



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ

(Management of keratoconus)

Σπουδαστές:

ΠΑΣΧΑΛΗΣ ΜΠΟΥΡΣΟΥΚΗΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΥΡΓΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής

κ. ΤΟΓΙΑ ΜΑΡΙΑ

ΑΙΓΙΟ-2015

Περίληψη

Η παρακάτω εργασία αποτελεί μία μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε με σκοπό να συγκεντρωθούν πληροφορίες που αφορούν τον κερατόκωνο και τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να αντιμετωπισθεί.

Ο κερατόκωνος λοιπόν είναι μία πάθηση του κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμού που ανήκει στις δυστροφίες και διακρίνεται σε υποκλινικό, ήπιο, μεσαίο και προχωρημένο.

Ο λόγος για τον οποίο εμφανίζεται δεν είναι ακόμη γνωστός, ωστόσο σχετίζεται με την κληρονομικότητα αλλά και με τους περιβαλλοντολογικούς και ορμονικούς παράγοντες.

Τον συναντάμε σε συχνότητα 1/2000 και τα συμπτώματά του είναι ευαισθησία στο φως ερεθισμός και έντονο τρίψιμο του οφθαλμού θολή όραση και απότομη μείωση της οπτικής οξύτητας.

Η διάγνωση του γίνεται με αρκετά μέσα όπως με την σχισμοειδή λυχνία και το κερατόμετρο αλλά τα πιο λεπτομερή συμπεράσματα τα βγάζουμε με την τοπογραφία κερατοειδούς και την οπτική τομογραφία συνοχής.

Οι τρόποι με τους οποίους αντιμετωπίζεται ο κερατόκωνος ποικίλουν ανάλογα με το στάδιο το οποίο βρίσκεται και φυσικά ανάλογα τις ανάγκες του ασθενή. Οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι είναι η χρήση διάφορων τύπων φακών επαφής είτε σε συνδυασμό με διασύνδεση κολλαγόνου είτε χωρίς αυτό και η διάφοροι τύποι μεταμόσχευσης του κερατοειδούς ανάλογα με τις την περίπτωση αλλά και τις ανάγκες του ασθενή.

Το συμπέρασμα είναι ότι αν η πάθηση αντιμετωπισθεί έγκαιρα και με ορθό τρόπο δεν μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στην όραση.

Summary

The following work is a study carried out in order to gather information concerning keratoconus and how they can be addressed.

Keratoconus is a disease of the cornea , which belongs to dystrophies and separated into subclinical , mild , medium and advanced.

The reason is displayed is not yet known , however, is associated with inheritance but also with environmental , and hormonal factors .

In meet at frequency 1/2000 and symptoms are sensitive to light and intense rubbing irritation of the eye and blurred vision sharp decrease in visual acuity .

The diagnosis is made by several means such as by slit lamp and keratometry but more detailed conclusions remove the corneal topography and optical coherence tomography .

The ways in which we can face keratoconus vary depending on the stage which is and of course according to the needs of the patient. The most effective methods is the use of different types of contact lenses either in combination with collagen either without this and various types of corneal transplantation depending on the case and on the patient's needs .

The conclusion is that if the illness is treated early and properly can't cause significant vision problems .

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Βολβός.....	6
Πρόσθιο ημιμόριο.....	7
Οπίσθιο ημιμόριο.....	8
Τα δάκρυα και ο ρόλος τους.....	11

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ

Επιθήλιο.....	13
Μεμβράνη του Bowman.....	14
Στρώμα.....	14
Μεμβράνη Descemet.....	15
Ενδοθήλιο.....	15

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ

Θρέψη του κερατοειδή.....	16-17
---------------------------	-------

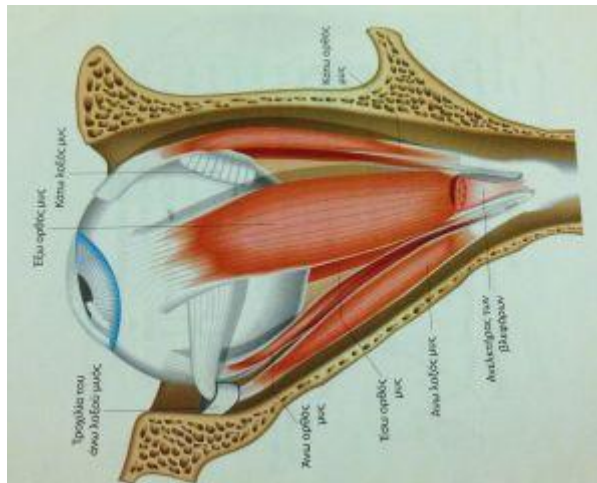
ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ

Ορισμός.....	18
Συμπτώματα.....	22
Κλινικά σημεία του κερατόκωνου.....	24
Μέτρηση O.O.....	24
Εξέταση με στενωπικό δίσκο.....	24
Καθορισμός ευαισθησίας στην φωτεινή αντίθεση.....	24
Βιομικροσκόπηση.....	25
Άμεση οφθαλμοσκόπηση.....	27
Σκιασκοπία.....	27
Κερατομετρία.....	27
Τοπογραφία κερατοειδούς.....	28
Οπτική τομογραφία συνοχής OCT.....	34

Ταξινόμηση κερατόκωνου.....	36
Με βάση κλινικές ενδείξεις.....	36
Με βάση μορφολογικές ενδείξεις.....	38
Με βάση την γωνία Amsler.....	39
Με βάση τις κεντρικές κερατομετρικές ενδείξεις.....	39
Τρόποι αντιμετώπισης του κερατόκωνου.....	40
Μη χειρουργικές μεθόδους.....	40
Γυαλιά.....	40
Φακοί επαφής.....	40
Χειρουργικές μεθόδους.....	63
Πρωτόκολλο της Αθήνας.....	63
Ενδοστρωματικοί δακτύλιοι.....	64
Διασύνδεση κολλαγονου Cross linking.....	66
Μεταμόσχευση κερατοειδή.....	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79

Ανατομία οφθαλμού

Ο ανθρώπινος οφθαλμός βρίσκεται μέσα σε μία οστέινη κοιλότητα η οποία ονομάζεται κόγχος, περιβάλλεται από λίπος και η στήριξη και η κίνησή του γίνεται από τους οφθαλμικούς μύες. Οι οφθαλμοκινητικοί μύες είναι έξι, τέσσερις ορθοί (άνω, κάτω, έσω και έξω) και δύο λοξοί (άνω και κάτω). Μέσα στον κόγχο βρίσκεται και ο ανελεκτήρας μυς του βλεφάρου. Η νεύρωση των μυών των δύο οφθαλμών είναι τέτοια ώστε οι μύες να συνεργάζονται και οι δύο οφθαλμοί να κινούνται ταυτόχρονα προς την ίδια κατεύθυνση (συζυγείς κινήσεις των οφθαλμών) καθώς και να επιτυγχάνεται η φυσιολογική σύγκλιση των οφθαλμών (μη συζυγής κίνηση).



Βολβός

Ο βολβός αποτελείται από τρεις χιτώνες, τον σκληρό χιτώνα εξωτερικά ο οποίος με την σειρά του αποτελεί ένα από τα δύο μέρη του ινώδους χιτώνα του ματιού και είναι το λευκό μέρος του που διακρίνεται όντας αδιαφανής. Είναι φτιαγμένος από σκληρό υλικό και καλύπτει εξωτερικά το μεγαλύτερο μέρος (περίπου τα 5/6) του βολβού του ματιού. Εύκολα διακρίνουμε επάνω του μικρά αιμοφόρα αγγεία που τροφοδοτούν το μάτι με αίμα. Τον χοριοειδή χιτώνα ο οποίος βρίσκεται ανάμεσα σε σκληρό και αμφιβληστροειδή χιτώνα και ο ρόλος του είναι να εφοδιάζει με οξυγόνο την εξωτερική στιβάδα του αμφιβληστροειδούς χιτώνα και τέλος τον αμφιβληστροειδή χιτώνα.

Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας βρίσκεται εσωτερικά και καλύπτει το πίσω μέρος του οφθαλμού και είναι υπεύθυνος για τη μετατροπή του οπτικού σήματος σε ηλεκτρικό, το οποίο στη συνέχεια θα το επεξεργαστεί ο εγκέφαλος ώστε να μετατραπεί σε εικόνα. Τα κύτταρα που είναι υπεύθυνα για αυτή τη μετατροπή είναι οι φωτοϋποδοχείς. Το σήμα από τους φωτοϋποδοχείς μεταβιβάζεται στα γαγγλιακά κύτταρα μέσω των δίπολων κυττάρων και έτσι η πληροφορία φτάνει μέχρι το οπτικό νεύρο και από εκεί στον εγκέφαλο.

Πρόσθιο ημιμόριο

Στο πρόσθιο ημιμόριο του οφθαλμού συναντάμε από έξω προς τα μέσα,



τον κερατοειδή ο οποίος είναι διαφανής ιστός χωρίς αγγεία και έχει τη μεγαλύτερη διαθλαστική ισχύ (43-44,50D). Ενώνεται με το σκληρό στο σκληροκερατοειδικό όριο. Στην περιοχή αυτή βρίσκονται τα βλαστικά κύτταρα του κερατοειδούς και μέσω αυτών γίνεται η αναγέννησή του.

Στο σκληροκερατοειδικό όριο σταματά ο επιπεφυκότας, ο οποίος καλύπτει το σκληρό και την έσω επιφάνεια των βλεφάρων.

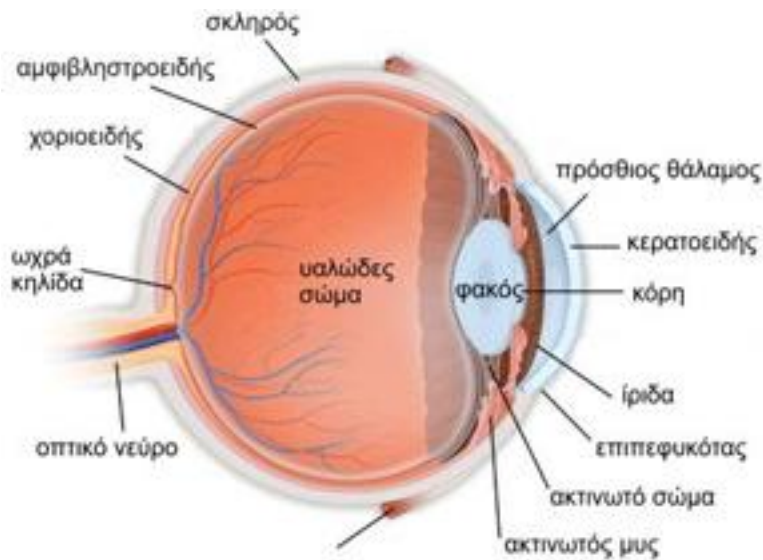
Πίσω από τον κερατοειδή βλέπουμε την ίριδα (το χρωματιστό τμήμα του ματιού) η οποία στο κέντρο της έχει ένα άνοιγμα, την κόρη. Η διάμετρος της κόρης αλλάζει ανάλογα με την ένταση του φωτός, που επιδρά στο μάτι.

Ο χώρος ανάμεσα στον κερατοειδή και την ίριδα ονομάζεται πρόσθιος θάλαμος. Πίσω από την ίριδα βρίσκεται ο φακός. Ο χώρος ανάμεσα στην ίριδα και το φακό ονομάζεται οπίσθιος θάλαμος. Μέσα στον πρόσθιο και τον οπίσθιο θάλαμο υπάρχει ένα υγρό το οποίο ονομάζεται υδατοειδές υγρό. Το υγρό αυτό παράγεται από το ακτινωτό σώμα και συγκεκριμένα από τις ακτινοειδείς προβολές στη γωνία του οφθαλμού, κυκλοφορεί στους δύο θαλάμους μέσω του ανοίγματος της κόρης και αποχετεύεται από τη γωνία του οφθαλμού και τα αγγεία στην περιοχή αυτή. Η παραγωγή, η κυκλοφορία και η απομάκρυνση του υδατοειδούς υγρού καθορίζουν την πίεση του οφθαλμού.

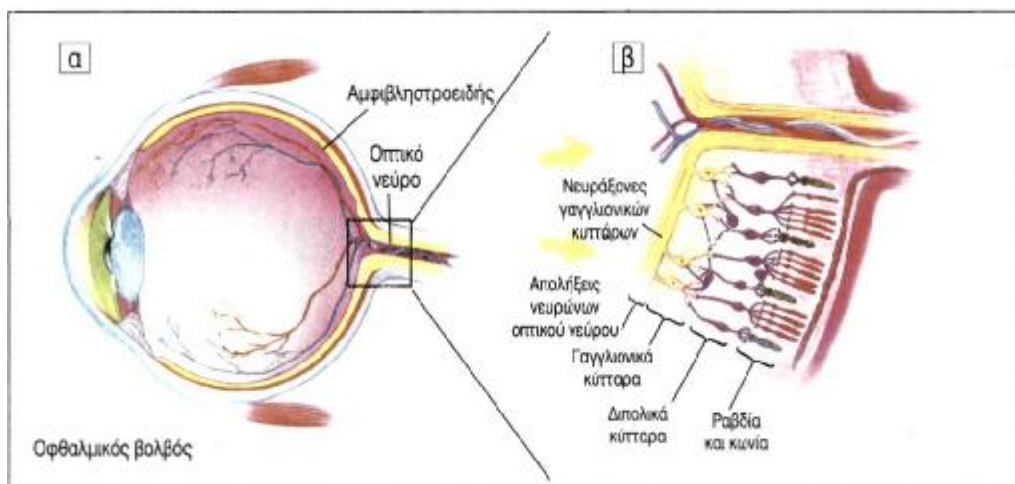
Πίσω από την ίριδα βρίσκεται ο φακός, ο οποίος φυσιολογικά είναι διαφανής, ώστε οι ακτίνες του φωτός να μπορούν μέσω αυτού να φτάσουν στον αμφιβληστροειδή. Έχει διαθλαστική ισχύ 19- 21D. Αποτελείται από το *πρόσθιο* περιφάκιο, τον πυρήνα και το *οπίσθιο* περιφάκιο. Ο φακός συγκρατείται από τις ακτινοειδείς ίνες και η σύσπαση ή χαλάρωση των ινών αυτών καθορίζει την καμπυλότητα του φακού. Με τις αλλαγές της καμπυλότητας του φακού δίνεται η δυνατότητα της προσαρμογής από την μακρινή στην κοντινή όραση και αντίστροφα.

Οπίσθιο ημιμόριο

Πίσω από το φακό υπάρχει μία κοιλότητα, που περιέχει το υαλοειδές σώμα. Έχει υφή ζελέ και φυσιολογικά είναι διαφανές. Έρχεται σε επαφή μπροστά με το οπίσθιο περιφάκιο του φακού και καλύπτει την επιφάνεια του αμφιβληστροειδή χιτώνα. Συνδέεται με τον αμφιβληστροειδή στην περιφέρειά του, γύρω από την οπτική θηλή, στην ωχρά και στα αγγεία του αμφιβληστροειδούς. Αποκόλληση του υαλοειδούς σώματος από την επιφάνεια του αμφιβληστροειδούς λόγω εκφύλισης και ρευστοποίησής του έχει σαν αποτέλεσμα ο ασθενής να βλέπει λάμψεις ή μυγάκια, ενώ η έλξη του αμφιβληστροειδούς μπορεί να οδηγήσει σε σχηματισμό ρωγμής ή οπής ή και σε αποκόλληση αμφιβληστροειδούς. Από το φακό ως τη θηλή του οπτικού νεύρου υπάρχει ένας σωλήνας, ο σωλήνας του Cloquet. Στο χώρο αυτό βρισκόταν η υαλοειδική αρτηρία, η οποία υποστρέφει φυσιολογικά πριν τη γέννηση.



Ο αμφιβληστροειδής είναι ο εσωτερικός χιτώνας του οπισθίου ημιμορίου του βολβού. Αποτελείται από 10 στιβάδες κυττάρων, οι οποίες είναι από έξω προς τα μέσα: το μελάγχρουν επιθήλιο, η έξω αφοριστική μεμβράνη, η στιβάδα των ραβδίων και των κωνίων, η έξω κοκκώδης στιβάδα, η έξω δικτυωτή στιβάδα, η έσω κοκκώδης στιβάδα, η έσω δικτυωτή στιβάδα, η στιβάδα των σωμάτων των γαγγλιακών κυττάρων, η στιβάδα των νευρικών ινών και η έσω αφοριστική μεμβράνη. Στα κωνία και στα ραβδία περιέχονται φωτοευαίσθητες χρωστικές, οι οποίες ενεργοποιούνται με το φωτεινό ερέθισμα και μέσω χημικών αντιδράσεων ξεκινά ένα ηλεκτρικό σήμα για τη μετάδοση του ερεθίσματος μέσω των νευρικών ινών στον οπτικό φλοιό του εγκεφάλου.



Τα ραβδία ενεργοποιούνται σε σκοτοπικές συνθήκες (νυχτερινή όραση), ενώ τα κωνία είναι υπεύθυνα για την αντίληψη των χρωμάτων.

Η ωχρά κηλίδα είναι η περιοχή του αμφιβληστροειδούς με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φωτοϋποδοχέων (κωνίων) και είναι υπεύθυνη για την κεντρική όραση. Στο κέντρο της ωχράς κηλίδας βρίσκεται το κεντρικό βοθρίο, όπου δεν υπάρχουν αγγεία και η αναλογία κωνίων, επιθηλιακών, δίπολων και γαγγλιακών κυττάρων είναι 1:1.

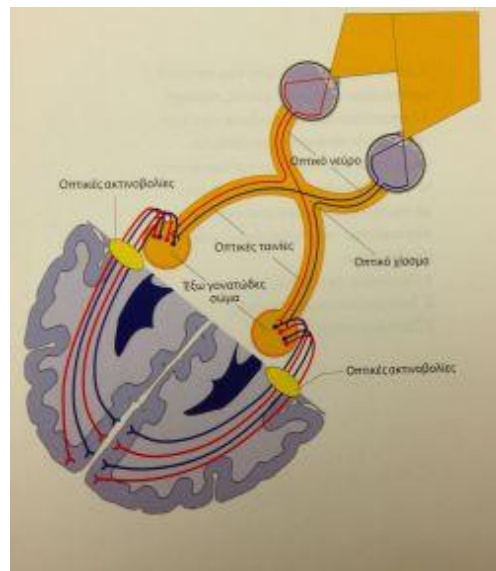
Ο χοριοειδής είναι ένας χιτώνας με αγγειακά δίκτυα. Κάτω από το μελάγχρουν επιθήλιο του αμφιβληστροειδούς, τα δίκτυα αυτά αποτελούνται από τριχοειδή, τα χοριοτριχοειδή.

Το οπτικό νεύρο αποτελείται από τους νευράξονες των γαγγλιακών κυττάρων, που συγκλίνουν στην οπτική θηλή. Με το οπτικό νεύρο εισέρχονται στο βολβό η κεντρική αρτηρία και φλέβα του αμφιβληστροειδούς.

Τα οπτικά νεύρα από τους δύο οφθαλμούς συναντώνται στην πορεία τους μέσα στον εγκέφαλο και οι νευρικές ίνες του ρινικού ημιμορίου χιάζονται.

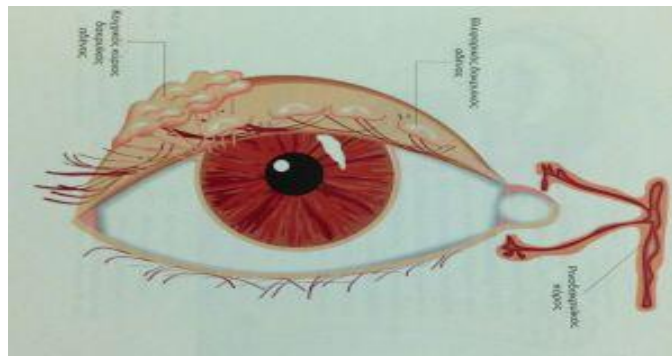
Η οπτική οδός συνεχίζεται μετά το χίασμα με τις οπτικές ταινίες.

Μετά από συνάψεις στα έξω γονατώδη σώματα και στα πρόσθια διδύμια σχηματίζονται οι οπτικές ακτινοβολίες, οι οποίες καταλήγουν στον οπτικό φλοιό στην περιοχή του ινιακού λοβού.



Τα δάκρυα και ο ρόλος τους

Τα δάκρυα παράγονται από τον κύριο και τους επικουρικούς δακρυϊκούς αδένες, οι οποίοι βρίσκονται στο άνω-έξω τοίχωμα του κόγχου και στον βλεφαρικό επιπεφυκότα αντίστοιχα. Η έκκρισή τους γίνεται με μηχανισμό αντλίας μέσω των κινήσεων των βλεφάρων (βλεφαρισμός). Φυσιολογικά ένα λεπτό στρώμα δακρύων καλύπτει τον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα. Οι κινήσεις των βλεφάρων και η δακρυϊκή στιβάδα αποτελούν την άμυνα του οφθαλμού. Πρωτεΐνες που περιέχονται στη δακρυϊκή στιβάδα, όπως οι ανοσοσφαιρίνες, η λυσοζύμη και η λακτοφερρίνη έχουν αντιμικροβιακή δράση. Με τις κινήσεις των βλεφάρων τα δάκρυα που παράγονται, αφού διαβρέξουν την επιφάνεια του κερατοειδή και του επιπεφυκότα και ένα μεγάλο ποσοστό τους εξατμιστεί, συγκεντρώνονται σε δακρυϊκό λυμνίσκο στον έσω κανθό. Μέσω των δακρυϊκών σημείων περνούν στα δακρυϊκά σωληνάκια και από εκεί στο δακρυϊκό ασκό. Μέσω του ρινοδακρυϊκού πόρου καταλήγουν στη ρινική κοιλότητα.



