



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ ΚΑΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

ΒΩΒΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ

ΔΗΜΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ – ΣΟΦΙΑ

ΤΟΓΙΑ ΜΑΡΙΑ, ΟΠΤΙΚΟΣ

ΑΙΓΙΟ, ΜΑΙΟΣ 2013

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Ίδρυμα Πατρών, στο τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας στο Αίγιο. Η εκπόνησή της αποτελεί την ολοκλήρωση του πρώτου κύκλου των σπουδών μας. Μας έδωσε την ευκαιρία μετά από ενδελεχή έρευνα να εμβαθύνουμε στην επιστήμη μας και να αποκτήσουμε γερές βάσεις και εμπειρία.

Επιπλέον δε, μέσα από αυτή την εργασία μπορούμε να προσφέρουμε στους επόμενους σπουδαστές του τμήματός μας το κίνητρο για νέες μελέτες στον τομέα του κερατόκωνου και των φακών επαφής.

Στόχος αυτής της πτυχιακής είναι η μελέτη του κερατόκωνου και η καταπολέμησή του με τη βοήθεια των φακών επαφής. Αρχικά γίνεται ανάλυση της πάθησης του κερατόκωνου, της αιτιολογίας της, των συμπτωμάτων, καθώς και των τρόπων αντιμετώπισής της με ιδιαίτερη έμφαση στους φακούς επαφής.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας κα Μαρία Τόγια, η οποία βοήθησε στην διεκπεραίωση αυτής της εργασίας. Την ευχαριστούμε πολύ για όλα όσα μας δίδαξε, για το επιστημονικό υλικό που μας πρόσφερε, τις συμβουλές, την συμπαράστασή της και τις ώρες που μας αφιέρωσε.

Σεβασμό και ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουμε στον προϊστάμενο του τμήματος κύριο Κωνσταντίνο Κουτσογιάννη, καθώς επίσης και στους καθηγητές κυρίους Βασίλη Μούζουλα και Σάββα Κιρκώφ για το χρόνο τους να τη διαβάσουν και να τη διορθώσουν.

Τέλος ευχαριστούμε τις οικογένειές μας για τη στήριξή τους όλο αυτόν τον καιρό.

Περίληψη

Το θέμα που πραγματεύεται η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι η ασθένεια του κερατόκωνου και η αντιμετώπιση της με τη χρήση φακών επαφής. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διερεύνηση της καταλληλότητας της χρήσης των φακών, ως μέθοδο αντιμετώπισης σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους.

Ο κερατοειδής είναι το πρόσθιο, διάφανο και ανάγγειο τμήμα του ματιού και αποτελεί το κυριότερο διαθλαστικό μέσο του. Οι παθήσεις που μπορεί να παρουσιάσει οφείλονται σε φλεγμονή, δυστροφία ή εκφύλιση. Στις δυστροφίες ανήκει και ο κερατόκωνος, ο οποίος μπορεί να διακριθεί σε υποκλινικό, ήπιο, μεσαίο ή προχωρημένο.

Η ακριβής αιτιολογία του είναι άγνωστη. Υπάρχει συσχέτιση με κληρονομικούς, περιβαλλοντικούς και ορμονικούς παράγοντες, χωρίς όμως να είναι γνωστό τι ακριβώς προκαλεί την εκδήλωσή του. Η συχνότητά του είναι 1/2000 άτομα. Το θάμβος, η φωτοφοβία, ο ερεθισμός και η μονόφθαλμη πολυωπία είναι μερικά από τα συμπτώματα που παρουσιάζει. Η διάγνωσή του γίνεται με τοπογραφία ή με οπτική τομογραφία συνοχής. Τα κλινικά του χαρακτηριστικά είναι ο αστιγματισμός, η ψαλιδοειδής αντανάκλαση, οι ραβδώσεις του Vogt, το σημάδι του Munson κ.α. Οι μέθοδοι αντιμετώπισης είναι η χρήση φακών επαφής, η μεταμόσχευση κερατοειδούς, οι ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι, η διασύνδεση κολλαγόνου, το πρωτόκολλο της Αθήνας και τα γυαλιά.

Από αυτές η καλύτερη μέθοδος είναι η χρήση φακών επαφής. Οι φακοί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι σκληροί αεροδιαπερατοί, μαλακοί, υβριδικοί και σκληρικοί, έχοντας διαφορετική τεχνολογία ο καθένας. Οι φακοί αυτοί θα πρέπει να εφαρμόζονται με συγκεκριμένες τεχνικές και αυτές είναι: η διάκενου κορυφής, η εφαρμογή 3 σημείων και η μέθοδος piggy-back.

Οι φακοί επαφής που χρησιμοποιούνται στον κερατόκωνο βρίσκονται ακόμα υπό εξέλιξη και αποτελούν πόλο έλξης για τους νέους ερευνητές, μιας και τα αποτελέσματα που μας παρουσιάζουν είναι ενθαρρυντικά.

Abstract

The subject of the current dissertation is the Keratoconus and how it can be addressed with the use of contact lenses. The objective of this study is investigating the suitability of the use of contact lenses as a method of treatment in comparison with the other methods.

Cornea is the anterior, transparent and avascular portion of the eye and constitutes its main refractive medium. Pathologies can be developed due to inflammation, corneal dystrophy or degeneration. Keratoconus is a corneal dystrophy and can be divided into subclinical, mild, medium or advanced.

The exact causation for Keratoconus is unknown. There is a correlation with hereditary, environmental and hormonal factors, but it is not known what exactly causes the manifestation. The frequency of appearance is 1/2000 individuals. Blur, photophobia, irritation and monocular polyopia are some of the occurring symptoms. The diagnosis is done by topography or optical coherence tomography. The clinical features are astigmatism, scissor reflection, Vogt striae, Munson's sign and others. The treatment methods are the use of contact lenses, cornea transplantation, intacs, collagen interlinking, Athens Protocol and glasses.

Of the above, the best method is the use contact lenses. The lenses that can be used are hard air-permeable, soft, hybrid and scleral, each category using a different technology. These lenses must be applied with specific techniques which are: the interstice point, 3 point-touch fitting pattern and the piggy-back method.

Lenses used for addressing Keratoconus are still under development attracting new researchers, since the results presented are encouraging.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ	9
1. ΑΝΑΤΟΜΙΑ	9
1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ:.....	10
1.2 ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ:.....	11
2. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ	12
1.3 ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ	12
1.4 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΡΕΨΗ	13
3. ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ	14
ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ	16
1. ΟΡΙΣΜΟΣ.....	16
2. ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ	18
3. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ & ΓΕΝΕΤΙΚΗ.....	22
4. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.....	23
5. ΔΙΑΓΝΩΣΗ	25
5.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ.....	25
5.2 ΟΠΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΣΥΝΟΧΗΣ.....	34
6. ΚΛΙΝΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	35
7. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....	40
7.1 ΜΕΤΑΜΟΣΧΕΥΣΗ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ.....	40
7.2 CROSS-LINKING.....	48
7.3 ΕΝΔΟΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΔΑΚΤΥΛΙΟΙ.....	54
7.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ.....	56
7.5 ΓΥΑΛΙΑ.....	57
8. ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΙΚΟΥ ΑΣΘΕΝΗ	58
ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ	61
1. ΓΕΝΙΚΑ	61
2. ΕΙΔΗ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ.....	61
2.1 ΣΚΛΗΡΟΙ ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ.....	64
2.2 ΜΑΛΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ ΠΑΧΟΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	
70	
2.3 ΜΑΛΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΑΣΥΜΜΕΤΡΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΟΙ ΣΤΗΝ	
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ WAVEFRONT	72

2.4	ΥΒΡΙΔΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ.....	74
2.5	ΣΚΛΗΡΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ.....	76
3.	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ	77
3.1	ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΚΕΝΟΥ ΚΟΡΥΦΗΣ.....	77
3.2	ΜΕΘΟΔΟΣ 3 ΣΗΜΕΙΩΝ	78
3.3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ RIGGY-BACK	80
4.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ	85
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89

Εισαγωγή

Η μελέτη που ακολουθεί αφορά τον κερατόκωνο και τους τρόπους αντιμετώπισής του, με ιδιαίτερη αναφορά στον σημαντικότερο από αυτούς που είναι η χρήση φακών επαφής. Ο κερατόκωνος είναι μια ασυνήθιστη δυστροφία του κερατοειδούς κατά την οποία ο τελευταίος λεπταίνει και ταυτόχρονα προεκτείνεται προς τα έξω παθολογικά, παίρνοντας τη μορφή κώνου. Η πάθηση αυτή ανήκει στις κερατεκτασίες. Άλλες παθήσεις της ίδιας κατηγορίας είναι η περιφερειακή διαυγής εκφύλιση, η κερατόσφαιρα και η ιατρογενής εκτασία.

Ο κερατόκωνος είναι μια σχετικά σπάνια πάθηση. Σύμφωνα με έρευνες στις ΗΠΑ 1/2000 άτομα εκδηλώνουν κλινικό κερατόκωνο. Μελέτες που έγιναν για το ρόλο που παίζει το φύλο δεν απέδειξαν αν η εμφάνιση της νόσου είναι συχνότερη σε άντρες ή σε γυναίκες, όμως σε μελέτη που έγινε το 2005 βρέθηκε πως οι γυναίκες εμφανίζουν υψηλότερη συχνότητα οικογενειακού ιστορικού κερατόκωνου και πιο έντονη συμπτωματολογία.

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, λέπτυνση κερατοειδούς κλπ. 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.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης του κερατόκωνου. Στα πρώτα στάδια της νόσου γίνεται χρήση γυαλιών και φακών επαφής. Σε πιο προχωρημένα στάδια γίνεται μεταμόσχευση κερατοειδούς κατά την οποία αφαιρείται ένα μέρος ή ολόκληρος ο κερατοειδής και στη θέση του μπαίνει ο κερατοειδής κάποιου δότη. Επίσης μπορεί να γίνει διασύνδεση κολλαγόνου, η

οποία γίνεται με ενστάλαξη ριβοφλαβίνης και χρήση ακτινοβολίας για ενδυνάμωση του ιστού του κερατοειδούς. Μια άλλη μέθοδος είναι η τοποθέτηση ενδοστρωματικών δακτυλίων στον κερατοειδή, όμως αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να είναι μόνιμη.

Μολαταύτα, οι φακοί χρησιμοποιούνται και μετά την εφαρμογή μεταμόσχευσης κερατοειδούς ή διασύνδεσης κολλαγόνου, διότι πάντα θα υπάρχει ένας υπολειπόμενος αστιγματισμός ή μια υπολειπόμενη μυωπία. Η τεχνολογία των φακών επαφής συνεχώς και εξελίσσεται παρέχοντας όσο το δυνατόν καλύτερη όραση, και δίνοντας στον ασθενή την ευκαιρία να επιλέξει τον φακό που τον βολεύει καλύτερα λόγω της μεγάλης ποικιλίας φακών που υπάρχουν στην αγορά.

Η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε για τη συγγραφή της εργασίας μας ήταν να βρούμε δευτερεύουσες πηγές ώστε να συγκεντρώσουμε τις πληροφορίες, όπως επιστημονικά άρθρα, βιβλία, στατιστικές και σχετικές αναφορές στο διαδίκτυο. Στην συνέχεια ασχοληθήκαμε με την μελέτη και την κατανόηση των πηγών αυτών και την καταγραφή της μελέτης μας.

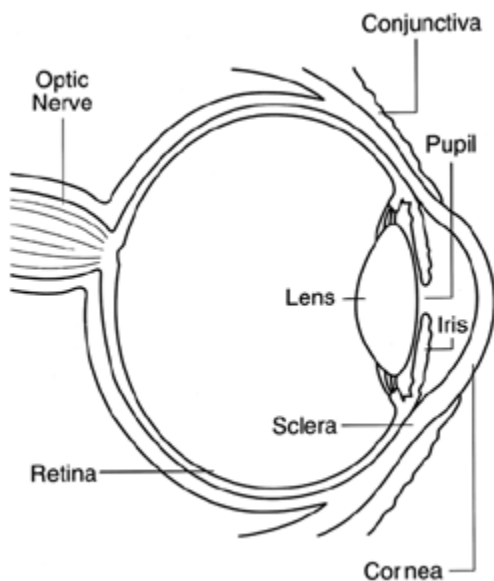
Η επιλογή του θέματος αυτού οφείλεται στο γεγονός ότι το σύνολο της οφθαλμικής κοινότητας ασχολείται με τη νόσο αυτή. Γίνονται συνέδρια πολύ συχνά στα οποία τίθενται ερωτήματα που απασχολούν τον επιστημονικό κόσμο. Η αφορμή δόθηκε όταν διαβάσαμε ένα κείμενο για το πότε ανακαλύφθηκε ο κερατόκωνος και μας κίνησε την περιέργεια το γεγονός ότι ενώ έγινε αντιληπτός το 1748 ακόμα και σήμερα δεν έχει βρεθεί το αίτιο που προκαλεί την κλινική του εμφάνιση. Έτσι με αυτή την εργασία θέλαμε να εμβαθύνουμε στο θέμα και να προσπαθήσουμε να κάνουμε μια προσέγγιση του τι ακριβώς είναι ο κερατόκωνος καθώς επίσης και να εστιάσουμε στην αντιμετώπισή του με τη χρήση φακών επαφής.

ΓΕΝΙΚΑ

1. ANATOMIA

Ο ανθρώπινος οφθαλμός (Σχ.01) είναι ίσως το πιο βελτιστοποιημένο οπτικό όργανο στη φύση, αν αναλογιστούμε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες καλείται να επιτελέσει τη λειτουργία του. Απαιτούμε από τα μάτια μας να βλέπουν καλά με το άπλετο φως της μέρας, μέχρι το βράδυ με χαμηλό φωτισμό, να διακρίνουμε ευκρινώς μια μεγάλη γκάμα χρωμάτων και να έχουμε καθαρή κεντρική όραση και καλή περιφερική αντίληψη.

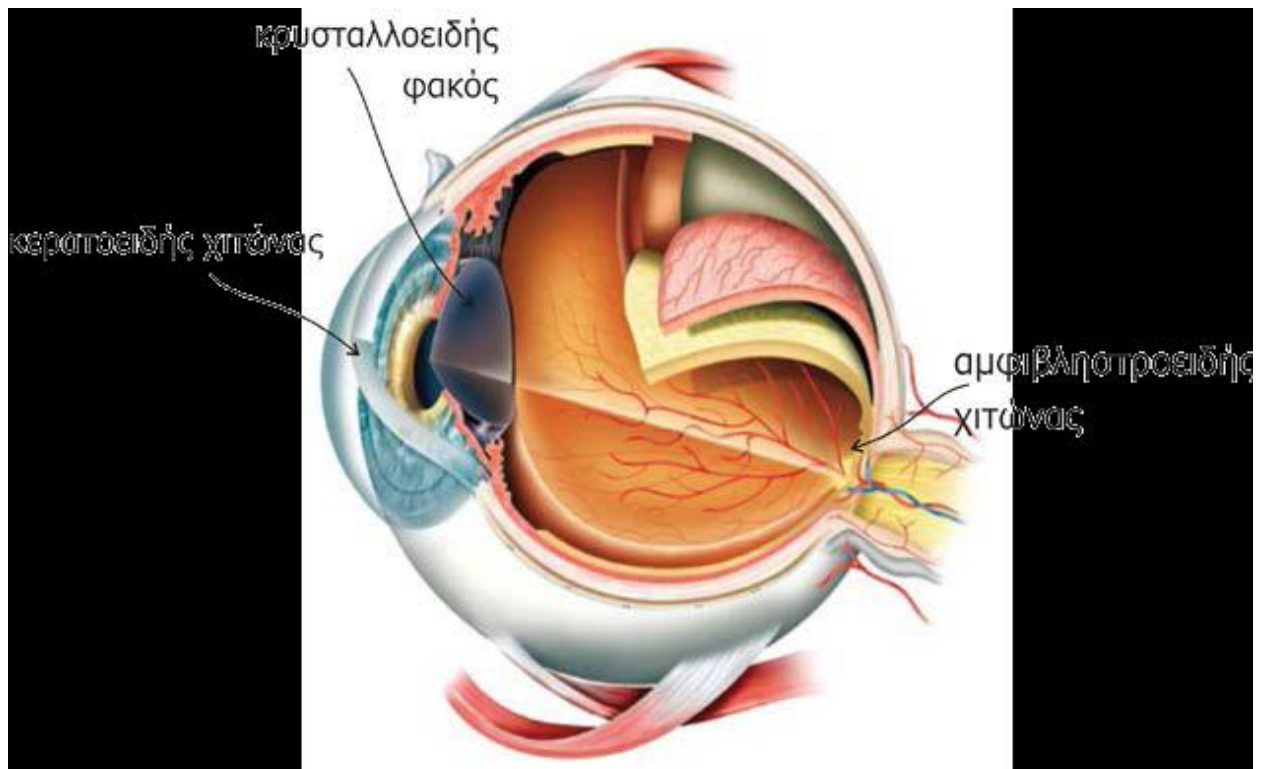
Ο οφθαλμός και κυρίως ο αμφιβληστροειδής του, είναι ο δέκτης των οπτικών μας ερεθισμάτων. Τα ερεθίσματα αυτά, μεταφέρονται με τα οπτικά νεύρα στον ινιακό λοβό, όπου γίνεται η ανώτερη επεξεργασία αυτών και επιτυγχάνεται η όραση. Τα δύο οπτικά νεύρα συνδέονται μεταξύ τους, οπότε βλέπουμε με τα δυο μας μάτια ένα αντικείμενο, έτσι αντιλαμβανόμαστε την τρίτη διάσταση στο χώρο, το βάθος, δηλαδή έχουμε στερεοσκοπική όραση.



Εικόνα 1: Η ανατομία του οφθαλμού. Ο κερατοειδής αποτελεί την πρώτη επιφάνεια που συναντά το φως εισερχόμενο στο μάτι

1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ:

Ο κερατοειδής αποτελεί το κυριότερο διαθλαστικό μέσο του οφθαλμού. Πρόκειται δηλαδή για έναν πολύ ισχυρό φακό, με δύναμη περίπου 42-45 dpt. Ο κερατοειδής είναι διαφανής ιστός χωρίς αγγεία. Είναι το τμήμα μπροστά από τον οφθαλμό και είναι υπεύθυνος για την συγκέντρωση και την εστίαση των φωτεινών ακτινών των αντικειμένων που βρίσκονται στο χώρο, πάνω στον αμφιβληστροειδή (Εικ.02). Χαρακτηρίζεται ως «το παράθυρο του ματιού στον κόσμο». Έχει 2 επιφάνειες: την πρόσθια και την οπίσθια με ακτίνες καμπυλότητας 7.8 και 6.5 mm αντίστοιχα. Το πάχος του είναι 500 μm στο κέντρο και 650-1000 μm στην περιφέρεια. Έχει διάμετρο 11mm. Η ανάπτυξή του ολοκληρώνεται από τον 6^ο χρόνο της ζωής.



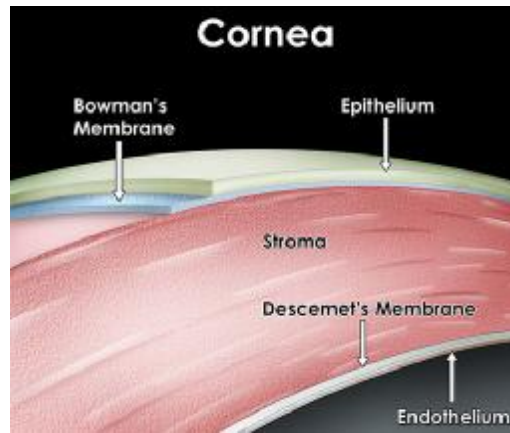
Εικόνα 2: Η πορεία του φωτός

1.2 ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ:

Ο κερατοειδής αποτελείται από πέντε μεμβράνες κυττάρων (Εικ.03): το επιθήλιο, τη μεμβράνη Bowman, το στρώμα, τη μεμβράνη Descemet, και το ενδοθήλιο.

