

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ
ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ: ΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ ΚΑΙ ΤΟ
ΠΑΡΟΝ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΡΟΥΣΣΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ
ΤΣΑΜΗ ΘΕΟΔΩΡΑ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
κ. ΔΡΑΚΑΚΗ ΕΛΕΝΗ**

ΑΙΓΙΟ – ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας στην σχολή επαγγελματιών υγείας και πρόνοιας του τμήματος Οπτικής και Οπτομετρίας στην πόλη του Αιγίου. Στόχος αυτής της πτυχιακής είναι η μελέτη και η παρουσίαση των διαθλαστικών επεμβάσεων του κερατοειδούς καθώς και η εξέλιξή τους στο πέρασμα του χρόνου.

Η διαθλαστική χειρουργική είναι το σύνολο χειρουργικών τεχνικών που εφαρμόζονται σε εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο για την διόρθωση διαθλαστικών ανωμαλιών όπως η μυωπία, η υπερμετροπία, ο αστιγματισμός και η πρεσβυωπία. Πρόκειται για επεμβάσεις που ρυθμίζουν την εστίαση του οφθαλμού πάνω στον αμφιβληστροειδή ώστε η όραση να είναι καθαρή. Αυτές οι τεχνικές είναι πολλές και διάφορες και κάθε φορά επιλέγεται εκείνη που θα φέρει το καλύτερο επιθυμητό αποτέλεσμα. Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη της τεχνολογίας οι διαθλαστικές επεμβάσεις έγιναν πιο ασφαλείς με αποτέλεσμα να μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες των ασθενών.

Αυτήν την στιγμή υπάρχουν δύο laser που χρησιμοποιούνται στις επεμβάσεις αυτές και είναι το excimerκαι το femtosecondlaser. Και τα δύο laser είναι υψηλής ακριβείας και κατευθυντικότητας.

Το ενεργό υλικό του excimerlaser είναι διμερή μόρια που αποτελούνται από ένα άτομο ευγενούς αερίου και ένα άτομο αλογόνου. Τα μόρια αυτά μπορούν υπάρξουν μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες και ο χρόνος ζωής τους είναι μερικά ns. Είναι παλμικά λέιζερ και εκπέμπουν στην περιοχή του υπεριώδους. Το excimerlaserεκπέμπει στην υπεριώδη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Ανήκει στην κατηγορία των ψυχρών lasers. Τα ψυχρά laser είναι χαμηλότερης ενέργειας laserκαι δεν προκαλούν θερμικά εγκαύματα. Κάθε παλμός του μπορεί να αφαιρέσει 39 εκατομμυριοστά της ίντσας ιστού. Η ακτινοβολία αυτού του μήκους κύματος (ArF 193 nm) απορροφάται σχεδόν πλήρως από τον κερατοειδικό ιστό, χωρίς να δημιουργεί βλάβες στους γειτονικούς ιστούς . Κατά την απορρόφηση διασπώνται μοριακοί δεσμοί των δομικών στοιχείων του κερατοειδή.

Τα femtosecondlaser που χρησιμοποιούνται στην διαθλαστική χειρουργική είναι laser στερεάς κατάστασης και εκπέμπουν παλμούς φωτός με μήκος κύματος που ανήκει στο εγγύς υπέρυθρο, δηλαδή στα 1053 nm για εφαρμογές τον κερατοειδή και 1030 για εφαρμογές στον κρυσταλλοειδή φακό.. Με την τεχνολογία femtosecond δημιουργούνται μικροσκοπικές φυσαλίδες μέσα στο στρώμα του κερατοειδή ολοκληρώνοντας με αυτόν τον τρόπο την δημιουργία του κρημνού.

Μέσα στην πτυχιακή αυτή αναφέρονται οδηγίες για όσους ενδιαφέρονται να προχωρήσουν σε επέμβασεις διαθλαστικής χειρουργικής,τα πλεονεκτήματα τους καθώς και οι επιπλοκές τους. Αναλύονται λεπτομερώς τα laser που εφαρμόζονται στον οφθαλμό τα μέρη τους, τα χαρακτηριστικά και οι ιδιοτητές τους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την καθηγητριά μας κ.Δρακάκη κυρίως για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε όπως και για την υπομονή που έκανε κατά την διάρκεια της διακπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Καθώς και για την βοήθεια και την καθοδηγησή της για την επίλυση διάφορων θεμάτων.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε και να αφιερώσουμε την παρούσα εργασία στους γονείς μας, οι οποίοι μας στήριξαν στις σπουδές μας με διάφορους τρόπους φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μορφωσήμας.Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε και κάποιους άλλους ανθρώπους που μας στήριξαν ηθικά και τους οφείλουμε πολλά. Ένας από αυτούς είναι ο κ. Παναγιώτης Πετρόπουλος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της παρούσας εργασίας αφορά χειρουργικές μεθόδους με τις οποίες γίνεται διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων (μυωπία, υπερμετωπία, αστιγματισμός, υπερμετροπία) και την εξέλιξη τους στο πέρασμα του χρόνου.

Σε έναν φυσιολογικό οφθαλμό, οι προσπίπτουσες σε αυτόν ακτίνες φωτός περνώντας από τα διάφορα διαθλαστικά μέσα του, καταλήγουν σε ένα συγκεκριμένο σημείο το οποίο ονομάζεται αμφιβληστροειδής. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καθαρή όραση. Ένας οφθαλμός με διαθλαστικό σφάλμα, αδυνατεί να συγκεντρώσει τις ακτίνες στον αμφιβληστροειδή με αποτέλεσμα η όραση να είναι θολή και ο ασθενής να χρειάζεται διόρθωση με γυαλιά ή φακούς επαφής.

Οι πρώτες διαθλαστικές επεμβάσεις έκαναν την εμφανισή τους την δεκαετία του '40 όταν ο άνθρωπος συνειδητοποίησε ότι μεταβάλλοντας το σχήμα του κερατοειδούς του αλλάζει την διαθλαστική δύναμη του οφθαλμού του και διορθώνει το σφάλμα του. Οι πρώτες τεχνικές που εφαρμόστηκαν είχαν αρχικά επιτυχία και διαδόθηκαν γρήγορα αλλά σύντομα λόγω προβλημάτων, παραγκωνίστηκαν.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των lasersέφερε τη λύση στις κάποτε προβληματικές επεμβάσεις στην διαθλαστική χειρουργική. Η επανάσταση ήρθε με την εμφάνιση του excimerlaser (συχνότητα παλμού laser 400Hz – 2 secs / διοπτρία), το οποίο αντικατέστησε την διαδικασία της σμίλευσης του κερατοειδούς με μικροκερατόμο και απλοποίησε τις επεμβάσεις. Το excimerlaser είναι κατάλληλο για επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής γιατί εκπέμπει μήκος κύματος 193nm στην περιοχή του υπεριώδους.

Τα τελευταία χρόνια ένα ακόμα laser έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται στον χώρο της οφθαλμολογίας και μάλιστα τείνει να καταργήσει την δημιουργία του flap (κερατοειδικού κρημνού) με μικροκερατόμο στις επεμβάσεις LASIK. Αυτό το νέο laser εκπέμπει παλμούς διάρκειας femtosecond. Το femtosecondlaser πήρε το όνομα του από τους χιλιάδες παλμούς που εκπέμπει και για τις τρομερές δυνατότητές του. Τα femtosecond laser είναι laser που χρησιμοποιούν παλμό πάρα πολύ μικρής χρονικής διάρκειας 10-16/sec. Αυτό έχει αποτέλεσμα μια πολύ μικρή ποσότητα ενέργειας να εφαρμόζεται για πάρα πολύ μικρό χρονικό διάστημα και να δημιουργεί στους ιστούς μια μικροσκοπική αλλαγή που μοιάζει με έκρηξη.

Τα laserαυτά χρησιμοποιούνται στις δύο βασικότερες επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής οι οποίες είναι η LASIKκαι η PRK. Η LASIKενδύκνεται για μεσαίες και μεγάλες μυωπίες με ή χωρίς αστιγματισμό, ενώ η PRK για μικρές μυωπίες με ή χωρίς αστιγματισμό. Άλλες μεθόδους που εφαρμόζονται τα laser αυτά είναι : τοποθέτηση ενθεμάτων, τοποθέτηση ενδοκερατοειδικών δακτυλίων κ.α.

Οι σημερινές τεχνικές, παρά την αποτελεσματικότητά τους, εξακολουθούν να έχουν διάφορες επιπλοκές. Έχοντας φτάσει στην εποχή της "εξατομίκευσης" η ιατρική κοινότητα επιδιώκει να ελαττώσει ή να εξαφανίσει τις μετεγχειρητικές επιπλοκές προσαρμόζοντας τις επεμβάσεις σύμφωνα με τις συγκεκριμένες ανάγκες του εκάστοτε ασθενούς.

ABSTRACT

The subject of the current diploma thesis is about the surgical methods which are used to correct the refractive errors (myopia, hyperopia, astigmatism) and their progress through time.

In a normal eye, the incident light beams pass through the eye's refractive means and end up in a specific spot that is called retina in order to achieve clear vision. An eye with refractive errors is incapable of focusing the light beams on the retina and therefore vision is blurred and patient needs correction with glasses or contact lenses.

The first refractive surgeries appeared in the '40s, when man realized that changes at the cornea's shape, changes of the eye's refractive power and corrections of any refractive error could occur. The first applied techniques had success initially and were spread fast, but soon were left aside, due to serious complications.

Involvement in laser technology, brought the solution for the problematic refractive surgeries. Revolution came along with the appearance of excimer laser (frequency 400 Hz-2 secs/dpt) which replaced the microkeratome ablation and simplified the surgery procedures. Excimer laser is appropriate for refractive surgeries because it emits at 193nm wavelength in the UV area. Another laser, femtosecond laser is used in the latest years and tends to abolish the microkeratome flap creation in LASIK surgeries. This new laser has femtosecond pulses. Femtosecond laser was named after the thousand pulses that it emits and its enormous potentials. Femtosecond laser has very small pulse duration (10-16/sec). As a result, a very small energy amount is applied for a very little time and creates a tiny change like an explosion to the tissues.

These lasers are used in the two main refractive surgeries which are LASIK and PRK. LASIK is applied mainly for the correction of average and big myopias, while PRK is more appropriate for small myopias with or without astigmatism. These lasers are also used in other methods of refractive surgery such as placing inserts, riboflavin injection etc

Despite their efficiency, current techniques still have various complications. Arriving to the era of "customization", the medical community seeks to reduce or even eliminate the postoperative complications by adjusting the surgeries according to every individual patient's specific needs.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΑΓΓΛΙΚΗ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
1.1 Ανατομία/φυσιολογία οφθαλμού	10
1. Κερατοειδής χιτώνας	10
2. Ίριδα και Κόρη	12
3. Ακτινωτό σώμα	13
4. Πρόσθιος και Οπίσθιος θάλαμος	14
5. Κρυσταλλοειδής Φακός	14
6. Υδατοειδές υγρό	15
7. Υαλοειδές σώμα	15
8. Αμφιβληστροειδής χιτώνας	16
9. Οπτικό νεύρο	16
1.2 Όραση και οφθαλμός	17
1.2.1 Ο ρόλος του οφθαλμού στην όραση	17
1.2.2 Το άπω σημείο	18
1.3 Οι αμετροπίες και τα είδη τους	18
A. Μυωπία	18
B. Υπερμετροπία	19
Γ. Αστιγματισμός	20
1.4 Διαθλαστικές εξετάσεις.κερατοειδούς	22
1.4.1 Κερατομετρία	22
1.4.2Μηχανήματα κερατομέτρησης	23
1.4.3Τοπογραφία κερατοειδούς	26
1.4.4 Παχυμετρία κερατοειδούς	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	28
2.1 Η διαθλαστική χειρουργική στο παρελθόν	28
2.2 Ιστορική αναδρομή στις διαθλαστικές επεμβάσεις	28
2.3 Οι αρχικές κερατοδιαθλαστικές επεμβάσεις και οι επιπλοκές τους	28
2.3.1 Μυωπία	28
2.3.1.1 Ακτινωτή κερατοτομή (RK) Επιπλοκές της RK	28
2.3.1.2 Στρωματική κερατεκτομή (LK) Επιπλοκές της LK	29
2.3.2 Υπερμετροπία Κερατοφακία για την Υπερμετροπία	30
2.3.3 Αφακία Επικερατοφακία για την αφακία	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	32

3.1 Εισαγωγή	32
3.2 Φωτοδιαθλαστική Χειρουργική	32
3.3 Αρχή Λειτουργίας των Lasers	33
3.3.1 Τμήματα και οπτικά χαρακτηριστικά των LASER	34
3.4 Τα laserστην διαθλαστική χειρουργική	36
3.5 Τι είναι το Excimerlaser;	36
3.5.1 Τρόπος λειτουργίας του excimerlaser	37
3.5.2 Γιατί το ArF – Excimerlaserείναι το πιο κατάλληλο για την διαθλαστική χειρουργική;	39
3.6 Τι είναι το Femtosecondlaser;	39
3.6.1 Από τον μικροκερατόμο στο femtosecondlaser	40
3.6.2 Πλεονεκτήματα μηχανικού μικροκερατόμου	41
3.6.3 Πλεονεκτήματα του Femtosecondlaser	42
3.6.4 Εφαρμογές Femtosecondlasersστον κερατοειδή	43
3.7 Σημαντικές πληροφορίες για τις επεμβάσεις laser	43
3.8 Άτομα που δεν είναι κατάλληλα για επεμβάσεις laser	44
3.9 Σύγχρονες Διαθλαστικές Επεμβάσεις Διαθλαστικής Χειρουργικής στον Κερατοειδή	44
3.9.1 Φωτοδιαθλαστικήκερατοειδεκτομή (PhotorefractiveKeratotomy – PRK)	44
3.9.2 LASIK (Laser- Assisted in Situ Keratosmoleusis)	46
3.9.3.Παραλλαγές της μεθόδου LASIK	48
A. Η μέθοδος Epi-LASIK	48
B.ΗμέθοδοςLASEK	49
Γ. Η μέθοδος FEMTOSECOND-LASIK	50
3.10Άλλες διαθλαστικές επεμβάσεις	50
3.10.1 Δημιουργία ενδοστρωματικών θηκών για την ένθεση ενδοκερατικών ενθεμάτων για την διόρθωση της πρεσβυωπίας	50
3.10.2Δημιουργία ενδοστρωματικών θηκών με την έγχυση ριβοφλαβίνης για CXL	54
3.10.3Δημιουργία ενδοκερατικών τομών για την ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτυλίων για την διόρθωση της μυωπίας, του κερατόκωνου και της εκτασίας κερατοειδούς(INTACS)	55
3.10.4 Διόρθωση αστιγματισμού με αστιγματικές κερατοτομές και σφηνοειδείς εκτομές	56
3.10.5Επιφανειακή κερατοπλαστική (F – DALT)	57
3.10.6 Ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική (F– DSEK ή F – DSAEK)	59
3.10.7Διαμπερής κερατοπλαστική (F – PK)	60
3.10.8 ΘΕΡΜΟΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗMELASER (LaserThermokeratoplasty-LTK)	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	
4.1 Οι επιπλοκές και τα προβλήματα των σημερινών μεθόδων.	63
4.1.1 Επιπλοκές της Φωτοδιαθλαστικής Κερατεκτομής (PRK):	63
A. Πρώιμες επιπλοκές	63

B. Ύστερες Επιπλοκές	64
Γ. Φαρμακευτικές επιπλοκές	65
Δ. Διαθλαστικά Σφάλματα	66
4.1.2 Laser assisted Κερατοσμίλευση In situ (LASIK)	66
4.1.2.1 Επιπλοκές στο flap	66
4.1.2.2 Διάχυτος κερατίτις της κερατοτομής (Diffuse Interface Keratitis)	70
4.1.2.3 Λοιμώδης κερατίτιδα (Infectious Keratitis)	70
4.1.2.4 Αυξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης εξαιτίας υγρών στο Interface	71
4.1.2.5 Διαταραχές επούλωσης του επιθηλίου	71
4.1.2.6 Επιθηλιακό Ingrowth	71
4.1.2.7 Υπολείμματα στο Interface	72
4.1.2.8 Κερατεκτασία	73
4.1.2.9 Τήξη κερατοειδικού στρώματος	74
4.1.2.10 Διαθλαστικές επιπλοκές	75
4.1.2.11 Σφάλματα απο την εφαρμογή ακτινοβολίας	76
4.1.2.12 Σφάλματα απο την δημιουργία flap με Femtosecond Laser	77
4.1.3 Δημιουργία ενδοκερατικών τομών για την ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτύλιων για την διόρθωση της μυωπίας , του κερατόκωνου και της εκτασίας	78
4.1.4 Διόρθωση αστιγματισμού με αστιγματικές κερατοτομές και σφηνοειδείς εκτομές	79
A. Αστιγματικές κερατοτομές	79
B. Σφηνοειδείς εκτομές	79
4.1.5 Διαμετρής Κερατοπλαστική (F – PK)	79
4.1.6 Ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική (F – DSEK ή F – DSAEK)	81
4.2 Οι νέες μέθοδοι που βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο	81
4.2.1 Η εποχή της εξατομίκευσης των διαθλαστικών Επεμβάσεων	81
4.2.1.1 Topography-guided LASIK	82
4.2.1.2 Wavefront-optimized LASIK	82
4.2.1.3 Wavefront-guided refractive surgery	83
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όραση ή οπτική αντίληψη ονομάζεται μια από τις πέντε αισθήσεις μας. Μας επιτρέπει να συλλέγουμε πληροφορίες από το περιβάλλον που ζούμε και στην συνέχεια να προγραμματίζουμε και να εκτελούμε τις κινήσεις μας μέσα σε αυτό. Ωστόσο υπάρχουν διάφορες αιτίες που είναι ικανές να χάσουμε την όραση μας.

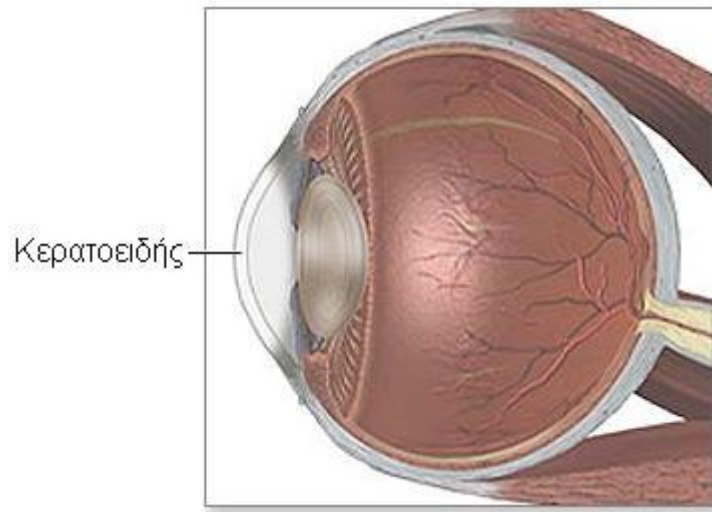
Ένα εμμετρωπικό μάτι έχει την δυνατότητα να εστιάζει τις ακτίνες του φωτός επάνω στον αμφιβληστροειδή. Αυτός είναι και ο σκοπός της διόρθωσης των διαθλαστικών ανωμαλιών. Όταν υπάρχει κάποιο διαθλαστικό σφάλμα αναιρείται αυτή η ιδιότητα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα στην όραση. Έτσι δημιουργούνται η μυωπία, η υπερμετρωπία και ο αστιγματισμός. Για την διορθωσή τους οι ασθενείς οδηγούνται είτε σε χρήση γυαλιών είτε εφαρμογή φακών επαφής.

Τα τελευταία χρόνια στις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής έχουν εισχωρήσει laser τελευταίας τεχνολογίας που πραγματοποιούν τις επεμβάσεις με μεγάλη ακρίβεια και επιφέρουν μόνιμη διόρθωση στο σφάλμα. Οι διαθλαστικές επεμβάσεις είναι πιο γνωστές, πιο αποτελεσματικές και πιο ασφαλείς επεμβάσεις που πραγματοποιούνται στον άνθρωπο με μόνιμα αποτελέσματα. Ακόμη και σε ελάχιστες περιπτώσεις ασθενών που χρησιμοποιούν γυαλιά ή φακούς επαφής μετά την επέμβαση για οδήγηση, τηλεόραση και άλλα, σταματούν σταδιακά να τα φορούν. Οι επεμβάσεις αυτές εφαρμόζονται στον κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμού και σκοπό έχουν την διαμόρφωση/αλλαγή της καμπυλότητάς του, έτσι ώστε να διορθωθεί η συνολική διαθλαστική ισχύ του οφθαλμού. Απαραίτητος είναι επίσης ο συχνός έλεγχος των οφθαλμών για την εξασφάλιση της υγείας των ματιών και αποφυγή διαφόρων οφθαλμολογικών παθήσεων όπως επιπεφυκίτιδες, ξηροφθαλμία κ.α. Τα αποτελέσματα της εξέτασης αναγράφονται και οα θεράπων ιατρός αποφασίζει ποια μέθοδο διαθλαστικής χειρουργικής θα χρησιμοποιήσει.

Γενικά οι επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής χωρίζονται σε 2 κατηγορίες. Στην πρώτη ανήκει η μέθοδος LASIK, η οποία διορθώνει μεγάλες και μεσαίες μυωπίες, με ή χωρίς αστιγματισμό. Στην μέθοδο LASIK μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μικροκερατόμος είτε ένα femtosecond laser για την δημιουργία του flap (κερατοειδικού κρημνού). Στην δεύτερη κατηγορία ανήκει η μέθοδος PRK στην οποία εφαρμόζεται excimer laser για σμίλευση του κερατοειδή και διορθώνει μικρές μυωπίες με ή χωρίς αστιγματισμό.

Όταν ο οφθαλμός πληρεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις εφαρμόζεται η μέθοδος LASIK γιατί έχει γρήγορη αποκατάσταση της όρασης χωρίς ιδιαίτερες ενοχλήσεις μετά την επέμβαση, αλλά με πιθανότερες επιπλοκές. Ενώ η μέθοδος PRK είναι πιο αργή στην αποκατάσταση αλλά οι ενοχλήσεις μετά την επέμβαση κρατούν μόλις 2-3 εικοτετράωρα.

Για τους παραπάνω λόγους ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι που αντιμετωπίζουν προβλήματα με την ποιότητα της όρασής τους έχουν δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την διόρθωση των διαθλαστικών τους ανωμαλιών στις επεμβάσεις laser.



Εικόνα 1.2 : Κερατοειδήςχιτώνας
(Δημοκρίτειο Πανεπιστημίο Θράκης ,2011)

Ο κερατοειδής αποτελείται από πέντε στιβάδες :

- Το επιθήλιο
- Την Μεμβράνη του Bowman
- Το στρώμα ή ίδια ουσία
- Μεμβράνη του Desceme
- Το ενδοθήλιο

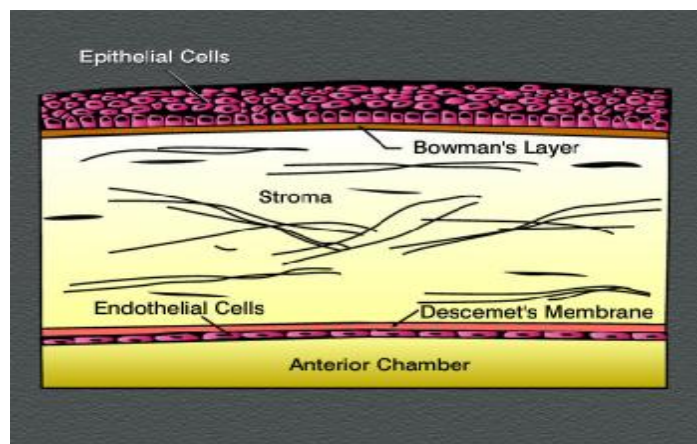
Στην εξωτερική πλευρά του κερατοειδή βρίσκεται το επιθήλιο (1), το οποίο αποτελείται από πέντε στιβάδες επιθηλιακών κυττάρων. Στο σκληροκερατοειδικό όριο (το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στον σκληρό χιτώνα και στον κερατοειδή χιτώνα) το επιθήλιο γίνεται παχύτερο αποτελούμενο από δέκα ή περισσότερες στοιβάδες. Τα κύτταρα αυτά αναγεννιούνται κάθε επτά ημέρες. Από αυτές τις στοιβάδες νέα κύτταρα σχηματίζονται από μιτωτική διαίρεση εντός της βασικής κυτταρικής στοιβάδας στο σκληροκερατοειδικό όριο. Το επιθήλιο συγκρατεί την δακρυϊκή στιβάδα, καθώς επίσης εμποδίζει την διαταραχή των ιών του κολλαγόνου, αποτρέποντας έτσι οποιεσδήποτε θολερότητες του (Snell, 2006).

Κάτω από την βασική μεμβράνη του κερατικού επιθηλίου βρίσκεται η μεμβράνη του Bowman (2). Πρόκειται για ακυτταρικό υμένα που αποτελείται από διαπλεκόμενες ίνες κολλαγόνου εντός μεσοκυττάριας ουσίας. Η μεμβράνη του Bowman τερματίζει απότομα στο σκληροκερατοειδικό όριο (Snell, 2006).

Το στρώμα ή αλλιώς η ίδια ουσία του κερατοειδή (3) αποτελεί το 90% του πάχους του κερατοειδή. Είναι διαφανές, ινώδες, συμπαγές και αποτελείται από πολλαπλά πέταλα κολλαγόνων ιών. Τα πέταλα συγκρατούνται μεταξύ τους μέσω ινιδίων, που περνούν από το ένα πέταλο στο άλλο (Snell, 2006).

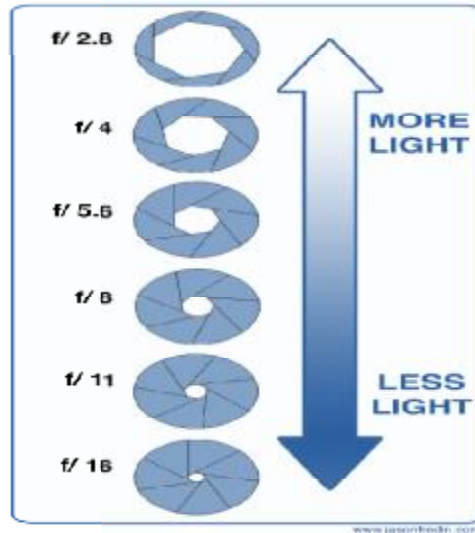
Κάτω από το στρώμα βρίσκεται η Δεσκεμέτειος μεμβράνη (4) η οποία αποτελεί την βασική μεμβράνη του ενδοθηλίου. Η δεσκεμέτειος μεμβράνη είναι ισχυρή και ομοιογενής και έχει πάχος 10 μm. Αποτελείται από λεπτά ινίδια κολλαγόνου. Στην περιφέρεια του κερατοειδούς υπάρχουν μικρές προεξοχές της δεσκεμέτειου εντός του πρόσθιου θαλάμου. Η δεσκεμέτειος μεμβράνη τερματίζεται απότομα στο σκληροκερατοειδικό όριο (Berson, 2001).

Το ενδοθήλιο (5) αποτελείται από μία μονή στιβάδα αποπλατυσμένων κυττάρων που έχουν σχήμα πολυγωνικό και των οποίων οι μεμβράνες συνδέονται μεταξύ τους. Τα κύτταρα αυτά παίζουν σπουδαίο ρόλο στον έλεγχο της φυσιολογικής ενυδάτωσης του κερατοειδούς δηλαδή: με την λειτουργία του φραγμού που περιορίζει την είσοδο νερού από το υδατοειδές υγρό προς το κερατοειδικό στρώμα (Berson, 2001).



Εικόνα 1.3 : Οι στιβάδες του κερατοειδή (ScienceDirect,2007)

2) Η **ίριδα**, το χρωματιστό τμήμα του ματιού. Βρίσκεται πίσω από τον κερατοειδή. Αποτελεί ένα λεπτό, συσταλτό, χρωστικοφόρο διάφραγμα με κεντρική οπή, την **κόρη** για να περνά το φως. Το μέγεθος της κόρης που καθορίζεται από τους μυς που έχει η ίριδα, ρυθμίζεται με αυτόματο αντανακλαστικό μηχανισμό. Αναρτάται εντός του υδατοειδούς υγρού, μεταξύ κερατοειδούς και φακού. Έχει μύες που προκαλούν συστολή ή διαστολή ανάλογα με τις συνθήκες φωτός που επικρατούν (Leiman, 2005).

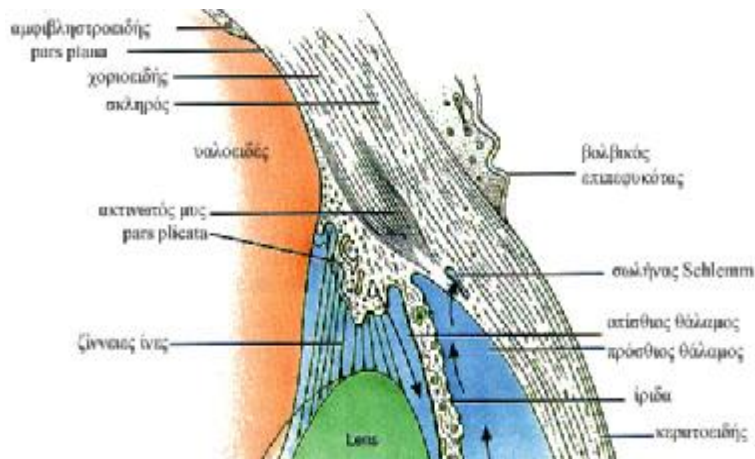


Εικόνα1.4 :Μεταβολές στο εύρος της κόρης του οφθαλμού με μεταβολές στην ένταση του φωτός. (Νίκος Τσατσάκης,2011)

3)Το ακτινωτό σώμα είναι ένας δακτύλιος που βρίσκεται μέσα στο εσωτερικό μέσο του βολβού. Αποτελείται από τον ακτινωτό μυ και από ακτινωτές αποφύσεις. Αποτελεί τμήμα του ραγοειδούς χιτώνα, του στρώματος του βολβού που τρέφει το μάτι, μεταφέροντας θρεπτικά συστατικά. Το ακτινωτό σώμα έχει τρεις λειτουργίες :

- Προσαρμογή εστίασης του ματιού
- Έκκριση υδατοειδούς υγρού
- Συντήρηση του συνδετικού ιστού που συγκρατεί τον φακό

Στο ακτινωτό σώμα δρουν αρκετά φάρμακα κατά του γλαυκώματος, αφού εκεί παράγεται το υδατοειδές υγρό το οποίο ευθύνεται για το γλαύκωμα . Η μείωση της παραγωγής του υδατοειδούς υγρού είναι ένας τρόπος να μειωθεί η ενδοφθάλμια πίεση (Leiman, 2005).



Εικόνα 1.5: Ακτινωτό σώμα, ακτινωτός μυς, πρόσθιος θάλαμος, οπίσθιος θάλαμος (Ινστιτούτο Οφθαλμικής Φλεγμονής και Παθολογίας του Οφθαλμού, 2012)

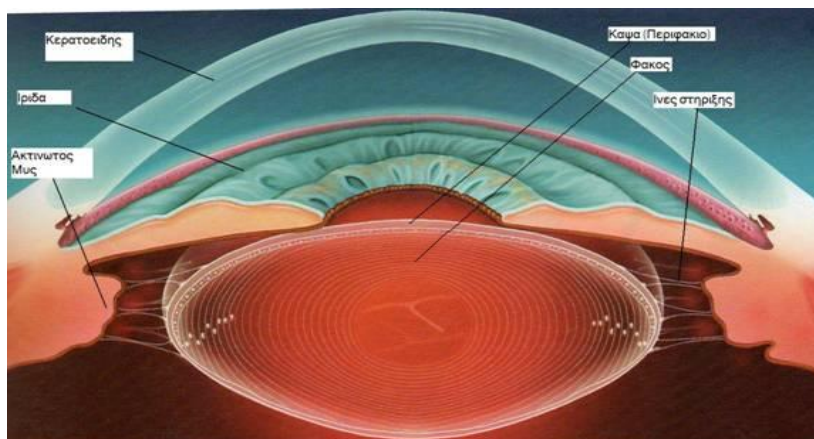
4) Ο πρόσθιος θάλαμος βρίσκεται ανάμεσα στον κερατοειδή και την ίριδα.. Εκεί φιλοξενείται το υδατοειδές υγρό που διατηρεί την σύσταση της δομής του πρόσθιου τμήματος του ματιού (Σκανδαλάκης, 2007).

Η γωνία πρόσθιου θαλάμου ονομάζεται ο περιφερικός χώρος του πρόσθιου θαλάμου. Εντοπίζεται στην συμβολή του κερατοειδούς, της ίριδας και του σκληρού χιτώνα. Εκτείνεται 360 μοίρες στην περίμετρο της ίριδας. Σε αυτήν την γωνία. Σε αυτήν την γωνία αποχετεύεται το μεγαλύτερο μέρος του υδατοειδούς υγρού. Η γωνία παίζει σημαντικό ρόλο στο γλαύκωμα (αν είναι κλειστή ή ανοιχτή) (Σκανδαλάκης, 2007).

Οπίσθιος θάλαμος βρίσκεται ανάμεσα στην ίριδα και τον κρυσταλλοειδή φακό. Ο πρόσθιος και ο οπίσθιος θάλαμος επικοινωνούν όταν εξαφανίζεται η κορική μεμβράνη και έχει πλέον σχηματιστεί η ίριδα. Το υδατοειδές υγρό τώρα πληρεί τον πρόσθιο και τον οπίσθιο θάλαμο του οφθαλμικού βολβού (Σκανδαλάκης, 2007).

5) Ο κρυσταλλοειδής φακός (Εικ. 1.6) αποτελεί μια αδιαφανή αμφίκυρτη δομή, που βρίσκεται πίσω από την ίριδα και πίσω από την κόρη και μπροστά από το υαλώδες σώμα. Στον ενήλικα η διάμετρος του φακού είναι περίπου 10 mm και το πάχος του περίπου 4 mm. Ο φακός έχει μικρότερη δύναμη από τον κερατοειδή (12 διοπτρίες) αλλά έχει το επιπλέον χαρακτηριστικό της δυναμικής μεταβολής του, κάτι το οποίο μας επιτρέπει να μπορούμε να εστιάσουμε το βλέμμα μας σε όλες τις αποστάσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί ο φακός περιβάλλεται από το υδατοειδές υγρό και το υαλοειδές σώμα (Snell, 2006).

Η συνολική δύναμη του οφθαλμού ανέρχεται σε 60 διοπτρίες με το μεγαλύτερο εύρος αυτής να οφείλεται στον κερατοειδή. Το εύρος διακύμανσης της διαθλαστικής του ισχύος ελαττώνεται με την ηλικία. Στην ηλικία των 40 ετών φτάνει στις 8 διοπτρίες ενώ στην ηλικία των 60 μόλις 1-2 διοπτρίες. Στην περίπτωση αυτή ο φακός χάνει την διαφάνεια του, θολώνει, κιτρινίζει και ασπρίζει. Αυτή η θόλωση του φακού ονομάζεται καταρράκτης (Snell, 2006 και Σκανδαλάκης, 2007).



Εικόνα 1.6 : Η δομή του φακού του οφθαλμού (Μαρκομανώλης, 2009)

Ο φακός αποτελείται από τρία μέρη (Εικ.1.6):

- Μία ελαστική κάψα, το περιφάκιο
- Το επιθήλιο του φακού

- Τις φακαίες ίνες

Το περιφάκιο είναι μία ελαστική μεμβράνη η οποία περικλείει ολόκληρο τον φακό. Αποτελείται από ίνες κολλαγόνου εμβυθισμένες σε θεμέλια ουσία από γλυκοπρωτεΐνες και θειϊκές γλυκοζαμινογλυκάνες. Το περιφάκιο λειτουργεί ως φραγμός ο οποίος αν και είναι διαπέρατος στα χαμηλού μοριακού βάρους συστατικά, περιορίζει την μετακίνηση μεγάλων κολλοειδών σωματιδίων. Η κύρια λειτουργία του περιφάκιου είναι η διατήρηση του σχήματος του φακού ενάντια στην έλξη από τις ζωναίες ίνες κατά την διάρκεια της προσαρμογής (Σκανδαλάκης, 2007).