Ο ρόλος των δακρύων:

1. Σχηματίζουν ένα φιλμ πάνω από το επιθήλιο του κερατοειδή και έτσι η επιφάνειά του είναι λεία και ομαλή. Δρουν σαν λιπαντικό για την οφθαλμική επιφάνεια.
2. Ενυδάτωση του κερατοειδή και του επιπεφυκότα και παροχή οξυγόνου, γλυκόζης και άλλων χημικών στοιχείων, που είναι απαραίτητα για τη φυσιολογική λειτουργία των κυττάρων τους.
3. Με τη βοήθεια του βλεφαρισμού γίνεται καθαρισμός της επιφάνειας του κερατοειδή και του επιπεφυκότα από μικροσωματίδια.
4. Παρεμπόδιση της ανάπτυξης παθογόνων μικροβίων στον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα.
5. Σε περίπτωση τραύματος βοηθούν στη μεταφορά αντιφλεγμονωδών κυττάρων στην περιοχή της βλάβης και στην επούλωσή της.

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Ο κερατοειδής αποτελεί το κυριότερο διαθλαστικό μέσο του οφθαλμού, καθώς η διαθλαστική του δύναμη ανέρχεται σε περίπου 45 διοπτρίες. Πρόκειται για έναν διαφανή και χωρίς αγγεία ιστό που βρίσκεται στο πρόσθιο τμήμα του οφθαλμού και αποτελεί το 1/6 του βολβού του οφθαλμού. Μέσω του κερατοειδούς επιτρέπεται η συγκέντρωση και η εστίαση των φωτεινών ακτίνων από τα διάφορα αντικείμενα του περιβάλλοντος στον αμφιβληστροειδή. Παρουσιάζει δύο επιφάνειες, μια πρόσθια υπόκυρτη και μια οπίσθια υπόκοιλη, με ακτίνες καμπυλότητας κατά μέσο όρο 7.8 mm και 6.5 mm αντίστοιχα. Το πάχος του κερατοειδούς είναι κατά μέσο όρο 520 μm στο κέντρο και 650 – 1000 μm στην περιφέρεια. Κατά μέσο όρο έχει διάμετρο 11 mm, με την οριζόντια διάμετρο να είναι μεγαλύτερη από την κάθετη. Οι διαστάσεις του κερατοειδούς πλησιάζουν τις φυσιολογικές τιμές αυτών του ενήλικα σχεδόν από τον 6ο μήνα, η ανάπτυξή του όμως ολοκληρώνεται κατά το 6ο έτος της ζωής.

Ιστολογικά ο κερατοειδής αποτελείται από 5 στιβάδες κυττάρων: το επιθήλιο, τη μεμβράνη του Bowman, το στρώμα, τη μεμβράνη του Descemet και το ενδοθήλιο.

Επιθήλιο

Το επιθήλιο του κερατοειδούς είναι πολύστιβο. Στο κέντρο αποτελείται από 5-6 στοίχους κυττάρων ενώ στην περιφέρεια γίνεται παχύτερο και φτάνει τις 10 στιβάδες. Στο σκληροκερατοειδές όριο μεταπίπτει στο επιθήλιο του επιπεφυκότα. Αποτελεί το 10% του συνολικού πάχους του κερατοειδούς και έχει πάχος 50 μm στο κέντρο και 80 μm στην περιφέρεια. Αποτελείται από 3 είδη κυττάρων: τα βασικά επιθηλιακά, τα πτερυγοειδή πολυγωνικά και τα επιφανειακά. Τα επιφανειακά κύτταρα του επιθηλίου συνδέονται μεταξύ τους με δεσμοσώματα και καθώς γηράσκουν αποπίπτουν μέσα στην προκεράτια δακρυϊκή στιβάδα. Τα πτερυγοειδή πολυγωνικά αποτελούν τη μέση στιβάδα του επιθηλίου. Τα βασικά κύτταρα είναι τα μόνα που υφίστανται μίτωση.

Ύστερα από κάθε κυτταρική διαίρεση, το ένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα παραμένει στη βασική στιβάδα ενώ το άλλο μεταναστεύει προς τα πάνω διαφοροποιούμενο σταδιακά. Ο χρόνος που απαιτείται για μια πλήρη αναγέννηση του επιθηλίου είναι 7 μέρες. Η βασική μεμβράνη είναι μια ξεχωριστή δομή του κερατοειδούς μεταξύ της βασικής στιβάδας των επιθηλιακών κυττάρων και της μεμβράνης του Bowman. Εκκρίνεται από ειδικά κύτταρα της βασικής στιβάδας και η υφή της δεν είναι απόλυτα γνωστή. Σχηματίζει φραγμό, που απομονώνει τις επιπολής διαταραχές του κερατοειδούς από το υποκείμενο στρώμα.

Μεμβράνη Bowman

Η μεμβράνη του Bowman αποτελεί ξεχωριστή στιβάδα του κερατοειδούς, αλλά ουσιαστικά είναι συνέχεια του στρώματος στο οποίο μεταπίπτει χωρίς να είναι δυνατό να τη διαχωρίσουμε από αυτό. Είναι ακυτταρική με πάχος 8-12 μm και αποτελείται από κολλαγόνο και θεμέλια ουσία. Η πρόσθια επιφάνειά της είναι λεία ενώ η οπίσθια συγχέεται με το κολλαγόνο του πρόσθιου στρώματος. Θεωρείται ότι συμμετέχει στη στερεότητα και αντοχή του κερατοειδούς.

Στρώμα

Το στρώμα αποτελεί το 90% του πάχους του φυσιολογικού ανθρώπινου κερατοειδούς. Σχηματίζεται από ελάσματα κολλαγόνων ινιδίων, κύτταρα και θεμέλιο ουσία. Τα ελάσματα από κολλαγόνο 200-250 συνολικά στον αριθμό και κάθε έλασμα αποτελείται από κολλαγόνα ινίδια, που περιβάλλονται από θεμέλια ουσία. Τα κολλαγόνα ινίδια είναι παράλληλα μεταξύ τους και αρμονικά διατεταγμένα. Η διάταξη αυτή αποτελεί την κύρια αιτία της διαφάνειας του κερατοειδούς. Τα κύτταρα του στρώματος διακρίνονται σε μόνιμα (κερατοκύτταρα) και σε μεταναστευτικά (λεμφοκύτταρα, πολυμορφοπύρηννα και μακροφάγα). Η θεμέλιος ουσία, αποτελείται από πρωτεογλυκάνες και γλυκοζαμινογλυκάνες.

Μεμβράνη Descemet

Η μεμβράνη του Descemet αποτελεί τη βασική μεμβράνη του ενδοθηλίου, από το οποίο και προέρχεται. Στον ενήλικα έχει πάχος περίπου 10 μm. Είναι ομοιογενής, θετική στη χρώση PAS και αποχωρίζεται εύκολα από το στρώμα και το ενδοθήλιο. Αποτελείται από πολύ λεπτά κολλαγόνα ινίδια, διαφορετικά από αυτά του στρώματος και με ομοιόμορφη κατανομή. Περιφερικά περατώνεται σχηματίζοντας τη γραμμή του Schwalbe.

Ενδοθήλιο

Αποτελείται από έναν στοίχο επίπεδων κυττάρων σχήματος εξαγώνου, ο συνολικός αριθμός των οποίων κυμαίνεται γύρω στις 400.000. Ιστολογικά είναι τυπικό πλακώδες επιθήλιο. Ο ρόλος του στο μεταβολισμό του κερατοειδούς και τη διατήρηση της διαφάνειας του είναι εξαιρετικά σημαντικός εξαιτίας της άμεσης γειννίασης του με το υδατοειδές υγρό και της ύπαρξης στα κύτταρά του οργανιδίων, που συμμετέχουν σε ενεργητική μεταφορά ουσιών και πρωτεϊνική σύνθεση. Η πυκνότητα των ενδοθηλιακών κυττάρων σε νέους ενήλικες είναι περίπου 3.000-4.000 κύτταρα/mm² και ελαττώνεται με την πάροδο της ηλικίας λόγω θανάτου τους σε συνδυασμό με την έλλειψη μιτωτικής δραστηριότητας στο ενδοθήλιο.

Τα εναπομένοντα ενδοθηλιακά κύτταρα αποπλατύνονται και μετακινούνται προκειμένου να καλύψουν τα γειτονικά κενά, διαδικασία που είναι βραδεία.

Ακόμη, υπάρχει μια κριτική πυκνότητα, 400-700 κύτταρα/mm², κάτω από την οποία το ενδοθήλιο αδυνατεί να επιτελέσει τη φυσιολογική του λειτουργία. Το πάχος των ενδοθηλιακών κυττάρων είναι 4-6 μm, μεταξύ τους συνδέονται με δεσμοσώματα, χασματοσυνδέσεις και στενές συνδέσεις (tight junctions) και φέρουν στην επιφάνεια τους μικρολάχνες. Παρά την ύπαρξη των συνδέσεων μεταξύ των κυττάρων, παραμένει μεσοκυττάριο διάστημα, που δεν αποτελεί απόλυτο φραγμό και επιτρέπει τη διόδο μικρών μορίων από τον πρόσθιο θάλαμο προς το στρώμα.

Τα ενδοθηλιακά κύτταρα παίζουν σημαντικό ρόλο στη φυσιολογική υδάτωση και θρέψη του κερατοειδούς δρώντας σαν φραγμός, εμποδίζοντας την υπερβολική είσοδο του υδατοειδούς υγρού στο στρώμα και ακόμη, σαν αντλία ύδατος με τη βοήθεια ενεργού μηχανισμού μεταφοράς ιόντων.

Φυσιολογία κερατοειδούς

Ο κερατοειδής πρέπει να παραμένει πάντα διαφανής. Η διαφάνεια του οφείλεται, αρχικά, σε ανατομικούς παράγοντες, όπως η ύπαρξη μικρού αριθμού κυττάρων στο στρώμα σε συνδυασμό με την ομοιόμορφη και κανονική διάταξη των ελασμάτων του στρώματος και των κολλαγόνων ινιδίων, που τα αποτελούν. Ακόμη σημαντική είναι η ύπαρξη στερεών συνδέσεων μεταξύ των επιθηλιακών κυττάρων του κερατοειδούς, που δεν επιτρέπει την είσοδο υγρού από την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς καθώς και η κανονική διάταξη και ακεραιότητα του κερατοειδικού ενδοθηλίου.

Η διαφάνεια του κερατοειδούς εξασφαλίζεται, επίσης, από τη λειτουργία των ενδοθηλιακών κυττάρων, που είναι υπεύθυνα για τη διατήρηση διαρκούς σχετικής αφυδάτωσης του στρώματος.

Φυσιολογικά ο κερατοειδής είναι ενυδατωμένος κατά 75%. Υγρό από τον πρόσθιο θάλαμο εισέρχεται στο στρώμα διαμέσου του ατελούς φραγμού του κερατοειδικού ενδοθηλίου.

Τέλος, η έλλειψη αγγείων και εμμέλων νευρικών ινών είναι ένας επιπλέον παράγοντας, που συμβάλλει στη διαφάνεια του κερατοειδούς.

Πως θρέφεται ο κερατοειδής

Η ενέργεια που χρειάζεται ο κερατοειδής, για να διατηρήσει τη σχετική του αφυδάτωση, παρέχεται με μορφή ATP από το μεταβολισμό της γλυκόζης μέσω της αερόβιας και αναερόβιας γλυκόλυσης. Η κύρια πηγή θρεπτικών συστατικών είναι το υδατοειδές υγρό. Αυτό εισέρχεται στο στρώμα μεταφέροντας τα αναγκαία θρεπτικά συστατικά, για να επιστρέψει στον πρόσθιο θάλαμο με τη λειτουργία της αντλίας του ενδοθηλίου. Το οξυγόνο παρέχεται στον κερατοειδή από το διαλυμένο οξυγόνο εντός της προκεράτιας δακρυϊκής στιβάδας.

Ο κερατοειδής αποτελεί φραγμό και εμποδίζει την είσοδο των μικροβίων στον οφθαλμό. Το πολύστιβο επιθήλιο αποτελεί έναν πραγματικό φραγμό για τους λοιμογόνους παράγοντες και η βασική μεμβράνη αποτελεί φραγμό στην επέκταση λοιμώξεων προς το στρώμα. Σημαντική ενίσχυση στην άμυνα τους οργανισμού προσφέρουν τα δάκρυα, τα οποία περιέχουν αντιβακτηριδιακούς παράγοντες όπως η λυσοζύμη, και λόγω της συνεχούς ροής και των βλεφαρισμών απομακρύνουν μηχανικά τους μικροοργανισμούς.

ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ

Ιστορικά στοιχεία: Ο κερατόκωνος πρωτοανακαλύφθηκε από το Γερμανό οφθαλμίατρο Burchard Mauchart στα πλαίσια μιας διδακτορικής διατριβής του, το 1748. Βέβαια, η ονομασία που δόθηκε στη νόσο τότε ήταν 'διαφανές σταφύλλωμα'.

Στη συνέχεια, το 1854, ο Βρετανός γιατρός John Nottingham κατάφερε να διαχωρίσει την ασθένεια αυτή από τις άλλες κερατεκτασίες και να περιγράψει πολλά κλασικά χαρακτηριστικά της νόσου όπως μονόφθαλμη πολυωπία και λέπτυνση κερατοειδούς.

Πέντε χρόνια αργότερα ο Βρετανός χειρουργός William Bowman χρησιμοποίησε το οφθαλμοσκόπιο για τη διάγνωση του κερατόκωνου και εξήγησε πως μπορεί να φανεί καλύτερα το κωνικό σχήμα του κερατοειδούς, χρησιμοποιώντας το όργανο υπό γωνία. Ο Bowman προσπάθησε επίσης να διορθώσει την πάθηση και κατάφερε να αποκαταστήσει την όραση μιας 18χρονης κοπέλας, η οποία σε μια εξέταση που της έκανε δεν μπορούσε να μετρήσει τα δάχτυλα του σε απόσταση 20cm. Η τεχνική που χρησιμοποίησε ήταν να τραβήξει την ίριδα με ένα άγκιστρο το οποίο τοποθέτησε μέσα στον κερατοειδή, και να τεντώσει την κόρη, η οποία πήρε τη μορφή στενοπικής σχισμής.

Το όνομα κερατόκωνος δόθηκε στη νόσο το 1869, όταν ο Ελβετός οφθαλμίατρος Johann Horner έγραψε μια διατριβή με τίτλο "On the treatment of Keratoconus".

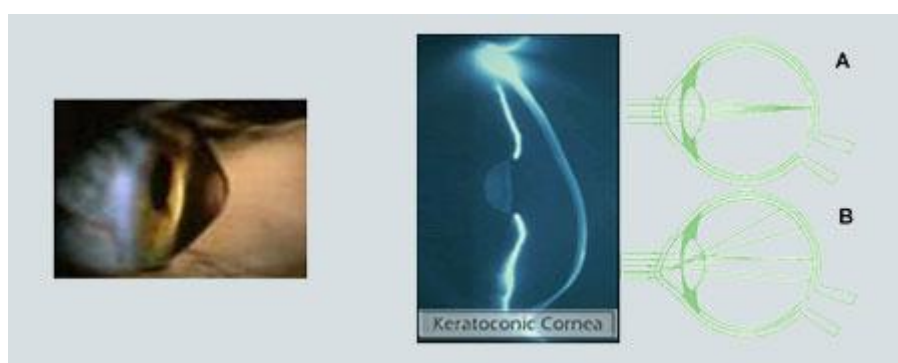
Τότε έγινε και μια προσπάθεια από το Γερμανό οφθαλμίατρο Albrecht von Grafe για να θεραπεύσει τον κερατόκωνο. Προσπάθησε να αναδιαμορφώσει τον κερατοειδή κάνοντας χημικό καυτηριασμό με χρήση νιτρικού αργύρου, με ταυτόχρονη εφαρμογή πίεσης με χρήση επιδέσμου, προκαλώντας μύση.

Το 1888 ο Γάλλος γιατρός Eugene Kalt κατασκεύασε ένα γυάλινο σκληρό κέλυφος το οποίο τοποθέτησε σε κερατοκωνικό κερατοειδή. Λόγω της πίεσης που ασκούσε το κέλυφος στον κερατοειδή προκαλούσε την επιπέδωσή του και

σαν αποτέλεσμα είχε την βελτίωση της όρασης του ασθενούς. Ουσιαστικά άνοιξε το δρόμο για τη χρήση φακών επαφής ως μέθοδο διόρθωσης της νόσου.

Από την αρχή του 20^{ου} αιώνα η έρευνα που έχει ξεκινήσει για τον κερατόκωνο έχει οδηγήσει στην καλύτερη κατανόηση της νόσου και την εύρεση διαφόρων μεθόδων αντιμετώπισης. Με τον τρόπο αυτό σήμερα γνωρίζουμε ότι τα συμπτώματα του κερατόκωνου είναι ο αστιγματισμός, η αυξανόμενη μυωπία, ο ερεθισμός, το θάμβος κλπ. Οι μέθοδοι για την εύρεση κερατόκωνου πλέον είναι η τοπογραφία και η οπτική τομογραφία συνοχής. Στην αρχή ήταν η κερατομέτρηση, η χρήση σχισμοειδούς λυχνίας και η σκιασκοπία, όμως δεν έδιναν τόσο σίγουρα αποτελέσματα, όπως γίνεται σήμερα.

Τι είναι ο κερατόκωνος: Ο κερατόκωνος είναι μία μη φλεγμονώδης πάθηση του κερατοειδούς, η οποία χαρακτηρίζεται από την παρουσία μίας προοδευτικής παραμόρφωσης της επιφάνειάς του. Ο κερατοειδής παίρνει σταδιακά μία «κωνική» μορφή, (επεκτείνεται δημιουργώντας μία προεξοχή), παραμορφώνοντας το είδωλο που σχηματίζεται στο βυθό του ματιού. Ταυτόχρονα παρατηρείται προοδευτική λέπτυνση, ουλοποίηση και τελικά θολερότητα στην περιοχή που υπάρχει ο κώνος. Το πάχος του κερατοειδή μπορεί να μειωθεί από τα 550 περίπου μικρά σε ίσως λιγότερα από 400 και σε ακραίες περιπτώσεις να παρουσιαστεί και διάτρηση.



Η αλλοίωση του κερατοειδή μπορεί πολλές φορές να προκληθεί από οφθαλμολογικές παθήσεις, τραυματισμό, μόλυνση, προηγούμενες οφθαλμολογικές επεμβάσεις και από άλλους παράγοντες.

Όσον αφορά τον κακό σχηματισμό του ειδώλου αυτός οφείλεται όπως είναι φυσικό στο ανώμαλο σχήμα που αποκτά ο κερατοειδής στην παραμόρφωση του φωτός που εισέρχεται στο μάτι αργότερα, με τελικό αποτέλεσμα την σοβαρή παραμόρφωση στην όραση.

Ο κερατόκωνος μπορεί να διακριθεί σε κεντρικός αν ο κώνος εντοπίζεται κεντρικά στην τοπογραφία και παράκεντρος αν εντοπίζεται στον κατώτερο κερατοειδή (συνήθως ρινικά ή κροταφικά). Άλλη μια χρήσιμη διάκριση είναι σε τύπου θηλής (αν ο κώνος είναι μικρός σε διαστάσεις) ή σε τύπου κώνου (αν είναι σχετικά μεγάλος σε διαστάσεις) ενώ ανάλογα με τις κερατομετρικές ή τοπογραφικές ενδείξεις διακρίνεται σε υποκλινικό, ήπιο, μεσαίο και προχωρημένο. Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτή η παραμόρφωση βρίσκεται στο κάτω μισό του κερατοειδή και αρχικά κάνει την εμφάνιση του ως ανώμαλος αστιγματισμός. Σίγουρα όμως όλες οι περιπτώσεις αστιγματισμού δεν οφείλονται σε κερατόκωνο.

Το σημαντικό στον κερατόκωνο είναι ότι προκαλεί προοδευτική, μερική ή ολική, πτώση της όρασης η οποία δεν βελτιώνεται με γυαλιά και μπορεί να φθάσει μέχρι και την τύφλωση.

Γιατί εμφανίζεται ο κερατόκωνος: Η αιτιολογία του κερατόκωνου ουσιαστικά δεν είναι γνωστή. Ενοχοποιούνται δομικές η μεταβολικές ανωμαλίες στο επίπεδο του κερατοειδούς (επιθήλιο και στρώμα) που ενδεχομένως είναι γενετικά προκαθορισμένες. Ωστόσο η κληρονομικότητα παίζει πρακτικά ένα σχετικά μικρό ρόλο, (περίπου 6-8% των ασθενών έχουν συγγενείς με κερατόκωνο) και συμπεραίνουμε ότι η ασθένεια φαίνεται ότι είναι πολυπαραγοντική, δηλαδή ότι πρέπει να συντρέχουν πολλοί παράγοντες μαζί για να εμφανιστεί κλινικός κερατόκωνος.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας και την χρήση της τοπογραφίας κερατοειδούς διαπιστώνουμε ότι ο κερατόκωνος δεν είναι τόσο σπάνια οφθαλμολογική πάθηση όσο παλιότερα νομίζαμε.

Στον ελληνικό χώρο οι κερατοκωνικοί ασθενείς υπολογίζονται άνω των 20.000.(συχνότητα ~2/1000 κατοίκους) επίσης έχει παρατηρηθεί ότι συχνά εμφανίζεται σε άτομα που ζουν σε συγκεκριμένες περιοχές όπως στα νησιά Ρόδο, Σαντορίνη και στην Κύπρο.

Η νόσος εμφανίζεται σε άτομα νεαρής ηλικίας (μεταξύ των 12-25 ετών) ωστόσο υπάρχουν και καταγεγραμμένες περιπτώσεις είτε νωρίτερα είτε αργότερα.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Κερατόκωνου, η συχνότητα της πάθησης κυμαίνεται μεταξύ 1 και 430 ανά 2000 ατόμων στο γενικό πληθυσμό και 25 στους 100.000 (1 ανά 4000) στους Ασιάτες. Η μεγάλη διακύμανση στη συχνότητα εμφάνισης του κερατόκωνου οφείλεται στην ποικιλία των κλινικών μορφών του, στη διαφορετικότητα των ορισμών και στα διαφορετικά διαγνωστικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται σε κάθε μελέτη.

Σε κάθε περίπτωση δεν πρέπει να προκαλέσει έκπληξη το γεγονός ότι στα αμέσως επόμενα χρόνια θα παρατηρηθεί αύξηση στη συχνότητα εμφάνισης του κερατόκωνου στο γενικό πληθυσμό λόγω της ευρείας χρήσης της τοπογραφίας κερατοειδούς, η οποία συμβάλλει στην πρόωπη διάγνωση.



