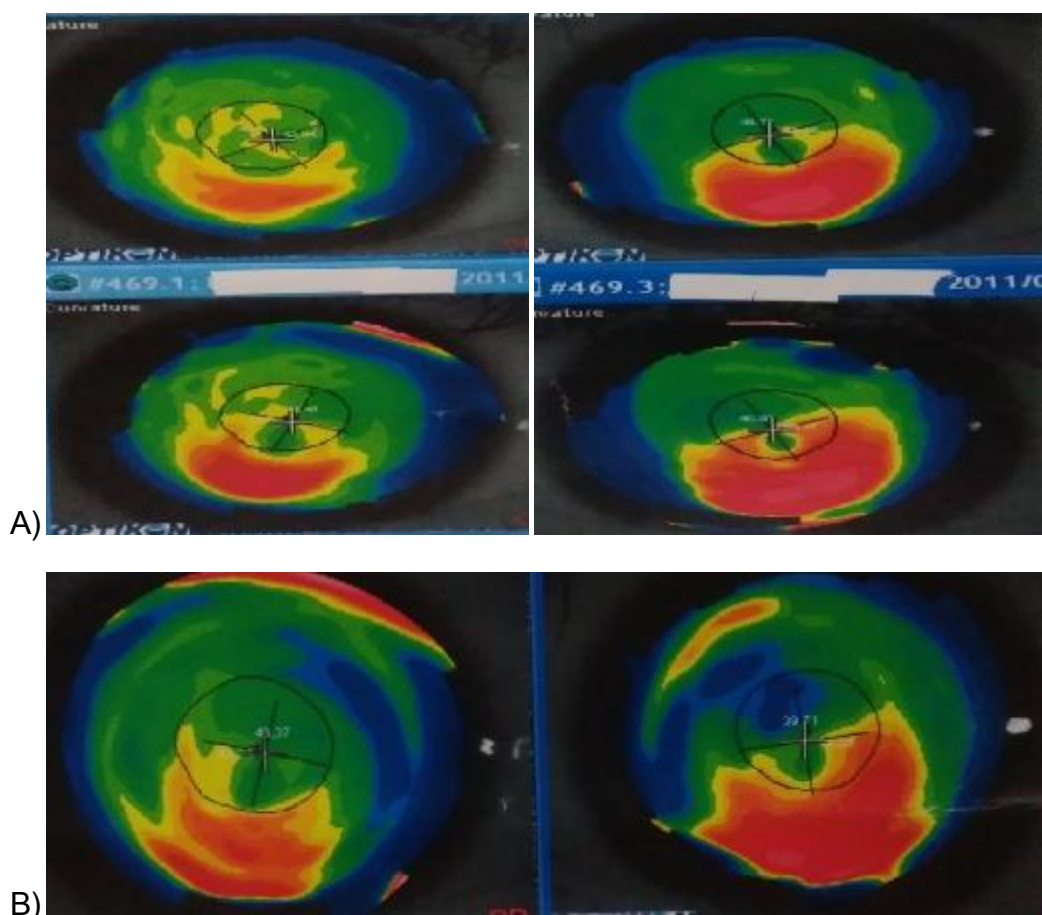
Εικόνα 86^η : A) εικόνα ενός οφθαλμού που υπόκειται σε διασύνδεση κολλαγόνου με τη χρήση ριβοφλαβίνης και υπεριώδους ακτινοβολίας. Δείχνει τη δίοδο του φωτός της υπεριώδους ακτινοβολίας στην επιφάνεια του κερατοειδή, η οποία είναι προσωρινά χρωματισμένη κίτρινη με οφθαλμικές σταγόνες ριβοφλαβίνης.

B) Κερατοειδικός ιστός που δείχνει την αυξημένη ακαμψία στο επάνω κομμάτι το χρωματισμένο με ριβοφλαβίνη, αμέσως μετά από cross-linking και το κάτω κομμάτι χωρίς να έχει γίνει διασύνδεση κολλαγόνου.

Παραπομπή: David O'Brart, σύμβουλος στην οφθαλμολογία.

Μετά την θεραπεία

Μετά την επέμβαση, ο ασθενής μπορεί να επιστρέψει στη δουλειά του μετά από 3-4 μέρες. Πρέπει να μην μπει νερό στο μάτι τις πρώτες μέρες. Η εφαρμογή φακών επαφής μπορεί να γίνει μετά από 6 βδομάδες από την θεραπεία. Μετά τη διασύνδεση κολλαγόνου μπορεί να υπάρχει πιθανή αίσθηση ξένου σώματος, ένας ερεθισμός και κάποιος πόνος, που αποτελούν συνήθη συμπτώματα διαρκούν ένα 24ωρο και αντιμετωπίζονται με αναλγητικά. Ένα άλλο συνηθισμένο σύμπτωμα είναι η ξηρότητα, η οποία διαρκεί 6-8 μήνες. Για να αντιμετωπισθεί, δίνονται τεχνητά δάκρυα.



A) Εικόνα 87^η: Στην πρώτη φωτογραφία, πάνω δεξιά είναι η απεικόνιση του Δεξιού οφθαλμού τα έτη 2007 και κάτω το 2011, και αριστερά του Αριστερού οφθαλμού, πριν από τη διασύνδεση κολλαγόνου, είναι εμφανές ότι ο κερατόκωνος περιέβαλλε το κέντρο του κερατοειδή.

B) Εικόνα 88^η: Κάτω δεξιά ο Δεξιός οφθαλμός και αριστερά ο Αριστερός οφθαλμός, μετά από διασύνδεση κολλαγόνου, παρατηρείται ότι το κέντρο του κερατοειδή είναι ελεύθερο. Το έτος 2013.

Παραπομπή: Ιστορικό κερατοκωνικού ασθενή, πηγή από την Οφθαλμοχειρουργική κλινική Ρόδου.

Κλινική εφαρμογή

- Κριτήρια έναρξης και αποκλεισμού

Οι ασθενείς που προορίζονται για θεραπεία διασύνδεσης κολλαγόνου πρέπει να έχουν κερατοειδικές μετρήσεις μικρότερες των 60Dpt και πάχος κερατοειδή τουλάχιστον 400μm. Οι κλινικές δοκιμές της θεραπείας γίνονται συνήθως σε ηλικίες μεταξύ 18 και 30 ετών. Δεν έχει δοκιμαστεί σε παιδιά κάτω των 18. Ασθενείς με ιστορικό ερπητικής κερατίτιδας, παλαιού τραύματος κερατοειδή, σοβαρής ξηροφθαλμίας, προηγούμενης επέμβασης στο πρόσθιο μόριο, νόσου κολλαγόνου, αυτοάνοσου νοσήματος και γυναίκες σε κατάσταση εγκυμοσύνης ή γαλουχίας, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με μεγάλη προσοχή και καλύτερα να αποκλείονται. Άτομο με κακή οπτική οξύτητα ή και θόλωση κερατοειδούς η διασύνδεση κολλαγόνου δεν θα οφελήσει την όραση, παρά μόνο θα σταθεροποιήσει τον κώνο και θα αποτρέψει την εξέλιξή του. Σε αυτή τη περίπτωση η διασύνδεση κολλαγόνου καλό θα ήταν να συνδιαστεί με κερατοπλαστική.

