

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Προεγχειρητικός Έλεγχος
Διαθλαστικών Επεμβάσεων
Έρευνα Πάνω στο Ποιος, Πότε, Πώς**

ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΗ ΕΛΕΝΗ ΑΝΔΡΟΜΑΧΗ

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ ΜΑΚΡΥΝΙΩΤΗ ΔΗΜΗΤΡΑ

Αίγιο, Νοέμβριος 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας ιδρύθηκε το 2006 με το Προεδρικό Διάταγμα 226/ΦΕΚ/19-10-2006 και το πρόγραμμα Σπουδών εγκρίθηκε με την αρ. πρ. 22/7-6-2007 απόφαση του Συμβουλίου ΤΕΙ Πατρών. Βασική προτεραιότητα του τμήματος είναι η επιδίωξη υψηλού επιπέδου εκπαίδευση μέσω συνεχούς βελτίωσης και ανάπτυξης των εργαστηρίων για την υποστήριξη της εκπαιδευτικής και ερευνητικής δραστηριότητας και της παραγωγής έργου σε επιλεγμένα επιστημονικά αντικείμενα του τομέα της Οπτομετρίας, της Οπτικής και της Υγείας γενικότερα. Το Τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας έχει ως αποστολή του την ανάπτυξη και μετάδοση γνώσεων στην επιστήμη και τεχνολογία της Οπτικής και Οπτομετρίας, με την κατάλληλη θεωρητική διδασκαλία, την εργαστηριακή και πρακτική άσκηση και την εφαρμοσμένη έρευνα, ώστε να παρέχει στους πτυχιούχους τα απαραίτητα εφόδια για την επιστημονική και επαγγελματική τους σταδιοδρομία και εξέλιξη.

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί την κορύφωση των σπουδών μου στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Παράρτημα Αιγίου, τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας και αποτελεί εργασία έρευνας και καταγραφής, που περιγράφει αναλυτικά τα στάδια του προεγχειρητικού ελέγχου διαθλαστικών επεμβάσεων μέσω αναδρομικής μελέτης φακέλων ασθενών του Αθηναϊκού Διαθλαστικού Κέντρου Laser κατά το διάστημα των πρώτων δύο εβδομάδων του Απρίλη του 2014. Πιο συγκεκριμένα, σκοπός της πτυχιακής εργασίας αποτελεί η έρευνα των παραμέτρων *Ποιος, Πότε και Πως* όσον αφορά τον προεγχειρητικό έλεγχο και κατά επέκταση και την διαθλαστική χειρουργική με χρήση excimer laser.

Αισθάνομαι την ανάγκη σε αυτό το σημείο να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συνέλαβαν στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Πρώτα από όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου την επιβλέπουσά μου καθηγήτρια Δρ. Δήμητρα Μακρυνιώτη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για την πολύτιμη καθοδήγησή της και την άψογη συνεργασία. Η μορφή και το περιεχόμενο της εργασίας μου οφείλονται στις υποδείξεις και τις διορθώσεις της.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω το Αθηναϊκό Διαθλαστικό Κέντρο Laser Αθηνών για την άδεια μελέτης των φακέλων των ασθενών τους, όπως επίσης και την υπεύθυνη του τμήματος Προεγχειρητικού Ελέγχου του Αθηναϊκού Διαθλαστικού Κέντρου Laser κα. Αντιγόνη Παντερμαράκη, για την καθοριστική και πολύτιμη βοήθειά της και τον χρόνο που αφιέρωσε κατά την εκτέλεση του ερευνητικού μέρους. Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τα θερμά ευχαριστώ στους ανθρώπους του Οφθαλμολογικού Ινστιτούτου Αθηνών-ΟΜΜΑ για την πολύτιμη βοήθειά τους και υποστήριξή τους. Ευχαριστώ συγκεκριμένα τους χειρουργούς οφθαλμιάτρους Δρ. Ι. Δατσέρη και Δρ. Σ. Χαϊδούλη που ήταν πάντοτε πρόθυμοι να με βοηθήσουν λύνοντάς μου κάθε απορία μου.

Τέλος, ένα μεγάλο και εγκάρδιο ευχαριστώ αξίζει η οικογένειά μου, που με στηρίζει ηθικά και οικονομικά όλα αυτά τα χρόνια δίνοντάς μου κουράγιο να υπερπηδώ κάθε εμπόδιο για να φτάσω στον στόχο μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Τα τελευταία 20 χρόνια, η διαθλαστική χειρουργική με excimer laser έχει γνωρίσει σημαντική πρόοδο και έχει κερδίσει την εμπιστοσύνη του ευρύτερου κοινού, με αποτέλεσμα στις μέρες μας πολλοί να είναι εκείνοι που υποβάλλονται σε διαθλαστική επέμβαση για να διορθώσουν το σφαιροκυλινδρικό τους σφάλμα. Κύριος παράγοντας, που καθορίζει την πραγματοποίηση ή όχι της φωτοδιαθλαστικής επέμβασης και τις περισσότερες φορές υποδεικνύει την μέθοδο που θα εκτελεσθεί, αποτελεί ο προεγχειρητικός έλεγχος.

ΣΚΟΠΟΣ:

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ανάλυση των προεγχειρητικών εξετάσεων που οδηγούν έναν ασθενή σε διαθλαστική χειρουργική. Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιεί έρευνα πάνω στους εξής παραμέτρους που αφορούν τον προεγχειρητικό έλεγχο: *Ποιος, Πότε και Πώς*.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:

Η έρευνα βασίζεται στην αναδρομική μελέτη ιατρικών οφθαλμικών φακέλων και αφορά 105 ασθενείς (210 οφθαλμούς) οι οποίοι υποβλήθηκαν σε προεγχειρητικό έλεγχο για την εκτίμηση της οφθαλμικής τους κατάστασης με σκοπό την πραγματοποίηση διαθλαστικής επέμβασης με excimer laser. Η πλήρης οφθαλμική εξέταση περιελάμβανε τις εξής εξετάσεις: αυτόματη διαθλασιμετρία, κυκλοπληγική διάθλαση, τονομέτρηση, αυτόματη κερατομετρία, παχυμετρία, κορομετρία, εξέταση των πρόσθιων και οπίσθιων τμημάτων του οφθαλμού στη σχισμοειδή λυχνία.

Η έρευνα στηρίχτηκε συγκεκριμένα στα δημογραφικά στοιχεία των ασθενών (φύλο, ηλικία) και στις τοπογραφίες του κερατοειδή χιτώνα από όπου αντλήθηκαν οι μετρήσεις του κεντρικού πάχους του κερατοειδή και μελετήθηκαν σε συνδυασμό με την κυκλοπληγική διάθλασή τους και τη διαθλαστική επέμβαση που πραγματοποίησαν ή όχι.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 63 γυναίκες (60%) και 42 άνδρες (40%). Η ηλικία των ασθενών κυμάνθηκε από 18 έως 55 ετών (μέση ηλικία 33 ± 9).

Από τους 105 ασθενείς οι οποίοι υποβλήθηκαν σε προεγχειρητικό έλεγχο, οι 87 πραγματοποίησαν διαθλαστική επέμβαση με excimer laser (83%) ενώ οι 18 απορρίφθηκαν (17%). Οι 45 ασθενείς (52%), από εκείνους που πέρασαν με επιτυχία τον προεγχειρητικό έλεγχο υποβλήθηκαν σε φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) και οι υπόλοιποι 42 ασθενείς (48%) σε ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK).

Η μέση τιμή του πάχους του κερατοειδή του δείγματος της έρευνας ήταν $549 \pm 43,59$ μm , κυμαινόμενο από 450 έως 646 μm . Η προεγχειρητική κυκλοπληγική διάθλαση παρουσιάστηκε με μέση τιμή $-5,47 \pm 3,18$ διοπτρίες κυμαινόμενη από $-3,00$ έως $-12,00$ διοπτρίες και μέσο κυκλοπληγικό αστιγματισμό $-0,95 \pm 0,77$ διοπτρίες, ο οποίος κυμαινόταν από 0 έως και $-3,50$ διοπτρίες. Από τον συνολικό αριθμό των 87 ατόμων που υποβλήθηκαν σε χειρουργική διαθλαστική επέμβαση με laser, οι 51 (59%) διέθεταν διάθλαση με χρήση κυκλοπληγίας κάτω από $-5,00$ dpt, με

μέση τιμή $-4,09 \pm 0,63$ διοπτρίες κυμαινόμενη από $-3,00$ έως $-5,00$ διοπτρίες, ηλικίας από 18 έως 52, με μέση τιμή 33 ± 8 έτη, ενώ οι 36 (41%) διέθεταν κυκλοπληγική διάθλαση μεταξύ $-5,00$ και $-10,00$ διοπτριών, με μέση τιμή $-6,37 \pm 0,93$ διοπτρίες κυμαινόμενη από $-5,25$ έως $-8,00$ διοπτρίες, ηλικίας από 19 έως 49, με μέση τιμή 33 ± 8 έτη.

Από τον συνολικό αριθμό των 18 υποψήφιων, με μέση ηλικία $33,27 \pm 12,8$ έτη, κυμαινόμενη από 18 έως 49, μετά τον προεγχειρητικό έλεγχο χαρακτηρίστηκαν ακατάλληλοι για διαθλαστική επέμβαση με excimer laser. Οι 8 από αυτούς (44%) άνηκαν στην κατηγορία με κυκλοπληγική διάθλαση κάτω από $-6,00$ διοπτρίες, κυμαινόμενη από $-4,00$ έως $-6,00$ διοπτρίες, με μέση ηλικία $35,88 \pm 13,34$ έτη και μέσο πάχος κερατοειδούς $482,55 \pm 15,99$ μm . Το μέγεθος του κυλίνδρου στην κατηγορία αυτή κυμάνθηκε από $-1,25$ έως $-0,50$, με μέση τιμή $-0,68 \pm 0,54$ διοπτρίες. Οι υπόλοιποι 10 υποψήφιοι (56%) διέθεταν κυκλοπληγική διάθλαση πάνω από $-6,00$ διοπτρίες, με τιμές από $-6,00$ έως $-10,00$, με μέση ηλικία $27,2 \pm 7,09$ έτη και μέση παχυμετρία $482,55 \pm 15,99$ μm . Ο κυκλοπληγικός κύλινδρος, αντίστοιχα, κυμάνθηκε από $-1,25$ έως $-0,50$ διοπτρίες, μέσης τιμής $-8,57 \pm 1,55$ διοπτρίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Τα δεδομένα εκείνα από τα οποία εξαρτάται η καταλληλότητα του ασθενούς για διαθλαστική επέμβαση με σκοπό την διόρθωση της αμετροπίας του με excimer laser, είναι η συμπλήρωση του 18ου έτους της ηλικίας τουλάχιστον, η σταθερή διάθλαση τουλάχιστον για έναν χρόνο, η απουσία οφθαλμικών παθήσεων, το επαρκές πάχος κερατοειδή χιτώνα για την εκάστοτε διαθλαστική επέμβαση. Αποκλείονται οι γυναίκες οι οποίες βρίσκονται σε εγκυμοσύνη ή σε περίοδο θηλασμού.

Ακόμη κι αν η διαθλαστική χειρουργική με laser έχει εγκριθεί μόνο από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) για άτομα 18 ετών και άνω, υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις στις οποίες η διαθλαστική χειρουργική είναι κατάλληλη και για παιδιά. Ανώτατο όριο ηλικίας σύμφωνα με αρκετούς οφθαλμιάτρους θεωρείται ότι δεν υπάρχει, καθώς κατά κύριο λόγο εξαρτάται από την κατάσταση των οφθαλμών.

Σύμφωνα με την έρευνα, η φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) είναι εκείνη η οποία επιλέχθηκε περισσότερο, σε σύγκριση με την ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK), αν και η διαφορά είναι πολύ μικρή. Το κόστος της LASIK, η παράμετρος που συσχετίζει το πάχος του κερατοειδούς με τους βαθμούς της αμετροπίας την καθιστούν εκλεκτική, όπως επίσης και ο αριθμός των μετεγχειρητικών επιπλοκών που είναι μεγαλύτερος συγκριτικά με την PRK.

ABSTRACT

INTRODUCTION:

Over the last 20 years, refractive surgery with excimer laser has known significant progress and won the trust of the general public, so nowadays there are many who undergo refractive surgery to correct their spherocylindrical error. The main factor that determines the actualization or the nonoccurrence of the photorefractive surgery and most of the times indicates the right method is the preoperative tests.