Συμπτώματα

Ο κερατόκωνος είναι πολλές φορές μια πάθηση ασυμπτωματική και η διαπίστωση γίνεται κατά τον προεγχειρητικό έλεγχο διαθλαστικής χειρουργικής.

Τα πρώτα σημάδια του κερατόκωνου είναι συνήθως η συνεχώς αυξανόμενη μυωπία και ιδιαίτερα αστιγματισμός και η ανάγκη για συχνές αλλαγές στη συνταγή γυαλιών, η σύγχυση της όρασης με παραμόρφωση των εικόνων, ή θολή όραση η οποία δεν μπορεί να διορθωθεί με γυαλιά.

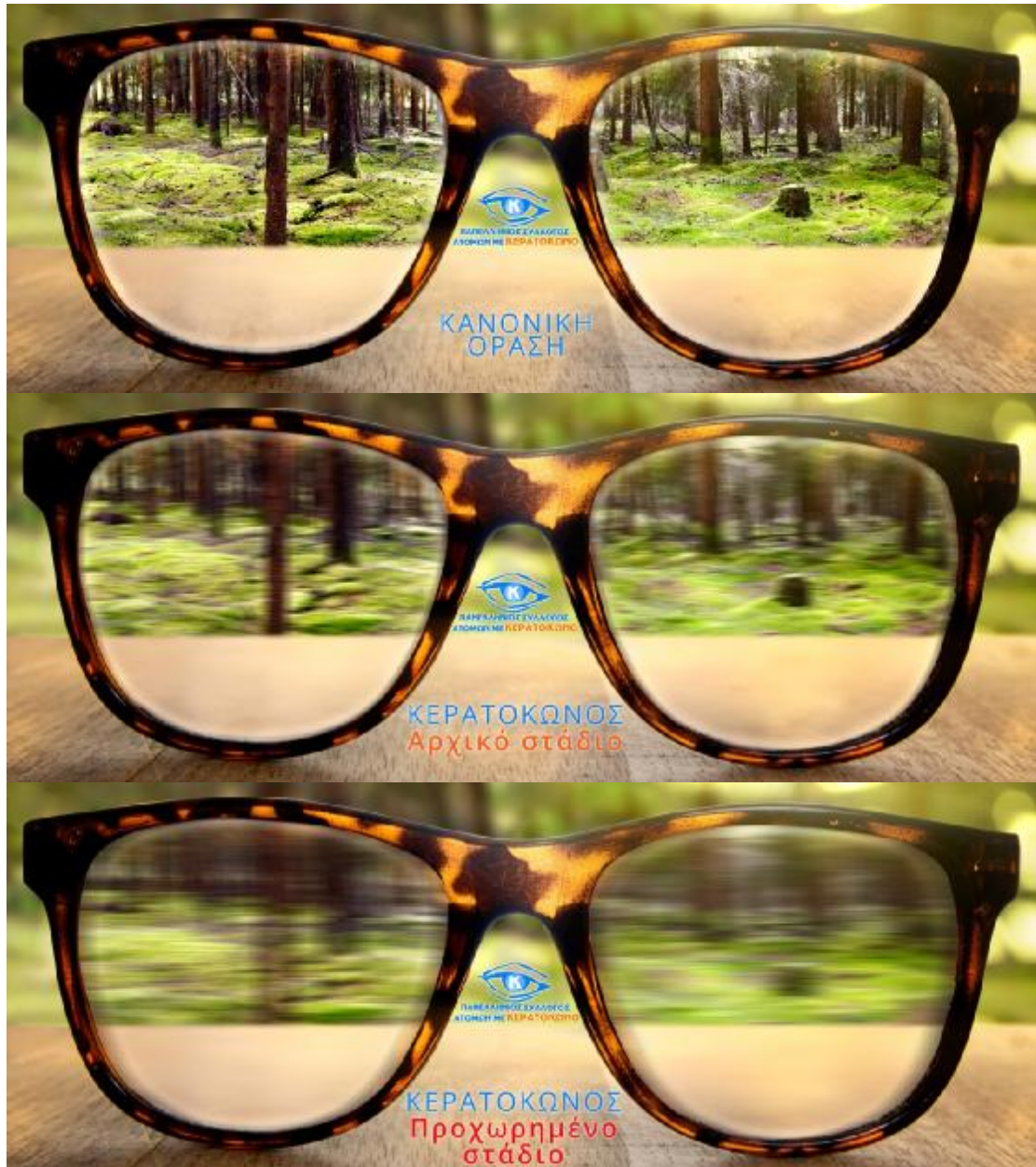
Άλλα συμπτώματα του κερατόκωνου είναι:

- Η αυξημένη ευαισθησία στο φως
- Μείωση οπτικής οξύτητας
- Δυσκολία οδήγησης κατά τη διάρκεια της νύχτας
- Ανώμαλος αστιγματισμός μη διορθούμενος με γυαλιά
- Παραθλάσεις φωτός, άλως, μονόφθαλμη διπλωπία ειδικά κατά τη διάρκεια της νύχτας
- Δυσανεξία μαλακών φακών επαφής
- Απότομη μείωση όρασης λόγω ύδρωπα
- Κεφαλαλγίες και γενικά οφθαλμικό άλγος
- Ερεθισμός των ματιών, υπερβολικό τρίψιμο των ματιών.



Τα συμπτώματα, συνήθως εμφανίζονται κατά το τέλος της εφηβείας. Η νόσος εξελίσσεται συνήθως με αργούς ρυθμούς για 10 έως 20 χρόνια και στη συνέχεια παύει να εξελίσσεται. Ξεκινά, δηλαδή, συνήθως γύρω στα 15 και η εξέλιξή της «παγώνει» μετά τα 35 χρόνια.

Συνήθως εμφανίζεται σαν μυωπία που αλλάζει συνεχώς με αυξανόμενο αστιγματισμό. Αυτή η αρχική αλλαγή, ευαισθητοποιεί τον οφθαλμίατρο για τη διάγνωση. Κάθε οφθαλμός προσβάλλεται συνήθως σε διαφορετικό βαθμό. Με την εξέλιξη η όραση μπορεί να παραμορφωθεί, καθώς ο κερατοειδής γίνεται πιο κυρτός και ουλοποιείται.



Κλινικά σημεία του κερατόκωνου

Οι υποκειμενικές εξεταστικές μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται στη διάγνωση του κερατόκωνου είναι οι εξής:

1. **Μέτρηση οπτικής οξύτητας:** Η πρώτη ενέργεια του οφθαλμιάτρου ή του οπτομέτρη, όταν εξετάζει ένα άτομο με ελάχιστη μείωση της οπτικής του οξύτητας, είναι να προσδιορίσει την καλύτερα διορθωμένη οπτική οξύτητα (Best Corrected Visual Acuity, B.C.V.A). Ο ειδικός θα πρέπει πάντα να υποπτεύεται την ύπαρξη κερατόκωνου, όταν είναι δύσκολο να πετύχει στον εξεταζόμενο οπτική οξύτητα 10/10 και συνυπάρχει αυξημένος παρά τον κανόνα ανώμαλος αστιγματισμός. Η οπτική οξύτητα για κοντά είναι σε γενικές γραμμές καλύτερη από ό,τι θα περιμέναμε από τα ευρήματα της αντικειμενικής διάθλασης και από την οπτική οξύτητα για μακριά.
2. **Εξέταση με στενωπικό δίσκο (pinhole)** Ο στενωπικός δίσκος αυξάνει το βάθος εστίασης και διορθώνει και μικρά ποσά διαθλαστικών ανωμαλιών. Επίσης μειώνει τον ανώμαλο αστιγματισμό και τη διάχυση του φωτός. Επομένως, περαιτέρω διόρθωση της οπτικής οξύτητας με τον στενωπικό δίσκο, μετά την καλύτερη δυνατή διάθλαση, υποδηλώνει την ύπαρξη ανώμαλου αστιγματισμού.
3. **Καθορισμός ευαισθησίας στη φωτεινή αντίθεση (Contrast Sensitivity Function, C.S.F)** Ο καθορισμός ευαισθησίας στη φωτεινή αντίθεση εξασφαλίζει έναν ακριβέστερο προσδιορισμό της οπτικής λειτουργίας από αυτόν της μέτρησης της οπτικής οξύτητας στον πίνακα του Snellen. Επομένως σε ασθενείς με κερατόκωνο μπορεί να αποκαλύψει ανωμαλίες πολύ πριν επέλθει η μείωση της οπτικής οξύτητας στον πίνακα του Snellen.

Οι αντικειμενικές εξεταστικές μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται στη διάγνωση του κερατόκωνου είναι οι εξής:

1. **Βιομικροσκόπηση (εξέταση στη σχισμοειδή λυχνία)** Υπάρχουν επτά σημεία – κλειδιά στη διάγνωση του κερατόκωνου με τη σχισμοειδή λυχνία, στην ύπαρξη των οποίων συμφωνούν παλαιότεροι και νεώτεροι συγγραφείς, γεγονός που αποδεικνύει πόσο λίγο έχει αλλάξει ο τρόπος εξέτασης, επιβεβαιώνοντας την κλασικότητα αυτών των σημείων στην κλινική διάγνωση του κερατόκωνου.

Τα σημεία αυτά είναι τα εξής:

(α) Λέπτυνση του στρώματος του κερατοειδούς, κεντρικά ή παράκεντρα, συνηθέστερα στο κάτω ημιμόριο ή στο κάτω κροταφικό τεταρτημόριο και σπάνια στο άνω ημιμόριο του κερατοειδούς. Αποτέλεσμα αυτής της λέπτυνσης είναι η εμφάνιση έντονων «παλμών» κατά την τονομέτρηση στα είδωλα (ημικύκλια) του τονομέτρου Goldman, επειδή ο παθολογικά εκλεπτυσμένος κερατοειδής μεταδίδει με ευκολία στο τονόμετρο τις σφίξεις της οφθαλμικής αρτηρίας.

(β) Κωνοειδής προβολή – αυξημένη κύρτωση (steepening) του κερατοειδούς. Η κωνοειδής παραμόρφωση του κερατοειδούς μπορεί να είναι ορατή σε προχωρημένο κερατόκωνο σε θέση profile του ασθενή στη σχισμοειδή λυχνία.



Η αυξημένη κύρτωση και κωνοειδής προβολή του κερατοειδούς είναι υπεύθυνη για δύο σημαντικά κλινικά σημεία, ορατά κατά τη βιομικροσκόπηση.

- Σημείο Munson: χαρακτηριστική παραμόρφωση του κάτω βλεφάρου του ασθενή, όταν αυτός αναλαμβάνει κάτω βλεμματική θέση.



- Σημείο Rizutti: αντανάκλαση του φωτισμού στο ρινικό σκληροκερατοειδές όριο με τη μορφή «αιχμής βέλους», όταν μια λεπτή δέσμη φωτός εστιάζεται από το κροταφικό σκληροκερατοειδές όριο, παράλληλα με τον κερατοειδή.

(γ) Δακτύλιος Fleischer, τόξο ή κυκλική γραμμή αιμοσιδερίνης, η οποία περιβάλλει τη βάση του κώνου. Αυτή η γραμμή φαίνεται να προέρχεται από τη συσσώρευση εναποθέσεων σιδήρου από το προκεράτιο δακρυϊκό φίλμ εντός του κερατοειδούς ως αποτέλεσμα των σοβαρών μεταβολών στην καμπυλότητά του ή και της διαφοροποίησης του φυσιολογικού επιθηλίου.

(δ) Πτυχές Vogt, λεπτές, κάθετες γραμμές εντοπισμένες στο εν τω βάθει στρώμα και στη μεμβράνη του Descemet, οι οποίες τείνουν να εξαφανισθούν με την άσκηση πίεσης πάνω στο βολβό (με ένα βαμβακοφόρο στυλεό) ή με την εφαρμογή αεροδιαπερατών φακών επαφής.

(ε) Αυξημένη ορατότητα των νεύρων του κερατοειδούς λόγω διάτασής τους, τα οποία σχηματίζουν ένα δίκτυο από γκριζωπές γραμμές διάστικτες με μικρές κηλίδες.

(στ) Αυξημένη αντανάκλαση του ενδοθηλίου του κερατοειδούς στην κορυφή του κώνου και παρατήρηση επιφανειακών ή εν τω βάθει θολεροτήτων.

(ζ) Οξύς ύδρωπας, σε πολύ σοβαρό κερατόκωνο, αιφνίδια ρήξη της μεμβράνης του Descemet μπορεί να οδηγήσει σε συγκέντρωση υδατοειδούς υγρού είτε υπό μορφή οιδήματος, είτε υπό μορφή κύστεων

στο στρώμα. Το οίδημα αυτό μπορεί να προχωρήσει προς το επιθήλιο, ενώ οι κύστεις μπορούν να σπάσουν με αποτέλεσμα τη διαρροή του υδατοειδούς υγρού στην επιφάνεια του κερατοειδούς.



Η ραγείσα μεμβράνη του Descemet περιτυλίγεται γύρω από τον εαυτό της και με την πάροδο του χρόνου ενδοθηλιακά κύτταρα εξαπλώνονται πάνω στο οπίσθιο στρώμα στο σημείο της βλάβης δημιουργώντας μια νέα μεμβράνη του Descemet και αποκαθιστώντας με αυτόν τον τρόπο το οίδημα του κερατοειδούς. Αυτή η επούλωση πολλές φορές έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της κερατοειδικής κύρτωσης.

2. Άμεση οφθαλμοσκόπηση

Σημείο Charleaux, σκοτεινή αντανάκλαση από την περιοχή του κώνου υπό μορφή σταγόνας λαδιού με την κόρη σε φαρμακευτική μυδρίαση και το άμεσο οφθαλμοσκόπιο στη θέση 0 (plano)

3. Σκιασκοπία

Ο εξεταστής κατά την διάρκεια της σκιασκοπίας παρατηρεί ότι δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο μοτίβο στις αμφιβληστροειδικές αντανάκλασεις παρά μόνο ψαλιδοειδείς κινήσεις λόγω του ανώμαλου αστιγματισμού.

4. Κερατομετρία

Παραμόρφωση των ειδώλων στο κερατόμετρο (Javal). Τα είδωλα δεν ευθυγραμμίζονται, αλλά σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία (γωνία Amsler). Εντύπωση ότι τα είδωλα στο κερατόμετρο πάλλονται, καθώς ο παθολογικά εκλεπτυσμένος κερατοειδής μεταδίδει με ευκολία τις οφθαλμικές σφίξεις.

Αυτή η εξέταση θα πρέπει να επαναλαμβάνεται συνήθως κάθε 4-12 μήνες.

Επίσης, η τοπογραφία μπορεί να βοηθήσει στην εφαρμογή σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής, αφού είναι δυνατό να φέρουν ειδικό λογισμικό, σύμφωνα με το οποίο ο τοπογράφος συμπεριφέρεται ως προσομοιωτής της εφαρμογής του ιδανικού φακού στο μάτι, χωρίς να χρειάζεται να ταλαιπωρείται ο ασθενής απ' τη δοκιμή φακών επαφής που μορφολογικά δεν του ταιριάζουν και δίνοντας την δυνατότητα στον εφαρμοστή να τον βρει σε πολύ μικρό χρόνο.

Σε περίπτωση χειρουργικής αποκατάστασης η τοπογραφία είναι μια ισχυρή ένδειξη για το είδος της επέμβασης που πρέπει να επιχειρηθεί. Για παράδειγμα στη διαμπερή κερατοπλαστική η τοπογραφία μας βοηθά στη σωστή επιλογή του μεγέθους, την επικέντρωση του βιολογικού φακού ή του μοσχεύματος που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στο κερατοκωνικό μάτι.

Μετεγχειρητικά καταδεικνύει προβλήματα, όπως ο μετεγχειρητικός αστιγματισμός αλλά και βοηθά στην επιλογή της ιδανικότερης λύσης αυτών. Ο εφαρμοστής πρέπει πάντα να ελέγχει την κινητικότητα του φακού και το πως εισέρχεται η φλουροσεΐνη κάτω από το φακό.

Τέλος μια άλλη παράμετρος που επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα είναι οι δυνατότητες παραμετροποίησης που δίνει το λογισμικό, όπως αλλαγές στον αριθμό καμπυλοτήτων, αντίστροφες καμπυλότητες, τορικότητα ή ασφαιρικότητα.

Η ψηφιακή πληροφορία απεικονίζεται σε διάφορους τοπογραφικούς χάρτες που δείχνουν κάθε φορά διαφορετικά μορφολογικά ή διαθλαστικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του κερατοειδούς. Διακρίνεται ο κλασσικός αξονικός καμπυλομετρικός χάρτης, ο εφταπτομενικός, ο υψομετρικός, ο διαθλαστικός, κλπ.

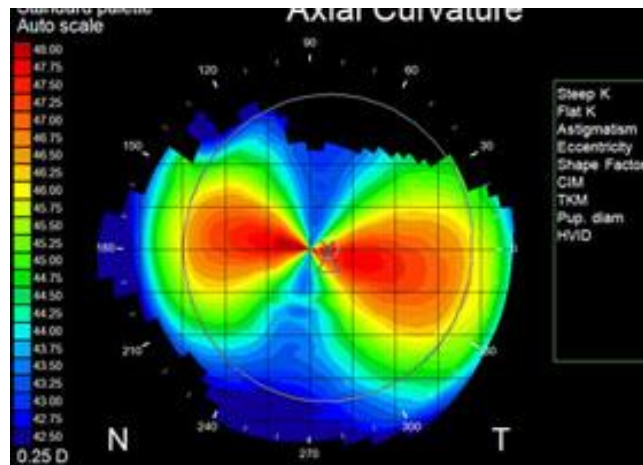
Πως λειτουργεί: Η τοπογραφία κερατοειδούς αποτελεί σημαντική εξέλιξη του κερατόμετρου. Οι περισσότεροι τοπογράφοι απεικονίζουν 8.000-10.000 συγκεκριμένα σημεία σε όλη την επιφάνεια του κερατοειδούς. Αντίθετα το κερατόμετρο υπολογίζει μόνο 4 σημεία-δεδομένα στην κεντρική περιοχή του κερατοειδούς, διαμέτρου 3-4 cm.



Η ικανότητα αυτή των τοπογράφων οφείλεται στη χρήση ομόκεντρων δακτυλίων, που προβάλλουν πάνω στον κερατοειδή σχηματίζοντας ένα εικονικό είδωλο. Η συσκευή συγκρίνει το είδωλο αυτό με το μέγεθος-στόχο και ο υπολογιστής υπολογίζει την καμπυλότητα του κερατοειδούς.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα, αλλά όλα έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά μέτρησης. Ο τοπογράφος μπορεί να δημιουργήσει διάφορες γραφικές απεικονίσεις. Όταν γίνεται χαρτογράφηση για τη διάγνωση διαφόρων παθήσεων ή για την αξιολόγηση των φακών επαφής χρησιμοποιούνται δύο ειδών χάρτες:

- **Axial Map:** Αποτελεί την πιο απλή απεικόνιση. Εμφανίζει τις παραλλαγές στην καμπυλότητα του κερατοειδούς σαν προβολές, χρησιμοποιώντας χρώματα που αντιπροσωπεύουν τις διοπτρίες, (τα ψυχρά αντιπροσωπεύουν τις επίπεδες περιοχές και τα θερμά τις κυρτές). Η απεικόνιση αυτή προσφέρει μια γενική προβολή της καμπυλότητας του κερατοειδούς, ενώ αγνοεί τις μικρές παραλλαγές στην καμπυλότητα και αυτό είναι το μειονέκτημα της.



- **Tangential Map:** Και αυτός ο τύπος χρησιμοποιεί τα χρώματα για να υποδηλώνει τις μεταβολές στις διοπτρίες. Προσφέρει, όμως, καλύτερη απεικόνιση και εντοπίζει με μεγάλη ακρίβεια την κερατοειδική βλάβη. Χρησιμεύει κυρίως για τη μετεγχειρητική παρακολούθηση.

Επιπλέον υπάρχουν άλλοι δύο τύποι χαρτών οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον από οφθαλμιάτρους καθώς δίνουν πιο λεπτομερείς απεικονίσεις, οι τύποι αυτοί είναι:

- **Elevation Map:** Αυτός ο τύπος απεικόνισης χρησιμοποιεί διαφορετικό αλγόριθμο. Χρησιμοποιείται για να δείξει το ύψος ή βάθος απ' το οποίο η κερατοειδική καμπυλότητα αποκλίνει σε σύγκριση με μια επιφάνεια αναφοράς που προέρχεται από τον υπολογιστή. Τα θερμά χρώματα απεικονίζουν τα σημεία που βρίσκονται πάνω από αυτή την επιφάνεια, ενώ τα ψυχρά απεικονίζουν αυτά που βρίσκονται πιο κάτω.

- **Refractive Map:** Εφαρμόζει τον νόμο του Snell για τον υπολογισμό της διαθλαστικής ισχύος του κερατοειδούς. Ιδιαίτερης σημασίας είναι το κεντρικό τμήμα του διαθλαστικού αυτού χάρτη. Η επιφάνεια αυτή καλύπτει την περιοχή της κόρης, με αποτέλεσμα τα σφάλματα που δημιουργούνται εδώ να έχουν επίπτωση στην απόδοση της όρασης. Αυτοί οι διαθλαστικοί χάρτες χρησιμοποιούνται από τους οφθαλμιάτρους για να αξιολογήσουν την όραση σε μετεγχειρητικούς ασθενείς που υποβλήθηκαν σε PRK ή LASIK. Η κλίμακα των χρωμάτων που διαθέτουν αντιστοιχούν σε διαφορετικές τιμές διοπτριών και βοηθούν το γιατρό να οδηγηθεί σε συμπεράσματα.

Μέθοδοι τοπογραφίας:

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος τοπογραφίας κερατοειδούς είναι αυτή που βασίζεται στην απεικόνιση ομόκεντρων εναλλασσόμενων φωτεινών και σκοτεινών δακτυλίων, που ονομάζονται δίσκοι του Placido, οι οποίοι προβάλλονται πάνω στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς μέσω ανάκλασης. Το μειονέκτημα τους είναι ότι δεν μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για την οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, η μορφολογία της οποίας παίζει σημαντικό ρόλο στην παρακολούθηση του κερατόκωνου.