- Το επιθήλιο είναι πολύστιβο. Στην περιοχή του σκληροκερατοειδικού ορίου μεταπίπτει στο επιθήλιο του επιπεφυκότα. Αποτελεί περίπου το 10% του συνολικού πάχους του κερατοειδούς. Αποτελείται από 3 είδη κυττάρων: τα βασικά επιθηλιακά, τα πτερυγοειδή πολυγωνικά και τα επιφανειακά. Ο χρόνος για την αναγέννηση του επιθηλίου είναι 7 μέρες.
- Η μεμβράνη Bowman είναι, στην ουσία, συνέχεια του στρώματος στο οποίο μεταπίπτει χωρίς να είναι δυνατό να διαχωριστεί από αυτό. Είναι ακυτταρική με πάχος 8-12 μm και αποτελείται από κολλαγόνο και θεμέλια ουσία. Βοηθάει στη στερεότητα και την αντοχή του κερατοειδούς.
- Το στρώμα αποτελεί το 90% του πάχους του κερατοειδούς. Σχηματίζεται από ελάσματα ινιδίων κολλαγόνου, κύτταρα και θεμέλια ουσία. Η διαφάνεια του κερατοειδούς οφείλεται στην τοποθέτηση των ινιδίων κολλαγόνου, τα οποία είναι παράλληλα μεταξύ τους και αρμονικά διατεταγμένα.
- Η μεμβράνη Descemet αποτελεί τη βασική μεμβράνη ενδοθηλίου απ' το οποίο προέρχεται. Έχει πάχος 10 μm. Αποτελείται από πολύ μικρά ινίδια κολλαγόνου διαφορετικά από του στρώματος. Περιφερικά περατώνεται σχηματίζοντας τη γραμμή του Schwable.
- Το ενδοθήλιο είναι ένα πλακώδες επιθήλιο που αποτελείται από εξαγωνικά κύτταρα. Παίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό και τη διατήρηση της διαφάνειας του κερατοειδούς εξαιτίας της άμεσης γειτνίασής του με το υδατοειδές υγρό και της ύπαρξης στα κύτταρα του οργανιδίων, που συμμετέχουν σε ενεργητική μεταφορά ουσιών και πρωτεϊνική σύνθεση. Το πάχος του είναι 4-6 μm, τα οποία μεταξύ τους συνδέονται με δεσμοσώματα και φέρουν στην επιφάνειά τους μικρολάχνες. Οι μικρολάχνες είναι υπεύθυνες για την φυσιολογική υδάτωση και θρέψη του κερατοειδούς. Η πυκνότητα των ενδοθηλιακών κυττάρων ελαττώνεται με την πάροδο της

ηλικίας λόγω του θανάτου τους. Τα εναπομείναντα αποπλατύνονται και μετακινούνται ώστε να καλύψουν τα γειτονικά κενά.

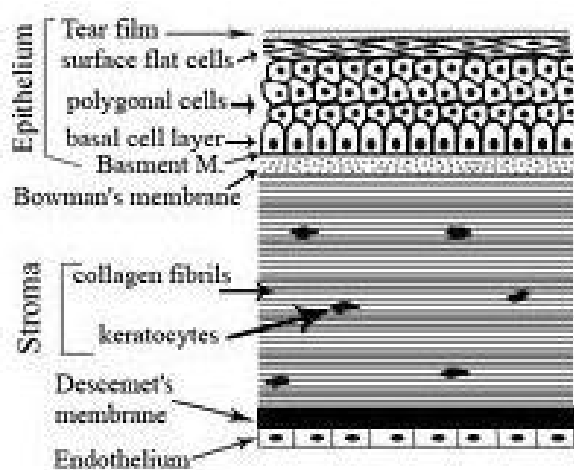


Εικόνα 3: Απεικόνιση στιβάδων κερατοειδούς

2. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

1.3 ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Ο κερατοειδής πρέπει να παραμένει πάντα διαφανής. Η διαφάνειά του οφείλεται στην ύπαρξη μικρού αριθμού κυττάρων στο στρώμα σε συνδυασμό με την ομοιόμορφη και κανονική διάταξη των ελασμάτων του στρώματος (Εικ. 4) και των ινιδίων κολλαγόνου που τα αποτελούν. Σημαντικό επίσης ρόλο παίζει η λειτουργία των ενδοθηλιακών κυττάρων, που είναι υπεύθυνα για τη διατήρηση της σχετικής αφυδάτωσης του στρώματος.



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση κυττάρων στρώματος και ελασμάτων του

Για να το πετύχουν αυτό, προκαλούν ενεργητική μετακίνηση υγρού από το στρώμα προς τον πρόσθιο θάλαμο. Τέλος, η έλλειψη αγγείων και εμύελων νευρικών ινών είναι ένας επιπλέον παράγοντας, που συμβάλλει στη διαφάνεια του κερατοειδούς.

1.4 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΘΡΕΨΗ

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.

3. ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Οι παθήσεις που μπορεί να παρουσιάσει ο κερατοειδής μπορεί να οφείλονται σε φλεγμονή, δυστροφία ή εκφύλιση. Η φλεγμονή μπορεί να δημιουργηθεί με ή χωρίς την παρουσία λοιμώδους στοιχείου. Οι φλεγμονές ανάλογα με την αιτιολογία τους χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: την ιογενή λοίμωξη, την βακτηριακή λοίμωξη και την λοίμωξη από πρωτόζωα. Από λοίμωξη μπορεί να προκληθεί λέπτυνση κερατοειδούς, ελάττωση της ροής των δακρύων ή αυτοάνοση επεξεργασία στα πλαίσια συστηματικής νόσου.

- Ιογενής λοίμωξη: Εδώ ανήκουν ο απλός έρπητας και ο έρπητας ζωστήρας που προκαλούν παρόμοια οφθαλμικά κλινικά σημεία και μπορούν να μιμηθούν άλλες φλεγμονές του κερατοειδούς. Η κερατίτιδα από αδενοϊούς προκαλεί θόλωση της όρασης και φωτοφοβία μετά από ιογενή επιπεφυκίτιδα.
- Βακτηριακή λοίμωξη: Εδώ ανήκουν η πυώδης επιπεφυκίτιδα και το διηθητικό έλκος. Απαιτείται άμεση διερεύνηση και αντιβιοτική θεραπεία.
- Λοίμωξη από πρωτόζωα: το πρωτόζωο *Acanthamoeba* που προσβάλλει τον κερατοειδή σχετίζεται με τη χρήση φακών επαφής. Δεν ανταποκρίνεται στη συνήθη αντιβιοτική αγωγή.

Οι δυστροφίες είναι πρωτοπαθείς εγγενείς κληρονομικές διαταραχές που εκδηλώνονται αμφοτερόπλευρα. Οι εκφυλίσεις είναι αλλοιώσεις που εμφανίζονται δευτεροπαθώς μετά από προσβολή ενός προηγούμενως υγιούς ιστού. Οι αλλοιώσεις δεν είναι πάντα αμφοτερόπλευρες. Οι πιο συχνά απαντώμενες διαταραχές είναι:

- Το σύνδρομο υποτροπιάζουσας απόπτωσης του επιθηλίου του κερατοειδούς οφείλεται είτε σε δυστροφία του επιθηλίου ή του στρώματος, είτε σε παλαιότερο τραύμα. Αντιμετωπίζεται με συχνή χρήση λιπαντικών ουσιών, πιεστική επίδεση, ή θεραπευτικούς φακούς επαφής.
- Λειτουργική ανεπάρκεια του ενδοθηλίου μπορεί να προκληθεί από τη γήρανση ή από επέμβαση καταρράκτη. Το προοδευτικό οίδημα του

στρώματος οδηγεί σε απώλεια της διαφάνειας και σχηματισμό επιθηλιακών φυσαλίδων.

- Το πτερύγιο είναι ινοαγγειακή υπερπλασία που αναπτύσσεται στη μεσοβλεφάρια περιοχή και μπορεί να αφαιρεθεί χειρουργικά.
- Η ταινιοειδής κερατοπάθεια, στην οποία υπάρχει εναπόθεση ασβεστίου στη μεσοβλεφάρια περιοχή, μπορεί να σχετίζεται με υπερασβεστιαμία ή χρόνια φλεγμονή. Η απώλεια όρασης και ο πόνος αντιμετωπίζονται με απομάκρυνση του ασβεστίου.
- Τέλος είναι και ο κερατόκωνος μια σημαντική διαταραχή που συνοδεύεται από αυξανόμενο αστιγματισμό, που προκαλείται από την παραμόρφωση του σχήματος του κερατοειδούς. Η ασθένεια αυτή θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ

1. ΟΡΙΣΜΟΣ

Οι εκτασίες του κερατοειδούς (κερατεκτασίες) είναι μια ασυνήθιστη κατάσταση στην οποία ο κερατοειδής γίνεται πολύ λεπτός και προεκτείνεται προς τα έξω παθολογικά. Οι κύριες μορφές της είναι ο κερατόκωνος (keratoconus), η περιφερειακή διαυγή εκφύλιση (pellucid marginal degeneration) κατώτερη και ανώτερη, η κερατόσφαιρα (keratoglobus) (Εικ.2) και η ιατρογενή εκτασία (iatrogenic ectasia).



Εικόνα 5: Κερατόσφαιρα

Από τη βιβλιογραφία τεκμηριώνεται ότι οι κερατεκτασίες αποτελούν πιθανότατα γενετικό αποτέλεσμα. Εντούτοις, τα γονίδια που την προκαλούν δεν είναι ακόμα γνωστά και βρίσκονται ακόμα υπό έρευνα. Το μόνο πράγμα που έχει πιστοποιηθεί από τους ερευνητές είναι πως το κολλαγόνο του κερατοειδούς υφίσταται δομική αποδυνάμωση. Αυτό σε συνδυασμό με την ενδοφθάλμια πίεση

οδηγεί σταδιακά στη λέπτυνση του κερατοειδούς και στο σχηματισμό μιας προεξοχής προς τα εμπρός.

Ο κερατόκωνος (Εικ. 6) είναι μια εκφυλιστική, εκτατική, μη-φλεγμονώδης, δυστροφία του κερατοειδούς που χαρακτηρίζεται από την κεντρική και παρακεντρική αραιώση και την ακανόνιστη διόγκωσή του. Είναι δηλαδή μια οφθαλμική νόσος που αφορά και περιγράφει το σχήμα ή καλύτερα την καμπυλότητα του κερατοειδούς.

Η επιφάνεια του κερατοειδούς λαμβάνει κωνική μορφή, προκαλώντας έτσι παραμόρφωση του οπτικού ειδώλου που δεν μπορεί να εστιαστεί πάνω στους φωτουποδοχείς που βρίσκονται στους αμφιβληστροειδείς του κάθε ματιού. Στα πρώτα στάδια προκαλείται σύγχυση και μερικές φορές αυξημένη ευαισθησία στο έντονο φως. Σε αρκετές περιπτώσεις ο κερατόκωνος μπορεί να μην εξελιχθεί και να παραμείνει σε ήπια κατάσταση.



Εικόνα 6: Κερατοκωνικό μάτι

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.

Αρχικά παρατηρείται λέπτυνση του κερατοειδούς που είναι πιο εμφανής στην κορυφή του κώνου. Το πάχος του κεντρικά μπορεί να μειωθεί κατά πολύ από το φυσιολογικό, που είναι περίπου 500 μm (χιλιοστά του χιλιοστού) και να φτάσει στα 400 μm , και σε ακραίες περιπτώσεις να γίνει διάτρηση. Στον ρόλο του ως φακός, ο κερατοειδής αποκτά σε κάποιο σημείο του δύναμη μεγαλύτερη από 49 dpt και μπορεί να φτάσει ως και 70 dpt! Καθώς η καμπυλότητα αυξάνει και ο κερατοειδής λεπταίνει, η όραση του ασθενούς χειροτερεύει. Αργότερα προκαλείται ουλοποίηση και έπειτα θολερότητα στην περιοχή της βλάβης. Σημαντικό στον κερατόκωνο είναι ότι προκαλεί προοδευτική, μερική ή ολική, πτώση της όρασης η οποία δεν βελτιώνεται με γυαλιά και μπορεί αν οδηγήσει μέχρι και στην τύφλωση.

2. ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ

Υπάρχουν πολλές υποκλινικές παθήσεις του κολλαγόνου, οι οποίες δίνουν την κλινική διάγνωση του κερατόκωνου. Η πιο συνηθής μορφή εκτασιών είναι ο κερατόκωνος, αρκετά σπάνια είναι η περιφερειακή διαυγή εκφύλιση (PMD), ενώ η κερατόσφαιρα είναι ιδιαίτερα σπάνια και συναντάται συνήθως σε εκ γενετής περιστατικά. Τελευταία με την πρόοδο της τοπογραφίας κερατοειδούς και άλλων διαγνωστικών μεθόδων, έχουν αρχίσει να αποκαλύπτονται πολλά εκτατικά περιστατικά, υποκλινικά και μη, που ίσως 10 χρόνια πριν θα είχαν διαφύγει της διάγνωσης. Έτσι, πιστεύεται πως ο κερατόκωνος δεν είναι τόσο σπάνια οφθαλμική πάθηση. Δεν αποκλείεται στο μέλλον, συνεπώς, σε μεγάλες πληθυσμιακές μελέτες, να δούμε ακόμη μεγαλύτερο επιπολασμό των εκτασιών.

Ο κερατόκωνος προσβάλλει κυρίως νεαρά άτομα. Η αλλοίωση του κερατοειδούς μπορεί να προκληθεί από οφθαλμικές παθήσεις, τραυματισμούς, μολύνσεις, προηγούμενες οφθαλμικές επεμβάσεις, και από άλλους παράγοντες. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτή η παραμόρφωση βρίσκεται στο κάτω μισό του κερατοειδούς και πρώτα εμφανίζεται σαν ανώμαλος αστιγματισμός και

ασταθής διάθλαση. Η ακριβής αιτία του είναι άγνωστη. Υπάρχουν πολλές θεωρίες που βασίζονται στην έρευνα και τη σύνδεσή του με άλλους όρους. Ωστόσο καμία θεωρία δεν είναι αρκετή και αυτό οφείλεται στο ότι η αιτία του κερατόκωνου είναι πολυπαραγοντική, δηλαδή θα πρέπει να συντρέχουν πολλοί παράγοντες μαζί για να εμφανιστεί κλινικός κερατόκωνος.

Πιστεύεται ότι η γενετική, το περιβάλλον και το ενδοκρινικό σύστημα παίζουν ρόλο στον κερατόκωνο. Γενετικά, ενοχοποιούνται δομικές ή μεταβολικές ανωμαλίες στο επιθήλιο ή και στο στρώμα του κερατοειδούς, που ενδεχομένως είναι προκαθορισμένες. Η εκτασία δεν υπάρχει κατά τη γέννηση, αλλά υπάρχουν κληρονομικοί παράγοντες που ύστερα από ορισμένα χρόνια μπορεί να οδηγήσουν στην κλινική εικόνα του κερατόκωνου.

Έρευνες δείχνουν πως για την εκδήλωσή του ευθύνεται ένα συγκεκριμένο χρωμόσωμα. Όπως προκύπτει από γονιδιακές αναλύσεις σύνδεσης υπάρχουν χρωμοσωμικές περιοχές, όπου μπορεί να εντοπίζονται τα υπεύθυνα για τον κερατόκωνο γονίδια. Στις περιοχές αυτές δεν αντιστοιχεί πάντα κάποιο γνωστό γονίδιο και για αυτό το λόγο είναι δύσκολη η μελέτη και η αντιστοίχισή τους. Επίσης οι περιοχές αυτές εμφανίζουν μεγάλη γενετική ετερογένεια.

Όμως ο κερατόκωνος δεν εμφανίζεται σε κάθε άτομο που έχει αυτή τη χρωμοσωμική παθολογία. Η κληρονομικότητα παίζει ένα μικρό ρόλο, αφού ο κερατόκωνος δεν εκδηλώνεται κλινικά σε παραπάνω από ένα μέλος κάθε οικογένειας. Επίσης, από τις διαθέσιμες πληροφορίες, φαίνεται πως υπάρχει λιγότερο από 1 πιθανότητα στις 10 κάποιος συγγενής κερατοκωνικού ασθενή να έχει κερατόκωνο. Είναι άγνωστο ποιοι άλλοι παράγοντες κάνουν ένα άτομο με κληρονομική προδιάθεση να εκδηλώσει πλήρη κερατόκωνο.

Μέχρι σήμερα δεν έχει ταυτοποιηθεί κάποια γονιδιακή μετάλλαξη υπεύθυνη για την εμφάνιση του κερατόκωνου. Αντιθέτως, έχουν συσχετιστεί, σε σημαντικό βαθμό, με την παρουσία κερατόκωνου ορισμένοι πολυμορφισμοί των γονιδίων, που κωδικοποιούν τους διάφορους τύπους κολλαγόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ίνες του κολλαγόνου του κερατοειδούς να είναι λιγότερο ανθεκτικές στη δράση ενζύμων όπως η κολλαγονάση, και αυτό οδηγεί στην

διόγκωση του κερατοειδούς προς τα εμπρός δημιουργώντας μια εμφάνιση σχήματος κώνου.

Οι κερατοκωνικοί κερατοειδείς δείχνουν σημάδια αυξημένης δραστηριότητας των πρωτεασών, δηλαδή των ενζύμων που διασπούν τις πρωτεΐνες, και μειωμένη δραστηριότητα πρωτεϊνών. Αυτή η ανισορροπία μεταξύ των πρωτεϊνών και των αναστολέων τους, μπορεί να καταστρέψει τις δομικές πρωτεΐνες και την υποστήριξη υποστρωμάτων εντός του κερατοειδούς, με αποτέλεσμα την αραίωση και την απώλεια του κανονικού μηχανισμού. Μέχρι στιγμής η αιτία για την αυξημένη δραστηριότητα ενζύμου πρωτεάσης σε κερατοκωνικούς κερατοειδείς δεν είναι γνωστή.

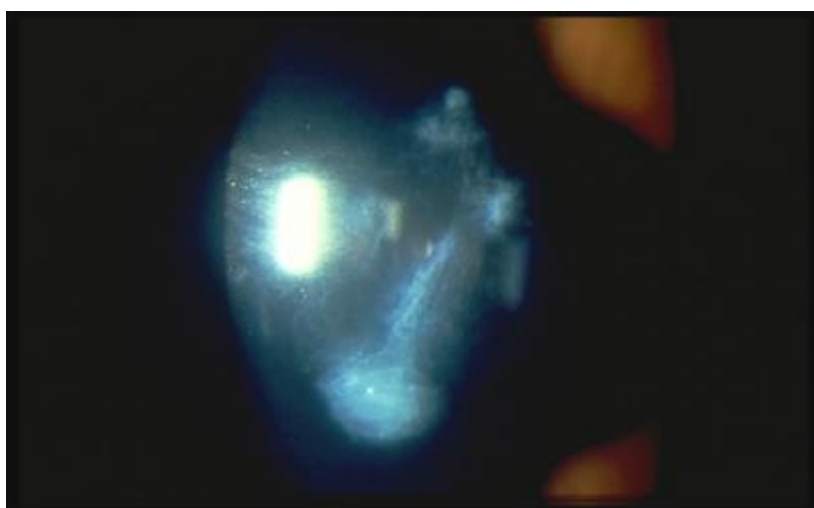
Μια άλλη αιτία αποτελεί το οξειδωτικό stress. Ορισμένες μελέτες δείχνουν μια ανώμαλη επεξεργασία των ριζών υπεροξειδίου στον κερατοκωνικό κερατοειδή και την εμπλοκή του οξειδωτικού stress στην παθογένεση της ασθένειας. Όπως είναι γνωστό ο κερατοειδής είναι υπεύθυνος για την απορρόφηση του μεγαλύτερου μέρους του φωτός που εισέρχεται στο μάτι. Λόγω του υπεριώδους φωτός σε συνδυασμό με τον μεταβολισμό των κυττάρων, ο κερατοειδής δημιουργεί επιβλαβή υποπροϊόντα που ονομάζονται ελεύθερες ρίζες. Οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου είναι υψηλής ενέργειας μόρια που μπορεί να δημιουργήσουν βλάβες στα κύτταρα αντιδρώντας με τις πρωτεΐνες, το DNA και την κυτταρική μεμβράνη. Οι φυσιολογικοί κερατοειδείς έχουν ένα αμυντικό σύστημα για να εξουδετερώνει τις ελεύθερες ρίζες, με διάφορα αντιοξειδωτικά ένζυμα, έτσι ώστε να μην βλάπτουν το κολλαγόνο, το διορθωτικό τμήμα του κερατοειδούς. Οι κερατοκωνικοί κερατοειδείς όμως, χάνουν την ικανότητά τους να αποκαθιστούν μόνοι τους τις βλάβες τους, με αποτέλεσμα να προκαλούν βλάβες των κυττάρων τους και απελευθέρωση των πρωτεϊνών.