Κάτω από το περιφάκιο βρίσκεται το επιθήλιο του φακού. Η λειτουργία του φακικού επιθηλίου είναι διπλή. Πρώτα τα κύτταρα που εντοπίζονται στην μέση της επιφάνειας του φακού, διαιρούνται και διαφοροποιούνται σε κύτταρα φακαίων ινών και έπειτα τα υπόλοιπα κύτταρα συμβάλλουν στην μεταφορά διάφορων ουσιών από το υδατοειδές υγρό προς το εσωτερικό του φακού, καθώς και στον σχηματισμό του περιφάκιου (Σκανδαλάκης, 2007).

Οι φακαίες ίνες αποτελούν την κύρια μάζα του φακού. Βρίσκονται σε ακτινωτή μορφή. Προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό και διαφοροποίηση των επιθηλιακών κυττάρων στον ισημερινό. Οι ίνες αυτές δεν αντικαθίστανται, με αποτέλεσμα ο φακός να μεγαλώνει σε μέγεθος κατά την διάρκεια της ζωής σχηματίζοντας έτσι καινούργια στρώματα ινών από έξω προς τα μέσα (Σκανδαλάκης, 2007).

6) Το υδατοειδές υγρό είναι άχρωμο, διαυγές ενδοφθάλμιο υγρό περιεκτικότητας 99% νερού, πρωτεϊνών, γλυκόζης και γαλακτικού οξέος. Προσφέρει θρεπτικά συστατικά στον κρυσταλλοειδή φακό και στον κερατοειδή. Επίσης ευθύνεται για την διατήρησης της ορθής ενδοφθάλμιας πίεσης, καθώς και για την μεταβολή της παραγωγής της κάτι που οδηγεί σε διαταραχές της όρασης και την εμφάνιση γλαυκώματος. Παράγεται από το επιθήλιο των ακτινοειδών προβολών του ακτινωτού σώματος. Το παραγόμενο υδατοειδές υγρό μεταβαίνει από τον οπίσθιο θάλαμο, δια μέσου της κόρης στον πρόσθιο θάλαμο. Η αποχέτευση του επιτελείται μέσω της γωνίας του πρόσθιου θαλάμου (Berson, 2001).

7) Το υαλοειδές σώμα είναι ένα διαυγές, άχρωμο, ζελατινώδους υφής υλικό που βρίσκεται στην κοιλότητα του βολβού, μεταξύ του φακού και του αμφιβληστροειδή. Περιέχει ελάχιστα κύτταρα, δεν έχει αγγεία και το 99% είναι νερό με άλατα, γλυκόζη και λίγες ίνες κολλαγόνου. Με την πάροδο της ηλικίας χάνει την ζελατινώδη υφή του, με αποτέλεσμα οργανικά σωματίδια να επιπλέουν ελεύθερα δημιουργώντας μυωπίες (μικρές λάμπεις ή “μυγάκια” στην όραση). Αν και το υαλοειδές σώμα βρίσκεται σε στενή επαφή με τον αμφιβληστροειδή δεν είναι προσκολλημένο σε όλη την επιφάνεια του, παρά μόνο στην περιφέρεια, κατά το μήκος των αγγείων και κυρίως στην περιοχή του οπτικού νεύρου (Snell, 2006).



Εικόνα 1.7 : Απεικόνιση υαλοειδές σώματος
(Ινστιτούτο Οφθαλμικής Φλεγμονής και Παθολογίας του Οφθαλμού, 2012)

8) Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας είναι ο εσωτερικότερος από τους χιτώνες του οφθαλμού. Αποτελεί λεπτή, διαφανή μεμβράνη. Είναι λεπτότερος στο μέρος της ωχράς. Η εξωτερική επιφάνεια του αμφιβληστροειδή είναι σε επαφή με την μεμβράνη του Bruch του χοριοειδούς. Η εσωτερική επιφάνεια του είναι σε επαφή με το υαλοειδές σώμα. Στον αμφιβληστροειδή σχηματίζεται το οπτικό είδωλο. Δηλαδή δημιουργούνται νευρικά ερεθίσματα, τα οποία μεταφέρονται κατά μήκος της οπτικής οδού προς τον εγκέφαλο για ανώτερη φλοιώδη επεξεργασία (Snell, 2006, Σκανδαλάκης, 2007).

Αποτελείται από ένα εξωτερικό μελαγχρωματικό πέταλο (μελάχρουν επιθήλιο) και ένα εσωτερικό νευροαισθητήριο πέταλο. Η οπίσθια οπτική μοίρα του αμφιβληστροειδή εκτείνεται από το οπτικό νεύρο, έως ένα σημείο αμέσως πίσω από το ακτινωτό σώμα. Στο σημείο αυτό ο νευρικός ιστός του αμφιβληστροειδή τερματίζεται με το πρόσθιο χείλος αυτού να σχηματίζει ένα κυματοειδή δακτύλιο που ονομάζεται πριονωτή επιφάνεια (Σκανδαλάκης, 2007).

Στο κέντρο της οπίσθιας οπτικής μοίρας του αμφιβληστροειδή βρίσκεται μία ωοειδής, υποκίτρινη περιοχή, η ωχρά κηλίδα, η οποία αποτελεί την αμφιβληστροειδική περιοχή για την πλέον ευκρινή όραση. Η ωχρά κηλίδα διαθέτει μια κεντρική εμβύθιση, το κεντρικό βοθρίο (Σκανδαλάκης, 2007).

Το οπτικό νεύρο αποχωρίζεται τον αμφιβληστροειδή στον οπτικό δίσκο. Ο οπτικός δίσκος εμφανίζει μια ελαφρά κοίλανση στο κέντρο, όπου διατιτραίνεται από την κεντρική αρτηρία και φλέβα. Στον οπτικό δίσκο απουσιάζουν τελείως τα ραβδία και τα κωνία με αποτέλεσμα η περιοχή αυτή να μην διεγείρεται από το φως. Αυτό το σημείο αναφέρεται ως τυφλό σημείο (Σκανδαλάκης, 2007).

9) Το οπτικό νεύρο έχει μήκος περίπου 4 cm και πορεύεται προς τα πίσω και έσω εντός της οπίσθιας μοίρας της κογχικής κοιλότητας. Στην συνέχεια διέρχεται μέσα από το οπτικό τρήμα, στην ελάχισοντα πτέρυγα του σφηνοειδούς, από όπου εισέρχεται στην κρανιακή κοιλότητα για να φθάσει στο οπτικό χίασμα. Το οπτικό νεύρο περιβάλλεται από τρία μηνιγγικά πέταλα, τα οποία αποτελούν συνέχεια των μηνιγγικών πετάλων που περιβάλλουν τον εγκέφαλο: η ινώδης και παχιά σκληρή μήνιγγα, η λεπτή αραχνοειδής μήνιγγα και η αγγειώδης χοριοειδής μήνιγγα. Στον οφθαλμικό βολβό και τα τρία αυτά πέταλα συνεχίζονται με τα αντίστοιχα του εγκεφάλου (Snell, 2006).

Οι νευρικές ίνες του οπτικού νεύρου δεν είναι παρά οι άξονες των γαγγλιακών κυττάρων της ομώνυμης στοιβάδας του αμφιβληστροειδή. Αυτές συγκλίνουν στον οπτικό δίσκο και εξέρχονται του βολβού διαμέσου του ηθμοειδούς πετάλου (Snell, 2006).

Περίπου 1.200.000 εμμέλοι νευράξονες αποτελούν το οπτικό νεύρο, οι οποίοι εκφύονται από τα γαγγλιακά κύτταρα του ιδίως αμφιβληστροειδή και φέρονται ως το έξω γονατώδες σώμα. Από εκεί νέοι νευρώνες αναλαμβάνουν μέχρι τον οπτικό φλοιό. Στον αμφιβληστροειδή οι άξονες είναι αμύελοι και διαφανείς. Μετά την διέλευση τους όμως από το ηθμοειδές πέταλο γίνονται εμμέλοι και λευκού χρώματος. Το οπτικό νεύρο είναι αδύνατο να αναγεννηθεί (Leiman, 2005).

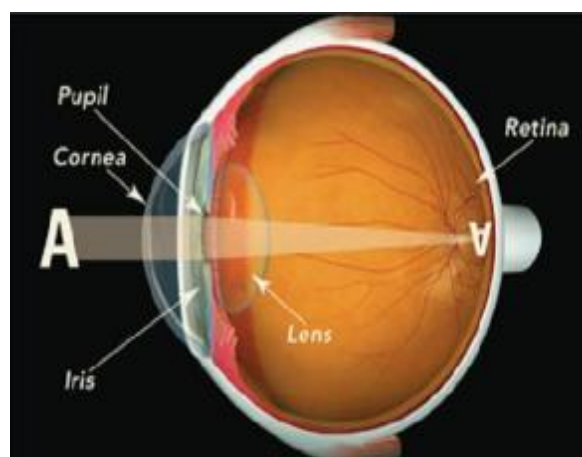
1.2 ΟΡΑΣΗ ΚΑΙ ΟΦΘΑΛΜΟΣ

Η όραση, θεωρείται πως είναι η πιο σημαντική από τις πέντε αισθήσεις και είναι ως επί το πλείστον, εγκεφαλική λειτουργία. Το φως μέσω κάποιων διαδικασιών, φτάνει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού όπου σχηματίζει είδωλο και στην συνέχεια υπό την μορφή νευρικής ώσης μεταφέρεται με τη βοήθεια του οπτικού νεύρου, στο φερόμενο ως κέντρο της όρασης, τον ινιακό λοβό.

1.2.1 Ο ρόλος του οφθαλμού στην όραση

Όταν, φως προσπίπτει σε έναν οφθαλμό, οι παράλληλες ακτίνες περνούν μέσα από τα διαθλαστικά μέσα του (επιφάνειες κερατοειδή και επιφάνειες κρυσταλλοειδούς φακού) και εξέρχονται συγκλίνουσες όπου εστιάζονται τελικά στον αμφιβληστροειδή και σχηματίζουν είδωλο. Η διαδικασία αυτή παίζει ουσιαστικό ρόλο για την επίτευξη της ποιοτικής όρασης, καθώς το καθαρό είδωλο που σχηματίζεται και στην συνέχεια περνάει ως διέγερση στον ινιακό λοβό¹ δίνει την εικόνα του αντικειμένου, παρέχοντας έτσι, οπτική αντίληψη (Δαμανάκης, 1999).

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η σωστή εστίαση των ακτίνων, για την διαμόρφωση του ειδώλου, θα πρέπει να υπάρχει μια αρμονική σχέση μεταξύ της ισχύος των διαθλαστικών επιφανειών και του αξονικού μήκους του οφθαλμού. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει, η οπίσθια εστιακή απόσταση του, να ισούται με τον προσθιοπίσθιο άξονα του (Δαμανάκης, 1999).



Εικόνα 1.8: Εμμετροπία (Benedetti, 2014)

¹ Ο ινιακός λοβός βρίσκεται στο πίσω μέρος του εγκεφάλου και αποτελεί το σημείο του, το οποίο λαμβάνει την εικόνα του ειδώλου που αποστέλλεται από τον αμφιβληστροειδή σε μορφή νευρικής ώσης και την μεταφράζει έτσι ώστε να επιτευχθεί η όραση.

Όταν το μάτι πληρεί τις προϋποθέσεις αυτές, θεωρείται εμμετρωπικό και η όραση είναι ευκρινής. Υπάρχουν όμως και οι περιπτώσεις όπου η διερχόμενη δέσμη δεν εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή αλλά σε σημεία πίσω η μπροστά από αυτόν. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα το είδωλο που σχηματίζεται να είναι θολό και συνεπώς η όραση να μην είναι ευκρινής. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται αμετρωπία και το μάτι θεωρείται αμετρωπικό (Δαμανάκης, 1999).

1.2.2 Το άπω σημείο

Για κάθε οφθαλμό υπάρχει ένα σημείο στο χώρο από όπου οι ακτίνες διερχόμενες σε αυτόν, διαθλώνται και εστιάζονται στον αμφιβληστροειδή. Το πιο μακρινό σημείο στο οποίο επιτυγχάνεται καθαρή όραση (άπω σημείο), για έναν εμμέτρωπα, είναι στο άπειρο.

Στο μυωπικό οφθαλμό, οι ακτίνες που προέρχονται από τα μακρινά αντικείμενα είναι παράλληλες, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να τα διακρίνει. Όταν το αντικείμενο, πλησιάσει οι ακτίνες που προέρχονται από αυτό, αποκλίνουν όλο και περισσότερο και η εστία τους μετακινείται προς τα πίσω πλησιάζοντας τον αμφιβληστροειδή. Σε μια ορισμένη απόσταση από τον κερατοειδή, η εικόνα εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή και η όραση γίνεται ευκρινής. Η απόσταση αυτή θεωρείται το άπω σημείο του μύωπα (Δαμανάκης 1999). Στην περίπτωση της υπερμετρωπίας, οι ακτίνες προκειμένου να εστιαστούν στον αμφιβληστροειδή, θα έπρεπε να εισέρχονται στον οφθαλμό ήδη συγκλίνουσες. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει τέτοιο σημείο στο χώρο, το άπω σημείο ενός υπερμέτρωπα είναι υποθετικό και βρίσκεται σε κάποια απόσταση πίσω από τον κερατοειδή. Η απόσταση αυτή δίνεται από την σχέση ‘‘1/ βαθμός υπερμετρωπίας’’ (π.χ $1/ 2,0 = 0,5$ m πίσω από το κερατοειδή) (Δαμανάκης, 1999).

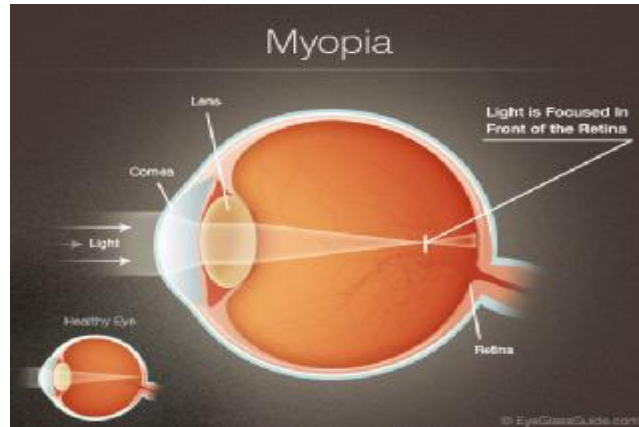
1.3 ΟΙ ΑΜΕΤΡΩΠΙΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ

Οι αμετρωπίες, ανάλογα με το πώς και το που συγκεντρώνονται τελικά οι ακτίνες φωτός οι οποίες προέρχονται από κάποιο αντικείμενο στο χώρο, διακρίνονται στις εξής τρεις κατηγορίες:

- A) μυωπία
- B) υπερμετρωπία
- Γ) αστιγματισμός

A. Μυωπία

Η μυωπία είναι η κατάσταση στην οποία οι ακτίνες φωτός που εισέρχονται εστιάζονται σε κάποιο σημείο μπροστά από τον αμφιβληστροειδή και φτάνουν σε αυτόν, αποκλίνουσες. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί (1) η διαθλαστική ισχύς του ματιού είναι μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται προκειμένου οι ακτίνες φωτός να εστιαστούν στον αμφιβληστροειδή είτε γιατί (2) το μήκος του βολβού είναι μεγάλο και οι διαθλώμενες ακτίνες δεν φτάνουν μέχρι τον αμφιβληστροειδή, (3) ή συμβαίνουν και οι δύο παραπάνω περιπτώσεις (American Academy of Ophthalmology, 1996).



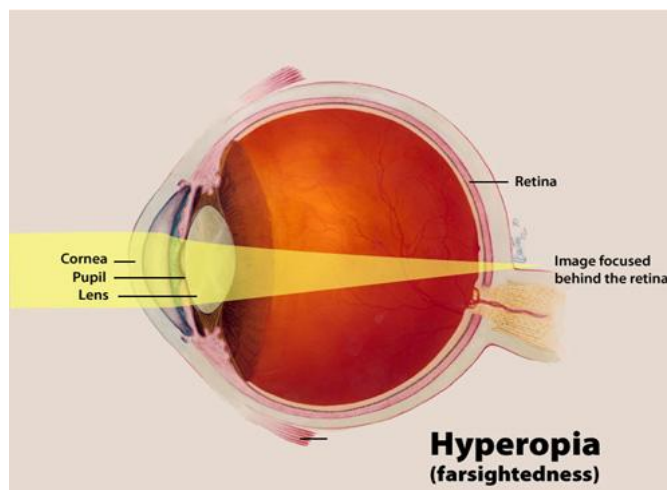
Εικόνα 1.9: Μυωπία
(Eyeglassguide, 2013)

Στη πρώτη περίπτωση (1), η μυωπία χαρακτηρίζεται ως *διαθλαστική*. Η διαθλαστική μυωπία οφείλεται κατά κύριο λόγο σε μεγάλη κυρτότητα του κερατοειδούς ή σε αύξηση της διαθλαστικής δύναμης του φακού. Η δεύτερη περίπτωση (2) παρατηρείται σε αρχόμενο καταρράκτη και σε σακχαρώδη διαβήτη.

Στη δεύτερη περίπτωση (2), η μυωπία που σχετίζεται με το μήκος του οφθαλμού, ονομάζεται *αξονική*. Το είδος αυτό της μυωπίας, εξελίσσεται κατά την διάρκεια της σωματικής ανάπτυξης όπου το μήκος του οφθαλμού αυξάνεται και στη συνέχεια σταθεροποιείται κατά την ενηλικίωση. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν συνήθως πολύ υψηλές μυωπίες που ξεπερνούν τις 6 ακόμα και τις 7 διοπτρίες (Δαμανάκης, 1999).

B. Υπερμετροπία

Η υπερμετροπία σε αντίθεση με την μυωπία, είναι η κατάσταση κατά την οποία οι εισερχόμενες στον οφθαλμό ακτίνες φωτός, φτάνουν σε εστίαση σε ένα σημείο πίσω από τον αμφιβληστροειδή (AmericanAcademyofOphthalmology, 1996).



Εικόνα 1.10: Υπερμετροπία
(Nationaleyeinstitute, 2010)

Στο υπερμετροπικό μάτι κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί λόγω ελλιπούς συνολικής διαθλαστικής ισχύος, όπου η υπερμετροπία χαρακτηρίζεται ως *διαθλαστική*, ή λόγω του μικρού μεγέθους του προσθιοπίσθιου άξονα, όπου τότε η

υπερμετρωπία ονομάζεται *αξονική*, ενώ μπορεί να έχουμε και συνδυασμό και των δύο ειδών (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).

Η μειωμένη διαθλαστική δύναμη του ματιού, μπορεί να οφείλεται σε μικρή κυρτότητα του κερατοειδούς. Μια άλλη περίπτωση είναι να υπάρχει μείωση της διαθλαστικότητας στο φακό λόγω γήρανσης ή σακχαρώδους διαβήτη (Δαμανάκης, 1999).

Προσαρμογή στην υπερμετρωπία:

Αντικείμενα που βρίσκονται τοποθετημένα σε μικρή απόσταση από το μάτι, στέλνουν αποκλίνουσα δέσμη. Προκειμένου να συγκλίνει η δέσμη και να εστιαστεί στον αμφιβληστροειδή, απαιτείται πρόσθετη θετική διαθλαστική δύναμη. Δεδομένου, ότι στην υπερμετρωπία ο οφθαλμός διαθέτει λιγότερες διοπτρίες από αυτές που χρειάζεται, ένα μέρος της μπορεί να εξουδετερωθεί μέσω της προσαρμογής. Η προσαρμογή, είναι ο μηχανισμός που επιτρέπει στο μάτι να εστιάσει στα αντικείμενα αυτά παρέχοντας του την απαραίτητη επιπλέον διαθλαστική δύναμη που χρειάζεται, για να έχει καθαρή όραση.

Ένα μικρό ποσοστό υπερμετρωπίας εξουδετερώνεται από το φυσιολογικό τόνο του ακτινωτού μυός και αποτελεί την “λανθάνουσα” υπερμετρωπία. Το υπόλοιπο μέρος της αποτελεί την “έκδηλη” υπερμετρωπία και διακρίνεται στην:

α) Αντιρροπούμενη, που είναι το κομμάτι της έκδηλης, η οποία μπορεί να εξουδετερωθεί με την μέγιστη προσαρμογή.

β) Απόλυτη, η οποία εκπροσωπεί το μέρος της έκδηλης, η οποία δεν μπορεί να εξουδετερωθεί από την προσαρμογή.

Η έκδηλη και η λανθάνουσα υπερμετρωπία, αποτελούν στο σύνολο τους, την “ολική” υπερμετρωπία (Συνδικάκης, 2014)

Η μείωση της ικανότητας της προσαρμογής η οποία οφείλεται στην προοδευτική μείωση της ελαστικότητας του κρυσταλλοειδούς φακού του οφθαλμού με την πάροδο του χρόνου, δημιουργεί προβλήματα στην κοντινή όραση. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται *πρεσβυωπία* (Ευκαρπίδης, 1993).

Γ) Αστιγματισμός

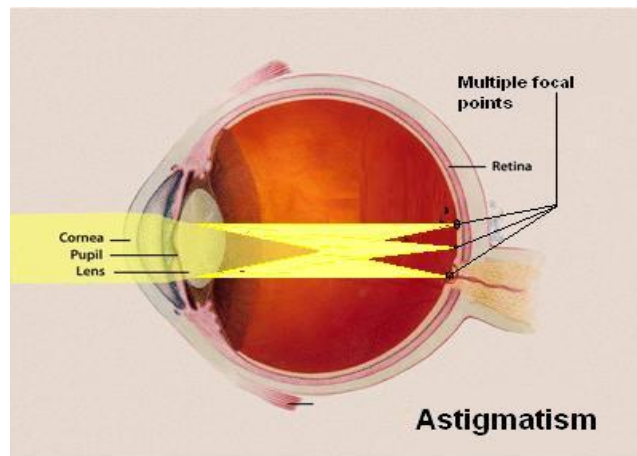
Ο αστιγματισμός είναι το τρίτο και τελευταίο είδος αμετρωπίας. Όταν δέσμη φωτός διέρχεται σε αστιγματικό μάτι, οι ακτίνες φωτός αδυνατούν να συγκεντρωθούν σε ένα σημείο και δημιουργούν ένα κωνοειδές, το φερόμενο ως ‘κωνοειδές του Sturm’.

Το κωνοειδές αυτό δημιουργείται, διότι όλοι οι μεσημβρινοί του αστιγματικού οφθαλμού δεν έχουν την ίδια διαθλαστική δύναμη, πράγμα που καθιστά την εστίαση των ακτίνων στο ίδιο σημείο, αδύνατη. Το γεγονός ότι οι μεσημβρινοί δεν διαθέτουν ίδια διαθλαστικότητα, οφείλεται συνήθως στο μη σφαιρικό σχήμα του κερατοειδούς που χαρακτηρίζει έναν αστιγματικό οφθαλμό (κερατοειδικός αστιγματισμός). Σε ορισμένες περιπτώσεις ο αστιγματισμός προέρχεται από διαταραχές στις επιφάνειες του φακού (φακικός αστιγματισμός) και της κυρτότητας τους, από εκκέντρωση, από κλίση αλλά και από ανομοιογένεια της διαθλαστικής δύναμης του όπως π.χ σε αρχόμενο καταρράκτη (Δαμανάκης, 1999).

Οι δύο μεσημβρινοί με την μεγαλύτερη απόκλιση στη μεταξύ τους διαθλαστική ισχύ αποτελούν τους δύο κύριους άξονες του αστιγματισμού. Οι άξονες αυτοί είναι συνήθως κάθετοι ο ένας με τον άλλο, όταν πρόκειται για ομαλό αστιγματισμό.

Ο αστιγματισμός που είναι ‘σύμφωνος με τον κανόνα’ παρουσιάζει μεγαλύτερη διαθλαστικότητα στον κάθετο άξονα του οφθαλμού. Στον ‘παρά τον κανόνα’ αστιγματισμό, ο οριζόντιος άξονας είναι ο πιο κυρτός.

Όταν οι άξονες δεν είναι κάθετοι μεταξύ τους, ο αστιγματισμός ονομάζεται ‘‘ανώμαλος’’. Αυτός ο αστιγματισμός είναι συνήθως αποτέλεσμα παραμόρφωσης του κερατοειδούς σε περιπτώσεις κερατόκωνου ή ουλοποίησης του εξαιτίας μιας πάθησης ή ενός τραυματισμού.

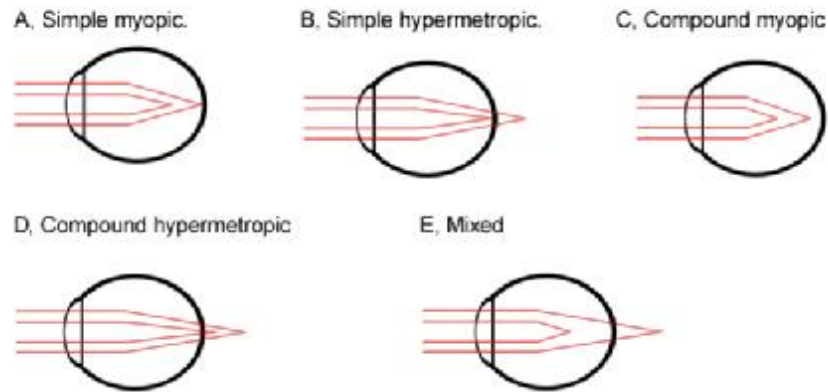


Εικόνα 1.11: Αστιγματισμός
(Healthyojas, 2010)

Οι τύποι του αστιγματισμού

Με την διαμόρφωση του κωνοειδούς του Sturm, έχουμε τον σχηματισμό δύο εστιακών γραμμών, οι οποίες είναι κάθετες μεταξύ τους. Η θέση των γραμμών αυτών και κατά συνέπεια ολόκληρου του κωνοειδούς, σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή, ορίζει τον τύπο του αστιγματισμού. Ο αστιγματισμός χωρίζεται σε τρεις τύπους (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008):

1. Όταν η μια εστιακή γραμμή βρίσκεται πάνω στον αμφιβληστροειδή και η άλλη πίσω ή μπροστά από αυτόν, τότε πρόκειται για ‘‘απλό’’ αστιγματισμό. Σε αυτή τη περίπτωση, ο ένας μεσημβρινός είναι εμμετρικός ενώ ο άλλος μυωπικός (γραμμή μπροστά) ή υπερμετρικός (γραμμή πίσω). Ο αστιγματισμός ονομάζεται ‘‘απλός μυωπικός’’ ή ‘‘απλός υπερμετρικός’’ αντίστοιχα.
2. Στη δεύτερη κατηγορία, τον ‘‘σύνθετο’’ αστιγματισμό και οι δύο μεσημβρινοί είναι αμετρικοί και οι εστιακές γραμμές στην ίδια θέση σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή. Ο αστιγματισμός εδώ θεωρείται είτε ‘‘σύνθετος μυωπικός’’ (γραμμή μπροστά) είτε ‘‘σύνθετος υπερμετρικός’’ (γραμμή πίσω).
3. Τέλος, εάν η μια γραμμή βρίσκεται μπροστά και η άλλη πίσω από τον αμφιβληστροειδή, ο αστιγματισμός ονομάζεται ‘‘μικτός’’. Σε αυτή τη περίπτωση, ο ένας μεσημβρινός είναι μυωπικός ενώ ο άλλος υπερμετρικός.

Refractive types of regular Astigmatism:

Εικόνα 1.12 : Οι τύποι του αστιγματισμού
(smartopticals, 2010)

1.4 ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Για να προχωρήσει κάποιος ασθενής προχωρήσει στη διαδικασία διόρθωσης της αμετροπίας του με laser, πρέπει να υποβληθεί σε ορισμένες εξετάσεις και μετρήσεις, προκειμένου να κριθεί η καταλληλότητα του ως υποψήφιος. Επιπλέον, αυτές, βοηθούν τους υπεύθυνους για την εγχείρηση ιατρούς να πετύχουν τα επιθυμητά για τον ασθενή αποτελέσματα και να αντισταθμίσουν όσο το δυνατόν περισσότερο το διαθλαστικό πρόβλημα του.

Οι εξετάσεις και οι μετρήσεις αυτές, πραγματοποιούνται με την χρήση σύγχρονων και υψηλής τεχνολογίας οφθαλμολογικών μηχανημάτων. Τα μηχανήματα αυτά είναι σε θέση να καταγράφουν και να παρέχουν, στους εξεταστές, πληροφορίες που αφορούν την φυσιολογία και το σχήμα του κερατοειδούς, για τον εκάστοτε οφθαλμό.

1.4.1 Κερατομετρία

Η κερατομετρία είναι η αντικειμενική μέθοδος, με την οποία γίνεται μέτρηση της ακτίνας καμπυλότητας της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς και της διαθλαστικής ισχύος του. Παλαιότερα, η κερατομετρία εφαρμοζόταν κυρίως για την εύρεση και τη μέτρηση τυχόν αστιγματισμού. Στην πορεία, με την εμφάνιση των φακών επαφής η μέθοδος αυτή άρχισε να χρησιμοποιείται για την μέτρηση των καμπυλοτήτων του κερατοειδούς. Η διαδικασία αυτή είναι ζωτικής σημασίας, για την σωστή εφαρμογή των φακών επαφής και την αποφυγή τυχόν επιπλοκών.

Η κερατομετρία επίσης χρησιμοποιείται κατά τους υπολογισμούς στην διαθλαστική χειρουργική και την παρακολούθηση της εξέλιξης του κερατόκωνου¹. Τέλος, αυτή η μέθοδος είναι μέρος του προεγχειρητικού ελέγχου για την επέμβαση καταρράκτη, προκειμένου να προσδιοριστεί η διαθλαστική ισχύς του φακού, που θα αντικαταστήσει τον κατεστραμμένο (Δαμανάκης, 1999).

1.4.2 Μηχανήματα κερατομέτρησης

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στη κερατομέτρηση είναι δύο: το κερατόμετρο τύπου Bausch & Lomb και το οφθαλμόμετρο (javal).

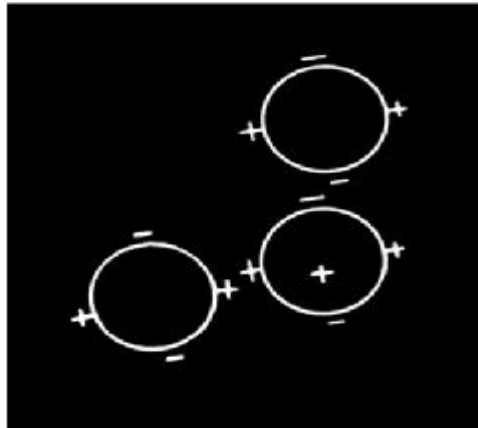
Κερατόμετρο τύπου Bausch & Lomb

Το ένα από τα δύο όργανα κερατομέτρησης είναι το κερατόμετρο τύπου Bausch & Lomb. Ο εξεταστής παρατηρεί μέσα από το όργανο τα είδωλα που ανακλώνται από τον εξεταζόμενο κερατοειδή. Η εικόνα που δίνεται είναι τρεις κύκλοι, οι οποίοι είναι διαταγμένοι έτσι ώστε να σχηματίζουν μεταξύ τους ένα νοητό ορθογώνιο τρίγωνο. Κάθε ένας κύκλος διαθέτει το σύμβολο (+) στα πλάγια του και το σύμβολο (-) από πάνω και από κάτω του.



Εικόνα 1.12:ΚερατόμετροτύπουBausch&Lomb
(Tishamedicalexports, 2014)

¹Ο κερατόκωνος είναι μία μη φλεγμονώδης πάθηση του κερατοειδούς, η οποία χαρακτηρίζεται από την παρουσία μίας προοδευτικής παραμόρφωσης της επιφάνειάς του. Ο κερατοειδής παίρνει σταδιακά μία «κωνική» μορφή, (επεκτείνεται δημιουργώντας μία προεξοχή), παραμορφώνοντας το είδωλο που σχηματίζεται στο βυθό του ματιού. Ταυτόχρονα παρατηρείται προοδευτική λεπτόνωση, ουλοποίηση και τελικά θολερότητα στην περιοχή που υπάρχει ο κώνος.Το σημαντικό στον κερατόκωνο είναι ότι προκαλεί προοδευτική, μερική ή ολική, πτώση της όρασης η οποία δεν βελτιώνεται με γυαλιά και μπορεί να φθάσει μέχρι και την τύφλωση(Ιατρικό Ινστιτούτο Οφθαλμολογίας, 2014).



Εικόνα 1.13:Εικόνα εξέτασης με κερατόμετρο τύπου Bausch&Lomb
(Eastvalleyophthalmology, 2014)

Αρχικά ο εξεταστής, ρυθμίζοντας το όργανο, εστιάζει τα είδωλα έτσι ώστε ο κεντρικός κύκλος και τα σύμβολα του να είναι ευκρινή. Στη συνέχεια, για την ανεύρεση των κύριων αξόνων του αστιγματισμού, πρέπει οι κύκλοι να είναι ευθυγραμμισμένοι. Σε περίπτωση που δεν είναι, ο εξεταστής περιστρέφει το κύριο σώμα του οργάνου εως ότου ευθυγραμμιστούν και οι μοίρες των κύριων αξόνων του αστιγματισμού δίνονται από κλίμακα που έχει το όργανο.

Προκειμένου να υπολογιστούν οι ακτίνες καμπυλότητας των κύριων αξόνων και κατά συνέπεια η διαθλαστική τους ισχύς, πρέπει να γίνει ταύτιση των συμβόλων (+) και (-) που βρίσκονται ανάμεσα στους κύκλους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη περιστροφή των τυμπάνων που βρίσκονται αριστερά και δεξιά του κερατόμετρου. Η διαθλαστική ισχύς δίνεται σε διοπτρίες (D) από την κλίμακα του οργάνου (Δαμανάκις, 1999).

Οφθαλμόμετρο

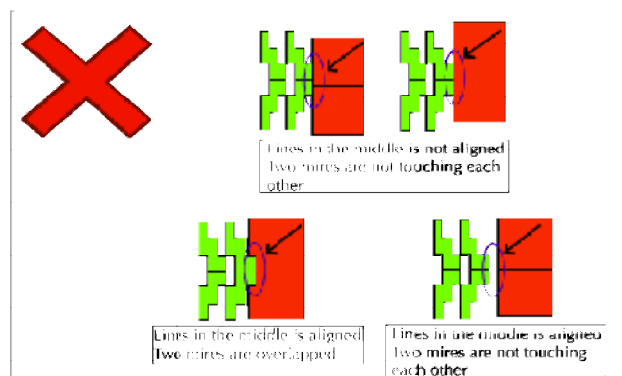
Το οφθαλμόμετρο javal είναι το δεύτερο μηχάνημα που χρησιμοποιείται στη κερατομετρία. Το όργανο αυτό, μετράει τις ακτίνες καμπυλότητας της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς και υπολογίζει το βαθμό του αστιγματισμού.



Εικόνα 1.14:Κερατόμετροτύπουjavalschiotz
(Medicalexpo, 2014)

Η διαδικασία μέτρησης του αστιγματισμού είναι η ακόλουθη: Εφόσον τα ανακλώμενα από τον κερατοειδή είδωλα είναι εστιασμένα και η εικόνα τους καθαρή, γίνεται περιστροφή του οργάνου προκειμένου να έρθουν σε επαφή. Σκοπός είναι να ευθυγραμμιστούν οι μαύρες γραμμές που βρίσκονται στο μέσο τους. Η θέση του οργάνου στην οποία επιτυγχάνεται αυτό, δίνει τον ένα κύριο άξονα του αστιγματισμού.