Οι ανωμαλίες της επιφάνειας του κερατοειδούς προκαλούν παραμόρφωση του ειδώλου των δακτυλίων που σχηματίζεται από την ανάκλαση. Η ανακλώμενη εικόνα καταγράφεται από μια μικρή CCD κάμερα, η οποία βρίσκεται στο κέντρο των δακτυλίων. Είναι απαραίτητο η κάμερα να έχει πολύ μικρό μέγεθος ώστε να περιορίζεται η περιοχή του κερατοειδούς, την οποία και αποκρύπτει. Στην συνέχεια, η εικόνα που καταγράφεται από την κάμερα αφού αναλυθεί από ειδικό λογισμικό, δίνει γεωμετρικές πληροφορίες για την επιφάνεια του κερατοειδούς.

Το πλήθος των δακτυλίων που απεικονίζονται προσδιορίζει την ακρίβεια της μέτρησης. Στη μέθοδο του Placido ως σχήμα αναφοράς ορίζεται μια σφαιρική επιφάνεια με ακτίνα καμπυλότητας 7,8mm, που

αποτελεί την καλύτερη μαθηματικά προσέγγιση της πραγματικής επιφάνειας του κερατοειδούς ενός φυσιολογικού ματιού και ονομάζεται Best-Fitted Sphere. Σύμφωνα με αυτήν υπολογίζεται η υψομετρική της διαφορά από τα διάφορα σημεία του κερατοειδούς. Η τοπογραφία δεν μετράει τις συντεταγμένες x,y,z των σημείων του κερατοειδούς, αλλά την ακτίνα καμπυλότητας αυτών και την απόκλιση των ανακλασμένων δακτυλίων από το ιδανικό.

Υπάρχουν πολλά διαθέσιμα τοπογραφικά συστήματα στην αγορά, με τα Orbscan II της Bausch and Lomb, Pentacam της Oculus και Galilei της Ziemer να καταλαμβάνουν την πρώτη θέση στη ζήτηση. Και τα τρία χρησιμοποιούν το σύστημα των δίσκων του Placido για την απεικόνιση της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς.

Ωστόσο το Orbscan II διαθέτει ενσωματωμένη μια σχισμοειδή συσκευή σάρωσης του κερατοειδούς, η οποία προσφέρει απεικόνιση της οπίσθιας περιοχής του καθώς και του πάχους του. Τα άλλα δύο συστήματα λειτουργούν με βάση την αρχή του Scheimpflug.

Με τις παραδοσιακές τεχνικές, όταν τα επίπεδα του αντικειμένου, του φακού και του ειδώλου δεν είναι παράλληλα ούτε μεταξύ τους ούτε με το επίπεδο εστίασης, μόνο ένα μικρό τμήμα του αντικειμένου είναι σωστά εστιασμένο. Με βάση, όμως, την αρχή του Scheimpflug, δίνεται η δυνατότητα ένα αντικείμενο που δεν είναι παράλληλο με το επίπεδο του ειδώλου, να είναι πλήρως εστιασμένο κατά μήκος της γραμμής στην οποία τέμνονται το επίπεδο του ειδώλου, του φακού και του αντικειμένου. Αυτή η γραμμή είναι η γραμμή του Scheimpflug. Επιτυγχάνεται έτσι μεγάλο βάθος πεδίου και απεικονίζονται όλες οι δομές του πρόσθιου ημιμορίου του ματιού, απ' την πρόσθια έως την οπίσθια επιφάνεια του φακού και υπολογίζεται και το πάχος του κερατοειδούς. Αυτό είναι και το πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων.

Η τοπογραφία κερατοκωνικού κερατοειδούς χαρακτηρίζεται από ανώμαλο αστιγματισμό, κεντρική λέπτυνση κερατοειδούς, μείωση της ακτίνας καμπυλότητας και αύξηση της κυρτότητάς του στις κατώτερες ώρες. Υπάρχουν διάφοροι δείκτες με τους οποίους το κάθε σύστημα υπολογίζει την πιθανότητα ύπαρξης του κερατόκωνου σε κάθε

τοπογραφία, όπως ο I-S index, ο οποίος υπολογίζει τη διαφορά της μέσης τιμής της διοπτρικής δύναμης μεταξύ των ανώτερων και κατώτερων ωρών, ο SAI που δείχνει τη διαφορά στη δύναμη του κερατοειδούς σε κάθε δακτύλιο του Placido, κα. Τέλος υπάρχουν και δείκτες που προκύπτουν συνδυαστικά, όπως ο KPI που μας δίνει την πιθανότητα ύπαρξης κερατόκωνου σε μια τοπογραφία με ευαισθησία 68% και ειδικότητα 99%.

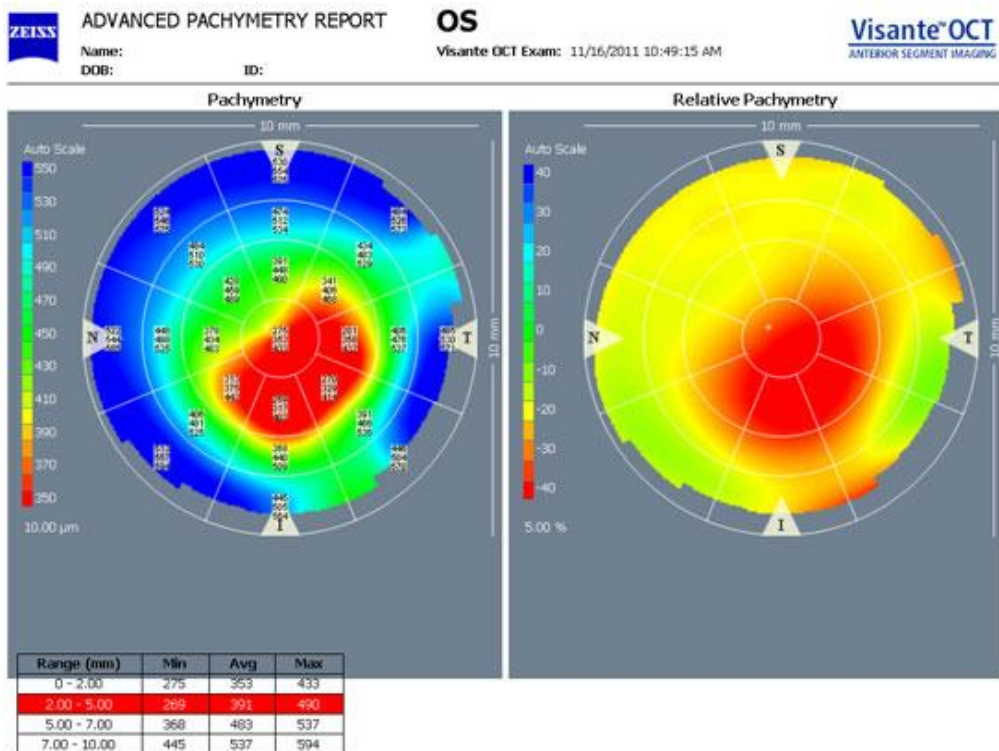
6. Οπτική τομογραφία συνοχής OCT

Αν και πρόκειται για μία εξέταση η οποία γίνεται κυρίως για να παρακολουθήσουμε τον αμφιβληστροειδή χιτώνα, μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε για να πάρουμε σημαντικές πληροφορίες για την επιφάνεια του κερατοειδούς.



Με την χρήση ειδικών φακών για την εξέταση του προσθίου θαλάμου του οφθαλμού μας δίνεται ανάλυση των εικόνων εγκάρσιας οπτικής τομής και έτσι μπορεί να γίνει επισκόπηση οποιουδήποτε μεσημβρινού του κερατοειδούς, αλλά και παραγωγή χάρτη υλικού πάχους στην ευρύτερη επιφάνεια του κερατοειδούς.

Οι λεπτομέρειες που αναδεικνύονται από μια τέτοια εξέταση μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για τον εντοπισμό τυχόν εσωτερικών ανωμαλιών στο στρώμα του κερατοειδούς. Επιπλέον, μπορούν και να επιβεβαιώσουν τα παχυμετρικά δεδομένα και τις πιθανές ιδιομορφίες της πρόσθιας και της οπίσθιας κερατοειδικής επιφάνειας, όπως προκύπτει από τη μέτρηση με Pentacam.



Ταξινόμηση κερατόκωνου

Εφόσον πραγματοποιηθούν οι παραπάνω εξετάσεις μπορούμε να προχωρήσουμε στην ταξινόμηση του κερατόκωνου ώστε να ακολουθήσουμε την καταλληλότερη μέθοδο για την αντιμετώπιση του. Ο κύριος διαχωρισμός είναι εκείνος ανάμεσα στις κλινικές και τις μορφολογικές ενδείξεις, καθώς και την ταξινόμηση σύμφωνα με τη γωνία Amsler ή ανάλογα με τις κεντρικές κερατομετρικές ενδείξεις.

A. Ταξινόμηση με βάση τις κλινικές ενδείξεις

Η κλινική ταξινόμηση, η οποία προτάθηκε αρχικά από τον Amsler, διαχωρίζει την ασθένεια του κερατόκωνου στα πέντε παρακάτω στάδια:

1^ο στάδιο: Υποκλινικός ή ύποπτος κερατόκωνος

- Απουσία κλινικών ευρημάτων κατά τη βιομικροσκόπηση, σκιασκοπία, άμεση οφθαλμοσκόπηση, κερατομετρία και φωτοκερατοσκόπηση.
- Διάγνωση του κώνου μόνο βάσει τοπογραφικών ευρημάτων.
- Οπτική οξύτητα 10/10 χωρίς διόρθωση ή με γυαλιά.

2^ο στάδιο: Πρώιμος κερατόκωνος

- Θετικό οικογενειακό ιστορικό για κερατόκωνο.
- Απουσία κλινικών ευρημάτων στη σχισμοειδή λυχνία.
- Ήπια κύρτωση και λέπτυνση του κερατοειδούς.
- Ψαλιδοειδείς κινήσεις των ειδώλων κατά τη σκιασκοπία.
- Σημείο Charleaux κατά την άμεση οφθαλμοσκόπηση.
- Οπτική οξύτητα 10/10 με γυαλιά

3ο στάδιο: Ήπιος κερατόκωνος

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

4ο στάδιο: Όψιμος κερατόκωνος

- Σημείο Munson θετικό, σημείο Rizutti θετικό, κώνος ευδιάκριτος σε θέση profile κατά την εξέταση στη σχισμοειδή λυχνία.
- Επιθηλιακή ή υποεπιθηλιακή ουλοποίηση του κερατοειδούς.
- Σημαντική λέπτυνση του κερατοειδούς και κύρτωση > 55.00 D.
- Οπτική οξύτητα μικρότερη από 7/10 με φακούς επαφής.

5ο στάδιο: Πολύ προχωρημένος κερατόκωνος-ύδρωπας

- 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.

B. Ταξινόμηση με βάση τις μορφολογικές ενδείξεις

Αφορά το μέγεθος, τη μορφή καθώς και τη θέση του κώνου στην επιφάνεια του κερατοειδούς. Ανάλογα με τη μορφολογική ταξινόμηση διακρίνουμε τους επόμενους τρεις τύπους κερατόκωνου.

1ος 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.

2ος 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.

3ος τύπος: σφαιροειδής (globus)

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

Γ. Ταξινόμηση με βάση τη γωνία Amsler

Αναφέρεται στη γωνία, η οποία σχηματίζεται μεταξύ των κερατοειδικών ειδώλων στο κερατόμετρο Javal.

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

Δ. Ταξινόμηση με βάση τις κεντρικές κερατομετρικές ενδείξεις

- **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.

Τρόποι αντιμετώπισης κερατόκωνου

Οι κύριοι οδοί για την αντιμετώπιση της ασθένειας που εξετάζουμε είναι οι μη χειρουργικοί και οι χειρουργικοί, τις οποίους θα αναλύσουμε παρακάτω περαιτέρω.

A. Μη χειρουργικές μέθοδοι

- **Γυαλιά:** Τα γυαλιά ορίζονται ως η πρώτη και πιο άμεση διαδικασία αντιμετώπισης με τη συνταγογράφησή τους. Βέβαια, αυτό δεν σημαίνει πως ο ασθενής θα μείνει απόλυτα ικανοποιημένος με τη χρήση τους. Αυτό συμβαίνει διότι ο φακός δεν είναι δυνατόν να διορθώσει πλήρως την παραμόρφωση του κερατοειδούς. Η χορήγησή τους θα πρέπει να γίνεται εφόσον η χρήση τους προσφέρει καλύτερη όραση στον ασθενή. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως εφόσον κριθεί απαραίτητη η χρήση γυαλιών για τη συνταγογράφηση πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ο μικρότερος κύλινδρος προσφέρει καλύτερη όραση από το μεγαλύτερο, γιατί ο τελευταίος τις περισσότερες φορές δεν γίνεται ανεκτός από τον ασθενή.
- **Φακοί επαφής:** Οι φακοί επαφής αποτελούν ένα πολύ μεγάλο κομμάτι του κλάδου της οπτικής και πέρα από την χρήση τους για την διόρθωση αμετροπιών ή για αισθητικούς λόγους (εγχρωμοί φακοί επαφής) χρησιμοποιούνται και για παθήσεις όπως ο κερατόκωνος. Για την ακρίβεια η χρήση οποιασδήποτε μορφής φακών επαφής στην περίπτωση του κερατόκωνου είναι αναπόφευκτη είτε αυτή γίνεται στα πρώτα στάδια της πάθησης είτε μετεγχειρητικά (μετά από μεταμόσχευση κερατοειδούς ή διασύνδεσης κολλαγόνου). Ωστόσο για να γίνει χρήση φακών επαφής πρέπει να ακολουθηθεί μία ολοκληρωμένη οφθαλμική εξέταση η οποία περιλαμβάνει την εξέταση της όρασης, των επικουρικών οργάνων του οφθαλμού, της ενδοφθάλμιας πίεσης, του βυθού καθώς και της ποιότητας και ποσότητας των δακρύων. Εφόσον ολοκληρωθεί η εν λόγω διαδικασία ακολουθεί η εκμάθηση της χρήσης και φροντίδας των φακών επαφής από τον εξεταστή προς τον υποψήφιο χρήστη.

Έπειτα ο εξεταστής καλείται να επιλέξει την καλύτερη δυνατή λύση ανάμεσα σε αυτές που προσφέρουν οι διάφοροι τύποι φακών επαφής καθώς και οι διάφορες τεχνικές χρήσης αυτών, ώστε να επιτύχει την καλύτερη δυνατή εφαρμογή προσφέροντας έτσι στον ασθενή ποιοτική και άνετη όραση.

Η κατασκευή των φακών επαφής γίνεται από διάφορα υλικά τα οποία προσδίδουν στον φακό διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως μαλακός ή σκληρός, υδρόφιλος ή υδρόφοβος και την διαπερατότητα του σε οξυγόνο.

Έτσι λοιπόν οι φακοί επαφής χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

1. Σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής οι οποίοι με την σειρά τους χωρίζονται σε αυτούς που αποτελούνται από PMMA και σε αυτούς που αποτελούνται από CAB

2. Μαλακοί φακοί επαφής οι οποίοι χωρίζονται σε αυτούς που αποτελούνται από υδρογέλη και σε αυτούς που αποτελούνται από σιλικόνη-υδρογέλη.

Πριν την εφαρμογή κάποιου κερατοκωνικού φακού επαφής είναι απαραίτητη η δοκιμαστική εφαρμογή, διότι υπάρχουν πολλοί σχεδιασμοί και δεν μπορεί να προβλεφθεί ποιος σχεδιασμός θα δουλέψει καλύτερα. Βέβαια η χρήση της τοπογραφίας βοηθάει σημαντικά στην επιλογή του κατάλληλου φακού. Η επιλογή του αρχικού δοκιμαστικού φακού επαφής βασίζεται στην τοπογραφία, τη διάμετρο κερατοειδούς, τη συνταγή, τη διάμετρο κόρης, τη θέση βλεφάρων και τη δύναμη βλεφάρων /βλεφαρισμού.

Για την επιλογή του καταλληλότερου φακού ο εξεταστής θα πρέπει να ακολουθήσει μια συγκεκριμένη διαδικασία. Στην αρχή θα πρέπει να κάνει λήψη τοπογραφίας. Ο πρώτος δοκιμαστικός φακός θα επιλεγεί με βάση την πιο επίπεδη καμπυλότητα σε μια ζώνη 2-5 mm γύρω από το γεωμετρικό κέντρο του κερατοειδούς. Κατά τη δοκιμή των πρώτων δοκιμαστικών φακών, αν υπάρξει κάποιος φακός που να παρέχει καλή εφαρμογή, ο εφαρμοστής συνεχίζει κάνοντας υπερδιάθλαση για επιβεβαίωση και ο φακός αφήνεται στο μάτι του ασθενούς για 30 λεπτά.

Ανάλογα με τα αποτελέσματα του πρώτου σετ και τις αλλαγές που κρίνει ο εφαρμοστής ότι πρέπει να κάνει, παραγγέλλεται ο δεύτερος δοκιμαστικός φακός έχοντας τα καινούρια δεδομένα. Σε αυτό το σημείο αν ο εφαρμοστής είναι σίγουρος ότι δεν θα χρειαστούν ξανά αλλαγές, τα υλικό του δεύτερου φακού που παραγγέλνει θα είναι το τελικό υλικό και όχι το υλικό των δοκιμαστικών.

Ύστερα γίνεται και πάλι εξέταση με υπερδιάθλαση και αποφασίζεται, ανάλογα με τα αποτελέσματα, αν θα χρειαστούν και πάλι αλλαγές ή όχι. Ο εφαρμοστής ξεκινά με ένα δοκιμαστικό φακό, διότι στην αρχή δεν μπορεί να συνυπολογίσει ορισμένες βασικές παραμέτρους, όπως το βάρος του φακού, την κινητικότητά του και την αλληλεπίδραση φακού – βλεφάρων.

Η εφαρμογή σε περιστατικά κερατόκωνου είναι μια χρονοβόρα διαδικασία που απαιτεί αρκετές δοκιμές, το μόνο σίγουρο είναι ότι θα πρέπει να προτιμάται η εφαρμογή μεγάλων οπτικών ζωνών ώστε να καλύπτεται η κόρη σε όλες τις συνθήκες φωτισμού και σε ασθενείς με μεγάλη κόρη. Θα πρέπει να αποφεύγεται η ύπαρξη σφαιρικής εκτροπής, και η οπτική ζώνη να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη, διότι όσο μεγαλύτερη είναι, τόσο καλύτερη οπτική οξύτητα έχουμε σε όλες τις συνθήκες φωτισμού.

Σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής

Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής χρησιμοποιούνται κυρίως για διόρθωση υψηλών αστιγματισμών, αλλά και σε παθολογικές καταστάσεις, όπως ο κερατόκωνος ή μετά από μεταμόσχευση κερατοειδούς. Λόγω της μεγάλης διαπερατότητας σε οξυγόνο προσφέρουν καλύτερη οξυγόνωση στον κερατοειδή και πολλές φορές διαδέχονται τους μαλακούς φακούς, όταν αυτοί έχουν προκαλέσει υποξία. Έχουν λιγότερες πιθανότητες να προκαλέσουν μολύνσεις λόγω της μεγάλης απορροφητικότητάς τους σε νερό.



Στην περίπτωση του κερατόκωνου, οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επιτυγχάνουν καλύτερη όραση μέσω της επιπέδωσης του εξογκωμένου κερατοειδούς που προκαλούν, χωρίς όμως να διορθώνουν την κατάσταση. Μελέτες έχουν δείξει ότι μόνο το 10% των ασθενών με κερατόκωνο δεν παρουσιάζουν βελτίωση με τη χρήση των φακών αυτών και σε αυτές τις περιπτώσεις συνίσταται χειρουργική επέμβαση. Σε μεσαία και προχωρημένα στάδια κερατόκωνου οι μαλακοί φακοί δεν είναι ικανοποιητικοί γι'αυτό στις περιπτώσεις αυτές προτιμώνται οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής. Αυτοί προσφέρουν καλή ποιότητα όρασης στα κερατοκωνικά μάτια χωρίς ωστόσο να διορθώνουν την κατάσταση. Κατά την εφαρμογή τους συντηρούν ένα φακό δακρύων μεταξύ κερατοειδούς και φακού ο οποίος φακός εξουδετερώνει οπτικά σε μεγάλο βαθμό την ασύμμετρη πρόσθια κερατοειδική επιφάνεια και τις εκτροπές υψηλής τάξης και έτσι βελτιώνει θεαματικά την όραση, εξουδετερώνοντας τους φωτεινούς δακτυλίους γύρω από τα φώτα και

το θάμβος. Το μεγαλύτερο μειονέκτημά τους είναι ότι προκαλούν δυσανεξία σε πολλούς ασθενείς.

Οι φακοί αυτοί είναι κατασκευασμένοι σε διάφορες γεωμετρίες, η επιλογή της καθεμίας εξαρτάται από το στάδιο της εκτασίας. Σε ήπια στάδια χρησιμοποιείται ένας δικαμπυλωτός φακός, όσο όμως προχωρά ο κερατόκωνος σε πιο σοβαρό στάδιο χρησιμοποιούνται φακοί με περισσότερες καμπυλότητες. Επίσης αυτοί οι φακοί κατασκευάζονται σε διάφορες διαμέτρους, που κυμαίνονται από 9,00 μέχρι 11,00 mm, οπτικές ζώνες και υλικά. Για παράδειγμα οι φακοί από PMMA υλικό είναι πιο σκληροί και σταθεροί από τους φακούς από αεροδιαπερατό υλικό. Έχουν καλύτερες οπτικές ιδιότητες παρέχοντας καλύτερη όραση, είναι πιο ανθεκτικοί και δύσκολα κάμπτονται στον κερατοειδή. Όσο περισσότερες οπτικές ζώνες έχει ο φακός, τόσο μεγαλύτερος γίνεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουμε περισσότερες διαθέσιμες διαμέτρους να τοποθετήσουμε τις καμπυλότητες, και ομαλή μετάβαση ανάμεσα στις ζώνες. Ο εφαρμοστής κατά την παραγγελία του θα πρέπει να ζητήσει συγκεκριμένη τορική περιφέρεια, μεσοπεριφέρεια, αντίστροφη γεωμετρία και πάχος φακού.