Από μελέτες¹ διδύμων προκύπτει ότι οι μονοζυγωτικοί δίδυμοι εμφανίζουν μεγαλύτερο βαθμό συμφωνίας στην εμφάνιση και την εξέλιξη της νόσου σε σχέση με τους διζυγωτικούς. Μέχρι σήμερα έχουν δημοσιευτεί 18 ζευγάρια μονοζυγωτικών διδύμων να πάσχουν από κερατόκωνο από τα οποία, τα 11 εμφάνισαν όμοιο τρόπο προσβολής, ενώ σε 2 ζευγάρια τα ευρήματα δεν ταυτίζονταν. Με αυτόν τον τρόπο υποδηλώνεται η συμμετοχή του

περιβαλλοντικού παράγοντα ακόμη και σε αυτές τις περιπτώσεις. Πιστεύεται, λοιπόν, ότι κληρονομείται ουσιαστικά η προδιάθεση για την ανάπτυξη κερατόκωνου ενώ για την κλινική εμφάνιση της νόσου είναι απαραίτητη η συνύπαρξη περιβαλλοντικών παραγόντων.

Στους περιβαλλοντικούς παράγοντες ανήκει το τρίψιμο των ματιών. Οι κερατοκωνικοί κερατοειδείς είναι πολύ εύκολο να καταστραφούν από ένα τέτοιο τραύμα. Οι κακής εφαρμογής φακοί επαφής έχουν προταθεί ως μια πιθανή αιτία δημιουργίας κερατόκωνου, αν και αυτό δεν έχει ακόμα αποδειχτεί και παραμένει αμφίβολο. Άλλος ένας τέτοιος παράγοντας είναι επίσης η αλλεργία. Οι διάφορες αλλεργίες προκαλούν φαγούρα κ ερεθισμό των ματιών. Ωστόσο η σύνδεση του κερατόκωνου με αλλεργική νόσο παραμένει ασαφής. Ένα υψηλό ποσοστό ασθενών έχουν ατοπική νόσο. Διαταραχές όπως η ατοπική ρινίτιδα, το έκζεμα, το άσθμα και οι αλλεργίες τροφίμων ανήκουν στις ατοπικές νόσους.

Το ενδοκρινικό σύστημα μπορεί να συμμετέχει, διότι ο κερατόκωνος γενικά, ανιχνεύεται στην πρώτη εφηβεία και εξελίσσεται κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης (στις γυναίκες). Αυτή η θεωρία όμως είναι ακόμα αμφιλεγόμενη και δεν έχει αποδειχτεί. Η ανάπτυξη κερατόκωνου είναι η τελική κοινή οδός για διάφορες διαταραχές.



Εικόνα 7: Διάβρωση κερατοειδούς σε κερατόκωνο

Μια άλλη παρατήρηση είναι η απόδειξη της αυξημένης απόπτωσης στον κερατοκωνικό κερατοειδή. Η απόπτωση είναι η διαδικασία του προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου που συμβαίνει στην ανάπτυξη των ιστών των ασθενειών και την επούλωση τραυμάτων. Το μηχανικό τραύμα στο επιθήλιο από άκαμπτο φακό επαφής, από έντονο επαναλαμβανόμενο τρίψιμο των ματιών και από αλλεργικές παθήσεις μπορεί να προκαλέσει απόπτωση, με αποτέλεσμα το θάνατο των κυττάρων και την επακόλουθη αραίωση του κερατοειδούς. Οι κακής εφαρμογής φακοί επαφής είναι μια πιθανή αιτία του κερατόκωνου, όμως αυτό δεν έχει αποδειχθεί και παραμένει αμφίβολο.

Ο διαβήτης και το κάπνισμα πιθανόν να αναστέλλουν την εμφάνιση ή επιβραδύνουν την εξέλιξη του κερατόκωνου. Η ανώμαλη γλυκοζυλίωση των ινιδίων του κολλαγόνου του κερατοειδικού στρώματος, που συμβαίνει στο διαβήτη και η έκθεση του κερατοειδούς των καπνιστών στα προϊόντα καπνού σκληραίνουν τον κερατοειδή, προκαλώντας διασύνδεση των ινιδίων κολλαγόνου του στρώματος.

3. ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ & ΓΕΝΕΤΙΚΗ

Η συχνότητα του κερατόκωνου είναι 1 περίπτωση στα 2000 άτομα. Εμφανίζεται σε όλες τις εθνοτικές ομάδες σε παγκόσμια κλίμακα. Ο επιπολασμός ποικίλει ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή. Η διαφορά μεταξύ των διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών πιθανότατα οφείλεται τόσο σε γενετικούς όσο και σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Φαίνεται ότι οι Ασιάτες έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να αναπτύξουν κερατόκωνο σε σχέση με τους Καυκάσιους, που κατοικούν στην ίδια γεωγραφική περιοχή.

Δεν είναι ξεκάθαρο αν υπάρχει συσχέτιση της νόσου με το φύλο. Υπάρχουν μελέτες που υποδεικνύουν την κυριαρχία του γυναικείου φύλου και άλλες που δείχνουν του αντρικού. Σε μελέτη² που δημοσιεύτηκε το 2005 βρέθηκε ότι οι γυναίκες εμφανίζουν υψηλότερη συχνότητα οικογενειακού ιστορικού κερατόκωνου και πιο έντονη υποκειμενική συμπτωματολογία, όπως ξηροφθαλμία.

Είναι συνήθως αμφοτερόπλευρη, αλλά ασύμμετρη με το χειρότερο μάτι να έχει χειρότερη πρόγνωση καθώς προχωρά η κατάσταση. Μονομερείς περιπτώσεις είναι πολύ σπάνιες και δεν είναι ασυνήθιστο για τον κερατόκωνο να διαγνωσθεί πρώτα στο ένα μάτι και στη συνέχεια στο άλλο. Η εμφάνιση του κερατόκωνου είναι συνήθως μια απομονωμένη κατάσταση, αλλά έχει αναφερθεί ότι παρατηρείται με αυξημένη συχνότητα οφθαλμικών και σωματικών διαταραχών. Οφθαλμικές ενώσεις περιλαμβάνουν αλλεργικές παθήσεις των ματιών, μελαχρωστική αμφιβληστροειδοπάθεια και ανιριδία. Σωματικές ενώσεις περιλαμβάνουν ατοπίες (έκζεμα, αλλεργική ρινίτιδα), ανεπάρκεια μαγνησίου, σύνδρομο Down, σύνδρομο Turner και του συνδετικού ιστού, όπως Marfans, Ehlers-Danlers, και ατελή οστεογένεση. Υπάρχει η υποψία αντίστροφης σχέσης μεταξύ της σοβαρότητας της κατάστασης και του διαβήτη.

Ο επιπολασμός του κερατόκωνου σε ανθρώπους με σύνδρομο Down είναι 10 με 300 φορές συχνότερος από ότι στο γενικό πληθυσμό. Η συσχέτιση αυτή υποδηλώνει πιθανή συμμετοχή του χρωμοσώματος 21 στην παθογένεια της νόσου, χωρίς να έχει ενοχοποιηθεί συγκεκριμένο χρωμόσωμα ή μετάλλαξη μέχρι σήμερα.

Ο κερατόκωνος κάνει την εμφάνισή του στην ηλικία μεταξύ 10 και 30 ετών. Στη συνέχεια, σταδιακά επιδεινώνεται κατά τη διάρκεια των 10 με 20 χρόνων, μετά την οποία παραμένει σχετικά σταθερή, με μικρή επιδείνωση. Η εξέλιξή του είναι απρόβλεπτη.

4. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Ο κερατόκωνος στα πρώιμα στάδια είναι δύσκολο να διαγνωστεί και τα συμπτώματα μπορεί να σχετίζονται με άλλα προβλήματα όρασης. Η απλή αναγνώριση συμπτωμάτων δεν μπορεί να οδηγήσει σε διάγνωση κερατόκωνου.

Τα συμπτώματα εμφανίζονται, συνήθως, όψιμα κατά την εφηβική ηλικία ή νωρίς κατά την πρώτη εικοσαετία της ζωής. Συχνά ο κερατόκωνος εξελίσσεται αργά για 10 ή 20 χρόνια και μετά η εξέλιξή του σταματάει. Στα πρώιμα στάδια η

όραση μπορεί να διαταραχτεί ελαφρώς λόγω της αύξησης της μυωπίας και του ανώμαλου αστιγματισμού, αφού ο κερατοειδής αποκτά ανώμαλο σχήμα.

Η αύξηση των παραπάνω αναγκάζει να γίνεται συχνή αλλαγή της συνταγής των γυαλιών όμως μετά, ακόμα και με «χοντρά» γυαλιά ο ασθενής δεν έχει ικανοποιητική όραση, για αυτό πολλές φορές παραπονιέται για κόπωση. Η νόσος αφορά σε διαφορετικό βαθμό τα δυο μάτια, ενώ σπανιότερα ο κερατόκωνος είναι πραγματικά ετερόπλευρος. Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργούνται θολές και παραμορφωμένες εικόνες.

Από τα πρώτα συμπτώματα του κερατόκωνου είναι το θάμβος (Εικ. 8), η φωτοφοβία (δυσκολία στο να κοιτάς το φως), και ο ερεθισμός. Καθώς η νόσος προχωράει και ο κερατοειδής γίνεται κυρτότερος διαταράσσεται και η όραση ανάλογα. Αν ο κερατοειδής υποστεί οίδημα, η οπτική οξύτητα μπορεί αιφνίδια να μειωθεί. Ο κερατοειδής οξυδαίνεται όταν το ελαστικό τμήμα του παρουσιάζει μια μικρή ρωγμή, που προκαλείται από τη συνεχή εκτάνυσή του εξαιτίας του περιβάλλοντος κωνικού μορφώματος. Το οίδημα μπορεί να επιμένει για βδομάδες ή και μήνες καθώς η ρωγμή επουλώνεται και αποκαθίσταται βαθμιαία από ουλώδη ιστό (Εικ. 8).



Εικόνα 8: θάμβος κερατοκωνικός κερατοειδής με ουλές

Άλλα συμπτώματα που έχει συνήθως ένας κερατοκωνικός ασθενής είναι ο ερεθισμός των ματιών και το υπερβολικό τρίψιμο, η δυσανεξία σε μαλακούς φακούς επαφής, η δυσκολία στην οδήγηση τη νύχτα, η απότομη μείωση όρασης λόγω ύδρωπα, οι κεφαλαλγίες και το οφθαλμικό άλγος, η μονόφθαλμη διπλωπία κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Τέλος τα συμπτώματα των πολλαπλών

εικόνων-φαντάσματα (Εικ. 9) που είναι γνωστή ως μονόφθαλμη πολυωπία (το σύμπτωμα αυτό είναι πιο έντονο όταν παρατηρείται ένας μαύρος στόχος πάνω σε άσπρο background) και η καύση γύρω από φωτεινές πηγές είναι κοινά.



Εικόνα 9: εικόνες – φαντάσματα

5. ΔΙΑΓΝΩΣΗ

5.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ

Οι εκτασίες του κερατοειδούς αρχίζουν να αναπτύσσονται συνήθως προς το τέλος της δεύτερης δεκαετίας της ζωής, εκτός από την κερατόσφαιρα, η οποία μπορεί να υπάρχει και σε εκ γενετής μορφή. Ωστόσο, η διάγνωση τέτοιων καταστάσεων, ειδικά στην ήπια ή στην υποκλινική μορφή, ήταν δύσκολη, μέχρι την ανάπτυξη της τοπογραφίας του κερατοειδούς. Πριν από την τοπογραφία, ο εξεταστής έπρεπε να βασιστεί στις παρακάτω εξετάσεις, για να διαγνώσει μια εκτασία:

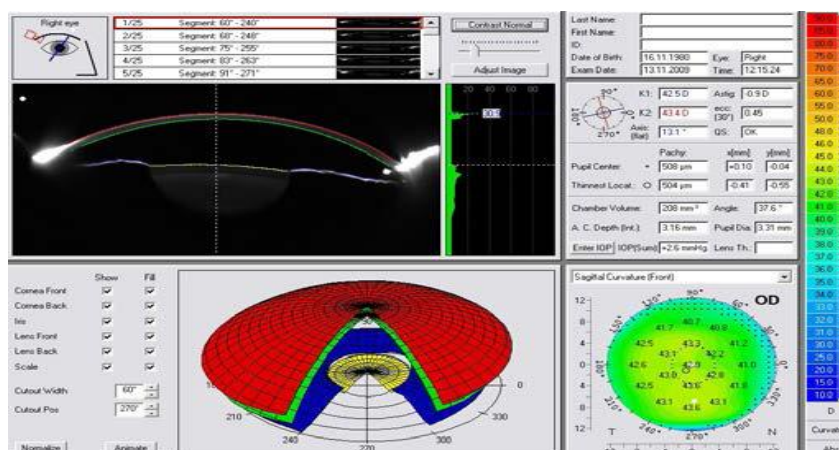
- Κερατομέτρηση, στην οποία τα είδωλα των στόχων έπρεπε να ήταν ασύμμετρα, πολλές φορές σε σημείο που η μέτρηση να ήταν αδύνατη,
- Βιομικροσκόπηση με τη σχισμοειδή λυχνία, στην οποία θα μπορούσε να διακρίνει την εκτασία και τη λέπτυνση, αν χρησιμοποιούσε λεπτή δέσμη φωτός και ερχόταν σε πλάγια θέση, έτσι ώστε να παρατηρεί το κερατοειδικό προφίλ,

- Ειδικά ευρήματα στη σχισμοειδή λυχνία, όπως οι πτυχώσεις του Vogt (Vogt's striae), το σημείο του Rizutti (Rizutti's sign), και οι δακτύλιοι του Fleischer (Fleischer's rings), και
- Η ανώμαλη ανάκλαση κατά τη σκιασκοπία, η οποία δεν ακολουθεί κανένα συγκεκριμένο μοτίβο. Με τη σκιασκοπία μπορούσε να ελέγξει αν υπάρχουν ανώμαλες ψαλιδοειδείς κινήσεις.

Ωστόσο, τα παραπάνω μπορούσαν να δώσουν στον εξεταστή μόνο ενδείξεις της εκτασίας, ενώ αποδείξεις μπορεί να παρέχει μόνο η τοπογραφία. Επιπρόσθετα, αν ο κερατόκωνος ήταν ήπιος ή υποκλινικός, μπορούσε να διαφύγει της διάγνωσης, καθώς η εκτασία σε αυτές τις περιπτώσεις είναι τόσο μικρή, που δεν είναι διακριτή στη σχισμοειδή λυχνία, ενώ και η κερατομέτρηση μπορεί να είναι εφικτή, και ο ασθενής να έχει οπτική οξύτητα με διόρθωση γύρω στα 12/10.

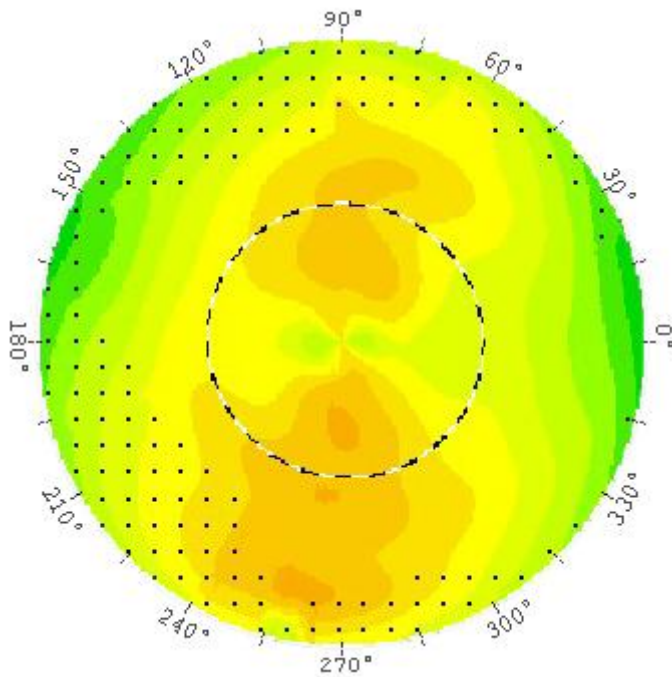
Από τη στιγμή που άρχισε όμως η τοπογραφία να μπαίνει στη καθημερινή κλινική πράξη, εντοπίστηκαν πάρα πολλές περιπτώσεις ήπιου ή υποκλινικού κερατόκωνου, σε σημείο που να πιστεύουν πολλοί, ότι η συχνότητά του είναι κατά πολύ μεγαλύτερη του 1 ανά 500 άτομα. Επιπλέον σε έρευνες αναφέρονται περιστατικά με κερατόκωνο, ακόμα και σε παιδιά με ηλικία κάτω των 10 ετών. Πιθανότατα λοιπόν, ο εφαρμοστής θα πρέπει να αναθεωρήσει τις απόψεις που είχε μέχρι τώρα, για την εμφάνιση και την εξέλιξη του κερατόκωνου, καθώς τοπογραφικά δεδομένα συνεχίζουν να συσσωρεύονται.

Η τοπογραφία (Εικ.10) είναι η λεπτομερής απεικόνιση της επιφάνειας του κερατοειδούς με τη μορφή ενός πολύχρωμου χάρτη. Δίπλα από τον τοπογραφικό χάρτη υπάρχει μια χρωματική κλίμακα η οποία αντιστοιχίζει κάθε χρώμα με διοπτρίες αν εξετάζουμε τη διαθλαστική δύναμη του κερατοειδούς ή με πάχος αν κάνουμε παχυμετρία. Οι αποχρώσεις του μπλε χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν τα πιο επίπεδα σημεία της επιφάνειας του κερατοειδούς ενώ οι αποχρώσεις του κόκκινου για τα πιο κυρτά του σημεία.