PURPOSE:

The purpose of this study is to analyze the preoperative assessment that leads a patient to refractive surgery. More specifically, this thesis conducts research on the following aspects concerning preoperative tests: Who, When and How.

METHODOLOGY:

The survey is based on a retrospective study of medical records and concerns 105 patients (210 eyes) who underwent preoperative tests for assessing their ocular condition in order to have refractive surgery with excimer laser. The complete eye examination included the following tests: automatic refractometry, cycloplegic refraction, ocular tonometry, automated keratometry, corneal pachymetry, pupilometry, examination of the anterior and posterior segments of the eye with the slit lamp.

The research was based specifically on the demographics of the patients (gender, age) and the corneal topography, which indicated the measurements of the central corneal thickness and were studied in conjunction with their cycloplegic refraction and the refractive surgery which was performed or not.

RESULTS:

The research sample consisted of 63 women (60%) and 42 males (40%). The age of patients ranged from 18 to 55 years (mean age 33 ± 9).

Out of the 105 patients who underwent the preoperative tests, the 87 performed a refractive surgery with excimer laser (83%) while 18 patients were rejected (17%). The 45 patients (52%) of those who have passed the preoperative tests underwent PhotoRefractive Keratectomy (PRK) and the remaining 42 patients (48%) Laser In Situ Keratomileusis (LASIK).

The average corneal thickness of the sample was $549 \pm 43.59 \mu\text{m}$, ranging from 450 to 646 μm . The preoperative cycloplegic refraction was presented with an average of -5.47 ± 3.18 diopters ranging from -3.00 to -12.00 diopters and average cycloplegic astigmatism of -0.95 ± 0.77 diopters, which ranged from 0 up to -3.50

diopters. Out of the 87 subjects undergoing refractive surgery with laser, the 51 patients (59%) had refraction using cycloplegics below -5.00 dpt, with average value of -4.09 ± 0.63 diopters, ranging from -3.00 to -5.00 diopters, aged from 18 up to 52, with mean value 33 ± 8 years, while 36 (41%) had cycloplegic refraction between -5.00 and -10.00 diopters, with mean value of -6.37 ± 0.93 diopters, ranging from -5.25 to -8.00 diopters, aged from 19 to 49 years, with an average of 33 ± 8 .

The 18 candidates, with a mean age of 33.27 ± 12.8 years, ranging from 18 up to 49, were found after the preoperative tests unsuitable for refractive surgery with excimer laser. 8 of them (44%) belonged to the category with cycloplegic refraction lower than -6.00 diopters, ranging from -4.00 to -6.00 diopters, with mean age 35.88 ± 13.34 years and an average corneal thickness of 482.55 ± 15.99 μm . The size of the cylinder in this category ranged from -1.25 to -0.50, with average -0.68 ± 0.54 diopters. The remaining 10 candidates (56%) had cycloplegic refraction over -6.00 diopters, with values from -6.00 to -10.00, with a mean age 27.2 ± 7.09 years and an average pachymetry of 482.55 ± 15.99 μm . The cycloplegic cylinder, respectively, ranged from -1.25 up to -0.50 diopters, average value of -8.57 ± 1.55 diopters.

CONCLUSIONS:

The data that determine the patient's suitability for refractive surgery in order to correct ametropies with excimer laser, is at least the completion of the 18th birthday, stable refraction for at least one year, absence of eye diseases, sufficient thickness of the cornea for each refractive surgery. Women who are pregnant or breastfeeding are excluded.

Even if the refractive surgery with laser has only been approved by the Food and Drug Administration (FDA) for people over 18 years old, there are some cases in which the refractive surgery is also suitable for children. Several ophthalmologists consider that there is no maximum age, as it mainly depends on the condition of the eyes.

According to the study, PhotoRefractive Keratectomy (PRK) is the most chosen, in comparison with the Laser In Situ Keratomileusis (LASIK), although the difference is very small. The cost of LASIK, the parameter that correlates the corneal thickness with the degrees of the ametropies make this method very selective, as well as the number of post-operative complications which is greater than the PRK method.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	3
1.1. Ιστορία.....	3
1.2. Τεχνολογία.....	5
1.3. Χειρουργική τεχνική.....	7
1.3.1. Η τεχνική της PRK (Photorefractive Keratectomy).....	7
1.3.2. Η τεχνική της LASIK (Laser In-Situ Keratomileusis).....	10
1.3.3. Η τεχνική της LASEK (Laser Epithelial Keratomileusis) και της Epi-LASIK (Epithelial Laser in Situ Keratomileusis).....	13
1.3.4. Η τεχνική της Trans-PRK (Transepithelial PRK, No Touch PRK).....	15
1.3.5. Η τεχνική του CXL (Corneal Collagen Crosslinking).....	17
1.3.6. Ένθεση Φακικού Ενδοφακού (Phakic Refractive Lens, pIOL).....	19
1.3.7. Αντικατάσταση του Κρυσταλλοειδούς Φακού με Ενδοφακό (Clear Lens Extraction, CLE).....	21
1.4. Θεμελιώδη Δεδομένα.....	24
1.4.1. Τιμές βιολογικών σταθερών του οφθαλμού.....	24
1.4.2. Αντιστοιχίες φωτοαφαιρέσεως.....	25
2. ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ:	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	26
2.1. Ψυχοκοινωνική αξιολόγηση.....	26
2.2. Λήψη ιατρικού ιστορικού.....	27
2.3. Διαθλαστική εκτίμηση.....	30
2.3.1. Αυτοματοποιημένη διαθλασιμετρία.....	30
2.3.2. Εκτίμηση του σφάλματος Wavefront.....	31
2.3.3. Υποκειμενική εξέταση: Μονόφθαλμη διάθλαση.....	34
2.3.4. Υποκειμενική εξέταση: Διόφθαλμη εξισορρόπηση.....	35
2.4. Επισκόπηση των οφθαλμών.....	36
2.5. Εξετάσεις προσθίου ημιμόριου.....	37
2.5.1. Οπτική τομογραφία συνοχής πρόσθιου ημιμόριου (AS-OCT).....	37
2.5.2. Τοπογραφία επιφάνειας κερατοειδή.....	40
2.5.3. Μέτρηση ενδοθηλιακών κυττάρων.....	43
2.5.4. Εκτίμηση δακρυϊκής στοιβάδας.....	45
2.5.5. Μέτρηση ενδοφθάλμιας πίεσης.....	45
2.5.6. Μέτρηση πάχους κερατοειδή.....	48
2.5.7. Μέτρηση μεγέθους κόρης.....	49
2.6. Εξέταση Οπίσθιου Πόλου: Βυθοσκόπηση.....	49
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	52
3.1. Μέθοδοι και συμμετέχοντες.....	52
3.2. Κριτήρια αποκλεισμού.....	53
3.3. Στατιστική ανάλυση.....	53

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	55
4.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων: Κριτήρια αποκλεισμού.....	55
4.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων: Κυρια έρευνα.....	56
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	68
5.1. Ανάλυση αποτελεσμάτων: Παράμετρος "Ποιος".....	68
5.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων: Παράμετρος "Πότε".....	71
5.3. Ανάλυση αποτελεσμάτων: Παράμετρος "Πώς".....	72
6. ΣΥΝΟΨΗ.....	75
6.1. Συμπεράσματα.....	75
6.2. Συμπεράσματα έρευνας.....	76
6.3. Μελλοντικές τάσεις.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λειτουργία της ανθρώπινης όρασης στηρίζεται στον σχηματισμό ενός ευκρινούς ειδώλου στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού. Την επιμέλεια της δημιουργίας του ειδώλου αυτού έχει το οπτικό σύστημά του. Η σωστή λειτουργία του οπτικού συστήματος κρίνεται από την επίτευξη ευκρινούς ειδώλου πάνω στην επιφάνεια του αμφιβληστροειδούς. Η συνολική διοπτρική ισχύς του οφθαλμού, θα πρέπει να προκαλεί την κατάλληλη σύγκλιση των ακτινών, έτσι ώστε αυτές να εστιάζονται πάνω στον αμφιβληστροειδή, για την επίτευξη του παραπάνω. Το να δημιουργηθεί ευκρινές είδωλο δεν είναι πάντα εφικτό κι ο κυριότερος λόγος για αυτό αποτελούν τα σφάλματα που παρουσιάζονται (μυωπία, υπερμετρωπία, αστιγματισμός, εκτροπές υψηλής τάξης).

Για την διόρθωση των παραπάνω σφαλμάτων μπορούμε να επέμβουμε πάνω στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, εφόσον αυτή είναι η βασική διαθλαστική επιφάνεια του οφθαλμού, χάρις στο δείκτη διάθλασής της ($n=1,376$). Συγκεκριμένα, η διαθλαστική ισχύς της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς ανέρχεται στις 44 διοπτρίες σε σχέση με την συνολική διοπτρική δύναμη του οφθαλμού που περίπου προσδιορίζεται στις 64 διοπτρίες.

Για να αλλάξει η διαθλαστική δύναμη ενός οφθαλμού, αρκεί να μεταβληθεί η διοπτρική ισχύς του κερατοειδούς. Η διαθλαστική χειρουργική στηρίζεται στην εφαρμογή φωτοδιαθλαστικών εκτομών πάνω στον χιτώνα του κερατοειδούς χρησιμοποιώντας excimer laser για την αλλαγή της καμπυλότητάς του. Ευρέως διαδεδομένο σήμερα θεωρείται το laser διεγερμένων διμερών (excimer laser) και η κλινική του χρήση εντοπίστηκε αρχικά στην διαθλαστική χειρουργική το 1987. Το 1989, ο Ι. Παλλήκαρης χρησιμοποίησε το excimer laser για να επέμβει στο υποκείμενο στρώμα κάτω από έναν κερατοειδικό κρυμνό δημιουργώντας τον με την χρήση ενός μικροκερατόμου, ενώ έναν χρόνο αργότερα ο Buratto ακολούθησε την ίδια τεχνική με επιτυχία επεμβαίνοντας στην κατώτερη πλευρά του κερατοειδικού κρυμνού. Η άμεση ενσωμάτωση κάθε μορφής σύγχρονης τεχνολογίας στην καθημερινή πρακτική αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της ειδικότητας της Οφθαλμολογίας, με το femtosecond laser να αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα τεχνολογικής εξέλιξης που εισήλθε δυναμικά στο τομέα αυτό, με σκοπό τον σχηματισμό κερατοειδικού πετάλου.

Η ακρογωνιαίος λίθος για την διεξαγωγή μιας διαθλαστικής επέμβασης παρουσιάζεται ο προεγχειρητικός έλεγχος, καθώς εκείνος είναι ο παράγοντας ο οποίος θα καθορίσει αν η διαθλαστική επέμβαση είναι κατάλληλη για τον εκάστοτε ασθενή και υποδεικνύει ποια διαθλαστική τεχνική θα εφαρμοστεί. Η προεγχειρητική διαδικασία περιλαμβάνει μια σειρά μετρήσεων και εξετάσεων, με σκοπό να συνεκτιμηθούν παράμετροι όπως είναι η σταθερότητα της όρασης, η κατάσταση του κερατοειδούς χιτώνα, η γενικότερη υγεία των οφθαλμών, καθώς και το ιατρικό ιστορικό.

Θεωρητικά, κάθε άνθρωπος που παρουσιάζει διαθλαστικά σφάλματα και επιθυμεί να απαλλαγεί από τα γυαλιά ή τους φακούς επαφής έχει την δυνατότητα να υποβληθεί σε διαθλαστική επέμβαση με excimer laser. Υπάρχουν, όμως, συγκεκριμένες προϋποθέσεις οι οποίες θα πρέπει να πληρούνται.