Πότε ο ασθενής μπορεί να προχωρήσει σε διασύνδεση κολλαγόνου.

1. Διάγνωση κερατόκωνου και οριστικοποίηση αυτής με κλινική εξέταση και τοπογραφία κερατοειδούς σε υψηλό αστιγματισμό.
2. Επιβεβαίωση εξέλιξης κερατόκωνου σε διάστημα 12 μηνών, γίνεται αλλαγή στη διάθλαση και στην κερατομετρία, τοπογραφία.

Πιθανές επιπλοκές μετά τη διασύνδεση κολλαγόνου

§ Κατά την εγχείρηση είναι αδύνατη η μόλυνση, διότι η διασύνδεση κολλαγόνου σκοτώνει τα βακτήρια και τους μύκητες.

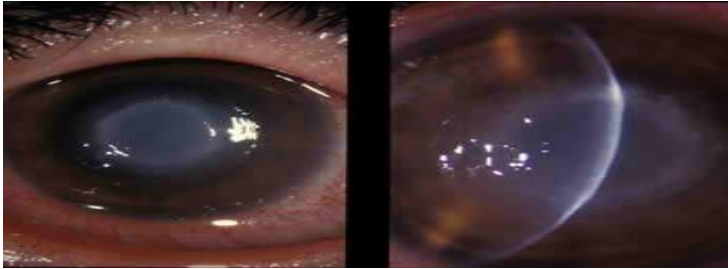
§ Μετά την εγχείρηση, είναι πιθανή η μόλυνση κερατοειδούς λόγω:

- i. Τραύματος επιθηλίου
- ii. Κακής χρήσης του προστατευτικού φακού επαφής
- iii. Λήψη κορτικοστεροειδών μετά την εγχείρηση.

Τι μπορεί να προκληθεί από πιθανή μόλυνση:

- Οίδημα στρώματος: Είναι παροδικό, αναμενόμενο μετεγχειρητικά, λόγω επιθηλιοποίησης κυττάρων κατά τη επούλωση. Χωρίς ιδιαίτερη κλινική σημασία.
- Θόλωση στρώματος: Σπάνια σοβαρή. Ήπιας μορφής και αναμενόμενη μετεγχειρητικά. Υποχωρεί μετά από κάποιους μήνες.
- Ερπητική κερατίτιδα/ιρίτιδα: προκαλείται από την UVA και οδηγεί σε επανεργοποίηση του έρπητα.
- Λοιμώδης κερατίτιδα: χορήγηση αντιβιοτικών κολλυρίων μετά από Lasik

Σε περίπτωση αποτυχίας της θεραπείας, υπάρχει εξέλιξη κώνου και μείωση οπτικής οξύτητας.



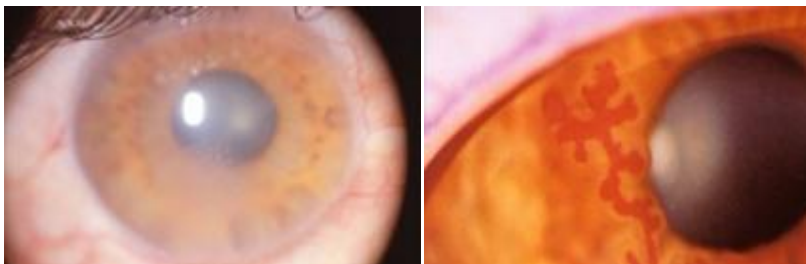
Εικόνα 89^η: λοιμώδης κερατίτιδα από ακανθαμοιβάδα.

Παραπομπή: «κερατίτιδα», Krugman & Jones



Εικόνα 90^η : ερπητική ιρίτιδα, ο ιός προσβάλλει τα αγγεία της ίριδας. οδηγεί σε ατροφία της ίριδας και του σφιγκτήρα μύα, άρα η κόρη είναι παραμορφωμένη και σε μυδρίαση.

Παραπομπή: Ινστιτούτο οφθαλμολογικής φλεγμονής και παθολογίας οφθαλμού.



Εικόνα 91^η: πρώτα παρατηρείται στρωματική κερατίτιδα και έπειτα επιθηλιακή κερατίτιδα.

Παραπομπή: Ινστιτούτο οφθαλμολογικής φλεγμονής και παθολογίας οφθαλμού.

3.2.2. Σύγχρονες και πρωτοποριακές τεχνικές με τη διασύνδεση κολλαγόνου

Σύγχρονες τεχνικές σε συνδυασμό με τη διασύνδεση κολλαγόνου είναι η ενστάλαξη διαλύματος ριβοφλαβίνης σε συγκεκριμένη θέση μέσα στο στρώμα με τη βοήθεια του laser, που χρησιμοποιείται για τη διόρθωση μυωπίας, υπερμετρωπίας και αστιγματισμού. Αυτή η μέθοδος είναι συνδυασμός των πλεονεκτημάτων της διασύνδεσης κολλαγόνου, που σταθεροποιεί την εξέλιξη του κερατόκωνου και τη δραστική μείωση της μυωπίας και του αστιγματισμού άρα βελτίωση της ποιότητας όρασης. Αυτό παρέχει στα άτομα με κερατόκωνο οπτική αποκατάσταση με γυαλιά και φακούς επαφής. Η θεραπεία είναι απλή και ανώδυνη. Ο συνδυασμός αυτός επινοήθηκε από τον Διδάκτωρ Κανελλόπουλο και ονομάστηκε Πρωτόκολλο της Αθήνας. Πλέον αποτελεί μια διεθνώς αναγνωρισμένη τεχνική.

Διαδικασία

Γίνεται τοπική αναισθησία, νοσηλεία δεν απαιτείται. Αρχικά, το laser αποδομεί το επιθήλιο (=επιφανειακό κυτταρικό στρώμα του κερατοειδή) σε περίπου μισό λεπτό και στη συνέχεια εφαρμόζεται μια επιλεκτική φωτοαποδομή (= είναι μια διαδικασία κατά την οποία το λέιζερ αλληλεπιδρά με τον κερατοειδή και έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή κερατοειδικού ιστού και την εκρηκτική του απόσπαση από τον κερατοειδή.) του στρώματος με βάση τις τοπογραφικές μετρήσεις με στόχο την ομαλοποίηση της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας. Για να μείνει διαγής ο κερατοειδής, χορηγούνται συγκεκριμένες ουσίες και τέλος γίνεται διασύνδεση κολλαγόνου, διάρκειας 10 λεπτών.

Μετά την θεραπεία

Ο ασθενής έχει ένα μαλακό φακό επαφής αντί για επίδεσμο. Είναι ελεύθερος να κινηθεί. Υπάρχει πόνος και μια μικρή ευαισθησία τις πρώτες 2 μέρες αλλά αυτό υποχωρεί. Την Τρίτη μέρα, γίνεται αφαίρεση του προστατευτικού φακού επαφής. Μετά από μια εβδομάδα ο ασθενής μπορεί να επιστρέψει κανονικά στην καθημερινότητά του.

Η θεραπεία δεν έχει ανησυχητικές επιπλοκές. Δεν είναι τοξική για το ενδοθήλιο του κερατοειδούς. Μειώνει το ποσοστό αναγκών για μεταμόσχευση κατά 90%.