Στη συνέχεια, το όργανο περιστρέφεται κατά 90 μοίρες και γίνεται παρατήρηση των ειδώλων. Εάν παραμείνουν στην θέση τους σημαίνει πως δεν υπάρχει κερατοειδικός αστιγματισμός. Σε περίπτωση που υπάρχει, τότε τα είδωλα είτε θα απομακρυνθούν, είτε το ένα θα εφιπτεύει το άλλο. Εάν παρατηρηθεί απομάκρυνση, τα είδωλα έρχονται, με εκ νέου ρύθμιση, σε επαφή και κατόπιν το όργανο περιστρέφεται, ώστε να γυρίσει στην αρχική του θέση. Σε αυτή, τα είδωλα θα εφιπτεύουν ξανά. Η εφιπτευση αυτή είναι απαραίτητη, προκειμένου να υπολογιστεί ο βαθμός του αστιγματισμού. Το ένα από τα δύο είδωλα έχει την μορφή κλίμακας. Η κλίμακα αυτή μοιάζει με σκαλοπάτια. Για τον υπολογισμό του βαθμού γίνεται μέτρηση του αριθμού των σκαλοπατιών που καλύπτονται από το δεύτερο είδωλο. Κάθε σκαλοπάτι αντιστοιχεί σε 1D αστιγματισμό (Δαμανάκις, 1999).



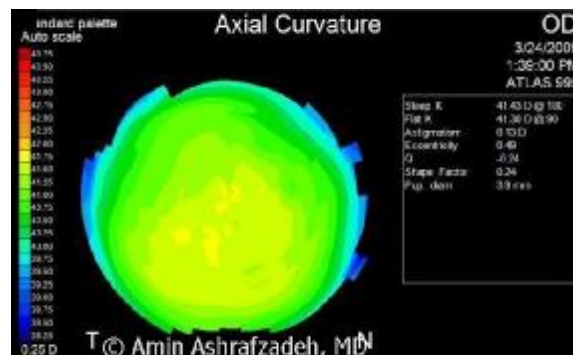
Εικόνα 1.15:Εικόνα κερατοειδικών ειδώλων μέσω κερατόμετρου τύπου javalschiotz
(Goh, 2014)

Για την μέτρηση των ακτίνων καμπυλότητας τα είδωλα έρχονται πάλι σε επαφή και ευθυγραμμίζονται για κάθε κύριο άξονα ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα για τις ακτίνες καμπυλότητας και την διαθλαστική δύναμη για κάθε έναν άξονα δίνονται (σε mm και D αντίστοιχα) από τις κλίμακες του οργάνου.

1.4.3 Τοπογραφία του κερατοειδούς

Η τοπογραφία του κερατοειδούς είναι μια εξέταση, η οποία περιλαμβάνει πολλαπλές μετρήσεις της επιφάνειας του κερατοειδούς, που γίνονται με την βοήθεια υπολογιστή. Με την εξέταση αυτή μπορεί να γίνει διάγνωση παθήσεων, οι οποίες καθιστούν την διαθλαστική επέμβαση ακατάλληλη.

Στη τοπογραφία δίνεται μία χρωματισμένη, ψηφιακή εικόνα της επιφάνειας του κερατοειδούς, μέσω υπολογιστή. Η λεπτομερής μελέτη της φυσιολογίας και του σχήματος του κερατοειδούς, βασίζεται πάνω στα χρώματα που εμφανίζονται στην εικόνα. Στα σημεία, στα οποία παρουσιάζεται μεγάλη κυρτότητα, επικρατούν θερμά χρώματα, όπως το ερυθρό και το πορτοκαλί. Τα ψυχρά, όπως το μπλε και το πράσινο, είναι εκείνα που αντιπροσωπεύουν τη μικρότερη κυρτότητα στην επιφάνεια του κερατοειδή. Σε ένα δεδομένο τοπογραφικό χάρτη, η χρωματική κλίμακα είναι πιο σημαντική από τις απόλυτες αριθμητικές μετρήσεις. Η τοπογραφία είναι σχετικά συμμετρική και στους δυο οφθαλμούς. Η χρωματική αυτή κλίμακα εξυπηρετεί επίσης και στη σύγκριση διαφορετικών οφθαλμών, αλλά και ενδεχόμενων μεταβολών που μπορεί να προκύψουν στον ίδιο οφθαλμό. Ο τοπογραφικός χάρτης καλύπτει το κερατοειδή από το κέντρο έως τη περιφέρεια του.



Εικόνα 1.16: τοπογραφία φυσιολογικού κερατοειδούς (Ashrafzadeh, 2011)

Η τοπογραφία είναι απαραίτητη τόσο για την μελέτη για την μελέτη πριν από κάποια διαθλαστική εγχείρηση όσο και μετά από αυτή. Με την τοπογραφία μπορούμε να αναγνωρίσουμε σχετικά εύκολα διαθλαστικές καταστάσεις, οι οποίες έχουν δύσκολη διάγνωση, όπως ο υποκλινικός κερατόκωνος. Επιπλέον, κατόπιν μιας διαθλαστικής επέμβασης, ελέγχει την ομοιομορφία του κερατοειδούς, την επικέντρωση της εφαρμογής αλλά και την σταθερότητα των αποτελεσμάτων. Είναι επίσης χρήσιμη στη διαδικασία εφαρμογής φακών επαφής (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).

Σε ένα δεδομένο τοπογραφικό χάρτη, η χρωματική κλίμακα είναι πιο σημαντική από τις απόλυτες αριθμητικές μετρήσεις. Η τοπογραφία είναι σχετικά συμμετρική και στους δυο οφθαλμούς. Σε ενδεχόμενη εμφάνιση κερατόκωνου παρουσιάζεται αύξηση της κυρτότητας του κάτω μέρους του κερατοειδούς (Ασημέλλης, 2007).

1.4.4 Παχυμετρία του κερατοειδούς

Η μέτρηση και η καταγραφή του πάχους του κερατοειδούς πραγματοποιείται με την μέθοδο της παχυμετρίας. Η εξέταση αυτή γίνεται προεγχειρητικά σε υποψηφίους για διαθλαστική επέμβαση, προκειμένου να κριθεί η καταλληλότητα τους. Από τα αποτελέσματα που δίνονται εξαρτάται το όριο σμίλευσης του κερατοειδούς, αλλά και η επιλογή του είδους της επέμβασης που θα πραγματοποιηθεί. Σε περίπτωση που οι μετρήσεις δείξουν μη επαρκή ιστό, η επέμβαση δεν είναι εφικτή. Η παχυμετρία συμβάλλει επίσης στην εκτίμηση του γλαυκώματος (Οφθαλμολογικό Κέντρο Αθηνών, 2008).

Η παχυμετρία, πραγματοποιείται με την χρήση υπέρηχων. Ο εξεταστής αφού αναισθητοποιήσει τον κερατοειδή με σταγόνες, στη συνέχεια ακουμπά στο κερατοειδή ένα 'στυλό' και μετράει το πάχος του. Η διαδικασία είναι ανώδυνη και διαρκεί ορισμένα δευτερόλεπτα (Οφθαλμολογικό Κέντρο Αθηνών, 2008).



Εικόνα 1.17: Pacline opticon eye pachymeter
(Pisani, 2013)

Ο βαθμός του οπτικού σφάλματος (αμετροπίας) του υποψηφίου σε συνδυασμό με το αρχικό πάχος του κερατοειδούς και το υπολοιπόμενο, κατόπιν της επέμβασης, καθορίζουν το κατά πόσο ο ασθενής πληρεί τις προϋποθέσεις για να υποβληθεί με ασφάλεια στην εγχειρητική αυτή διαδικασία (Οφθαλμολογικό Κέντρο Αθηνών, 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Η ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΣΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ

Η ανάγκη του ανθρώπου για διαρκή εξέλιξη της ποιότητας της ζωής του, αποτέλεσε το εναρκτήριο λάκτισμα για την έρευνα και την εφαρμογή πολλών από τις σημερινές επινοήσεις. Η διαθλαστική χειρουργική, δεν αποτελεί εξαίρεση. Προκειμένου να απαλλαγεί από την χρήση γυαλιών κυρίως για αισθητικούς λόγους, άρχισε να πειραματίζεται και να προσπαθεί να αντισταθμίσει τα διαθλαστικά σφάλματα επεμβαίνοντας στο κερατοειδή και μεταβάλλοντας το σχήμα του. Η προσπάθεια του αυτή, πέρασε από διάφορα μεταβατικά στάδια για να φτάσει στη σημερινή της μορφή.

2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΙΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Η πρώτη μορφή διαθλαστικής εγχείρησης πραγματοποιήθηκε σε ένα 19χρονο, προκειμένου να εισαχθεί σε στρατιωτική σχολή. Ο νεαρός αυτός υποβλήθηκε σε μια πλήρους πάχους “κερατοτομή” από τον E.Faber για να απαλλαγεί από τον αστιγματισμό του.

Στην πορεία, λίγο πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, ένας Ιάπωνας, ο TsutomuSato (Ασημέλλης, 2007) καταπιάνεται με τη διόρθωση αμετροπιών με την χρήση κερατοτομών. Παρότι οι μέθοδοι του αυτές έμοιαζαν αρχικά να έχουν αποτέλεσμα, μακροπρόθεσμα οι ασθενείς του εμφάνισαν σοβαρές κερατοπάθειες, λόγω της βλάβης που προκαλούσε το βάθος της τομής στο ενδοθήλιο.

Την επιπλοκή αυτή κλήθηκε και κατόρθωσε να εξαλείψει την δεκαετία του 1960, ο SvyatoslavFyodorov (Ασημέλλης,2007) πραγματοποιώντας τομές μικρότερου βάθους. Παράλληλα μελετώντας την σχέση του βάθους, του αριθμού, του μήκους και της απόστασης των τομών από το κέντρο του κερατοειδή με τα αποτελέσματα που προέκυπταν κατόρθωσε να φτάσει την μέθοδο σε ένα ώριμο επίπεδο ώστε να μπορεί να εφαρμόζεται με ασφάλεια.

Πίσω στο 1949, ο JoseBarraquer (Δαμανάκις, 1999) αναπτύσσει την ‘στρωματική κερατεκτομή’ εδραιώνοντας την ιδέα της σμίλευσης του κερατοειδούς για την διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων. Παραλλαγές της μεθόδου αυτής επινόησε το 1985 ο C.Swinge αλλά και ο L.Ruiz λίγο αργότερα (Δαμανάκις, 1999).

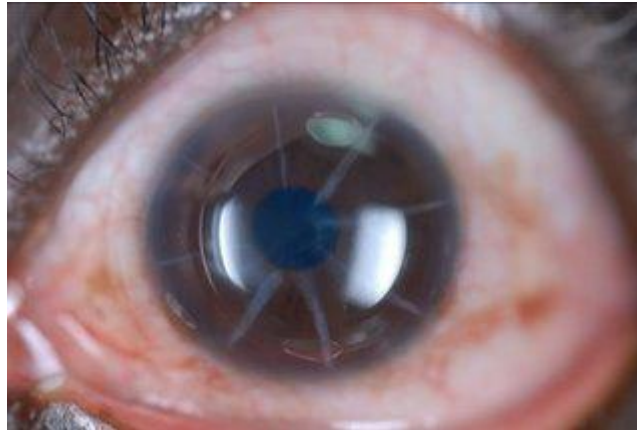
2.3 ΟΙ ΑΡΧΙΚΕΣ ΚΕΡΑΤΟΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΤΟΥΣ

2.3.1 Μυωπία

2.3.1.1 Ακτινωτή κερατοτομή (RadialKeratotomy)

Η βασική ιδέα της επέμβασης αυτής, ήταν η εξάλειψη της μυωπίας με την δημιουργία ακτινωτών τομών. Η διαδικασία έχει ως εξής: Με ένα ειδικό μαχαίριδιο με διαμαντένια κόψη, πραγματοποιούνται από 4 έως και 16 τομές στο κερατοειδή οι οποίες φτάνουν σε βάθος μέχρι το 90% του συνολικού του πάχους. Οι ακτινωτές αυτές τομές ξεκινούν από μια προκαθορισμένη οπτική ζώνη και εκτείνονται μέχρι και το σκληροκερατοειδές όριο. Με τον τρόπο αυτό, ο περιφερικός κερατοειδής

αποδυναμώνεται και το σχήμα του μεταβάλλεται. Η μεταβολή αυτή, οφείλεται στην επίδραση της ενδοφθάλμιας πίεσης η οποία προκαλεί αρχικά κύρτωση στο περιφερικό κερατοειδή και κατά συνέπεια επιπέδωση στον κεντρικό. Η επιπέδωση αυτή προκαλεί μείωση της διαθλαστικής ισχύος του κερατοειδούς και εξάλειψη της μυωπίας. Η επέμβαση αυτή όταν πρωτοεμφανίστηκε την δεκαετία του '70 είχε γρήγορη και μεγάλη διάδοση καθώς υπήρξε απλή και αποτελεσματική.



Εικόνα 2.1: Ακτινωτή κερατοτομή-radialkeratotomy (Boshnick, 2014)

Επιπλοκές της ακτινωτής κερατοτομής

Παρά την αρχική θετική της έκβαση, η εγχείρηση αυτή μακροπρόθεσμα παρουσίασε σοβαρές επιπλοκές. Η εκτεταμένη χρήση της, το μήκος και ο υπερβολικός αριθμός των τομών, οδήγησε σε βλάβες της ακεραιότητας του οφθαλμικού βολβού. Επιπλέον, παρατηρήθηκε προοδευτική υπερδιόρθωση σε βάθος χρόνου. Για τους λόγους αυτούς καθώς και για την περιορισμένη ακρίβεια της, όσον αφορά τα αποτελέσματα της η μέθοδος αυτή παραγκωνίστηκε.

2.3.1.2. Στρωματική κερατεκτομή (Lamellar Keratoplasty)

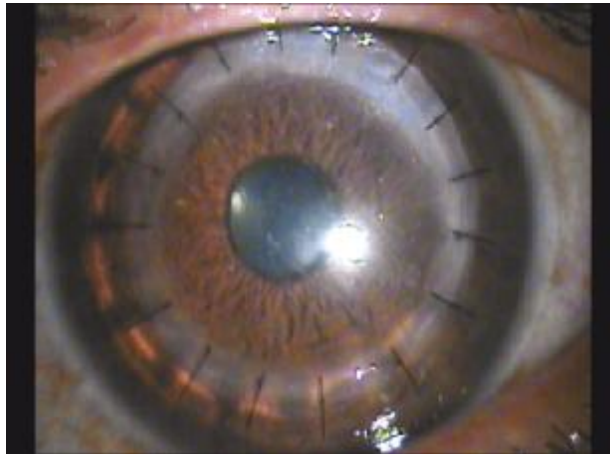
Με την χρήση ενός μικροκερατόμου, γίνεται αφαίρεση ενός τμήματος της επιφάνειας του πρόσθιου κερατοειδή, ο λεγόμενος “κρήμνος” (flap).



Εικόνα 2.2:Κερατοειδικός κρήμνος-flap (Taravella, 2014)

Το τμήμα αυτό καταψύχεται και τροποποιείται με την βοήθεια ενός ειδικού τόννου (cryolathe), έτσι ώστε να αλλάξει η διαθλαστικότητα του. Ο επεξεργασμένος

κρημνός, επανατοποθετείται στην αρχική του θέση και στερεώνεται με ράμματα. Με τον τρόπο αυτό ο ασθενής παρατηρούσε σημαντική μείωση στη μυωπία του.



Εικόνα 2.3: Deep anterior lamellar keratoplasty-DALK (Murthy, 2013)

Επιπλοκές της στρωματικής κερατεκτομής

Η τεχνική αυτή, ενώ επιτύγχανε το επιθυμητό αποτέλεσμα δεν διέθετε μεγάλη επαναληψιμότητα. Σε μια προσπάθεια να εξελίξει την διαδικασία, ο C.Swinge καταργεί την ψύξη του κρημνού. Αντίθετα χρησιμοποιεί τον μικροκερατόμο για την σμίλευση του κερατοειδούς προκειμένου να επιτύχει την επιθυμητή διαθλαστική ισχύ. Η επέμβαση αυτή εξακολουθούσε να μην έχει μεγάλη προβλεψιμότητα, όμως αποτέλεσε προάγγελο της αυτοματοποιημένης στρωματικής κερατεκτομής [AutomatedLamellarKeratoplasty].

2.3.2 Υπερμετρωπία

Κερατοφακία για την υπερμετρωπία

Η επέμβαση αυτή είχε ως στόχο την αντιστάθμιση της υπερμετρωπίας με την τοποθέτηση μοσχεύματος.



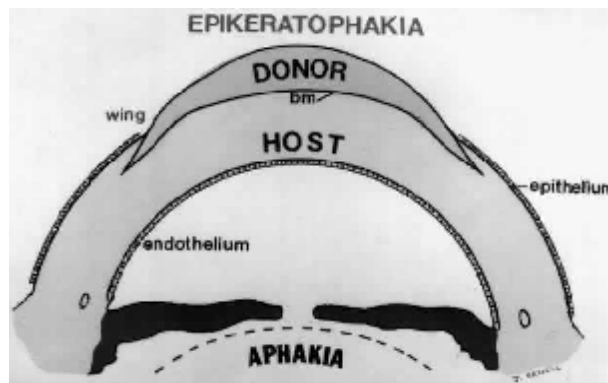
Εικόνα 2.4 :μόσχευμακερατοειδούς (aktislasereyecenter, 2014)

Ένα τμήμα από ξένο κερατοειδή καθώς και ένα από του επικείμενου δέκτη, αφαιρείται με μικροκερατόμο. Το τμήμα του δότη σμιλεύεται με την βοήθεια ειδικού τόννου έτσι ώστε να αυξηθεί η κυρτότητα του και να μετατραπεί σε θετικό φακό. Ο τροποποιημένος αυτός φακός τοποθετείται στην υποδοχή που έχει δημιουργηθεί στην επιφάνεια του πρόσθιου κερατοειδή του δέκτη. Το στρώμα που αφαιρέθηκε από το δέκτη εναποθέτεται πάνω από το μόσχευμα και στερεώνεται με ράμματα.

2.3.3 Αφακία

Επικερατοφακία για την αφακία

Η εγχείρηση αυτή επιδίωκε την διόρθωση της υπερμετροπίας λόγω αφακίας.



Εικόνα 2.5: επικερατοφακία για την υπερμετροπία λόγω αφακίας (Morgan, 2014)

Ένα ήδη επεξεργασμένο σε μορφή θετικού φακού, τμήμα πρόσθιου κερατοειδούς, χρησιμοποιείται ως μόσχευμα. Από τον κερατοειδή του δέκτη έχει αφαιρεθεί το επιθήλιο και εκεί τοποθετείται και στερεώνεται με ράμματα το τροποποιημένο τμήμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φως αποτελείται από διάφορες ακτινοβολίες διαφορετικής συχνότητας οι οποίες αποτελούν τα διάφορα χρώματα όπως τα αντιλαμβάνεται ο οφθαλμός μας. Το laser αποτελεί μία μοναδική διάταξη η οποία παράγει δέσμη φωτός ενός συγκεκριμένου μήκους κύματος και υψηλής έντασης. Αποτελεί το βασικό συστατικό των τεχνολογιών για την παραγωγή σύντομων παλμών φωτός (Κατσικαλάκη 2013). Η λέξη laser προέρχεται από το Light Amplification (by) Stimulated Emission Radiation, που στα ελληνικά ερμηνεύεται ως <<Ενίσχυση του Φωτός με Εξαναγκασμένη Εκπομπή Ακτινοβολίας>>. Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις συσκευές και τις αντίστοιχες ακτινοβολίες που αυτές παράγουν (Κατσικαλάκη 2013).

Η πρώτη ακτίνα laser δημιουργήθηκε πριν από 54 χρόνια (1960), όταν ο φυσικός Theodore Maiman ερευνητής των εργαστηρίων Hughes στην Καλιφόρνια (ΗΠΑ) χρησιμοποιώντας κρύσταλλα ρουβινίου κατόρθωσε να δώσει σε λειτουργία την ενεργή κοιλότητα συντονισμού Fabry – Perot και έτσι να δημιουργήσει μια κόκκινη, φωτεινή ακτίνα ($\lambda=694,3$ nm). Η ιστορία του laser ωστόσο ξεκίνησε στις αρχές του προηγούμενου αιώνα όταν, το 1917, ο Albert Einstein διατύπωσε την υπόθεση της ύπαρξης διαδικασίας της εξαναγκασμένης εκπομπής. Αυτός ήταν που έδειξε πως η διαδικασία της επαγόμενης ή εξαναγκασμένης εκπομπής θα πρέπει να υπάρχει ώστε να εξισορροπεί σε θερμοδυναμική ισορροπία τις διαδικασίες της απορρόφησης και της αυτογενούς εκπομπής. Άλλα ονόματα που ασχολήθηκαν και μάλιστα κάποιοι από αυτούς βραβεύτηκαν κίολας και με Νόμπελ για αυτήν τους την ενασχόληση είναι ο Charles Fabry, Alfred Perot, Max Blanck, Charles H. Townes και Arthur Schawlow που με την επιστημονική συνεισφορά τους βοήθησαν στην ανακάλυψη του Laser (Αραβαντινός, 2010). Σήμερα δεν υπάρχει τομέας της επιστήμης και της τεχνολογίας που να μην έχει επηρεαστεί από αυτήν την ανακάλυψη. Επικοινωνίες, εκπαίδευση, χειρουργική, φασματοσκοπία είναι μόνο μερικοί από τους τομείς.

3.2 ΦΩΤΟΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ:

Η φωτοδιαθλαστική χειρουργική ονομάζεται η χρήση του φωτός για επέμβαση στους χιτώνες του οφθαλμού. Η ανακάλυψη των lasers άνοιξε νέους δρόμους στις εφαρμογές της διαθλαστικής χειρουργικής.

Για εφαρμογές στον κρυσταλλοειδή φακό και τον πρόσθιο θάλαμο χρησιμοποιείται κοντινό υπεριώδες το οποίο έχει μήκος κύματος από 315 nm έως 390 nm.

Για εφαρμογές στον αμφιβληστροειδή χρησιμοποιείται μέσο και μακρινό υπέρυθρο (400 -1400 nm).

Για εφαρμογές στον κερατοειδή χρησιμοποιείται μέσο και μακρινό υπέρυθρο το οποίο έχει μήκος κύματος από 1400 nm έως 1 mm ή μέσο και βαθύ υπεριώδες το οποίο έχει μήκος κύματος από 180 nm έως 315 nm. Στην φωτοδιαθλαστική χειρουργική χρησιμοποιούνται κυρίως το excimer και femtosecond laser (Αιμιλιανός, 2009 και Μπάχαρης, 2013).

3.3 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ LASER

Τα άτομα μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το φώς με τρεις τρόπους : α) την απορρόφηση, β) την αυθόρμητη εκπομπή και γ) την εξαναγκασμένη εκπομπή.

Απορρόφηση :

Ένα άτομο μπορεί να απορροφήσει ένα φωτόνιο και να μεταβεί από μία στάθμη χαμηλότερης ενέργειας E_1 σε στάθμη υψηλότερης ενέργειας E_2 . Αυτό μπορεί να γίνει αν η ενέργεια που θα προσλάβει το άτομο κατά την αλληλεπίδραση του με το φωτόνιο είναι :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h \cdot \nu \text{ (Σχέση 1)}$$

Όπου το h είναι η σταθερά του Planck και ν η συχνότητα του φωτονίου. Το Φωτόνιο θα πρέπει να έχει κατάλληλη συχνότητα ή μήκος κύματος για να προσδώσει στο άτομο την ενέργεια που χρειάζεται έτσι ώστε να διεγερθεί σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται εξαναγκασμένη απορρόφηση.

Αυθόρμητη εκπομπή :

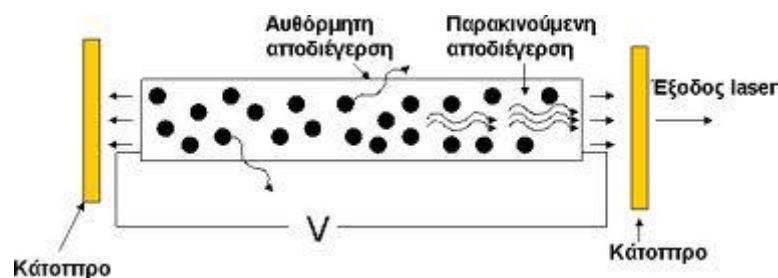
Η διαδικασία κατά την οποία ένα άτομο το οποίο βρίσκεται στην διεγερμένη κατάσταση E_2 αποδιεγείρεται εκπέμποντας ένα φωτόνιο ενέργειας :

$$h \cdot \nu = E_2 - E_1 \text{ (Σχέση 2)}$$

Κάθε άτομο αποδιεγείρεται σε τυχαία χρονική στιγμή και η εκπομπή του φωτός γίνεται σε τυχαία διεύθυνση.

Εξαναγκασμένη εκπομπή :

Η διαδικασία κατά την οποία ένα φωτόνιο ενέργειας $h \cdot \nu = E_2 - E_1$, συναντά ένα άτομο διεγερμένο στην κατάσταση E_2 και το εξαναγκάζει να αποδιεγερθεί εκπέμποντας ένα φωτόνιο της ίδιας ενέργειας, κατεύθυνσης, φάσης και πόλωσης (Ασημέλλης, 2006, Ζευγώλης, 2007).



Εικόνα 3.1: Η διεργασία της αυθόρμητης εκπομπής/αποδιέγερσης και πτης εξαναγκασμένης εκπομπής . Το φωτόνιο σε όλες τις περιπτώσεις έχει ενέργεια $\Delta F = E_2 - E_1$ (Καφεσάκη, 2014)

3.3.1 Τμήματα και οπτικά χαρακτηριστικά των lasers:

Τμήματα των lasers

Από την ανακάλυψη του laser μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί πολλοί διαφορετικοί τύποι laser με διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς την λειτουργία και την κατασκευή. Ωστόσο κάθε τύπος laser ακολουθεί ορισμένες βασικές αρχές λειτουργίας που με την σειρά τους απαιτούν βασικές αρχές κατασκευής.

Το laser αποτελείται από :

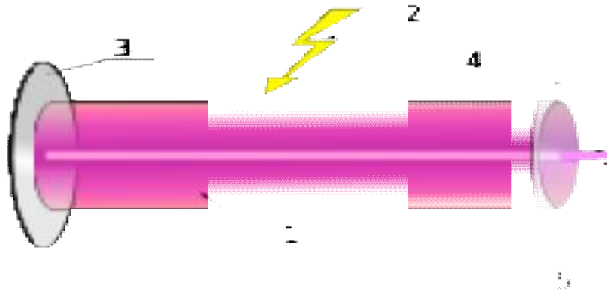
- Το ενεργό υλικό
- Την άντληση
- Το οπτικό αντηχείο
- Το σύστημα ψύξης

Το **ενεργό υλικό** σε μία κοιλότητα laser θεωρείται μία συλλογή ατόμων, μορίων ή ιόντων κάποιου αερίου, υγρού ή στερεού που μπορεί να παρέχει τις ενεργειακές του στάθμες, για τις μεταπτώσεις ηλεκτρονίων. Σε ορισμένα laser το ενεργό υλικό αποτελείται από ένα υποδοχέα στον οποίο τοποθετούνται τα άτομα που δίνουν δράση laser. Χαρακτηριστικό του ενεργού υλικού είναι η ικανότητα να επιτυγχάνει αναστροφή πληθυσμού. Το υλικό αυτό περιορίζεται σε μία οπτική κοιλότητα που ονομάζεται <<οπτικό αντηχείο>>(Βαρσάμης).

Το **οπτικό αντηχείο** είναι μια οπτική συσκευή ανατροφοδότησης η οποία κατευθύνει προς – πίσω τα φωτόνια στο εσωτερικό του ενεργού υλικού. Στην πιο απλή μορφή του αποτελείται από δύο κάτοπτρα προσεκτικά ευθυγραμμισμένα. Το οπτικό αντηχείο ενισχύει μόνο συγκεκριμένες συχνότητες οι οποίες ονομάζονται τρόποι ταλάντωσης (Τόλης,2009).

Η **άντληση** αποτελεί μία διαδικασία κατά την οποία μεταφέρεται ενέργεια μέσα στα άτομα του ενεργού υλικού, έτσι ώστε να διατηρείται μία συντηρούμενη ταλάντωση μέσα στο οπτικό αντηχείο, παρά την ύπαρξη απωλειών της οπτικής ενέργειας εξαιτίας είτε της χρήσιμης απώλειας εξόδου, είτε ανεπιθύμητων παρασιτικών απωλειών που οφείλονται στην ίδια κατασκευή του laser(Τόλης,2009).

Κατά την λειτουργία ενός laser παράγονται μικρά ή μεγάλα ποσά θερμότητας τα οποία πρέπει να αφαιρεθούν από το σύστημα για να αποτρέψουν την καταστροφή του. Τον ρόλο αυτό έχει αναλάβει το **σύστημα ψύξης**. Στην περίπτωση που το ενεργό υλικό είναι στερεό, υπάρχει ένα ψυκτικό περίβλημα στο οποίο ρέει νερό ή ψυκτικό λάδι. Ενώ στην περίπτωση που το ενεργό υλικό είναι αέριο ή υγρό , είτε υπάρχει ψυκτικό περίβλημα όπως στην περίπτωση ενός στερεού ενεργού υλικού είτε το ίδιο το ενεργό υλικό κυκλοφορεί μέσα στην οπτική κοιλότητα με αποτέλεσμα να ψύχεται το εξωτερικό της (Ζευγώλης, 2007).



Εικόνα 3.2 : 1.Ενεργό υλικό / Οπτική κοιλότητα, 2. Σύστημα άντλησης, 3.Κάτοπτρο υψηλής ανακλαστικότητας, 4.Κάτοπτρο χαμηλής ανακλαστικότητας, 5.Δέσμη laser
(ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ – ΛΕΪΖΕΡ, 2014)

Τα οπτικά χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας Laser :

Κάθε κατηγορία laser έχει κάποια κοινά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι τα εξής (Αραβαντινός, 2010) :

- **Μεγάλη Ένταση ή Λαμπρότητα:** ως ένταση (Ορίζουμε την ισχύ(P) της ακτινοβολίας προς την μονάδα επιφάνειας(A). Η ένταση του φωτός laser είναι πολύ μεγαλύτερη από κάθε άλλη πηγή εξαιτίας της κατευθυντικότητας και της μικρής διατομής τους:

$$I = P / A \text{ (Σχέση 3)}$$

- Το ίδιο ισχύει και ακόμα και για ένα laser χαμηλής ισχύος. Συγκεκριμένα λόγω της πολύ μεγάλης παραλλήλιας τους οι ακτίνες όταν συγκλίνουν μπορούν να συγκεντρωθούν στον χώρο σε μία σχεδόν σημειακή εστία. Έτσι η ένταση λοιπόν του φωτός σε εκείνο το σημείο μπορεί να είναι πολύ μεγάλη(Αραβαντινός,2010)
- **Μονοχρωματικότητα:** το μοναδικό φως το οποίο είναι σχεδόν μονοχρωματικό είναι εκείνο που προέρχεται από μια συσκευή laser. Συγκεκριμένα με τον όρο μονοχρωματικό εννοούμε ότι όλα τα φωτόνια της δέσμης έχουν την ίδια συχνότητα, δηλαδή το ίδιο μήκος κύματος. Για το εκπεμπόμενο λοιπόν μήκος κύματος, το εύρος ζώνης του είναι συνήθως 0,01 nm ή ακόμη και μικρότερο(Αραβαντινός,2010).
- **Συμφωνία :** ορίζεται ως ο βαθμός συσχέτισης της φάσης της ακτινοβολίας σε διάφορες θέσεις και χρονικές στιγμές. Το laser υπερτερεί στην συμφωνία (χρονική και χωρική) σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη ακτινοβολία παραγόμενη από συμβατική πηγή για παράδειγμα το laser He – Ne έχει χρονικά συμφωνία μερικά msec και αντίστοιχη χωρική μερικές εκατοντάδες μέτρα (Αραβαντινός,2010).
- **Κατευθυντικότητα :** Αρκεί να δει κάποιος την πολύ στενή δέσμη ενός laser να ταξιδεύει ευθύγραμμα στον χώρο για να εντυπωσιαστεί. Σύμφωνα όμως με τους νόμους και της όρους της φυσικής η κατευθυντικότητα μιας συμβατικής

πηγής φωτός (π.χ λάμπα πυράκτωσης) λειτουργεί βασισμένη στο φαινόμενο της αυθόρμητης εκπομπής και εκπέμπει ακτινοβολία προς όλες τις διευθύνσεις με ανώμαλη κατανομή φωτοβολίας. Αντίθετα όμως η ακτινοβολία laser έχει αυστηρά περιορισμένη κατεύθυνση σχηματίζοντας μια λεπτή δέσμη μικρής εγκάρσιας τομής. Δηλαδή ορίζει το πόσο μεγαλώνει η διάμετρος του κυκλικού ίχνους της καθώς η δέσμη αυτή απομακρύνεται από την συσκευή δημιουργίας της (Τόλης,2009 και Αραβαντινός,2010).

3.4 ΤΑ LASER ΣΤΗΝ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ :

Μέγιστο γεγονός για την οφθαλμολογία αποτέλεσε η χρήση των laser. Το laser ρουμπινίου που χρησιμοποιήθηκε πριν μισό αιώνα περίπου ήταν μόνο η αρχή. Στην συνέχεια laser με εκπληκτικές δυνατότητες κατασκευάστηκαν, δοκιμάστηκαν και εφαρμόστηκαν τόσο για θεραπευτικούς όσο και για διαγνωστικούς σκοπούς. Βοήθησαν να διορθωθούν διαθλαστικές ανωμαλίες όπως η μυωπία, η υπερμετρωπία και ο αστιγματισμός. Μπόρεσαν να πραγματοποιηθούν επίσης ανώδυνες και αποτελεσματικές φωτο – θεραπείες , επεμβάσεις αλλά και να τεκμηριωθούν ασφαλείς και ακριβείς διαγνώσεις.

Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι laser οι οποίοι χωρίζονται ανάλογα με την δράση τους. Υπάρχουν α) τα θερμικά (αυτά που προκαλούν ελεγχόμενα εγκαύματα), β) τα τέμνοντα (αυτά που κόβουν ή διαχωρίζουν τους ιστούς), γ) τα εξαχνωτικά (αυτά που αφαιρούν, εξαχνώνοντας τον ιστό), δ) τα φωτίζοντα (αυτά που βοηθούν κυρίως στην αποτύπωση και διαγνωστική τεκμηρίωση παθήσεων του οφθαλμού) (Αραβαντινός 2010).

3.5 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ EXCIMERLASERS ;

Στον χώρο της οφθαλμολογίας πρόκειται για μία ακριβή ιατρική συσκευή η οποία παράγει μια ισχυρή δέσμη φωτός. Το excimerlaser χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από το Αμερικανικό Πεντάγωνο (Αιμιλιανός, 2009). Το ενεργό υλικό τους είναι διμερή μόρια που αποτελούνται από ένα άτομο ευγενούς αερίου και ένα άτομο αλογόνου. Τα μόρια αυτά μπορούν υπάρξουν μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες και ο χρόνος ζωής τους είναι μερικά ns. Είναι παλμικά λέιζερ και εκπέμπουν στην περιοχή του υπεριώδους.

Το excimerlaser εκπέμπει στην υπεριώδη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Ανήκει στην κατηγορία των ψυχρών lasers. Τα ψυχρά laser είναι χαμηλότερης ενέργειας laser και δεν προκαλούν θερμικά εγκαύματα. Κάθε παλμός του μπορεί να αφαιρέσει 39 εκατομμυριοστά της ίντσας ιστού (Αιμιλιανός,2009). Τα πιο συνηθισμένα excimerlasers είναι το XeF (351nm), το XeCl (308nm), το KrF (248nm) και το ArF (193nm). Στην διαθλαστική χειρουργική κερατοειδούς χρησιμοποιείται το ArF (193nm) (Τόλης, 2009).