Εικόνα 10: Οθόνη δεδομένων από απεικόνιση με Oculyzer II

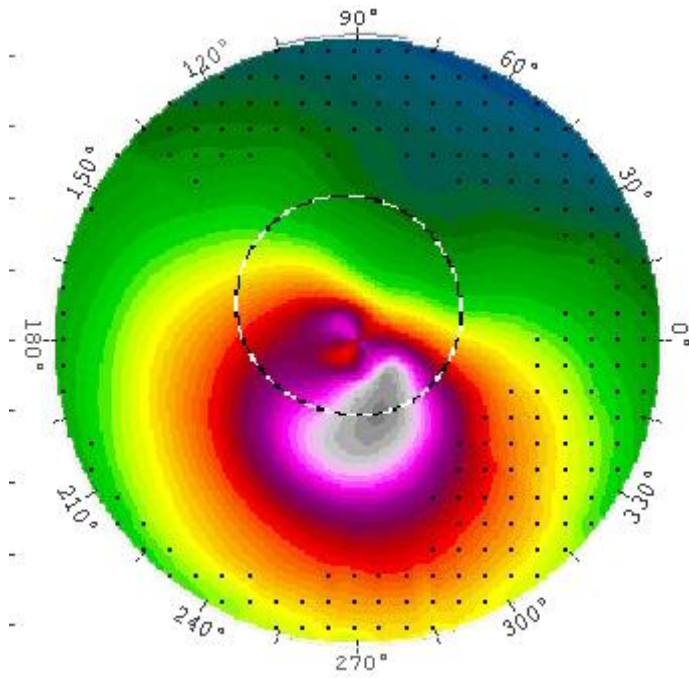
Η τοπογραφία του κερατοειδούς είναι η εξέταση με την οποία γίνεται διάγνωση και παρακολούθηση εξέλιξης του κερατόκωνου, ο οποίος έχει ποικίλη τοπογραφική εικόνα, καθώς είναι δυνατό να είναι τύπου θηλής, οβάλ ή εκτεταμένος, παράκεντρος ή κεντρικός. Συγκρίνοντας το ιδεατό με το πραγματικό μέτωπο κύματος του κερατοειδούς μπορούμε να μετρήσουμε τις ανά σημείο κερατοειδικές διαφορές. Από την τοπογραφική απεικόνιση (Εικ.11) μπορούμε να βρούμε τη θέση της κερατοειδικής ανωμαλίας (Εικ. 12), το εύρος της καμπυλομετρικής παρέκκλισης και με το γνωστό δείκτη διάθλασης την ανά σημείο διαθλαστική δύναμη του κερατοειδούς. Η επανάληψη της εξέτασης σε τακτά διαστήματα είναι απαραίτητη για να ελέγξουμε αντικειμενικά την σταθερότητα ή την επιδείνωση της κατάστασης και συνήθως ανάλογα με την ηλικία του ασθενή, την όραση του με γυαλιά, την ανοχή του σε φακούς επαφής κλπ. Αυτή η εξέταση θα πρέπει να επαναλαμβάνεται συνήθως κάθε 4-12 μήνες.



Εικόνα 11: Τοπογραφία φυσιολογικού κερατοειδούς

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.



Εικόνα 12: Τοπογραφία κερατοκωνικού κερατοειδούς

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 κλασικός αξονικός καμπυλομετρικός χάρτης, ο εφταπτομενικός, ο υψομετρικός, ο διαθλαστικός, κλπ.

Τα τελευταία 20 χρόνια, η τοπογραφία του κερατοειδούς εξελίχθηκε πολύ και οι πολύπλοκες και ακριβές συσκευές που υπήρχαν μόνο στα μεγάλα ερευνητικά κέντρα αντικαταστάθηκαν από μικρότερες, πιο εύχρηστες, χαμηλότερου κόστους και μεγαλύτερης ακρίβειας συσκευές που χρησιμοποιούνται από πολλούς οπτομέτρους καθημερινά.

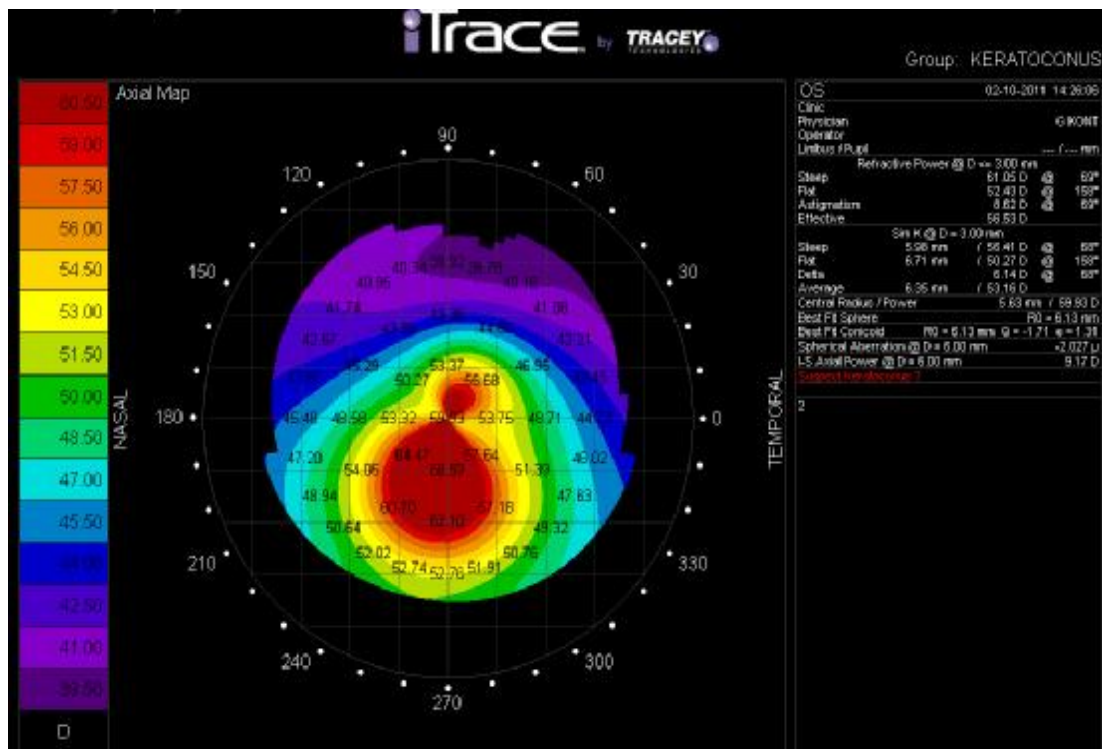
Αρχή λειτουργίας

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:

1. Axial Map (Εικ. 13): 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 .



Εικόνα 13: Axial map

2. 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.

Επιπροσθέτως, υπάρχουν άλλοι 2 τύποι απεικόνισης που χρησιμοποιούνται από τους οφθαλμιάτρους:

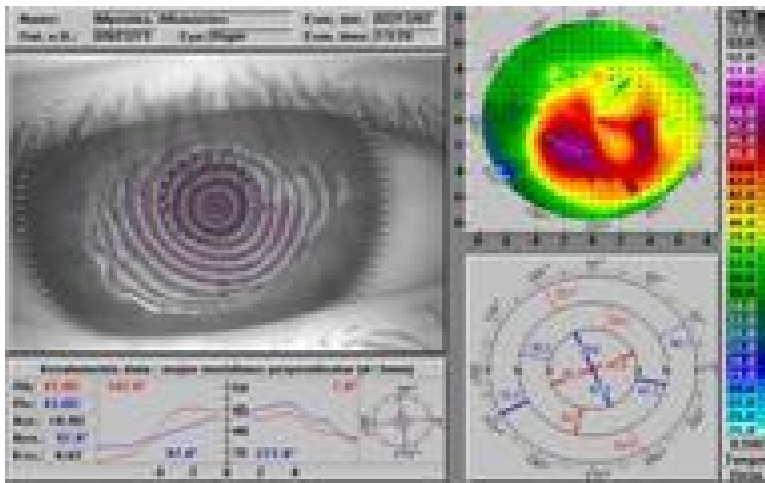
1. Elevation Map: Αυτός ο τύπος απεικόνισης χρησιμοποιεί διαφορετικό αλγόριθμο. Χρησιμοποιείται για να δείξει το ύψος ή βάθος απ' το οποίο η κερατοειδική καμπυλότητα αποκλίνει σε σύγκριση με μια επιφάνεια αναφοράς που προέρχεται από τον υπολογιστή. Τα θερμά χρώματα απεικονίζουν τα σημεία που βρίσκονται πάνω από αυτή την επιφάνεια, ενώ τα ψυχρά απεικονίζουν αυτά που βρίσκονται πιο κάτω.
2. 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 (Εικ. 14) 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.



Εικόνα 14: Απεικόνιση εναλλασσόμενων δακτυλίων όπως εμφανίζονται σε κερατοκωνικό οφθαλμό

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.

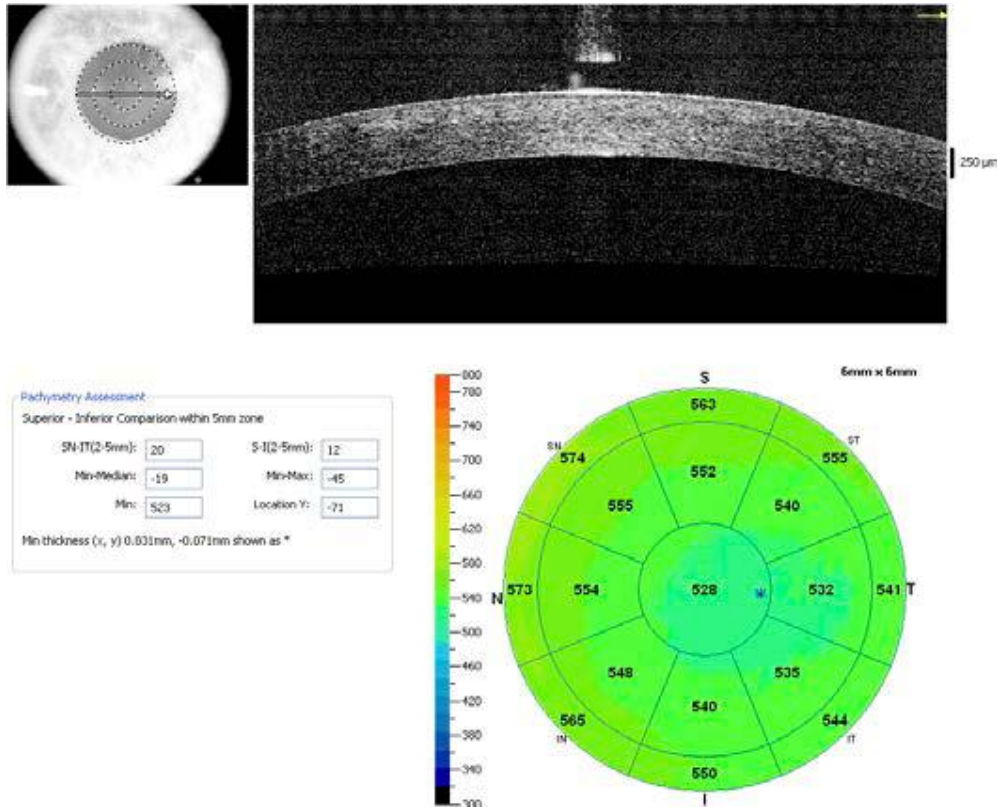
Με τις παραδοσιακές τεχνικές, όταν τα επίπεδα του αντικειμένου, του φακού και του ειδώλου δεν είναι παράλληλα ούτε μεταξύ τους ούτε με το επίπεδο εστίασης, μόνο ένα μικρό τμήμα του αντικειμένου είναι σωστά εστιασμένο. Με βάση, όμως, την αρχή του Scheimpflug, δίνεται η δυνατότητα ένα αντικείμενο που δεν 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%.

5.2 ΟΠΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΣΥΝΟΧΗΣ

Μια ακόμα πρωτοπόρα τεχνολογία που είναι διαθέσιμη είναι η οπτική τομογραφία συνοχής (OCT). Με ειδικούς φακούς για την εξέταση του πρόσθιου θαλάμου του οφθαλμού, η τεχνική αυτή δίνει την ανάλυση των εικόνων εγκάρσιας οπτικής τομής (Εικ.15) και έτσι μπορεί να γίνει επισκόπηση οποιουδήποτε μεσημβρινού του κερατοειδούς, αλλά και παραγωγή χάρτη υλικού πάχους στην ευρύτερη επιφάνεια του κερατοειδούς.



Εικόνα 15: Οθόνη δεδομένων από απεικόνιση με OCT

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.

6. ΚΛΙΝΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Μετά από μια λεπτομερή εξέταση του κερατοειδούς με τους τρόπους που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο εξεταστής έρχεται αντιμέτωπος με ορισμένα κλινικά χαρακτηριστικά που επιβεβαιώνουν την ύπαρξη του κερατόκωνου.

Το πιο κλασικό χαρακτηριστικό του κερατόκωνου είναι η προεξοχή προς τα έξω του κερατοειδούς, που σε μεσαία και προχωρημένα περιστατικά

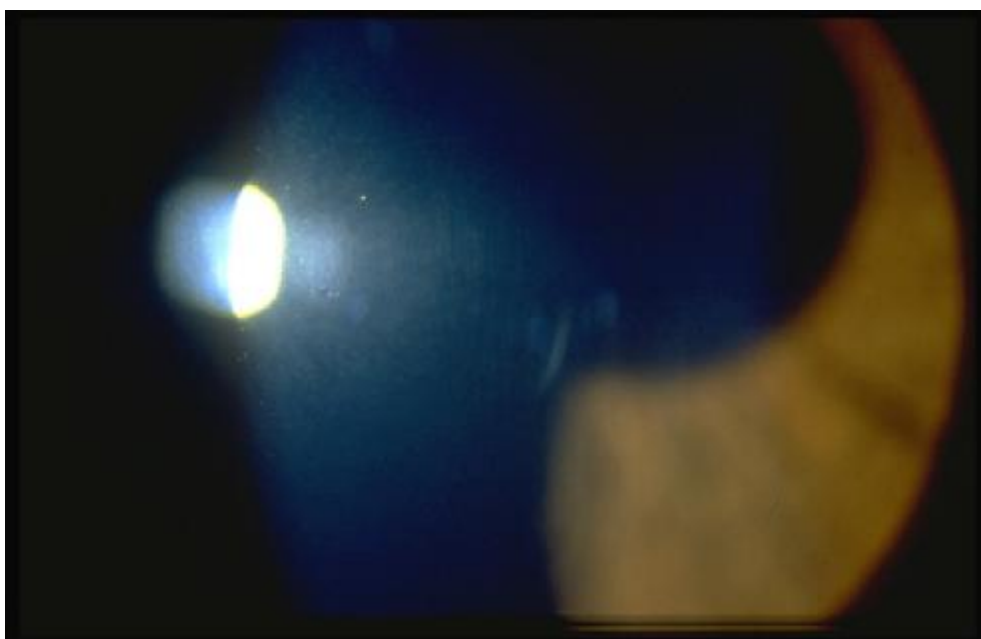
φαίνεται με το μικροσκόπιο σε πλάγια θέση, κροταφικά σε γωνία 90⁰ με τον οπτικό άξονα του εξεταζόμενου. Αν η εκτασία είναι ήπια, η προεξοχή αυτή ίσως να μην είναι ορατή, και χρειαζόμαστε την τοπογραφία για ενδελεχή διάγνωση. Αν όμως το περιστατικό είναι υποκλινικό, τότε χρειαζόμαστε Scheimpflug imaging. Ομοίως, η λέπτυνση του κερατοειδούς στο σημείο της εκτασίας είναι ορατή με τη λεπτή δέσμη της λυχνίας, μόνο σε μεσαία και προχωρημένα περιστατικά.

Στα πρώιμα στάδια του κερατόκωνου, ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά είναι ο αστιγματισμός που είναι ακανόνιστος, δηλαδή οι άξονες του αστιγματισμού δεν είναι κάθετοι και αυτό οφείλεται στο ότι υπάρχουν διαφορές στην καμπυλότητα του κερατοειδούς. Άλλα κλινικά χαρακτηριστικά είναι η μειωμένη ευαισθησία κερατοειδούς, το χαμηλό BUT, και η αυξημένη κερατοειδική χρώση.

Λόγω της κερατοειδικής ασυμμετρίας και της ύπαρξης του ασύμμετρου αστιγματισμού, έχουμε τη δημιουργία μεγάλης κόμης. Η κόμη είναι ασύμμετρο οπτικό σφάλμα και δεν μπορεί να διορθωθεί με γυαλιά οράσεως ή κλασικούς φακούς επαφής. Είναι κυρίως κατακόρυφη και έχει αρνητικό πρόσημο, καθώς ο σχηματιζόμενος κώνος βρίσκεται στο κάτω τμήμα του κερατοειδούς, ενώ αν βρίσκεται και κροταφικά ή ρινικά, συνυπάρχει και οριζόντια κόμη.

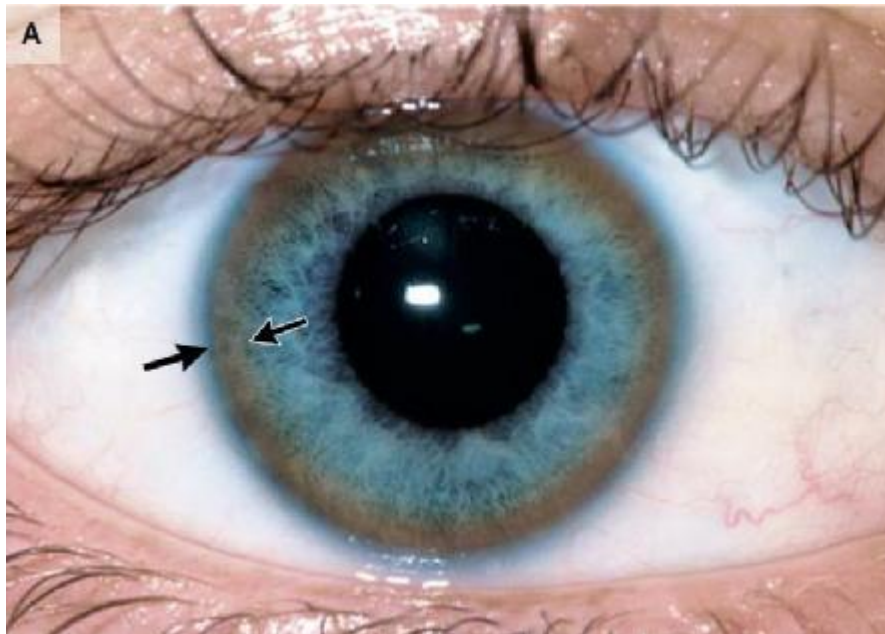
Το κόκκινο αντανάκλαστικό, που μπορεί να παρατηρηθεί από το οφθαλμοσκόπιο είναι παράτυπες και όχι ενιαίο. Επίσης με τη χρήση οφθαλμοσκοπίου μπορεί να παρατηρηθεί ψαλιδοειδής αντανάκλαση. Η ψαλιδοειδής αντανάκλαση μπορεί να παρατηρείται σε φαινομενικά φυσιολογικούς κερατοειδείς, αλλά είναι επίσης συχνότατο φαινόμενο όταν υπάρχει ουλοποίηση κερατοειδούς. Στην περίπτωση αυτή τα δυο σκέλη της ψαλίδας εκπορεύονται από την περιοχή της ουλής. Η αντανάκλαση μπορεί να παρουσιάσει διάφορες περιοχές παραμόρφωσης όπως και σε κάθε περίπτωση ανώμαλου αστιγματισμού. Σε πιο προχωρημένα στάδια κερατόκωνου η αντανάκλαση παίρνει τριγωνική μορφή με την κορυφή της στο κέντρο του κώνου και κατά την κίνηση της δέσμης του σκιασκοπίου φαίνεται να στροβιλίζεται γύρω απ την κορυφή του κώνου.

Μέσω της σχισμοειδούς λυχνίας μπορούμε να διακρίνουμε τις γραμμές του Vogt. Οι γραμμές του Vogt είναι μια ομάδα δομών που αποτελείται από τον κερκοφόρο πυρήνα, το κέλυφος και τη μάζα που τα συνδέει κοιλιακά, και τον επικλινή πυρήνα. Εμφανίζονται στη λυχνία ως πολύ λεπτές κάθετες γραμμές stress στον κερατοειδή. Παρατηρούνται στους κερατοκωνικούς ασθενείς σε ποσοστό 50%. Προκαλούνται από το τέντωμα των ιών κολλαγόνου και τη λέπτυνση στην περιοχή του κώνου. Εξαφανίζονται όμως προσωρινά αν ασκηθεί πίεση στον βολβό.



Εικόνα 16: Ραβδώσεις του Vogt

Επίσης μέσω της σχισμοειδούς χρησιμοποιώντας μπλε φίλτρο εμφανίζεται η δακτύλιος του Fleisher (Εικ. 17), που είναι χρωματισμένοι δακτύλιοι στην περιφέρεια του κερατοειδούς που προκύπτουν από χρόνιες εναποθέσεις σιδήρου, που ονομάζεται αιμοσιδηρίνη, στη βάση των επιθηλιακών κυττάρων του κερατοειδούς και εμφανίζονται στη βάση του κώνου. Είναι συνήθως κιτρινωποί έως σκούροι καφέ και μπορεί να είναι ολόκληροι ή σπασμένοι. Εμφανίζονται σε ποσοστό 50% των ασθενών. Επιπλέον μέσω της σχισμοειδούς λυχνίας παρατηρούμε αυξημένη απεικόνιση κερατοειδικών νευρικών ιών.