Αυτό αποτελεί την βασική ιδέα της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Η ανάλυση των εξετάσεων αυτών που προηγούνται πριν από κάθε διαθλαστική επέμβαση αποτελεί το σκοπό της, πραγματοποιώντας μια αναδρομική έρευνα στους φακέλους ασθενών που υποβλήθηκαν σε έλεγχο τις δύο πρώτες εβδομάδες του Απρίλη του 2014. Μετά από την παρουσίαση των δεδομένων αυτών που σχετίζονται με τα δημογραφικά στοιχεία, την κυκλοπληγική διάθλαση των ασθενών, το πάχος του κερατοειδούς χιτώνα και την μέθοδο που πραγματοποιήθηκε ακολουθεί ανάλυση των δεδομένων αυτών και υποθετική επεξήγησή τους στηριζόμενη σε επιστημονικά άρθρα, προηγούμενες μελέτες και προσωπικές συνεντεύξεις από χειρουργούς οφθαλμιάτρους που ειδικεύονται σε διαθλαστικές επεμβάσεις. Στόχος, η απάντηση στα ερωτήματα:

- § Ποιός θεωρείται κατάλληλος για διαθλαστική επέμβαση. Ποια είναι τα κριτήρια επιλογής. Τι παρουσιάζει η έρευνα
- § Πότε θεωρείται η καλύτερη περίοδος για διαθλαστική επέμβαση; Σε τι ηλικία, ποιά εποχή;
- § Πώς πραγματοποιήθηκε η διαθλαστική επέμβαση; Ποιά μέθοδος ακολουθήθηκε και γιατί; Τι ποσοστό παρουσιάζει η κάθε μία; Υπάρχουν συγκεκριμένα κριτήρια για την επιλογή της;

1. ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η στοιχειώδης γνώση της ιστορίας της διαθλαστικής χειρουργικής, των βασικών θεμάτων της διαθλαστικής χειρουργικής καθώς και των θεμελιωδών αρχών των laser αποτελούν βασική προϋπόθεση για την εισαγωγή του ενδιαφερόμενου στη διαθλαστική χειρουργική.

1.1. Ιστορία

Αναμφίβολα η ιστορία της ΔΧ παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον. Η κερατοσμίλευση αποτέλεσε μια ιδιαίτερη πρωτοποριακή χειρουργική τεχνική, η οποία εφαρμόστηκε αρκετά χρόνια πριν η τεχνολογική πρόοδος και η βασική έρευνα επιτρέψει την επιτυχή και ασφαλή εφαρμογή της. Η τεχνική της υπήρξε συνεχή πηγή εμπνεύσεως για τους ερευνητές και πρωτοπόρους της ΔΧ. (Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001:19)

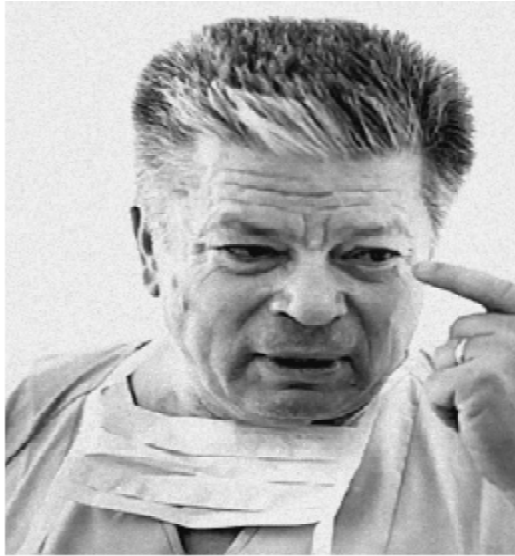
Οι πρώτες εφαρμογές και καταγραφές σχετικά με την διαθλαστική χειρουργική παρατηρούνται τον 18ο αιώνα στην Ιταλία. Ουσιαστικά όμως οι πρώτες απόπειρες σχετικά με την χειρουργική αντιμετώπιση της αμετροπίας (μυωπίας), με την εφαρμογή της κερατοδιαθλαστικής, εμφανίζονται την δεκαετία του '40 στην Ιαπωνία. Με εσωτερική κερατοτομή (internal keratotomy), ο Sato επιχείρησε την μεταβολή της καμπυλότητας του κερατοειδούς. Τα αποτελέσματα δεν ήταν τα επιθυμητά και την συγκεκριμένη τεχνική αδόκιμη κατέστησαν οι καταστροφικές συνέπειες από την βλάβη του ενδοθηλίου (Agarwal, Am., Agarwal, At., Jacob, 2009).

Η ιστορία της κερατοσμίλευση (keratomileusis) χρονολογείται από το 1949 και τελικώς εφαρμόζεται το 1963 στην Bogota της Κολομβίας. Το 1949, ο Ισπανός οφθαλμίατρος José Ignacio Barraquer ήταν ο πρώτος ο οποίος περιέγραψε ως εναλλακτική λύση για την μείωση ή την εξάλειψη των διαθλαστικών σφαλμάτων του οφθαλμού, την προσθήκη ή την αφαίρεση κερατοειδικού ιστού. Το 1963, ο Barraquer, ανέπτυξε το πρώτο μικροκερατόμο για τον πιο ακριβή σχηματισμό του αφαιρούμενου δίσκου του κερατοειδούς, ενώ αργότερα, ο Luis Ruiz, μαθητής του Barraquer, εμπλούτισε την εφεύρεση αυτή, με τον αυτοματοποιημένο μικροκερατόμο. Αποτέλεσε μια σημαντική εξέλιξη στο τομέα της χειρουργικής διαθλαστικής και η χειρουργική επέμβαση ονομάστηκε Αυτοματοποιημένη Κερατοπλαστική (ALK).



Εικόνα 1.1: Ο Jose Ignacio Barraquer

Προ την εμφάνιση του excimer laser, όλες οι παραλλαγές της κερατοσμίλευσης δεν έτυχαν ευρείας εφαρμογής και δημοτικότητας, ενώ παρουσίαζαν θετικά αποτελέσματα. "Η τεχνική της κερατοσμιλεύσεως ήταν ιδιοφυής, αλλά περίπλοκη, οικονομικά ασύμφορη και με απρόβλεπτα αποτελέσματα" (Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001).



Εικόνα 1.2: Svyatoslav Fyodorov, ο πατέρας της Ακτινωτής Κερατοτομής.

Τη δεκαετία του '70, η Ακτινωτή Κερατοτομή (radial keratotomy) εφαρμόζεται από ο Fyodorov στη Ρωσία (Schrager, Levy, 1980). Η ακτινωτή κερατοτομή παρουσίασε εντυπωσιακά αποτελέσματα και δέχτηκε διεθνή αποδοχή και εφαρμογή. Η Αστιγματική Κερατοτομή καθιερώνεται παράλληλα με αυτή.

Το excimer laser, το οποίο ανακαλύφθηκε τη δεκαετία του 70' (1975-1983), αρχικώς χρησιμοποιήθηκε για την εγχάραξη κυκλωμάτων chips υπολογιστών. Οι Summit Technology of Waltham Mass καθώς και οι Taunton και Visx Technologies υιοθετούν την τεχνολογία του ArF excimer laser και την εφαρμόζουν στην διαθλαστική χειρουργική. Από το 1983, η εικόνα της διαθλαστικής χειρουργικής αλλάζει με την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας και των εφαρμογών του excimer

laser (Taboada, Mikesell, Reed, 1981). Πρωτοπόροι της PRK θεωρούνται οι Seiler, McDonald, Kaufman, και άλλοι (McDonald, J.M. Frantz, Klyce, Salmeron, Beuerman, Munnerlyn, Clapham, Koons, Kaufman, 1990).

Το 1990, ο Ιωάννης Παλλήκαρης και οι συνάδελφοί του πραγματοποίησαν το επόμενο σημαντικό βήμα στον τομέα της χειρουργικής θεραπείας των αμετρωπιών, παρουσιάζοντας στο διεθνές διαθλαστικό προσκλήνιο τη LASIK, ένας συνδιασμός μεταξύ ALK και PRK. Οι Avalos, Giumaraew, Brint, Slade, Buratto, Bille και άλλοι πολλοί διαδίδουν και τελειοποιούν την τεχνική της.



Εικόνα 1.3: Ιωάννης Παλλήκαρης, ο πατέρας της Lasik.

"Η εφαρμογή της ΦΔΧ χειρουργικής είναι πλέον ευρεία και τα αποτελέσματά της εξαιρετικά" (Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001:20).

Συγχρόνως, άλλες τεχνικές όπως η προαναφερθείσες Αστιγματική Κερατοτομή (AK, Astigmatic Keratotomy) και Αυτοματοποιημένη Μερική Κερατοπλαστική (ALK, Automated Lamellar Keratoplasty), η Αγώγιμος Κερατοπλαστική (Conductive Keratoplasty) και η Laser Θερμοκερατοπλαστική (Laser Thermal Keratoplasty) για την αντιμετώπιση της υπερμετρωπίας, καθώς και οι Ενδοκερατοειδικοί Ημιδακτύλιοι (iNTACS, Intrastromal Corneal Ring Segments), η πειραματική Ρθυμιζόμενη δι'Εγχύσεως Γέλης Κερατοπλαστική (GIAK, Gel Injection Adjustable Keratoplasty) και η Επικερατοφακία (Epikeratophakia), πλαισιώνουν την Κερατοδιαθλαστική χειρουργική. Οι Φακοί Επαφής επι Εμφάκων (ACPL, Anterior Chamber Phakic Lenses) και οι Ενδοφθάλμιοι Φακοί Εεπαφής Οπισθίου Θαλάμου (ICL, Implantable Contact Lenses, Pre-Crystalline Lenses, Phakic Lenses) για την διόρθωση της υψηλής μυωπίας και Αφαίρεση του Διαυγούς Κρυσταλλοειδούς Φακού

(CLE, Clear Lens Eextraction, RL, Refractive Lensectomy) για την διόρθωση της μεγάλης υπερμετρωπίας ή μυωπίας εξίσου εντάσσονται στο ευρύτερο τμήμα της διαλθαστικής χειρουργικής (Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001).

1.2. Τεχνολογία

Ένα μεγάλο τμήμα της εξάπλωσης της αντιμετώπισης με laser μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτέλεσε ο μεγάλος αριθμός μελετών που δημοσιεύτηκε πάνω στα οφθαλμικά Laser από το 1975 και μετά (Hertzberg, 1986). Σήμερα, στον τομέα της οφθαλμολογίας ευρέως διαδεδομένο είναι το laser διεγερμένων δημερών (excimer laser).

Το excimer laser έχει χρησιμοποιηθεί στην διαλθαστική χειρουργική από το 1987 και το 1990 ο Ιωάννη Παλλίκαρης χρησιμοποίησε το excimer laser, με την τεχνική LASIK, για να επέμβει στο υποκείμενο στρώμα κάτω από έναν κερατοειδικό κρημνό τον οποίο είχε αρχικώς δημιουργήσει με έναν μικροκερατόμο (Pallikaris, Paratzanaki, Siganos et al., 1991), ενώ έναν χρόνο αργότερα ο Buratto στην Ιταλία χρησιμοποίησε την ίδια τεχνική με επιτυχία επιδρώντας στην κατώτερη πλευρά του κερατοειδικού κρημνού (Buratto, Ferrari, Rama, 1992).

Με σκοπό την αναδιαμόρφωση της κερατοειδικής επιφάνειας, το excimer laser επιτρέπει την ακριβή αφαίρεση, χωρίς καταστρεπτικές θερμικές επιδράσεις πάνω στον παρακείμενο ιστό (Taboada, et. al., 1981).

Η δυνατότητα βελτίωσης των τεχνολογικών παραμέτρων της ακτινοβολίας παρατηρείται μετά τις πρώτες οφθαλμολογικές εφαρμογές του excimer laser. Με την πάροδο του χρόνου τα μηχανήματα εξελίσσονται και από την τεχνολογία της ομοκεντρικώς επιπρόσθετης ακτινοβολίας (broad beam) μεταβαίνουν στην τεχνολογία ελεγχόμενης σάρωσης (scanning). Παράλληλα ολοένα και προωθείται η σχετιζόμενη τεχνολογία με την φωτοδιαλθαστική χειρουργική και εκτιμάται η εμπειρία που έχει αποκτηθεί μέσω των επιπλοκών κι έχει άμεση σχέση με την τεχνολογική υποδομή.

Ενδεικτική είναι η εξέλιξη των μικροκερατόμων από χειροκίνητους σε αυτόματους με στόχο την πρόληψη συγκεκριμένων καταστροφικών επιπλοκών που εμφανίζονταν στην κερατοτομή. Η αλματώδη πρόοδος της ηλεκτρονικής υπολογιστικής επεξεργασίας έφερε σαν αποτέλεσμα την βελτίωση του λογισμικού, των νομογραμμάτων, όπως επίσης και των αλγορίθμων. Απότοκος όλων των προαναφερθέντων αποτελούν τα excimer lasers 4ης γενιάς, η αυτοματοποιημένη παχυμετρία και η αλγοριθμική βελτίωση της τοπογραφίας του κερατοειδούς καθώς και η τεχνολογία Rye-Tracking, Topolink, Wavefront και άλλα.