Ο συνδιασμός της διασύνδεσης κολλαγόνου με λέιζερ είναι για όλους;

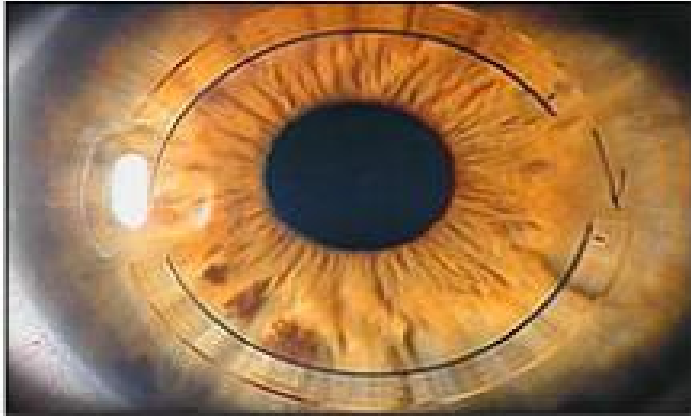
Ο συνδιασμός δεν ενδείκνυται για όλους. Απευθύνεται σε συγκεκριμένους οφθαλμούς και τύπους κερατόκωνου. (υποκλινικός, πρώιμος, όψιμος, ήπιος, πολύ προχωρημένος, ρωγοειδής, ωοειδής, σφαιροειδής, με βάση τη γωνία Amsler και με βάση των κεντρικών κερατομετρικών ενδείξεων.) Τα κριτήρια που κρίνει ο οφθαλμίατρος αναγκαία για να προτείνει αυτή τη μέθοδο είναι:

- i. Το πάχος του κερατοειδή που το φυσιολογικό κυμαίνεται από 450-610μm
- ii. Το στάδιο του κερατόκωνου
- iii. Η θέση του κώνου
- iv. Η καμπυλότητα του κερατοειδή (στην κεντρική περιοχή είναι 7,8mm και διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο κατά +/-0,4mm)
- v. Η διάθλαση του οφθαλμού
- vi. Η οπτική οξύτητα
- vii. Η κατάσταση του άλλου οφθαλμού

3.2.3. Ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτυλίων

Οι ενδοκεράτιοι δακτύλιοι (Intrastromal Corneal Ring Segments, ICRS) αποτελούν την πιο ολοκληρωμένη και ευέλικτη τεχνολογία αναδιαμόρφωσης του κερατοειδούς σε ασθενείς που πάσχουν από κερατόκωνο. Οι ενδοκεράτιοι δακτύλιοι – Kerarings είναι εμφυτεύματα στο στρώμα του κερατοειδή, τα οποία ομαλοποιούν την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς μειώνοντας το διαθλαστικό σφάλμα που οφείλεται στον κερατόκωνο και καταπολεμώντας άλλες εκτατικές διαταραχές του κερατοειδή.

Η διαφορά των Kerarings έγκειται στον ειδικό σχεδιασμό τους που αφορά αποκλειστικά τη θεραπεία της κερατοειδικής εκτασίας. Πιο συγκεκριμένα, προσδίδει καλύτερη εξομάλυνση της επιφάνειας του κερατοειδή και μικρότερο διαθλαστικό σφάλμα.



Εικόνα 92¹: Προβολή εφαρμογής ενδοκερατοειδικού δακτυλίου – keraring

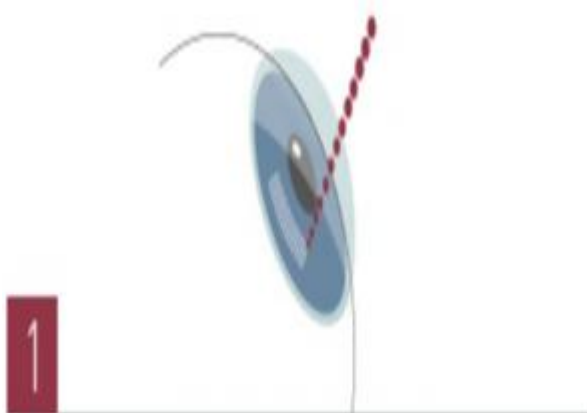
Παραπομπή: Μπλαζάκη Σ., Τοπογραφική ανάλυση οικογενούς κερατόκωνου, 'Όπτική και όραση', Διατμηματικό Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημίου Κρήτης.

Είναι κατασκευασμένα από πολυμεθυλμεθακρυλικό (PMMA), έχουν σχήμα ημισελίνου και το μέγεθός τους ποικίλει σε διάμετρο, πάχος, μήκος τόξου και σχήματος εγκάρσιας διατομής. Η τοποθέτησή τους γίνεται μετά από δημιουργία ενός τούνελ στον κερατοειδή με την χρήση των Femtosecond Laser. Η θέση της τοποθέτησης αποφασίζεται από τον χειρουργό ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ασθενούς. Κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι πως παρουσιάζει αναστρεψιμότητα, προσαρμοστικότητα και διατήρηση της ακεραιότητας του κεντρικού κερατοειδούς.

Η διαδικασία της επέμβασης διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα (εντός ολίγων λεπτών) και πραγματοποιείται με τοπική αναισθησία. Η χρήση λέιζερ δεν είναι αναγκαία και δεν αφαιρείται ιστός, ενώ το κεντρικό τμήμα του κερατοειδή παραμένει ανέπαφο. Μετά την τοποθέτηση των δακτυλίων είναι δυνατό να αντικατασταθούν ή και να αφαιρεθούν.

Η ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτυλίων είναι μια λιγότερο επεμβατική διαθλαστική μέθοδος, τα βήματα για τη διεκπεραίωση της οποίας είναι τα εξής:

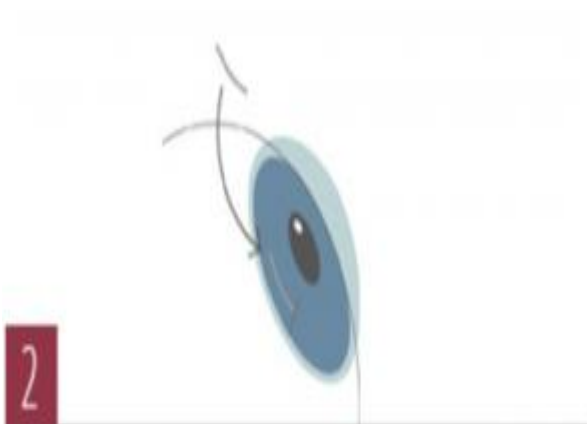
- I. Με τη βοήθεια του laser Femtosecond, ο χειρουργός ανοίγει μία σήραγγα στο εσωτερικό του στρώματος του κερατοειδή χιτώνα. Μέσα στη σήραγγα αυτή θα γίνει και η εμφύτευση του δακτυλίου keraring.



Εικόνα 93^η: Δημιουργία σήραγγας στο στρώμα του κερατοειδούς με το Femtosecond.

Παραπομπή: www.laser4myopia.gr

- II. Ο δακτύλιος τοποθετείται στο εσωτερικό της σήραγγας, όπου και εισάγεται με προσοχή.



Εικόνα 94^η: Εισαγωγή keraring στο εσωτερικό της σήραγγας και σταθεροποίηση.