Στα περισσότερα περιστατικά κερατόκωνου, παρατηρείται ότι τα άκρα του φακού ανασηκώνονται με αποτέλεσμα να απέχουν πολύ από τον κερατοειδή ή να πατούν πολύ και να τον πιέζουν. Αυτό οφείλεται στην ασύμμετρη επιφάνεια του κερατοειδούς. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί με τορικά άκρα. Για να γίνει αυτό ο εφαρμοστής βλέπει στη λυχνία με τη βοήθεια φλουροσεϊνης πως κάθεται ο φακός, σε ποιιά σημεία πιέζει και σε ποιιά ανασηκώνεται και προσθέτει αλλαγές στη σχεδίαση του φακού. Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί με αντίστροφη γεωμετρία χρησιμοποιούνται κυρίως σε δύσκολα περιστατικά. Στους φακούς αυτούς η δεύτερη ακτίνα καμπυλότητας είναι μικρότερη από την κύρια κεντρική καμπυλότητα. Στη συνέχεια, ο φακός στην περιφέρειά του αποπλατύνεται κανονικά.

Αυτοί οι φακοί χρησιμοποιούνται σε δύο περιπτώσεις κερατόκωνου:

- i. Σε περιστατικά με μικρό κώνο σε μικρή περιοχή του κερατοειδούς. Στην περίπτωση αυτή ένας τρικαμπυλωτός φακός δεν θα είχε ευσταθή εφαρμογή. Παρατηρώντας τον στη λυχνία θα βλέπαμε ότι ανεβοκατεβαίνει κανονικά αλλά ταυτόχρονα ταλαντώνεται παίρνοντας πλάγια κλίση. Αυτό οφείλεται στη μικρή επιφάνεια επαφής του κώνου με το φακό και στην έλλειψη άλλου σημείου στήριξης του φακού. Ο φακός με αντίστροφη γεωμετρία, με την αντίστροφη καμπύλη αμέσως μετά την οπτική ζώνη, χαμηλώνει το προφίλ της μεσοπεριφέρειας και παρέχει σημεία στήριξης του φακού στον κερατοειδή.
- ii. Σε περιστατικά με μεγάλο κεντρικό κώνο που καταλαμβάνει μεγάλη έκταση του κερατοειδούς. Στην περίπτωση αυτή οι τρικαμπυλωτοί φακοί παρουσιάζουν μεγάλη ανύψωση άκρων, όσο κι αν μεταβάλλουμε την περιφέρεια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα βλέφαρα να τραβούν το φακό και να υπάρχει ενόχληση από τη συνεχή τριβή του άνω βλεφάρου με το φακό, ενώ ταυτόχρονα το κάτω βλέφαρο εισχωρεί κάτω από το φακό λόγω της ανύψωσής του με κίνδυνο να τον βγάλει και να προκαλέσει στίξη 3^{ης} και 9^{ης} ώρας. Αν χαμηλώνοντας τα άκρα του φακού δεν υπάρξει αποτέλεσμα θα χρησιμοποιήσουμε φακούς αντίστροφης γεωμετρίας ή φακούς πολύ μικρότερης διαμέτρου. Όμως στην δεύτερη περίπτωση είναι δύσκολο να σχεδιαστούν γεωμετρίες με επαρκή οπτική ζώνη.
 - Οι πρώτοι κεντρικοί κώνοι αντιμετωπίζονται με φακούς διαμέτρου 9,00-9,90 mm.
 - Οι nipple-type κώνοι αντιμετωπίζονται καλύτερα με φακούς διαμέτρου μικρότερης από 9,00 mm.
 - Οι κώνοι με την κορυφή τοποθετημένη αρκετά χαμηλά αντιμετωπίζονται καλύτερα με φακούς διαμέτρου μεγαλύτερης από 10 mm.

Μαλακοί φακοί επαφής

Οι μαλακοί φακοί που χρησιμοποιούνται στον κερατόκωνο, σφαιρικοί ή τορικοί, έχουν αυξημένο πάχος σε σχέση με τους απλούς μαλακούς φακούς επαφής. Το πάχος τους είναι 3 φορές μεγαλύτερο σε σχέση με τους απλούς και αυτό βοηθά στο να καλύψουν την ασυμμετρία του κερατοειδούς, να μειώσουν τον αστιγματισμό και την κόμη. Οι απλοί μαλακοί φακοί επαφής αν χρησιμοποιούνταν σε κερατοκωνικούς κερατοειδείς θα εφαρμόζονταν απόλυτα και έτσι ο αστιγματισμός δεν θα μειωνόταν σχεδόν καθόλου.



Οι μαλακοί κερατοκωνικοί φακοί επαφής που υπάρχουν στην αγορά είναι

- Kerasoft 2(μη ιονικό υλικό), 3 (υλικό σιλικόνης-υδρογέλης), IC (φακός αντίστροφης γεωμετρίας) της Ultravision.
- Acuity soft K της Acuity
- Alpha/Delta Conus της Eyeart. Ο Alpha Conus είναι ο λεπτότερος μαλακός κερατοκωνικός φακός που έχει σχεδιαστεί. Η αίσθηση του χρήστη είναι ίδια με οποιονδήποτε απλό σφαιρικό φακό λόγω του σχεδιασμού των άκρων, της περιφέρειας και της ασφαιρικών καμπύλων εφαρμογής. Έχει τη δυνατότητα να παραμετροποιήσει τις παραμέτρους για να αυξήσει το κεντρικό πάχος της οπτικής ζώνης, σε περιπτώσεις που συστήνεται αυξημένη κάλυψη της ανομοιομορφίας του κωνικού κερατοειδούς.

Επιπλέον λόγω της σφαιρικής σχεδίασης που έχει και με τις ανάλογες μετρήσεις wavefront μπορεί να κατασκευαστεί διορθώνοντας τυχόν υπολειπόμενη σφαιρική εκτροπή (spherical aberration) που εμφανίζεται σε τέτοιου είδους περιστατικά. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις κεντρικού κώνου ή παράκεντρου κώνου μικρής διαμέτρου. Ο Delta Conus χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις κερατόκωνου, μετά από μεταμόσχευση κερατοειδούς και σε ανώμαλους αστιγματισμούς.

Η εφαρμογή των φακών αυτών γίνεται όπως και των απλών μαλακών. Αφήνουμε τον φακό για 30 λεπτά να σταθεροποιηθεί και στη συνέχεια εξετάζουμε την κινητικότητα του φακού, την εφαρμογή του (χαλαρή, σφιχτή) και αν τα άκρα προεξέχουν ή πιέζουν τον επιπεφυκότα. Στον παράκεντρο κερατόκωνο που υπάρχει μεγάλη ασυμμετρία στον κερατοειδή, ο φακός επαφής δεν εφαρμόζει καλά, με αποτέλεσμα να αφήνει κάποια φυσαλίδα ή ποσοστό δακρύων να πιέζει τον επιπεφυκότα.

Μετά τα 30 λεπτά, αν ο φακός επαφής εξακολουθεί να είναι ανασηκωμένος και να υπάρχει κίνδυνος να βγει, εφαρμόζουμε πιο σφιχτή εφαρμογή. Αφού βρεθεί ο μαλακός φακός που κάνει την καλύτερη εφαρμογή γίνεται σφαιρική και αστιγματική υπερδιάθλαση. Σύμφωνα με αυτή μπορούμε να αποφασίσουμε αν η όραση είναι αρκετά ικανοποιητική με σφαιρικούς φακούς επαφής ή εάν χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε τορικούς.

Οι κερατοκωνικοί μαλακοί φακοί επαφής ομαλοποιούν την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς. Ταυτόχρονα διορθώνουν της εκτροπή της κόμης όχι όμως τελείως. Έτσι, λοιπόν μπορεί να επιτυγχάνεται 10/10 οπτική οξύτητα με ταυτόχρονη ύπαρξη σκιών. Γι' αυτό το λόγο οι μαλακοί φακοί χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις κεντρικών και ήπιων παράκεντρων κερατόκωνων έτσι ώστε να επιτυγχάνουν καλύτερα αποτελέσματα. Αυτοί οι φακοί έχουν ιδιαίτερα αυξημένο πάχος, βελτιώνοντας έτσι την οπτική οξύτητα, αλλά μπορούν να οδηγήσουν σε υποξία.

Συνήθως οι μαλακοί φακοί προσφέρουν μεγαλύτερη άνεση αλλά χειρότερη όραση σε σχέση με τους σκληρούς. Επίσης οι σκληροί έχουν πιο εύκολο καθαρισμό σε σχέση με τους μαλακούς. Όταν όμως ο σκληρός φακός προκαλεί μεγάλη ενόχληση, ενώ ο μαλακός κακή όραση χρησιμοποιούμε υβριδικούς φακούς ή χρησιμοποιούμε σκληρικούς. Η τελική επιλογή εξαρτάται από το ποιος φακός προσφέρει συνδυαστικά καλή όραση και άνεση. Επειδή όμως κερατοκωνικός ασθενής είναι συνηθισμένος σε μικροενοχλήσεις, θα πρέπει ο εφαρμοστής να τον ελέγχει σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Μαλακοί φακοί επαφής βασισμένοι στην τεχνολογία Wavefront

Ως φακό Wavefront εννοούμε έναν υδρόφιλο φακό με σφαιροκυλινδρική διόρθωση που είναι χαμηλή τάξης και ταυτόχρονα παρέχει διόρθωση για τα υψηλής τάξης σφάλματα όπως πχ την κόμη.

Οι Wavefront κερατοκωνικοί φακοί είναι 2 κατηγοριών. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν αυτοί που ενσωματώνουν τη διόρθωση υψηλής τάξης στην πρόσθια επιφάνεια, ενώ στη δεύτερη ανήκουν αυτοί που την ενσωματώνουν στην οπίσθια. Η οπίσθια επιφάνεια του φακού αποτελεί το κατοπτρικό αντίγραφο της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς, με αποτέλεσμα την άριστη εφαρμογή. Οι wavefront φακοί είναι λεπτότεροι από τους συνηθισμένους κερατοκωνικούς, αφού ενσωματώνουν στον οπτικό τους σχεδιασμό την ασύμμετρη διόρθωση και δεν στηρίζονται στο πάχος τους για να καλύψουν τις εκτροπές.

Σε περιστατικά κερατόκωνου επιτυγχάνουν ίση οπτική οξύτητα και ευαισθησία αντίθεσης με τους σκληρούς αεροδιαπερατούς και σε αρκετές περιπτώσεις τα αποτελέσματα είναι ακόμα καλύτερα. Με ένα σκληρό αεροδιαπερατό ή υβριδικό φακό, η αρνητική κατακόρυφη κόμη της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς εξουδετερώνεται λόγω της εκτασίας. Ορισμένες φορές όμως, αν η εκτασία είναι έντονη και στην οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, μπορεί να αποκαλυφθεί η θετική της κόμη.

Αυτό έχει ως συνέπεια να υπάρχουν υπολειπόμενες σκιές και διπλά είδωλα στην όραση, παρά την καλή οπτική οξύτητα. Έτσι λοιπόν οι κερατοκωνικοί wavefront φακοί έχουν την δυνατότητα να διορθώσουν όλες τις εκτροπές του οφθαλμού, σε αντίθεση με τους σκληρούς αεροδιαπερατούς που εξουδετερώνουν μόνο στις έκτροπες της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς.

Οι μόνοι φακοί με τεχνολογία wavefront που κυκλοφορούν στην αγορά είναι Unique Kc της Eyeart που είναι υδρόφιλοι και διατίθενται σε παραλλαγές για πρεσβυπία και για κερατόκωνο και οι Wave της Wave Contact Lens System που διατίθενται σε υδρόφιλα και σκληρά αεροδιαπερατά υλικά για όλους τους κερατοειδείς, οι οποίοι όμως δε κυκλοφορούν στη χώρα μας.

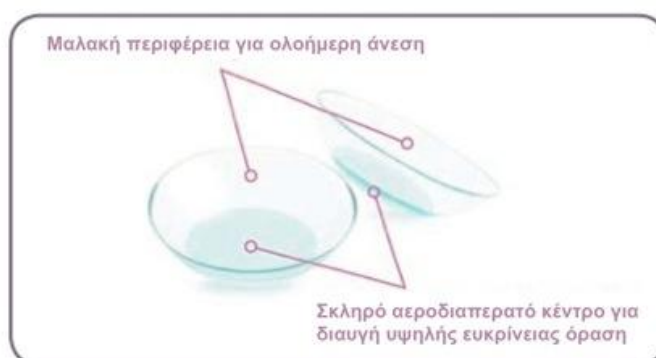
Οι Unique Kc στηρίζονται στο ότι η κυρίαρχη εκτροπή υψηλής τάξης στον κερατόκωνο είναι η αρνητική κατακόρυφη κόμη, και επομένως φέρουν στην οπτική ζώνη εκτός από τη σφαιροκυλινδρική διόρθωση και θετική κατακόρυφη κόμη. Διατίθενται με δύο οπτικές ζώνες, με διάμετρο 6,00 και 7,5mm και έχουν πρισματοδυναμική σταθεροποίηση για το σωστό προσανατολισμό της κόμης, ακόμα και αν δεν έχουν κύλινδρο. Ο πρωτοποριακός σχεδιασμός βασισμένος στον εξατομικευμένο ασύμμετρο οπτικό σχεδιασμό μετώπου κύματος (wavefront) που διορθώνει τις βασικές εκτροπές που μειώνουν την οπτική οξύτητα στις περιπτώσεις με κερατόκωνο, την κόμη και την σφαιρική εκτροπή. Με το UNIQUE KC επιτυγχάνεται η άνεση ενός μαλακού φακού σε συνδυασμό με την οπτική απόδοση ενός σκληρού. Οι μαλακοί φακοί UNIQUE, οι οποίοι ενσωματώνουν κάθετη κόμη στην πρόσθια επιφάνεια, είναι δυνατόν να σχεδιαστούν για να αντισταθμίζουν την κάθετη κόμη από όλον τον κερατοειδή, πρόσθιο και οπίσθιο. Έτσι συνδυάζονται τα καλύτερα και από τους δύο κόσμους: Η άνεση των μαλακών φακών επαφής και η οπτική απόδοση των σκληρών αεροδιαπερατών.

Οι φακοί αυτοί είναι πιο λεπτοί από τους αντίστοιχους μαλακούς κερατοκωνικούς φακούς. Η εφαρμογή τους απαιτεί εύρεση του φακού με την κατάλληλη βασική καμπυλότητα και υπερδιάθλαση, η οποία λογικά θα είναι λιγότερο ακραία και θα αποφέρει καλύτερη οξύτητα από την υπερδιάθλαση με κλασικό μαλακό κερατοκωνικό φακό, καθώς η κατακόρυφη κόμη, οι σκιές και τα διπλά είδωλα που τη συνοδεύουν θα έχουν εξουδετερωθεί.

Οι Wave απαιτούν την ύπαρξη τοπογράφου της Option 2000 και ο εφαρμοστής θα πρέπει να έχει το ειδικό λογισμικό σχεδίασης φακών. Με αυτό το λογισμικό και το λογισμικό του τοπογράφου μπορεί να σχεδιάσει τον κατάλληλο wave φακό για κάθε περίπτωση.

Υβριδικοί φακοί επαφής

Οι υβριδικοί φακοί αποτελούν μια επαναστατική τεχνολογική εξέλιξη που επιτυγχάνει το συνδυασμό ενός μαλακού και ενός σκληρού αεροδιαπερατού φακού επαφής. Είναι μια ειδική κατασκευή φακών, όπου είναι σκληροί αεροδιαπερατοί στο κέντρο και υδρόφιλοι στην περιφέρεια. Εξαιτίας του υδρόφιλου υλικού τους θα πρέπει να καθαρίζονται με τα υγρά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των μαλακών φακών επαφής. Οι υβριδικοί κερατοκωνικοί φακοί χωρίζονται σε 2 κατηγορίες στους υβριδικούς κερατοκωνικούς μικρής διαμέτρου και στους υβριδικούς κερατοκωνικούς μεγάλης διαμέτρου.



Οι περισσότεροι κερατοκωνικοί ασθενείς έχουν δυσανεξία στους σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς λόγω της επαφής τους με το άνω βλέφαρο και του βάρους τους. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούμε υβριδικούς φακούς μικρής διαμέτρου. Δηλαδή, σε περίπτωση που η εφαρμογή του σκληρού αεροδιαπερατού είναι καλή αλλά ο φακός ενοχλεί κατά τον βλεφαρισμό ενώ η ανύψωση της περιφέρειας είναι ιδανική, χρησιμοποιούμε υβριδικό φακό. Ο υβριδικός φακός επαφής εφάπτεται στον κερατοειδή με το μαλακό του μέρος, ώστε να αποφεύγεται η επαφή του σκληρού αεροδιαπερατού μέρους του με τον κερατοειδή. Ως αποτέλεσμα, ο υβριδικός φακός επαφής συνδυάζει τις καλύτερες ιδιότητες και των δύο κόσμων – προσφέρει την καθημερινή άνεση και διευκόλυνση ενός μαλακού φακού επαφής, ενώ διατηρεί τη διαυγή όραση ενός σκληρού αεροδιαπερατού φακού επαφής υψηλής οξυγόνωσης. Επί προσθέτως, το μαλακό του μέρος έχει ως αποτέλεσμα το κεντράρισμα του φακού πιο κοντά στον άξονα της όρασης, ανεξαρτήτως του κερατοειδικού σφάλματος, παρέχοντας εμφανώς ανώτερη όραση. Επίσης, ο υβριδικός σχεδιασμός αποτρέπει να εισέλθει κάτω από το φακό σκόνη και εμποδίζει το φακό να φύγει από το μάτι. Η περιφέρεια χαλαρώνει ώστε να εισέρχεται περισσότερο δάκρυ χωρίς να επηρεάζεται η κινητικότητα και η ευστάθεια του φακού. Για τον έλεγχο της εφαρμογής τους πρέπει να χρησιμοποιείται μεγαλομοριακή φλουροσεΐνη διότι η μικρομοριακή εμποτίζει το μαλακό άκρο. Επειδή το άκρο του φακού ανυψώνεται η χρώση από τη μικρομοριακή φλουροσεΐνη μπορεί να κάνει τον εφαρμοστή να πιστέψει ότι η εφαρμογή είναι χαλαρή.

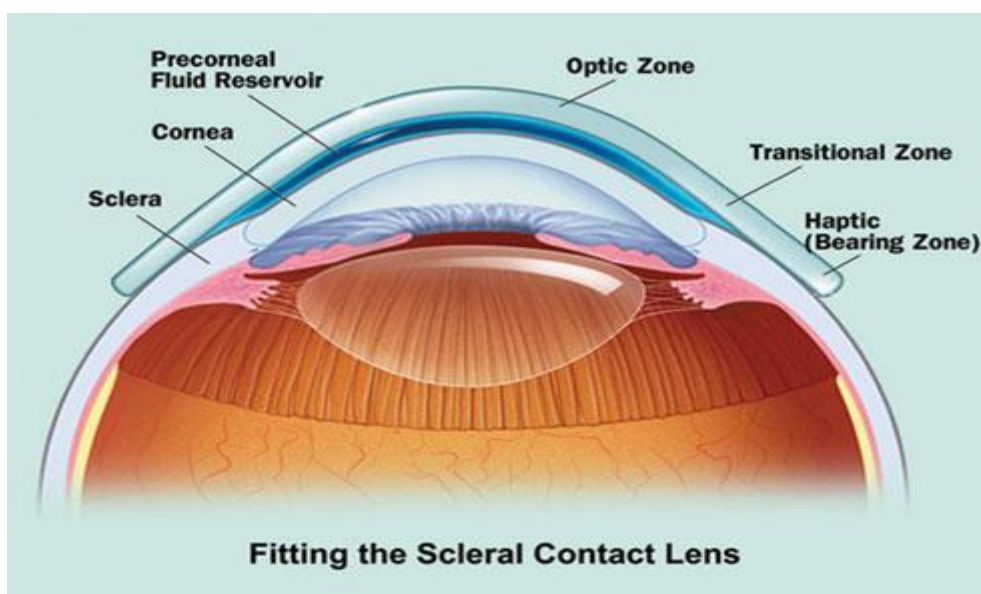
Οι υβριδικοί φακοί μεγάλης διαμέτρου χρησιμοποιούνται και πάλι σε κερατεκτασίες στις οποίες σκληροί αεροδιαπερατοί προκαλούν δυσανεξία. Ο εφαρμοστής μπορεί να επιλέξει μόνο την καμπυλότητα κεντρικής ζώνης, ενώ η περιφερική καθορίζεται από την κεντρική, χωρίς δυνατότητα ελέγχου. Γι' αυτό οι φακοί αυτοί συνίστανται μόνο για πολύ λίγες ώρες.

Η εφαρμογή αυτών των φακών απαιτεί εμπειρία από τον εφαρμοστή. Η εφαρμογή ενός υβριδικού φακού είναι ουσιαστικά συνδυασμός εφαρμογής μαλακού φακού και σκληρού αεροδιαπερατού. Η κινητικότητα και η σταθερότητα πρέπει να είναι ανάλογη ενός μαλακού φακού.

Οι υβριδικοί φακοί που υπάρχουν στην αγορά είναι οι Dualascon FLEX που είναι τρικαμπυλωτοί ασφαιρικοί με μαλακοί περιφέρεια και διάμετρο 1.80 mm και οι SCLERAFLEX KC που είναι τετρακαμπυλωτοί ασφαιρικοί με ολική διάμετρο 14.70 mm. Οι φακοί αυτοί είναι σκληροκερατοειδικής εφαρμογής με κέντρο σκληρού υλικού και υδρόφιλη περιφέρεια. Έχει σχεδιαστεί για να εφαρμόζει σε οποιαδήποτε περίπτωση κερατόκωνου και ανώμαλου αστιγματισμού. Η γεωμετρία της κεντρικής σκληρής ζώνης ικανοποιεί την μεγάλη πλειονότητα των κερατοκωνικών κερατοειδών. Ο σχεδιασμός του περιφερικού μαλακού μέρους έχει ελάχιστο πάχος με σκοπό την μέγιστη άνεση.