Το τελευταίο επαναστατικό βήμα το οποίο καταγράφεται στις επεμβάσεις διαλθαστικής χειρουργικής ήταν η ανάπτυξη του femtosecond laser για την κοπή του κερατοειδούς κρημνού. Πρώτη φορά αναπτύχθηκε από τους Kurtz και συνεργάτες το 1998 και αργότερα εισήχθη στο εμπόριο από την Intralase Corporation και άλλους. Σε σύγκριση με τους μικροκερατόμους, η κοπή του κερατοειδικού κρημνού με laser επέτρεψε την καλύτερη δημιουργία κατακόρυφων τοιχωμάτων γεγονός που οδήγησε στην καλύτερη εναποθέτηση του αποκομμένου κερατοειδικού τμήματος πίσω στην αρχική του θέση. Σήμερα, μέσω της χρήσης αυτών των Laser, δόθηκε η δυνατότητα

για διαθλαστικής χειρουργικής διαδικασίες στηριζόμενες στις ενδοστρωματική κοπή χωρίς εκτομή Laser excimer καθώς και με την ίδια επιτυχία εφαρμόζονται στον τομέα της ενδοθηλιακής κερατοπλαστικής (Palanker, Blumenkranz, Marmor, 2011).

Από την αμερικάνικη εταιρεία Intralase Corporation κατασκευάστηκε το πρώτο femtosecond laser και εμφανίστηκε στο αμερικάνικο αγορά το 2001. Από τότε μέχρι σήμερα η εξέλιξη του ήταν ραγδαία. Συγκεκριμένα το πρώτο μοντέλο των 6 kHz χρειαζόταν 3 με 4 λεπτά για την δημιουργία κερατοειδικού κρυμνού (flap) στη LASIK, σε αντίθεση με σήμερα όπου το Intralase laser των 150 kHz απαιτεί μόλις 10 δευτερόλεπτα (Μπούσαλης, 2014).

Εκτιμάται ότι το 35-40% των χειρουργικών επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν με την τεχνική LASIK στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν γίνει με την χρήση femtosecond laser για την δημιουργία του προκείμενου κρυμνού, μέχρι το τέλος του 2008. Εκτιμάται ότι μέχρι σήμερα το ποσοστό αυτό έχει αυξηθεί σε σημαντικό βαθμό κι έχει φτάσει μέχρι και το 70%. Στοιχεία της βιβλιογραφίας δείχνουν μια καλή προοπτική υιοθέτησης της χρήσης του femtosecond laser σε όλες τις χειρουργικές περιπτώσεις με LASIK (Krueger, Potvin, 2012).

Στην καθημερινή της πρακτική η ειδικότητα της Οφθαλμολογίας ενσωματώνει άμεσα κάθε μορφή νέας τεχνολογίας. Ιδιαίτερα, η διαθλαστική χειρουργική πρωτοστατεί σε αυτό με το femtosecond laser να παρουσιάζεται ως χαρακτηριστική ένδειξη τεχνολογικής προόδου και η χρήση του σε περισσότερες πλέον από τις μισές διαθλαστικές επεμβάσεις αποτελούν απόδειξη της αποδοχής και ευρύτητας της εφαρμογής του (Γκορέζης, 2012).

Χαρακτηριστικό στοιχείο που αποδεικνύει την εξέλιξη στην τεχνολογία εφαρμογής των excimer laser είναι ο τρόπος απελευθέρωσης της ακτινοβολίας επί της κερατοειδικής επιφάνειας, που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα. Η ακτινοβολία απελευθερώνεται με τρεις μεθόδους (Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001):

- Ευρεία δέσμη (Broad beam), μέσω κυκλικών και προοδευτικά αυξανόμενων σε διάμετρο διαφραγμάτων. Η δράση της ακτινοβολίας στην συγκεκριμένη μέθοδο εμφανιζόταν προοδευτικώς αθροιστική. Χρησιμοποιούνταν στα μηχανήματα 1ης γενιάς και πλέον έχει εντελώς παραγκωνιστεί. Η τεχνική αυτή παρουσίαζε ατελούς ομοιογένεια της ακτινοβολίας της εξερχόμενης δέσμης.
- Σχισμοειδής δέσμη (Scanning Slit), μέσω σχισμοειδούς διαφράγματος ταχέως κινούμενου, μεταβαλλόμενου και περιστρεφόμενου με δυνατότητα επικάλυψης. Η μέθοδος αυτή απαιτεί περισσότερα δεδομένα εισαγωγής στο επεξεργαστικό πρόγραμμα. Εξολοκλήρου το σύστημα απελευθέρωσης της δέσμης ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή, παρέχοντας κατά αυτόν τον τρόπο την δημιουργία καλής επιφάνειας φωτοαφαίρεσης, χωρίς τα προβλήματα ομοιογένειας στην δέσμη.
- Σημειακή δέσμη (Flying Spot), μέσω ταχέως κινούμενης σημειακής εφαρμογής πολύ μικρής διαμέτρου 0.8, 0.95, 1 ή 2 mm. Η τεχνική αυτή τέταρτης γενιάς είναι πολύ ακριβής και δημιουργεί ομαλή επιφάνεια αφαίρεσης. Συνδυάζεται με την τεχνολογία Eye-Tracking και θεωρείται κατάλληλη για την χειρουργική επέμβαση LASIK. Διαπιστώνεται

περιορισμός της κινητικότητας των κερατοκυττάρων, μηδαμινή αύξηση της θερμοκρασίας, όπως και περιορισμός του ωστικού κύματος στους ενδοφθάλμιους ιστούς, χάρις της μορφής της δέσμης που επιτυγχάνει σημαντική μείωση της έντασης του shock wave της ακτινοβολίας.

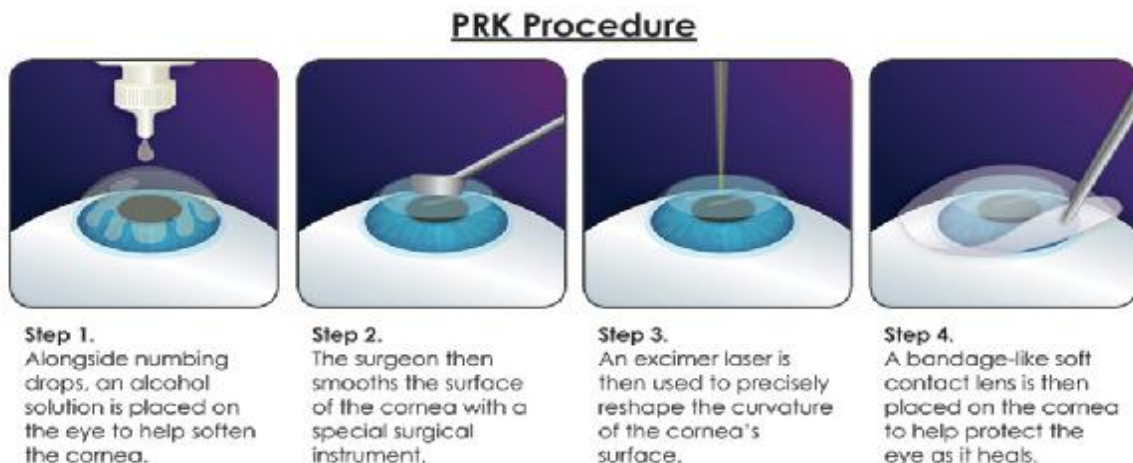
1.3 Χειρουργική τεχνική

Η διαθλαστική χειρουργική είναι το σύνολο των χειρουργικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται κατά τις διορθωτικές διαθλαστικές επεμβάσεις στον οφθαλμό αφαιρώντας-φωτοαποδομοιώντας ιστό από τον κερατοειδή χιτώνα, με τη χρήση κατάλληλης ακτίνας. Κύριος στόχος της διαθλαστικής χειρουργικής είναι η αλλαγή της καμπυλότητας του κερατοειδούς, ρυθμίζοντας κατά αυτό τον τρόπο την εστίαση του οφθαλμού κι επιτυγχάνοντας παράλληλα ευκρινή όραση δίχως την χρήση γυαλιών οράσεως ή φακών επαφής (Bower, Weichel, Kim, 2001).

Οι τεχνικές είναι αρκετές και διαφορετικές και κάθε φορά επιλέγεται εκείνη που θα φέρει τα καλύτερα αποτελέσματα στον εκάστοτε ασθενή (Bower et. al., 2001).

1.3.1. Η τεχνική της PRK (Photorefractive Keratectomy)

Η PRK (Photorefractive Keratotomy) αποτελεί την πρώτη επιτυχής φωτοδιαθλαστική τεχνική η οποία εφαρμόστηκε επί του κερατοειδούς. Η τεχνική της στηρίζεται στην εφαρμογή της ακτινοβολίας επί της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς μετά την φωτοαποδόμηση των επιφανειακών στοιβάδων του (Trokel, Srinivasan, Braren, 1983; McDonald et al., 1990; Agarwal et. al., 2009).



Εικόνα 1.4: Η διαθλαστική επέμβαση PRK

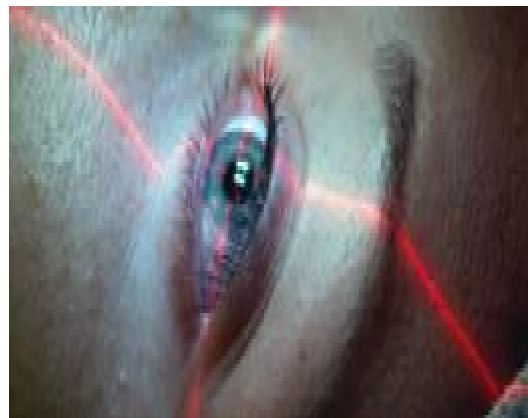
Η απομάκρυνση του επιθηλίου πριν την εφαρμογή της ακτινοβολίας κρίνεται απαραίτητη για την καλύτερη πρόβλεψη των αποτελεσμάτων που θα φέρει η επέμβαση, καθώς το επιθήλιο θεωρείται περισσότερο "ασταθής ιστός" από το κερατοειδικό στρώμα. Μεταβαλλόμενο πάχος αναλόγως με τα επίπεδα ενυδάτωσης, ευκόλως αποσπώμενο κατά τους χειρισμούς από το υποκείμενο στρώμα, είναι ορισμένες από τις ιδιότητες που το καθιστούν απρόβλεπτο παράγοντα ως προς τα αποτελέσματα που αναμένονται από την φωτοαφαίρεση.

Η απομάκρυνση των κεντρικών 6 με 9 mm του επιθηλίου επιτυγχάνονται με τρεις τεχνικές: την μηχανική και την χημική (Manche, Carr, Haw, et al., 1998; Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001).

- Η μηχανική απομάκρυνση λαμβάνει χώρα με την απόξεση του επιθηλίου με την χρήση είτε ηλεκτροκίνητου περιστρεφόμενου βουρτσάκι είτε με την βοήθεια ειδικού μαχαιριδίου. Μια σχετική πείρα απαιτεί το περιστρεφόμενο βουρτσάκι καθώς παρουσιάζει προβλήματα όσον αφορά την ακρίβεια ως προς το πάχος και την σωστή επικέντρωση κι επίσης αυξάνει σημαντικά την θερμοκρασία του κερατοειδούς. Η απομάκρυνση του επιθηλίου με αυτή την μέθοδο απαιτεί μεγαλύτερη πείρα. Εφόσον ο δακτύλιος οριοθέτησης έχει κόψει το επιθήλιο σε βάθος 60 μm, το αμβλύ μαχαιρίδιο τοποθετείται υπό γωνία 70° ως προς την επιφάνεια του κερατοειδούς και με ταχύτατες κινήσεις, από περιφερειακά προς κεντρικά, πραγματοποιείται η αφαίρεση, όπου δεν ξεπερνά σε χρόνο τα 1 με 2 min. Σε περίπτωση καθυστέρησης, επιτρέπεται η ελαφρά ενυδάτωση του κερατοειδούς με BSS μόνο με την βοήθεια τριγωνικών σπόγγων. Οι δύο αυτές τεχνικές απομάκρυνσης μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στην μεμβράνη του Bowman.
- Η χημική απομάκρυνση του επιθηλίου πραγματοποιείται με την χρήση αιθανόλης (alcohol 18-20%). Ο κερατοειδής εμποτίζεται με αιθανόλη μετά την τοποθέτηση του δακτυλίου οριοθέτησης και ο χρόνος εφαρμογής της ποικίλλει από 15 έως και 30 sec. Με χρήση τριγωνικού σπόγγου η αιθανόλη απορροφάται και ο κερατοειδής εμποτίζεται με BSS. Το τμήμα του επιθηλίου απομακρύνεται με τριγωνικό σπόγγο, κυκλικά από την περιφέρεια, με μια κίνηση. Έχει παρατηρηθεί ότι είναι ασφαλέστερη μέθοδος από την μηχανική καθώς αφήνει ανέπαφη την μεμβράνη του Bowman και ο μετεγχειρητικός πόνος είναι μειωμένος λόγω ηπιότερης μηχανικής καταστροφής των νευρικών ινιδιών.