Παραπομπή: www.laser4myopia.gr

- III. Το keraring εφαρμόζεται στον κερατοειδή, η επιφάνεια του οποίου έχει πλέον γίνει ομαλή.



Εικόνα 95^η: Εξοπλισμός για την εισαγωγή δακτυλίων

Παραπομπή: www.mediphacos.com

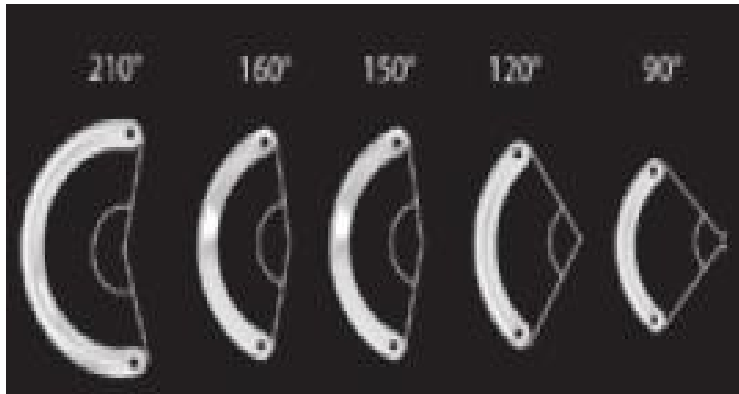
§ Μετεγχειρητική περίοδος

Μετά την επέμβαση η αποθεραπεία είναι ιδιαίτερα σύντομη, καθώς βελτιώνεται μέσα σε 2 ημέρες και σταθεροποιείται σε διάστημα 3 – 6 μηνών. Για το πρώτο έτος μετά την επέμβαση υπάρχει ενδεχόμενο ο ασθενής να χρειαστεί γυαλιά οράσεως ή και φακούς επαφής. Η επιτυχία της επέμβασης βασίζεται στην καθεαυτή πάθηση του κερατοειδούς και πόσο έχει ενισχυθεί το πρόβλημα. Γενικότερα, όσο ταχύτερα γίνει διάγνωση & επέμβαση, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η επιτυχία της επέμβασης.

Οι ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι διατίθενται σε 40 διαφορετικές παραλλαγές. Η διαφοροποίηση έγκειται σε παράγοντες όπως:

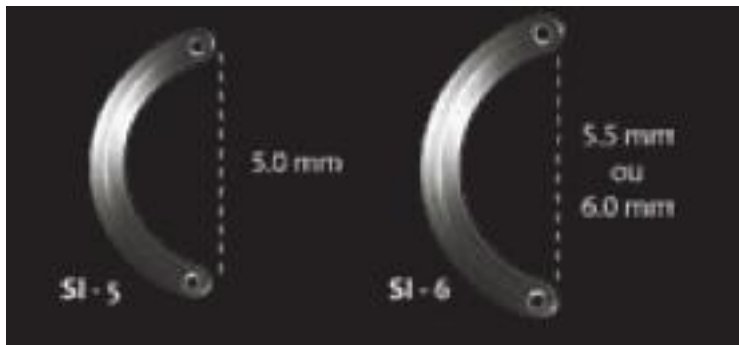
Πάχος
Καμπυλότητα
Διάμετρος

Οι δακτύλιοι διαθέτουν πρισματικό σχεδιασμό, κάτι το οποίο προκαλεί ολική ανάκλαση του φωτός που εισέρχεται στον οφθαλμό μέσω του εμφυτεύματος, με αποτέλεσμα την εξάλειψη αντηλίας και άλους. Είναι μία τεχνική που μπορεί να έρθει εις πέρας και σε συνδυασμό με cross – linking κερατοειδούς, PRK & εμφύτευση ενδοφακών (intacs).



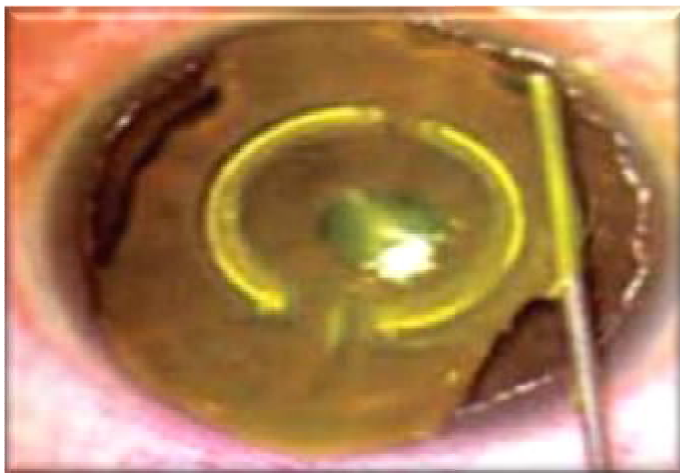
Εικόνα 96^η: 40 διαφορετικοί δακτύλιοι με επιλογές πάχους, μήκους τόξου και διαμέτρου.

Παραπομπή: www.mediphacos.com



Εικόνα 97^η: Μεταβλητή οπτική ζώνη. Οι δακτύλιοι διατίθενται σε 2 μοντέλα (SI-5, SI-6) για εμφύτευση 5,0mm, 5,5mm και 6,0mm.

Παραπομπή: www.mediphacos.com



Εικόνα 98^η: Συμβατότητα με συμπληρωματικές τεχνικές. Συνδιασμός με crosslinking, PRK και φακικό εμφύτευμα IOL.

Παραπομπή: www.mediphacos.com

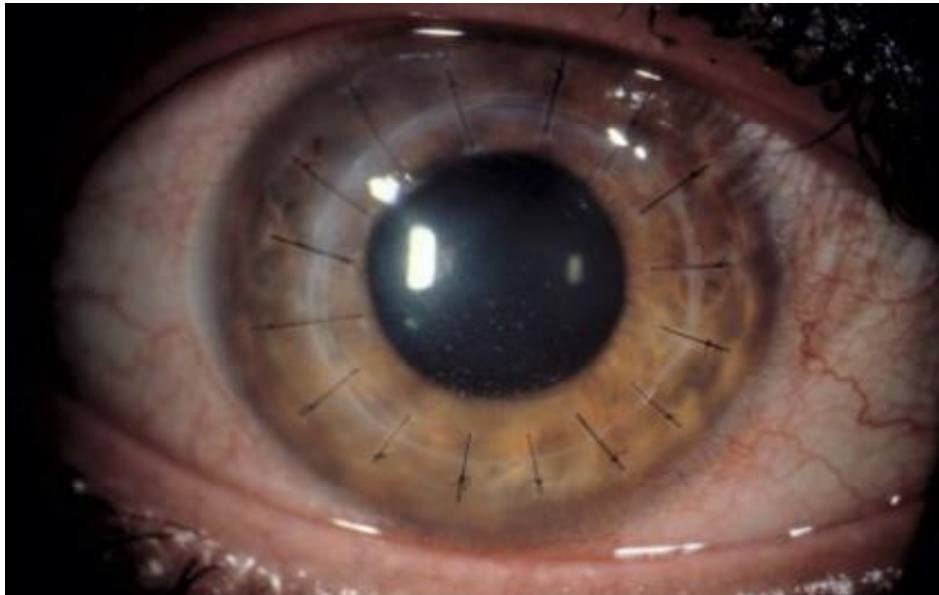
Παρότι οι ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι ομαλοποιούν την επιφάνεια του κερατοειδούς, προσδίδοντας καλύτερη όραση, δεν σταθεροποιούν τον κερατόκωνο. Επιπλέον, το διαθλαστικό σφάλμα μειώνεται σημαντικά, δίχως όμως να εξαλείφεται πλήρως.