Εικόνα 17: Δακτύλιος Fleisher

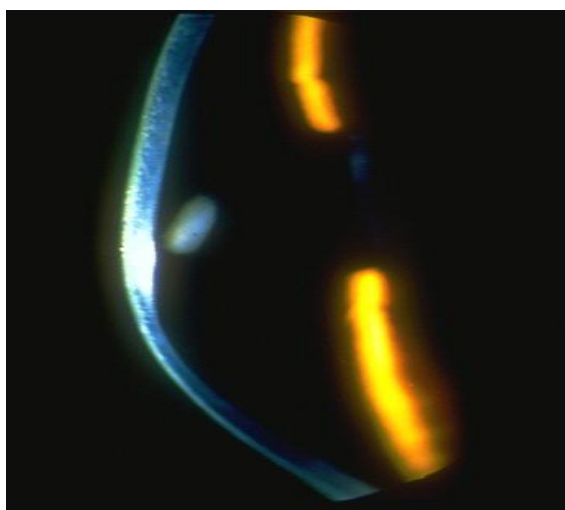
Τα σημάδια που εμφανίζονται όσο εξελίσσεται η νόσος είναι το σημείο Munson (Εικ. 18) και το σημείο Rizzuti. Το πρώτο εμφανίζεται όταν ο ασθενής κοιτάζει προς τα κάτω και πρόκειται για μια διόγκωση του κάτω βλεφάρου η οποία προκαλείται απ' την προεξοχή του κερατοειδούς. Το σημείο του Rizzuti είναι η φωτεινή αντανάκλαση της ρινικής πλευράς του σκληροκερατοειδικού ορίου όταν το φως κατευθύνεται στην κροταφική πλευρά και εντοπίζεται σε προχωρημένα στάδια κερατόκωνου.



Εικόνα 18: Σημάδι Munson

Άλλη μια διαταραχή αποτελούν οι ουλές του κερατοειδούς που εξελίσσονται με ρήξεις στη μεμβράνη Bowman, η οποία στη συνέχεια γεμίζει με ουλώδη ιστό. Σε προχωρημένες καταστάσεις μπορεί να δημιουργηθεί αυθόρμητη ρήξη της εσωτερικής επιφάνειας του κερατοειδούς προκαλώντας ένα σχήμα ημισέληνου δακρίου κοντά στην περιοχή του κώνου. Η ρήξη επιτρέπει στο υδατοειδές να περάσει στον κερατοειδή προκαλώντας σημαντικό οίδημα και θόλωση. Ο ασθενής θα

αναφέρει μια ξαφνική απώλεια της όρασης, δυσφορία και ένα ορατό λευκό σημείο στον κερατοειδή. Η ρήξη μπορεί να θεραπευτεί εντός 6-10 βδομάδες και το οίδημα καθαρίζει. Ωστόσο ένα μεταβλητό ποσό ουλών του κερατοειδούς μπορεί να αναπτυχθεί και αν δεν ανακάμψει να απαιτηθεί μεταμόσχευσή του. Περιστασιακά οξεία ύδρωπα (Εικ. 19), όπως λέγονται, και οι επακόλουθες ουλές που προκαλούν, μπορεί να ωφελήσουν ασθενείς με εξαιρετικά απότομους κερατοειδείς, διότι μπορεί αν τον ισοπεδώσουν και να τον καταστήσουν ικανό να ανεχτεί την εφαρμογή φακών επαφής.



Εικόνα 19: Οξύς ύδρωπας σε κερατόκωνο

Στη διαφορική διάγνωση του κερατόκωνου συμπεριλαμβάνονται ο υποκλινικός κερατόκωνος, η διαφανής εκφύλιση του ορίου του κερατοειδούς (Pellucid marginal degeneration) και η κερατόσφαιρα (keratoglobus). Ο υποκλινικός κερατόκωνος είναι μια πολύ ήπια μορφή κερατόκωνου που χαρακτηρίζεται από έλλειψη εξέλιξης ύστερα από 3 τουλάχιστον τοπογραφικούς ελέγχους και σταθερότητα διάθλασης για πολλά έτη. Η διάγνωση γίνεται από την τοπογραφία και είναι σημαντική καθώς αποτελεί αντένδειξη για διαθλαστική χειρουργική. Η διαφανής εκφύλιση του ορίου του κερατοειδούς εμφανίζεται με ανώμαλο αστιγματισμό στην ηλικία των 20 – 40 ετών και χαρακτηρίζεται από αμφοτερόπλευρη, βραδέως προοδευτική λέπτυνση του κερατοειδούς, που εκτείνεται από την 4η έως την 8η ώρα. Η κερατόσφαιρα εμφανίζεται εκ γενετής και προκαλεί προεξοχή και λέπτυνση ολόκληρου του κερατοειδούς ιδιαίτερος περιφερικά.

7. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Για τη θεραπεία των κερατοκωνικών ασθενών υπάρχουν πολλές μέθοδοι, η επιλογή καθεμίας από αυτές εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το βαθμό της εκτασίας, δηλαδή το βαθμό της διόγκωσης του κερατοειδούς, από τις ανάγκες του ασθενή κτλ. Η χορήγηση γυαλιών και φακών επαφής αποτελούν τις πρώτες επιλογές και γίνεται στο πρώτο και δεύτερο στάδιο του κερατόκωνου. Όμως το 10-25% των ασθενών φτάνουν σε ένα σημείο, δηλαδή στο τρίτο και τέταρτο στάδιο, που η χειρουργική επέμβαση είναι απαραίτητη. Οι χειρουργικές επιλογές περιλαμβάνουν:

- I. Μεταμόσχευση κερατοειδούς η οποία περιλαμβάνει τις εξής υποκατηγορίες: πλήρης ή διεισδυτική κερατοπλαστική, μερική ή πεταλοειδή κερατοπλαστική, κερατοπρόσθεση και επικερατοφακία.
- II. Ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι
- III. Διασύνδεση κολλαγόνου ή Cross-linking
- IV. Πρωτόκολλο της Αθήνας

και οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω.

7.1 ΜΕΤΑΜΟΣΧΕΥΣΗ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Η μεταμόσχευση κερατοειδούς ή αλλιώς κερατοπλαστική είναι η αντικατάσταση κερατοειδούς ή τμήματός του από έναν φυσιολογικό κερατοειδή κάποιου δότη που έχει αποβιώσει πρόσφατα. Η κερατοπλαστική έχει μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας σε σχέση με άλλες μεταμοσχεύσεις, όπως νεφρών ή καρδιάς για δυο λόγους. Ο πρώτος είναι η έλλειψη αγγείων και ο δεύτερος είναι η ελάχιστη αντιγονική αντίδραση η οποία οδηγεί στην απόρριψη του μοσχεύματος.

Στην περίπτωση που η απόρριψη είναι συχνή και ο ασθενής δεν δέχεται το βιολογικό μόσχευμα χρησιμοποιείται τεχνητός κερατοειδής και αυτή η διαδικασία ονομάζεται κερατοπρόσθεση. Γενικά στις κερατοπλαστικές για κερατόκωνο που γίνονται συνήθως σε άτομα ηλικίας 20-35 ετών η πιθανότητα απόρριψης του μοσχεύματος είναι 5-8%. Αντίθετα, η πιθανότητα απόρριψης σε

άτομα ηλικίας άνω των 65 είναι κάτω από 5%. Ο λόγος που δεν απορρίπτονται συχνότερα είναι ότι τα ιστικά μοσχεύματα δεν έχουν αγγεία και ράβονται πάνω σε επίσης ανάγγειο ιστό. Για τον λόγο αυτό στις συνηθισμένες μεταμοσχεύσεις κερατοειδούς δεν γίνεται έλεγχος ιστοσυμβατότητας, ούτε έλεγχος της ομάδας αίματος δότη και λήπτη.

Επειδή πρόκειται για αντικατάσταση του κερατοειδούς χιτώνα καταλαβαίνουμε ότι πρόκειται για αντικατάσταση ιστού και όχι οργάνου. Ο ευρωπαϊκός οργανισμός μεταμοσχεύσεων την κατατάσσει στην κατηγορία των μεταμοσχεύσεων που σκοπό έχουν τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και όχι της διάρκειάς της. Συνεπώς σε περίπτωση που ο νέος κερατοειδής δεν λειτουργήσει σωστά ή πάψει να λειτουργεί, δεν κινδυνεύει η βιωσιμότητα του οφθαλμού και πόσο μάλλον του ασθενούς. Αν η επέμβαση αποτύχει μπορεί να επιχειρηθεί ξανά πολλές φορές χωρίς να υπάρχει πρόβλημα.

Η μεταμόσχευση κερατοειδούς χωρίζεται σε 2 κύριες κατηγορίες ανάλογα με το κομμάτι του κερατοειδούς που μεταμοσχεύεται . Έτσι έχουμε την διαμπερή ή ολικού πάχους κερατοπλαστική, στην περίπτωση που αφαιρείται όλο το πάχος του πάσχοντος κερατοειδούς και την μερική ή πεταλοειδή κερατοπλαστική, στην περίπτωση που αφαιρεθούν μόνο οι πρόσθιες ή οπίσθιες στοιβάδες.

Η διαμπερή κερατοπλαστική είναι η πλέον συχνή επέμβαση με άριστα αποτελέσματα. Το ποσοστό επιτυχίας της κυμαίνεται στο 97%. Εφαρμόζεται από το 1937 σε όλες τις περιπτώσεις θόλωσης του κερατοειδούς. Η επέμβαση γίνεται με τοπική ή γενική νάρκωση. Αφαιρείται ο πάσχων κερατοειδής με έναν ειδικό τρύπανο και τοποθετείται και συρράπτεται ο υγιής κερατοειδής του δότη με ράμματα που είναι λεπτότερα από ανθρώπινη τρίχα. Ο ασθενής μπορεί να φύγει από το νοσοκομείο αυθημερόν και ο προστατευτικός επίδεσμος θα αφαιρεθεί στο εξεταστήριο την επόμενη μέρα της χειρουργικής επέμβασης. Αν και η οπτική οξύτητα θα βελτιώνεται σταδιακά για αρκετούς μήνες μετά την επέμβαση, ο ασθενής δεν χρειάζεται να παραμείνει στο νοσοκομείο μετά την επέμβαση. Ανάλογα με το επίπεδο της προεγχειρητικής όρασης του οφθαλμού, που συνήθως είναι εξαιρετικά μειωμένη, αλλά και της όρασης του άλλου

οφθαλμού, ο ασθενής λαμβάνοντας τα απαραίτητα μέτρα προστασίας όπως προστατευτικά γυαλιά και την ανάλογη φαρμακευτική αγωγή, που περιλαμβάνει χάπια και κολλύρια για την αποφυγή μόλυνσης, μπορεί να επιστρέψει άμεσα στην εργασία του. Τα ράμματα ξεκινούν να αφαιρούνται το δεύτερο μήνα και η πλήρης επούλωση μπορεί να γίνει σε ένα χρόνο. Αν ο ασθενής παρατηρήσει κοκκίνισμα, φωτοφοβία ή πόνο πρέπει να πάει απευθείας στον οφθαλμίατρο.

Είναι σπάνιο ο νέος κερατοειδής να αποκτήσει τέλειο σχήμα, αν και τα αποτελέσματα είναι πολύ καλά. Μια οπτική οξύτητα 5/10 μετεγχειρητικά φτάνει τα 9/10. Κατά συνέπεια το 60% των ασθενών μετά την εγχείρηση αποκτούν αστιγματισμό, ο οποίος οφείλεται και στην τοποθέτηση ραμμάτων που αφαιρούνται συνήθως μετά από 1 χρόνο. Κατά μέσο όρο οι μεταμοσχευμένοι κερατοειδείς έχουν 4-5 βαθμούς αστιγματισμό, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη ρύθμιση της τελικής όρασης του ασθενούς. Βέβαια αυτό διορθώνεται ευκολότερα με μαλακούς ή σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς επαφής κανονικής διαμέτρου ή επέμβαση laser που μπορεί να γίνει μετά από 12 μήνες.

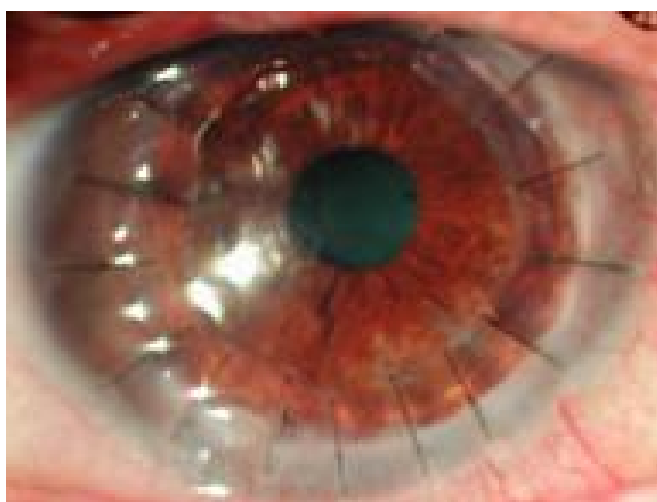


Εικόνα 20: Πορεία μεταμόσχευσης

Η πεταλοειδής κερατοπλαστική χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Την πρόσθια τμηματική κερατοπλαστική αν αφαιρεθούν οι πρόσθιες στοιβάδες κερατοειδή και την οπίσθια τμηματική κερατοπλαστική αν αφαιρεθούν οι οπίσθιες στοιβάδες κερατοειδούς. Όπου είναι δυνατό προτιμούμε αυτήν την τεχνική. Είναι δυνατή η επιλεκτική αντικατάσταση του πρόσθιου κερατοειδικού στρώματος, σχεδόν όλου του στρώματος ή του ενδοθηλίου. Ο διαχωρισμός

γίνεται με τη βοήθεια ειδικών αυτοπονημένων μικροκερατόμων και ειδικών εργαλείων χειρουργικής. Μια τέτοια συσκευή είναι η HANA της MORIA .

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται τα τελευταία 4-5 χρόνια. Το μόσχευμα στην πρόσθια τμηματική κερατοπλαστική είναι σαν ένας βιολογικός φακός επαφής που τοποθετείται χειρουργικά πάνω και όχι μέσα στην οφθαλμική κοιλότητα. Τα πλεονεκτήματα της είναι η αποφυγή ενδοφθάλμιων χειρισμών, η αδυναμία ενδοθηλιακής απόρριψης, η μη ανάγκη χρήσης φαρμακευτικής αγωγής, η μεγαλύτερη αντοχή του κερατοειδούς σε περίπτωση τραυματισμού, αφού η αντοχή του κερατοειδούς προσεγγίζει πολύ γρήγορα την αντοχή του φυσιολογικού κερατοειδούς πράγμα που δεν ισχύει ποτέ στην περίπτωση της κλασσικής μεταμόσχευσης, η δυνατότητα χρήσης excimer laser πάνω στο μόσχευμα για καλύτερα αποτελέσματα και η συντομότερη παραμονή ραμμάτων (Εικ. 21) με αποτέλεσμα να έχουμε λιγότερο ερεθισμό και μικρότερη πιθανότητα μόλυνσης. Στην περίπτωση αυτή η ανάγκη λήψης κολλυρίου κορτιζόνης δραματικά μειώνεται ώστε να μην αναπτύσσεται κορτιζονικός καταρράκτης, αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης και να μειώνεται ακόμα περισσότερο η πιθανότητα επιμολύνσεων. Είναι ιδανική σε περιπτώσεις προχωρημένου κερατόκωνου σε νεαρά άτομα.



Εικόνα 21: Συρραφή ραμμάτων στον κερατοειδή

Εξίσου σημαντική είναι η χρήση μοσχευμάτων από μεγαλύτερους σε ηλικία δότες, χωρίς κανένα περιορισμό στην επιβίωση του ενδοθηλίου μιας και το ενδοθήλιο του δότη δεν μεταμοσχεύεται στον ασθενή. Ειδικά στον κερατόκωνο

η μεταμόσχευση στρώματος από ενήλικα δότη προτιμάται γιατί ο κερατοειδής του έχει πιο πολυμερισμένο κολλαγόνο. Στην κλασική μεταμόσχευση λόγω της ηλικίας των κερατοκωνικών ασθενών, αποφεύγονται πάντα τα μοσχεύματα από πολύ νεαρούς δότες και προτιμώνται μοσχεύματα από δότες ηλικίας 25 – 45 ετών.

Τα πλεονεκτήματα της οπίσθιας τμηματικής κερατοπλαστικής είναι η ταχύτερη αποκατάσταση της όρασης, ο μικρός αστιγματισμός και η μη χρήση ραμμάτων. Το μειονέκτημα της είναι η απώλεια ενδοθηλιακών κυττάρων, η μετακίνηση του μοσχεύματος και η αποκόλλησή του την πρώτη μέρα με αποτελέσματα την ανάγκη ολικής κερατοπλαστικής. Τα μειονεκτήματα της μερικής ή τμηματικής κερατοπλαστικής είναι η μεγάλη καμπύλη εκμάθησης της τεχνικής, το γεγονός ότι σε ένα ποσοστό 5 – 10% η εγχείρηση πρέπει ή να διακοπεί ή να μετατραπεί σε κλασική μεταμόσχευση, αν διαπιστωθεί διεγχειρητική ρήξη της δεσκεμετείου μεμβράνης. Επίσης η κλασική μεταμόσχευση δεν φαίνεται να υπολείπεται σε τίποτα όσον αφορά την μετεγχειρητική όραση από την μερική μεταμόσχευση.

Ο χειρουργός θα διαχωρίσει τον κερατοειδή σε δύο τμήματα με μικροχειρουργικά εργαλεία ή με ειδικό laser. Το μόσχευμα θα τοποθετηθεί στον πρόσθιο θάλαμο, πίσω από τον κερατοειδή αφού αφαιρεθεί το πάσχον τμήμα του χωρίς στηρικτικά ράμματα, αλλά με τη βοήθεια μιας φυσαλίδας αέρα που σταθεροποιεί το μόσχευμα στη θέση του.

Η μεταμόσχευση, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, γίνεται μόνο με κερατικό ιστό από ανθρώπινο δότη και σε ορισμένες περιπτώσεις από συνθετικό κερατοειδή. Έχουν γίνει πολλές έρευνες για να βρεθεί μόσχευμα από ζώο ή ψάρι, όμως οι ιστοί αυτοί δεν είναι συμβατοί με τον ανθρώπινο κερατοειδή.

Υπάρχουν τράπεζες μοσχευμάτων όπου ο δότης μπορεί να δωρίσει τα μάτια του μετά το θάνατό του. Η ευρωπαϊκή ένωση και οι ΗΠΑ έχουν οριοθετήσει με κάθε λεπτομέρεια την διαδικασία επιλογής, ελέγχου και μεταφοράς του μοσχεύματος στο χειρουργικό κέντρο που θα γίνει η επέμβαση και του ελέγχου του μακροχρόνιου αποτελέσματος της επέμβασης, από θεσμικά

όργανα μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, που λέγονται «τράπεζες οφθαλμού - eye banks». Οι αναγνωρισμένες τράπεζες οφθαλμών λειτουργούν κάτω από αυστηρό έλεγχο και συγκεκριμένες προϋποθέσεις και κανονισμό λειτουργίας ώστε να είναι πάντα ενδεδειγμένη και πλήρης ο έλεγχος των ιστικών μοσχευμάτων που θα καταλήξουν στα μάτια των ασθενών μας. Παράλληλα γίνονται αιματολογικές εξετάσεις για τον αποκλεισμό παθήσεων που μπορεί να μεταφερθούν στο δότη. Εφόσον το μόσχευμα είναι κατάλληλο στέλνεται στον χειρουργό για να μεταμοσχευθεί στον ασθενή του. Στην Ελλάδα τα μοσχεύματα είναι περιορισμένα, επομένως τα περισσότερα έρχονται από το εξωτερικό.