Το excimerlaser χρησιμοποιεί ένα ενεργές υλικό το οποίο αποτελείται από αδρανές αέριο και μίγμα αερίων ArF (φθοριούχου αργού), τα οποία με την βοήθεια του ηλεκτρισμού είναι διεγερμένα σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη. Δεδομένης

αυτής της κατάστασης τα διεγερμένα ηλεκτρόνια αποκτούν μεγάλες κινητικές ενέργειες που μέσω των κρούσεων μεταφέρονται στα μόρια του φθορίου (τα οποία τελικά διασπώνται) και στα μόρια του Αργού (τα οποία διεγείρονται σε στάθμη με μεγαλύτερη ενέργεια). Με την διαδικασία αυτή το αργό ενώνεται με το αλογόνο και έτσι δημιουργούνται τα διεγερμένα διμερή. Όταν το μόριο φτάσει στην βασική κατάσταση διασπάται αμέσως (Τόλης, 2009).

3.5.1 Τρόπος Λειτουργίας του Excimer Laser (Τσιούλας, 2013) :

1. Ρύθμιση του laser: πριν από κάθε επέμβαση επιβάλλεται η βαθμονόμηση του laser και οι κατάλληλες ρυθμίσεις προκειμένου να επιτευχθεί η ακρίβεια του στόχου.
2. Διαδικασία εισαγωγής δεδομένων στον υπολογιστή του laser: εισάγονται τα δεδομένα της επέμβασης στον υπολογιστή, συγκεκριμένα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζεται ο υπολογιστής για να διορθώσει την αμετρωπία, καθώς επίσης η διάμετρο της οπτικής και μεταβατικής ζώνης εφαρμογής του laser. Η διόρθωση της διαθλαστικής ανωμαλίας για την διόρθωση vertex (vertex : η απόσταση του ματιού από τον φακό των γυαλιών του ασθενούς) πραγματοποιείται αυτομάτως από την συσκευή (Τσιούλας, 2013).

Σε όλες τις σύγχρονες ιατρικές μονάδες ζώνη εφαρμογής του laser καλύπτει μια οπτική περιοχή πάνω στον κερατοειδή και γύρω της μια μεταβατική ζώνη. Η μεταβατική ζώνη είναι χρήσιμη για δύο λόγους (Τσιούλας, 2013):

1. Για τον περιορισμό των οπτικών φαινομένων που θα προκαλούσε μία απότομη μετάπτωση από την ανέπαφη περιοχή του κερατοειδούς σε αυτήν που εφαρμόστηκε το laser.
2. Τον περιορισμό της τάσης του επιθηλίου για υπερπλασία στα όρια της οπτικής ζώνης του laser.



Εικόνα 3.3 :Σύστημαexcimerlaser.

(The Board of Trustees at the University of Illinois, 2011)

Η πραγματική οπτική ζώνη διαφέρει κάθε φορά ανάλογα με τον τύπο του laser και του μεγέθους της, προς την διόρθωση της μυωπίας. Συγκεκριμένα όσο υψηλότερη είναι η μυωπία η οποία πρόκειται να διορθωθεί τόσο μικρότερη είναι η πραγματική οπτική ζώνη λόγω της επιθηλιακής υπερπλασίας στην περιμετρό της. Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντικό μέρος της διαδικασίας και επιβάλλεται η μελέτη σε σχέση με το μέγεθος της κόρης, κυρίως σε περιπτώσεις που υπάρχει χαμηλός φωτισμός (Μπάχαρης,2013).

Μέσω του υπολογιστή της συσκευής είναι δυνατή η εκάστοτε επιλογή άλλης οπτικής ζώνης ενώ παράλληλα διακρίνεται το βάθος φωτοαποδόμησης.

Έπειτα ενεργοποιείται το σύστημα παρακολούθησης των κινήσεων του ματιού, το eyetracker. Το laser εφαρμόζεται εφόσον αφαιρεθεί πρώτα το επιθήλιο στην περίπτωση της PRK ειδάλλως στην περίπτωση της LASIK αφού δημιουργηθεί και ανασπαστεί το flap. Το γεγονός πως η διαδικασία είναι αρκετά γρήγορη βοηθά πολύ τόσο τον χειρουργό όσο και τον ασθενή ο οποίος πρέπει να παραμείνει συγκεντρωμένος (Τσιούλας, 2013).

Από την άλλη μεριά η μεγάλη ταχύτητα απαιτεί καλή συνεργασία με τον ασθενή η οποία μπορεί να επιτευχθεί με την σωστή ενημερωσή του. Οποιαδήποτε πιθανή καθυστέρηση κατά την διάρκεια της επέμβαση φέρει ως αποτέλεσμα την αφυδάτωση του κερατοειδούς και αύξηση της πιθανότητας μετεγχειρητικής υπερμετροπίας.

Τα σύγχρονα laser συνδυάζονται με το σύστημα ανάλυσης και εφαρμογής της τεχνολογίας Wavefront (ανάλυση μετώπου κύματος), και παρέχουν επιπλέον δυνατότητες διόρθωσης διαθλαστικών προβλημάτων σε συγκεκριμένα περιστατικά. Η τεχνολογία Wavefront αναλύει όλο το οπτικό σύστημα του ματιού και χρησιμοποιείται για την μείωση οπτικών παραμορφώσεων (εκτροπές) και την μεγιστοποίηση της οπτικής ποιότητας της όρασης (Τσιούλας, 2013).

3.5.2 Γιατί το ArF– ExcimerLaserείναι το πιο κατάλληλο για την διαθλαστική χειρουργική ;

Η ακτινοβολία αυτού του μήκους κύματος (ArF 193 nm) απορροφάται σχεδόν πλήρως από τον κερατοειδικό ιστό, χωρίς να δημιουργεί βλάβες στους γειτονικούς ιστούς . Κατά την απορρόφηση διασπύονται μοριακοί δεσμοί των δομικών στοιχείων του κερατοειδή. Οι ίνες κολλαγόνου είναι εκείνες στις οποίες πραγματοποιείται η απορρόφηση της ακτινοβολίας ενώ ένα μικρό ποσοστό ακτινοβολίας απορροφά και το νερό που βρίσκεται στο ενδιάμεσο. Παράλληλα με την φωτοδιάσπαση δημιουργείται και μια βαθμίδα πίεσης η οποία έχει σκοπό να απομακρύνει τα θραύσματα από την επιφάνεια του κερατοειδούς. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι όσο βαθύτερα βρίσκονται οι ίνες κολλαγόνου τόσο λιγότερη είναι η ενέργεια η οποία έχει εναποθεί σε αυτές. Ανάλογα με την ένταση της ακτινοβολίας υπάρχει πάντα ένα κρίσιμο βάθος πάνω από το οποίο το ακτινοβολούμενο υλικό απομακρύνεται από το υπόστρωμα (Αιμιλιανός, 2009).

Ποσοστά δείχνουν ένα ποσοστό επιτυχίας 95% στις διορθωτικές επεμβάσεις όρασης. Αυτό το ποσοστό οφείλεται κυρίως στην χρήση του excimerlaser γιατί :

- Δεν προκαλεί επικίνδυνες βλάβες στο DNA των κερατοκυττάρων, γιατί το βάθος διείσδυσης της ακτινοβολίας είναι μικρότερο από τις διαστάσεις ενός κυττάρου.
- Καταφέρνει να αποσπά ιστό με ακρίβεια μm.
- Χρησιμοποιεί μικρότερη πυκνότητα ενέργειας.
- Δεν προκαλεί καταρρακτωγένεση.
- Αφήνει πιο λεία την επιφάνεια μετά την φωτοαποδόμηση .

Τα πρώτα πειράματα φωτο – εκτομήστον κερατοειδή με excimerlaser πραγματοποιήθηκαν το 1993 από τον Trokel(Τσουγκράνη και Παναγιωτοπούλου, 2013).

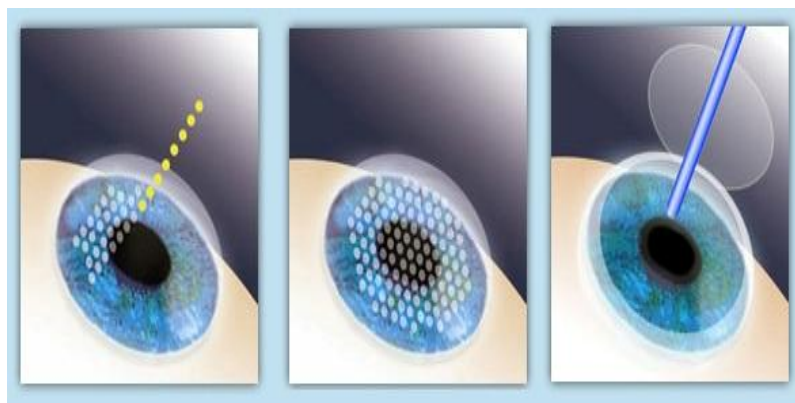
3.6 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ FEMTOSECONDLASER ?

Έλαβε την ονομασία femtosecond εξαιτίας του αριθμού των παλμών (pulse)/sec που λειτουργεί το laser αυτό οι οποίοι μπορούν να μετρηθούν σε χιλιάδες τρισεκατομμύρια παλμούς ανά δευτερόλεπτο, 10^{-15} sec ή πιο σύντομα σε femtosecond. Αυτός ο εξαιρετικά βραχύς χρόνος δράσης του εξηγεί και την πολύ μικρή ενέργεια που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί η η κερατομή.

Το πρώτο femtosecondlaser κατασκευάστηκε και κυκλοφόρησε στην αμερικανική αγορά το 2001, από την εταιρεία IntralaseCorporation. Η εξέλιξη του IntralaseFSlaser ήταν ραγδαία. Συγκεκριμένα από το <<αργό>>laser με femtosecond παλμούς, των 6 KHz, το οποίο χρειαζόταν για την δημιουργία ενός κερατοειδικού κρημνού 3 - 4 λεπτά στο LASIK, η επιστήμη κατάφερε να κατασκευάσει το IntralaseFSlaser των 60 KHz μειώνοντας έτσι τον χρόνο δημιουργίας κερατοειδικού κρημνού στο LASIK σε μόλις 17 – 20 δευτερόλεπτα (Μπούσαλης, 2009 και Ζουλινάκης, 2013).

Τα femtosecondlaser που χρησιμοποιούνται στην διαθλαστική χειρουργική είναι laser στερεάς κατάστασης και εκπέμπουν παλμούς φωτός με μήκος κύματος που ανήκει στο εγγύς υπέρυθρο, δηλαδή στα 1053 nm για εφαρμογές τον κερατοειδή και 1030 για εφαρμογές στον κρυσταλλοειδή φακό.

Οι ικανότητες αυτού του laser βοήθησαν να εισχωρήσει στον κλάδο της οφθαλμολογίας. Μία από τις σημαντικές εφαρμογές αυτού του laser είναι στις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής και συγκεκριμένα στην επέμβαση LASIK για διόρθωση μυωπίας και υπερμετρωπίας. Στις επεμβάσεις αυτές το femtosecondlaser χρησιμοποιείται για την δημιουργία κερατοειδικού κρημνου, το λεγόμενο flap. Με την τεχνολογία femtosecond δημιουργούνται μικροσκοπικές φυσαλίδες μέσα στο στρώμα του κερατοειδή ολοκληρώνοντας με αυτόν τον τρόπο την δημιουργία του κρημνού. Στο λογισμικό του υπολογιστή ο χειρουργός εισάγει τα δεδομένα που επιθυμεί όπως την διάμετρο του flap, το βάθος και το πάχος στο οποίο θέλει να γίνει, την ακριβή θέση του hinge, την μορφή που θέλει να έχουν τα άκρα του. Με βάση όλα αυτά τα στοιχεία που έχουν εισαχθεί στον υπολογιστή, διαμορφώνεται αυτόματα το κερατοειδικό flap. Το στάδιο αυτό διαρκεί περίπου 15 δευτερόλεπτα για το κάθε μάτι (Μπούσαλης, 2009).



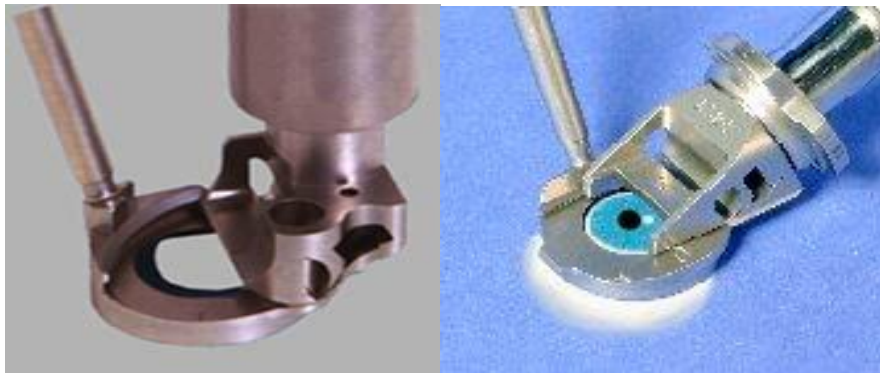
Εικόνα 3.4 : Δημιουργία κερατοειδικού κρημνού με την εφαρμογή femtosecondlaser. Ο κρημνός δημιουργείται με την μορφή φυσαλίδων (EyeClinic, 2013)

3.6.1 Από τον Μικροκερατόμο στο FemtosecondLaser

Ο μικροκερατόμος είναι ένα μικρό φορητό εργαλείο που περιέχει μια κινητή λεπίδα από ατσάλι, η οποία με την κίνηση της δημιουργεί μια τομή πάνω στην επιφάνεια του κερατοειδή. Ο μικροκερατόμος κάνει μια ομοιόμορφη τομή χρησιμοποιείται από τον χειρουργό στην διαδικασία LASIK για την δημιουργία του κερατοειδικού κρημνού. Αναλυτικότερα η διαδικασία αρχίζει με την σταθεροποίηση του ματιού σε μια σταθερή θέση με την εφαρμογή ενός δακτυλίου αναρρόφησης. Στην συνέχεια ορίζεται σε μια οξεία γωνία η λεπίδα που ταλαντεύεται και μέσα σε μια κεφαλή του μικροκερατόμου προκρίμένου να κοπεί ο κρημνός. Η λεπίδα σταματά λίγο πριν φτάσει την τελική διάμετρο με σκοπό ο χειρουργός να έχει την δυνατότητα αναδίπλωσης απέναντι από το σημείο εισόδου της. Σε τελικό στάδιο ο χειρουργός ανυψώνει τον κρημνό και στην συνέχεια ο ασθενής είναι έτοιμος για την επέμβαση με το excimerlaser. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια πολλοί χειρουργοί έχουν αντικαταστήσει τον μικροκερατόμο με το femtosecondlaser

Ένα σωστό flap θα πρέπει να έχει :

- Συγκεκριμένη η θέση του κρημνού : υπάρχουν δύο δυνατές θέσεις δημιουργίας του flap. Η πρώτη είναι κάτω από το άνω βέφαρο, σε ανώρετη θέση και η δεύτερη δημιουργείται πλευρικά, σε ρινική θέση.
- Συγκεκριμένο μέγεθος : να έχει διάμετρο 9.0 mm και πάχος 0.4 mm. Ωστόσο υπάρχουν και κερατοειδείς με μεγαλύτερη καμπυλότητα. Σε αυτές τις περιπτώσεις και το flap θα είναι μεγαλύτερο.
- Συγκεκριμένο διάστημα μεταβλητότητας του πάχους του flap : η ικανότητα προσδιορισμού της παχυμετρίας του flap είναι συνυφασμένη με το ποσοστό της μυωπίας που θα διορθωθεί.



Εικόνα 3.5 : Μηχανικοί μικροκερατόμοι
(KLINIKUM – Πανεπιστήμιο Οφθαλμολογίας του Μονάχου, 2014)

3.6.2 Πλεονεκτήματα Μηχανικού Μικροκερατόμου :

Αν και το femtosecondlaser έχει εισχωρήσει πλέον στον χώρο της οφθαλμολογίας, ο μικροκερατόμος χρησιμοποιείται ακόμα στις επεβάσεις της διαθλαστικής χειρουργικής.

- Αυτό εξηγείται διότι ο μικροκερατόμος έχει χαμηλότερο κόστος από ένα σύστημα femtosecondlaser.
- Επιπλέον η τεχνολογία με τον μηχανικό μικροκερατόμο είναι άνω των 20 ετών, με αποτέλεσμα να έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερες κλινικές μελέτες.
- Με τον μηχανικό μικροκερατόμο η διάρκεια αναρρόφησης διαρκεί λιγότερο (περίπου 30 δευτερόλεπτα). Ενώ στο femtosecondlaser η αναρρόφηση διαρκεί περισσότερο χρόνο (περίπου 30-45 δευτερόλεπτα).
- Ο μηχανικός μικροκερατόμος έχει την δυνατότητα δημιουργίας flap ακόμα και σε κερατοειδείς με πρόσθιες στραωματικές αδιαφάνειες ή ουλές.
- Μικρότερες πιθανότητες φλεγμονής λόγω της πολύ καλής αποστείρωσης του μικροκερατόμου.

3.6.3 Πλεονεκτήματα του FemtosecondLaser :

Τα πλεονεκτήματα του femtosecondlaser από τον μικροκερατόμο έχουν να κάνουν κατά κύριο λόγο με την ακρίβεια στην δημιουργία του flap. Στις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής με laser, το μέγεθος, το σχήμα και το πάχος του flap είναι πολύ σημαντικά. Με την χρήση του μηχανικού μικροκερατόμου που τον καθοδηγούσε ο χειρουργός, η ακρίβεια και κυρίως η επαναληψιμότητα του αποτελέσματος ήταν πολύ δύσκολο να προβλεφθούν, ενώ αντιθέτως με την χρήση του femtosecondlaser, όλες οι παράμετροι προγραμματίζονται ήδη πριν από την έναρξη του χειρουργείου και η ακρίβεια του αποτελέσματος είναι εγγυημένη. Τα τελευταία χρόνια τα femtosecondlaser δείχνουν να είναι η κορωνίδα των επεμβάσεων LASIK παγκοσμίως.

- Αυτό εξηγείται γιατί το femtosecondlaser έχει λιγότερες επιπλοκές οι οποίες σχετίζονται με την δημιουργία του κερατοειδικού κρημνού. Με τους μικροκερατόμους συμβαίνουν λάθη κατά την επέμβαση είτε λόγω δυσλειτουργία του μηχανήματος είτε σφάλματος του χειριστή.
- Το femtosecondlaser έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει κρημνό, ακόμη και σε ασθενείς που έχουν κερατοειδείς με ιδιόρρυθμες καμπυλότητες.
- Με το femtosecondlaser ο χειρουργός μπορεί να εισάγει στο λογισμικό του υπολογιστή την θέση του hinge που ο ίδιος επιθυμεί. Αυτό οφείλει εξαιρετικά ορισμένους ασθενείς. Για παράδειγμα όσοι έχουν υψηλό αστιγματισμό, σύνδρομο ξηροφθαλμίας, ή υψηλή υπερμετροπία με την κατάλληλη θέση του hinge θα βελτιωθεί η ορασή τους.
- Με το femtosecondlaser υπάρχει μικρή πιθανότητα ανάπτυξης επιθηλιακών κυττάρων στο interface (ανάμεσα στον κρημνό και στο υποκείμενο στρώμα). Το laser επιτρέπει στον χειρουργό τον ακριβή προγραμματισμό σχετικά με την μορφή που επιθυμεί να έχει ο κρημνός και η γωνία εισόδου. Η απότομη γωνία μετάπτωσης από το σύστημα laser δυνητικά αναστέλλει την διέλευση των επιθηλιακών κυττάρων από το εξωτερικό του κερατοειδούς στο interface.
- Το femtosecondlaser δημιουργεί μικρότερη απόκλιση στο πάχος του κρημνού. Η ακριβής μέτρηση του πάχους του κρημνού είναι δύσκολη διότι υπάρχει μεταβλητότητα στις μετρήσεις. Σε έρευνες αναφέρονται ότι οι αποκλίσεις με μικροκερατόμο (14μm) είναι μεγαλύτερες από αυτές των femtosecondlaser (11μm).
- Με το femtosecondlaser έχει αυξηθεί το ποσοστό βελτίωσης στην ποιότητα της όρασης λόγω των λιγότερων εκτροπών ανώτερης τάξης σε αντίθεση με τους μικροκερατόμους που οι εκτροπές που δημιουργούν είναι μεγαλύτερες.
- Το femtosecondlaser παρέχει την δυνατότητα στον χειρουργό να ελέγχει με ακρίβεια την διάμετρο του κρημνού και το πλάτος του hinge. Η δυνατότητα αυτή βοηθάει τον χειρουργό όταν αντιμετωπίζει ασθενείς που έχουν κερατοειδείς με διαφορετικά μεγέθη και με διαφορετικές διαθλαστικές ανωμαλίες, όταν η φωτοαφαίρεση χρειάζεται να επεκταθεί περισσότερο στην περιφέρεια στην περίπτωση υπερμετροπίας ή στην ένατη και τρίτη ώρα όταν πρόκειται για μεγάλο αστιγματισμό.
- Με την μέθοδο του femtosecondlaser δημιουργούνται flap με τον πιο προβλέψιμο τρόπο ενώ παράλληλα οι βιομηχανικές ιδιότητες του κερατοειδούς παραμένουν σταθερές. Αυτό αποτελεί ίσως το σημαντικότερο πλεονέκτημα του femtosecondlaser.

3.6.4 Εφαρμογές femtosecond Laser στον Κερατοειδή (Τσουγκράνη και Παναγιωτοπούλου, 2013):

- Δημιουργία κερατοειδικού κρημνού στην LASIK.
- Διόρθωση αστιγματισμού με αστιγματικές κερατοτομές και σφηνοειδείς εκτομές
- Διόρθωση μυωπίας με την μέθοδο ReLEx (Refractive Lenticule Extraction)
- Δημιουργία ενδοκερατικών τομών για την ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτυλίων, ενδοστρωματικών ενθεμάτων και την έγχυση ριβοφλαβίνης για την διόρθωση της μυωπίας, του κερατόκωνου και της πρεσβυωπίας.
- Διόρθωση πρεσβυωπίας με την μέθοδο INTRACOR
- Βιοψία κερατοειδούς
- Μεταμόσχευση κερατοειδούς
- Διαμπερής κερατοπλαστική (F – PK) ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική (FDSEK) και επιφανειακή κερατοπλαστική.

3.7 ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ LASER (Στάγκος, 2002):

Για να μπορέσει κάποιος να πραγματοποιήσει κάποια από τις επεμβάσεις laser θα πρέπει να πληρεί κάποιες **προϋποθέσεις** όπως :

- Να είναι πάνω από 20 χρονών.
- Η διαθλαστική του ανωμαλία να είναι πάνω από μία διοπτρία.
- Να μην απειλείται ο οφθαλμός από άλλες παθήσεις και μολύνσεις.
- Οι βαθμοί του (η διαθλαστική του ανωμαλία) να είναι σταθερή πάνω από ένα χρόνο.
- Στην περίπτωση όπου ο ασθενής είναι γυναίκα να μην κυφορεί.

Εφόσον κάποιος πληρεί τις προϋποθέσεις, ακολουθεί τα **στάδια της διαθλαστικής χειρουργικής** τα οποία είναι :

- Προεγχειρητικός έλεγχος : περιλαμβάνει την διάθλαση (δηλαδή υπολογισμός της συνταγής των γυαλιών του ασθενούς), την τοπογραφία του κερατοειδούς (ανάλυση του σχήματος του κερατοειδούς), την κορομετρία (μέτρηση του μεγέθους της κόρης) και την παχυμετρία (μέτρηση του πάχους του κερατοειδούς) . Μετά από τις παραπάνω μετρήσεις ακολουθεί συζήτηση με τον γιατρό. Έτσι ο ασθενής θα μπορεί να εκφάσει τυχόν απορίες και ανησυχίες που μπορεί να έχει.
- Εγχείρηση: η εγχείρηση πραγματοποιείται με την χρήση τοπικής αναισθησίας. Η επέμβαση διαρκεί περίπου 15 με 20 λεπτά και για τα δύο μάτια. Μετά την εγχείρηση ο γιατρός θα ελέγξει τον ασθενή, θα του δώσει την απαραίτητη φαρμακευτική συνταγή (σταγόνες) και θα κανονίσει το επόμενο ραντεβού.
- Μετεγχειρητικός έλεγχος: μετά την επέμβαση ο ασθενής θα επισκεφθεί ακόμα λίγες φορές τον γιατρό του ωσπού να βεβαιωθεί ο δεύτερος για την σωστή λειτουργία και και αντίδραση των ματιών του ασθενούς του. Ο μετεγχειρητικός έλεγχος είναι πάρα πολύ σημαντικός.

3.8 ΑΤΟΜΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΑ ΓΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ LASERPRK ΚΑΙ LASIK(Χριστοδουλίδης, 2014) :

- Ασθενείς που έχουν προχωρημένο γλαύκωμα, καταρράκτη και ασθένειες του κερατοειδούς όπως κερατόκωνο.
- Έχουν εξωπραγματικές προσδοκίες. Οι επεμβάσεις laser μπορούν να φέρουν διαφορετικά αποτελέσματα από άνθρωπο σε άνθρωπο, όπως και η επούλωση διαφέρει από μάτι σε μάτι και από υποψήφιο σε υποψήφιο.
- Ασθενείς που δεν θέλουν να υπογράψουν την φόρμα συγκατάθεσης για την πραγματοποίηση της επέμβασης, πριν από την πραγματοποίηση της.
- Ασθενείς με προβλήματα που δεν επιτρέπουν στον οργανισμό την άμεση επούλωση των τραυμάτων όπως ρευματοειδής αρθρίτιδα, λύκος και άλλα αυτοάνοσα νοσήματα.
- Γυναίκες που βρίσκονται σε εγκυμονούσα κατάσταση ή σε λοχεία.

3.9 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ ΣΤΟΝ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ :

3.9.1 Φωτοδιαθλαστική κερατοειδεκτομή (PhotorefractiveKeratectomy–PRK):

Είναι η μια από τις δύο κυριότερες διαθλαστικές επεμβάσεις και χρησιμοποιείται ευρέως για την διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων,απο τότε που έκανε την εμφάνιση της και μέχρι σήμερα.

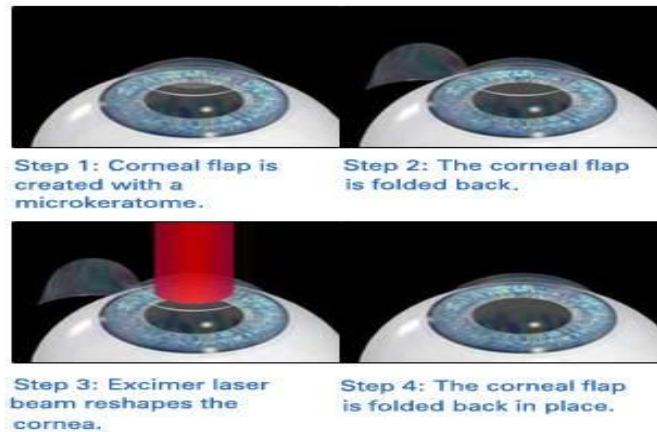
Διαδικασία της επέμβασης PRK :

Η φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή είναι μια τεχνική με excimerlaser που στόχο έχει την διόρθωση διαθλαστικών ανωμαλιών. Για την διόρθωση της διαθλαστικής ανωμαλίας με laser, με PRK διαδικασία, δεν χρειάζονται νυστέρια, ούτε τομές.

Πριν από την διαδικασία, δημιουργείται μέσω ειδικού υπολογιστή μια λεπτομερής χαρτογράφηση – αποτύπωση της επιφάνειας των ματιών. Οι λεπτομερείς αυτές μετρήσεις είναι απαραίτητες για να γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις στο ειδικό μηχάνημα laser.

Έπειτα ο ασθενής θα δεχτεί σταγόνες ειδικού κολλυρίου για να προετοιμαστούν οι οφθαλμοί του. Αφού οδηγηθεί στο δωμάτιο και ξαπλώσει στο ειδικό κρεβάτι θα του καλυφθεί το ένα μάτι του με γάζα ώστε μόνο το άλλο να είναι εκτεθειμένο στον ειδικό χειρουργό. Έπειτα θα του ζητηθεί να σταθεροποιήσει το κεφάλι του (Χόντος, 2014).

Στην συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί ένας βλεφαροδιαστολέας ο οποίος θα κρατά τα βλέφαρα ανοιχτά. Η μόνη αίσθηση που θα έχει ο ασθενής είναι αυτή της πίεσης για λίγα δευτερόλεπτα. Ο χειρουργός θα καθαρίσει το μάτι του ασθενούς και θα του προσηλώσει πάλι το βλέμμαστο φως του μικροσκοπίου. Έπειτα αφού έχει περαστεί σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ο βαθμός της διαθλαστικής ανωμαλίας και έχει υπολογιστεί με την χρήση ενός ειδικού προγράμματος ο βαθμός της διόρθωσης, απελευθερώνεται η δέσμη laser και διαμορφώνει την επιφάνεια του κερατοειδούς (Αιμιλιανός 2009).



Εικόνα 3.6 : Διαδικασία της φωτοδιαθλαστικής κερατοειδεκτομής.(PRK)
(Jennifer Kao, O.D. and Associates Optometry and Vision Care,2011)

Το ολοκληρωμένο μάτι καλύπτεται και επαναλαμβάνεται η διαδικασία και για το άλλο μάτι.

Μετά το τέλος της επέμβασης ο ασθενής θα εξετασθεί και στην συνέχεια θα του τοποθετηθεί για λίγες ημέρες ένας ειδικός θεραπευτικός φακός επαφής στον κερατοειδή στο κάθε ματι ξεχωριστά προκειμένου να αναπλαστεί πλήρως το αφαιρεθέν επιθήλιο. Η θεραπεία περιλαμβάνει σταγόνες με συνδυασμό αντιβιοτικών ευρέου φάσματος με στεροειδή και μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη. Τις πρώτες ώρες η όραση του ασθενή θα είναι πιο βελτιωμένη σε σχέση με αυτή που είχε πριν την επέμβαση, χωρίς τα γυαλιά, αλλά ακόμη θα είναι θολή. Την τέταρτη εγχειρήσιμη ημέρα ο γιατρός θα αφαιρέσει τους φακούς επαφής από τον ασθενή και η όρασή του θα βελτιώνεται σταδιακά τις επόμενες ημέρες (Αιμιλιανός ,2013).

Η τεχνική PRK ενδείκνυται για διόρθωση :

- Μυωπίας: κυρίως σε χαμηλή και μέση μυωπία (από - 0.50D έως – 6,00D).
- Υπερμετρωπίας : η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διόρθωση χαμηλής υπερμετρωπίας μέχρι και 4D είναι δυνατή αλλά ανεπαρκής και υποστρέφει , ιδίως στους νεότερους ασθενείς. Η υποστρόφη είναι μεγαλύτερη κατά τους πρώτους 6 μήνες μετά την εφαρμογή της PRK και συνεχίζεται με ηπιότερο ρυθμό για τους επόμενους 6 μήνες. Αποδίδεται στην αντισταθμιστική πάχυνση του επιθηλίου στην περιοχή της αφαιρέσεως.
- Αστιγματισμού : η μέθοδος αυτή ενδείκνυται για την διόρθωση μέχρι και 6D μυωπικού αστιγματισμού.

Οδηγίες προς τους ασθενείς για την τεχνική PRK :

Ο ασθενής θα απουσιάσει από τη εργασία του για 4 -5 μέρες. Καλό θα ήταν να συνοδεύεται από ένα φιλικό ή συγγενικό πρόσωπο λόγω των παροδικών ενοχλήσεων μετά την επέμβαση (θολή όραση, φωτοφοβία κ.α). Στις γυναίκες συνίσταται η αποφυγή της χρήσης καλλυντικών στα μάτια τουλάχιστον και 5 μέρες πριν την επέμβαση.

Για την αναισθησία των οφθαλμών γίνεται χρήση ειδικού αναισθητικού κολλυρίου. Ο ειδικός χειρουργός συνήθως συζητά με τον ασθενή καθ' όλη την διάρκεια της επέμβασης η οποία είναι περίπου 20 λεπτά και για τους δύο οφθαλμούς. Μετά την επέμβαση ο ασθενής θα πρέπει να αποφεύγει το τρίψιμο, το κολύμπι, το βάψιμο και το πλύσιμο των ματιών.

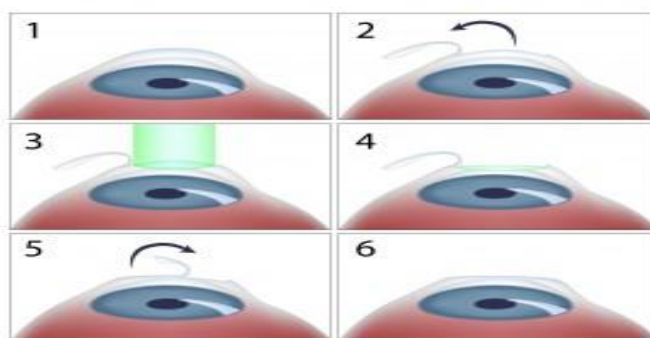
3.9.2 LASIK (Laser- Assisted in Situ Keratomileusis)

Η τεχνική αυτή, αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές και διαδεδομένες μεθόδους εξάλειψης της μυωπίας, της υπερμετροπίας αλλά και του αστιγματισμού (Vajrayee και συν. ,2004).

Αφού έχει γίνει ενστάλλαξη αναισθητικών σταγόνων, ένας βλεφαροδιαστολέας τοποθετείται στον οφθαλμό του ασθενή, έτσι ώστε να περιοριστούν οι αντανακλαστικές κινήσεις των βλεφάρων του και να παραμείνουν ανοιχτά κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Στη συνέχεια, με τη χρήση ενός δακτύλιου επίσης τοποθετημένου στον οφθαλμό αυξάνεται η ενδοφθάλμια πίεση ενώ παράλληλα το μάτι διατηρείται σταθερό (Οφθαλμολογικό Κέντρο, , 2014).

Η αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης έχει ως σκοπό την αποφυγή της επιπλοκών του ατελούς η και του λεπτού flap που ενδέχεται να προκληθούν από χαμηλή ενδοφθάλμια πίεση (Rapuano, 2011).

Ένας μηχανικός μικροκερατόμος δημιουργεί ένα κρήμνο (flap) στην επιφάνεια του κερατοειδή. Ο κρήμνος αυτός ανασηκώνεται, αλλά δεν απομακρύνεται πλήρως από το κερατοειδή, καθώς η άκρη του παραμένει ενωμένη με αυτόν. Σκοπός αυτού του flap, είναι να μπορέσει το excimer laser να δράσει στο υποκείμενο στρώμα του κερατοειδούς και να τον σμιλεύσει, έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή διαθλαστική δύναμη (Κατσούλος Κ., Ασημέλλης Γ.,2008).



Lasik Eye Surgery

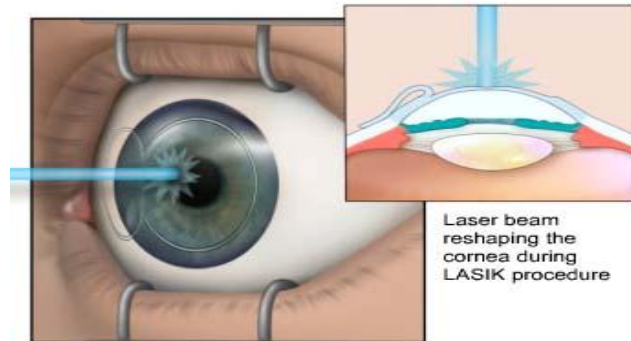
Εικόνα 3.7: Η επέμβαση lasik : 1) δημιουργία του flap, 2) ανασήκωση του flap, 3) σμίλευση της κερατοειδικής επιφάνειας με excimerlaser, 4-5-6) επαναφορά του flap στην αρχική του θέση. (The American Academy of Ophthalmology, 2008)

Η επέμβαση είναι ανώδυνη και διαρκεί μόλις λίγα λεπτά για το κάθε μάτι. Μόλις η διαδικασία της σμίλευσης με το excimerlaser ολοκληρωθεί, πραγματοποιείται διαβροχή του interface με ισορροπημένο διάλυμα άλατος για την απομάκρυνση τυχόν υπολειμάτων. Στο τέλος, ο ανασηκωμένος κρήμνος επανατοποθετείται στη θέση του, “σιδερώνεται” με την βοήθεια νωπού τριγωνικού σπόγγου και στερεώνεται χωρίς ράμματα (Vajrayee και συν, 2004). Προστατευτικός

φακός μετά από αυτή την επέμβαση, δεν εφαρμόζεται (InstituteofVisionandOptics,2014).