Μετά την ολοκλήρωση της αφαίρεσης του κεντρικού τμήματος του επιθηλίου, πραγματοποιείται η εφαρμογή της ακτινοβολίας laser. Πριν την εφαρμογή αυτής διασφαλίζονται ότι:

- Ο φωτισμός του χειρουργικού δωματίου είναι σε χαμηλά επίπεδα έτσι ώστε η προσήλωση του ασθενούς στο πράσινο φωτεινό στόχο να είναι ευκολότερη και να είναι πιο ευδιάκριτα τα φωτεινά σημεία εστίασης στην επιφάνεια του κερατοειδούς.
- Η κεφαλή του ασθενούς βρίσκεται σε ορθή θέση, με σαγόني και μέτωπό να βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Κατά την εξέλιξη της απελευθέρωσης της ακτινοβολίας ο ειδικός ακινητοποιεί με τα χέρια του την κεφαλή του ασθενούς.



Εικόνα 1.5: Επικέντρωση της ακτινοβολίας laser.

- Ο ασθενής προσηλώνει επακριβώς στο στόχο προσήλωσης (πράσινο φωτεινό στίγμα) και αντίστοιχα η επικέντρωση της ακτινοβολίας Laser γίνεται επί του κέντρου της κόρης του οφθαλμού. Η εφαρμογή της ακτινοβολίας laser μπορεί να γίνει και με επικέντρωση στον οπτικό άξονα. Από την γωνία Kappa εξαρτάται η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων επικεντρώσεως. Σημαντική διαφορά δεν έχει παρατηρηθεί ανάμεσα στις δύο επικεντρώσεις κατά την διάρκεια της μετεγχειρητικής περιόδου. Αν γίνει χρήση μυωτικών κολλυρίων που προκαλούν μεγάλη επικέντρωση της κόρης του οφθαλμού, είναι προτιμότερη η επιλογή επικέντρωσης της ακτινοβολίας στον οπτικό άξονα (Manche, et. al., 1998; Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001).

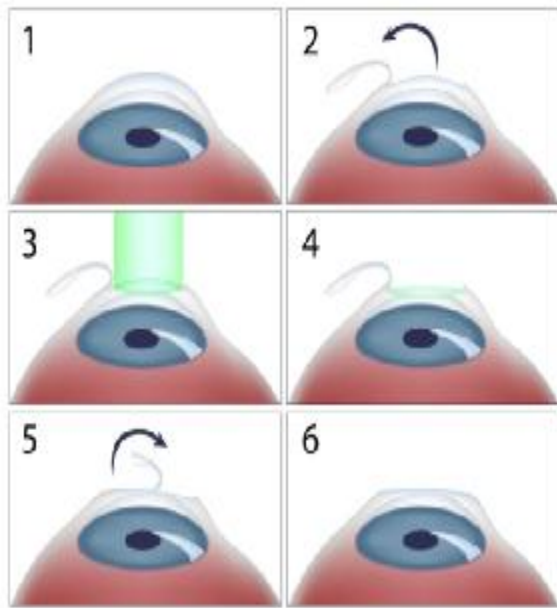
Κατά την διάρκεια της απελευθέρωσης του laser ο ειδικός καθησυχάζει συνεχώς τον ασθενή. Σε περίπτωση που ο ασθενής κινήσει τους οφθαλμούς του, η ακτινοβολία αμέσως διακόπτεται και όταν ο οφθαλμός επανέλθει στη σωστή θέση, η διαδικασία συνεχίζεται. Σε μηχανήματα με συστήματα Eye-Tracking οι μικροκινήσεις δεν προκαλούν ανησυχία διότι η ακτινοβολία ακολουθεί πιστά τις κινήσεις του οφθαλμού μέχρι ενός σημείου πέραν του οποίου διακόπτεται η απελευθέρωση. Η ακτινοβολία επίσης διακόπτεται όταν ο κερατοειδής αφυδατωθεί πλήρως. Ο κερατοειδής αφυδατώνεται ταχύτατα και μέσα σε ένα χρονικό διάστημα περίπου 2 λεπτών μπορεί να χάσει το 10% του πάχους του. Σε αυτή την περίπτωση, ο κερατοειδής ενυδατώνεται με BSS με την χρήση τριγωνικού σπόγγου. Σε αντίθετη κατάσταση, σε περιπτώσεις που παρατηρείται μικρή συγκέντρωση υγρασίας στο κεντρικό κερατοειδή, η διαδικασία απελευθέρωσης της ακτινοβολίας laser, σταματά. Το τμήμα αυτό του κερατοειδή σκουπίζεται ελαφρώς με στεγνά τριγωνικούς σπόγγους και η διαδικασία απελευθέρωσης συνεχίζεται. Η υγρασία αυτή επί του κέντρου του κερατοειδούς προκαλεί υποδιόρθωση και δημιουργία νησίδας κεντρικής.

Όταν η διαδικασία εφαρμογής laser φτάσει στο τέλος, πριν την αφαίρεση του βλεφαροδιαστολέα που έχει τοποθετηθεί εξαρχής, εφαρμόζεται ένας μαλακός φακός επαφής, με βασική καμπυλότητα 8.40 ή 8.60 και ισχύ plano ή -0.25D. Ακολουθεί κατά σειρά η ενστάλαξη αναισθητικού, αντιβιοτικού και αντιφλεγμονώδους και αφαιρείται ο βλεφαροδιαστολέας. Ο ασθενής ανοιγοκλείνει τα βλέφαρά του, ελέγχεται η εφαρμογή του φακού επαφής και οδηγείται στην αίθουσα αναμονής.

Μετά από 15 min από το τέλος της επέμβασης πραγματοποιείται άμεση εξέταση του ασθενούς στην σχισμοειδή λυχνία. Σκοπός αυτής της εξέτασης είναι ο έλεγχος της ορθής εφαρμογής του φακού επαφής και η γενικότερη κατάσταση των οφθαλμών, όπου συνήθως παρατηρείται μια ελαφρά υπεραίμια, ενώ το στρώμα του κερατοειδούς είναι ήρεμο και διαυγές. Ενδεχομένως να υπάρχουν εγκλωβισμένα υπολείμματα επιθηλίου μεταξύ φακού επαφής και κερατοειδούς, γεγονός το οποίο δεν προκαλεί ανησυχία.

Μέχρι την πλήρης επούλωση του επιθηλίου, κατά το άμεσο μετεγχειρητικό διάστημα ο ασθενής εξετάζεται σε καθημερινή βάση ή κάθε δεύτερη μέρα. Σε αυτό το τελικό στάδιο δίνεται ιδιαίτερη προσοχή και ενδιαφέρον στην αντιμετώπιση μετεγχειρητικών συμπτωμάτων, στην αξιολόγηση της πορείας της αναγέννησης του επιθηλίου, στην επιβεβαίωση της σωστής φαρμακευτικής αγωγής στην αξιολόγηση του σωστού fitting και τέλος στην αφαίρεση του θεραπευτικού φακού επαφής (Manche, et. al., 1998; Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001).

1.3.2. Η τεχνική της LASIK (Laser In-Situ Keratomileusis)



Lasik Eye Surgery

Εικόνα 1.6: Η διαθλαστική επέμβαση LASIK

Με την μέθοδο αυτή η διόρθωση της διαθλαστικής ανωμαλίας δεν πραγματοποιείται στην επιφάνεια, αλλά στο εσωτερικό του κερατοειδούς. Η χειρουργική τεχνική της LASIK περιλαμβάνει τον σχηματισμό κερατοειδικού κρημνού, πιο συγκεκριμένα κερατοειδικού πετάλου με μίσχο (corneal disc ή corneal cap ή corneal flap), προκαθορισμένης διαμέτρου και πάχους, με την βοήθεια της χρήσης μικροτόμου. Το πέταλο δεν αποκόπτεται εντελώς, παραμένοντας ενωμένο στον κερατοειδή από την μια πλευρά. Εν συνεχεία, ανασηκώνεται, αποκαλύπτοντας κατά αυτόν τον τρόπο τις εσωτερικές στοιβάδες του κερατοειδούς και ακολουθεί η διαδικασία φωτοαφαίρεσης επί του υποστρώματος του κερατοειδούς (corneal bed), αλλάζοντας έτσι την καμπυλότητά του με σκοπό την διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος. (Μαγουλάς, Ευκαρπίδης, 2001; Agarwal, et. al., 2009).

Η LASIK δημιουργήθηκε, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε, πριν περίπου 25 χρόνια από το Ι. Παλλήκαρη στο Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης (Agarwal, et. al., 2009). Μέχρι στιγμής θεωρείται η πιο διαδεδομένη διαθλαστική χειρουργική τεχνική σε όλο τον κόσμο.

Αναμφισβήτητα, η προϊστορία της LASIK βρίσκεται στην κερατοσμίλευση του Jose Ignacio Barraquer. Έκτοτε πολλά δεδομένα άλλαξαν όσον αφορά την κοπή του κερατοειδικού πετάλου με την εισαγωγή μικροτόμων 4ης γενιάς και ιδιαίτερα femtosecond laser αντι αυτών, όπως επίσης πολλά διαφοροποιήθηκαν στην τεχνική της διαθλαστικής φωτοαφαίρεσης (Manche, et. al., 1998; Palanker, et al., 2011).

Αυστηρά θα πρέπει να τηρούνται οι κανόνες του κερατοειδικού πάχους και των κερατομετρικών ενδείξεων για την LASIK, για την αποφυγή επακόλουθων επιπλοκών (Machat, Slade, Probst, 1999; Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001; Schwartz, 2007).

Για την αποφυγή κερατεκτασίας, οι κανόνες είναι οι εξής:

- Το πάχος του κερατοειδικού πετάλου θα πρέπει να είναι μικρότερο από το 50% του πάχους του κεντρικού κερατοειδούς.
- Το μέγιστο βάθος φωτοαφαίρεσης θα πρέπει να είναι μικρότερο από 150 μm.

- Το υπολοιπόμένο πάχος υποστρώματος κερατοειδούς θα πρέπει να είναι μικρότερο από 250 μm .
- Θα πρέπει να εκτιμηθεί το Posterior float και ο λόγος των Ks.

Επιπροσθέτως, για την αποφυγή προβληματικού flap:

- Απαιτείται τα όρια της mean K να είναι μεταξύ 41D και 46D.

"Ο μικροτόμος έκανε την εμφάνισή του ως η απαραίτητη συσκευή για την εκτέλεση της κερατοσμιλεύσεως" (Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001:120). Κύριος σκοπός της συσκευής αυτής είναι ο σχηματισμός ενός σταθερού πάχους και διαμέτρου κερατοειδικού κρημνού με παράλληλες επιφάνειες, άρα και κατά επέκταση με μηδενική διαθλαστική επίδραση.

Αν και οι πρώτοι μικροτόμοι εμφάνιζαν σημαντικά λειτουργικά προβλήματα και ιδιαίτερες επιπλοκές διαχειρουργικές, τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε βαρυσήμαντη τεχνολογική βελτίωση αυτών. Συγκεκριμένα, για την εκτέλεση της LASIK χρησιμοποιούνται κατα κύριο λόγο μικροτόμοι 4ης γενιάς, laser κερατόμοι για Epi-LASIK ή LASEK και laser κερατόμοι για IntraLASIK ή Femto-LASIK (Kanski, 2009). Εμπορικώς, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μικροτόμων. Η επιλογή κάθε φορά εξαρτάται από την προτίμηση του χειρουργού οφθαλμιάτρου και της τεχνικής που θα επιλεχτεί, αν και μικροτόμοι νεότερης γενιάς δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιοι (Khurana, 2008):

Μηχανικοί κερατόμοι (Khurana, 2008)

- Hansatome (νεότερη έκδοση: Zyoptix XP)
- Amadlus II
- BD K-4000
- Moria Microkeratomes
- Nidek MK-2000
- Carriazo Pendular

Femtosecond laser κερατόμοι (Μπούσαλης, 2014)

- INTRALASE 150 KHz
- FEMTEC FS LASER
- FEMTO LDV-ZIEMER



Εικόνα 1.7: Δημιουργία κερατοειδικού κρημνού.