3.2.4. Κερατοπλαστική

Βασικές αρχές κερατοπλαστικής

Ως μεταμόσχευση κερατοειδούς αναφέρεται η κερατοπλαστική, μία επεμβατική μέθοδος κατά την οποία ο ανώμαλος ιστός του ξενιστή αντικαθίσταται από υγιή κερατοειδικό ιστό του δότη. Το μόσχευμα μπορεί να είναι:

- ✓ Στρωματικό ή μερικού πάχους (lamellar keratoplasty)
- ✓ Διαμπερές ή ολικού πάχους (penetrating keratoplasty)



Εικόνα 99^η: Μεταμόσχευση κερατοειδούς

Παραπομπή: Μπλαζάκη Σ., Τοπογραφική ανάλυση οικογενούς κερατόκωνου, 'Όπτική και όραση', Διατμηματικό Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημίου Κρήτης.

Ø Στρωματική – Μερικού πάχους κερατοπλαστική

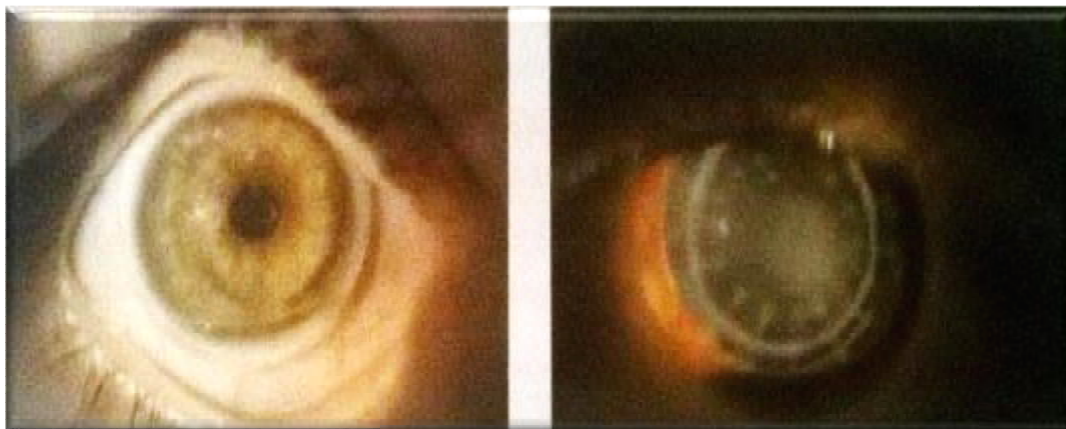
Πρόκειται για μεταμόσχευση μερικού πάχους του κερατοειδούς κατά την οποία αντικαθίσταται το πρόσθιο μέρος του κερατοειδούς σε βάθος 95%. Χρησιμοποιείται ως μια βελτιωμένη εναλλακτική επέμβαση αντί της κερατοπλαστικής ολικού πάχους (PK) στην οποία και αντικαθίσταται το 100% του κερατοειδούς. Ο ιστός που διατηρείται στο πίσω τμήμα του κερατοειδούς (το υπόλοιπο 5% δηλαδή) συμπεριλαμβάνει τη δεσκεμέτριο μεμβράνη. Μετά από την αφαίρεση του μη υγιούς κερατοειδικού πρόσθιου τμήματος, το νέο μόσχευμα προστίθεται και συρράφεται (τα ράμματα αφαιρούνται έπειτα από διάστημα 12 – 18 μηνών).

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η κερατοπλαστική μερικού πάχους είναι πως ο οφθαλμός είναι κλειστός καθ'όλη τη διάρκεια της επέμβασης, η απουσία κινδύνου για τυχόν απόρριψη του μοσχεύματος και πως στην έσχατη περίπτωση μη ικανοποιητικού αποτελέσματος, η τεχνική μπορεί να μετατατραπεί σε διαμπερή – ολικού πάχους κερατοπλαστική.

Τα μειονεκτήματα μίας τέτοιου είδους επέμβασης αφορούν το γεγονός πως η διεκπεραίωσή της εμφανίζει ιδιαίτερη δυσκολία τεχνικά, ενώ τονίζεται η πιθανότητα αυξημένης ουλοποίησης με συνέπεια και μειωμένης οπτικής οξύτητας.

Ø Διαμπερής – Ολικού πάχους κερατοπλαστική (ενδείξεις):

- i. *Οπτικές ενδείξεις* που αφορούν βελτίωση της οπτικής οξύτητας του ξενιστή με αντικατάσταση του αδιαφανή κερατοειδή με διαυγή του δότη. Συνηθέστερες ενδείξεις αποτελούν: η ψευδοφακική φουσαλιδώδεις κερατοπάθεια, ο κερατόκωνος, οι κερατοειδικές δυστροφίες και εκφυλίσεις / ουλές προκλημένες από διάφορους τύπους κερατίτιδας ή και τραυματισμό.
- ii. *Τεκτονικές ενδείξεις* από βαριές αλλοιώσεις της ανατομίας του κερατοειδούς με σκοπό την πλήρη αποκατάσταση – διατήρηση της δομής του (δεσκεμετοκλήλη, λέπτυνση στρώματος)
- iii. *Θεραπευτικές ενδείξεις* σε συνθήκες αποτυχούς αντιμικροβιακής – αντιϊικής θεραπείας μεμόνη λύση την αφαίρεση του κερατοειδούς που έχει υποστεί φλεγμονή.
- iv. *Κοσμητικές ενδείξεις* για διεξαγωγή της βέλτιστης δυνατής εμφάνισης του κερατοειδή.



Εικόνα 100^η : Περιστατικό διαμπερούς κερατοπλαστικής με εφαρμογή σκληρικού φακού επαφής (αριστερά). Μόσχευμα διαμπερούς κερατοπλαστική, ενώ η κόρη βρίσκεται υπό μυδρίαση (δεξιά). Παραπομπή: Κατσούλος Κ, Ασημέλλης Γ, Η σύγχρονη διαθλαστική εξέταση, Η δίορθωση της όρασης(7).

Ο ιστός του δότη (μόσχευμα που θα τοποθετηθεί στον οφθαλμό του δέκτη) πρέπει να έχει στέρεη μορφή, ώστε να αποφευχθεί πιθανός υψηλός αστιγματισμός μετά τη μεταμόσχευση. Αυτό προαπαιτεί η ηλικία του δότη να είναι μεγαλύτερη των 12 μηνών και μικρότερη των 70 ετών, καθώς σε μεγαλύτερες ηλικίες αυτής της τάξεως υπάρχει μικρός αριθμός ενδοθηλιακών κυττάρων σε μικρό βαθμό. Επιλέον το διάστημα διάθεσης του μοσχεύματος από την ώρα θανάτου έγκειται εντός 24 ωρών το μέγιστο.