Αντίθετα με τα μοσχεύματα οργάνων που ο συγχρονισμός όλων των συντελεστών της επέμβασης είναι ιδιαίτερα σημαντικός, στις μεταμοσχεύσεις κερατοειδούς ο παράγοντας χρόνος είναι λιγότερο καθοριστικός. Η συλλογή μοσχευμάτων είναι δυνατή έως και αρκετές ώρες μετά το θάνατο του δότη και η παραμονή τους στις τράπεζες μοσχευμάτων είναι δυνατή για λίγες βδομάδες. Μόνο στις ΗΠΑ γίνονται άνω των 35.000 μεταμοσχεύσεων ετησίως και υπάρχει και «πλεόνασμα» μοσχευμάτων για εξαγωγή σε άλλες χώρες άνω των 10.000 μοσχευμάτων ετησίως. Πολύ προσεκτικές μελέτες έχουν αποδείξει πως τα μοσχεύματα από αερομεταφορά δεν έχουν κανένα μειονέκτημα επιβίωσης σε σχέση με μοσχεύματα που τοποθετούνται σε μεταμοσχευτικό κέντρο που υπάρχει δίπλα σε τράπεζα οφθαλμών.

Πριν από την εξέταση θα πρέπει ο χειρουργός να γνωρίζει καλά το ιστορικό της υγείας του ασθενή και να ελέγξει τα μάτια του δηλαδή την όραση, την κατάσταση του κερατοειδούς και οποιαδήποτε παθολογία, με μια σειρά εξετάσεων. Επίσης ο ασθενής θα πρέπει να ενημερώσει τον ιατρό για οποιαδήποτε λήψη φαρμάκων ακόμη και για αυτά που παίρνει χωρίς συνταγή γιατρού, καθώς επίσης και για την ύπαρξη αλλεργίας σε οποιαδήποτε ουσία.



Την ημέρα της κερατοπλαστικής, θα δοθούν οι απαραίτητες οδηγίες προετοιμασίας. Εάν ο ασθενής λαμβάνει φάρμακα, ο οφθαλμίατρος θα καθορίσει εάν και πότε θα πρέπει να διακόψει την αγωγή. Σταγόνες με αντιβίωση χρησιμοποιούνται πριν την επέμβαση. Δεν θα πρέπει ο ασθενής να

γευματίσει ή να πει τίποτα για 6 - 12 ώρες πριν την επέμβαση. Η μετεγχειρητική αγωγή συνίσταται από κολλύρια που ενσταλάζονται πάνω στο μάτι κάθε λίγες ώρες τις πρώτες μέρες. Συνήθως η θεραπεία σταματά τελείως μετά από 3-4 μήνες. Μόνο σε λίγες εξαιρετικές περιπτώσεις χρειάζεται να γίνει χρήση ειδικής προεγχειρητικής ή μετεγχειρητικής αγωγής.

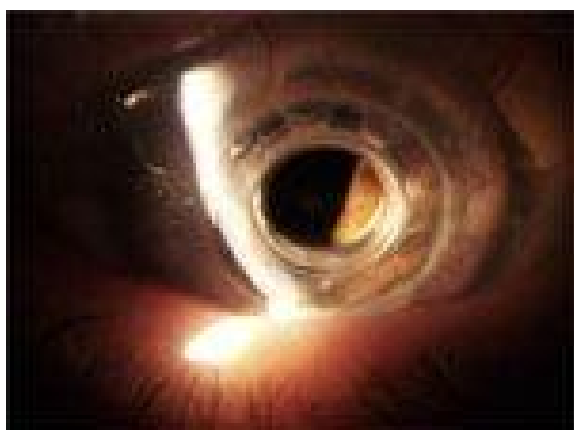
Οι επιπλοκές της κερατοπλαστικής, πέρα από την απόρριψη του μοσχεύματος είναι οι ίδιες με αυτές κάθε άλλης ενδοφθάλμιας επέμβασης πχ καταρράκτη. Είναι η μόλυνση, η φλεγμονή, η αιμορραγία, η αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης, επιπλοκές από το οπίσθιο ημιμόριο όπως η εξωθητική αιμορραγία και η αποκόλληση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

Ακόμα 2 τρόποι αντιμετώπισης του κερατόκωνου, που ουσιαστικά ανήκουν στη μεταμόσχευση κερατοειδούς (Εικ. 22) είναι η επικερατοφακία και η κερατοπρόσθεση. Η διαδικασία της πρώτης περιλαμβάνει την αφαίρεση του επιθηλίου του κερατοειδούς από το δότη και στη συνέχεια το ράψιμο πάνω στο στρώμα του υποκείμενου κερατοειδούς. Έχει λιγότερο ευνοϊκά αποτελέσματα σε σχέση με τη διεισδυτική και με την πεταλοειδή κερατοπλαστική, παρά την εξέλιξη της τεχνολογίας, για αυτό το λόγο δεν προτιμάται.

Ο τεχνητός κερατοειδής (Εικ. 22) (κερατοπρόσθεση) είναι ένας πλαστικός φακός υψηλής διοπτρικής δύναμης κατασκευασμένος στο εργαστήριο με στόχο να αντικαταστήσει το άρρωστο τμήμα του κερατοειδούς. Το μόσχευμα αυτό τοποθετείται στον πάσχοντα οφθαλμό με μικροχειρουργική επέμβαση που είναι σχεδόν ίδια με την κλασική μεταμόσχευση κερατοειδούς. Τα άκαμπτα υλικά προτιμώνται από τα μαλακά, λόγω της υπεροχής τους στην κλινική πράξη και τα κλινικά τους αποτελέσματα.

Η επέμβαση αυτή προτιμάται σε ασθενείς με σοβαρό πρόβλημα σχεδόν καθολικής τύφλωσης του κερατοειδούς. Γενικά ενδείκνυται σε δύο περιπτώσεις:

- I. Σε αμφοτερόπλευρη απώλεια όρασης λόγω κερατοπάθειας σε περιπτώσεις που η μεταμόσχευση με κλασικό μόσχευμα έχει αποτύχει τουλάχιστον μια φορά.
- II. Σε περίπτωση που υπάρχει αντένδειξη, έχει αποτύχει ή δεν είναι δυνατή η ταυτόχρονη ή ετερόχρονη διενέργεια διαμπερούς κερατοπλαστικής και μεταμόσχευσης στελεχιαίων κυττάρων σκληροκερατοειδικού ορίου.



Εικόνα 22: Τεχνητός κερατοειδής

Ο ασθενής θα πρέπει να είναι πλήρως ενημερωμένος για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτής της επέμβασης. Το βασικότερο πλεονέκτημα της χρήσης της κερατοπρόσθεσης είναι η αδυναμία απόρριψης του μοσχεύματος, που στην κλασική μεταμόσχευση η απόρριψη αυτή ταλαιπωρεί τους ασθενείς. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα επαναμεταμόσχευσης είτε κάνοντας καινούρια κερατοπρόσθεση, είτε τοποθετώντας ένα κλασικό μόσχευμα αν χρειαστεί και βέβαια κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις. Σε καλά επιλεγμένους ασθενείς η χρήση κερατοπρόσθεσης έχει αποδεδειγμένα, με μελέτες, καλύτερα αποτελέσματα όρασης και επιβίωσης του μοσχεύματος και λιγότερες επιπλοκές στα πλαίσια της πενταετίας από ότι η χρήση βιολογικών μοσχευμάτων. Τέλος, η βελτίωση της οπτικής οξύτητας γίνεται πιο γρήγορα από ότι στη κλασική μεταμόσχευση.

Τα μειονεκτήματα της κερατοπρόσθεσης είναι ο σοβαρότερος μακροχρόνιος κίνδυνος μόλυνσης σε σύγκριση με την κλασική μεταμόσχευση, το τεχνητό μόσχευμα παρέχει μικρότερο οπτικό πεδίο από ότι το βιολογικό και υπάρχει αδυναμία μέτρησης της ενδοφθάλμιας πίεσης με χρήση κλασικών τονόμετρων.

7.2 CROSS-LINKING

Οι βιολογικές και μηχανικές ιδιότητες του κερατοειδούς καθορίζονται από την περιεκτικότητα σε ίνες κολλαγόνου και από τη σύνδεση αυτών μεταξύ τους. Στον κερατόκωνο οι ίνες κολλαγόνου του κερατοειδούς δεν συνδέονται μεταξύ τους σταθερά και σαν αποτέλεσμα ο κερατοειδής είναι πιο ελαστικός και πιο μαλακός.

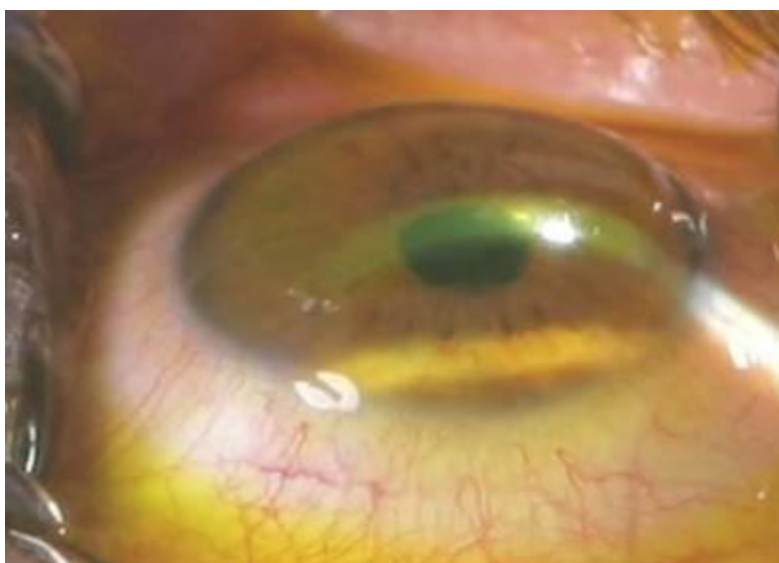
Η διασύνδεση κολλαγόνου (Collagen Crosslinking with UVA-Riboflavin) είναι ο μόνος παραχειρουργικός τρόπος που μας δίνει σήμερα την δυνατότητα ενδυνάμωσης του κερατοειδούς του ασθενούς χωρίς προσθήκη μοσχεύματος και χωρίς να γίνει τομή στον κερατοειδή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη σταθεροποίηση και σε μερικές περιπτώσεις τη «μείωση» του κώνου και άρα τη βελτίωση της όρασης.

Η διασύνδεση του κολλαγόνου στην σημερινή της μορφή είναι το αποτέλεσμα ερευνών της ερευνητικής ομάδας του πανεπιστημίου της Δρέσδης της δεκαετίας του 1990. Το πρωτόκολλο θεραπείας που χρησιμοποιούμε είναι του T.Seiler και Wollensack της ίδιας ερευνητικής ομάδας βασισμένο σε έρευνες στη Δρέσδη και στην Ζυρίχη τα τελευταία 10 χρόνια. Τον Δεκέμβριο του 2006 ανακοινώθηκαν συγκεντρωτικά αποτελέσματα άνω των 3000 οφθαλμών στο δεύτερο παγκόσμιο συνέδριο διασύνδεσης κολλαγόνου κερατοειδούς στη Ζυρίχη. Σήμερα 3 εταιρείες προσφέρουν με πιστοποίηση CE την τεχνολογία για πραγματοποίηση αυτού του είδους θεραπείας. Μέχρι σήμερα έχει χρησιμοποιηθεί σε πάνω από 50 οφθαλμολογικά κέντρα διεθνώς.



Εικόνα 23: Ενστάλαξη σταγόνων ριβοφλαβίνης

Η θεραπεία αυτή βασίζεται στην ισχυροποίηση των κολλαγόνων ινών του στρώματος του κερατοειδούς, με τη χρησιμοποίηση τη φωτο-ευαισθητοποιού ουσίας ριβοφλαβίνης της οποίας γίνεται έγχυση, και την ακτινοβόλησή του με Α υπεριώδη ακτινοβολία σε συγκεκριμένο μήκος και ενέργεια. Βιομηχανικές μετρήσεις έχουν δείξει ότι με την τεχνική αυτή έχουμε αύξηση της ακαμψίας του κερατοειδούς κατά 328,9% μετά από τη θεραπεία αυτή. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε αρχόμενους κερατόκωνους, ώστε να διατηρηθεί η καλύτερη οπτική οξύτητα που υπάρχει στα αρχικά στάδια της νόσου.



Εικόνα 24: Επιβεβαίωση της διείσδυσης της βιταμίνης στον πρόσθιο θάλαμο

Η δράση της ενέργειας που προσροφάται μέσω της ριβοφλαβίνης στοχεύει την αύξηση της διαμέτρου των κολλαγόνων ινών, η οποία επιτυγχάνεται με την διασύνδεση ανάμεσα στις αλυσίδες του κολλαγόνου του στρώματος κ την ενδυνάμωσή του. Τα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά όσον αφορά την σταθεροποίηση του κερατόκωνου δηλαδή της συγκράτησης της εξέλιξης του κερατόκωνου. Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται και μια σημαντική μείωση της καμπυλότητας που οδηγεί σε βελτίωση της όρασης.

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 (Εικ. 23), 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(Εικ. 25) 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, όπως γυμναστική, μακιγιάζ κλπ. Μια βδομάδα μετά την θεραπεία ελέγχουμε τις κερατομετρικές μεταβολές και την όραση με διόρθωση. Ο έλεγχος γίνεται κάθε μήνα για το πρώτο εξάμηνο.



Εικόνα 25: Ακτινοβόληση κερατοειδούς

Όλα τα στοιχεία μετρήσεων μέχρι τώρα δείχνουν μια αξιοσημείωτη σταθερότητα, που διαρκεί χρόνια μετά από μία μόνο θεραπεία. Ανάλογα με την πάθηση, την ηλικία και την ανταπόκριση του ασθενούς στην πρώτη θεραπεία με δεδομένο την φυσιολογική αναδιάταξη του κολλαγόνου στον κερατοειδή, θεωρείται πως πιθανόν ένα πολύ νεαρό άτομο να χρειαστεί ξανά νέα θεραπεία τρία με δέκα χρόνια μετά την πρώτη θεραπεία.

Έτσι οφθαλμοί με ικανοποιητική όραση πριν την θεραπεία φαίνεται ότι ενδυναμώνονται τόσο ώστε να κινδυνεύουν πολύ λιγότερο από περαιτέρω εξέλιξη της νόσου. Σε οφθαλμούς με μέτριο κερατόκωνο παρατηρείται στατιστικά σημαντική μείωση της μυωπίας και του αστιγματισμού στην τοπογραφία δύο περίπου διοπτριών κατά μέσο όρο, συχνά όμως αρκετούς μήνες μετά την θεραπεία. Σε περίπτωση προχωρημένου κερατόκωνου πάντως η θεραπεία με ριβοφλαβίνη από μόνη της δεν είναι συνήθως αρκετή να βελτιώσει ικανοποιητικά την όραση του ασθενούς. Σε επιλεγμένα περιστατικά η διασύνδεση του κολλαγόνου γίνεται ταυτόχρονα ή αρκετούς μήνες πριν την εφαρμογή επιλεκτικής φωτοκερατεκτομής, με σκοπό την βελτίωση της όρασης και τη αποφυγή της κερατοπλαστικής.

Οι θεραπείες που μέχρι σήμερα εφαρμόζονται διορθώνουν μόνο το διαθλαστικό σφάλμα χωρίς να θεραπεύουν την ίδια τη νόσο. Η θεραπεία του cross-linking επεμβαίνει στην ίδια τη νόσο, ισχυροποιώντας την αντίσταση των κολλαγόνων ινών στην δράση των ενζύμων κολλαγενάση, πεπτάση, τριπτάση, αυξάνοντας την ακαμψία τους, ώστε να μπορεί να ανασταλεί μόνιμα πλέον η πρόοδος του κερατόκωνου κάτι που φαίνεται από τη μεταβολή των κερατομετρικών και τοπογραφικών ενδείξεων.

Δεν είναι όλοι οι κερατοκωνικοί ασθενείς κατάλληλοι για αυτή τη θεραπεία. Προτιμώνται τα περιστατικά στα οποία δεν υπάρχει ουλοποίηση του κώνου, κεντρικό νεφέλιο ή θόλωση του κερατοειδούς και όταν το κεντρικό πάχος δεν έχει μειωθεί κάτω από τα 400μ, αν και αυτό δεν αποτελεί αντένδειξη αφού υπάρχει η δυνατότητα με τη χρησιμοποίηση υδατικού διαλύματος ριβοφλαβίνης να προκαλέσουμε στρωματικό οίδημα και αύξηση του πάχους στα ασφαλή όρια.

Μολονότι, αρκετά κέντρα έχουν προχωρήσει ήδη στην ταυτόχρονη θεραπεία και στους δύο οφθαλμούς την ίδια μέρα, προτείνεται πάντα η θεραπεία πρώτα του χειρότερου σε όραση ματιού, εάν και εφόσον υπάρχει η ένδειξη και οι συνθήκες ασφαλείας για την πραγματοποίηση της θεραπείας. Ο άλλος οφθαλμός μπορεί να υποβληθεί στην ίδια θεραπεία μετά από λίγες εβδομάδες. Όσον αφορά την ηλικία του ασθενούς αυτή δεν είναι καθοριστική. Δεν έχουμε λόγο να αναβάλλουμε μια θεραπεία σε ένα παιδί 14 ετών όταν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις επιδείνωσης, συνήθως μη αναστρέψιμης, των κερατοειδικών μετρήσεων.

Η μείωση της οπτικής οξύτητας σε κερατοκωνικούς οφθαλμούς, η αύξηση του αστιγματισμού και της μυωπίας ή απλώς των δεικτών στην καμπυλομετρική και υψομετρική τοπογραφία καθώς και η μείωση του κεντρικού κερατοειδικού πάχους συνήθως τεκμηριώνουν επαρκώς πως ο κερατοειδής ενός ματιού είναι ασταθής. Σ αυτές τις περιπτώσεις είναι πιθανόν ο καλά ενημερωμένος ασθενής να επιλέξει να υποβληθεί σε θεραπεία ενδυνάμωσης του κερατοειδούς με διασύνδεση κολλαγόνου.



Η μόνη επιπλοκή που μπορεί να προκύψει είναι η βλάβη του ενδοθηλίου. Κάτι τέτοιο μπορεί να δημιουργηθεί μόνο εφόσον ακτινοβοληθεί κερατοειδής με πάχος μικρότερο από 400μ χωρίς να χρησιμοποιηθεί τεχνητή οξείδωση του στρώματος. Η αντίδραση του ενδοθηλίου σε περιπτώσεις πάχους μεγαλύτερου από 400μ

είναι πολύ σπάνια. Το τραύμα του επιθηλίου του κερατοειδούς αν και είναι αναστρέψιμο σε 2-5 ημέρες ενδέχεται να προκαλέσει ενόχληση, αίσθημα ξένου σώματος και καύσου, δακρύρροια ερυθρότητα και θολή όραση. Αν και τα συμπτώματα αυτά δεν είναι συνήθως ανησυχητικά, θα πρέπει να αποκλειστεί μια εξαιρετικά σπάνια μόλυνση του κερατοειδούς (κερατίτιδα). Ο καταρράκτης, η βλαπτική επίδραση στο εσωτερικό του οφθαλμού από την υπερϊώδη ακτινοβολία, δεν είναι δυνατό να εμφανιστεί με το συγκεκριμένο πρωτόκολλο θεραπείας.