Ο σχηματισμός και η δημιουργία του κρημνού σε αυτή την χειρουργική τεχνική αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό. Το μέγεθος του μίσχου του flap είναι από 1 έως και 1.5 mm και εξαρτάται από την διάμετρο. Η διάμετρος του κερατοειδικού πετάλου επιλέγεται στα 8.5 mm έως 9.5 mm, αναλόγως της διαμέτρου της οπτικής ζώνης της επιχειρούμενης διορθώσεως. Το πάχος του είναι σταθερό και εξαρτάται από το

μέγεθος της απόστασης μεταξύ της λεπίδας του μικροτόμου και τη πλάκα πάχους. Υπάρχουν δύο επιλογές, στα 160 μm ή στα 180 μm, για επιλογή πάχους και πάντα ελέγχεται σε συνδυασμό με το υπολογιζόμενο βάθος της φωτοαποδόμησης. Η θέση του πλέον είναι στην άνω περιφερειακή περιοχή του κερατοειδούς, συγκεκριμένα στην 12η ώρα και όχι ρινικά όπως πραγματοποιούνταν παλαιότερα. Η εξήγηση σε αυτό αποτελεί η ανάγκη για πλησιέστερη τοποθέτηση ως προς την φυσιολογία του οφθαλμού.

Όσον αφορά την διαδικασία για την τεχνική της LASIK, πραγματοποιείται πρώτα το μαρκάρισμα του κερατοειδούς που αποβλέπει στην δημιουργία οδηγών σημείων στην περιφέρεια του κερατοειδούς για την σωστή επαναφορά του κρυμνού και μετέπειτα ακολουθεί η τομή και η έγερση του. Το μαρκάρισμα επιτυγχάνεται είτε με την χρήση ειδικών δακτυλίων μαρκαρίσματος στην περιφέρεια του κερατοειδούς μέχρι το Limbus είτε με τρεις εγχαράξεις του επιθηλίου στην 4η, 6η και 8η ώρα.

Πριν την ενεργοποίηση του μικροτόμου, ο κερατοειδής υγραίνεται με λίγες σταγόνες BSS για να αποφευχθεί η αποκόλληση και η καταστροφή το επιθηλίου. Ο μικροτόμος ενεργοποιείται και ξεκινά η διαδικασία κοπής.

Υπό ομαλές συνθήκες το flap έχει κοπεί επακριβώς και βρίσκεται επί του κερατοειδούς. Τοποθετείται ένας ειδικός δακτύλιος υποστηρίξεως το λεγόμενο flap speculum, στην περικερατοειδική περιοχή, κι εφόσον ο κρυμνός έχει ανασηκωθεί με την βοήθεια μιας σπάτουλας χωρίς να διπλωθεί, στηρίζεται στην πλάτη του δακτυλίου προς την 12η ώρα.

Με την ολοκλήρωση των προηγούμενων, εφαρμόζεται η ακτινοβολία ως επί PRK. Η διασφάλιση της ορθής εφαρμογής βασίζεται στα γνωστά από την PRK βήματα.

Η επαναφορά του κερατοειδικού πετάλου γίνεται με το πέρας της εφαρμογής της ακτινοβολίας. Ελέγχεται πρώτα η ενδεχομένη ύπαρξη επιθηλιακών υπολειμμάτων στην περιφέρεια της τομής του υποκείμενου κερατοειδούς τα οποία απομακρύνονται με αμβλύ μαχαίριδιο και με φορά προς ο Limbus και μετέπειτα τοποθετούνται δυο σταγόνες BBS. Το flap επαναφέρεται μέσα στο υγρό περιβάλλον και ο δακτύλιος αφαιρείται και εν συνεχεία πιέζεται ελαφρώς με πλήρως ενυδατωμένο τριγωνικό σπόγγο σε BBS και με κατεύθυνση προς τα ελεύθερα χείλη του, κυρίως προς την 6η ώρα. Συγχρόνως εξετάζεται η πλήρης αντιστοιχία των οδηγών σημείων μαρκαρίσματος και η ομαλότητα και η συμμετρία της αύλακος της τομής.

Κατά κύριο λόγο στο τέλος της συγκεκριμένης τεχνικής τοποθετείται ένας μαλακός φακός επαφής, εβδομαδιαίας χρήσεως με ακτίνα καμπυλότητας 8.40 ή 8.60 και ισχύς -0.25D ή plano, για ένα μικρό χρονικό διάστημα (2-3 ημέρες). Αναγκαία η εφαρμογή ενός τέτοιου φακού επαφής καθίσταται σε περιπτώσεις που έχει συμβεί:

- Λεπτό κερατοειδικό πέταλο
- Τέλειο κερατοειδικό πέταλο
- Ελεύθερη επούλωση
- Μη ικανοποιητική επανατοποθέτηση του κερατοειδικού πετάλου
- Δευτερογενής έγερση του κερατοειδικού πετάλου
- Εκτεταμένος τραυματισμός του επιθηλίου

Ο ασθενής εξετάζεται στην σχισμοειδή λυχνία από τον χειρουργό οφθαλμίατρο 30 λεπτά μετά το τέλος της επέμβασης. Σκοπός της εξέτασης είναι ο έλεγχος της σωστής επανατοποθέτησης του κερατοειδικού κρυμνού, η ύπαρξη υπολειμμάτων ή πτυχώσεων του flap, όπως επίσης η ορθή εφαρμογή του φακού επαφής και η γενική κατάσταση των οφθαλμών. Συνήθως παρατηρείται ελαφρά υπεραϊμία του επιπεφυκότος από μικρές υπό αυτόν αιμορραγίες στην περιοχή εφαρμογής του δακτυλίου αναρροφήσεως. Υπάρχει σαφής διάκριση του αύλακος του flap και το στρώμα του κερατοειδούς εμφανίζεται ήρεμο και διαυγές. Δίνονται λεπτομερείς οδηγίες για την μετεγχειρητική θεραπεία και οτιδήποτε θεωρηθεί πέραν του φυσιολογικού σημειώνεται. Ο ασθενής επανεξετάζεται καθημερινώς για τις επόμενες δύο με τρεις μέρες.

1.3.3. Η τεχνική της LASEK (Laser Epithelial Keratomileusis) και της Epi-LASIK (Epithelial Laser in Situ Keratomileusis)

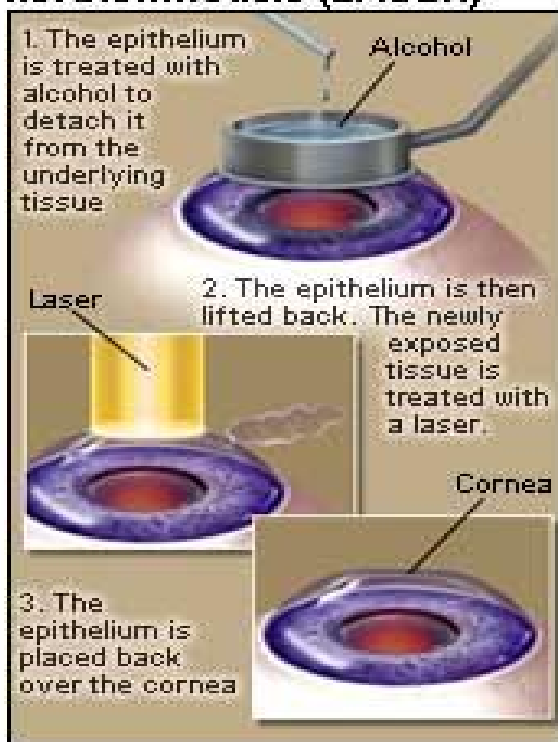
Η LASIK και η PRK θεωρούνται σε παγκόσμιο επίπεδο ασφαλείς και αποτελεσματικές τεχνικές της διαθλαστικής χειρουργικής. Παρόλα αυτά και οι δύο χειρουργικές τεχνικές συνδέονται με επιπλοκές και προβλήματα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Η PRK χαρακτηρίζεται ως η πιο ασφαλής μέθοδος, με μελανά σημεία τον σημαντικό μετεγχειρητικό πόνο, την υποεπιθηλιακή ομιχλή και τον αρκετά μεγάλο χρόνο οπτικής αποκατάστασης (Melksi, Azar, 2001; Lui, Silas, Fugishima, 2003; Hashemi, Fotouhi, Foudazi, et al, 2004), σε αντίθεση με την LASIK, η οποία υπερτερεί στα προαναφερθέντα σημεία (Melksi, Azar, 2001; Claringbold, 2002; Autrata, Rehurek, 2003; Lui, 2003). Χάρης αυτού η LASIK θεωρείται ανώτερη της PRK και ευρέως επιλέγεται πιο συχνά σε σύγκριση με αυτή, αν και εκείνη διαθέτει τις δικές της επιπλοκές όσον αφορά την λειτουργία και χρήση του μικροτόμου και την δημιουργία του κερατοειδικού κρυμνού. Επιπλοκές, όπως επιθηλιακή υπερπλασία, ατελής πέρασμα του μικροκερατόμου, τήξη και ρυτίδιασμα του κερατοειδικού κρυμνού (Melksi, 2001; Claringbold: 2002), αυξημένος κίνδυνος κερατεκτασίας από υπερβολική αφαίρεση κερατοειδικού ιστού (Pallikaris, Kymionis, Astyrakakis, 2001; Binder, 2007), όπως επίσης το πάχος του κερατοειδή θεωρείται βασικός και ανασταλτικό παράγοντας για την επιλογή της.

LASEK και Epi-LASIK, αποτελούν δύο νέες τεχνικές διαθλαστικής χειρουργικής οι οποίες συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα της PRK και της LASIK και ταυτόχρονα ξεπερνούν ορισμένες δυσκολίες τους (Azar, Ang, Lee, et al., 2001; Lee, Seon, Seo, et al., 2001; Taneri, Feit, Azar, 2004).

Η LASEK χρησιμοποιεί ορισμένες μεθόδους τόσο από τη τεχνική της LASIK όσο και από την τεχνική της PRK. Όπως ακριβώς και στα άλλα είδη της διαθλαστικής χειρουργικής με laser, η LASEK λειτουργεί μέσα από την αναδιαμόρφωση του κερατοειδούς με την χρήση ενός excimer laser, επιτρέποντας κατα αυτόν τον τρόπο την είσοδο και την ορθή εστίαση του φωτός πάνω στον αμφιβληστροειδή, έχοντας σαν στόχο καθαρότερη όραση δίχως την χρήση γυαλιών οράσεως και φακών επαφής. Όπως και στη PRK, το επιθήλιο του κερατοειδούς διαχωρίζεται από το υποκείμενο κερατοειδικό στρώμα με την χρήση ενός αραιού διαλύματος αλκοόλης, αλλά αντί την ολική αφαίρεση και απόρριψη του επιθηλιακού ιστού, ο χειρουργός

Laser epithelial keratomileusis (LASEK)



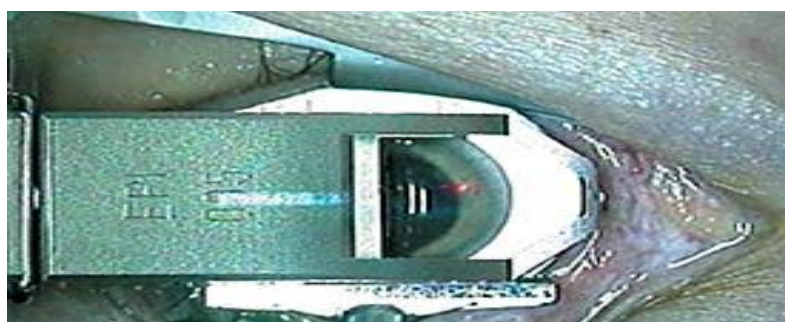
Εικόνα 1.8: Η διαθλαστική επέμβαση LASEK

ωθεί το εξαιρετικά λεπτό επιθηλιακό "πτερύγιο" προς την μια πλευρά παραμένοντας προσκολλημένο, εκθέτοντας την κερατοειδική επιφάνεια για την αναμόρφωση με laser. Αφότου η διαδικασία φτάσει στο τέλος, ο επιθηλιακός ιστός επανατοποθετείται πάνω στην επιφάνεια του κερατοειδούς για να καλύψει το στρώμα χάραξης και ένας θεραπευτικός φακός επαφής τοποθετείται επί του οφθαλμού για να κρατήσει το επιθήλιο σε ορθή θέση καθώς επουλώνεται (Azar, et.al., 2001).