Το μόσχευμα αξιολογείται μέσο σχισμοειδούς λυχνίας ή και με το σαρωτικό / απλό μικροσκόπιο πριν την έναρξη της διαδικασίας τοποθέτησης. Οι περιπτώσεις όπου ο ιστός του δότη κρίνεται ακατάλληλος για μεταμόσχευση είναι οι εξής:

- i. Άγνωστη αιτία θανάτου.
- ii. Συστηματικές λοιμώξεις τύπου: AIDS, σύφιλη, σηψαιμία, ηπατίτιδα από ιό.
- iii. Λευχαιμία & διάσπαρτα λεμφώματα.
- iv. Ορισμένα λοιμώδη νοσήματα του Κ.Ν.Σ. όπως: συστηματική σκληρυντική εγκεφαλίτιδα, προοδευτική πολυεστιακή λευκοεγκεφαλοπάθεια, νόσος Jacob – Creutzfeld).
- v. Εγγενείς νόσοι του οφθαλμού (κακοήθη νοσήματα, ενεργός φλεγμονή) ή προϋπάρχουσα ενδοφθάλμια εγχείρηση.

Όταν δεν πραγματοποιείται άμεσα η μεταμόσχευση, αλλά σε ευρύ χρονικό διάστημα από τη στιγμή της αφαίρεσης από το δότη προτείνονται τρία μέσα συντήρησής του ανάλογα με το χρόνο που έχει προγραμματιστεί η μεταμόσχευση:

Βραχυχρόνια συντήρηση. Όλος ο βολβός διατηρείται εμποτισμένος σε υγρό θάλαμο σε θερμοκρασία 4° C για διάστημα 3 – 4 ημερών.

Συντήρηση ενδιάμεσου χρόνου. Το μέσο συντήρησης είναι ειδικά σχεδιασμένο (Dexol, Optisol), μέσα στο οποίο το μόσχευμα διατηρείται στους 4° C για διάστημα 1 – 2 εβδομάδων.

Μακροχρόνια συντήρηση. Το μέσο αποθήκευσης και συντήρησης είναι ιστικής καλλιέργειας προκειμένου να φυλάσσεται άθικτο σε θερμοκρασία 37° C για 4 – 6 εβδομάδες.

Προγνωστικοί παράγοντες

- Δυσμενείς προγνωστικοί παράγοντες για το δέκτη:

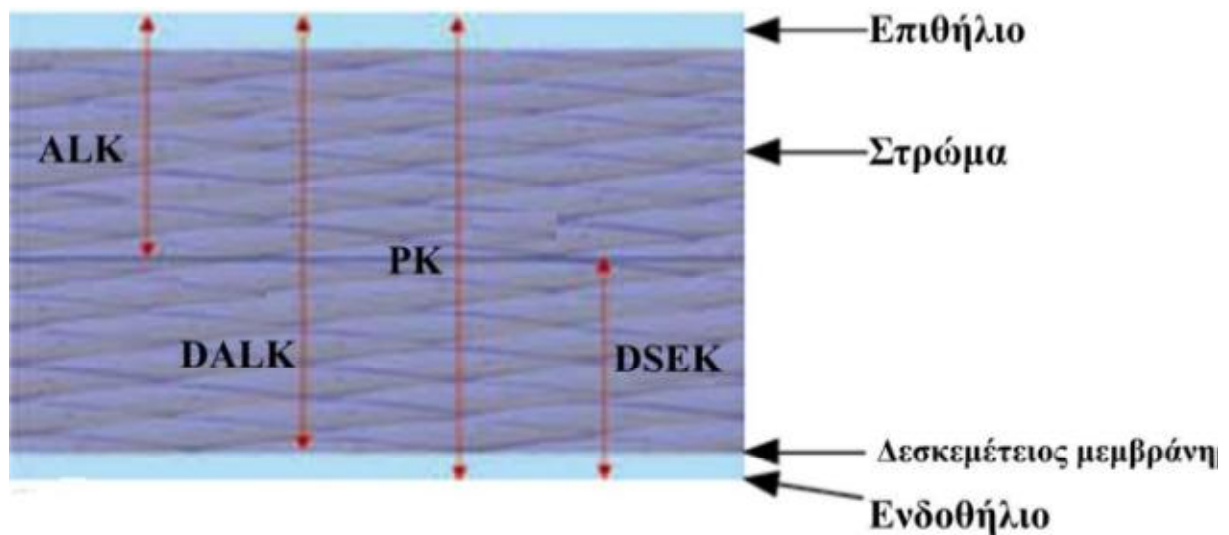
Βαριά στρωματικοί αγγείωση, απουσία κερατοειδικής ευαισθησίας, στην περιοχή όπου πραγματοποιήθηκε συρραφή του μοσχεύματος εξαιρετική λέπτυνση και ενεργός φλεγμονή του κερατοειδούς. Σε πιο ευνοϊκές περιπτώσεις συναντώνται ουλές μικρού μήκους του κερατοειδούς, κερατόκωνος, κερατοειδικές δυστροφίες.

-Επιβαρυντικοί προγνωστικοί παράγοντες (â πιθανότητα διατήρησης μοσχεύματος):

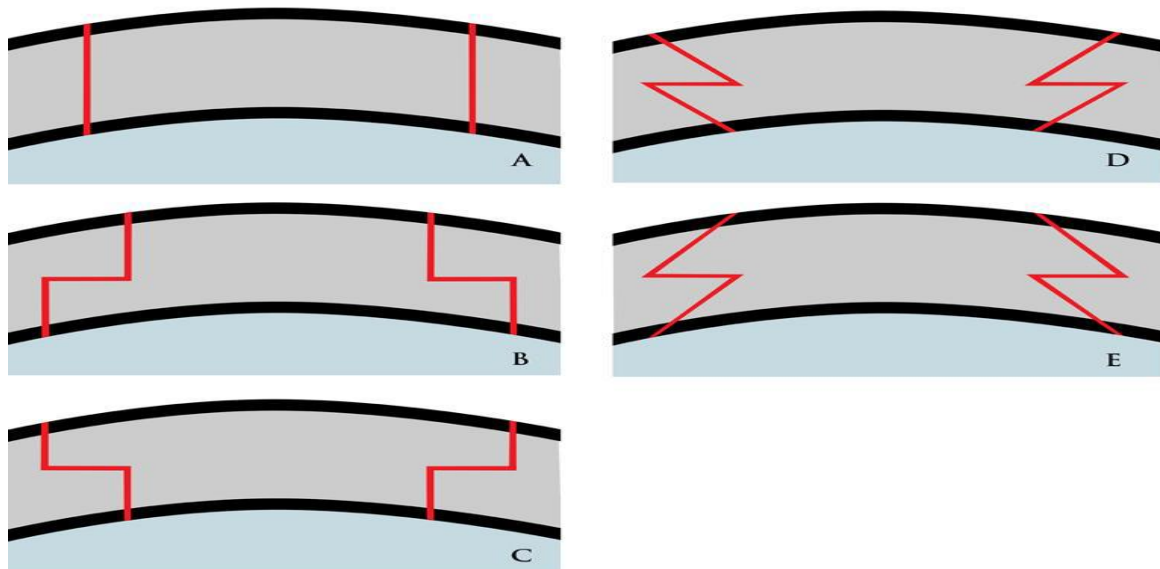
Μη ελεγχόμενο γλαύκωμα, πρόσθιες συνέχειες ραγοειδίτιδας, υποτροπιάζουσες/προοδευτικές μορφές φλεγμονής του επιπεφυκότα, διαταραχές της δακρυϊκής στιβάδας, παθήσεις των βλεφάρων (εκτρόπιο, εντρόπιο, τριχίαση).