Σκληρικοί φακοί επαφής

Στον κερατόκωνο οι σκληρικοί φακοί χρησιμοποιούνται όταν οι άλλοι αποτυγχάνουν στη σταθερότητα και ποιότητα όρασης. Χρησιμοποιούνται σαν έσχατη λύση. Είναι φακοί επαφής κατασκευασμένοι από PMMA και σκοπός τους είναι να καλύψουν όλο το μπροστινό μέρος του οφθαλμού έτσι ώστε να καλύψουν έντονες αισθητικές ασυμμετρίες. Αυτοί οι φακοί μπορούν να καλύψουν μεσαίου ή μεγάλου εύρους αστιγματισμούς γι' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν χρειαστεί στον κερατόκωνο.



Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι SCLERAL KC, που είναι τετρακαμπυλωτοί ασφαιρικοί με ολική διάμετρο 14.70 mm. Σχεδιάζεται εξατομικευμένα για κάθε περίπτωση βάσει της τοπογραφία του κερατοειδούς. Είναι η καλύτερη λύση για ασύμμετρους και ανώμαλους κερατοειδείς όταν οι άλλες λύσεις δεν ικανοποιούν ή παρουσιάζεται θέση και τάση βλεφάρων που παρεμβάλλονται με την επιθυμητή εφαρμογή.

Η εφαρμογή αυτών των φακών στο βολβό γίνεται με τη βοήθεια εκμαγείου για να είναι σωστά εφαρμοσμένοι, άνετοι στη χρήση και να έχουν μέγιστη οφθαλμική κινητικότητα. Το πλεονέκτημα αυτών των φακών είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δύσκολες συνθήκες διότι είναι σταθεροί, όπως για παράδειγμα στο κολύμπι. Επίσης αν η κατάσταση του κερατοειδούς το επιτρέπει μπορούν να φοριούνται όλο το εικοσιτετράωρο και να καθαρίζονται κάθε 2-3 μέρες .

Το μειονέκτημα αυτής της επιλογής είναι ότι αντενδείκνυνται για οφθαλμούς με έλλειψη φθίσης. Αυτό συμβαίνει διότι το υλικό είναι μη αεροδιαπερατό παρ' όλο που κατά την εφαρμογή διασφαλίζεται η σωστή ανακύκλωση των δακρύων. Δεύτερη αιτία είναι ότι σε οφθαλμό που δεν έχουν φθίση, το πάχος του σκληρικού φακού δεν επιτρέπει την καλή ανακύκλωση των δακρύων. Τέλος, επειδή η διόρθωση των αμετρωπιών ενσωματώνεται μετά την ολοκλήρωση των αισθητικών μερών, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν καλά οπτικά αποτελέσματα.

Τεχνικές εφαρμογής φακών επαφής

Μέθοδος των τριών σημείων

Πολλοί εφαρμοστές πιστεύουν πως η μέθοδος διάκενου κορυφής καταλήγει σε φακό πολύ σφιχτό στη μεσοπεριφέρεια προτιμούν τη μέθοδο 3 σημείων. Έτσι επιλέγουν πιο χαλαρή οπτική ζώνη. Η μόνη προϋπόθεση που πρέπει να ισχύει για να είναι ικανοποιητική η μέθοδος αυτή είναι να μην είναι ο φακός πολύ και ακουμπά έντονα στον κώνο, διότι μπορεί να προκαλέσει ενόχληση και να οδηγήσει σε έλκη. Η μέθοδος 3 σημείων είναι προτιμότερη από τη μέθοδο διάκενου κορυφής αλλά και οι δύο μέθοδοι έχουν ίδιες πιθανότητες να δημιουργήσουν έλκη.

Ο στόχος είναι να κατανεμηθεί το βάρος του φακού όσο πιο ομοιόμορφα γίνεται μεταξύ του κώνου και της περιφέρειας του κερατοειδούς. Αυτό απαιτεί ελαφριά επαφή του φακού με το κέντρο του κερατοειδούς, σε μια περιοχή 2-3 mm και έναν δεύτερο δακτύλιο επαφής στη μέση περιφέρεια του κερατοειδούς. Για να διασφαλίζεται η καλή εναλλαγή δακρύων, θα πρέπει στην περιφέρεια του κερατοειδούς να υπάρχει μια επαρκής περιοχή απόκρουσης. Συνιστάται κυρίως σε περιπτώσεις μικρών κώνων, διότι εκεί η μέθοδος δουλεύει καλύτερα.

· **Σφιχτή εφαρμογή**

Κατά την εφαρμογή αυτή ο φακός δεν εφάπτεται στην κεντρική περιοχή, αφήνοντας ελεύθερη την περιοχή του κώνου ακουμπώντας πάνω στη γύρω από το κέντρο περιοχή. Η εφαρμογή αυτή θα ελαχιστοποιήσει τη μηχανική επίδραση πάνω στην περιοχή του κώνου, αποτρέποντας τη μεγαλύτερη λέπτυνση στην περιοχή του κώνου και τη μελλοντική διάτρηση. Για την επίτευξη της εφαρμογής αυτής απαιτείται φακός με μικρή διάμετρο και οπτική ζώνη. Λόγω της τελευταίας, μπορεί να προκληθεί θάμβος. Παράλληλα, λόγω του πιθανού σχηματισμού φουσαλίδων στην κεντρική περιοχή του φακού ενδέχεται να προκληθεί κακή εναλλαγή δακρύων, οίδημα και κακή οπτική οξύτητα.

- **Επίπεδη εφαρμογή**

Κατά την εφαρμογή αυτή όλο το βάρος του φακού εναποτίθεται πάνω στον κώνο. Ο φακός συγκρατείται στη θέση του με τη βοήθεια του άνω βλεφάρου. Ο φακός ανασηκώνεται στην περιφέρεια και λόγω της επιπέδωσης του κώνου δημιουργείται καλή οπτική οξύτητα. Στις περιπτώσεις που ο κώνος είναι μικρός και τοποθετημένος περιφερικά επιτυγχάνεται καλή ευθυγράμμιση. Αυτή η μέθοδος αντενδείκνυται σε κώνους τύπου θηλής, διότι μπορεί να προκαλέσει μεγάλη τριβή στην περιοχή του κώνου και να οδηγήσει σε διάτρηση.

Piggy back

Μια τεχνική εφαρμογής που χρησιμοποιούνταν κατά κύριο λόγο τα προηγούμενα χρόνια είναι η μέθοδος Piggy-back. Χρησιμοποιούνταν όταν η εφαρμογή των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής δεν ήταν ανεκτή από τον ασθενή, διότι οι τελευταίοι δεν κατασκευάζονταν με τόσο πολλές παραμέτρους όπως σήμερα. Σήμερα, ο εφαρμοστής έχει στη διάθεσή του σκληρούς αεροδιαπερατούς, υβριδικούς, σκληρικούς φακούς, οπότε η εφαρμογή Piggy-back είναι παραμερισμένη και χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις.

Η Piggy-back είναι μια εφαρμογή κατά την οποία έχουμε συνδυασμό 2 ειδών φακών επαφής. Χρησιμοποιούμε δηλαδή, ταυτόχρονα ένα μαλακό και ένα σκληρό αεροδιαπερατό φακό, τον οποίο και τοποθετούμε πάνω από το μαλακό. Με τον τρόπο αυτό ο μαλακός φακός επαφής προσφέρει μια πιο ομαλή επιφάνεια για να εφαρμόσει ο σκληρός αεροδιαπερατός.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται:

- Σε μέτριους και προχωρημένους κερατόκωνους
- Όταν ο ασθενής δεν έχει ανοχή στους σκληρούς αεροδιαπερατούς κερατοκωνικούς φακούς επαφής παρά τις αλλαγές στις παραμέτρους ή και στο υλικό, που μπορεί να κάνει ο εφαρμοστής.

- Όταν ο κερατοειδής είναι λεπτός και εύθραυστος στο κέντρο και ταυτόχρονα παρουσιάζει επιθηλιακές αποπτώσεις ή συχνά περιστατικά ύδρωπα.
- Σε περιστατικά μετά από διαθλαστικές επεμβάσεις και μετά από μεταμόσχευση κερατοειδούς.

Η τεχνική αυτή, όπως και κάθε άλλη παρουσιάζει μερικά θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά, η εξέταση των οποίων οδηγεί τον εφαρμοστή να αποφασίσει αν θα την εφαρμόσει στον εκάστοτε ασθενή ή όχι. Τα θετικά χαρακτηριστικά είναι ότι δίνουν μεγαλύτερη άνεση στον κερατοκωνικό ασθενή και μειώνουν τους ερεθισμούς του κερατοειδούς είτε από ξένα σωματίδια που μπορεί να εισχωρήσουν, είτε από την τριβή του σκληρού φακού με τον κερατοειδή. Η εφαρμογή αυτή παρουσιάζει όμως και πολλά προβλήματα όπως μειωμένη μεταβιβαστικότητα σε οξυγόνο του συνδυασμού μαλακού – σκληρού αεροδιαπερατού, που μπορεί να οδηγήσει σε οίδημα. Χρειάζεται 2 συστήματα καθαρισμού, διότι ο μαλακός φακός χρειάζεται διαφορετικό καθαρισμό από τον σκληρό αεροδιαπερατό φακό, ταυτόχρονα έχει μεγάλο κόστος αγοράς, αντικατάστασης και συντήρησης.

Όσο αναφορά τα συστήματα καθαρισμού των φακών, το σύστημα υπεροξειδίου του υδρογόνου μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί και για τους 2 τύπους φακών, ενώ η χρήση ενός καλού επιφανειοδραστικού καθαριστικού για τον σκληρό αεροδιαπερατό φακό είναι απαραίτητη. Για το ξέπλυμά του χρησιμοποιείται φυσιολογικός ορός.

Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις όπου έχουμε έναν έντονα έκκεντρο κώνο ή όταν ο σκληρός φακός κάθεται πολύ χαμηλά στον κερατοειδή χρησιμοποιούμε μια άλλη εφαρμογή Piggy-back. Σε αυτή την περίπτωση, ο μαλακός φακός έχει μια εξωτερική εσοχή στην οποία τοποθετείται ο σκληρός φακός. Έτσι έχουμε ένα εξατομικευμένο σύστημα. Αυτός ο τύπος εφαρμογής δεν χρησιμοποιείται ιδιαίτερα διότι υπάρχουν πολλές άλλες ευκολότερες λύσεις και η κατασκευή του είναι πιο δύσκολη.

Για να γίνει σωστή εφαρμογή της τεχνικής piggy-back η πρώτη κίνηση που πρέπει να γίνει είναι η σωστή επιλογή των επιμέρους φακών επαφής. Ο μαλακός φακός επαφής που εφαρμόζεται κατευθείαν στον κερατοειδή θα πρέπει να επιλεγεί σωστά ώστε να καλύπτει επαρκώς τον κερατοειδή χωρίς να τον σφίγγει ή να ανασηκώνεται στην περιφέρεια. Στον κερατόκωνο ο κερατοειδής είναι πολύ κυρτός, για αυτό χρειαζόμαστε φακό επαφής με μικρή ακτίνα καμπυλότητας, αρκετά εύκαμπτος και με μικρό συντελεστή τριβής του υλικού του. Για να πετύχουμε ιδανική εφαρμογή θα πρέπει και στα 2 είδη φακών επαφής να γίνει σωστή επιλογή ακτίνας καμπυλότητας, διαμέτρου και υλικού.

Οι ιδανικότεροι φακοί επαφής που μπορεί να χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή Piggy-back πλέον είναι οι φακοί σιλικόνης - υδρογέλης, λόγω της μεγάλης μεταβιβαστικότητάς τους σε οξυγόνο, που είναι απαραίτητο για την αποφυγή οιδήματος. Ακόμα, μια δεύτερη κατηγορία που είναι ιδανική για Piggy-back εφαρμογή είναι οι φακοί ημερήσιας αντικατάστασης, λόγω της ιδανικότερης υγιεινής και δεν χρειάζονται ξεχωριστό σύστημα καθαρισμού.

Όταν εφαρμόζουμε τον μαλακό φακό επαφής στην επιφάνεια του κερατοειδούς, αλλάζει η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς, όπως είναι φυσιολογικό. Σύμφωνα λοιπόν με τη νέα ακτίνα καμπυλότητας που δημιουργείται θα επιλέξουμε και τον σκληρό αεροδιαπερατό φακό που θα τοποθετήσουμε στη συνέχεια πάνω από το μαλακό. Επιλέγοντας ένα θετικό φακό επαφής δημιουργούμε μια πιο κυρτή καμπύλη, από την αρχική, στο σύστημα κερατοειδής - μαλακός φακός επαφής, ενώ επιλέγοντας έναν αρνητικό φακό επαφής δημιουργούμε μια πιο επίπεδη καμπύλη.

Με τη χρήση ενός θετικού μαλακού φακού επαφής μέτριας ισχύος έχουμε μετατόπιση της κορυφής του κώνου. Η χρήση ενός τέτοιου φακού ενδείκνυται για παράκεντρο κερατόκωνο, ενώ αντενδείκνυται για κεντρικούς κώνους. Αντίστροφα αρνητικοί μαλακοί φακοί επαφής μέτριας ισχύος ενδείκνυται σε κεντρικούς κώνους και στόχο έχουν τη μείωση της διοπτρικής διαφοράς μεταξύ κορυφής - κέντρου. Αν χρησιμοποιήσουμε μαλακούς φακούς επαφής μέτριας ισχύος, είτε θετικούς, είτε αρνητικούς δεν αλλάζει πολύ η καμπυλότητα του κερατοειδούς, οπότε η επιλογή του σκληρού αεροδιαπερατού γίνεται μόνο με

βάση τα κριτήρια επιλογής ενός κερατοκωνικού φακού επαφής. Αν επιλέξουμε ένα μαλακό φακό επαφής μεγάλης ισχύος θα πρέπει ο εφαρμοστής να κάνει τοπογραφία κερατοειδούς πριν και μετά την εφαρμογή του μαλακού φακού σε αυτόν, και αναλόγως να επιλέξει τα χαρακτηριστικά του σκληρού αεροδιαπερατού φακού επαφής που θα προτιμήσει να χρησιμοποιήσει.

Ένας άλλος τρόπος εφαρμογής της τεχνικής riggy-back είναι η επιλογή ενός μαλακού φακού μέτριας ή υψηλής ισχύος και ενός σκληρού αεροδιαπερατού μικρότερης ισχύος. Έτσι κι αλλιώς ο κερατόκωνος περιλαμβάνει μεγάλη μυωπία. Με αυτό τον τρόπο εφαρμογής επιτυγχάνουμε ο σκληρός αεροδιαπερατός φακός να έχει λεπτότερα άκρα με αποτέλεσμα να μειώνεται η μηχανική αντίδραση του φακού στα βλέφαρα και να αυξάνεται η μεταβιβαστικότητα σε οξυγόνο.

Συμπερασματικά λοιπόν, αν επιλέξουμε πρώτα τον σκληρό αεροδιαπερατό που θα χρησιμοποιήσουμε, τότε ο μαλακός φακός επαφής που θα επιλεγεί θα είναι χαμηλής ισχύος. Αν όμως επιλεγεί πρώτα μαλακός φακός με αρκετά μεγάλη ισχύ, τότε θα πρέπει να μετρήσουμε την ακτίνα καμπυλότητας που θα δημιουργηθεί για να επιλέξουμε τον σκληρό αεροδιαπερατό.

Η τελική επιλογή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Ο σκληρός αεροδιαπερατός φακός είναι ο 1^{ος} που επιλέγεται σύμφωνα με τα κριτήρια εφαρμογής του σε ένα κερατοκωνικό μάτι. Θα πρέπει να γίνεται εφαρμογή 3 σημείων, ελάχιστη κεντρική επαφή και αποφυγή έντονου ανοίγματος άκρου στην περιφέρεια. Ως προς τις άλλες παραμέτρους των σκληρών αεροδιαπερατών φακών, καλό θα είναι να επιλεγεί φακός με υψηλό Dk και καλές ιδιότητες διαβροχής και ακαμψίας.

Για την καλύτερη επιλογή φακού επαφής παρατηρούμε τον ασθενή στη σχισμοειδή λυχνία με χρήση φλουροσεΐνης, ώστε ο εφαρμοστής να επιλέξει αυτόν που δίνει την καλύτερη εφαρμογή σε συνδυασμό με την καλύτερη οπτική απόδοση. Ο ασθενής άλλωστε θέλει πιο φυσιολογική όραση και όχι μόνο την καλύτερη εφαρμογή.

Η εκτίμηση καταλληλότητας του φακού επαφής γίνεται στη λυχνία, ώστε ο εφαρμοστής να επιλέξει αυτόν που δίνει την καλύτερη εφαρμογή σε συνδυασμό με την καλύτερη οπτική απόδοση. Εκτιμά την καλή επικέντρωση και κινητικότητα του συστήματος των φακών. Με τη χρήση μεγαλομοριακής φλουροσεϊνης εκτιμά την εφαρμογή ως προς τα σημεία επαφής των φακών στον κερατοειδή.

Ο μαλακός θα πρέπει ιδανικά να κινείται μέχρι 0,5 mm σε κάθε βλεφαρισμό και ο σκληρός αεροδιαπερατός 1,0 mm. Θα πρέπει να κινούνται ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, διότι αν κινούνται μαζί υποδηλώνεται προσκόλληση.

Εφαρμογή φακών επαφής μετά από κερατοπλαστική

Τόσο η διαμπερής κερατοπλαστική όσο και η στρωματική κερατοπλαστική προκαλούν, λόγω των ραμμάτων, ασύμμετρους κερατοειδείς και υψηλούς αστιγματισμούς. Η εφαρμογή φακών επαφής μετά από μεταμόσχευση κερατοειδούς διακρίνονται σε 2 κατηγορίες ανάλογα με το χρονικό διάστημα κατά το οποίο εφαρμόζονται. Στην πρώτη κατηγορία οι φακοί επαφής εφαρμόζονται για 3 – 6 μήνες μετά τη μεταμόσχευση και στη δεύτερη για 12 – 24 μήνες μετά. Η δεύτερη κατηγορία είναι αυτή που προτιμάται από τους περισσότερους εφαρμοστές και χειρουργούς, αφού τότε έχουν αφαιρεθεί, αν όχι όλα τα περισσότερα ράμματα και ο κερατοειδής έχει σταθεροποιηθεί σε σχήμα και τοπογραφία.

Η πρώτη κατηγορία επιλέγεται σε περιπτώσεις όπου ο ασθενής είναι μονόφθαλμος, η όραση του άλλου ματιού είναι πολύ χαμηλή ή οι ανάγκες του είναι πολύ απαιτητικές. Στην περίπτωση αυτή η επιλογή του τρόπου εφαρμογής, του υλικού και της γεωμετρίας του φακού είναι πολύ σημαντική διότι μπορεί να επηρεάσει τη μετεγχειρητική πορεία ή σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει σε απόρριψη του μοσχεύματος.

Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην επιλογή αυτής της κατηγορίας είναι:

- Η όραση του άλλου οφθαλμού
- Η μετεγχειρητική κατάσταση του οφθαλμού
- Η προσωπική υγιεινή του ασθενούς
- Οι δεξιότητες και η αντίληψη του ασθενούς για τη συνέπεια της μετεγχειρητικής παρακολούθησης
- Υποκειμενικές αυξημένες ανάγκες του ασθενούς

Έμφαση δίνεται στη διασφάλιση της εναλλαγής της δακρυϊκής στοιβάδας κάτω από το φακό. Επιπροσθέτως, γίνεται έλεγχος για παρουσία περιοχών πίεσης στην επιφάνεια του κερατοειδούς για την αποφυγή πρόκλησης απόπτωσης του επιθηλίου μετά από πολλές ώρες χρήσης.

Ο κερατοειδής με μόσχευμα έχει μεγαλύτερη ανάγκη οξυγόνου από ότι ένας φυσιολογικός κερατοειδής, γι' αυτό το υλικό που επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να έχει Dk μεγαλύτερο από 90. Ο εφαρμοστής πρέπει να στοχεύει στην καλύτερη εφαρμογή, αλλά πολλές φορές συμβιβάζεται σε όχι και τόσο ιδανικές εφαρμογές λόγω της ασυμμετρίας σχήματος του κερατοειδούς.

Οι ασθενείς μετά από κερατοπλαστική παρακολουθούνται κάθε τρίμηνο. Πολλές φορές ο εφαρμοστής αλλάζει την εφαρμογή ή και τον τύπο φακού που επέλεξε στην αρχή λόγω παρενεργειών που μπορεί να δημιουργήθηκαν, καθώς επίσης κόβει τη χρήση για κάποιο διάστημα, αν χρειαστεί.

Οι φακοί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις μετά από κερατοπλαστική είναι:

- Μαλακοί τορικοί και σφαιρικοί αντίστροφης γεωμετρίας
- Σκληροί αεροδιαπερατοί μικρής διαμέτρου και αντίστροφης γεωμετρίας
- Υβριδικοί
- Σκληρικοί

Όταν επιλέγουμε μαλακό φακό επαφής να χρησιμοποιήσουμε θα πρέπει να είναι μέσης περιεκτικότητας όταν το ωράριο χρήσης είναι περιορισμένο και υψηλής περιεκτικότητας ή φακός σιλικόνης – υδρογέλης όταν χρησιμοποιείται για πάρα πολλές ώρες. Ο ασθενής θα πρέπει να καθοδηγηθεί σωστά για τον καθαρισμό των φακών του. Εντούτοις, σπάνια ο κερατοειδής είναι τόσο ομαλός ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική όραση με ένα μαλακό τορικό φακό.

Οι μαλακοί τορικοί φακοί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ασύμμετρους κερατοειδείς μετά από μεταμόσχευση έχουν αυξημένο πάχος στην οπτική ζώνη, έτσι ώστε να εξομαλύνουν αυτή την ασυμμετρία. Έχουν πάχος από 0,27 έως 0,60 mm. Τέτοιοι φακοί είναι οι Delta konus, οι Kerasoft 3 και οι IC. Οι φακοί αυτοί είναι μια καλή επιλογή, αρκεί να μην γίνεται υπερβολική χρήση. Φακοί με μεγάλο πάχος οπτικής ζώνης δεν ενδείκνυνται λόγω αυξημένης μηχανικής πίεσης και μείωσης της οξυγόνωσης.