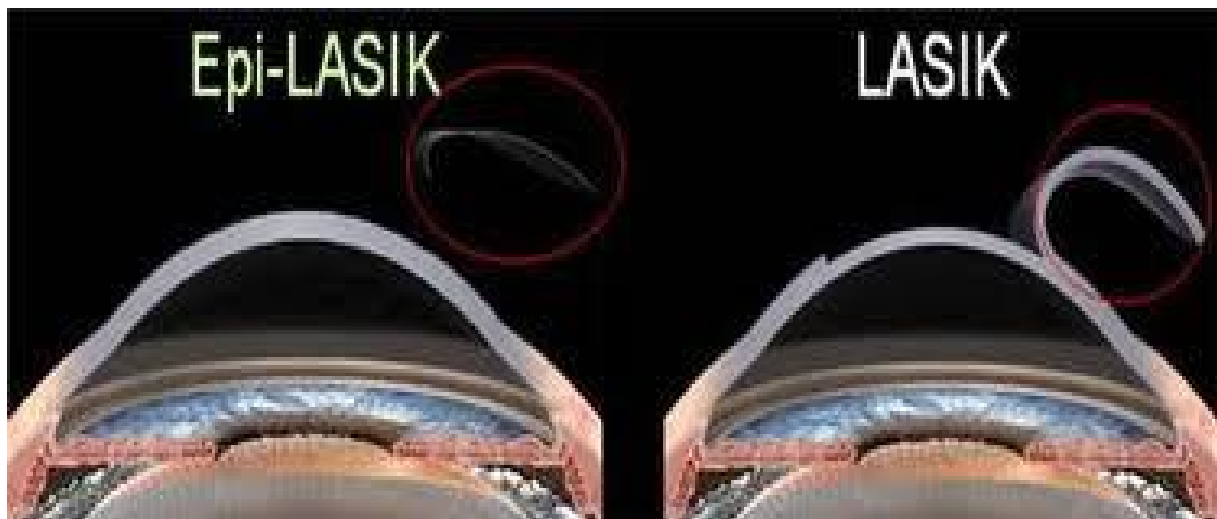
Η πρώτη διαθλαστική επέμβαση LASEK πραγματοποιήθηκε πρώτη φορά το 1996 από τον D. Azar (Azar, et.al., 2001), αν και η σύλληψη και η διάδοση της χειρουργικής διαδικασίας όπως και η επινόηση του όρου "LASEK" ανήκει στους M. Cimperle και M. Camellin (Camellin, Cimperle, 2000). Η LASEK αποτελεί μια ασφαλής και αποτελεσματική χειρουργική αντιμετώπιση χαμηλών έως και μέτριων διαθλαστικών αμετρωπιών.

Παρόλα τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα της συγκεκριμένης διαθλαστικής τεχνικής, εξακολουθεί να προκαλεί, βέβαια, ανησυχία η τοξική επίδραση του διαλύματος αλκοολης στο επιθήλιο και στο υποκείμενο στρώμα (Kim, Sab, Lim, et al., 2002).

Η τεχνική Epi-LASIK είναι μια νέα μέθοδος επιφανειακής φωτοεκτομής που επινοήθηκε από τον καθηγητή Ι. Παλλήκαρη και την επιστημονική του ομάδα στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης και χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο. Όπως και στην PRK, πραγματοποιείται επιφανειακή φωτοεκτομή και αλλαγή της καμπυλότητας του κερατοειδούς. Η διαφορά είναι ότι η επιφανειακή μεμβράνη δεν αφαιρείται αλλά διαχωρίζεται από τον υπόλοιπο κερατοειδή με ειδικό εργαλείο, τον επικερατόμο, *in toto*, δίχως την χρήση διαλύματος αλκοόλης ή χημικών. Στη συνέχεια το laser δρα πάνω στην επιφάνεια του υπόλοιπου κερατοειδούς διορθώνοντας το διαθλαστικό σφάλμα και η επιφανειακή μεμβράνη επανατοποθετείται στο τέλος της επέμβασης. Στο τέλος της επέμβασης τοποθετείται ένας προστατευτικός φακός επαφής που μένει για τρεις με τέσσερις μέρες μέχρι να ολοκληρωθεί η επούλωση (Pallikaris, Katsanevaki, Kalyvianaki, et al., 2003).



Εικόνα 1.9: Ο επικερατόμος.



Εικόνα 1.10: Epi-LASIK & LASIK, η μεταξύ τους διαφορά στο πάχος του κερατοειδικού κρυμνού.

Οι ενδείξεις τόσο για την LASEK όσο και για την EPI-LASIK είναι παρόμοιες όσον αφορά το ποσό της διαθλαστικής αμετρίας που μπορεί να διορθωθεί. LASEK και EPI-LASIK μπορούν να πραγματοποιηθούν σε υποψήφιους με χαμηλή ή μέτρια μυωπία (-7.00 dpt) και μυωπικό αστιγματισμό (Autrata, Rehurek, 2003; Taneri, et.al., 2004).

Επίσης, χαρακτηρίζονται από μετεγχειρητική άνεση (Lee, et.al.,2001), ταχύτερη οπτική αποκατάσταση και μειωμένο κίνδυνο θολρότητας του κερατοειδούς, σε σύγκριση με την PRK. Καθώς ακόμη, στις συγκεκριμένες τεχνικές διαθλαστικής χειρουργικής δεν θεωρείται ότι υπάρχει δημιουργία κερατοειδικού κρυμνού, οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την δημιουργία αυτού όπως, ελειπής, ακανόνιστο πτερύγιο, μετατόπιση, διαρροές, ραβδώσεις αυτού, επιθηλιακή υπερπλασία και διάχυτη πτερυγιακή κερατίτιδα (Melksi, Azar, 2001), ουσιαστικά εξαλείφονται. Επιπροσθέτως, σε περιπτώσεις όπου δημιουργηθούν προβλήματα σχετιζόμενα με τον μικροκερατόμο κατά την διάρκεια της επέμβασης, η διαδικασία μπορεί εύκολα να μετατραπεί, να συνεχιστεί και να ολοκληρωθεί σε PRK. Σημαντικό επίσης να σημειωθεί ότι η απουσία κερατοειδικού πετάλου ελαττώνει την πιθανότητα εμφάνισης ιατρογενούς κερατεκτασίας (Pallikaris, 2001; Teichmann, 2004; Binder,2007).

1.3.4. Η τεχνική της Trans-PRK (Transepithelial PRK, No Touch PRK)

Με την μέθοδο της TransPRK, η επέμβαση πραγματοποιείται εξολοκλήρου με την χρήση excimer laser. Η επιφανειακή μεμβράνη, το τμήμα του επιθηλίου, αφαιρείται με laser και στην συνέχεια εφαρμόζεται η διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος στην επιφάνεια του κερατοειδούς. Η συγκεκριμένη διαθλαστική χειρουργική τεχνική δεν χρησιμοποιεί μηχανικές μεθόδους για την αφαίρεση της επιφανειακής μεμβράνης και την διεκπεραίωση της διόρθωσης, με αποτέλεσμα να γίνεται πρακτικά χωρίς ο χειρουργός οφθαλμίατρος να έρθει σε επαφή με τον κερατοειδή (Feder, 2013).



Εικόνα 1.11: Η διαθλαστική επέμβαση TransPRK

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η ίδια όπως σε κάθε χειρουργική επέμβαση διαθλαστικής διόρθωσης. Μετά το πέρας της επέμβασης τοποθετείται θεραπευτικός φακός επαφής μέχρι την επούλωση του επιθηλίου περίπου για 3-4 μέρες.

Η LASEK, όπως προαναφέρθηκε, εισήχθη στο χώρο της διαθλαστικής χειρουργικής από τον M. Camellini και παρουσιάστηκε ως μια τεχνική η οποία έχει την δυνατότητα να εξαλείψει τα μειονεκτήματα των PRK και LASIK. Τα θεωρητικά πλεονεκτήματα που αποδίδονται στην LASEK περιλαμβάνουν λιγότερο μετεγχειρητικό πόνο, γρηγορότερη ανάκτηση της όρασης, και λιγότερη θολούρα σε σύγκριση με την PRK. Ωστόσο, ορισμένες κλινικές μελέτες που συγκρίνουν PRK και LASEK απέδωσαν αμφιλεγόμενα αποτελέσματα από την άποψη του μετεγχειρητικού πόνου, της ταχύτητας της οπτικής ανάκτησης, και επούλωση του τραύματος (Lee, 2001; Litwak, Zadok, Garcia-De Quevedo, Robledo, Chayet, 2002; Autrata, Rehurek, 2003; Pirouzian, Thornton, Ngo, 2004; Ghirlando, Gambato, Miden, 2007;).

Η χειρουργική τεχνική της Trans-PRK, επίσης, σχετίζεται με μειωμένη απόκριση ίασης πληγής, ως εκ τούτου, χαρακτηρίζεται από λιγότερες πιθανότητες επανεμφάνισης αμετρωπίας και ύπαρξη θολότητας σε σύγκριση με PRK, με βάση παλαιότερες έρευνες. (Helena, Baerveldt, Kim, Wilson, 1998; Kim, Shah, Wilson, 1998;). Βέβαια, σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε τον φετινό χρόνο αποδείχθηκε ότι η Trans-PRK παρουσιάζει περισσότερη οφθαλμική δυσφορία, περισσότερη θολερότητα και πιο έντονη επούλωση κατά την πρώτη μετεγχειρητική περίοδο συγκριτικά με την LASEK (Korkomaz, Bildihan, Sul, Hondur, 2014).

Κατά την διάρκεια της διαθλαστικής επέμβασης με Trans-PRK, το excimer laser λεπταίνει τον κερατοειδή με σκοπό την διόρθωση των διαθλαστικών ανωμαλιών, μυωπίας και αστιγματισμού. Ως εκ τούτου, η διόρθωση υψηλότερων βαθμών διαθλαστικού σφάλματος έχει σαν αποτέλεσμα λεπτότερους κερατοειδείς. Τέτοιες περιπτώσεις μπορούν να οδηγηθούν και να εξέλκθουν σταδιακά σε κερατεκτασίες. Η Trans-PRK Xtra είναι μια χειρουργική τεχνική η οποία συνδυάζει την

τεχνική της Trans-PRK και του Collagen Crosslinking, μια πρόσθετη διαδικασία ενίσχυσης του κερατοειδούς, μετά την λέπτυνσή του.

1.3.5. Η τεχνική του CXL (Corneal Collagen Crosslinking)

Η εγκάρσια σύνδεση του κερατοειδικού κολλαγόνου, γνωστό ευρέως στην επιστημονική οφθαλμολογική κοινότητα ως Corneal Collagen Cross-linking, CXL, είναι μια τεχνική η οποία χρησιμοποιεί το υπεριώδες φως και έναν φωτοευαισθητοποιητή για την ενίσχυση των χημικών δεσμών του κερατοειδή χιτώνα.

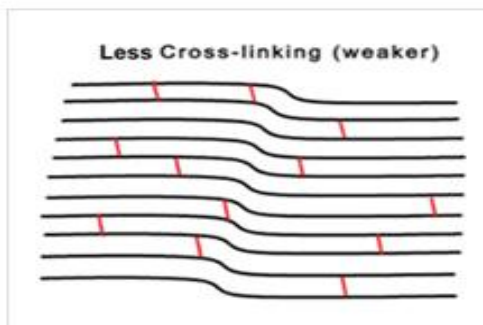


Figure 1: Corneal layers BEFORE CXL

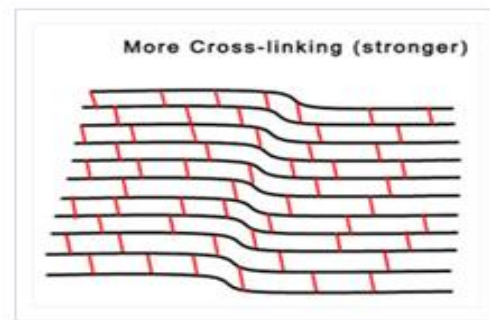


Figure 2: Increased cross-linking AFTER CXL

Εικόνα 1.12: Διαφορά χημικών δεσμών πριν και μετά απο CXL.

Ο στόχος της συγκεκριμένης χειρουργικής θεραπείας είναι να διακόψει τις συνεχόμενα εξελεγκτικές και ακανόνιστες μεταβολές στο σχήμα του κερατοειδούς, γνωστή ως κερατεκτασία. (Wittig-Silva, Whiting, Lamoureux, Lindsay, Sullivan, Snibson, 2008; Asri, Touboul, Fournie, Malet, Garra, Gallois, Malecaze, Colin, 2011; Salgado, Khoramnia, Lohmann, Winkler von Mohrenfels, 2011; Filippello, Stagni, O'Brart, 2012). Αυτές οι αλλαγές επισημαίνονται τυπικά με λέπτυνση του κερατοειδούς και μία αύξηση στην πρόσθια και / ή οπίσθια καμπυλότητα του κερατοειδούς, και συχνά οδηγεί σε υψηλά επίπεδα μυωπίας και αστιγματισμού. Η πιο κοινή μορφή της κερατεκτασίας είναι ο κερατόκωνος και λιγότερο συχνά παρατηρείται κερατεκτασία μετά από διόρθωση της όρασης με laser.