Πλεονεκτήματα

1. Δεν έχουν παρατηρηθεί επιπλοκές στον οφθαλμό ή στον ασθενή από τη χρήση της συγκεκριμένης ακτινοβολίας πάνω στο μάτι στα πλαίσια της συγκεκριμένης αυτής θεραπείας .
2. Η τεχνολογία και το πρωτόκολλο εφαρμογής έχουν δοκιμαστεί στην κλινική πράξη. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά από την μεγάλη πλειονότητα των ανεξαρτήτων ερευνητών.
3. 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

1. 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.
2. Η σταθεροποίηση ενός μέτριου κερατόκωνου με cross-linking έχει παρατηρηθεί ότι αλλάζει σε κάποιες περιπτώσεις την συμπεριφορά εφαρμογής του κερατοκωνικού φακού επαφής.

Συμπερασματικά αποτελεί μια νέα προσέγγιση στη θεραπεία των κερατεκτασιών, πιο απλή, με λιγότερες επιπλοκές και λιγότερο δαπανηρή.

7.3 ΕΝΔΟΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΔΑΚΤΥΛΙΟΙ

Μια εναλλακτική λύση για τη μεταμόσχευση κερατοειδούς είναι η τοποθέτηση ενδοστρωματικών δακτυλίων στον κερατοειδή. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται πάνω από 15 χρόνια περίπου για διόρθωση μυωπίας έως -3,00 dpt. Υπάρχουν δύο τύποι :

- Οι δακτύλιοι (intact) που έχουν εξαγωνική διατομή και χρησιμοποιούνται συχνότερα. Έχουν εγκριθεί από το FDA το 1994 και από τον Ιούλιο του 2004 χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία του κερατόκωνου.
- Τα ferrararings που έχουν τριγωνικό πρισματικό σχήμα.



Εικόνα 26: Ενδοστρωματικός δακτύλιος

Πρόκειται για μικροσκοπικά πλαστικά ενθέματα που τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια και στην περιφέρεια του κερατοειδούς, εκτός οπτικής ζώνης, και αλλάζουν το σχήμα του. Με την εισαγωγή τους πετυχαίνουμε τη μηχανική ενίσχυση και την αύξηση της τάσης των ινιδίων του κολλαγόνου του στρώματος. Έτσι αντιτίθενται στην διόγκωση του κερατοειδούς με αποτέλεσμα τη βελτίωση της όρασης. Χρησιμοποιούνται σε ήπιες έως μέτριες περιπτώσεις κερατόκωνου με κάποια επιτυχία.

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. Επίσης ακόμα και αν χρησιμοποιηθούν σε κατάλληλους χρήστες, παρά τη βελτίωση της όρασης ο ασθενής θα χρειάζεται γυαλιά οράσεως. Σε αυτή την περίπτωση η όραση του είναι χειρότερη σε σχέση με το να χρησιμοποιούσε σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς επαφής. Χρειάζεται καλή διατήρηση του πρόσθιου θαλάμου για την αποφυγή μόλυνσης κερατοειδούς και μερικές φορές εξώθηση του δακτυλίου. 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.



Η μικροχειρουργική επέμβαση ένθεσης ενδοστρωματικών δακτυλίων γίνεται με τοπική αναισθησία, με σταγόνες μόνο, και διαρκεί περίπου 15 λεπτά. Γίνεται είτε χρησιμοποιώντας ένα dissector για την δημιουργία των κυκλικών υποδοχέων για τους δακτυλίους, είτε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία femtosecond laser. Έτσι σταθεροποιείται ο κερατόκωνος και επιτυγχάνεται βελτίωση της φυσικής όρασης καθώς και της διορθωμένης με γυαλιά όρασης. Τα αποτελέσματα γίνονται αντιληπτά σε λιγότερο από μία μέρα.

Υπάρχουν πολλές συζητήσεις για το αν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ένα ή δύο τμήματα του δακτυλίου. Πολλοί υποστηρίζουν ότι ένα παχύτερο τμήμα θα πρέπει να τοποθετηθεί γύρω από τη βάση του κώνου. Πρέπει επίσης να βελτιωθούν η διάμετρος, το πάχος, το σχήμα και το πλάτος του δακτυλίου.

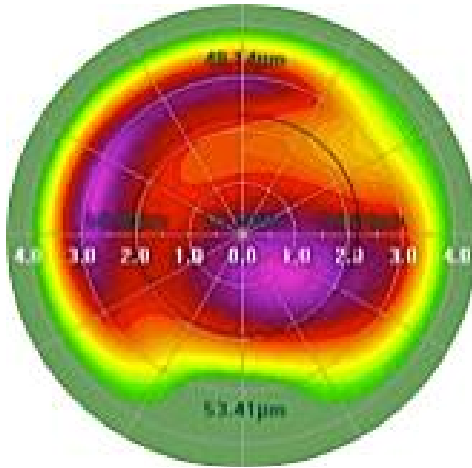
Ο κύριος Ο' Brart που χρησιμοποιεί πάνω από 7 χρόνια αυτή την τεχνική, υποστηρίζει πως θα πρέπει να γίνεται όταν ο ασθενής έχει δυσανεξία σε φακούς επαφής σε ήπιας μορφής κερατόκωνους, χωρίς κεντρικές ουλές, και πρέπει να εφαρμόζεται πριν από την εξέταση για μεταμόσχευση κερατοειδούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια μείωση περίπου 2,00 dpt τόσο στον αστιγματισμό όσο και στην κλίση κερατοειδούς.

7.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

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 αμετροπιών.

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 (Εικ. 27), 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.



Εικόνα 27: Χάρτης εξατομικευμένης κατανομής φωτοαποδόμησης

Μετά την επέμβαση ο ασθενής είναι ελεύθερος να φύγει, δεν χρειάζεται να παραμείνει κλινής. 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%.

7.5 ΓΥΑΛΙΑ

Αρχικά, μια προσωρινή λύση ώστε να ικανοποιηθεί ο ασθενής, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι η συνταγογράφηση γυαλιών. Γινόμενου αυτού, ο ασθενής μετά από λίγο καιρό θα παραπονιέται ότι τα γυαλιά του δεν τον βολεύουν πια. Η νέα διάθλαση που θα πραγματοποιηθεί από τον οφθαλμίατρο, σχεδόν πάντα, δεν θα ικανοποιεί απόλυτα τον ασθενή. Ο λόγος είναι ότι η παραμόρφωση του κερατοειδούς δεν μπορεί να διορθωθεί σε κάθε σημείο με τη χρήση γυαλιών.

Η χορήγηση γυαλιών θα πρέπει να γίνεται μόνο εάν προσφέρουν κάποια βελτίωση στην όραση. Καλύτερη απόδοση έχουμε σε μονόφθαλμα περιστατικά

που βρίσκονται στα αρχικά στάδια. Θα πρέπει να προτιμώνται μόνο σε περιπτώσεις όπου η χρήση φακών επαφής θα πρέπει να αποφευχθεί. Τέλος κατά τη συνταγογράφηση θα πρέπει να χορηγείται ο μικρότερος κύλινδρος, ο οποίος προσφέρει ικανοποιητική όραση, διότι ολόκληρος ο κύλινδρος πολλές φορές δεν είναι ανεκτός από τον ασθενή.

8. ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΙΚΟΥ ΑΣΘΕΝΗ

Ο κερατοκωνικός ασθενής δεν μοιάζει με έναν απλό χρήστη φακών επαφής και πολλές φορές χρειάζεται ειδική αντιμετώπιση. Οι γνώσεις του για την ασθένεια του κερατόκωνου, καθώς και των μεθόδων επίλυσής του, μπορεί να μην είναι επαρκείς. Χρειάζεται λοιπόν, να γίνει μια εκτεταμένη συζήτηση με τον εφαρμοστή, έτσι ώστε, ο τελευταίος να του εξηγήσει όλες τις απορίες σχετικά με την πάθηση αυτή καθώς επίσης και τον ρόλο που παίζουν οι φακοί επαφής και τις επιλογές που έχει.

Συνήθη θέματα που έχει ο ασθενής και οφείλει να απαντήσει ο εφαρμοστής και οι απαντήσεις τους:

- Αν υπάρχει κληρονομικότητα στη νόσο και μεταδοθεί στα παιδιά του.
Ο κερατόκωνος έχει κληρονομική πηγή. Όμως τα αίτιά του είναι πολυπαραγοντικά και δεν υπάρχουν συγκεκριμένες ενδείξεις για κληρονομική συσχέτιση. Επομένως οι πιθανότητες να αποκτήσουν κερατόκωνο τα παιδιά του ασθενούς είναι πάρα πολύ λίγες.
- Αν έκανε κάτι ο ίδιος και απέκτησε κερατόκωνο.
Υπάρχει συσχέτιση του κερατόκωνου με το τρίψιμο των ματιών. Δεν είναι όμως ξεκάθαρο ακόμα αν ο κερατόκωνος προκαλείται από το μηχανικό τραύμα που προκύπτει από το τρίψιμο ή αν ο κερατόκωνος έχει ήδη κάνει την εμφάνισή του και προκαλεί κνησμό στον ασθενή. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ο κερατόκωνος οφείλεται σε περιβαλλοντικά αίτια, αλλά και σε μεταλλάξεις γονιδίων.
- Απορίες σχετικά με το κόστος των φακών επαφής.

Ο εφαρμοστής θα πρέπει να εξηγήσει στον ασθενή τις επιλογές που έχει, να μιλήσει για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της καθεμιάς και με αυτό τον τρόπο να δικαιολογήσει το κόστος των. Η επίδειξη της όρασης με τον κάθε φακό είναι ο ιδανικότερος τρόπος για να πεισθεί ο ασθενής για τις επιλογές του.

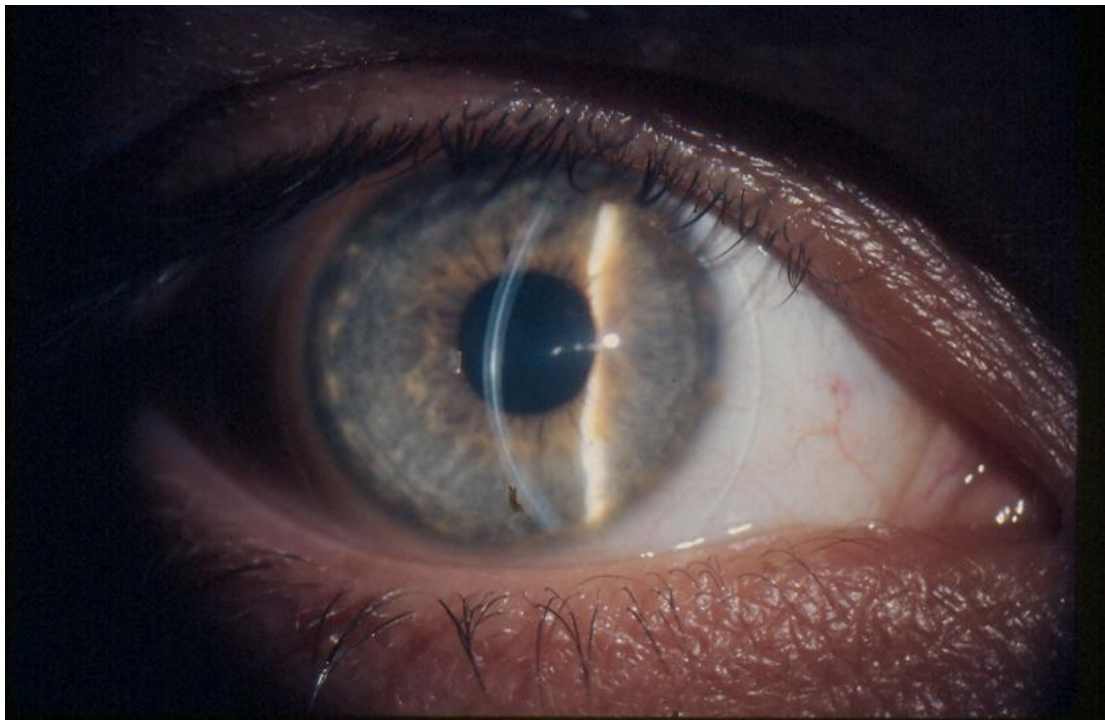
- Αν υπάρχει πιθανότητα να εξαλειφθεί ο κερατόκωνος με τη χρήση φακών επαφής.
Οι φακοί επαφής δεν θεραπεύουν τον κερατόκωνο. Υπάρχουν περιστατικά κατά τα οποία διαπιστώθηκε διακοπή της εξέλιξης της νόσου λόγω της σμιλευτικής δράσης του φακού πάνω στον κερατοειδή. Μολαταύτα, τα περιστατικά αυτά είναι μεμονωμένα και τα αποτελέσματά τους είναι παροδικά. Δηλαδή ο κερατόκωνος θα επιστρέψει όταν ο φακός θα σταματήσει να χρησιμοποιείται, και προς το παρόν δεν υπάρχει τρόπος για να επιτευχθεί ένα τέτοιο αποτέλεσμα.
- Αν η χρήση φακών μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία κερατόκωνου.
Η μη σωστή χρήση φακών επαφής μπορεί να δημιουργήσει οίδημα. Η δημιουργία κερατόκωνου σαν απόρροια της μη σωστής χρήσης φακών επαφής δεν είναι αποδεδειγμένη, αν και υπάρχουν υπόνοιες. Δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να δοθεί τέτοια εντύπωση στον ασθενή αν πρώτα δεν είναι σίγουρος ο εφαρμοστής.
- Εάν μπορεί ο κερατόκωνος να επηρεάσει την ισορροπία ενός ατόμου.
Η ισορροπία εξαρτάται από το εσωτερικό του αυτιού και το σύστημα της όρασης. Η πληροφορία αυτή επεξεργάζεται από τον εγκέφαλο για να μας βοηθήσει να οριοθετηθούμε στο χώρο. Οτιδήποτε μπορεί να επηρεάσει την λειτουργία του εσωτερικού του αυτιού ή την όραση, διαταράσσει και την ισορροπία. Σε άλλη περίπτωση νευρολογικά προβλήματα μπορεί να προκαλέσουν την έλλειψη της (ισορροπίας). Εάν υπάρχουν προβλήματα με την ισορροπία, τα όποια προκαλούνται από το σύστημα της όρασης, μπορεί να οφείλεται σε διαφορές στην όραση ή στην συνταγή μεταξύ των δυο οφθαλμών, που ο γιατρός σας είναι σε θέση να διορθώσει εύκολα. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να οφείλεται σε συνταγή που έχει αλλάξει.

- Πολλοί παραπονιούνται πως έχουν παρατηρήσει ένα καθημερινό έντονο πόνο στο τάδε μάτι το οποίο επίσης πονάει όταν το ανοιγοκλείνουν ή το κινούν έχοντας το βλέφαρο κλειστό, κι αν αυτό είναι φυσιολογικό. Θα πρέπει να γίνει σαφές στον ασθενή πως πολλοί είναι αυτοί που παραπονιούνται για δυσανεξία ή έντονο πόνο. Από τη στιγμή που ο πόνος ενδέχεται να είναι σύμπτωμα άλλων προβλημάτων, καλό θα ήταν να το αναφέρει το συντομότερο.

ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι φακοί επαφής αποτελούν ένα από τα πιο ενδιαφέροντα θέματα του οφθαλμολογικού κλάδου. Χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της όρασης αλλά και για θεραπευτικούς σκοπούς. Χρησιμοποιούνται, δηλαδή, για την αντιμετώπιση πολλαπλών παθήσεων του κερατοειδούς, απαλλάσσοντας τον ασθενή από επώδυνα συμπτώματα. Το πότε θα εφαρμοστεί ένας φακός για οπτική ή θεραπευτική χρήση είναι ευθύνη και υποχρέωση του οφθαλμίατρου, ο οποίος θα εκτιμήσει τις ενδείξεις.



Εικόνα 28: Φακός επαφής

2. ΕΙΔΗ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

Εφόσον ο ασθενής θέλει να φορέσει φακούς επαφής θα πρέπει να γίνει μια ολοκληρωμένη οφθαλμολογική εξέταση, εξετάζοντας την όραση, τα επικουρικά όργανα του οφθαλμού, τα δάκρυα ποσοτικά και ποιοτικά, την ενδοφθάλμια

πίεση και τον βυθό. Ο ασθενής θα πρέπει να εφαρμόζει σωστό καθαρισμό των φακών σύμφωνα με τις οδηγίες του ιατρού για να αποφύγει σοβαρά προβλήματα ως προς την υγεία του ματιού του.

Οι φακοί επαφής κατασκευάζονται από διάφορα υλικά τα οποία προσδίδουν στο φακό τη σύστασή του, μαλακός ή σκληρός, τη διαπερατότητα σε οξυγόνο και την υδροφιλία του υδρόφιλος ή υδρόφοβος.

Οι 2 κατηγορίες είναι:

1. Οι σκληροί αεροδιαπερατοί που χωρίζονται σε 2 υποκατηγορίες :
 - α) αυτοί που αποτελούνται από PMMA
 - β) αυτοί που αποτελούνται από CAB
2. Οι μαλακοί φακοί που χωρίζονται σε 2 υποκατηγορίες:
 - α) αυτοί που αποτελούνται από υδρογέλη
 - β) αυτοί που αποτελούνται από σιλικόνη

Ο στόχος είναι να επιλεγεί ένας φακός ο οποίος να προσφέρει:

1. καλή ποιότητα όρασης, διορθώνοντας κερατοειδικό αστιγματισμό
2. καλή άνεση και εφαρμογή για πολλές ώρες χρήσης
3. υψηλή μεταβιαστικότητα σε οξυγόνο .

Το 1971 έγιναν οι πρώτες εφαρμογές θεραπευτικών φακών επαφής σε πολλές παθολογικές καταστάσεις του κερατοειδούς. Το 2004 εγκρίθηκε από το FDA η χρήση των φακών επαφής σε περίπτωση κερατόκωνου. Η χρήση των θεραπευτικών φακών συνιστάται για :

1. επούλωση επιθηλίου του κερατοειδούς
2. ύγρανση κερατοειδούς
3. βελτίωση του πόνου (κυρίως στην φουσαλιδώδη κερατοπάθεια και στα άτομα έλκη)
4. Depot-φάρμακα για γλαύκωμα και ξηροφθαλμία
5. προστασία κερατοειδούς από τριχίαση, έκθεση κτλ.

Η χορήγηση των φακών επαφής στην περίπτωση του κερατόκωνου γίνεται όταν τα γυαλιά δεν παρέχουν ικανοποιητική όραση, λόγω του υψηλού αστιγματισμού και της υψηλής τάξης έκτροπων. Στην Ελλάδα χορηγούνται από ειδικευμένους οπτικούς και από οφθαλμιάτρους. Η πρώτη επιλογή στη χορήγηση φακών επαφής για κερατόκωνο είναι ειδικοί σκληροί αεροδιαπερατοί

φακοί επαφής. Είναι μικρότερης διαμέτρου από αυτούς που χρησιμοποιούμε σε απλές περιπτώσεις αμετροπίας, με διάμετρο 5-7 mm έτσι ώστε να εφαρμόζουν στον οξύ κώνο.

Πριν την εφαρμογή κάποιου κερατοκωνικού φακού επαφής είναι απαραίτητη η δοκιμαστική εφαρμογή, διότι υπάρχουν πολλοί σχεδιασμοί και δεν μπορεί να προβλεφθεί ποιός 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 υλικά του δεύτερου φακού που παραγγέλλει 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 κινητικότητα 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.

2.1 ΣΚΛΗΡΟΙ ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής που χρησιμοποιούνται στον κερατόκωνο είναι κατασκευασμένοι από σύγχρονα υλικά. Η τεχνολογία τους βρίσκεται υπό εξέλιξη. 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. 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. Σε αυτές τις περιπτώσεις προτιμώνται οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής. Αυτοί προσφέρουν καλή ποιότητα όρασης στα κερατοκωνικά μάτια χωρίς να διορθώνουν την κατάσταση. Κατά την εφαρμογή τους συντηρούν ένα φακό δακρύων μεταξύ κερατοειδούς και φακού. Ο φακός δακρύων 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.



Εικόνα 29: Σκληρός αεροδιαπερατός φακός

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 ποιά σημεία πιέζει και σε ποιά 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.