Οι μαλακοί τορικοί φακοί σε περιπτώσεις ανύψωσης του κερατοειδούς με ταυτόχρονη παρουσία υψηλού αστιγματισμού παρουσιάζουν προβλήματα σταθερής στρέψης με αποτέλεσμα να μην είναι ενδεδειγμένοι. Σε αυτήν την περίπτωση προτιμώνται μαλακοί φακοί αντίστροφης γεωμετρίας. Αυτοί έχουν αυξημένο πάχος οπτικής ζώνης που κυμαίνεται από 0,28 έως 0,40 mm για να καλύπτουν οπτικά τον ασύμμετρο αστιγματισμό που υπάρχει.

Οι φακοί αντίστροφης γεωμετρίας εφαρμόζονται για 3 βασικούς λόγους:

- Την καλύτερη ταύτιση της κερατοειδικής γεωμετρίας με αυτή του φακού
- Την καλύτερη σταθεροποίηση σε κερατοειδείς με έντονες υψομετρικές διακυμάνσεις
- Την εφαρμογή σε κερατοειδείς όπου έχουμε μια κεντρική ιδιαίτερα ανυψωμένη περιοχή και στη συνέχεια ο φακός χαμηλώνει απότομα

Όταν επιλέξουμε σκληρό αεροδιαπερατό φακό θα πρέπει να είναι υψηλής διαπερατότητας και θα πρέπει να προσεχθεί η σταθερότητα – σκληρότητα του υλικού λόγω της επαφής του με τον χειρουργημένο οφθαλμό.

Η λύση σε αυτή την περίπτωση είναι η χρήση υλικών με υδρόφιλη επιφάνεια σε συνδυασμό με την επιλογή φακών που να έχουν το λιγότερο δυνατό κεντρικό και περιφερικό πάχος.

Οι σκληροί αεροδιαπερατοί μικρής διαμέτρου ήταν μια επιλογή ανάγκης πριν την έλευση της τεχνολογίας CNC, με την οποία κατασκευάζονται σήμερα οι φακοί επαφής. Η διάμετρος είναι 8,0 έως 9,2 mm. Προτείνονται όταν η εφαρμογή μεγαλύτερου φακού εμφανίζει υπερβολική προσκόλληση στο άνω βλέφαρο ή προκαλεί πίεση στην περιοχή του μοσχεύματος. Η πίεση στην αρχή βοηθά στην βελτίωση της όρασης διότι ομαλοποιεί την κερατοειδική επιφάνεια. Στην πορεία όμως μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές επιπλοκές.

Οι υβριδικοί και οι σκληρικοί είναι η τελευταία μας επιλογή σε σχέση με τους μαλακούς και τους σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς.

Τεχνική διάκενου κορυφής

Είναι μια εφαρμογή σκληρών αεροδιαπερατών φακών, για τη διόρθωση του κερατόκωνου, κατά την οποία ο εφαρμοστής αφήνει το κέντρο του φακού να είναι λίγο σφιχτό, ακόμα και σε σημείο τέτοιο που να μην είναι ορατό το σημείο κορυφής του κώνου. Αυτό γίνεται αρκεί ο φακός επαφής να έχει καλή κινητικότητα.

B. Χειρουργικές μέθοδοι

Για ένα ποσοστό 10%-25% κερατοκωνικών ασθενών όπου ο κερατόκωνος βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο οι μη χειρουργικές μέθοδοι δεν επαρκούν.

Την λύση στις περιπτώσεις αυτές καλούνται να δώσουν οι χειρουργικές επεμβάσεις οι οποίες περιλαμβάνουν τις εξής μεθόδους:

- Πρωτόκολλο της Αθήνας
- Ενδοστρωματικοί δακτύλιοι
- Διασύνδεση κολλαγόνου ή Cross-linking
- Μεταμόσχευση κερατοειδούς

Πρωτόκολλο της Αθήνας

Το πρωτόκολλο της Αθήνας, όπως φαίνεται κι από το όνομά της επινοήθηκε από Έλληνα οφθαλμίατρο. Είναι μια καινούρια, πρωτοπόρα τεχνική αντιμετώπισης του κερατόκωνου, η οποία εφαρμόζεται πάντα σε συνδυασμό με τη διασύνδεση κολλαγόνου. Με άλλα λόγια, η τεχνική αυτή περιλαμβάνει τη διασύνδεση κολλαγόνου με ταυτόχρονη μερική επιφανειακή κερατοσμίλευση με laser. Το laser είναι αυτό που χρησιμοποιείται διεθνώς για τη διόρθωση αμετρωπιών.

Με το συνδυασμό αυτό επιτυγχάνεται το "πάγωμα" της εξέλιξης του κερατόκωνου (μέσω της διασύνδεσης κολλαγόνου) με ταυτόχρονη βελτίωση της όρασης (λόγω της μείωσης της μυωπίας και του αστιγματισμού). Έτσι τα άτομα που πάσχουν από κερατόκωνο μπορεί να έχουν πιο εύκολη οπτική αποκατάσταση με χρήση γυαλιών και φακών επαφής, αλλά και ακόμα να μη χρειάζονται καθόλου διόρθωση.

Η θεραπεία είναι αρκετά απλή και ανώδυνη. Αρχικά γίνεται στον ασθενή τοπική αναισθησία. Το laser αποδομεί το επιθήλιο του κερατοειδούς σε περίπου 30 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια εφαρμόζει μια εξατομικευμένη, επιλεκτική φωτοαποδομή του στρώματος τοπογραφικά καθοδηγούμενη με σκοπό την

ομαλοποίηση της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας. Ακολουθεί μια δράση συγκεκριμένων ουσιών για τη διατήρηση της διαύγειας του κερατοειδούς. Τέλος εφαρμόζεται μια τροποποιημένη διασύνδεση κολλαγόνου που διαρκεί περίπου 10 λεπτά.

Μετά την επέμβαση ο ασθενής είναι ελεύθερος να φύγει, δεν χρειάζεται να παραμείνει κλινήρης. Το μάτι στο οποίο έγινε η επέμβαση είναι ανοιχτό, έχοντας ένα μαλακό φακό επαφής που παίζει το ρόλο επιδέσμου. Για 1 – 2 μέρες πιθανότατα ο ασθενής να έχει μια μικρή ευαισθησία και πόνο. Την Τρίτη μέρα αφαιρείται ο προστατευτικός φακός και μπορεί ο ασθενής να επανέλθει φυσιολογικά σε όλες του τις δραστηριότητες.

Η θεραπεία αυτή δεν έχει ανησυχητικές επιπλοκές και δεν είναι τοξική για το ενδοθήλιο. Εφαρμόζεται περίπου 8 χρόνια και η εφαρμογή της έχει μειώσει την ανάγκη χρήσης της μεταμόσχευσης κερατοειδούς για τον κερατόκωνο κατά 90%.

Ενδοστρωματικοί δακτύλιοι

Οι ενδοστρωματικοί δακτύλιοι (**intacs**) είναι καμπύλα μικροσκοπικά τμήματα που τοποθετούνται ανάμεσα στα στρώματα του κερατοειδούς με επέμβαση που διαρκεί περίπου 15 λεπτά.

Η επέμβαση είναι ανώδυνη και επιτυγχάνεται με τοπική αναισθησία με σταγόνες και το άτομο που θα την κάνει, δεν θα αισθάνεται στα μάτια του την ύπαρξη των δακτυλίων.

Ο στόχος της επέμβασης αυτής είναι να βελτιωθεί η όραση, μειώνοντας το διαστρεβλωμένο σχήμα του κερατοειδούς που προκαλείται από την ύπαρξη του κώνου.

Ανάλογα με το επίπεδο του κερατόκωνου οι παθόντες που θα προχωρήσουν στην τοποθέτηση intacts θα έχουν:

- Αυξημένη όραση χωρίς γυαλιά
- Καλύτερη όραση με φακούς ή γυαλιά
- Θα μπορούν να αλλάξουν τύπο φακών επαφής με καλά επίπεδα όρασης (π.χ. από ημίσκληρους με μαλακούς κερατοκωνικούς φακούς επαφής)



Το μειονέκτημά τους είναι ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους τους κερατοκωνικούς ασθενείς και να παραμείνουν μόνιμα στον κερατοειδή. Πάντοτε υπάρχει η δυνατότητα να αφαιρεθούν επαναφέροντας το μάτι στην αρχική του κατάσταση. Γι' αυτό οι ενδοστρωματικοί δακτύλιοι αποτελούν προσωρινή λύση. Παρ' όλα αυτά είναι μια δοκιμασμένη και αρκετά ασφαλής μέθοδος.

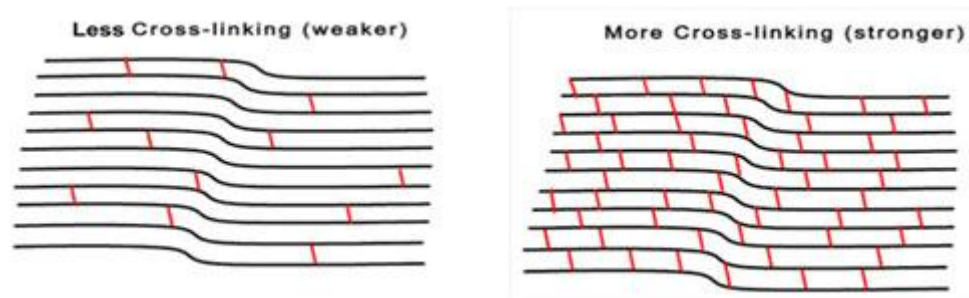


Τα πλεονεκτήματα αυτή της μεθόδου είναι ότι η διαδικασία είναι πολύ εύκολη, είναι αναστρέψιμη και ο συνδυασμός διάφορων τεχνικών μαζί με τους δακτυλίους μπορεί να δώσει καλά κλινικά αποτελέσματα.

Διασύνδεση κολλαγόνου ή cross linking

Η μέθοδος αυτή διαρκώς εξελίσσεται και ονομάζεται C3-R (Corneal Collagen Crosslinking with Riboflavin). Μέσω εργαστηριακών και κλινικών ελέγχων, έχει αποδειχθεί ότι ενδυναμώνει την εσωτερική δομή του κερατοειδούς σταθεροποιώντας την όλη αρχιτεκτονική του και συγκεκριμένα ισχυροποιώντας τους δεσμούς μεταξύ των ινών του κολλαγόνου του κερατοειδούς, οι οποίες είναι ένα από τα βασικά συστατικά της διατήρησης της δομής του.

Ο κερατοειδής χιτώνας είναι φτιαγμένος από ινίδια κολλαγόνου, το οποίο είναι μία ζωική πρωτεΐνη. Στον κερατόκωνο οι δεσμοί του κολλαγόνου είναι λιγότεροι και πιο χαλαροί. Αυτή είναι και η αιτία για την συνεχή παραμόρφωση του κερατοειδούς. Η μέθοδος διασύνδεσης του κολλαγόνου σκληραίνει τον κερατοειδή κατά 200-300% δημιουργώντας νέους δεσμούς ανάμεσα στα ινίδια του κολλαγόνου και γίνεται με τη χρήση βιταμίνης B2 και υπεριώδους φωτός συγκεκριμένου μήκους κύματος.



Σε όλους τους ασθενείς λοιπόν γίνεται ένας προεγχειρητικός έλεγχος. Οι εξετάσεις που περιλαμβάνονται σε αυτόν είναι : μέτρηση της καλύτερα διορθούμενης όρασης, τοπογραφία κερατοειδούς, εξέταση στη σχισμοειδή λυχνία, κερατομετρία, μέτρηση της πίεσης του ματιού, μέτρηση της πυκνότητας του ενδοθηλίου, παχυμετρία κερατοειδούς, φωτογράφιση, βυθοσκόπηση. Η μέθοδος ενδυνάμωσης του ιστού του κερατοειδούς συστήνεται σε άτομα με κερατόκωνο, διάφανη περιφερική εκτάχυση κερατοειδούς και για σταθεροποίηση της καμπυλότητας του κερατοειδούς σε ασταθείς κερατοειδείς μετά από εγχείρηση διόρθωσης ενός διαθλαστικού σφάλματος με Excimer Laser.

Φαίνεται επίσης ότι μπορεί να έχει και ένδειξη χρήσης σε βαριές μολύνσεις και φλεγμονές του κερατοειδούς, αν και η χρήση του σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει ακόμη να θεωρείται πειραματική.

Μετά από πλήρη έλεγχο ξεκινά η θεραπεία, η οποία είναι αρκετά απλή και ανώδυνη. Γίνεται ενστάλαξη τοπικού αναισθητικού απόξεση του κεντρικού επιθηλίου με τρεις κάθετες και μία οριζόντια γραμμοειδής αποξέσεις για τη διευκόλυνση της γρήγορης εισόδου ριβοφλαβίνης στον πρόσθιο θάλαμο. Αρχίζουμε την ενστάλαξη επί 10 λεπτά.



Η ακτινοβολία του κερατοειδούς γίνεται με την τοποθέτηση της συσκευής που εκπέμπει την υπεριώδη Α ακτινοβολία 2cm μπροστά από τον οφθαλμό και διαρκεί 30 λεπτά . Καθ' όλη τη διάρκεια ενσταλάζουμε ριβοφλαβίνη ανά 3 λεπτά. Μετά το τέλος της θεραπείας τοποθετούμε θεραπευτικό φακό επαφής που παίζει το ρόλο επιδέσμου και αφήνουμε τον οφθαλμό ανοιχτό.



Στη συνέχεια ο ασθενής είναι ελεύθερος να κινηθεί όπως θέλει και συνεχίζει τις δραστηριότητες του. Υπάρχει κάποια μικρή ευαισθησία και πιθανός πόνος για τις πρώτες 1-2 ημέρες. Την τρίτη μέρα αφαιρείται ο φακός επαφής και μπορεί ο ασθενής να επανέλθει φυσιολογικά σε όλες τις δραστηριότητες. Μια βδομάδα μετά την θεραπεία ελέγχουμε τις κερατομετρικές μεταβολές και την όραση με διόρθωση. Ο έλεγχος γίνεται κάθε μήνα για το πρώτο εξάμηνο.

Πλεονεκτήματα

- Δεν έχουν παρατηρηθεί επιπλοκές στον οφθαλμό ή στον ασθενή από τη χρήση της συγκεκριμένης ακτινοβολίας πάνω στο μάτι στα πλαίσια της συγκεκριμένης αυτής θεραπείας.
- Η τεχνολογία και το πρωτόκολλο εφαρμογής έχουν δοκιμαστεί στην κλινική πράξη. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά από την μεγάλη πλειονότητα των ανεξαρτήτων ερευνητών.
- Η εφαρμογή γίνεται σε ελεγχόμενες συνθήκες και ολοκληρώνεται σε μια μόνο συνεδρία διάρκειας 30 λεπτών. Χρησιμοποιούνται μόνο σταγόνες που ενσταλάζονται πάνω στο μάτι αφού αφαιρέσουμε τμήμα μόνο του επιθηλίου του κερατοειδούς. Στο τέλος της θεραπείας τοποθετείται ειδικός θεραπευτικός φακός επαφής για λίγες μέρες.

Μειονεκτήματα

- Οι περισσότεροι ασθενείς που εμφανίζονται στον οφθαλμίατρο εμφανίζουν ήδη τόσο προχωρημένο κερατόκωνο που η χρήση του cross-linking δεν είναι από μόνη της ικανή να βελτιώσει την οπτική οξύτητα.
- Η σταθεροποίηση ενός μέτριου κερατόκωνου με cross-linking έχει παρατηρηθεί ότι αλλάζει σε κάποιες περιπτώσεις την συμπεριφορά εφαρμογής του κερατοκωνικού φακού επαφής.

Μεταμόσχευση κερατοειδούς

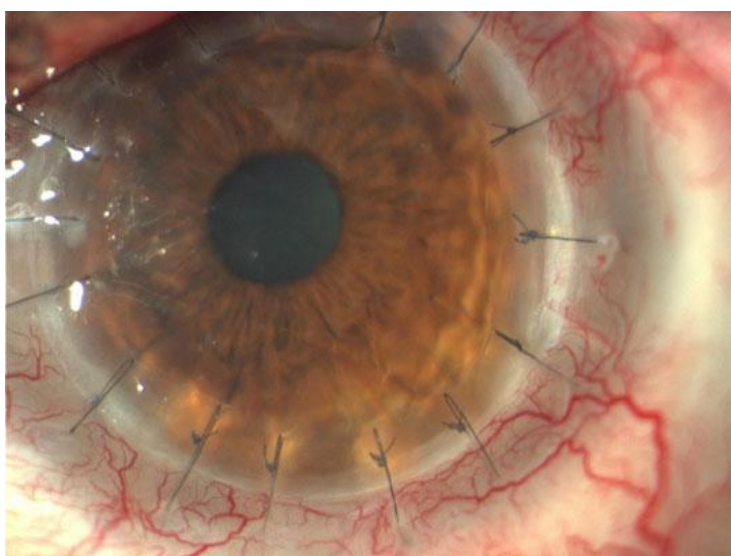
Η μεταμόσχευση του κερατοειδή αποτελεί την τελευταία μας επιλογή στη θεραπεία του κερατόκωνου. Οι μεταμοσχεύσεις αυτές έχουν ιδιαίτερη επιτυχία (92-95% για άτομα ηλικίας 20-35 ετών).

Η αντικατάσταση του κεντρικού τμήματος του κερατοειδούς από μόσχευμα υγιούς δότη λέγεται κερατοπλαστική ή μεταμόσχευση κερατοειδούς. Ανάλογα με το αν μεταμοσχεύεται όλο το κεντρικό τμήμα ή μόνο το στρώμα του κερατοειδούς που νοσεί η επέμβαση λέγεται διαμπερής ή μερικού πάχους κερατοπλαστική.

Η διαμπερής κερατοπλαστική

Είναι η πιο συνηθισμένη εγχείρηση για τον προχωρημένο κερατόκωνο. Κατά την διάρκεια της επέμβασης αυτής γίνεται μεταμόσχευση ολόκληρου του κεντρικού τμήματος του κερατοειδή που πάσχει με μόσχευμα από υγιή δοτή.

Η επέμβαση γίνεται συνήθως με χρήση τοπικής αναισθησίας και διαρκεί από μισή έως μιάμιση ώρα ανάλογα με την περίπτωση. Ο νέος κερατοειδής θα συρραφεί στον υπόλοιπο περιφερικό κερατοειδή του ασθενούς που θα διατηρηθεί κάτω από το χειρουργικό μικροσκόπιο με ράμματα λεπτότερα από ανθρώπινη τρίχα.

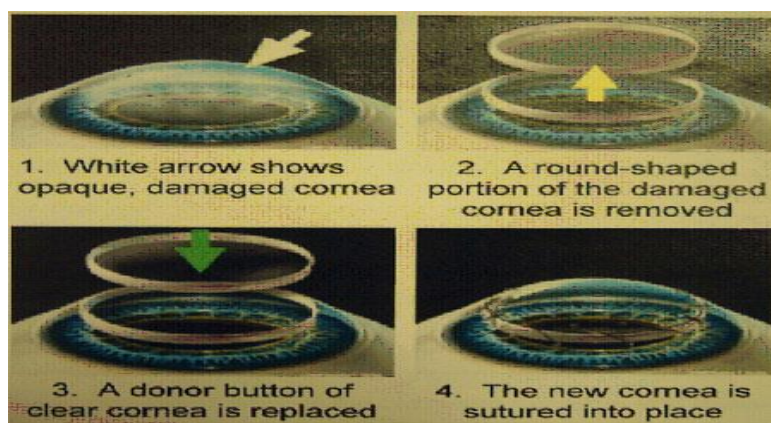


Μετά το πέρας της επέμβασης ο ασθενής μπορεί να γυρίσει σπίτι του. Το μάτι θα παραμείνει κλειστό και ο επίδεσμος θα απομακρυνθεί από τον χειρουργό την επόμενη μέρα στην πρώτη μετεγχειρητική επίσκεψη. Η βελτίωση της όρασης δεν είναι άμεση όπως μετά από την διόρθωση μυωπίας με laser ή εγχείρηση καταρράκτη. Είναι σταδιακή και χρειάζονται αρκετοί μήνες για το τελικό αποτέλεσμα.

Μερικού πάχους κερατοπλαστική (πρόσθιο τμήμα)

Όπου είναι δυνατό προτιμούμε την τμηματική αντικατάσταση του κερατοειδούςχιτώνα.

Στην περίπτωση του κερατόκωνου γίνεται αφαίρεση του πρόσθιου τμήματος του στρώματος ενώ το οπίσθιο τμήμα του στρώματος και το ενδοθήλιο του κερατοειδούς του ασθενούς παραμένει ανέπαφο. Αφού διαχωριστεί ο κερατοειδής (σε βάθος 75-95%) με την βοήθεια, ειδικών εργαλείων μικροχειρουργικής, ειδικών αυτοματοποιημένων μικροκερατόμων η ειδικών Laser ο χειρουργός θα αφαιρέσει το πρόσθιο πέταλο του κερατοειδούς που νοσεί και θα το αντικαταστήσει με κερατοειδή από δότη στον οποίο έχει αφαιρεθεί το ενδοθήλιο ή και το οπίσθιο τμήμα του κερατοειδούς. Ο βιολογικός αυτός φακός ή μερικού πάχους μόσχευμα θα συρραφεί στη θέση του με την βοήθεια ραμμάτων που και σε αυτήν την περίπτωση έχουν πάχος μικρότερο από μία ανθρώπινη τρίχα. Η επέμβαση γίνεται όπως και η διαμπερής ή κλασική κερατοπλαστική με χρήση τοπικής αναισθησίας και ο ασθενής μπορεί να επιστρέψει στο σπίτι του την ίδια μέρα του χειρουργείου.