Η Lasik στην μυωπία

Στη περίπτωση της μυωπίας το excimer laser χρησιμοποιείται για να επιπεδώσει τον κερατοειδή κεντρικά. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η διαθλαστική ισχύς του και συνεπώς και η μυωπία αποδυναμώνεται η εξαλείφεται πλήρως. (Rapuano, 2011)

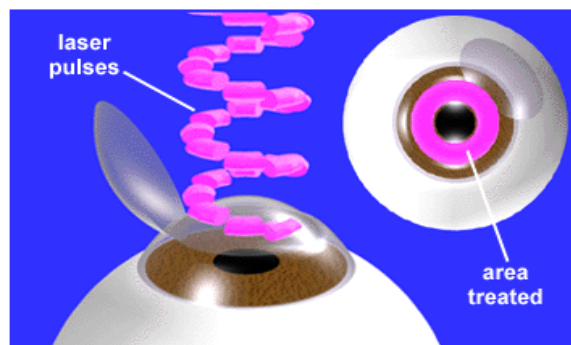


Εικόνα 3.8 : Μυωπική Lasik
(Improve Vision Naturally, 2008)

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε μυωπίες έως και 10.00 D. Παρά το γεγονός ότι είναι αποτελεσματική και στις μικρές μυωπίες, η επέμβαση συνιστάται κυρίως για βαθμούς από 5.00 D και πάνω (Δαμανάκις, 1999).

Η Lasik στην υπερμετρωπία

Στην υπερμετρωπία, μετά την ανασήκωση του flap το laser δρα στη περιφέρεια του κερατοειδή αφαιρώντας τμήμα του. Με τον τρόπο αυτό ο κεντρικός κερατοειδής αποκτά μεγαλύτερη κυρτότητα και η υπερμετρωπία διορθώνεται. (Rapuano, 2011)



Εικόνα 3. 9: Υπερμετρωπική Lasik
(The Vision Correction Website, 2011)

Η επέμβαση αυτή παρουσιάζει ικανοποιητικά αποτελέσματα για υπερμετρωπίες έως και + 4.00 D (Κατσούλος 2008, Ασημέλλης, 2008).

Η Lasik στον αστιγματισμό

Στον αστιγματισμό, το excimer laser σμιλεύει το κερατοειδή του ασθενούς ώστε να πάρει πιο σφαιρικό και ομοιόμορφο σχήμα. Έτσι η διαφορά στη κυρτότητα των μεσημβρινών του οφθαλμού εξομαλύνεται και ο αστιγματισμός μικραίνει (Vajrayee, 2004).

Επειδή ο αστιγματισμός πολλές φορές συνυπάρχει με κάποιο από τα άλλα δύο είδη αμετροπίας (υπερμετροπία, μυωπία) η διορθωσή του μπορεί να πραγματοποιηθεί παράλληλα (Rapiano, 2011).

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας της επέμβασης για την διόρθωση του αστιγματισμού, σε σχέση με τις επεμβάσεις για την διόρθωση της μυωπίας ή της υπερμετροπίας, τα αποτελέσματα για μεγάλους βαθμούς αστιγματισμού δεν είναι ικανοποιητικά (Κατσούλος, 2008 και Ασημέλλης, 2008).

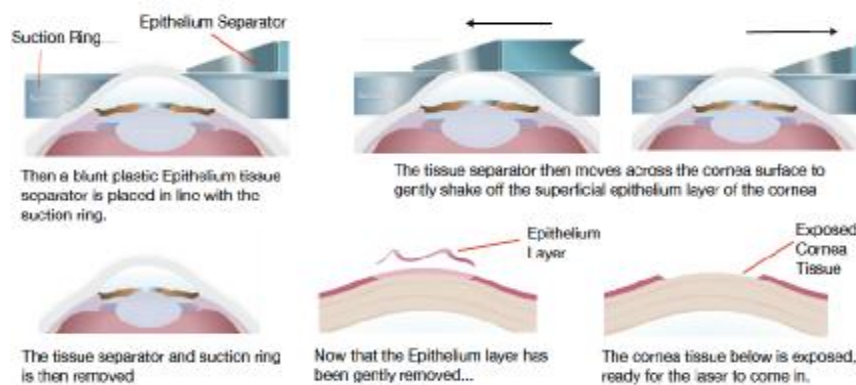
3.9.3 Παραλλαγές της μεθόδου LASIK

Η μέθοδος Lasik αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους διαθλαστικής χειρουργικής στο κόσμο με μεγάλη προβλεψιμότητα και ικανοποιητικά αποτελέσματα. Με βάση την μέθοδο αυτή έχουν επινοηθεί διάφορες άλλες οι οποίες αποτελούν παραλλαγές της.

A.Η μέθοδος Epi-LASIK

Στην επέμβαση αυτή, ένας τροποποιημένος μικροκερατόμος (επικερατόμος) χρησιμοποιείται για να ανασηκώσει μια επιφανειακή μεμβράνη, το λεγόμενο επιθήλιο, στο κερατοειδή. Το επιθήλιο δεν αφαιρείται όπως γίνεται στην περίπτωση του PRK, αλλά παραμένει ενωμένο με το κερατοειδή (Κατσούλος 2008 και Ασημέλλης, 2008)

Το excimer laser δρά στη υποκείμενη επιφάνεια του κερατοειδή και την σμιλεύει έτσι ώστε να μειώσει η και να εξαλείψει το διαθλαστικό σφάλμα. Εφόσον η διαδικασία της σμίλευσης ολοκληρωθεί ο χειρουργός ενυδατώνει το κερατοειδή χρησιμοποιώντας ισορροπημένο διάλυμα άλατος. Στη συνέχεια το επιθήλιο επανατοποθετείται στη θέση του και στεγνώνει για 2-3 λεπτά έτσι ώστε να προσκολληθεί καλά στο κερατοειδικό στρώμα (Azar και συν, 2005). Με την πάροδο του χρόνου ένα νέο επιθήλιο το αντικαθιστά (Ασημέλλης, 2007). Η επέμβαση πραγματοποιείται με αναισθητικές σταγόνες με αποτέλεσμα ο ασθενής να μην αισθάνεται πόνο. Στο τέλος της επέμβασης τοποθετείται προστατευτικός φακός για 3 με 4 ημέρες, μέχρι να επουλωθεί το επιθήλιο ολοκληρωτικά (Institute of Vision and Optics, 2014).



Εικόνα 3. 10 : Η μέθοδος Epi – lasik

(ClearVision, 2012)

Η κύρια διαφορά της μεθόδου αυτής από την συμβατική LASIK, είναι το γεγονός πως με το τροποποιημένο μικροκερατόμιο, ανασηκώνεται μόνο το επιθήλιο του κερατοειδούς και έτσι η σμίλευση πραγματοποιείται επιφανειακά (Ασημέλλης, 2007).

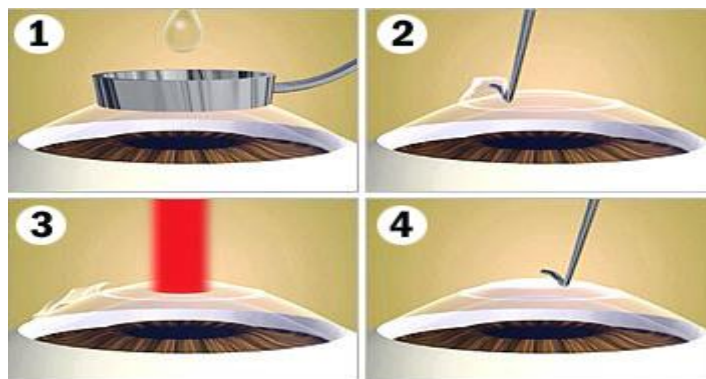
B. Ημέθοδος LASEK (Laser – Assisted Sub – Epithelial Keratectomy)

Πρόκειται για μια παραλλαγή της LASIK, κατά την οποία το επιθήλιο εμποτίζεται με ένα διάλυμα αλκοόλης και χαλαρώνει. Προκειμένου να εμποτιστεί το επιθήλιο με διάλυμα αλκοόλης, τοποθετείται ένας μεταλλικός δακτύλιος (trephine) στον οφθαλμό. Ο δακτύλιος αυτός εξυπηρετεί (Azar και συν, 2005):

- Στην οριοθέτηση του επιθηλίου
- Στο περιορισμό του διαλύματος της αλκοόλης σε μια συγκεκριμένη επιφάνεια
- Στη δημιουργία μιας αρχικής επιθηλιακής τομής

Στη συνέχεια με την χρήση ειδικού εργαλείου ανασηκώνεται και με ένα μαχαιρίδιο αφαιρείται και μετακινείται στην άκρη (Ασημέλλης, 2007).

Στη συνέχεια, η υποκείμενη επιφάνεια του κερατοειδή σμιλεύεται με την χρήση του excimer laser για να διορθωθεί η αμετροπία. Το επιθήλιο στο τέλος επανατοποθετείται στην αρχική του θέση και εφαρμόζεται προστατευτικός φακός για 3 με 4 ημέρες μέχρι το επιθήλιο να επουλωθεί πλήρως (Institute of Vision and Optics, 2014).



American Academy of Ophthalmology;
UCLA Laser Refractive Center at the Jules Stein Eye Institute

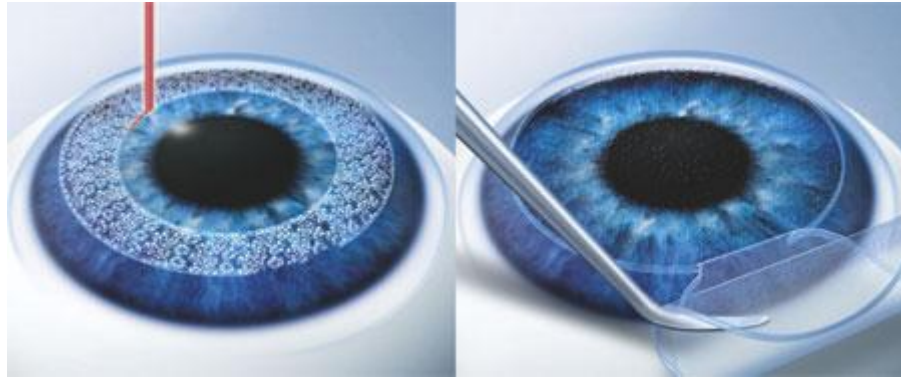
Εικόνα 3.11 : Ημέθοδος Lasek
(IVO – Institute of Vision and Optics, 2014)

Οι τεχνικές της LASEK είναι οι εξής (Azar και συν, 2005) :

- Η συμβατική Camellin τεχνική στην οποία το επιθήλιο αφού ανασηκωθεί αναδιπλώνεται και παραμερίζεται για να ακολουθήσει η διαδικασία της σμίλευσης του κερατοειδούς με excimer laser.
- Η Butterfly LASEK τεχνική κατά την οποία πραγματοποιείται μια επιθηλιακή τομή παρακεντρικά του κερατοειδούς, η οποία αφού εμποτιστεί με διάλυμα αλκοόλης, διαχωρίζεται από τον κερατοειδή και το επιθήλιο σπρώχνεται προς τις δύο πλευρές της τομής.

Γ. Η μέθοδος FEMTOSECOND-LASIK

Η μέθοδος αυτή, ακολουθεί την ίδια ακριβώς διαδικασία με την συμβατική LASIK. Η διαφορά έγκειται στο ότι, η δημιουργία του κρήνου στο κερατοειδή δεν πραγματοποιείται από τον μηχανικό μικροκερατόμο αλλά με την χρήση ενός άλλου laser τελευταίας τεχνολογίας το femtosecond(Ασημέλλης, 2007).



Εικόνα 3. 12: Η Lasik με femtosecond laser
(Klinik fur Refractive und Ophthlmo- Chirurgie,2014)

Η επέμβαση γίνεται με την ενστάλαξη αναισθητικών σταγονών και είναι ανώδυνη. Έχει διάρκεια λίγα λεπτά και η όραση αποκαθίσταται άμεσα παρέχοντας στον ασθενή την δυνατότητα να βλέπει καθαρά αμέσως μετά την χειρουργική επέμβαση (InstituteofVisionandOptics, 2014).

3.10 ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ :

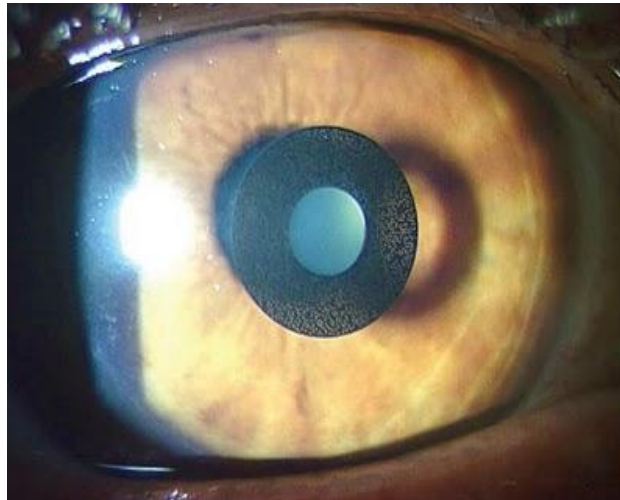
Εκτός από τις παραπάνω διαθλαστικές επεμβάσεις υπάρχουν κι άλλες που εφαρμόζονται στον κερατοειδή. Στις μέρες μας με την τεχνολογία που διαθέτει πλέον η επιστήμη είναι δυνατό να θεραπεύσουμε διαθλαστικές ανωμαλίες που άλλοτε θα ήταν δύσκολο ή επικίνδυνο. Ωστόσο οι επεμβάσεις αυτές μπόρεσαν να εξελιχθούν και να βοηθήσουν ανθρώπους να αποκτήσουν ξανά την χαμένη ορασή τους.

3.10.1 Δημιουργία ενδοστρωματικών θηκών για την ένθεση ενδοκερατικών ενθεμάτων για την διόρθωση της πρεσβυωπίας:

Τα κερατοειδικά ενθέματα (cornealinlays) είναι μικροσκοπικοί φακοί ή άλλες οπτικές συσκευές που εισάγονται εντός του κερατοειδούς προκειμένου να αναμορφωθεί η πρόσθια επιφάνεια του οφθαλμού, με σκοπό να βελτιωθεί η ποιότητα της όρασης.

Στις μέρες μας τα κερατοειδικά ενθέματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την βελτίωση της κοντινής όρασης σε ενήλικους ασθενείς ηλικίας 45 έως 65 ετών οι οποίοι έχουν πρεσβυωπία. Τα κερατοειδικά ενθέματα που υπάρχουν σήμερα είναι τα : KamraCornealInlay, RaindropNearVision, FlexivueMicrolens, Icolens.

Το ένθεμα Kamra κυκλοφορεί σε Ευρωπαϊκή ένωση, σε Ασία και Νότια Αμερική. Ωστόσο βρίσκεται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο από τον Αμερικανικό Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων για χρήση στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.



Εικόνα 3.13 : Το κερατοειδικό ένθεμα Kamra στο μάτι του ασθενούς (AloysiousJoseph, 2013)

Το τρέχον πρότυπο περιέχει νανοσωματίδια άνθρακα, με σκοπό να είναι αδιαφανές και έχει σχήμα μικρού δακτυλίου ο οποίος είναι κατασκευασμένος από φθοριούχο πολυβινυλιδένιο (**PVDF**). Το ένθεμα έχει πάχος 5 μm , εξωτερική διάμετρος 3,8 mm και ένα κεντρικό άνοιγμα ή εσωτερική διάμετρο 1,6 mm. Το βάθος του πεδίου του οφθαλμού αυξάνεται από το μικρό άνοιγμα, σύμφωνα με την αρχή «του μικρού διαφράγματος» της οπτικής, αποκαθιστώντας την κοντινή και ενδιάμεση οπτική οξύτητα χωρίς να έχει μεγάλες επιπτώσεις στην μακρινή όραση. Η επιφανειότητα είναι διάτρητη με 8400 οπές που έχουν διάμετρο 8 – 11 μm διατεταγμένες σε ένα τυχαίο μοτίβο επιτρέποντας την ροή θρεπτικών συστατικών στον κερατοειδικό ιστό. Το ένθεμα Kamra εμφυτεύεται στο στρώμα του κερατοειδούς σε βάθος 200 μm στο μη κυρίαρχο μάτι, κάτω από έναν LASIK-κρημνό ή μέσα σε μια ενδοστρωματική θήκη κατασκευασμένη με femtosecondlaser (Dexl και συν., 2011 και Κατσικαλάκη, 2013).

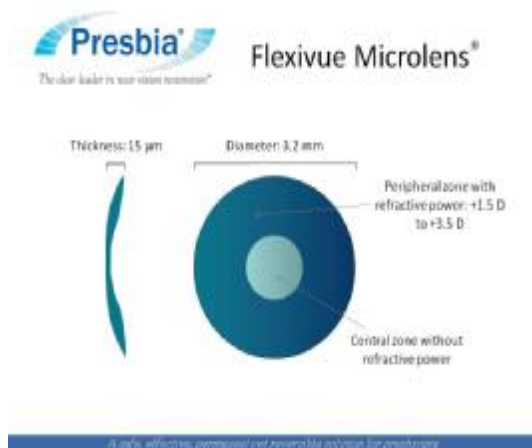
Το ένθεμα RaindropNearVision είναι εμπορικά διαθέσιμα στην Ευρώπη, ενώ στην Αμερική βρίσκεται στην τελική φάση κλινικών δοκιμών προκειμένου να πάρει έγκριση από τον Αμερικανικό Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων. Το ένθεμα αυτό είναι ένας φακός ο οποίος έχει κατασκευαστεί από μικρο – πορώδες υλικό υδρογέλης. Αποτελείται από νερό σε ποσοστό 80% και έχει τον ίδιο δείκτη διάθλασης με αυτό του κερατοειδή, καθιστώντας το έτσι σχεδόν αόρατο μετεγχειρητικά. Έχει βάθος 30 μm και διάμετρο μόλις 2 mm. Τοποθετείται στο στρώμα του κερατοειδούς σε βάθος περίπου 150 μm κάτω από ένα LASIK κρημνό στο μη κυρίαρχο οφθαλμό του ασθενή. Ο σχεδιασμός του εμφυτεύματος αυτού έχει σκοπό να βελτιώσει την κοντινή και την ενδιάμεση όραση μεταβάλλοντας την καμπυλότητα του κερατοειδούς έτσι ώστε να γίνει πολυεστιακός. Πιο συγκεκριμένα παρέχει μια κεντρική ζώνη για την κοντινή όραση, μια παρακεντρική ζώνη για την ενδιάμεση όραση ενώ το υπόλοιπο μέρος του κερατοειδή χρησιμοποιείται για την μακρινή όραση (Dexl και συν., 2011, ReVisionOptics, Inc. 2012 και Κατσικαλάκη, 2013).



Εικόνα 3.14 :Το ένθεμα Raindrop Near Vision
(Athens Eye Hospital, 2014)

Το ένθεμα Flexivue MicroLens είναι διαθέσιμο σήμερα στο εμπόριο σε Ευρώπη και σε διάφορες χώρες σε όλο τον κόσμο.

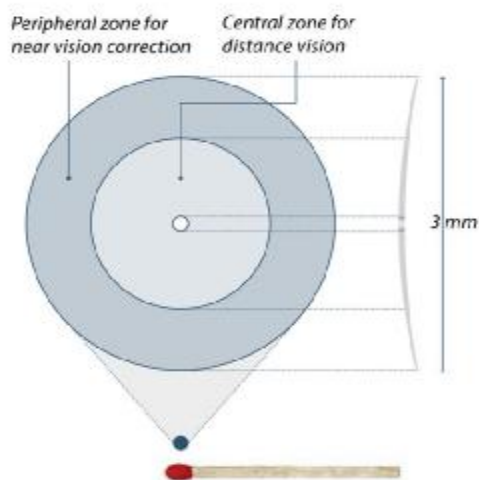
Είναι κατασκευασμένος από υδρόφιλο πολυμερές υλικό και έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης από τον κερατοειδή. Η διάμετρος του φακού είναι 3,2 mm και το πάχος στα άκρα είναι περίπου 15 – 20 μm. Αφού τοποθετηθεί εντός του κερατοειδούς είναι δυσδιάκριτος. Επίσης στο κέντρο του φακού υπάρχει μια οπή από την οποία ρέουν θρεπτικά συστατικά στον κερατοειδικό ιστό. Η κεντρική του ζώνη δεν διαθέτει διαθλαστική ισχύ, ενώ η περιφερειακή ζώνη διαθέτει σταθερή, θετική διαθλαστική ισχύ από 1,5 D έως 3,5 D με βήμα 0,25 D, δημιουργώντας έτσι ένα διπλεστικό φακό ο οποίος διαθέτει ένα εστιακό σημείο για την κοντινή όραση και ένα για την μακρινή όραση. Κατά την μακρινή όραση οι ακτίνες, καθώς διέρχονται από την κεντρική ζώνη του εμφυτεύματος και από τον ελεύθερο περιφερειακό κερατοειδικό ιστό, εστιάζονται έντονα πάνω στον αμφιβληστροειδή, ενώ οι ακτίνες που διέρχονται μέσω της διαθλαστικής περιφερειακής ζώνης, εστιάζονται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή. Κατά την κοντινή όραση οι ακτίνες, καθώς διέρχονται μέσα από την περιφερειακή διαθλαστική ζώνη, εστιάζονται στον αμφιβληστροειδή, ενώ οι ακτίνες που διέρχονται διαμέσου της κεντρικής ζώνης του εμφυτεύματος είναι εκτός εστίασης, δηλαδή εστιάζονται πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Επιπλέον, οι ακτίνες που περνούν διαμέσου του περιφερειακού κερατοειδούς μπλοκάρονται από την κόρη. Αυτός ο μικροσκοπικός φακός εμφυτεύεται σε μια ενδοστρωματική θήκη η οποία δημιουργείται με την χρήση ενός femtosecond laser 150 KHz σε βάθος 280 – 300 μm στο μη κυρίαρχο μάτι του ασθενούς (Pallikaris και συν. 2010, Dexl και συν., 2011 και Κατσικαλάκη, 2013).



Εικόνα 3.15 : Το κερατοειδικό ένθεμα FlexivueMicrolens (MEDUSA,2012)

Το κερατοειδικό ένθεμα Icolens κυκλοφορεί στο εμπόριο από το 2009 σε όλες τις χώρες εκτός από την Αμερική (NeopticsAG, 2013).

Ο φακός Icolens είναι ένας διάφανος δίσκος ο οποίος είναι κατασκευασμένος από υδρόφιλο ακρυλικό υλικό που ανήκει στην κατηγορία των φακών υδρογέλης. Η διαμετρός του είναι 3 mm και το πάχος του στα άκρα περίπου 15 μm ανάλογα με την διαθλαστική του ισχύ. Η κεντρική του ζώνη είναι ουδέτερη ενώ η περιφερειακή του ζώνη προσθέτει θετική ισχύ, το εύρος της οποίας είναι + 1,50 D έως + 3,00 D με βήμα 0,5 D. Στο κέντρο του δίσκου υπάρχει μια οπή διαμέτρου 0,15 mm η οποία επιτρέπει την μεταφορά οξυγόνου και θρεπτικών στοιχείων στον κερατοειδή μέσω του φακού (NeopticsAG, 2013). Αυτός ο διπλοεστιακός σχεδιασμός παρέχει στον αμφιβληστροειδή δύο εικόνες ταυτόχρονα και η λειτουργία του θυμίζει αυτή του ενθέματος FlexivueMicrolens. Ο φακός με την βοήθεια μιας ιδιόκτητης συσκευής (εισαγωγέας) τοποθετείται σε μια θήκη η οποία έχει δημιουργηθεί από ένα femtosecondlaser (Μπουζούκης, 2012).



Εικόνα 3.16 :Κερατοειδικό ένθεμα Icolens(Neoptics ,2014)

Το βάθος στο οποίο θα επιτευχθεί το ένθεμα παίζει ιδιαίτερο ρόλο στην διαδικασία της αναδιαμόρφωσης του κερατοειδούς και μπορεί να επηρεάσει την απόδοσή του. Συγκεκριμένα τα ενθέματα που αποσκοπούν να μεταβάλλουν την καμπυλότητα της επιφάνειας του κερατοειδή εμφυτεύονται πιο επιφανειακά, ενώ τα ενθέματα τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικό δείκτη διάθλασης ή μικρο – άνοιγμα εμφυτεύονται πιο βαθιά (Waring και συν. 2011 και Κατσικαλάκη, 2013).

Η μέθοδος των ενδοστρωματικών ενθεμάτων του κερατοειδούς είναι μια καλή και ασφαλής λύση για την χειρουργική αντιμετώπιση της πρεσβυωπίας. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας είναι ότι τα ένθετα είναι αφαιρούμενα, δεν αφαιρείται κερατοειδικός ιστός όπως στις επεμβάσεις PRK και LASIK, η διαδικασία είναι λιγότερο επεμβατική σε σχέση με την επέμβαση για την εισαγωγή ενδοοφθαλμικού φακού και μπορεί να συνδυαστεί και με επέμβαση LASIK(Μπουζούκης,2012).

3.10.2 Δημιουργία ενδοστρωματικών θηκών με την έγχυση ριβοφλαβίνης για CXL:

Η αρχική θεραπεία για τον κερατόκωνο και την εκτασία, μετά από LASIK, είναι οι σκληροί φακοί επαφής ή τα γυαλιά οράσεως. Εκτός από αυτές υπάρχουν κάποιες άλλες χειρουργικές εναλλακτικές λύσεις. Αυτές είναι τα εμφυτεύματα κερατοειδικών δακτυλίων και τα μεταμοσχεύματα κερατοειδούς για τα άτομα που έχουν δυσανεξία στους φακούς επαφής. Ωστόσο αυτές οι μέθοδοι δεν μπορούν να περιορίσουν την εκτατική πορεία.

Η επέμβαση διασύνδεσης κερατοειδικού κολλαγόνου (CXL) πραγματοποιείται με σκοπό την δημιουργία ακαμψίας στον κερατοειδή ώστε να σταθεροποιηθεί η αύξηση της εκτασίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ενός φωτο – ευαισθητοποιητή (ριβοφλαβίνη : μορφή βιταμίνης B2) στο μάτι που ενεργοποιείται με ακτινοβολία από UVA ακτινοβολία με αποτέλεσμα την δημιουργία νέων δεσμών κολλαγόνου στο στρώμα του κερατοειδούς και την επακόλουθη ανάκτηση και διατήρηση της μηχανικής αντοχής του κερατοειδούς. Κατά την πρότυπη CXL διαδικασία απαιτείται η αφαίρεση του επιθηλίου του κερατοειδούς για την αύξηση της διείσδυσης της ριβοφλαβίνης στο στρώμα. Ωστόσο οι αδυναμίες της επιθηλιακής αφαίρεσης συμπεριλαμβάνουν α) διάρκεια έκθεσης, β) μετεγχειρητικό πόνο και γ) επιθηλιακά ελαττώματα. Επιπλέον έχουν αναφερθεί και άλλες επιπλοκές, όπως ούλες του κερατοειδούς, κερατίτιδα και θολρότητα του κερατοειδούς η οποία, μάλιστα, συνδέεται με το επιθηλιακό χειρουργικό καθαρισμό (Dong και συν. 2011 και Κατσικαλάκη, 2013).

Ωστόσο υπάρχει και μια νέα τεχνική όπου δεν γίνεται αφαίρεση του επιθηλίου, αλλά δημιουργείται μια ενδοστρωματική θήκη με την βοήθεια του femtosecondlaser, όπου στην συνέχεια γίνεται η έγχυση της ριβοφλαβίνης. Σύμφωνα με αυτήν την τεχνική η ενστάλλαξη της ριβοφλαβίνης πραγματοποιείται παρακεντρικά και εντός του κερατοειδούς με ελάχιστη διαταραχή της επιφάνειας του επιθηλίου και με υψηλότερη πυκνότητα ενέργειας UVA ακτινοβολίας έχοντας τα ακόλουθα πλεονεκτήματα : α) ταχύτερη επανεπιθηλιοποίηση και οπτική κατάσταση του ασθενούς με σημαντική μείωση του πόνου, β) ταχύτερη περίοδο εμποτισμού καθώς η ριβοφλαβίνη εισάγεται άμεσα στο βάθος μέσω της ενδοστρωματικής θήκης , παρέχοντας μεγαλύτερη

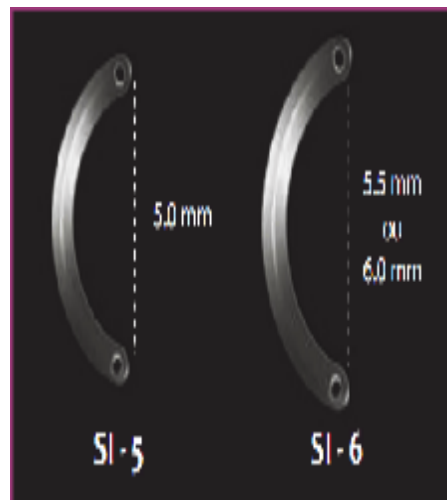
θωράκιση κοντά στο ενδοθήλιο, γ) επιλεκτική CXL σε πρόσθιο τμήμα 2/3 του πάχους του κερατοειδούς (Kanelloroulos, 2009).

Συγκρίνοντας τις δύο τεχνικές, ερευνητές (Alió και συν 2011) συμπέραναν ότι η μέθοδος με femtosecondlaser φαίνεται να είναι πιο ασφαλής και ο κερατοειδής να μπορεί να υλοποιήσει μια πιο γρήγορη και ομαλή ανάκαμψη.

3.10.3 Δημιουργία ενδοκερατικών τομών για την ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτυλίων για την διόρθωση της μυωπίας, του κερατόκωνου και της εκτασίας κερατοειδούς(INTACS):

Οι ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι χρησιμοποιούνται για την θεραπεία του ασύμμετρου αστιγματισμού (αποτελεί μια εναλλακτική λύση αντί των γυαλιών ή των σκληρών φακών επαφής στην προσπάθεια να μην οδηγηθεί στην κερατοπλαστική) , για την διόρθωση της χαμηλής έως μέτριας μυωπίας και για την αντιμετώπιση του κερατόκωνου και της εκτασίας.

Οι ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι είναι πολυ- μεθυλ – μεθακρυλικά (PMMA) εμφυτεύματα , τα οποία διακρίνονται ανάλογα με το μέγεθος τους, την ποικιλία των διαθέσιμων παχών τους , την εγκάρσια τομή τους και το μήκος τόξου τους σε 4 τύπους ενδοκερατοειδικών δακτυλίων. Αυτοί είναι : 1) Intacs (Addition Technologies Inc., Fremont, California, USA), 2) Intacs SK (Addition Technologies Inc., Fremont, California), 3) Keraring (Mediphacos, Belo Horizonte, Brazil) , 4) Ferrara rings (Ferrara Ophthalmics, Belo Horizonte, Brazil).



Εικόνα 3.17 : Keraring ring (FILTECH Enterprise, 2013)



Εικόνα 3.18 :Intacsrings
(HarvardEyeAssociates,2013)

Εφόσον γίνει ενστάλαξη αναισθητικών σταγόνων στον οφθαλμό του ασθενή, τοποθετείται ένας βλεφαροδιαστολέας έτσι ώστε το μάτι να μην ανοιγοκλείσει κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Στη συνέχεια ο χειρουργός δημιουργεί μια τομή στην επιφάνεια του κερατοειδούς. Η τομή αυτή γίνεται είτε με μηχανικό μικροκερατόμο είτε με laser. Με την βοήθεια ενός ειδικού συστήματος οδηγού ο οποίος τοποθετείται στην επιφάνεια του κερατοειδή, ο οφθαλμός σταθεροποιείται, ενώ παράλληλα οι εξωτερικές στρώσεις του περιφερικού κερατοειδούς διαχωρίζονται δημιουργώντας μια κυκλική σήραγγα στην οποία θα γίνει η τοποθέτηση δύο ημιδακτύλιων από PMMA. Μετά την τοποθέτηση των ημιδακτύλιων η τομή κλείνει με ράμματα (NationalKeratoconusFoundation, 2014).

Οι ημιδακτύλιοι αυτοί δρουν ως επιπλέον ιστός στο κερατοειδή με αποτέλεσμα ο κεντρικός κερατοειδής να επιπεδώνεται και το διαθλαστικό σφάλμα (μυωπία) να μειώνεται (Δαμανάκης, 1999). Εφόσον η επέμβαση ολοκληρωθεί, κρίνεται απαραίτητη η επανεξέταση του ασθενούς σε βαθος χρόνου για την παρακολούθηση της διαδικασίας επούλωσης της χειρουργικής τομής αλλά και για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων της εγχείρησης (NationalKeratoconusFoundation, 2014).

Η επέμβαση αυτή ξεκίνησε αρχικά ως μέθοδος απαλοιφής της μυωπίας, δεδομένου όμως της φτωχής προβλεψιμότητας που είχε και των μη ικανοποιητικών αποτελεσμάτων που παρείχε σε υψηλές μυωπίες, επικράτησε ως τρόπος αντιμετώπισης σε περιπτώσεις κερατόκωνου(Κατσούλος 2008 και Ασημέλλης,2008).

3.10.4 Διόρθωση αστιγματισμού με αστιγματικές κερατοτομές και σφηνοειδείς εκτομές :

Αστιγματικές Κερατοτομές :

Η αστιγματική κερατοτομή (AK–astigmatickeratotomy) γίνεται για την διόρθωση του αστιγματισμού μετά από α) επιφανειακή κερατοπλαστική (DALK), β) διαμπερή κερατοπλαστική (PK), γ) ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική (DSEK) και μετά δ) από εγχείρηση καταρράκτη. Η τεχνική της αστιγματικής κερατοτομής έχει σκοπό να αλλάξει την κυρτότητα του κερατοειδή και να την κάνει πιο επίπεδη. Αυτό το καταφέρνει δημιουργώντας μία ή δύο κάθετες τομές προς τον κυρτό άξονα . Αυτό οδηγεί στην επιπέδωση του μεσημβρινού με αμοιβαία κύρτωση του

μεσημβρινού των 90 μοιρών, το οποίο είναι γνωστό ως ‘φαινόμενο συζεύξεως’. Η θέση κι η έκταση των τομών καθορίζονται με βάση την τοπογραφία του κερατοειδή.



Εικόνα 3.19 : Αστιγματική κερατοτομή
(AmericanOptometricAssociation ,2005)

Ωστόσο στις μέρες μας με χρήση του femtosecondlaser η επέμβαση της αστιγματικής κερατοτομής γίνεται απλούστερη. HFS – AK (femtosecondlaser - assisted astigmatic keratotomy) δημιουργείται με μεγαλύτερη ακρίβεια όσο αφορά α) το βάθος του τόξου, β) το μήκος και γ) την καμπυλότητα σε σχέση με την δημιουργία αστιγματικής κερατοτομής που γίνεται είτε μηχανικά είτε με ένα χειροκίνητο αδαμάντινο νυστέρι. Έχει αποδειχθεί ότι με το femtosecondlaser η μείωση του αστιγματισμού έχει μειωθεί σημαντικά.

Σφηνοειδείς Εκτομές:

Η μέθοδος των σφηνοειδών εκτροπών εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1967 από τον R.Troutman (Troutman, 1973, Κατσικαλάκη, 2013). Κατά την διαδικασία αυτή ένα σφηνοειδές τμήμα κερατοειδικού ιστού στο οποίο συμπεριλαμβάνεται τμήμα του κερατοειδούς του λήπτη και του κερατοειδούς του δότη αποκόπτεται από τον επίπεδο μεσημβρινό του κερατοειδούς που σκοπό έχει να διορθώσει τον υψηλό αστιγματισμό μέσα από επεμβάσεις κερατοπλαστικής και καταρράκτη (Troutman 1983). Το ποσό του αστιγματισμού που πρόκειται να διορθωθεί καθορίζεται από το μήκος και το πλάτος της σφηνοειδούς εκτομής καθώς και από την εγγυτάτης στον κεντρικό κερατοειδή. Με βάση την ποσότητα του προ - εγχειρητικού αστιγματισμού καθορίζεται το κεντρικό πλάτος της σφηνοειδούς εκτομής, το οποίο κυμαίνεται περίπου από 0.2 έως 1 χιλιοστά. Τα ράμματα θα πρέπει να είναι αρκετά σφιχτά για τη προσέγγιση των συνόρων του τραύματος. Συνήθως σε κάθε πληγή τοποθετούνται 6 έως 8 ράμματα και διατηρούνται για 3 έως 6 μήνες. Η διαδικασία καταλήγει σε μια αύξηση στην συνολική καμπυλότητα του μοσχεύματος (Γιούλα και συν, 2010).