-Χειρουργική τεχνική διαμπερούς κερατοπλαστικής (στάδια εκτέλεσης)

- I. *Προσδιορισμός κατάλληλου μεγέθους για το μόσχευμα.* Το ιδανικό μόσχευμα εκτιμάται σε διάμετρο 7,5mm. Όμως, μοσχεύματα με διάμετρο μεγαλύτερη των 8mm τείνουν να καταλήγουν μετεγχειρητικά σε συνέχειες, αγγειώσεις και ενδοφθάλμια πίεση στο πρόσθιο τμήμα. Στην αντίθετη περίπτωση όπου το μόσχευμα έχει μικρότερη διάμετρο από 7,5mm οδηγεί σε ιδιαίτερα υψηλό αστιγματισμό.
- II. *Εκτομή του κερατοειδούς του δότη,* η οποία προηγείται της εκτομής του δέκτη. Πραγματοποιείται με λήψη σκληροκερατοειδικού ιστού από τον οφθαλμικό βολβό του δότη και τοποθέτηση αυτού σε κοίλο μπλοκ από Teflon με την ενδοθηλιακή επιφάνεια άνω. Ακολουθεί τομή του κερατοειδικού μοσχεύματος με τρυπάνι.
Μία παραπλήσια μέθοδος είναι η άμεση λήψη του μοσχεύματος από το δότη με τρυπάνωση, αφού προηγηθεί ένεση με αέρα ή ιξοδοελαστική ουσία επί του πρόσθιου θύλακα.
Για την ελάττωση της συχνότητας του μετεγχειρητικού γλαυκώματος, τη δημιουργία υδατοστεγούς χειρουργικής τομής μετά τη συρραφή και τη μείωση τη μετεγχειρητικής επιπέδωσης του κερατοειδούς είναι προτιμότερο το μόσχευμα να έχει διάμετρο μεγαλύτερη κατά 0,5mm από το τμήμα που έχει αφαιρεθεί από το δέκτη.
- III. *Εκτομή του ιστού του δέκτη,* με αποφυγή καταστροφής της ίριδας και του φακού με το τρυπάνι. Πριν την έναρξη της επέμβασης απαιτείται μύση της κόρης για όλη τη διάρκεια με σκοπό την προστασία του φακού. Για την αποφυγή ταχείας αποσυμπίεσης του οφθαλμού ενδείκνυται μερτικού πάχους τρυπάνωση με συνέχεια στο χώρο του προσθίου θαλάμου με κοπίδι, ενώ η εκτομή είναι δυνατό να συμπληρωθεί με ψαλίδι.
- IV. *Στερέωση ιστού του δότη,* η οποία ξεκινά με 4 κύρια διακεκομμένα ράμματα. Η σύγκλιση συμπληρώνεται με διακεκομμένα, συνεχή ράμματα και από τον συνδιασμό αυτών. Για αποφυγή εισόδου βακτηρίων αντενδείκνυται η είσοδος της βελόνας στον κερατοειδή να είναι ολικού πάχους (πρέπει να είναι μερικού πάχους).
- V. *Ανασχηματισμός προσθίου θαλάμου.*



Εικόνα 101^η: Τεχνικές μεταμόσχευσης κερατοειδούς. ALK-Anterior Lamellar Keratoplasty, πρόσθια στρωματική κερατοπλαστική, DALK-Deep Anterior Lamellar Keratoplasty, βαθιά πρόσθια στρωματική κερατοπλαστική, PK-Penetrating Keratoplasty, διαμπερής κερατοπλαστική, DSEK Descemet's Stripping Endothelial Keratoplasty, ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική.
 Παραπομπή: Μπλαζάκη Σ., Τοπογραφική ανάλυση οικογενούς κερατόκωνου, 'Όπτική και όραση', Διατμηματικό Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημίου Κρήτης.



Εικόνα 102^η: Τομές κερατοειδούς με χρήση Femtosecond laser. A.Standard Cut, B.Top Hat, C.Mushroom, D.Zig-Zag, E.Christmas Tree
 Παραπομπή: Μπλαζάκη Σ., Τοπογραφική ανάλυση οικογενούς κερατόκωνου, 'Όπτική και όραση', Διατμηματικό Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημίου Κρήτης.

-Μετεγχειρητική αντιμετώπιση

Η κάλυψη του οφθαλμού μπορεί να διαρκέσει για διάστημα 24 ωρών, ενώ για δύο εβδομάδες απαιτείται ενστάλλαξη στεροειδών τοπικά τέσσερις φορές ημερησίως και μυδριατικά δύο φορές ημερησίως. Το ολικό διάστημα χρήσης στεροειδών είναι 12 μήνες, 1 ενστάλλαξη κάθε μέρα για 6 μήνες και έπειτα σε διαστήματα ημερών. Ένα χρόνο μετά την κερατοπλαστική εκτελείται η αφαίρεση των ραμμάτων σε κερατοειδής μη αγγειωμένους. Ο ασθενής με μεταμόσχευση κερατοειδή πρέπει να παρακολουθείται κάθε 3 μήνες για αποφυγή ανεπιθύμητων παρενεργειών.

Πρώιμες μετεγχειρητικές επιπλοκές περιλαμβάνουν αβαθή πρόσθιο θάλαμο, πρόπτωση της ίριδας, ελλείμματα του επιθηλίου και λοίμωξη.

Ώσιμες μετεγχειρητικές επιπλοκές περιλαμβάνουν γλαύκωμα, αστιγματισμό, επανεμφάνιση της αρχικής νόσου, κυστεοειδές οίδημα ωχράς, σχηματισμό οπισθοκερατοειδικών μεμβρανών κ.α

-Αποτυχία μεταμόσχευσης

Πρώιμη αποτυχία της μεταμόσχευσης ακολουθούμενη από θολερότητα του μοσχεύματος από την πρώτη μετεγχειρητική μέρα, λόγω δυσλειτουργίας του επιθηλίου (παθολογικό ενδοθήλιο του κερατοειδούς ή λανθασμένος επεμβατικός χειρισμός).

Ώσιμη αποτυχία της μεταμόσχευσης ως μοναδικό αποτέλεσμα την ανοσολογική απόρριψη του μοσχεύματος που αφορά είτε το ενδοθήλιο είτε το επιθήλιο και κάνει εμφάνιση σε διάστημα 6 – 12 μηνών.

Επιθηλιακή απόρριψη: για αντιμετώπιση χορηγούνται στεροειδή τοπικά.

Ενδοθηλιακή απόρριψη: είναι πιθανό να οδηγήσει σε μόνιμο οίδημα του κερατοειδούς. Η θεραπεία της ενδοθηλιακής απόρριψης είναι τοπική (ανά ώρα χρήση στεροειδών τοπικά και ενέσεων παραφλεβίως) και συστηματική (με ανοσοκατασταλτικούς παράγοντες).