Ø 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.



Οι εταιρείες που κατασκευάζουν σκληρούς αεροδιαπερατούς κερατοκωνικούς φακούς επαφής είναι:

- Rose K2
- Soper K
- Acuity Mark
- McGuire
- Woodward
- Menicon → Menicon KRC
- Procornea → F Keratoconus
- Ciba Vision → Perceon E
- LGI → LGI Keratoconus
- Conforma → Conforma K
- Lens Design → C-Kone
- Metro Optics → ComfortKone
- Eyeart → Dualascon, Dualascon 2, Dualascon INV και Dualascon TORIC

Οι **Rose K2** είναι οι πιο διαδεδομένοι φακοί και έχουν την πιο απλή εφαρμογή. Για την κατασκευή τους χρειάζονται αδειοδότηση. Είναι τετρακαμπυλωτοί και ο εφαρμοστής μπορεί να επιλέξει μόνο την καμπυλότητα οπτικής ζώνης και της απώτερης περιφέρειας, ενώ το εργαστήριο τις υπόλοιπες. Για την σωστή εφαρμογή τους χρειάζεται η ελάχιστη επαφή του κώνου στο φακό. Αν η περιφέρεια δεν είναι ικανοποιητική παραγγέλνουμε πιο σφιχτούς ή χαλαρούς φακούς, ανάλογα με τις ανάγκες μας. Αν υπάρχει διαφορά στην ανύψωση των 2 μεσημβρινών παραγγέλνουμε τορική μεσοπεριφέρεια ή τορική πίσω οπτική ζώνη. Αλλάζοντας την περιφέρεια αλλάζει και η βασική καμπυλότητα για να έχουμε ισοδύναμη εφαρμογή, αλλάζει και η ισχύς. Το μειονέκτημά τους είναι οι μικρές οπτικές ζώνες, ειδικά σε πολύ μικρές ακτίνες καμπυλότητας. Επίσης υπάρχει δυσκολία σε άτομα με μεγάλες κόρες, ιδιαίτερα το βράδυ διότι γίνεται κακή επικέντρωση.

Οι **Soper K** είναι δικαμπυλωτοί και η καμπυλότητα των ζωνών προσδιορίζεται σε διοπτρίες. Το διαγνωστικό σετ αποτελείται από 10 φακούς με διαφορετική διάμετρο ο καθένας. Σε αρχόμενο στάδιο κερατόκωνου χρησιμοποιούνται φακοί με μικρότερη διάμετρο, ενώ σε προχωρημένο φακοί με

μεγαλύτερη διάμετρο. Ο στόχος της σχεδίασης είναι η αύξηση της τοξωτής απόστασης ώστε να εφαρμόζει και να καλύπτει ακόμα και τους πιο προχωρημένους κερατόκωνους. Όσο πιο μεγάλη καμπυλότητα έχουν αυτοί οι φακοί, τόσο πιο μεγάλη διάμετρο οπτικής ζώνης έχουν. Σκοπός τους δεν είναι η απόλυτη εφαρμογή στον κερατοειδή, αλλά η κάλυψη της ασυμμετρίας τους. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι οι Soper K υπερτερούν από τους Rose K2.

Οι **ComfortKone** είναι τρικαμπυλωτοί και ο εφαρμοστής μπορεί να επιλέξει μόνο την κεντρική ακτίνα καμπυλότητας.

Οι **Dualascon** έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τους Rose K2. Δεν έχουν τη δυνατότητα εμπρόσθιας οπτικής ζώνης και πρισματικής σταθεροποίησης. Έχουν όμως δυνατότητα μεταβολής καμπυλότητας και έτσι παρέχουν ιδανική εφαρμογή. Κατασκευάζονται σε αντίστροφη γεωμετρία για να παρέχουν καλύτερη σταθεροποίηση και έχουν μεγαλύτερες οπτικές ζώνες από τους Rose K2. Είναι τρικαμπυλωτοί ασφαιρικής σχεδίασης εφαρμογής και οπτικής, μεταβαλλόμενης εκκεντρότητας. Οι παράμετροι των καμπυλοτήτων της περιφέρειας στοχεύουν να εφαρμόσουν την μεγάλη πλειονότητα των κερατοκωνικών κερατοειδών χωρίς επιπλέον παραμετροποιήσεις. Η οπτική ζώνη τους είναι αρκετά μεγάλη ώστε να καλύπτει πλήρως το κορικό πεδίο ακόμη και σε εφαρμογές με αυξημένη κινητικότητα.

Ο κερατοκωνικός κερατοειδής είναι ασύμμετρος και παρουσιάζει μεγάλες τιμές εκκεντρότητας. Έτσι λοιπόν, για να έχουμε καλύτερη εφαρμογή χρειάζονται πολλαπλές καμπύλες και ασφαιρικές γεωμετρίες, οι οποίες είναι απαραίτητες ειδικά στη μετάβαση από την κορυφή του κώνου στην περιφέρεια όπου έχουμε δραματικές μεταβολές στην κερατοειδική καμπυλότητα. Αυτό είναι και το κοινό χαρακτηριστικό που παρουσιάζουν όλες οι εταιρείες παρά τις διαφορές τους. Βέβαια τα χαρακτηριστικά αυτά είναι διαφορετικά κωδικοποιημένα σε κάθε εταιρεία.

Το εργαστήριο θα πρέπει να μπορεί να εξομαλύνει τις απότομες ακμές που σχηματίζονται από τις αλλαγές των ζωνών και των καμπυλοτήτων ώστε να μην

είναι αμβλείες ούτε και οξείες. Ο εφαρμοστής, από τη δική του μεριά, θα πρέπει να ελέγξει αν είναι καλή αυτή η εξομάλυνση με την αφή. Θα πρέπει να νιώθει την μετάβαση στις διαμέτρους, αλλά όχι γωνίες ή αιχμές. Ο έλεγχος αυτός είναι απαραίτητος πριν από την παράδοση.

Οι Dualascon 2 είναι τρικαμπυλωτοί ασφαιρικοί με αυξημένη περιφερική επιπλάτυνση. Οι Dualascon INV είναι τετρακαμπυλωτοί ασφαιρικοί με αντίστροφη γεωμετρία και χρησιμοποιούνται σε προχωρημένες κερατοκωνικές καταστάσεις. Τέλος οι Dualascon TORIC είναι τρικαμπυλωτοί ασφαιρικοί με τορική περιφέρεια για βέλτιστη οπτική και αίσθηση.

2.2 ΜΑΛΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ ΠΑΧΟΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

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

1. Kerasoft 2(μη ιονικό υλικό), 3 (υλικό σιλικόνης-υδρογέλης), IC (φακός αντίστροφης γεωμετρίας) της Ultravision.
2. Acuity soft K της Acuity
3. 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 ασφαιρικής 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.

2.3 ΜΑΛΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΑΣΥΜΜΕΤΡΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΟΙ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 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 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 πρεσβυωπία 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.

2.4 ΥΒΡΙΔΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

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.



Εικόνα 30: Υβριδικός φακός επαφής

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 του 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.

2.5 ΣΚΛΗΡΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

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 αμετροπιών ενσωματώνεται μετά την ολοκλήρωση των αισθητικών μερών, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν καλά οπτικά αποτελέσματα.

3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

3.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΚΕΝΟΥ ΚΟΡΥΦΗΣ

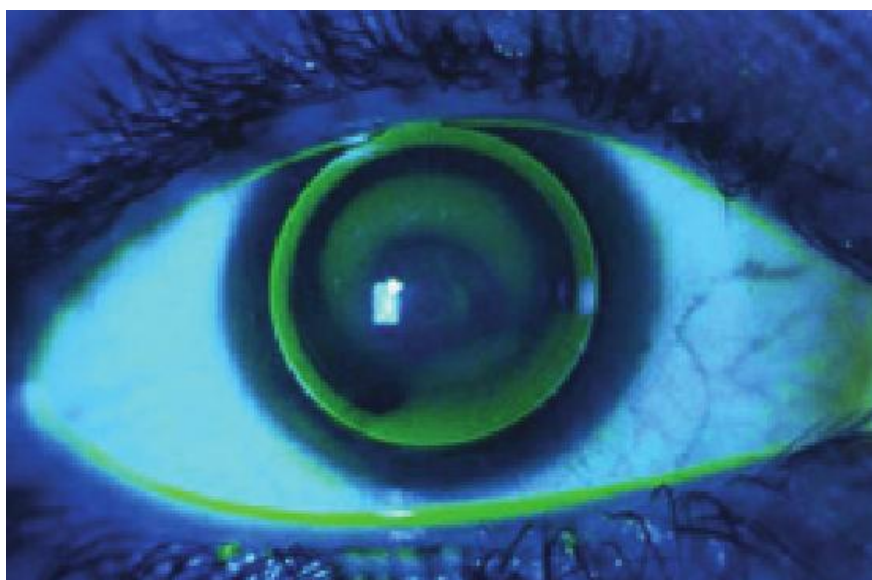
Είναι μια εφαρμογή σκληρών αεροδιαπερατών φακών, για τη διόρθωση του κερατόκωνου, κατά την οποία ο εφαρμοστής αφήνει το κέντρο του φακού να είναι λίγο σφιχτό, ακόμα και σε σημείο τέτοιο που να μην είναι ορατό το

σημείο κορυφής του κώνου. Αυτό γίνεται αρκεί ο φακός επαφής να έχει καλή κινητικότητα.

3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ 3 ΣΗΜΕΙΩΝ

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 επίπεδος και ακουμπά έντονα στον κώνο, διότι μπορεί να προκαλέσει ενόχληση και να οδηγήσει σε έλκη. Η μέθοδος 3 σημείων (Εικ.30) είναι προτιμότερη από τη μέθοδο διάκενου κορυφής αλλά και οι δύο μέθοδοι έχουν ίδιες πιθανότητες να δημιουργήσουν έλκη.

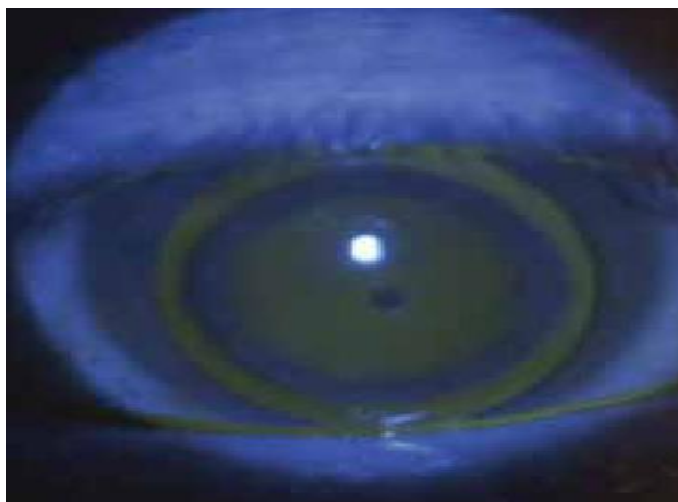
Ο στόχος είναι να κατανεμηθεί το βάρος του φακού όσο πιο ομοιόμορφα γίνεται μεταξύ του κώνου και της περιφέρειας του κερατοειδούς. Αυτό απαιτεί ελαφριά επαφή του φακού με το κέντρο του κερατοειδούς, σε μια περιοχή 2-3 mm και έναν δεύτερο δακτύλιο επαφής στη μέση περιφέρεια του κερατοειδούς. Για να διασφαλίζεται 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.



Εικόνα 31: Εφαρμογή 3 σημείων

Ø Σφιχτή εφαρμογή

Κατά την εφαρμογή αυτή (Εικ. 31) 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 φυσαλίδων στην κεντρική περιοχή του φακού ενδέχεται να προκληθεί κακή εναλλαγή δακρύων, οίδημα και κακή οπτική οξύτητα.



Εικόνα 32: Σφιχτή εφαρμογή

Ø Επίπεδη εφαρμογή

Κατά την εφαρμογή αυτή (Εικ. 32) 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.



Εικόνα 33: Επίπεδη εφαρμογή

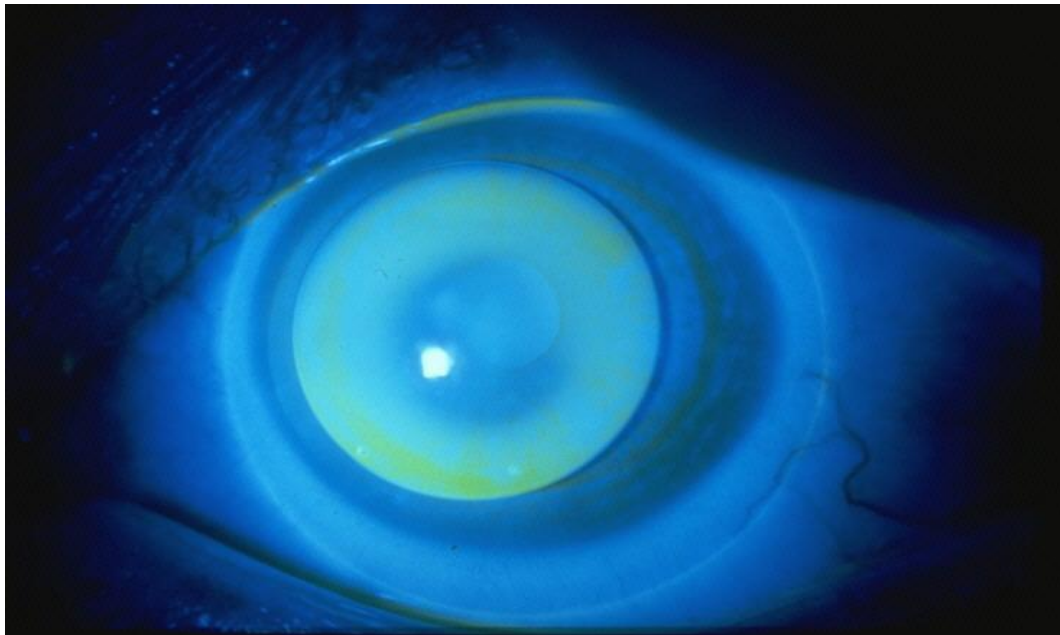
3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ PIGGY-BACK

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 είναι γνωστή και ως Sandwich και 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.



Εικόνα 34: Εφαρμογή piggy-back

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.

ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ PIGGY-BACK

Για να γίνει σωστή εφαρμογή της τεχνικής piggy-back (Εικ.33) 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. Οι εταιρείες που διαθέτουν τους φακούς αυτούς είναι οι εξής:

- ✚Oasys, Acuvue 2 και Advance της Johnson & Johnson με 8,4 ακτίνα καμπυλότητας
- ✚Pure Vision της Baush & Lomb με 8,3 ακτίνα καμπυλότητας
- ✚Acuvue 1 Day Moist και True Eye της Johnson & Johnson με 8,5 ακτίνα καμπυλότητας
- ✚Soflens Daily disposable της Baush & Lomb με 8,6 ακτίνα καμπυλότητας

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 piggy-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 φλουροσεϊνης, 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.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ

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:

1. Η όραση του άλλου οφθαλμού
2. Η μετεγχειρητική κατάσταση του οφθαλμού
3. Η προσωπική υγιεινή του ασθενούς
4. Οι δεξιότητες και η αντίληψη του ασθενούς για τη συνέπεια της μετεγχειρητικής παρακολούθησης
5. 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. Τέτοιοι φακοί είναι οι: Lamda Conus της Eyeart και Kerasoft IC της Ultravision.

Οι φακοί αντίστροφης γεωμετρίας εφαρμόζονται για 3 βασικούς λόγους:

1. Την καλύτερη ταύτιση της κερατοειδικής γεωμετρίας με αυτή του φακού
2. Την καλύτερη σταθεροποίηση σε κερατοειδείς με έντονες υψομετρικές διακυμάνσεις
3. 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. Τέτοιοι φακοί επαφής είναι οι Synergeyes PS, που είναι αντίστροφης γεωμετρίας και οι Scleraflex της Eyeart.

Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη μας όσον αφορά τον κερατόκωνο και τις μεθόδους αντιμετώπισής του οδηγηθήκαμε στο συμπέρασμα, πως όποια μέθοδος αντιμετώπισης κι αν αποτελέσει κοινή απόφαση του εφαρμοστή και του ασθενή, η χρήση των φακών επαφής είναι αναπόφευκτη. Αυτό συμβαίνει διότι οι φακοί χρησιμοποιούνται στα πρώιμα στάδια του κερατόκωνου, ενώ σε μεταγενέστερα στάδια γίνεται μεταμόσχευση κερατοειδούς ή διασύνδεση κολλαγόνου. Εντούτοις και μετά το τέλος των επεμβάσεων γίνεται χρήση φακών επαφής για τη διόρθωση υπολειπόμενου αστιγματισμού. Επίσης παρατηρείται πως οι φακοί είναι μια σχετικά νέα μέθοδος, η οποία εγκρίθηκε από το FDA το 2004 και ακόμα βρίσκεται υπό εξέλιξη. Αν λοιπόν αναλογιστούμε πως εκτός από την ευκολία και το χαμηλό κόστος, παρέχουν και προδιαγραφές, οι οποίες μπορεί να είναι ειδικές για την κάθε περίπτωση ασθενή, διαπιστώνουμε ότι εύλογα οι φακοί επαφής αποτελούν την πλέον διαδεδομένη μέθοδο αντιμετώπισης και οδηγούμαστε στο ερώτημα, που μπορεί να φτάσει η εξέλιξή τους με το πέρασμα των χρόνων;

Διαπιστώνοντας επίσης πως ο κερατόκωνος είναι μια σοβαρή ασθένεια που αφορά κυρίως τους εφήβους διατυπώνουμε την σκέψη ότι θα ήταν καλό να γίνουν καμπάνιες στα σχολεία, ώστε να ενημερωθούν τόσο τα παιδιά όσο και οι γονείς. Άλλωστε η πρόληψη είναι και η καλύτερη θεραπεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

- Κ. Κατσούλος & Δ. Μακρυνιώτη, Φακοί Επαφής, Β' Κλινική πρακτική & εφαρμογές, εκδ. Σύγχρονη Γνώση, 2010
- Batterbury & Bowling & Murphy, Οφθαλμολογία, 3^η έκδοση, Παρισιάνος, 2010
- Adel Barbara, Textbook on keratoconus, New Insights, Jaypee Highlights, Medical Publishers Inc., 2012

Άρθρα

- Αλεξάκης Ηλίας, «Κερατόκωνος και θεραπεία με υπέρυθρο φως», Κυριακάτικη Αυριανή – Υγεία, 2008
- Σταθάκου Αιμιλία, «Όταν ξυπνά ο κερατόκωνος», Απογευματινή της Κυριακής – Υγεία, 2008
- «Πρωτοποριακή μέθοδος θεραπείας του Κερατόκωνου», Ο φιλελεύθερος online, Αρ. φύλλου 16413, 2005
- Fink BA et al, Differences in keratoconus as a function of gender. Am J Ophthalmol 2005;140:459-68

Διαδίκτυο

- <http://www.karageorgopoulos.gr/article.php?return=main&cat=43>
- <http://www.ofthalmologiko-iatrio.gr/products6.php?wh=1&lang=1&the1id=11&theid=11&open1=11&open2=>
- <http://www.ofthalmologiko-iatrio.gr/products6.php?wh=1&lang=1&the1id=10&theid=10&open1=10&open2=>
- <http://www.onsports.gr/Sports-Science/item/217878-Ti-einai-o-keratokonos>
- http://www.eyecenter.gr/faq_ceratoctonos.asp#epipef2

- <http://www.opticalhouse.gr/el/optometry/therapeutic-lenses/therapeutic-lenses.html>
- <http://www.opticalhouse.gr/blog/page/2>
- http://www.eyear.org/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=95&lang=el
- <http://www.allaboutvision.com/conditions/inserts.htm>
- <http://vision.about.com/od/sportsvision/p/Keratoconus.htm>
- http://www.eyear.org/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=89
- <http://www.helpkeratoconus.com/when-was-keratoconus-discovered.htm>