Πρόσφατα το femtosecondlaser έχει χρησιμοποιηθεί ως μια ασφαλή κι αποτελεσματική εναλλακτική στην χειροκίνητη τεχνική για να εκτελέσει μια σφηνοειδή εκτομή κερατοειδούς (Κατσικαλάκη, 2013).

3.10.5 Επιφανειακή κερατοπλαστική (F – DALT) :

Η σύγχρονη μεταμόσχευση κερατοειδούς έχει στόχο να περιορίζει το χειρουργικό τραύμα και τον κίνδυνο της ανοσολογικής απορρίψης με αντικατάσταση μόνο των κατεστραμμένων κυττάρων και στρωμάτων. Αυτό ονομάζεται «κερατοπλαστική συστατικού». Τα πλεονεκτήματα του «συστατικού» αυτού, επί του πλήρους πάχους μοσχεύματος κερατοειδούς περιλαμβάνουν μειωμένα ποσοστά απόρριψης άλλου μοσχεύματος, ενδοφθαλμίτιδας, αιμορραγίας, μετεγχειρητικού αστιγματισμού, γλαυκώματος και καταρράκτη (Heng, 2007). Η μέθοδος αυτή δίνει την δυνατότητα αντικατάστασης μόνο των επιφανειακών δομών του κερατοειδούς με αντίστοιχου πάχους μοσχεύματα, αποφεύγοντας έτσι την μεταμόσχευση ενδοθηλίου του δότη, που είναι και το πιο βασικό αίτιο απόρριψης του μοσχεύματος στην διαμπερή κερατοπλαστική (Μιλτσακάκης και συν. 2007). Δηλαδή κατά την επιφανειακή κερατοπλαστική αντικαθίσταται το πρόσθιο μέρος του κερατοειδούς σε βάθος 95% και χρησιμοποιείται ως μια βελτιωμένη εναλλακτική επέμβαση αντί για την κερατοπλαστική ολικού πάχους (PK) όταν αντικαθίσταται το 100% του κερατοειδούς (Σαμαράς 2010).

Σε αντίθεση με την, ολικού πάχους, κερατοπλαστική, οι ασθενείς επωφελούνται από την αποτελεσματικότερη επούλωση των τομών, την ταχύτερη αποκατάσταση της όρασης τους και την μειωμένη ανάγκη για ανοσοκαταστολή. Η ιδέα αυτή ωστόσο δεν είναι καινούργια. Η μερικού πάχους κερατοπλαστική (LK-LAMELLARKERATOPLASTY) παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1888 από τον VanHippel, αλλά η χρήση της περιορίστηκε λόγω τεχνικών δυσκολιών (Heng 2007, (Μιλτσακάκης και συν. 2007).

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες τα μεγάλα βήματα στην τεχνολογία LASIK έχουν οδηγήσει σε μια ευνοϊκή ανατροπή και στο πεδίο μεταμόσχευσης κερατοειδούς. Οι βελτιώσεις των μικροκερατόμων με αποκορύφωση την εφαρμογή του femtosecondlaser, επιτρέπουν πλέον ακριβέστερη στρωματική εκτομή του κερατοειδούς, έτσι ώστε η διαμπερής κερατοπλαστική να γίνεται όλο και πιο σπάνια, ενώ η μερικού πάχους να αποτελεί βασική μέθοδο για παθήσεις κερατοειδούς σε ένα ή σε μερικά από τα στρωματά του (Κατσιαλάκη, 2013).

Η αποτελεσματικότητα της τεχνικής αυτής μεταμοσχεύσεως οφείλεται στην διαφύλλαξη του τμήματος του κερατοειδή του δέκτη που είναι υγιές, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο κίνδυνος απόρριψης του μοσχεύματος, η αιμορραγία και η μόλυνση στο εσωτερικό του οφθαλμού. Ο ιστός που διατηρείται στο πίσω μέρος του κερατοειδούς που μένει ανέπαφος, συμπεριλαμβάνει και την δεσκεμέτιο μεμβράνη. Τα ράμματα που συγκρατούν το επιφανειακό μόσχευμα στην θέση του παραμένουν περίπου για 12 έως 18 μήνες (Σαμαράς, 2010).

Η βαθιά πρόσθια στρωματική κερατοτομή (DALK) περιλαμβάνει την αφαίρεση του περισσότερου στρωματικού πάχους, με ή χωρίς την έκθεση της δεσκεμέτιους μεμβράνης χωρίς να βλάπτει καθόλου το ενδοθήλιο του κερατοειδούς. Αυτό οδηγεί σε διαθλαστικό και οπτικό αποτέλεσμα που μοιάζει με την διεισδυτική κερατοπλαστική, αλλά διαφέρει γιατί διατηρεί τα ενδοθηλιακά κύτταρα και μειώνει τον κίνδυνο της απόρριψης του μοσχεύματος και της αποτυχίας. Η πρόσθια επιφανειακή κερατοπλαστική αποτελεί το 2% του συνόλου των μεταμοσχευμάτων κερατοειδούς το 2009 στις ΗΠΑ με κερατόκωνο (Shah και συν., 2012).

Το femtosecondlaser ρυθμίζεται με σκοπό να δημιουργήσει μια στρωματική τομή σε συγκεκριμένο βάθος, η οποία ακολουθείται από την περικοπή τρυπανισμού, τοποθετώντας κηλίδες laser σε ένα κυκλικό μοτίβο ξεκινώντας από το επίπεδο της στρωματικής τομής και έπειτα προχωρώντας προς τα πίσω. Κατά ένα παρόμοιο τρόπο κατασκευάζεται και ο κερατοειδής του δότη. Ένας φακός επαφής επιτρέπει βελτίωση

της διορθωμένης οπτικής οξύτητας και γρήγορη οπτική αποκατάσταση(Κατσιλακάκη,2013).

Η τεχνική DALK που έχει σχήμα μανιταριού και γίνεται με το femtosecondlaser είναι αποτελεσματική σε παιδιά στην προσπάθεια να μειωθεί το ποσοστό απόρριψης, να βελτιωθεί το διαθλαστικό αποτέλεσμα και στην συνέχεια να παραχθεί αντιαμβλυωπικό μάτι(Shah και συν., 2012).

3.10.6 Ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική (F – DSEK ή F – DSAEK):

Η πιο εσωτερική στοιβάδα του κερατοειδή είναι το ενδοθήλιο. Τα κύτταρα του λειτουργούν σαν μικρές αντλίες νερού, οι οποίες αφαιρούν το περίσσειο υγρό, προλαμβάνοντας έτσι την δημιουργία οιδήματος, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην διατήρηση της καθαρότητας του κερατοειδή (Κατσικαλάκη, 2013).

Ο αριθμός των ενδοθηλιακών κυττάρων δεν είναι ο ίδιος σε όλους τους ανθρώπους, για παράδειγμα ο αριθμός είναι μειωμένος σε ασθενείς της τρίτης ηλικίας. Μη φυσιολογική μείωση του αριθμού τους μπορεί να γίνει είτε μετά από επέμβαση, είτε λόγω κάποιας δυστροφίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας του κερατοειδή σε νερό, άρα αυξάνεται το πάχος του κερατοειδή, χάνεται η διαυγεία του και η ορασή του χειροτερεύει (Καραμπάτσας,2010).

Γενικά πρόκειται για μια νέα τεχνική, η οποία αποτέλεσε το 43% του συνόλου των μεταμοσχεύσεων κερατοειδούς το 2009 στις ΗΠΑ (Κατσικαλάκη, 2013).

Οι εκτομές ιστών δότη και λήπτη για κερατοπλαστική ενδοθηλίου με femtosecondlaser έχουν γρήγορη αποκατάσταση και καλύτερη ποιότητα της όρασης. Σε ασθενείς που πάσχουν από χρόνια οίδημα κερατοειδούς στις μέρες μας η ενδεδειγμένη θεραπεία είναι η ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική DSAEK. Σημαντικό είναι ότι το μόσχευμα προέρχεται από πτωματικό δότη (Καραμπάτσας,2010).

Με σκοπό να διεισδύσει στον οιδηματώδη κερατοειδή, το femtosecondlaser προγραμματίζεται σε υψηλότερα επίπεδα ενέργειας. Αρχικά γίνεται οπίσθια εκτομή, προχωρώντας προςθίως. Η σειρά από πίσω προς τα μπρός γίνεται με σκοπό να εμποδίσει την δημιουργία ενδοστρωματικών φυσαλίδων σπηλαιώσης, οι οποίες έχουν σκοπό να εμποδίσουν την δέσμη laser να φτάσει στον οπίσθιο κερατοειδή (Soong και συν., 2009).

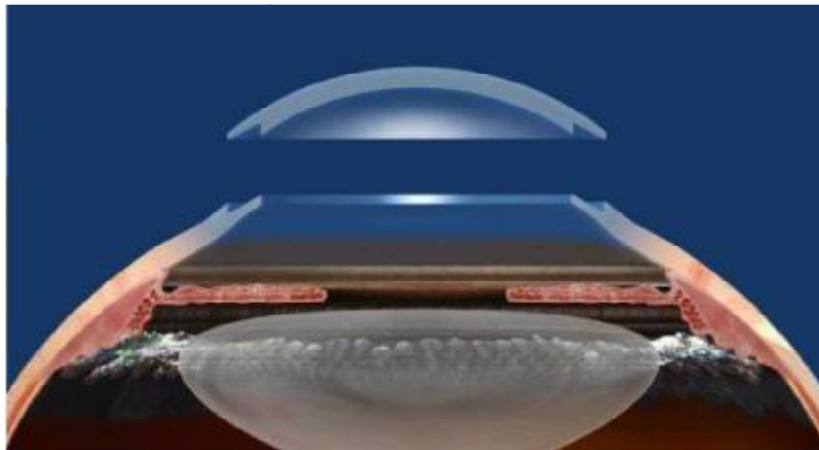
Παρόλο που η τεχνική γίνεται στο οπίσθιο τμήμα του κερατοειδή δεν χρησιμοποιούνται πολλά ράμματα. Η είσοδος του ενδοθηλίου προς μεταμόσχευση κερατοειδή του δέκτη γίνεται διαμ' έσου μιας μικρής τομής. Η μεταμοσχευμένη στοιβάδα παραμένει στην θέση της με την βοήθεια μιας φυσαλίδας αέρα. Χρησιμοποιούνται λίγα ράμματα τα οποία τοποθετούνται στις βοηθητικές τομές έτσι ώστε ο αέρας να παραμένει μέσα στον πρόσθιο θάλαμο μέχρι να κολλήσει το μόσχευμα του κερατοειδή. Με αυτόν τον τρόπο το σχήμα του κερατοειδή μένει ανέπαφο και η ανάκτηση της όρασης είναι πιο γρήγορη(Καραμπάτσας,2010).

3.10.7 Διαμπερής κερατοπλαστική (F – PK) :

Η διαμπερής κερατοπλαστική αποτελεί μια διαδικασία κατά την οποία αφαιρείται ολόκληρος ο κερατοειδικός ιστός σε όλο του το πάχος και αντικαθίσταται από ένα κερατοειδικό μόσχευμα. Ο κερατοειδής του δότη τοποθετείται σε μια υποδοχή ίδιου μεγέθους με αυτή του δέκτη και στην συνέχεια στερεώνεται με την χρήση ραμμάτων.

Όταν αποκατασταθεί ικανοποιητικά η όραση κάτι το οποίο θα γίνει εφόσον περάσει τουλάχιστον ένας χρόνος από την επέμβαση, τότε θα πρέπει ο ασθενής να αφαιρέσει τα ράμματα. Συχνά οι ασθενείς μετά από μια διαμπερής κερατοπλαστική ο ασθενής συνήθως εμφανίζει μετεγχειρητικό αστιγματισμό γι' αυτό συνήθως φοράει γυαλιά ή φακούς επαφής. Κύριο πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι η καθαρότητα του μοσχεύματος(Γιούλα και συν, 2010).

Ο πιο συνηθισμένος λόγος για μεταμόσχευση κερατοειδούς (55%) είναι ο κερατόκωνος(22%).



Εικόνα 3.20 : Διαμπερής κερατοπλαστική
(AthensLaserSight, 2010)

Λόγοι που οδηγούν στην διαμπερή κερατοπλαστική :

- Αποκατάσταση του κερατοειδούς (π.χ τραύμα, έλκος)
- Παρουσία δυστροφίας του κερατοειδούς, παρουσία οιδήματος του κερατοειδούς.
- Κακή οπτική οξύτητα π.χ από κερατόκωνο
- Ψευδοφακική φυσαλλιδώδης κερατοπάθεια
- Επαναμεταμόσχευση λόγω απόρριψης μοσχεύματος
- Εκτασίες π.χ κερατόκωνος
- Πρωτοπαθείς Ενδοθηλιοπάθειες

Στην παραδοσιακή διαμπερή κερατοπλαστική ένα μέρος του κερατοειδή του δότη συρράπτεται με κάθετες ακμές πάνω στην αντίστοιχη υποδοχή του δέκτη με εξίσου κάθετες ακμές, ώστε να συνενωθούν οι δυο ιστοί μεταξύ τους σε ένα μόνο επίπεδο. Ωστόσο το 2003 μια πρόταση – ιδέα από τον Busin να δημιουργηθεί μια βαθμιδωτή διαμόρφωση τομής με την χρήση χειροκίνητων οργάνων, επέτρεψε μια μεγαλύτερη περιοχή επαφής μοσχεύματος – δέκτη, με αποτέλεσμα την καλύτερη σφράγιση πληγών, την χρήση λιγότερων ραμμάτων, την πιο γρήγορη αφαίρεση ραμμάτων, την ισχυρότερη επούλωση, τον μειωμένο αστιγματισμό και την γρηγορότερη ανάκτηση της όρασης(Κατσιακαλάκη,2013 καιΓιούλη και συν, 2010).



Εικόνα 3.21 : Εμφανείς ράμματα μετά από διαμπερή κερατοπλαστική (CNN, 2001)

Η έλευση του femtosecondlaser στην οφθαλμολογία ως χειρουργικό εργαλείο δίνει την δυνατότητα για καλύτερο έλεγχο και μεγαλύτερη ακρίβεια στην χειρουργική του κερατοειδούς. Με την χρήση του κατάλληλου λογισμικού femtosecondlaser προγραμματίζονται ακριβείς τομές πάνω στον κερατοειδή σχεδόν σε κάθε επίπεδο με ελάχιστη στρέβλωση του κερατοειδικού ιστού. Το πιο σημαντικό είναι ότι τομές αυτές μπορούν να συνδιαστούν για να σχηματίσουν ένα σχεδόν απεριόριστο αριθμό πολύπλοκων διαμορφώσεων με ακριβή έλεγχο των διαστάσεων της τομής κάτι το οποίο δεν είναι δυνατό με άλλες τεχνικές(Κατσιακαλάκη,2013).

3.10.8 Θερμοκερατοπλαστική με Laser (Laser Thermokeratoplasty-LTK)

Η επέμβαση αυτή ενδείκνυται για ασθενείς με υπερμετροπία. Αρχικά, γίνεται ενστάλαξη αναισθητικών σταγόνων στον οφθαλμό του ασθενούς. Στη συνέχεια, με την χρήση Holmium Laser πραγματοποιείται φωτοπηξία σε συγκεκριμένα σημεία στη μεσοπεριφέρεια του κερατοειδούς. Τα σημεία αυτά σχηματίζουν δυο ομόκεντρους δακτύλιους και ισαπέχουν μεταξύ τους. Με τον τρόπο αυτό το κολλαγόνο το οποίο βρίσκεται στα σημεία αυτά συρρικνώνεται με αποτέλεσμα ο κεντρικός κερατοειδής να γίνεται πιο κυρτός και το διαθλαστικό σφάλμα τελικά απαλοίφεται (Δαμανάκης., 1999). Η επέμβαση είναι ανώδυνη και διαρκεί μόλις κάποια δευτερόλεπτα για το κάθε μάτι. Μετά την εγχείρηση συνιστάται η χρήση αντιβιοτικών οφθαλμικών σταγόνων για περίπου μια εβδομάδα. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ασθενείς μπορεί να

έχουν μια ήπια αίσθηση φαγούρας καθώς και θολή όραση μετά την επέμβαση, τα συμπτώματα αυτά όμως υποχωρούν μετά από 2-3 μέρες. Η σταθεροποίηση της όρασης πραγματοποιείται σε βάθος χρόνου περίπου 2 εβδομάδων.

Με την βοήθεια ειδικού προγράμματος στον υπολογιστή στο οποίο εισάγονται τα δεδομένα της συνταγής του ασθενούς, υπολογίζονται ο αριθμός των παλμών και η διάμετρος των κύκλων που θα χρειαστούν ώστε η διόρθωση του σφάλματος να είναι ικανοποιητική για τον συγκεκριμένο ασθενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΟΙ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΗΜΕΡΙΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ.

Η βασική αρχή των διαθλαστικών επεμβάσεων είναι η αλλαγή στην καμπυλότητα του κερατοειδή ώστε να διορθώσουμε προϋπάρχουσα διαθλαστική ανωμαλία. Αν και τα σύγχρονα χειρουργικά μέσα στον τομέα της οφθαλμολογίας είναι φτιαγμένα με την τελευταία τεχνολογία, ωστόσο κάθε επέμβαση κρύβει κάποιους κινδύνους – επιπλοκές για τις οποίες πρέπει να γίνεται ενημέρωση στους ασθενείς πριν την επέμβαση.

4.1.1 Επιπλοκές της Φωτοδιαθλαστικής Κερατεκτομής (PRK):

Α. Πρώιμες επιπλοκές

Ως πρώιμες επιπλοκές αναφέρονται εκείνες που εμφανίζονται από την 1^η έως της 14^η ημέρα μετά την επέμβαση, κατά τις οποίες το επιθήλιο του κερατοειδή ξαναδημιουργείται. Στις πρώιμες επιπλοκές περιλαμβάνονται : α) η επιμόλυνση, β) οι επιπλοκές από την εφαρμογή φακών επαφής, γ) οι άσηπτες φλεγμονές, δ) οι άμεσες φαρμακευτικές επιλογές και ε) τα προβλήματα επαναεπιθηλιοποίησης του κερατοειδούς (WillsEyeManual, 2004).

1. Επιμόλυνση: συνήθως εμφανίζεται την 2^η μετεγχειρητική μέρα. Οφείλεται είτε σε εξωγενή επιμόλυνση είτε σε επιμόλυνση από την μικροβιακή χλωρίδα του ίδιου του οφθαλμού. Έντονος πόνος, δακρύρροια, φωτοφοβία, έλκη, έντονη υπεραιμία σκληρού και επιπεφυκότα και οίδημα είναι πιθανά συμπτώματα που μπορεί να παρουσιάζει ο ασθενής που πάσχει από επιμόλυνση. Γι' αυτούς τους λόγους οι ασθενείς θα πρέπει να λαμβάνουν κάποια προληπτικά μέτρα όπως ενστάλλαξη αντιβιοτικών και πριν και μετά την επέμβαση, ή θεραπεία των ήπιων οφθαλμολογικών φλεγμονών (WillsEyeManual, 2004).

2. Επιπλοκές από την εφαρμογή φακών επαφής: ο θεραπευτικός φακός που τοποθετείται στον χειρουργημένο οφθαλμό είναι θεραπευτικός και χρησιμοποιείται μόνο για εβδομαδιαία χρήση. Στην περίπτωση που δεν προκληθεί ανοξία, η πιο κατάλληλη εφαρμογή για επιθηλιοποίηση είναι η ελαφρά σφιχτή εφαρμογή (WillsEyeManual, 2004).

- Όταν είναι πολύ χαλαρή εφαρμογή, ο φακός επαφής λόγω της έντονης μετακίνησης του δημιουργεί έντονο πόνο. Σε αυτήν την περίπτωση αργεί και η επούλωση του επιθηλίου του κερατοειδή.
- Όταν είναι πολύ σφιχτή εφαρμογή, εμφανίζονται συμπτώματα όπως υπεραιμία, χύμωση του επιπεφυκότα και οίδημα στο στρώμα του κερατοειδή. Αυτά τα συμπτώματα συχνά συνοδεύονται από πόνο, και μείωση της όρασης. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο φακός επαφής αφαιρείται και την θέση του παίρνει ένας νέος με μεγαλύτερη διάμετρο.

3. Άσηπτες φλεγμονές ή διηθήσεις: προκαλούνται από την σφιχτή εφαρμογή των φακών επαφής ή σε αντίδραση αυτοάνοσου τύπου. Εάν η εφαρμογή του θεραπευτικού φακού μετά την επέμβαση PRK είναι σφιχτή τότε προκαλείται ανοξία και δημιουργείται οίδημα του κερατοειδούς. Η αντιμετώπιση των άσηπτων φλεγμονών είναι αντιμετωπίζεται με την χορήγηση στεροειδών και την αφαίρεση των φακών επαφής (WillsEyeManual, 2004).

4. Γενικά προβλήματα επαναεπιθηλιοποίησης του κερατοειδούς: προκαλούνται είτε λόγω χαλαρής σύνδεσης του επιθηλίου με την μεμβράνη του Bowman, είτε λόγω μεγάλης ηλικίας. Επίσης ιδιομορφίες του επιθηλίου, συστηματικά νοσήματα μέχρι και υποτροπιάζουσα απόπτωση επιθηλίου μπορούν να δημιουργηθούν λόγω κατανάλωσης αλκοόλ. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με την χρήση μαλακών θεραπευτικών φακών επαφής και πιεστική επίδεση του οφθαλμού (WillsEyeManual, 2004).

Β. Ύστερες Επιπλοκές

Ως ύστερες επιπλοκές αναφέρονται εκείνες που εκδηλώνονται τον 1^ο μήνα μετά την επέμβαση. Στις ύστερες επιπλοκές περιλαμβάνονται α) τα μετεγχειρητικά διαθλαστικά σφάλματα, β) το haze και υποεπιθηλιακές πλάκες, γ) φαρμακευτικές επιπλοκές από την μακροχρόνια θεραπεία φακών επαφής, δ) τα σφάλματα από την εφαρμογή της ακτινοβολίας (WillsEyeManual, 2004).

1. Σφάλματα εφαρμογής ακτινοβολία περιλαμβάνουν την έκκεντρη εφαρμογή, τα halos και glare (θάμβος όρασεως) και τα ανώμαλα σχήματα αφαιρέσεως. Ο κύριος παράγοντας των συμπτωμάτων του ασθενούς είναι το μέγεθος της εκκεντρόσεως. Όσο μικρότερη είναι η οπτική ζώνη τόσο καλύτερη επικέντρωση χρειάζεται. Γι αυτό τον λόγο μια τοπογραφική εκτίμηση της εκκεντρόσεως είναι σημαντική. Σε μικρές παρεκκλίσεις εκκεντρόσεως συνιστάται η χορήγηση διορθωτικών γυαλιών και σε μεγάλες συνίσταται επιπλέον φωτοαφαίρεση ή τοξοειδής κερατοτομή.

- *Halos*: ονομάζεται η διαταραχή της όρασης την νύχτα σύμφωνα με την οποία ο ασθενής βλέπει φωτεινές διαχύσεις γύρω από πηγές φωτός και από έντονα φωτισμένα αντικείμενα και το περιγράφει σαν ένα “θαμπό στεφάνι”. Τα halos ανάλογα με την σοβαρότητα της ενόχλησης διακρίνονται σε halos μικρής διαμέτρου (η οποία έχει συγκεκριμένα όρια) και σε halos μεγάλης διαμέτρου (της οποίας τα όρια είναι ασαφή). Αντιμετωπίζεται με επανάληψη της διαθλαστικής επέμβασης που είχε κάνει ο ασθενής στο παρελθόν.
- *Glare*: ονομάζεται διαταραχή της νυχτερινής όρασης, σε πιο βαριά όμως μορφή. Η διαταραχή αυτή της διάχυσης εκδηλώνεται με οποιαδήποτε κατάσταση φωτισμού.
- *Ανώμαλα σχήματα αφαιρέσεως* : ονομάζονται οι κεντρικές νησίδες οι οποίες ήταν η συχνότερη εμφανιζόμενη επιπλοκή. Εμφανίζονται στην κεντρική περιοχή του κερατοειδή ως κατάλοιπα μετά την διαθλαστική επέμβαση.

Το halos και το glare ήταν η συχνότερη επιπλοκή των αρχικών μηχανημάτων Excimerlaser. Πρόκειται περί σφάλματος που προκαλείται από την διάχυση των ακτίνων του φωτός που διαπερνούν την περιοχή του κερατοειδούς μεταξύ του περιφερικού άκρου της φωτοεκτομής και της γύρω μη ακτινοβοληθείσας περιοχής από την περιοχή της φωτοεκτομής.

1. Μετεγχειρητική Θολερότητα (Haze): Το haze αποτελεί την συχνότερη επιπλοκή της PRK. Είναι η κολλαγόνος πρωτεΐνη που αναπτύσσεται στην επιφάνεια του ματιού μετά την διαθλαστική επέμβαση. Αποτελεί μετεγχειρητική θολερότητα. Δεν είναι ορατό με γυμνό μάτι. Η αιτία εμφάνισης του σχετίζεται με την έντονη επούλωση του στρώματος του κερατοειδή. Πιο συγκεκριμένα, μετά την διαθλαστική επέμβαση νέα κερατοκύτταρα εμφανίζονται στην περιοχή του κερατοειδούς με ανώμαλη δομή, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί έτσι μια θολερότητα (haze) η οποία μετεγχειρητικά επηρεάζει την όραση. Αυτά τα κερατοκύτταρα και οι ανώμαλες δομές του λειτουργούν ως εστίες (foci) σκέδασης του φωτός, η οποία μειώνει την ευαισθησία φωτεινής αντίθεσης (Αιμιλιανός, 2009).

Το haze συνδυάζεται και με άλλες καταστάσεις όπως η φωτοαφαίρεση της μεμβράνης του Bowman (θεωρείται και το κύριο αίτιο του haze), η διακοπή της χορήγησης στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων, η ανώμαλη επούλωση του επιθηλίου του κερατοειδούς και η μετεγχειρητική έκθεση στην ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία εφόσον δεν χρησιμοποιούνται πολωτικά γυαλιά ηλίου από τους ασθενείς (Αιμιλιανός, 2009).

Το haze χωρίζεται σε πρώιμο και σε ύστερο. Ως πρώιμο χαρακτηρίζεται αυτό το οποίο εμφανίζεται τους πρώτους μετεγχειρητικούς μήνες, είτε κατά την διάρκεια χορήγησης στεροειδών φαρμάκων είτε μετά από την διακοπή. Ως ύστερο χαρακτηρίζεται αυτό το οποίο εμφανίζεται από τον 6^ο μέχρι και τον 18^ο μετεγχειρητικό μήνα. Ανάλογα με την σοβαρότητα και την κλινική εικόνα του haze γίνεται και η κατάλληλη αντιμετώπιση. Ένα κλινικά σημαντικό haze συνοδεύεται από υποστροφή της μυωπίας, μείωση της οπτικής ζώνης, και την εμφάνιση ανώμαλου αστιγματισμού. Ένα μη κλινικά σημαντικό haze αντιμετωπίζεται απλώς με τοπική χορήγηση στεροειδών και συχνή παρακολούθηση (Αιμιλιανός, 2009).

2. Υποεπιθηλιακές πλάκες: Στην πραγματικότητα οι 'πλάκες' είναι μεμβράνες οι οποίες δημιουργούνται λόγω της έντονης ινώδους αντίδρασης του κερατοειδικού στρώματος. Είναι ικανές να προκαλέσουν υποδιόρθωση, ανώμαλο αστιγματισμό, καθώς και διαχύσεις και παραμορφώσεις στην όραση. Αντιμετωπίζεται με χορήγηση στεροειδών και επανάληψη της επέμβασης (Σιγανός, 1993).

Γ. Φαρμακευτικές επιπλοκές

Διακρίνονται στις α)αλλεργικές φαρμακευτικές αντιδράσεις, β)τήξεις του στρώματος του κερατοειδούς, γ) τοξική στικτή κερατίτιδα. (WillsEyeManual,2004)

1. Αλλεργική φαρμακευτική αντίδραση μπορεί να προκληθεί από τα αντιβιοτικά. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα είναι οίδημα του κερατοειδή, κνησμός, ερυθρότητα των ματιών. Σε πιο σοβαρές περιπτώσεις, τα συμπτώματα μπορούν να επεκταθούν και να προκληθεί αναφυλαξία (γενικευμένη αντίδραση του οργανισμού), ακόμη και αναφυλακτικό σοκ, που αν δεν αντιμετωπιστεί γρήγορα μπορεί να αποβεί μοιραίο (WillsEyeManual, 2004).

2. Τήξη του στρώματος του κερατοειδή είναι αρκετά σπάνια επιπλοκή ωστόσο είναι η πιο σοβαρή διότι εμφανίζεται μετά από χρόνια. Συνιστάται έντονη χρήση των στεροειδών.

3. Στικτή τοξική αντίδραση του επιθηλίου οφείλεται κυρίως στην τοξικότητα του αντιβιοτικού. Παρόλα αυτά όμως ο χειρουργός θα πρέπει να προσέχει και τα κολλύρια που χορηγεί στους ασθενείς του, καθώς στην αγορά υπάρχουν και κολλύρια

που είναι αρκετά τοξικά για το επιθήλιο του κερατοειδούς με αποτέλεσμα να προκαλούν εναποθέσεις στο επιθήλιο. Μεγάλο ποσοστό εναποθέσεων παρατηρείται και σε περιπτώσεις μειωμένης παραγωγής δακρύων (WillsEyeManual, 2004).

Δ. Διαθλαστικά Σφάλματα

Τα διαθλαστικά σφάλματα έχουν σχέση με 1) την υποδιόρθωση, 2) την υπερδιόρθωση, 3) την πρόκληση αστιγματισμού καθώς και σε ορισμένες περιπτώσεις και δ) την υποστροφή της μυωπίας.

1. Υποδιόρθωση : Εμφανίζεται τους πρώτους μήνες μετά από επέμβαση στις μεσαίες και στις ψηλές μυωπίες (> -6,00 διοπτρίες). Οι ασθενείς διαμαρτύρονται για νυχτερινή διάχυση και μειωμένη οπτική οξύτητα. Η ακριβής αιτία για την εμφάνιση της δεν είναι γνωστή. Η PRK ερεθίζει τα κερατοειδοκύτταρα που με την σειρά τους παράγουν κολλαγόνο. Ερευνητές υποστηρίζουν πως όσο βαθύτερες είναι οι εκτομές τόσο περισσότερο ερεθίζουν τα κερατοειδοκύτταρα με αποτέλεσμα να δημιουργείται έντονη εναπόθεση ινών κολλαγόνου. Αυτή η διαδικασία είναι ικανή να αναστρέψει το αποτέλεσμα της επέμβασης και να δημιουργήσει υποδιόρθωση. Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν η αιτία της υποδιόρθωσης οφείλεται στην υπερπλασία του επιθηλίου . Αν η υποδιόρθωση είναι πάνω από -1,00 D συνιστάται θεραπεία με σταγόνες, αν η υποδιόρθωση είναι μικρότερη των -2,00 D τότε συνιστάται θεραπεία με στεροειδή. Αν γίνει η θεραπεία με τα στεροειδή αλλά μειώνεται μόνο μια διοπτρία τότε προτείνεται ή monovision ή επανάληψη της επέμβασης (WillsEyeManual, 2004).

2. Υπερδιόρθωση: Εμφανίζεται τους πρώτους μήνες μετά από επεμβάσεις διόρθωσης υψηλής μυωπίας . Άλλοι λόγοι μπορεί να είναι η έντονη διαγχειρουργική αφυδάτωση του κερατοειδούς, η υπερβολική χρήση στεροειδών. Ωστόσο η ακριβής αιτία της εμφάνισης της δεν είναι γνωστή. Η υπερμετροπία αν είναι μέχρι + 2,00 D αντιμετωπίζεται με διακοπή των στεροειδών. Αν όμως είναι μεγαλύτερη των + 2,00 D τότε η θεραπεία με τα στεροειδή σταματά και συνεχίζεται με τεχνητά δάκρυα. Μέχρι την ολοκλήρωση της θεραπείας πρέπει να γίνεται συχνή παρακολούθηση από τον ειδικό για τυχόν εμφάνιση haze ή υποστροφής (WillsEyeManual, 2004).

3. Αστιγματισμός: Εμφανίζεται τους πρώτους μήνες μετά την επέμβαση. Είναι ομαλός ή ανώμαλος. Όταν ο ασθενής εμφανίζει ομαλό αστιγματισμό παραπονιέται για μείωση της όρασης (υπάρχει μείωση της οπτικής οξύτητας). Η θεραπεία για τον ομαλό αστιγματισμό είναι η επανάληψη της θεραπείας. Όταν ο αστιγματισμός είναι απλός μυωπικός ή σύνθετος αστιγματισμός αντιμετωπίζεται με την διαδικασία της PRK ή της LASIK, ενώ όταν είναι μικτός αστιγματισμός αντιμετωπίζεται με LASIK ή συνδυασμό διαφόρων τεχνικών (WillsEyeManual, 2004).

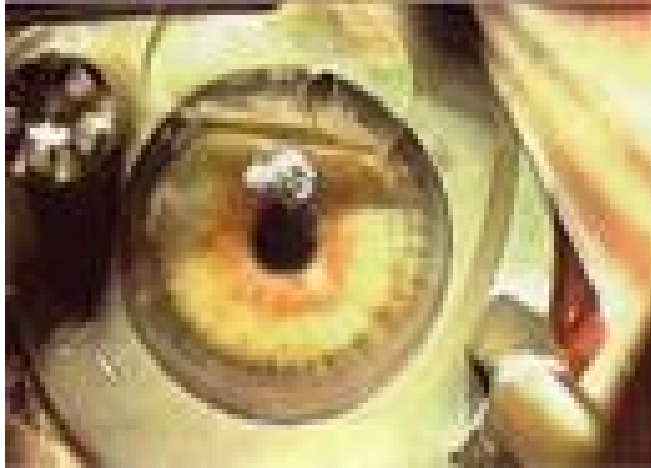
4.1.2 Laser Assisted Κερατοσμίλευση In situ (LASIK)

Η μία από τις δυο πιο διαδεδομένες τεχνικές διαθλαστικής χειρουργικής, παρά τα ικανοποιητικά αποτελέσματα της εγκυμονεί αρκετούς κινδύνους.

4.1.2.1 Επιπλοκές στο flap

- Buttonhole flap: Έχει πάρει το όνομα του από το σχήμα δακτυλίου που δημιουργείται από τον μικροκερατόμο, ο οποίος κόβει περιφερικά το κερατοειδή αφήνοντας το κέντρο του άθικτο. Κάτι τέτοιο μπορεί να

προκαλέσει την εμφάνιση ανώμαλου αστιγματισμού και κατά συνέπεια την μείωση της οπτικής οξύτητας (Alio και συν.,2008).



Εικόνα4.1 : Buttonhole flap
(American Academy of Ophthalmology, 2009)

Για το λόγο αυτό συνιστάται άμεση διακοπή της διαδικασίας, επάναφορά του flap στην αρχική του θέση και εφαρμογή μαλακού φακού επαφής για κάποιες μέρες. Όταν ο θεράπων ιατρός κρίνει πως το flap έχει επουλωθεί πλήρως (συνήθως μετά από 3 μήνες) η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί με διαφορετικό μικροκερατόμο για βαθύτερη τομή ή την χρήση femtosecondlaser (Vajrayee και συν.,2004).