Μετά από κερατοπλαστική, ο κερατοειδής παρουσιάζει ιδιαίτερη τοπογραφική ποικιλομορφία. Η μεγάλη ασυμμετρία που οφείλεται στην τάση των ραμμάτων αποτελεί ιδιαίτερο χαρακτηριστικό. Για την αποκατάσταση ιδανικής οπτικής οξύτητας χρειάζεται εφαρμογή και χρήση σκληρών αεροδιαπερατών, υβριδικών ή σκληρικών φακών επαφής.



Εικόνα 103^η: Δύο ασύμμετροι μεταμοσχευμένοι κερατοειδείς (αριστερά). Περιστατικό με κερατόκωνο (δεξιά) – ο αριστερός οφθαλμός έχει υποστεί κερατοπλαστική (κεντρικά: καμπύλωση που θυμίζει trefoil / περιφερικά: μεγάλη αποπλάτυνση), ενώ ο δεξιός όχι.

Παραπομπή: Κατσούλος Κ, Ασημέλλης Γ., Η σύγχρονη διαθλαστική εξέταση, Η διόρθωση της όρασης(7).

-Εφαρμογή φακών επαφής μετά από κερατοπλαστική:

- § Φακοί που εφαρμόζονται σε διάστημα 3 – 6 μηνών μετά τη μεταμόσχευση
- § Φακοί που εφαρμόζονται σε διάστημα 12 – 24 μηνών μετά τη μεταμόσχευση (πιο συνήθης καθώς έχει σταθεροποιηθεί πλέον ο κερατοειδής)

Σε περιπτώσεις μετά από μεταμόσχευση κερατοειδή οι φακοί επαφής που επιλέγονται για εφαρμογή είναι οι παρακάτω:

- i. Μαλακοί τορικοί
- ii. Μαλακοί αντίστροφης γεωμετρίας
- iii. Σκληροί αεροδιαπερατοί μικρής διαμέτρου και αντίστροφης γεωμετρίας
- iv. Υβριδικοί
- v. Σκληρικοί – Απτικοί

Συμπεράσματα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολήθηκε με τον κερατόκωνο ως πάθηση του κερατοειδούς (εκτατικές δυστροφίες, τους φακούς επαφής και τις νέες μεθόδους θεραπείας του.

Αναλυτικά επισημάνθηκε η φυσιολογική εικόνα του κερατοειδούς και η συσχέτισή του με έναν κερατοκωνικό οφθαλμό. Δόθηκε η συμπτωματολογία του κερατόκωνου, η διάκρισή του σε διάφορες κατηγορίες καθώς και οι μέθοδοι διάγνωσης του.

Ο κορμός της συγκεκριμένης εργασίας επικεντρώνεται στα είδη των φακών επαφής, που ενδείκνυνται και έχουν μοναδικά χαρακτηριστικά ο καθένας προκειμένου να καλύψουν τα στάδια του εξελισσόμενου κερατόκωνου και έτσι να πετύχουν καλύτερη οπτική οξύτητα, υγεία και άνεση του κερατοειδούς.

Εκτός από τους φακούς επαφής αναλύθηκαν και πρόσφατες μέθοδοι θεραπείας όπως, η διασύνδεση κολλαγόνου, οι ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι και η κερατοπλαστική.

Συμπερασματικά, διαπιστώνουμε ότι ο κερατόκωνος δεν θεραπεύεται, αλλά παρέχεται η δυνατότητα σταθεροποίησης της εξέλιξής του. Η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι η διασύνδεση κολλαγόνου σε συνδυασμό με τις σύγχρονες πρωτοποριακές τεχνικές, όπως είναι το λέιζερ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δαμανάκης, Α. Γ. (2011) Διάθλαση. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Ασημέλλης, Γ. , Κατσούλος, Κ. , Καραγεωργιάδης, Λ. , Μακρυνιώτη, Δ. , Βασιλείου, Ν. , Μουσαφειρόπουλος, Θ. , Μπαχάρης, Κ. (2007) Οπτική και Υπερόραση. 2η έκδοση. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Φωτεινάκης, Β. , Πατέρας, Ε. , Χανδρινός, Αρ. (2000) Κλινική Διάθλαση. Αθήνα: Έλλην.

Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ. (2010) Φακοί Επαφής. Β: Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές 1 η έκδοση. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ. (2010) Φακοί Επαφής. Α: Επιστήμη και Βασικές Αρχές 2η έκδοση. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Belin, M.W., Ambrósio, R. (2013) Scheimpflug imaging for keratoconus and ectatic disease. Indian J Ophthalmol 61 (8), 401 – 406.

Maeda, N., Klyce, S.D., Smolek, M.K., Thompson, H.W. (1994) Automated Keratoconus Screening With Corneal Topography Analysis. Investigative Ophthalmology & Visual Science 35 (6), 2749 – 2757.

Karseras, A.G., Ruben, M. (1976) Aetiology of keratoconus. British Journal of Ophthalmology 60. 522 – 525.

Sbab, S., Laiquzzaman, M., Bbjwant, R., Mantry, S., Cunliffe, I. (2007) Assessment of the Ocular Response Analyzer in Normal and Keratoconic Eyes. Investigative Ophthalmology and Visual Science 48 (7), 3026 – 3031.

Μαγουλάς, Μ.Π.(2005)Τοπογραφία & Wavefront, 1η έκδοση, Αθήνα: ΒΗΤΑ.

Harold. A.,Stein, Bernard, J.,Slatt, Σκληροί και Μαλακοί Φακοί επαφής πρακτικός οδηγός εφαρμογής, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.

ΣΠ.Πολλάλη, Κλινική Οφθαλμολογία, τόμος 4ος Εξωτερικές Παθήσεις του Οφθαλμού, εκδόσεις Λίτσας.

Mark. W., Leitman, Εγχειρίδιο Οφθαλμολογικής Εξέτασης και Διάγνωσης, 5η έκδοση, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Thomas L.Slamovits, Οπτική Διάθλαση και φακοί επαφής, 3η έκδοση της American Academy ofOphthalmology(1993), Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη.

Παπαστρατηγάκης Β., Κλινική Οφθαλμολογία – Μια Συστηματική Προσέγγιση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε (4).

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

www.meajo.org

http://www.pentacam.com/sites/basic_features.php

<http://www.eyecalcs.com/DWAN/pages/v1/v1c065.html>

www.otcet.co.uk

www.kcsupport.org

<http://imgarcade.com/1/keratometry/>

<http://www.igeorgiadou.gr/dimosiefseis/anatomia-keratoeidous/>

<http://www.drneos.gr/el/content/45-sight-mechanism>

<http://www.opthalmica.gr/el/pathiseis/item/44-keratoeidous.html>

<http://www.eye-laser-surgery.gr/pathiseis/keratokwnos.htm>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Keratoconus>

<http://keratoconos.gr/>

<http://drarvanitis.gr/index.php/pathiseis-menu/allergiki-epipefikitida-menu>

<http://www.biolaser.gr/index.php?instance=article&id=104>

www.eyearart.org

<http://www.allaboutvision.com>

<http://www.ridderflex.com/>

www.corneaclinic.com

www.laservue.com

www.mediphacos.com

www.laser4myopia.gr