Μερικού πάχους κερατοπλαστική (οπίσθιο τμήμα)

Στην περίπτωση της επιλεκτικής αντικατάστασης της ενδοθηλιακής στοιβάδας η επέμβαση διαρκεί μόλις 20 λεπτά της ώρας, δεν χρειάζονται να τοποθετηθούν καθόλου ράμματα, ο μετεγχειρητικός αστιγματισμός είναι αμελητέος και η βελτίωση της όρασης είναι πολύ γρηγορότερη της κλασσικής μεταμόσχευσης. Επιθηλιακά ελλείμματα και επιπλοκές από την χρήση ραμμάτων φυσικά δεν είναι δυνατό να υπάρξουν.

Στην επέμβαση DSEK ο χειρουργός ή η τράπεζα μοσχευμάτων (DSAEK) θα διαχωρίσει τον κερατοειδή σε δύο τμήματα με μικροχειρουργικά εργαλεία η ειδικό Laser. Το «μερικού πάχους» μόσχευμα θα τοποθετηθεί απ τον χειρουργό στην τελική του θέση μέσα στον πρόσθιο θάλαμο πίσω απ τον κερατοειδή αφού πρώτα ο χειρουργός αφαιρέσει το πάσχω τμήμα του κερατοειδούς (δεσκεμέτιο και ενδοθήλιο) . Στηρικτικά ράμματα για το μόσχευμα δεν τοποθετούνται, το οποίο καθλώνεται στην θέση του με μια φουσαλίδα αέρα.

Μειονεκτήματα της τεχνικής αποτελεί η διεγχειρητική απώλεια των ενδοθηλιακών κυττάρων και η πιθανή μετακίνηση του μοσχεύματος απ την θέση του τις πρώτες μετεγχειρητικές ημέρες. Σε περίπτωση αποτυχίας είναι βέβαια δυνατή η διενέργεια νέας μερικής ή συχνότερα ολικής κερατοπλαστικής.

Διαφορές μεταξύ κλασσικής κερατοπλαστικής και μερικού πάχους κερατοπλαστικής

Όσον αφορά την πρόσθια τμηματική μεταμόσχευση τα πλεονεκτήματα της τεχνικής συνοψίζονται σε: αποφυγή ενδοφθάλμιων χειρισμών κατα την διάρκεια της εγχείρησης, ως εκ τούτου πρακτικά αυτό σημαίνει αδυναμία ενδοθηλιακής απόρριψης και πολύ μικρότερη πιθανότητα ενδοφθαλμίτιδας. Επίσης στην περίπτωση της μερικής μεταμόσχευσης είναι συντομότερη κατα πολλούς μήνες η παραμονή των ραμμάτων άρα έχουμε λιγότερο ερεθισμό και μικρότερη πιθανότητα μόλυνσης. Στην περίπτωση αυτή η ανάγκη λήψης κολλυρίου κορτιζόνης (άνοσοκαταστολή) δραματικά μειώνεται ώστε να μην αναπτύσσεται κορτιζονικός καταρράκτης, αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης και να μειώνεται ακόμα περισσότερο η πιθανότητα επιμολύνσεων.

Η πρόσθια τμηματική κερατοπλαστική υπερέχει επίσης σε περίπτωση μελλοντικού τραυματισμού του ματιού αφού η αντοχή του κερατοειδούς προσεγγίζει πολύ γρήγορα την αντοχή του φυσιολογικού κερατοειδούς πράγμα που δεν ισχύει ποτέ στην περίπτωση της κλασσικής μεταμόσχευσης.

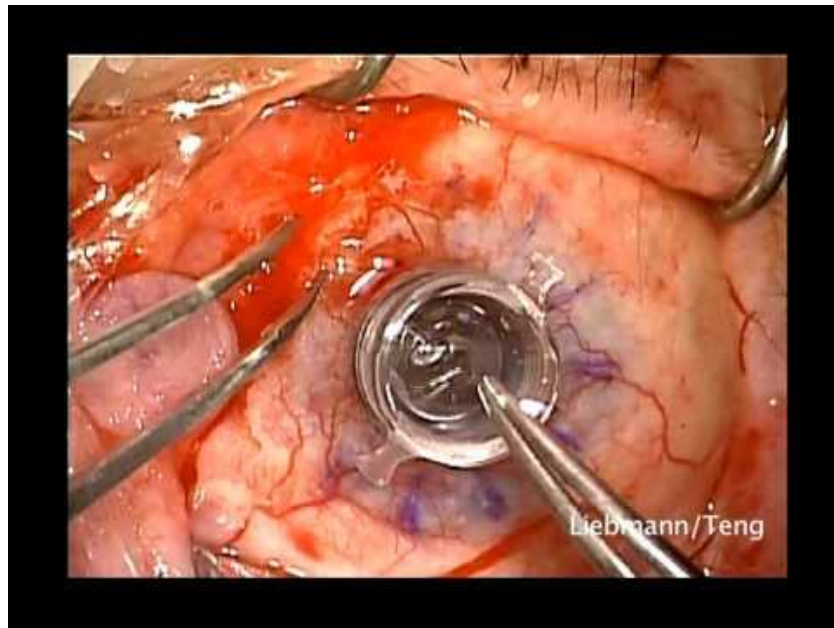
Εξίσου σημαντικό για τον ασθενή και τον χειρουργό είναι η δυνατότητα χρήσης μοσχευμάτων από μεγαλύτερους σε ηλικία δότες με κανένα περιορισμό στην επιβίωση του ενδοθηλίου γιατί απλά το ενδοθήλιο του δότη δεν μεταμοσχεύεται στον ασθενή. Ειδικά στον κερατόκωνο η μεταμόσχευση στρώματος από ενήλικα δότη προτιμάται γιατί ο κερατοειδής έχει εξ ορισμού πιο συμπαγή/πολυμερισμένο κολλαγόνο και ως εκ τούτου -τουλάχιστον θεωρητικά- καλύτερα αποτελέσματα. Στην κλασσική μεταμόσχευση αν και στις περιπτώσεις κερατόκωνου αποφεύγουμε πάντα τα μοσχεύματα από πολύ νεαρούς δότες προτιμούμε λόγω της ηλικίας των κερατοκωνικών ασθενών μοσχεύματα από δότες ηλικίας 25-45 ετών.

Τα μειονεκτήματα της μερικής η τμηματικής κερατοπλαστικής είναι η μεγάλη καμπύλη εκμάθησης της τεχνικής, το γεγονός ότι σε ένα ποσοστό 5-10% η εγχείρηση πρέπει η να διακοπεί ή να μετατραπεί σε κλασσική μεταμόσχευση αν διαπιστωθεί διεγχειρητική ρήξη της δεσκεμετείου μεμβράνης. Επίσης η κλασσική μεταμόσχευση δεν φαίνεται να υπολείπεται σε τίποτα όσον αφορά την μετεγχειρητική όραση από την μερική μεταμόσχευση.

Και στις δύο περιπτώσεις είναι δυνατή η χρήση εξατομικευμένης excimer laser φωτοκερατεκτομής επιφανείας η lasik με δεδομένα από το μετωπικό κύμα επιφανείας του κερατοειδούς (CORWAVE) για καλύτερα αποτελέσματα. Παρόλα αυτά φαίνεται ότι επειδή η μηχανική σταθερότητα του κερατοειδή με μερική μεταμόσχευση είναι μεγαλύτερη τα μακροχρόνια αποτελέσματα ίσως είναι πιθανότερα καλύτερα στην περίπτωση της μερικής κερατοπλαστικής πάνω από την οποία θα γίνει και επιλεκτική φωτοκερατεκτομή.

Κερατοπρόσθεση

Πρόκειται για μία τεχνική που χρησιμοποιείται κυρίως όταν παρατηρείται σοβαρότατη αμφοτερόπλευρη απώλεια όρασης (κερατοειδική τύφλωση) εξαιτίας κερατοπάθειας, ή όταν αποτύχει η λύση της ολικού πάχους μεταμόσχευσης κερατοειδούς. Στην κερατοπρόσθεση ένας τεχνητός (πλαστικός) κερατοειδής τοποθετείται μικροχειρουργικά στον οφθαλμό με στόχο να αντικαταστήσει τον προβληματικό κερατοειδή



Συνήθως η επέμβαση ένθεσης κερατοπρόσθεσης αφορά μόνο ασθενείς με σοβαρό πρόβλημα σχεδόν καθολικής κερατοειδικής τύφλωσης. Ο ασθενής πρέπει να είναι ενημερωμένος για τα πλεονεκτήματα αλλά και τα σοβαρά μειονεκτήματα αυτής της επέμβασης. Η διενέργεια ή όχι της επέμβασης πρέπει σε κάθε περίπτωση να εξετασθεί. Γενικά η ένθεση κερατοπρόσθεσης ενδεχομένως να ενδείκνυται στις εξής περιπτώσεις:

- Αμφοτερόπλευρη σοβαρότατη απώλεια όρασης λόγω κερατοπάθειας σε περιπτώσεις που η επαναμεταμόσχευση με κλασικό μόσχευμα έχει αποτύχει τουλάχιστον μια (η περισσότερες) φορές.

- Σε περιπτώσεις που υπάρχει αντένδειξη, έχει αποτύχει ή δεν είναι δυνατή η ταυτόχρονη ή ετερόχρονη διενέργεια διαμπερούς κερατοπλαστικής και μεταμόσχευσης στελεχιαίων κυττάρων σκληροκερατοειδικού ορίου.

Ο τεχνητός κερατοειδής είναι ένας πλαστικός φακός υψηλής διοπτρικής δύναμης κατασκευασμένος στο εργαστήριο με στόχο να αντικαταστήσει το άρρωστο κεντρικό τμήμα του κερατοειδούς χιτώνα για αποκατάσταση της όρασης. Το πλαστικό αυτό «μόσχευμα» τοποθετείται στον οφθαλμό του ασθενή με μικροχειρουργική που μοιάζει αρκετά με κλασική επέμβαση μεταμόσχευσης κερατοειδούς.

Μέχρι στιγμής τα άκαμπτα υλικά προτιμούνται λόγω της σαφούς υπεροχής τους στην κλινική πράξη και τα κλινικά τους αποτελέσματα από τις κερατοπροσθήσεις από μαλακά υλικά.

Πλεονεκτήματα της κερατοπρόσθεσης:

- Συνήθως γρηγορότερη βελτίωση της οπτικής οξύτητας απ' ό,τι στην κλασική μεταμόσχευση. Πολλές φορές αρχικά οι ασθενείς είναι ενθουσιασμένοι από την όραση τους σε σύγκριση με την "κλασική" ταλαιπωρία της "κλασικής" μεταμόσχευσης.
- Αδυναμία πραγματικής απόρριψης του μοσχεύματος, τουλάχιστον της κλασικής απόρριψης του μοσχεύματος που στις περισσότερες περιπτώσεις έχει ταλαιπωρήσει πολύ στο παρελθόν τους ασθενείς αυτούς.
- Δυνατότητα επαναμεταμόσχευσης με καινούργια κερατοπρόσθεση ή και κλασικό μόσχευμα στο μέλλον αν χρειαστεί υπό ορισμένες προϋποθέσεις.
- Σε καλά επιλεγμένους ασθενείς η χρήση κερατοπρόσθεσης έχει αποδεδειγμένα με τελευταίες πολυκεντρικές μελέτες καλύτερα αποτελέσματα όρασης και επιβίωσης του μοσχεύματος και λιγότερες επιπλοκές στην πενταετία από ότι η χρήση βιολογικών μοσχεύματων σε αντίστοιχης βαρύτητας ασθενείς.

Μειονεκτήματα της κερατοπρόσθεσης:

- Σοβαρότερος μακροχρόνιος κίνδυνος μόλυνσης απ' ότι στην κλασσική μεταμόσχευση
- Μικρότερο οπτικό πεδίο απ' ότι με χρήση κλασσικού ανθρώπινου μοσχεύματος.
- Αδυναμία μέτρησης της ενδοφθάλμιας πίεσης μέσω της κερατοπρόσθεσης με τους κλασσικά τονόμετρα.

Επιπλοκές μεταμόσχευσης κερατοειδούς

Συνήθως μια μεταμόσχευση κερατοειδούς είναι επιτυχής. Η περίπτωση αποτυχίας οφείλεται σε απόρριψη μοσχεύματος (ο οργανισμός αναγνωρίζει το μόσχευμα σαν ξένο σώμα και προσπαθεί να το αποβάλλει). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την θόλωση του μοσχεύματος. Εφόσον η απόρριψη αντιμετωπιστεί έγκαιρα και σωστά, τότε στο 90% των περιπτώσεων η κατάσταση είναι αναστρέψιμη με ειδικά φάρμακα. Έτσι το μόσχευμα θα παραμείνει διαυγές και η διαδικασία μεταμόσχευσης κερατοειδούς θα χαρακτηριστεί επιτυχημένη.

Η διεγχειρητική απώλεια των ενδοθηλιακών κυττάρων και η πιθανή μετακίνηση του μοσχεύματος από την θέση του τις πρώτες μετεγχειρητικές ημέρες πρέπει πάντα να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη.

Η κερατοπλαστική σχετίζεται με μεταμόσχευση ιστού και όχι οργάνου. Σε περίπτωση που ο νέος κερατοειδής δεν λειτουργήσει σωστά μπορεί τις περισσότερες φορές να επιχειρηθεί ξανά η επέμβαση χωρίς πρόβλημα. Στις περιπτώσεις που γίνεται μερική μεταμόσχευση κερατοειδούς κίνδυνος απόρριψης του μοσχεύματος πρακτικά δεν υπάρχει.

Οι επιπλοκές της κερατοπλαστικής (πέρα από την απόρριψη του μοσχεύματος) είναι οι ίδιοι με αυτούς κάθε άλλης ενδοφθάλμιας επέμβασης πχ καταρράκτη. Είναι η μόλυνση, η φλεγμονή, η αιμορραγία, η αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης, επιπλοκές από το οπίσθιο ημιμόριο όπως η εξωθητική αιμορραγία και η αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς. Είναι εξαιρετικά σπάνιες και ακόμα και σ'αυτή την περίπτωση τις περισσότερες φορές αντιμετωπίσιμες. Επειδή στην περίπτωση της μερικής μεταμόσχευσης η επέμβαση παραμένει εξωβολβική (δεν αφορά καθόλου την κοιλότητα του οφθαλμού) και αφορά μόνο την οφθαλμική επιφάνεια οι επιπλοκές αυτές δεν αφορούν την μερική κερατοπλαστική.

Εκτός όμως από τις επιπλοκές αυτές ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στην ανάπτυξη του μετεγχειρητικού αστιγματισμού. Στις περιπτώσεις μεταμόσχευσης για κερατόκωνο η εμφάνιση μετεγχειρητικού αστιγματισμού είναι ιδιαίτερα πιθανή και εμφανίζεται τυπικά στην πλειονότητα των κερατοπλαστικών επεμβάσεων (μέσος όρος 3,5Δ).

Η χειρουργική εμπειρία, οι προεγχειρητικές μετρήσεις, η ηλικία του ασθενούς, το μέγεθος του μοσχεύματος τα μηχανήματα κοπής και η διεγχειρητική τοπογραφία όσο σημαντικά και αν είναι δεν διασφαλίζουν την απρόσκοπτη όραση δίχως γυαλιά ή φακούς επαφής σε κάθε περίπτωση.

Οι προεγχειρητικές ενδείξεις και παράγοντες πιθανής απόρριψης, μοναδικές για κάθε ασθενή ξεχωριστά, όπως και το είδος της επέμβασης θα πρέπει να λαμβάνονται υπ όψιν τόσο από τον χειρουργό όσο και από τον ασθενή. Βάση αυτών των ενδείξεων, θα πρέπει να γίνεται και το πλάνο μετεγχειρητικής παρακολούθησης. Έμφαση θα πρέπει να δίνεται στην σωστή εκπαίδευση του ασθενούς να μπορεί να αναγνωρίσει πιθανή αρχομένη απόρριψη και να επισκεφθεί άμεσα τον χειρουργό του.

Γενικότερα η μετεγχειρητική παρακολούθηση χωρίζεται σε πέντε χρονικά διαστήματα:

Α) Άμεση μετεγχειρητική φροντίδα: Μέσα στις πρώτες 24 ώρες, ο χειρουργός πρέπει να επικεντρώνεται στην διατήρηση του σωστού τόνου του οφθαλμού και στην πρόληψη της μόλυνσης. Απαραίτητη είναι η χορήγηση

φαρμακευτικής αγωγής, ανάλογα με την επέμβαση. Αντιβιοτικά θα πρέπει να χορηγηθούν προ- και μετεγχειρητικά για σωστή πρόληψη, όπως επίσης συστηματικά και τοπικά κορτικοστεροειδή, τοπικά αντιγλαυκωματικά και παυσίπονα.

Β) 1-7 ημέρες: Η πρώτη μετεγχειρητική εβδομάδα, θα πρέπει να επικεντρώνεται στην επανεπιθηλιοποίηση του μοσχεύματος και στην αποφυγή φλεγμονής και μόλυνσης. Ο ασθενής θα πρέπει να εξετάζεται στις πρώτες 36 ώρες και θα πρέπει να σημειώνεται η οπτική οξύτητα. Η εξέταση γίνεται στην σχισμοειδή λυχνία για διαπίστωση τυχόν οιδήματος του κερατοειδούς και αντίδρασης στον πρόσθιο θάλαμο. Η χρήση φλουορεσεΐνης, επιτρέπει εκτίμηση της κατάστασης του επιθηλίου και η μέτρηση της πίεσης με Toporen, προσφέρει αξιόπιστα αποτελέσματα

Γ) 1-12 εβδομάδες: Αυτή είναι η περίοδος με τις περισσότερες αλλαγές και το μεγαλύτερο ρίσκο για απόρριψη.

Η προσοχή, θα πρέπει να στρέφεται προς την αντιμετώπιση οποιασδήποτε τυχόν λοίμωξης, προς την αποφυγή κυστοειδούς οιδήματος της ωχράς, καθώς και μιας πρώτης αντιμετώπισης του αστιγματισμού. Τα τοπικά αντιβιοτικά γενικά θα πρέπει να διακόπτονται όταν το επιθήλιο είναι πλέον ακέραιο. Τα τοπικά στεροειδή, μπορούν να συνεχιστούν κατά το δοκούν προκειμένου να αντιμετωπισθεί πιθανή φλεγμονή. Ένα γενικό πλάνο-σχήμα που μπορεί να ακολουθηθεί όσον αφορά στα τοπικά στεροειδή, είναι το εξής : 4 φορές την ημέρα για 3 εβδομάδες, 3 φορές την ημέρα για 3 εβδομάδες, 2 φορές την ημέρα για 3 εβδομάδες, 1 φορά ημερησίως για 3 εβδομάδες.

Θα πρέπει να θυμόμαστε ότι η εξέταση μετά την πρώτη εβδομάδα, είναι σημαντική και για το λόγο αναγνώρισης μιας αρχόμενης ενδοφθαλμίτιδας.

Εξίσου σημαντική, είναι και η αναγνώριση τυχόν αρχόμενης απόρριψης. Αν και η επιθηλιακή απόρριψη είναι συνήθως self-limiting, σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να προηγείται μιας ενδοθηλιακής απόρριψης. Το κλασσικό εύρημα μιας ενδοθηλιακής απόρριψης, είναι η γραμμή του Khodadoust. Η γραμμή αυτή, προχωρά κατά μήκος του ενδοθηλίου, με κύρια χαρακτηριστικά ενδοθηλιακό οίδημα και διάχυτα κερατικά ιζήματα. Συνοδά ευρήματα είναι η υπεραϊμία του επιπεφυκότος, η αντίδραση στον πρόσθιο θάλαμο καθώς και η

εμφάνιση νεοαγγείωσης στο σημείο ένωσης του μοσχεύματος με τον κερατοειδή του λήπτη.

Παράγοντες κινδύνου είναι η νεαρή ηλικία, το ιστορικό πρότερης επέμβασης στο πρόσθιο ημιμόριο και η ύπαρξη γλαυκώματος.

Η θεραπεία με τοπικά στεροειδή είναι συνήθως επιτυχής. Συνεργική δράση έχουν τα κυκλοπληγικά, η συστηματική χορήγηση πρεδνιζολόνης και σε περιπτώσεις που επιβάλλεται, η χρήση αντιϊκών.

Όταν η κατάσταση του μοσχεύματος σταθεροποιηθεί η προσοχή του χειρουργού θα πρέπει να στρέφεται στην αντιμετώπιση του αστιγματισμού. Αυτό μπορεί να γίνει με επαναδιευθέτηση του συνεχόμενου ράμματος ή αφαίρεση κάποιων διακεκομμένων ραμμάτων.

Η σωστή χρονική στιγμή γι' αυτό, ποικίλει ανάλογα με την ηλικία του ασθενούς, τον τύπο της επέμβασης, και τον τρόπο συρραφής. Χειρισμοί στα ράμματα τις πρώτες εβδομάδες είναι καταλυτικοί σε σύγκριση με τους επόμενους μήνες που το τραύμα είναι ωριμότερο.

Σαν γενικό κανόνα θα πρέπει να μένουν τόσα ράμματα όσα χρειάζονται για να είναι ασφαλές το μόσχευμα και για να γίνονται οι απαραίτητοι χειρισμοί για την διόρθωση του αστιγματισμού.

Δ) φροντίδα μετά τους 3 μήνες: Η προσοχή θα πρέπει να επικεντρώνεται σαν ρουτίνα στην αντιμετώπιση τυχόν όψιμων επιπλοκών, στη γενικότερη διαθλαστική διόρθωση του ασθενούς και στην αποφυγή τυχόν ιατρογενών λαθών. Θα πρέπει τέλος να σημειωθεί, πως τα τελευταία χρόνια η PRK και η LASIK χρησιμοποιούνται για την διόρθωση διαθλαστικών ανωμαλιών και μετά μια μεταμόσχευση κερατοειδούς.

Βιβλιογραφία:

Βιβλία:

- Κ. Κατσούλος & Δ. Μακρυνιώτη, Φακοί Επαφής, Β' Κλινική πρακτική & εφαρμογές, εκδ. Σύγχρονη Γνώση, 2010
- Κ. Κατσούλος & Γ. Ασημέλλης, Η σύγχρονη διαθλαστική εξέταση, εκδ. Σύγχρονη Γνώση, 2008

Διαδίκτυο:

www.eyeclinic.com.gr

www.neurologosthess.gr

www.optics-vision.gr

www.Athensvision.gr

www.keratoconos.gr

www.ophthalmica.gr