- Ελεύθερο flap: Η επιπλοκή αυτή, μπορεί να παρουσιαστεί είτε από σφάλμα του χειρουργού κατά την ανασήκωση του flap, είτε από λάθος ρύθμιση του μικροκερατόμου, είτε εξαιτίας της χαμηλής ενδοφθάλμιας πίεσης του ασθενούς κατά την διαδικασία της τομής (Rapiano και συν., 2011). Σε περίπτωση που ο χώρος στον υποκείμενο κερατοειδή είναι ευρύς, η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί κανονικά και το flap να διατηρηθεί ενυδατωμένο σε ειδικό θάλαμο κατά την διάρκεια της. Στη συνέχεια το flap επανατοποθετείται προσεκτικά στη αρχική του θέση σύμφωνα με τα σημάδια που δημιουργήθηκαν για την πραγματοποίησή της. Σε ορισμένες περιπτώσεις συνιστάται η συρραφή του με ράμματα εάν κρίνεται πως η επαναφορά του δεν είναι εφικτή. Ένας μαλακός φακός επαφής εφαρμόζεται προκειμένου να προστατεύσει και να βοηθήσει την διαδικασία της επούλωσης (Rapiano,2011).
- Ατελές flap: Ένα ατελές flap, οφείλεται σε διακοπή λειτουργίας του μικροκερατόμου, στην ύπαρξη ξένων σώματων στη λεπίδα του αλλά και σε αιφνίδια απώλεια αναρροφήσεως (Alio και συν., 2008). Και σε αυτή τη περίπτωση συνιστάται η διακοπή της διαδικασίας και η προσεκτική επαναφορά του ατελούς flap στην αρχική του θέση. Η επέμβαση μπορεί να επαναληφθεί σε βάθος χρόνου, δηλαδή μετά από 3-6 μήνες (Alio και συν.,2008).
- Λεπτό flap: Η δημιουργία λεπτού flap, σχετίζεται με την κεραιμένη ταχύτητα του εκάστοτε μικροκερατόμου ή με την χρήση λανθασμένης πλάκας πάχους από τον χειρουργό (Alio και συν.,2008).

Για την αντιμετώπιση της επιπλοκής αυτής γίνεται επανατοποθέτηση του flap και παρακολούθηση του για 2 ώρες. Συνίσταται επίσης η χρήση τεχνικών δακρύων και σε μερικές περιπτώσεις και η εφαρμογή φακού επαφής. Η επέμβαση μπορεί να επαναληφθεί μετά από 3-6 μήνες και με την χρήση διαφορετικής πλάκας πάχους (Alio και συν.,2008).

- Έκκεντρο flap: Η επιπλοκή αυτή οφείλεται είτε σε λάθος χειρισμό του χειρουργού είτε λόγω της λάθος τοποθέτησης του δακτύλιου αναρρόφησης εξαιτίας ελλιπούς συνεργασίας εκ μέρους του ασθενούς.

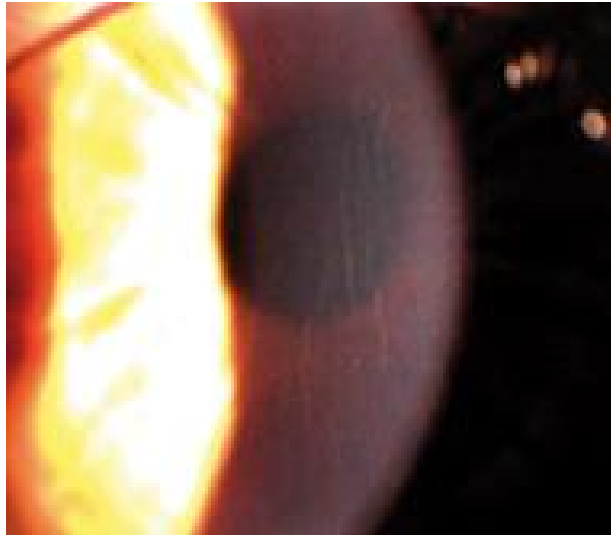
Σε περίπτωση έκκεντρου flap η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί μόνο εφόσον η επιφάνεια του υποκείμενου κερατοειδούς είναι αρκετή ώστε η εφαρμογή της ακτινοβολίας να είναι σωστά επικεντρωμένη (Rapiano,2011).

- Μετατόπιση του flap: Ένα τέτοιου είδους φαινόμενο μπορεί να προκύψει από τρίψιμο ή έντονη κίνηση των βλεφάρων, από έλλειψη δακρύων, από ασταθές ελεύθερο flap, από οίδημα του στρώματος λόγω υπερβολικής ενυδάτωσης αλλά και από βίαιο τραυματισμό του οφθαλμού (Alio και συν.,2008).

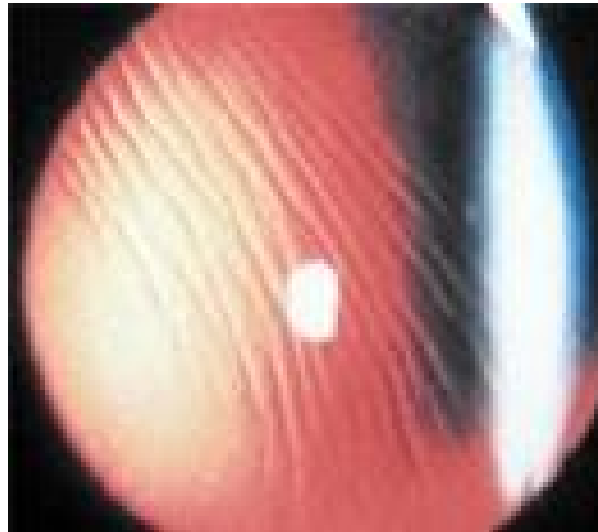
Η μετατόπιση του flap προκαλεί στον ασθενή πόνο και μείωση της οπτικής οξύτητας. Για την αντιμετώπισή του, πραγματοποιείται καθαρισμός του flap από τυχόν επιθηλιακά στοιχεία και επανατοποθέτηση του. Ο οφθαλμός παρακολουθείται για περίπου 2 ώρες ενώ συνίσταται η ενστάλλαξη τεχνητών δακρύων και η χρήση προφυλακτικών θαλάμων ενυδάτωσης (Rapiano,2011).

- Μικροπτυχώσεις του flap: Τα κύρια αίτια εμφάνισης μικροπτυχώσεων του flap, είναι το λεπτού πάχους ή μεγάλου μεγέθους flap, η κακή επανατοποθέτηση του flap, η υπερβολική ενυδάτωση του στρώματος κάτω από το flap (οίδημα στρώματος) καθώς και ο τραυματισμός του flap λόγω τριψίματος του οφθαλμού (Alio και συν.,2008).

Ο ασθενής με μικροπτυχώσεις στο flap ενδέχεται να παρουσιάσει παραμορφωμένη όραση, μειωμένη οπτική οξύτητα και σε ορισμένες περιπτώσεις υπερμετρωπικό ή ανώμαλο αστιγματισμό. Οι μικροπτυχώσεις στο flap ονομάζονται αλλιώς και "folds" ή "striae" και χωρίζονται ανάλογα με το που κάνουν την εμφάνισή τους σε "macrofolds" ή "macrostriae" και σε "microfolds" ή "microstriae". Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει ζάρες μεγάλου μεγέθους οι οποίες καταλαμβάνουν όλο το πάχος του flap ενώ η δεύτερη κατηγορία αφορά μικρού μεγέθους πτυχώσεις οι οποίες εντοπίζονται στην μεμβράνη του Bowman αλλά και στην επιθηλιακή μεμβράνη. (Vajpayee, και συν.,2004)



Εικόνα4.2 : Flap με microstriae
(American Academy of Ophthalmology,2009)



Εικόνα 4.3 : Flap με macrostriae
(American Academy of Ophthalmology, 2009)

Σε πολλές περιπτώσεις οι μικροπτυχώσεις αυτές δεν δημιουργούν πρόβλημα στον ασθενή και υποχωρούν μόνες τους και για το λόγο αυτό δεν χρήζουν άμεσης διόρθωσης. Ο τρόπος αντιμετώπισης τους εάν κριθούν επικίνδυνες, περιλαμβάνει την επανατοποθέτηση και επίπλευση του flap καθώς και το τέντωμα του με την χρήση μικρών σπόγγων ή με συρραφή του flap. Σε περίπτωση που οι μικροπτυχώσεις επιμένουν μετά το πέρας των δύο εβδομάδων πραγματοποιείται θεραπεία με laser (PhototherapeuticKeratectomy- PTK) για την απομακρυσή τους(Rapruano και συν.,2011).

Βασική προϋπόθεση για την αποφυγή της επιπλοκής αυτής είναι η λεπτομερής εξέταση του flap, μετά την επανατοποθέτηση του, στη σχισμοειδή λυχνία (Vajrayee και συν., 2004).

4.1.2.2 Διάχυτος Κερατίτις της Κερατοτομής (*Diffuse Interface Keratitis*)

Η επιπλοκή αυτή ονόμαζεται αλλιώς και σύνδρομο “SandsofSahara”(SOS) ή διάχυτος στρωματική κερατίτιδα (*diffuselamellarkeratitis-DLK*) και εμφανίζεται συνήθως την 1^η ή 2^η μετεγχειρητική ημέρα και έχει την μορφή ακίνδυνης άσηπτης φλεγμονής, η οποία συνήθως υποχωρεί μόνη της.



Εικόνα 4.4 : Διάχυτος στρωματική κερατίτιδα (DLK)
(VisionandEyeHealth, 2014)

Σε περίπτωση που επιμένει μετατρέπεται σε σοβαρή φλεγμονή και πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα καθώς μπορεί να προκαλέσει βλάβη στην όραση, τήξη του στρώματος και ουλοποίηση κερατοειδούς (Vajrayee και συν., 2004). Δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο το κατά πόσο η επιπλοκή αυτή προκύπτει από κάποια λοίμωξη ή πρόκειται για κάποιο είδος φλεγμονώδους αντίδρασης. Η αντιμετώπιση της συνιστά την χορήγηση τοπικών στεροειδών (Rapuano,2011).

4.1.2.3 Λοιμώδης Κερατίτιδα (*Infectious Keratitis*)

Η λοιμώδης κερατίτιδα, εμφανίζεται συνήθως την 2^η με 3^η ημέρα μετά την επέμβαση και αποτελεί σοβαρή επιπλοκή η οποία χρήζει άμεσης αντιμετώπισης καθώς μπορεί να προκαλέσει τήξη του στρώματος, ουλοποίηση του κερατοειδούς και εμφάνιση ανώμαλου αστιγματισμού.

Η λοιμώδης κερατίτιδα προκαλεί στον ασθενή έντονο πόνο, δακρυρροια, μειωμένη όραση και φωτοφοβία. Η κλινική εικόνα που παρουσιάζει περιλαμβάνει υπεραιμία του επιπεφυκότα, οίδημα βλεφάρων, διήθηση καθώς και φλεγμονή η οποία εκτείνεται από το flap αλλά και πιο βαθιά στο επίπεδο του στρώματος ενώ περιστασιακά μπορεί να επεκταθεί και πέρα από τα όρια του flap(Rapuano,2011).



Εικόνα 4.5 : Λοιμώδης κερατίτιδα
(VanessaCaceres – Eyeworld, 2010)

Τα αίτια που προκαλούν μια τέτοιου είδους επιμόλυνση είναι συνήθως θετικοί gram μικροοργανισμοί καθώς και άτυπα μυκοβακτηρίδια. Η αντιμετώπιση της λοιμώδους κερατίτιδας συνιστά την ανασήκωση του flap και την χορήγηση αντιβιοτικών στο υποκείμενο στρώμα (interface) (Rapiano,2011).

4.1.2.4 Αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης εξαιτίας υγρών στο interface

Η συγκέντρωση υγρών στο interface², είναι αποτέλεσμα της αφυδάτωσης του κερατοειδούς εξαιτίας της υψηλής ενδοφθάλμιας πίεσης. Η εμφάνιση των υγρών αυτών μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη διάγνωση διάχυτης στρωματικής κερατίτιδας, με αποτέλεσμα ο χειρουργός να χορηγήσει κορτικοστεροειδή τα οποία αυξάνουν την ενδοφθάλμια πίεση(Rapiano,2011).

Για την πρόληψη και την σωστή διάγνωση μιας τέτοιας περίπτωσης συνίσταται η μέτρηση της ενδοφθάλμιας πίεσης με τονόμετρο όχι μόνο κεντρικά αλλά και στην περιφέρεια του κερατοειδούς. Η αντιμετώπιση της επιπλοκής αυτής, περιλαμβάνει την άμεση παύση των κορτικοστεροειδών και την χορήγηση γλαυκωματικών φαρμάκων για την μείωση της ενδοφθάλμιας πίεσης(Rapiano,2011).

Σοβαρή απώλεια όρασης εξαιτίας της εμφάνισης γλαυκώματος έχει προκύψει, σε περιπτώσεις όπου το φαινόμενο αυτό δεν διαγνώστηκε και δεν αντιμετωπίστηκε εγκαίρως (Rapiano,2011).

4.1.2.5 Διαταραχές επούλωσης του επιθηλίου

Οι διαταραχές επούλωσης του επιθηλίου, προκύπτουν από εκτεταμένο χειρουργικό τραυματισμό του επιθηλίου από το μικροκερατόμο, από τα χρόνια ελλείματα επιθηλίου αλλά και από την δημιουργία buttonholeflap.

Για την αντιμετώπισή της συνίσταται η εφαρμογή μαλακού φακού επαφής καθώς και χορήγηση αντιβιοτικών και στεροειδών κατά την περίοδο της επιθηλιοποίησης (Alio και συν.,2008).

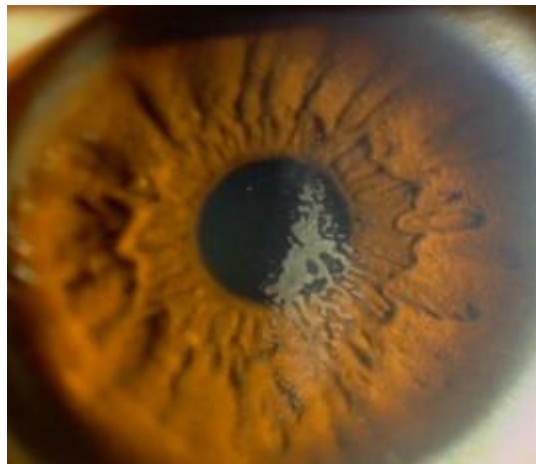
4.1.2.6 Επιθηλιακό Ingrowth

² Το interface είναι ο χώρος που δημιουργείται ανάμεσα στο flap και το υποκείμενο στρώμα κερατοειδούς.

Η επιπλοκή αυτή αφορά, την συγκέντρωση και ανάπτυξη επιθηλιακών κυττάρων στο interface τα οποία ενδέχεται να:

1. Έχουν μεταφερθεί εκεί από την λεπίδα του μικροκερατόμου, κατά την δημιουργία του flap.
2. Επιπλέον και μεταφέρονται κατά την διάρκεια της άρδευσης λόγω αντίστροφης ροής, στο υποκείμενο στρώμα.
3. Προκύπτουν από ήδη υπάρχουσα κερατοτομή.
4. Μεταναστεύουν εκεί εξαιτίας της επαφής του επιθηλίου με την κερατοτομή (Vajrayee και συν., 2004)

Η δημιουργία του επιθηλιακού αυτού ιστού ξεκινάει από την περιφέρεια της κερατοτομής και δεν σχετίζεται με την ύπαρξη σποραδικών επιθηλιακών κυττάρων, τα οποία είναι συνήθως ακίνδυνα και υποχωρούν μόνα τους.(Rapuano,2011)Το επιθηλιακό ingrowth αναπτύσσεται επιθετικά προς τον οπτικό άξονα και μπορεί να προκαλέσει μείωση της όρασης και εμφάνιση ανώμαλου αστιγματισμού. Επιπλέον, είναι πιθανό να οδηγήσει σε τήξη του στρώματος εξαιτίας της παραγωγής πρωτεολυτικών ενζύμων από τα επιθηλιακά κύτταρα αλλά και λόγω αφυδάτωσης του flap(Vajrayee και συν., 2004).



Εικόνα 4.6 :Επιθηλιακό Ingrowth
(Master Eye Associates, 2014)

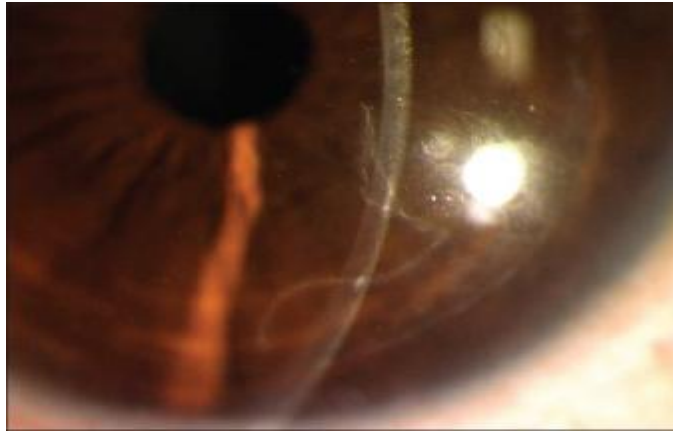
Η αντιμετώπιση του, συνιστά την ανασήκωση του flap, την απόξυση και την διαβροχή αυτού καθώς και του υποκείμενου στρώματος και στην συνέχεια την επανατοποθέτηση του. Σε περίπτωση που το φαινόμενο επανεμφανίζεται, η διαδικασία επαναλαμβάνεται με η και χωρίς την μετέπειτα συρραφή του flap(Rapuano,2011).

4.1.2.7 Υπολείμματα στο Interface

Τα υπολείμματα στο interface είναι ξένα σωματίδια τα οποία μεταφέρονται με ποικίλους τρόπους κατά την διάρκεια της επέμβασης. Τέτοιου είδους σωματίδια είναι:

- Αιωρούμενα σωματίδια στο χώρο όπως η σκόνη.

- Ανόργανα και λοιπά στοιχεία όπως το τάλκ γαντιών και χημικές ουσίες από την αποστείρωση των εργαλείων.
- Ινίδια και σωματίδια από τα καλύμματα ματιών, τα εργαλεία και τα υλικά του χειρουργείου (Alío και συν.,2008).



Εικόνα 4.7 : Υπολείμματα στο interface
(Middle East African Journal of Ophthalmology, 2012)

Τα υπολείμματα αυτά παραμένουν συνήθως αδρανή και δεν επηρεάζουν ιδιαίτερα την όραση του ασθενούς εκτός και αν πρόκειται για μεγάλες ποσότητες (Vajrayee και συν., 2004).

Παρολ' αυτά, μπορεί να προκληθεί φλεγμονώδης αντίδραση και για το λόγο αυτό η αντιμετώπιση τους από τον χειρουργό πρέπει να είναι άμεση. Για την απομάκρυνσή τους πραγματοποιείται ανασήκωση του flap και άφθονη διαβροχή του interface έως ώτου τα ξένα σωματίδια απόμακρυνθούν (Vajrayee και συν., 2004).

4.1.2.8 Κερατεκτασία

Κερατεκτασία ονομάζεται το φαινόμενο της προοδευτικής λέπτυνσης και κύρτωσης του κερατοειδούς που έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση πολύ υψηλού αστιγματισμού.



Εικόνα 4.8 : κερατεκτασία
(LasikBlog,2014)

Η επιπλοκή αυτή μπορεί να μη διαγνώσκει άμεσα, αλλά σε βάθος χρόνου και αποτελεί μια από τις πιο σοβαρές επιπλοκές καθώς δεν θεραπεύεται και είναι μόνιμη (Alio και συν.,2008).

Τις περισσότερες φορές, εμφανίζεται σε ασθενείς με υποκλινικό κερατόκωνο σε πρώιμο στάδιο ο οποίος δεν ανιχνεύθηκε κατά τον προεγχειρητικό έλεγχο. Σε άλλη περίπτωση μπορεί να οφείλεται σε μικρού πάχους (<250 μm) υπολειπόμενο κερατοειδικό στρώμα, μετά την επέμβαση(Vajrayee και συν., 2004).

Όταν κάποιος ασθενής παρουσιάσει συμπτώματα όπως ασταθή όραση, υποστροφή της διορθωμένης αμετροπίας του καθώς και ανώμαλο αστιγματισμό, είναι πιθανό να έχει δημιουργηθεί κερατεκτασία.

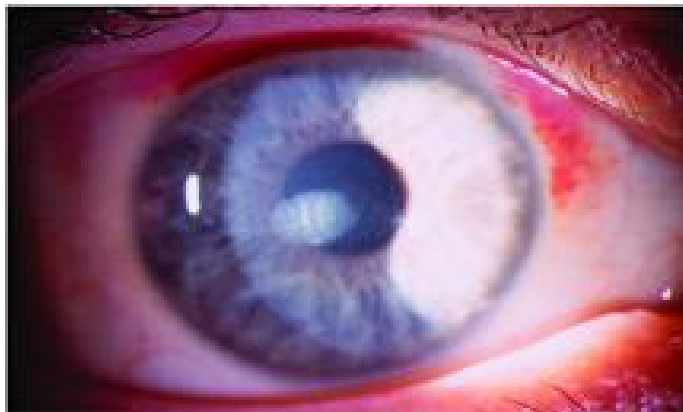
Η εικόνα της κερατεκτασίας μέσω σχισμοειδούς λυχνίας είναι παρόμοια με του κερατόκωνου ενώ τοπογραφικά παρουσιάζει έντονη κυρτότητα στην οπίσθια και εν συνεχεία και στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς. Σε βιντεοκερατογραφία η εκτασία μπορεί να παρουσιαστεί και ως “κεντρική νησίδα”(Vajrayee και συν., 2004).

Η αντιμετώπιση της κερατεκτασίας συνιστά την εφαρμογή σκληρών ή ημίσκληρων φακών επαφής. Η τοποθέτηση ενδοκερατοειδικών δακτύλιων αλλά και η τεχνική PK (PenetratingKeratoplasty) αποτελούν δυο ακόμα τρόπους αντιμετώπισης της(Vajrayee και συν., 2004).

4.1.2.9 Τήξη κερατοειδικού στρώματος

Η επιπλοκή αυτή, αποτελεί μια από τις πιο σπάνιες αλλά και τις πιο επικίνδυνες καταστάσεις καθώς σε περίπτωση που δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα, δημιουργεί επιθηλιακά ελλείματα και μπορεί να καταστρέψει την ακεραιότητα του βολβού(Alio και συν.,2008).

Η τήξη του κερατοειδικού στρώματος μετά από εγχείρηση LASIK, μπορεί να αποτελεί απόρρεια λεπτού flap, σοβαρής DLK και δυστροφείας του επιθηλίου. Προκαλείται ακόμα από προβλήματα στο δακρυϊκό σύστημα όπως είναι το κακής ποιότητας δακρυϊκό φίλμ λόγω ξηροφθαλμίας αλλά και οι διαταραχές της δακρυϊκής στοιβάδας εξαιτίας γιγαντιαίας θηλακιδώδους επιπεφυκίτιδας (Alio και συν.,2008).



Εικόνα 4.9 :Τήξη κερατοειδικού στρώματος στο 4ο στάδιο της DLK (EyeWorld,2006)

Η θεραπεία για την τήξη του κερατοειδικού στρώματος, συνιστά την χρήση τεχνητών δακρύων και την χορήγηση βιταμίνης Α τοπικά ενώ ταυτόχρονα χορηγούνται αντιβίωση και στεροειδή σε μικρές ποσότητες (Alio και συν.,2008).

4.1.2.10 Διαθλαστικές επιπλοκές

- Υπερδιόρθωση: αφορά την περίπτωση κατά την οποία ο κερατοειδικός ιστός ο οποίος αφαιρείται, είναι περισσότερος από όσο χρειάζεται με αποτέλεσμα να προκληθεί καινούρια αμετροπία. Ένας από τους λόγους για τους οποίους γίνεται παραπάνω σμίλευση του κερατοειδούς από την αναγκαία, είναι η αφυδάτωση του κερατοειδικού στρώματος, η οποία έχει ως αποτέλεσμα το laser να αφαιρεί περισσότερο ιστό σε κάθε παλμό. Τέτοιου είδους αφυδάτωση μπορεί να προκύψει εξαιτίας αργής εκκίνησης της διαδικασίας, μετά την ανασήκωση του flap. Τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, έχουν ήδη μειωμένη δυνατότητα ενυδάτωσης του στρώματος σε σχέση με νεότερους, γεγονός που τους κάνει πιο επιρρεπείς σε τυχόν υπερδιόρθωση. Η λανθασμένη εισαγωγή δεδομένων αποτελεί έναν ακόμα σημαντικό παράγοντα υπερδιόρθωσης καθώς και η λανθασμένη διαθλαστική εκτίμηση του ασθενούς από τον εκάστοτε χειρουργό (Rapiano, 2011). Ο σωστός έλεγχος της υγρασίας και της θερμοκρασίας του δωματίου σύμφωνα με τις προβλεπόμενες οδηγίες μπορεί να αποτρέψει το ενδεχόμενο υπερδιόρθωσης. Σε περίπτωση που κάποιος ασθενής υπερδιόρθωθεί, υποβάλλεται σε δεύτερη διαθλαστική επέμβαση αφού έχει περάσει ένας μήνας από την πρώτη (Vajrayee και συν., 2004).
- Υποδιόρθωση: Πρόκειται για την κατάσταση κατά την οποία, μετά την επέμβαση παραμένει υπολειπόμενο διαθλαστικό σφάλμα. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται κυρίως σε ασθενείς με πολύ υψηλή αμετροπία. Στους ασθενείς αυτούς η προβλεψιμότητα του αποτελέσματος της διαθλαστικής επέμβασης είναι μειωμένη, εξαιτίας των μεγαλύτερων και σοβαρότερων πιθανοτήτων επανεμφάνισης της αμετροπίας. Άλλοι λόγοι είναι η λανθασμένη διαθλαστική εξέταση του ασθενούς καθώς και η εισαγωγή λανθασμένων δεδομένων από τον χειρουργό, βάση των οποίων πραγματοποιείται η επέμβαση (Rapiano, 2011). Σε ασθενείς που είναι χρήστες ημίσκληρων RGP φακών επαφής συνιστάται η διακοπή της χρήσης φακών επαφής για ένα διάστημα 5 εβδομάδων έτσι ώστε η φυσιολογική καμπυλότητα του κερατοειδούς να επανέλθει στα φυσιολογικά του επίπεδα και η διαθλαστική εξέταση να γίνει σωστά. Σε περίπτωση υποδιόρθωσης πραγματοποιείται δεύτερη επέμβαση, εφόσον έχει συμπληρωθεί ένας μήνας από την προηγούμενη (Vajrayee και συν., 2004).
- Υποστροφή της αμετροπίας: Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ο ασθενής μετά την επέμβαση, παρατηρεί την προοδευτική επανεμφάνιση της αμετροπίας του. Συνήθως συμβαίνει σε άτομα νεαρής ηλικίας και σε άτομα που υποβλήθηκαν σε διόρθωση μεγάλης αμετροπίας. Η διόγκωση του επιθηλίου, του υποεπιθηλίου αλλά και του κερατοειδικού στρώματος, η οποία οδηγεί σε κύρτωση του κερατοειδούς, αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα επανεμφάνισης της αμετροπίας. Ο ασθενής μπορεί να υποβληθεί σε επανεπέμβαση εφόσον έχουν περάσει τρεις μήνες από την προηγούμενη και το υπολειπόμενο κερατοειδικό στρώμα είναι επαρκές (Vajrayee και συν., 2004).
- Αστιγματισμός: Σε ορισμένες περιπτώσεις μετά από την επέμβαση για την διόρθωση σφαιρικού σφάλματος, ενδέχεται να παρουσιαστεί αστιγματισμός.

Σε ασθενή ο οποίος έχει υποβληθεί σε επέμβαση για την διόρθωση του αστιγματισμού του, ενδέχεται να μην διορθωθεί πλήρως, να επιδεινωθεί αλλά και να μεταβληθεί ο άξονας του (Vajrayee και συν., 2004). Η έκκεντρος εφαρμογή ακτινοβολίας, η λανθασμένη εφαρμογή φακού επαφής, αλλά και οι ενδεχόμενες οφθαλμικές κινήσεις του ασθενούς κατά την επέμβαση αποτελούν τα αίτια της εμφάνισης αστιγματισμού μετά από εγχείρηση LASIK (Rapuano, 2011). Για την πρόληψη εμφάνισης του φαινομένου αυτού, οι δυο κύριοι μεσημβρινοί του αστιγματισμού σημαδεύονται προεγχειρητικά και κατά την διάρκεια της επέμβασης παρακολουθούνται στένα έτσι ώστε η εφαρμογή της ακτινοβολίας στον οφθαλμό να προσανατολιστεί σωστά. Σε περίπτωση που υπάρξει αστιγματισμός μετεγχειρητικά ο ασθενής μπορεί να υποβληθεί σε δεύτερη επέμβαση, αφού η νέα διαθλαστική ισχύς του σταθεροποιηθεί (Vajrayee και συν., 2004).

4.1.2.11 Σφάλματα απο την εφαρμογή ακτινοβολίας

- Έκκεντρος εφαρμογή: Η σωστά επικεντρωμένη εφαρμογή της ακτινοβολίας είναι πολύ σημαντική καθώς ορίζει την σωστή έκβαση της επέμβασης και ενισχύει την προβλεψιμότητα των οπτικών αποτελεσμάτων.

Η έκκεντρος εφαρμογή μπορεί να οφείλεται:

1. σε οφθαλμική κίνηση του ασθενούς κατά την επέμβαση.
2. σε λάθος τοποθέτηση του κεφαλιού του ασθενούς από τον χειρουργό (μη κάθετος στην εφαρμογή laser οφθαλμός)
3. σε απειρία του χειρουργού.
4. σε υψηλό διαθλαστικό σφάλμα. (Rapuano, 2011).

Συμπτώματα της έκκεντρης εφαρμογής, είναι μειωμένη οπτική οξύτητα και τα halos και glare. Η σωστή τοποθέτηση του ασθενούς και η σταθεροποίηση του οφθαλμού του με την χρήση δακτύλιου αναρρόφησης, προλαμβάνει το ενδεχόμενο έκκεντρης εφαρμογής (Vajrayee και συν., 2004).

- Halos και glare: Τα halos και glare, αποτελούν ορισμένες από τις συνηθέστερες επιπλοκές και προκαλούν μείωση της ποιότητας της όρασης. Πρόκειται για ένα είδος λάμψεων και φωτοστέφανων τα οποία γίνονται αντιληπτά από τον ασθενή ειδικότερα σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Η εφαρμογή της ακτινοβολίας σε μικρή οπτική ζώνη, είναι το κύριο αίτιο εμφάνισης τους (Alío και συν., 2008). Άλλοι παράγοντες είναι:
 - Η διόρθωση υψηλών διαθλαστικών σφαλμάτων.
 - Η ύπαρξη σφάλματος υψηλής τάξης, το οποίο δεν εντοπίστηκε.



Εικόνα 4.10 : Οραση ασθενούς με halos και glare
(AmericanOptometricAssociation, 2013)

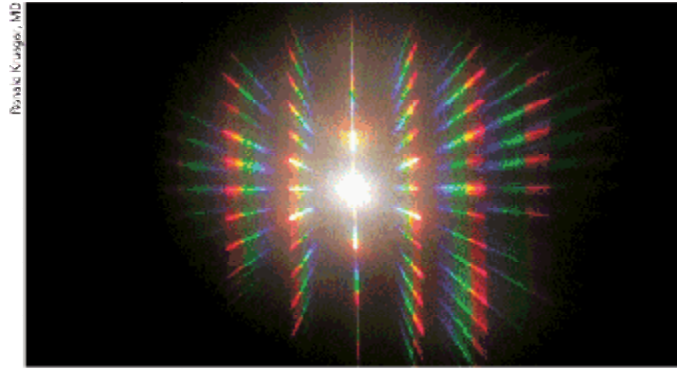
Η αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού συνιστά την μεγέθυνση της οπτικής ζώνης με την χρήση της τεχνολογίας wavefront ή topoguidedLASIK (Rapuano,2011).

Centralislands:Οι κεντρικές νησίδες είναι μία επιπλοκή η οποία είναι ορατή μέσω τοπογραφίας και προκαλεί στον ασθενή μείωση της οπτικής οξύτητας και της όρασης και οπτικές διακυμάνσεις(Vajrayee και συν., 2004).

Η εμφάνιση της επιπλοκής αυτής μπορεί να οφείλεται σε συγκέντρωση υγρών στο κερατοειδικό στρώμα κατά την διάρκεια της επέμβασης η και σε σύστημα laser παρωχημένης τεχνολογίας. Η θεραπεία της επιπλοκής αυτής βασίζεται στην τελευταία τοπογραφική εξέταση του ασθενούς(Vajrayee και συν., 2004).

4.1.2.12 Σφάλματα απο την δημιουργία flap με Femtosecondlaser

- Rainbowglare:Ο ασθενής αναφέρει την ύπαρξη χρωματιστών φωτοστέφανων γύρω από τα φώτα. Η επιπλοκή αυτή μπορεί να οφείλεται στην υψηλότερης έντασης και ισχύος δέσμης του femtosecondlaser αλλά και για τον παρατεταμένο χρόνο που μεσολαβεί από την στιγμή της τομής έως την εκκίνηση της φωτοαποδόμησης(Rapuano,2011).



Cleveland Clinic surgeon Ronald Krueger treated an IntraLase test gel with the raster pattern of the laser and photographed a point-like light source in a dark room through the gel to simulate what a patient with rainbow glare might see under similar conditions.

Εικόνα 4.11 : Αναπαράσταση όρασης ασθενούς με rainbowglare (W.Bethke,2010)

- Καλή οξύτητα με μετεγχειρητική φωτοφοβία (GoodAcuityPostoperativePhotophobia-GAAP): Η εμφάνιση οξύ πόνου, ευαισθησίας στο φως, και φωτοφοβίας ενώ παράλληλα συνυπάρχει καλή οπτική οξύτητα ονομάζεται GAAP. Ο οφθαλμός παρουσιάζει φυσιολογική κλινική εικόνα, είναι λευκός χωρίς ερεθισμούς ενώ ο κερατοειδής και το interface είναι καθαρά. Η θεραπεία των συμπτωμάτων της GAAP συνιστά την συχνή χορήγηση τοπικών κορτικοστεροειδών και τοπικής κυκλοσπορίνης Α (Rapiano,2011).

4.1.3 Δημιουργία ενδοκερατικών τομών για την ένθεση ενδοκερατοειδικών δακτύλιων για την διόρθωση της μυωπίας, του κερατόκωνου και της εκτασίας:

Τα κερατοειδικά δακτύλια είναι μια μέθοδος αντιμετώπισης για την μυωπία, την εκτασία και τον κερατόκωνο. Τα πλεονεκτήματά τους είναι αρκετά αλλά όπως όλες οι επεμβάσεις έχουν και κάποιες επιπλοκές, οι οποίες βρίσκονται κυρίως στην μηχανική τεχνική της μεθόδου. Ο ειδικός προκειμένου να τοποθετήσει το κερατοειδικό δακτύλιο πάνω στο στρώμα του κερατοειδή δημιουργεί μια κυκλική ενδο - κερατοειδική σήραγγα όπου εκεί τοποθετούνται οι δακτύλιοι. Αυτήν την σήραγγα οι ειδικοί την δημιουργούν είτε με μικροκερατόμο είτε με την χρήση του femtosecondlaser (AmericanAcademyofOphthalmology,1996).

Επιπλοκές Μηχανικής τεχνικής :

- Επιθηλιακά ελαττώματα
- Πρόσθια ή οπίσθια διάτρηση με την μηχανική σπάτουλα
- Οίδημα του κερατοειδικού στρώματος γύρω από την τομή και την σήραγγα από χειρουργικούς χειρισμούς
- Προέκταση της τομής προς το κέντρο του κερατοειδή ή προς το χείλος

- Ρηχή ή ανομοιόμορφη τοποθέτηση των ενδο – κερατοειδικών δακτυλίων

4.1.4 Διόρθωση αστιγματισμού με αστιγματικές κερατοτομές και σφηνοειδείς εκτομές :

A) Αστιγματικές κερατοτομές :

Οι αστιγματικές κερατοτομές αν και είναι πολύ γνωστές και χρησιμοποιούνται συχνά για την διόρθωση του αστιγματισμού παρουσιάζουν και αυτές κάποιες επιπλοκές όπως:

1. Μεγάλο επιθηλιακό έλλειμμα.
2. Έλκος κερατοειδή/ Διήθηση στις τομή της αστιγματικής κερατοτομής
3. Αλλεργία στην φαρμακευτική αγωγή
4. Μπορεί να προκαλέσουν θάμβος
5. Εμφάνιση ανώμαλου αστιγματισμού

B) Σφηνοειδείς εκτομές

Κύριο μειονέκτημα της σφηνοειδής εκτομής του κερατοειδή είναι η δυσκολία στην χειροκίνητη εκτομή της κατάλληλης ποσότητας κερατοειδικού ιστού τόσο στο πλάτος όσο και στο βάθος. Αυτός είναι και ο λόγος σύμφωνα με μερικούς ερευνητές που η τεχνική αυτή έχει χαμηλά ποσοστά προβλεψιμότητας. Επιπλέον κατά την διάρκεια της επέμβασης μπορούν να συμβούν μικροδιατρήσεις, οι οποίες καθιστούν τον οφθαλμό χαλαρό και εμποδίζουν την ολοκλήρωση της επέμβασης. Η δυσκολία της χειροκίνητης εκτομής μπορεί να οδηγήσει σε εκτασίες μηχανικής αιτιολογίας οι οποίες χωρίζονται σε :

Δυσκολία χειροκίνητης εκτομής (American Academy of Ophthalmology, 1996) :

- Τραύμα (χειρουργικό ή μη χειρουργικό)
- Έγκαυμα
- Ξηροφθαλμία
- Εκτασία

4.1.5 Διαμπερής Κερατοπλαστική (F – PK):

Οι σύγχρονες μικροχειρουργικές τεχνικές καθώς και οι βελτιωμένες χειρουργικές επεμβάσεις στην οφθαλμολογία έχουν καταφέρει να μειώσουν αρκετά άμεσες μετεγχειρητικές επιπλοκές. Στις πρώιμες μετεγχειρητικές επιπλοκές είναι οι παρακάτω (Κανονίδου και συν,2010) :

1. Διαρροή από τραύμα : Συνήθως η πιθανότητα διαρροής συνιστάται από την χαμηλή ενδοφθάλμια πίεση και από την εμφάνιση στενού πρόσθιου θαλάμου. Σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται άμεση χειρουργική επέμβαση διότι η παρατεταμένη επαφή του φακού ή της ίριδας με το μόσχευμα μπορεί να οδηγήσει σε ανεπανόρθωτη βλάβη. Επίσης η διαρροή μπορεί να οδηγήσει σε ενδοφθαλμίτιδα, σε γλαύκωμα και περιφερειακές πρόσθιες συνέχειες. Η καλύτερη πρόληψη για την αποφυγή διαρροής είναι η συμμετρική τοποθέτηση του μοσχεύματος σε συνδιασμό με την επιφάνεια του κερατοειδούς καθώς και

η σωστή τοποθέτηση των ραμμάτων. Γίνονται 4 βασικά ράμματα είτε διακεκομένα είτε συνεχόμενα.

2. Επιθηλιακό Έλλειμμα : Η επιθηλιοποίηση και η διατήρηση ενός ακέραιου επιθηλίου είναι βασική για την διατήρηση και την διαύγεια του του μοσχεύματος και γενικότερα για την αποφυγή μολύνσεων. Σε ασθενείς που πάσχουν από ξηροφθαλμία, εγκαύματα, νευροτροφική κερατίτιδα, ξηρά επιπεφυκίτιδα, ανωμαλίες βλεφάρων, εμμένοντα επιθηλιακά ελλείματα το μόσχευμα μπορεί να απορρηφθεί. Η πρόληψη των προβλημάτων επούλωσης θα πρέπει να ξεκινάει από την κερατοπλαστική. Μετεγχειρητικά το πρόβλημα της επιθηλιοποίησης μπορεί να αντιμετωπιστεί με ταρσοραφή, πιεστική επίδεση, τοποθέτηση θεραπευτικού φακού επαφής.
3. Ράμματα : Η λάθος τοποθέτηση των ραμμάτων εκτός από διαρροή μπορεί να προκαλέσει πόνο, φωτοφοβία, επιφορά, παραγωγή βλέννης, γιγαντοκυτταρική επιπεφυκίτιδα, κερατοειδικά έλκη, νεοαγγείωση και φυσικά απόρριψη. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να γίνεται άμεση αφαίρεση κάθε ράμματος που είναι χαλαρό ή κομμένο ή που εμφανίζει νεοαγγειώσεις. Επίσης και στις περιπτώσεις που τα ράμματα μένουν πάνω στον κερατοειδικό ιστό περισσότερο καιρό από ότι πρέπει υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθεί λοίμωξη και να εμφανιστεί απόστημα. Η αντιμετώπισή τους γίνεται με την χρήση τοπικών κορτικοστεροειδή.
4. Μετεγχειρητική ενδοφθάλμια πίεση: Η μετεγχειρητική αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης μπορεί να οδηγήσει σε ενδοθηλιακή βλάβη . Αιτίες της αύξησης της μπορεί να είναι πρόσθιες συνέχειες και ενδοφθάλμια φλεγμονή. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να δοθεί η κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή ή εφαρμοστεί η κατάλληλη χειρουργική επέμβαση.
5. Μετεγχειρητική ενδοφθάλμια φλεγμονή: Αντιμετωπίζεται με κορτικοειδή και μυδριατικά.
6. Παρουσία πρόσθιων συνεχειών: Η παρουσία πρόσθιων συνεχειών μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη του οπτικού νεύρου, σε γλαύκωμα ανοιχτής γωνίας και βλάβη στο ενδοθήλιο. Αυτές οι επιπλοκές μπορούν να οδηγήσουν σε απόρριψη του μοσχεύματος. Αντιμετωπίζεται με χρήση μυδριατικών ή ακόμα και με χειρουργική επέμβαση.
7. Αποκόλληση χοριοειδούς : Η αποκόλληση χοριοειδούς γίνεται αντιληπτή με άμεση ή έμμεση οφθαλμοσκόπηση και αντιμετωπίζεται με χειρουργική επέμβαση.
8. Υφαιμα : Είναι αποτέλεσμα ιριδοπλαστικής ή ιριδεκτομής. Είναι αιμορραγία στον πρόσθιο θάλαμο του ματιού δηλαδή μεταξύ του κερατοειδούς και της ίριδας. Όταν είναι ήπια απορροφάται εκτός από περιπτώσεις που η αιμορραγία είναι περισσότερη και η αιτία που την προκαλεί μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερο πρόβλημα.

9. Διεσταλμένη κόρη: Συμβαίνει συνήθως μετά από διαπμερής κερατοπλαστική για κερατόκωνο. Είναι μέρος του συνδρόμου που περιλαμβάνει ατροφία της ίριδας, χρωστική στον φακό και στο ενδοθήλιο και δευτερογενές γλαύκωμα με οπίσθιες συνέχειες. Η αιτία του φαινομένου αυτού είναι άγνωστη.

4.1.6 Ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική (F-DSEK ή F-DSAEK):

Πρόκειται για μια νέα σχετικά τεχνική η οποία αποτελεί το 43% του συνόλου των μεταμοσχεύσεων κερατοειδούς στην Αμερική. Έχει πάρει “την θέση” της διαπμερής κερατοπλαστικής αφού εμφανίζει λιγότερες επιπλοκές. Αυτές είναι (AmericanAcademyofOphthalmology, 1996) :

1. Αιμορραγία
2. Μετεγχειρητικός πόνος
3. Μειωμένη οπτική οξύτητα : λόγω της περιεκτικότητας του κερατοειδή σε νερό αυξάνεται το πάχος του και χάνεται η διαυγεία του.
4. Μετεγχειρητικές Φλεγμονές
5. Ράμματα
6. Εμφάνιση μικρού αστιγματισμού
7. Δύσκολα εφαρμόζεται σε ασθενείς με λεπτό ή κυρτό κερατοειδή

4.2 ΟΙ ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ:

Παρά την αποτελεσματικότητα την οποία έχουν οι συμβατικές τεχνικές διαθλαστικής χειρουργικής στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, το ζήτημα του κατά πόσο αποτελεσματικές είναι για τις ανάγκες του κάθε υποψήφιου ασθενή ξεχωριστά, οδήγησε την ιατρική κοινότητα σε μια νέα εποχή επεμβάσεων, την εποχή της εξατομίκευσης (customization)(Ασημέλλης, 2007).

4.2.1 Η εποχή της εξατομίκευσης των διαθλαστικών επεμβάσεων

Τα σφαιροκωνδρικά σφάλματα (μυωπία, υπερμετρωπία, αστιγματισμός) αποτελούν το 90% των οπτικών σφαλμάτων και θεωρούνται χαμηλής τάξης. Το υπόλοιπο 10% των σφαλμάτων αυτών, αποτελείται από τα υψηλής τάξης σφάλματα (π.χ σφαιρικές εκτροπές, κόμη) τα οποία δεν διορθώνονται με γυαλιά ή φακούς επαφής.(Rarupano,2011).Με τις συμβατικές τεχνικές διαθλαστικής χειρουργικής, δύο ασθενείς με ισοδύναμο διαθλαστικό σφάλμα, θα υποβληθούν στην ίδια ακριβώς διαδικασία φωτοαποδόμησης. Κάτι τέτοιο όμως ενδέχεται να μην αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα και στις δύο περιπτώσεις. Αυτό συμβαίνει επειδή στον οφθαλμό του κάθε ασθενή, ενδέχεται να υπάρχει παράλληλα και κάποιο σφάλμα υψηλής τάξης του οποίου η κατανομή και η μορφή να διαφέρει από του άλλου υποψήφιου(Ασημέλλης,2007).

Για το λόγο αυτό η διαθλαστική επέμβαση πραγματοποιείται με το laser να καθοδηγείται με βάση τα δεδομένα που προκύπτουν από τοπογραφική και εκτροπομετρική εξέταση, έτσι ώστε να ανιχνεύονται τυχόν υψηλής τάξης σφάλματα(Rapuano,2011).

4.2.1.1 Topography – guidedLASIK

Η επέμβαση αυτή προϋποθέτει την δημιουργία τοπογραφικού χάρτη του οφθαλμού του ασθενούς, με την βοήθεια του οποίου υπολογίζονται οι εκτροπές στη κερατοειδική επιφάνεια. Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά περνάνε στο σύστημα του excimerlaser και δημιουργείται το προφίλ της επέμβασης με βάση τις ανάγκες του εκάστοτε υποψηφίου (Ασημέλλης,2007).

Το προφίλ αυτό καθοδηγεί και κατανέμει με ακρίβεια τους παλμούς του laser με την βοήθεια των “eyetrackers” οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την διαρκή παρακολούθηση της θέσης του οφθαλμού και τον προσανατολισμό της δέσμης του excimerlaser, έτσι ώστε να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα. (Ασημέλλης,2007).



Εικόνα 4.12 : Advanced control eye tracking system (ACE)
(AdvancedVisionCare, 2014)

4.2.1.2 Wavefront – Optimized surgery

Για την επέμβαση αυτή γίνεται λήψη δεδομένων μέσω εκτροπομετρίας τα οποία στη συνέχεια προγραμματίζουν την λειτουργία του excimerlaser και της δέσμης του, προκειμένου να επιτευχθεί σωστά η διόρθωση της αμετροπίας.

Σε αντίθεση με την topography-guided, η wavefront-optimized συλλέγει δεδομένα από όλες τις διαθλαστικές επιφάνειες με αποτέλεσμα να έχει μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι διαθλαστικές αυτές επιφάνειες είναι(Vajrayee και συν., 2004) :

1. το δακρυϊκό φιλμ
2. η έξω κερατοειδική επιφάνεια
3. το κερατοειδικό στρώμα
4. η έσω κερατοειδική επιφάνεια
5. η εξωτερική επιφάνεια του κρυσταλλοειδή φακού
6. το σώμα του κρυσταλλοειδούς φακού

7. η εσωτερική επιφάνεια του κρυσταλλοειδούς
8. το υαλοειδές σώμα
9. ο αμφιβληστροειδής χιτώνας

Οι μέθοδοι αυτοί ενδείκνυνται και για δύσκολες περιπτώσεις ασθενών με κερατόκωνο, πολύ υψηλό αστιγματισμό και μικρό σφαίρωμα κ.α(Ασημέλλης, 2007).

4.2.1.3 Wavefront-guidedrefractivesurgery

Η wavefront-optimized και η topo-guidedLASIK είναι σε θέση να εντοπίσουν τυχόν υψηλής τάξης σφάλματα και να προσαρμόσουν έτσι την επέμβαση ώστε να μην δημιουργηθούν καινούρια σφάλματα μετεγχειρητικά ή να μην επιδεινωθούν αν ήδη υπάρχουν.

Η wavefront-guidedrefractivesurgery είναι μια πειραματική μέθοδος η οποία επιδιώκει όχι μόνο να εντοπίζει τα υψηλής τάξης σφάλματα με την βοήθεια εκτροπομετρικού χάρτη, αλλά και να μπορεί επέμβει πάνω σε αυτά με απώτερο σκοπό την εξάλειψή τους(Rapuano,2011).

Οι νέες αυτές μέθοδοι σε σύγκριση με τις συμβατικές επεμβάσεις με excimer, προσφέρουν καλύτερη ευαισθησία αντίθεσης και μείωση της εμφάνισης υψηλής τάξης σφαλμάτων μετεγχειρητικά.Ωστόσο, πάρα την εξέλιξη της τεχνολογίας στα συστήματα και στις τεχνικές των διαθλαστικών επεμβάσεων, οι ασθενείς εξακολουθούν να εμφανίζουν περισσότερα υψηλής τάξης σφάλματα μετεγχειρητικά από ότι προεγχειρητικά(Rapuano,2011).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η καλή ποιότητα όρασης βοηθά τον άνθρωπο στις καθημερινές του ασχολίες και αφορά μεγάλο μέρος της ζωής του. Η διαθλαστική χειρουργική δίνει την δυνατότητα στον άνθρωπο να διατηρήσει την ορασή του καθαρή και τον απαλλάξει από την αντιασθητική χρήση των γυαλίων. Για τον λόγο αυτό αποτελεί σημαντικό κομμάτι στο τομέα της χειρουργικής.

Οι έρευνες στον χώρο της διαθλαστικής χειρουργικής είναι συνεχείς και έχοντας φτάσει πλέον στην εποχή της εξατομίκευσης, οι γιατροί είναι σε θέση να αναλάβουν και να διορθώσουν την αμετρωπία ενός ασθενούς λαμβάνοντας υπόψη τους όχι μόνο τα χαμηλής τάξης σφάλματα αλλά και τα υψηλής με την βοήθεια της τεχνολογίας wavefront. Με τον τρόπο αυτό, μειώνουν τις διαθλαστικές επιπλοκές που ενδέχεται να εμφανιστούν μετεγχειρητικά.

Ωστόσο παρότι η μέθοδος LASIK μονοπωλεί την διαθλαστική χειρουργική είναι σίγουρη η ανάγκη βελτίωσης και εξέλιξης της μεθόδου ή ακόμα η ανακάλυψη μιας νέας που θα βοηθήσει τους χειρουργούς να μπορούν να διορθώσουν δύσκολες ή ακόμα και ακατάλληλες προς διόρθωση περιπτώσεις ασθενών με διαθλαστικά σφάλματα.

Συμπερασματικά οι ολοένα αυξημένες δυνατότητες και εφαρμογές του laser στην ιατρική στο μέλλον ανοίγουν και νέους ορίζοντες για την μελέτη και την έρευνα νέων τεχνικών, που θα παρέχουν στους υποψήφιους ασθενείς μια όραση πιο ποιοτική ,πιο ασφαλής, χωρίς τον κίνδυνο σοβαρών επιπλοκών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αιμιλιανός Στράτος (2009) «Πολυπαραγοντική Ανάλυση Αποτελεσμάτων Διαθλαστικής Χειρουργικής», Μεταπτυχιακή Εργασία μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Οπτική και Όραση» Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Ιστοσελίδα: http://www.ivo.gr/files/items/1/100/stratos_aimilianos_2009_.pdf

Αραβαντινός Α.(2010) «Φως laser : 50 Χρονια δημιουργικης δρασης» Τεχνολογικα χρονικά Τευχος 23, σελ 22-27.

Ασημέλλης Γιώργος (2006). Μαθήματα Οπτικής. Αθήνα : Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση).

Ασημέλλης Γ., 2007, Οπτική και Υπερόραση, Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση, Αθήνα.

Γιούλα Νατάσα, Παναγιώτης Τσικριπής , Ιορδάνης Γεωργίου, Κώστας Μαγκλάρας, σε επιμέλεια Δ. Μιλτσακάκης και Τ.Κούρης (2010), Μεταμόσχευση Κερατοειδούς ,Κρατική Οφθαλμολογική Κλινική Γ.Π.Ν.Α 'Γ. Γεννηματασ' , Αναρτήθηκε από : <http://www.eyenet.gr/pdf/40/Miltsakakis.pdf>

Δαμανάκις Α., 1999, Διάθλαση Βασικές Αρχές και τεχνική, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας,Αθήνα.

Διόρθωση της Πρεσβυωπίας”, Διδασκ. Διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, <http://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/28514>.

Ζευγώλης Δημ. (2007). Εφαρμοσμένη Οπτική. Β΄Έκδοση. Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Τζιόλα.

Ιατρικό Ινστιτούτο Οφθαλμολογίας, Athens Vision(2014) “Κερατόκωνος”Ιστοσελιδα: <http://www.athensvision.eu/content/view/47/95/lang,el/>, Τελευταία προσβαση 2/6/2014.

Ινστιτούτο Οπτικής & Όρασης (2014α) «LASIK – FemtosecondLASIK» Ιστοσελιδα: <http://www.ivo.gr/patient/lasik-ilasik/lasik-ilasik.html>, Τελευταία προσβαση 2/6/2014.

Ινστιτούτο Οπτικής & Όρασης (2014β) «Epi-LASIK» Ιστοσελιδα: <http://www.ivo.gr/patient/epi-lasik/epi-lasik.html>, Τελευταία προσβαση 2/6/2014.

Ινστιτούτο Οπτικής & Όρασης (2014γ) «LASEK» Ιστοσελιδα: <http://www.ivo.gr/en/patient/lasek/lasek.html>, Τελευταία προσβαση 2/6/2014.

Ινστιτούτο Οπτικής & Όρασης (2014δ) «LASIK – Femtosecond LASIK», Ιστοσελιδα: <http://www.ivo.gr/patient/lasik-ilasik/lasik-ilasik.html>, Τελευταία προσβαση 2/6/2014.

Κανονίδου Ε.(2010) Διαμπερήs Κερατοπλαστική και ποιότητα ζωής. Αποτελέσματα μελέτης σειράs ασθενών σε ελληνικό κέντρο αναφοράs, Πανελλήνιο 42^ο Οφθαλμολογικό Συνέδριο, Θεσσαλονίκη,
Αναρτήθηκε από : <http://www.eyenet.gr/pdf/42/PERILHPSEIS.pdf>.

Καραμπάτσας Κων. (2010), «Διδάσκοντας: Εκτασίες Κερατοειδούs και Διασύνδεση Κολλαγόνου», Ιστοσελίδα: <http://www.eyenet.gr/wp-content/uploads>, Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

Κατσιακάκη Αικατερίνη (2013) “Βιβλιογραφική Ανασκόπηση: femtosecond laser εφαρμογές στη διαθλαστική χειρουργική”, Μεταπτυχιακή Εργασία μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Οπτική και Όραση» Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Κατσούλος Κ., Ασημέλλης Γ., 2008, Η σύγχρονη Διαθλαστική Εξέταση, Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση, Αθήνα.

Μιλτσακάκης Δ. Κουρήs Τ., Γιούλα Νατάσα, Παναγιώτης Τσικριπής, Ιορδάνης Γεωργίου, και Κώστας Μαγκλάρας, (2007) “Μεταμόσχευση Κερατοειδούs”, 40ο Πανελλήνιο Οφθαλμολογικό Συνέδριο. 27 σελ. Κρατική Οφθαλμολογική Κλινική Γ.Π.Ν.Α ‘Γ. Γεννηματάs’,. Ιστοσελίδα: <http://www.eyenet.gr/pdf/40/Miltsakakis.pdf>, Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

Μπάχαρης Κων. (2013) «Laser στην Οφθαλμολογία», Ομιλία στη επιστημονική συνάντηση με τίτλο “Laser ... μια ακτίνα φωτός για την Έρευνα, την Τεχνολογία και τον Άνθρωπο,” στα πλαίσια των ειδικών μορφωτικών εκδηλώσεων :“Επιστήμης - Κοινωνίας”, Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης (ΕΚΤ), http://www.eie.gr/epistimiskoinonia/2012-2013/e_cycle_2013.pdf, 14-May-2013. Ιστοσελίδα: <http://helios-eie.ekt.gr/EIE/bitstream/10442/13427/1/EIE%202013-Baharis.pdf>.

Μπουζούκης Δημήτριος (2012), “Μελέτη της Ασφάλειας και της Αποτελεσματικότητας Ενδοκερατοειδικών Διαθλαστικών Επεμβάσεων για την

Μπούσαλης Παναγιώτης (2009) “Η χρήση του femtosecondlaser στην διόρθωση του αστιγματισμού”, Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.
Ιστοσελίδα: http://www.bousalis.gr/pdf/FEMTOSECOND_LASER.pdf

Οφθαλμολογικό Κέντρο Αθηνών, 2014, <http://www.eyecenter.gr/pachymetry.asp>

Οφθαλμολογικό κέντρο Αθηνών (2008) “Ειδικές εξετάσεις & Θεραπείες: Παχυμετρία κερατοειδούs” Ιστοσελίδα : <http://www.eyecenter.gr/pachymetry.asp>
Τελευταία πρόσβαση 23/6/2014.

Σαμαράs Κ. (2010). Κερατοπλαστική μερικού πάχους. Retrieved on 26 January 2013, from <http://www.lasersight.gr/node/50>

Σιγανός Δ.Σ (1993), Μελέτη του Οπτικού Αποτελέσματος της Φωτοδιαθλαστικής Κερατεκτομής και της excimerlaserinsitu Κερατοσμίλευσης στην Διόρθωση της

Μυωπίας, Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Κρήτης,
Αναρτήθηκε από: <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/2895#page/1/mode/2up>

Στάγκος Νικόλαος Τρ. (2002) «Κλινική Οφθαλμολογία» Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις : UniversityStudioPress).

Σκανδαλάκης Παναγιώτης Ν., Gray's Anatomy (2007). 2^η Ελληνική Έκδοση. Αθήνα. Εκδόσεις : Π.Χ Πασχαλίδης.

Συνδικάκης Κ., 2014, <http://www.syndikakis.gr/index.php/pathiseis/ypermetropia>, ημερομηνία πρόσβασης.

Τσιούλας Γιώργιος (2013) «Η εφαρμογή που μας επιτρέπει να βγάλουμε τα γυαλιά», Ιστοσελίδες: <http://blog.doctoranytime.gr/excimer-laser-i-efarmogi-pou-epitrepei-na-vgaloume-ta-gyalia/>, <http://myopia-laser-tsioulias.gr/pos-ginete-i-efarmogi-toy-excimer-laser-gia-na-vgaloume-ta-gyalia>, Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

Τσουγκράνη Δέσποινα, Παναγιωτοπούλου Σοφία (2013) “Το λείζερ στην ιατρική: Διόρθωση Οφθαλμικών Ανωμαλιών της Όρασης” Πτυχιακή εργασία Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας του Τμήματος Οπτικής και Οπτομετρίας, Ιστοσελίδα: <http://physics.teiath.gr/lesson/parousiaseis/diploma.presentation.pdf> Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

Χριστοδουλίδης Μιχαήλ (2014) “Λείζερ-μυωπίας», Ιστοσελίδα: <http://www.myeye.gr/pathiseis/2/εγχειρηση-καταρρακτη-λειζερ-μυωπιας>, Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

Χόντος Νικόλαος Θ. (2014) «Τρόποι αντιμετώπισης διαθλαστικών ανωμαλιών – PRK», Ιστοσελίδα: http://www.hontos.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=175%3Aprk-gr&catid=55%3Atrpoi-therapeias-diathlastikon-sfalmaton&Itemid=87&lang=el, Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alió JL, ToffahaBT, PiñeroDP, KlonowskiP, JavaloyJ. (2011). Cross-linking in progressive keratoconus using an epithelial debridement or intrastromal pocket technique after previous corneal ring segment implantation. *J Refract Surg. Oct*; 27(10):737 - 43.

American Academy of Ophthalmology (1996) «Νοσήματα κερατοειδούς και εξωτερικών χιτώνων του οφθαλμού» 8^{ος} Τόμος, Αθήνα Εκδόσεις: Π.Χ Παντελίδη.

Azar D, Camellin M, Yee W Richard, Lasek PRK and excimer Laser stromal surface ablation, 2005, εκδόσεις Marcel Dekker, New York.

Berson Frank G. (2001). Βασική Οφθαλμολογία Αθήνα. Εκδόσεις : Π.Χ. Πασχαλίδης.

Christofer j. Rapuano, 2011-2012 basic and clinical science course section 13 refractive surgery basic, American academy of ophthalmology, 2011 singapore.

Dexl A., Kanellopoulos J., Pallikaris I., Bouzoukis D.I. (2011). Intrastromal Corneal Inlays for the Treatment of Presbyopia, *Cataract & Refractive Surgery Today Europe*, November/December 2011

Dong Z, Zhou X., (2011). Collagen cross-linking with riboflavin in a femtosecond laser-created pocket in rabbit corneas: 6-month results. *Am J Ophthalmol. Jul; 152(1):22-27.e*

Heng Wee J. (2007). Femtosecond Laser-Assisted Corneal Transplantation. *TE Insight Sep-Dec 2007*, 5: 1 – 3.

Kanellopoulos AJ. (2009). Collagen cross-linking in early keratoconus with riboflavin in a femtosecond laser-created pocket: initial clinical results. *J Refract Surg. Nov; 25(11):1034 - 7*

Leiman Mark. W., (2005). Εγχειρίδιο Οφθαλμολογικής Εξέτασης Αθήνα. Εκδόσεις : Π.Χ. Πασχαλίδης.

National Keratoconus Foundation (2013) “Intacs Surgery for Keratoconus”, Ιστοσελίδα: <http://www.nkcf.org/intacs-for-keratoconus/>, Τελευταία πρόσβαση 2/6/2014.
Neoptics AG. (2013). ICOLENSTM Product-Brochure. Ιστοσελίδα: http://www.neoptics.ch/pdf/Produktbroschuere_ICOLENS.pdf Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

Ophthalmica (2008) “Τεχνική Z-LASIK με femtosecond laser” Ιστοσελίδα: <http://www.opthalmica.gr/el/refractive-surgery/z-lasik-technique.html>, Τελευταία πρόσβαση 2/6/2014.

Pallikaris I., Bouzoukis D., Panagopoulou S. Limnopoulou A (2010). Advantages of corneal inlays for presbyopia. *Cataract & Refractive Surgery Today Europe*, April 2010.

Rasik B Vajpayee, Namrata sharma, Samir A meliki, Laurence Sullivan, 2004, step by step lasik surgery ,taylor&francis taylor&French group, united kingdom.

ReVision Optics, Inc. (2012). *ReVision Optics Announces the Presentation of Favorable Single-Center Data with Raindrop Near Vision Inlay at the International Society of Presbyopia Conference*. Press Release. Market Watch. Sept 26. Ιστοσελίδα: <http://www.marketwatch.com/story/revision-optics-announces-the-presentation-of-favorable-single-center-data-with-raindrop-near-vision-inlay-at-the-international-society-of-presbyopia-conference-2012-09-26>, Τελευταία πρόσβαση 28/5/2014.

Snell Richard S. & Lemp Michael A., (2006). Κλινική Ανατομία του Οφθαλμού Αθήνα. Εκδόσεις : Π.Χ. Πασχαλίδης.

Shah SU, Gritz DC.(2012). Application of the femtosecond laser LASIK microkeratome in eye banking.*Curr Opin Ophthalmol*, 23(4): 257 – 263.

Soong HK., Malta JB. (2009). Femtosecond lasers in ophthalmology.*Am J Ophthalmol*, 147(2): 189 - 197.

Troutman RC. (1973). Microsurgical control of corneal astigmatism in cataract and keratoplasty.*Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*, 77:OP563 - OP572

Troutman RC. (1983). Corneal wedge resections and relaxing incisions for postkeratoplasty astigmatism.*International Ophthalmology Clinics*, vol. 23, no. 4, pp. 161 - 168.

VisionRx LLC (2005) «Laser Thermal Keratoplasty (LTK)», Ιστοσελίδα: http://www.visionrx.com/library/enc/enc_ltkeratoplasty.asp, Τελευταία προσβαση 2/6/2014.

Waring GO 4th, Klyce SD. (2011). Corneal inlays for the treatment of presbyopia. *IntOphthalmolClin. Spring*; 51(2):51-62.

WillsEyeManual(2004) (Επιμελ. Δ. Καραγιάννης), Εγχειρίδιο Οφθαλμολογίας: Διάγνωση και Θεραπεία των Οφθαλμικών Παθήσεων στο Ιατρείο και στην Αίθουσα Επειγόντων, Αθήνα, Ιατρικές Εκδόσεις: Π.Χ Πασχαλίδης.

ΕΙΚΟΝΕΣ

ΕΛ.Κ.Ε.Θ.Ο.Π Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (2011), ‘Κερατόκωνος, <http://elkethop.alex.duth.gr/keratoconus/>, Τελευταία προσβαση 3/5/2014.

Ινστιτούτο Οφθαλμολογίας Φλεγμονής και Παθολογίας του Οφθαλμού (2012), Το ακτινωτό σώμα , <http://www.eyepathology.gr/how-eye-works/newsid836/138>, Τελευταία προσβαση 13/5/2014

Ινστιτούτο Οφθαλμολογικής Φλεγμονής (2012), Το Υαλοειδές σώμα, <http://www.eyepathology.gr/how-eye-works/newsid836/136>,

Καφεσάκη (2014), Σύγχρονη Φυσική, http://gate.iesl.forth.gr/~kafesaki/Modern-Physics/lectures/modern_physics6.html , Τελευταία πρόσβαση 29/6/2014

Μαρίνος Μαρκομανουλάκης, MD (2009), Ανατομία και Φυσιολογία του Φακού, <http://www.kriti-eyemd.gr/kataract.php>, Τελευταία πρόσβαση 20/5/2014

Νίκος Τσατσάκης – PhotoNews (2011), Χρόνος έκθεσης και διάφραγμα, <http://nikostsatsakis.wordpress.com/>, Τελευταία πρόσβαση 23/5/2014

Σύγχρονη Φυσική (2013 – 2014), Λ'ΕΪΖΕΡ, http://gate.iesl.forth.gr/~kafesaki/Modern-Physics/lectures/modern_physics6.html Τελευταία προσβάση 23/5/2014

American Optometric Association (2014), Refractive Surgery and Corneal Modification Definitions, <http://www.harvardeye.com/procedures/keratoconus.html>, Τελευταία προσβάση 13/6/2014

AthensLaserSight (2010), Επεμβάσεις Οφθαλμού, <http://www.aoa.org/patients-and-public/caring-for-your-vision/corneal-modifications/refractive-surgery-and-corneal-modification-definitions?sso=y>, Τελευταία προσβάση 13/6/2014

AthensEyeHospital (2014), Αντιμετώπιση Πρεσβυωπίας, <http://scoopsquadpatrol.blogspot.gr/2010/08/heres-looking-clearly-at-you.html>, Τελευταία προσβάση 8/6/2014

ASCRS EYEWORLD (2014), Safe, Predictable treatment available for stage for DLK, <http://www.eyeworld.org/article.php?sid=3430> Τελευταία προσβάση 19/6/2014

AVC (2014), Multi-dimensional eye tracking in laser eye surgery, <http://www.advancedvisioncare.co.uk/expertise/technology/multi-dimensional-eye-tracker-technology/> Τελευταία προσβάση 19/6/2014

CNN .com(1999), Corneal Transplant, <http://www.lasersight.gr/node/49> Τελευταία προσβάση 13/6/2014

Dr.Alayscous (2013), Here' s looking at you...clearly, <http://www.belamed.com.pl/keratomy.htm>, Τελευταία προσβάση 8/6/2014

Eye Clinic (2013), Laser Myopia, <http://www.myopia-eyeclinic.gr/>, Τελευταία προσβάση 4/6/2014.

FILTECHENTERPRISE (2013), Keraring, <http://www.neoptics.ch/en/patients/the-icolens-principle.html>, Τελευταία προσβάση 8/6/2014

HARVARDEYEASSOCIATES (2014), ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣΗ <http://www.filtechenterprise.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539373039&Ntype=4>, Τελευταία προσβάση 3/6/201

Jennifer Kao, O.D and Associate Optometry and Vision Care(2011), LASIK, <http://jenniferkaooptometry.com/lasik.htm> Τελευταία προσβάση 1/6/2014

Klinikum (2014), Η Λειτουργία της LASIK,

http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Augenklinik-und-Poliklinik/de/fuer_augenaerzte/sektionen/crt/4_lasik_lasek_prk_femto/68_lasik/91_lasik_wie_funktioniert.html, Τελευταία πρόσβαση 8/6/2014

LASIK BLOG (2012), LASIK Problems, <http://lasikblog.net/lasik-problems/> Τελευταία πρόσβαση 18/6/2014.

MASTER EYE ASSOCIATES (2014), All Laser LASIK – Blade free LASIK Intralase, <http://www.mastereyeassociates.com/blade-free-lasik>, Τελευταία πρόσβαση 17/6/2014

MEAJO (2009), Spontaneous, uncomplicated dissolution of a large cotton fiber in situ keratosmiles interface, <http://www.meajo.org/article.asp?issn=0974-9233;year=2012;volume=19;issue=3;page=343;epage=345;aulast=Prakash> Τελευταία πρόσβαση 17/6/2014

MEDUSA (2012), PRESBIAFlexivueMicolens, <http://www.athenseyehospital.gr/gr/antimetwpisi-tis-presvywpias-p171.html> Τελευταία πρόσβαση 6/6/2014

Neoptics (2009- 2013), TheICOLENS, <http://www.medusaeye.com/Presbia> Τελευταία πρόσβαση 8/6/2014

ONE NETWORK (2009), Intraoperative: Buttonhole Flaps ,Partial Flaps and free Caps, <http://edition.cnn.com/HEALTH/specials/eye.series/procedures/procedure/corneal.transplant.html>, Τελευταία πρόσβαση 14/6/2014.

ONENETWORK (2009), EarlyPostOperative, http://one.aao.org/lms/courses/managing_lasik_complications/LASIK_PRK_LO_05.htm, Τελευταία πρόσβαση 14/6/2014

OpticalExpress (2014), Οι θεραπείες, <http://www.opticalexpress.nl/ooglaseren/ooglaser-behandelingen.html>, Τελευταία πρόσβαση 19/6/2014.

Review of Ophthalmology (2010), A refresher on Postop Rainbow, http://www.revophth.com/content/d/refractive_surgery/i/1352/c/25840/ Τελευταία πρόσβαση 19/6/2014

Science Direct(2007), Corneal gene therapy <http://www6.tau.ac.il/danpeer/images/corneal%20gene%20therapy.pdf>, Τελευταία πρόσβαση 3/5/2014

The Board of Trustees at the University of Illinois (2011), Excimer Lasers in LASIK, <https://wiki.engr.illinois.edu/display/BIOE414/Team+1-+Excited+About+Excimer+Lasers> Τελευταία πρόσβαση 8/6/2014

VisionandOptometry (2012), 'Γενική Ανατομία του Οφθαλμού,
<http://vision-optometry.blogspot.gr/2012/04/blog-post.html>, Τελευταία πρόσβαση
24/4/2014

VISION AND EYE HEALTH (2014), LASER refractive Surgery
LASIK, <http://www.vision-and-eye-health.com/lasik.html>,
Τελευταία πρόσβαση 15/6/2014

.

.