Εικόνα 1.13: Η συχνότερη μορφή κερατεκτασίας, ο κερατόκωνος.

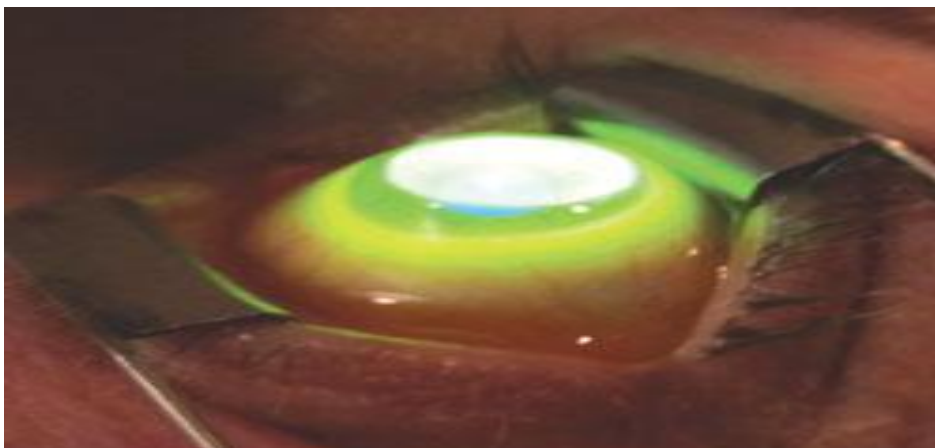
Οι βάσεις για την επί του παρόντος χειρουργική τεχνική διασύνδεσης κερατοειδικού κολλαγόνου αναπτύχθηκαν στην Ευρώπη από ερευνητές στο Πανεπιστήμιο της Δρέσδης στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Υπεριώδης ακτινοβολία χρησιμοποιήθηκε για να διεγείρει τους συνδέσμους κολλαγόνου σε ριβοφλαβίνη εμποτισμένους κερατοειδείς χοίρου και κουνελιού μέσω της οδούς οξειδωσης. Τα προκύπτοντα δεδομένα έδειξαν πιο άκαμπτους και πιο ανθεκτικούς σε ενζυματική πέψη κερατοειδείς. Μελέτη απέδειξε ακόμη ότι κερατοειδείς οι οποίοι είχαν υποστεί CXL περιείχαν υψηλότερου μοριακού βάρους πολυμερή του κολλαγόνου λόγω της διασυνδέσεως των ινιδίων, όπως επίσης, άλλη έρευνα έδειξε ότι το ενδοθήλιο δεν είχε καταστραφεί από τη θεραπεία εάν η υπεριώδης ακτινοβολία διατηρείται στα κατάλληλα επίπεδα και αν το πάχος του κερατοειδούς βρίσκεται άνω των 400 microns (Ashwin, McDonnell, 2010).

Ανθρώπινες μελέτες που δείχνουν την "τιθάσωση του κερατοειδούς" με την χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας, ξεκίνησαν πρώτα σε ασθενή με τυφλότητα το 1998. Μετέπειτα το 2003 στη Δρέσδη, πραγματοποιήθηκε η επόμενη μελέτη όπου τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά. Στην πρώτη, αυτή, πιλοτική έρευνα συμμετείχαν 16 ασθενείς με ταχεία εξέλιξη κερατόκωνου και σε όλους τους ασθενείς μετά από αυτή την θεραπευτική αντιμετώπιση παρατηρήθηκε διακοπή της εξέλιξης αυτού. Επιπλέον, στο 70% του δείγματος παρατηρήθηκε επιπέδωση των έντονων καμπυλοτήτων του κερατοειδούς και στο 65% παρουσιάστηκε βελτίωση στην οπτική οξύτητα, ενώ ακόμη δεν αναφέρθηκαν επιπλοκές (Wollensak, Spoerl, Seiler, 2003).

Όσον αφορά την διαδικασία της χειρουργικής επέμβασης, ο πρωταρχικός στόχος του πρώτου σταδίου της θεραπείας είναι η είσοδος και διάχυση της ριβοφλαβίνης μέσα στον κερατοειδή χιτώνα. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές σχετικά με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί αυτό κι όλες συνεπάγονται είτε με την αφαίρεση ή την αποδυνάμωση του επιθηλιακού φραγμού του κερατοειδούς.

Συγκεκριμένα αυτές είναι:

- Πρωτόκολλο Δρέσδης (Epithelium-Off): Η προτότυπη τεχνική cross-linking, απαιτεί την αφαίρεση των κεντρικών 9 nm της επιθηλιακής επιφάνειας και μετέπειτα ακολουθείται η διάχυση της ριβοφλαβίνης για 30 λεπτά και στη συνέχεια, εφαρμόζεται για 30 λεπτά υπεριώδης ακτινοβολία. (Wollensak, et. al., 2003; Wittig-Silva, et. al., 2008; Asri, et. al., 2011; Salgado, et. al., 2011).
- Διεπιθηλιακό Cross-linking (Epithelium-On): Σε αυτή την τεχνική, το επιθηλιακό τμήμα του οφθαλμού αφήνεται άθικτο. Το επιθήλιο δεν απομακρύνεται και κατά αυτόν τον τρόπο η διάχυση της ριβοφλαβίνης λαμβάνει περισσότερο χρόνο σε σύγκριση με τεχνικές που περιλαμβάνουν αφαίρεση της επιθηλιακής μεμβράνης. Ο Brian Boxer Wachler ήταν ο πρώτος που εκτελεί την συγκεκριμένη μέθοδο το 2004 (Filippello, 2012).
- Επιταχυνόμενο (Accelerated) Cross-linking: Στην παρούσα μέθοδο ο χρόνος έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία μειώνεται σε λιγότερο από 3 λεπτά, καθώς αυξάνεται η δύναμη της UVA, διατηρώντας έτσι την ίδια ενέργεια για τον οφθαλμό (Sherif, 2014).



Εικόνα 1.14: Έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία.

Σε όλες τις περιπτώσεις ο οφθαλμός του ασθενή εμποτίζεται πρώτα με αναισθητικές σταγόνες, ενώ ακόμη ορισμένοι χειρουργοί οφθαλμίατροι επιλέγουν να δώσουν προεγχειρητικά αντιβιοτικά. Ένα κάτοπτρο καπάκι τοποθετείται και μετά τη διατάραξη της επιθηλιακής επιφάνειας, σταγόνες ριβοφλαβίνης 0,1% (βιταμίνη B2) δίδονται σε διαστήματα 1-5 λεπτών για 15-30 λεπτά, ή έως ότου ριβοφλαβίνη μπορεί να παρατηρηθεί στον πρόσθιο θάλαμο του οφθαλμού από τη χρήση του μπλε φίλτρου μετά από εξέταση με σχισμοειδή λυχνία. Μετά από επαρκή απορρόφηση ριβοφλαβίνης, ο ασθενής τοποθετείται κάτω από το υπεριώδες φως (τυπικά 365-370 μm) σε μικρή απόσταση, 1-5 cm, από την κορυφή του κερατοειδούς για 30 λεπτά. Με το πέρας της ακτινοβόλησης δίνονται οι σταγόνες αντιβιοτικού και ένας θεραπευτικός φακός επαφής συνήθως τοποθετείται. Μετεγχειρητικά, ο φακός επαφής παραμένει από 4 έως και 6 ημέρες (Παλλίκαρης, 2014) και ο ασθενής πραγματοποιεί ενστάλαξη αντιβιοτικών κολλύριων 3-4 φορές ημερησίως.

Το Corneal Collagen Crosslinking δεν προορίζεται για τη διόρθωση της όρασης, έτσι είναι συνήθως σε συνδυασμό με διαθλαστικές επεμβάσεις όπως PRK και τοποθέτηση διαστρωματικών κερατοειδούς δαχτυλιών στον κερατοειδή, όπως επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετά από LASIK, ονομαζόμενη επέμβαση ως LASIK Xtra, για καλύτερα δυνατά αποτελέσματα (Kanelloroulos, Kahn, 2012; Kanelloroulos, Asimellis, 2014).

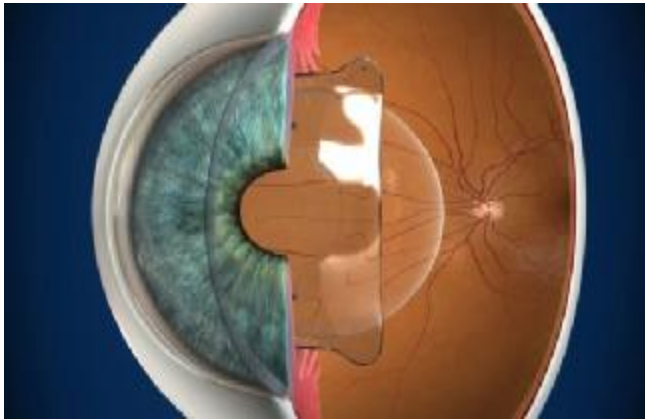
1.3.6. Ένθεση φακικού ενδοφακού (Phakic Refractive Lens, pIOL)

Η παρούσα διαθλαστική επέμβαση εφαρμόζεται κατα κύριο λόγο για διόρθωση υψηλής μυωπίας, συνήθως άνω των 9-10 διοπτριών και υπερμετρωπίας, συνήθως άνω των 5-6 διοπτριών. Επιπροσθέτως, η ένθεση φακικού ενδοφακού ενδείκνυται και για χαμηλότερες διοπτρίες, όταν κάποιος παράμετροι, με πρωταρχική το πάχος του κερατοειδούς, δεν επιτρέπουν την εφαρμογή laser. Ο ενδοφακός τοποθετείται στον πρόσθιο ή οπίσθιο θάλαμο, χωρίς να έρχεται σε επαφή με αυτόν (Alio, 2004).

Η ενδιαφέρουσα πτυχή σχετικά με τη παρούσα χειρουργική επέμβαση αποτελεί το γεγονός ότι περιλαμβάνει την «προσθήκη» φακού, ενώ οι υπόλοιπες διαθλαστικές επεμβάσεις θεωρούνται διαδικασίες «αφαίρεσης» των ιστών, με αποτέλεσμα την αποφυγή ορισμένων εγγενή προβλημάτων που σχετίζονται με χειρουργικές επεμβάσεις στο κερατοειδή. Η αφαίρεση των ιστών μπορεί να έχει μια δραματική επίδραση στην ποιότητα της όρασης. Τα προβλήματα έχουν την δυνατότητα να εκμηδενιστούν με ένθεση ενδοφακού, καθώς το οπτικό σύστημα παραμένει άθικτο (Sarver, Sanders, Vukich, 2003).

Παρά το γεγονός αυτό, ως μια ενδοφθάλμια χειρουργική διαδικασία, μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές όπως καταρράκτης, χρόνια ραγοειδίτιδα, απώλεια κυττάρων του ενδοθηλίου, η κόρη να αποκτήσει ωοειδές σχήμα, σύνδρομο χρωστικής διασποράς, αστιγματισμός ή ενδοοφθαλμίτιδα (Comaish, Lawless, 2002).

Οι φακικοί ενδοφακοί διαχωρίζονται σε πρόσθιου και οπίσθιου θαλάμου φακούς, με τους φακούς του πρόσθιου θαλάμου να διαχωρίζονται με την σειρά τους σε "angle-supported" φακούς και "iris-fixated" φακούς.



Εικόνα 1.15: Φακικός ενδοφακός πρόσθιου θαλάμου.

Η πρώτη εμφύτευση "angle-supported" φακών πραγματοποιήθηκε το 1986. Αυτοί οι φακοί παρουσιάζουν καλά αποτελέσματα διάθλασης μακροπρόθεσμα, αλλά διαθέτουν σημαντικά ποσοστά επιπλοκών όπως απώλεια ενδοθηλιακών κυττάρων, χρόνια ραγοειδίτιδα, ή το ωοειδές σχήμα κόρης. Αυτές οι επιπλοκές έχουν παρατηρηθεί με ορισμένα μοντέλα, ιδίως με τα πρώτα (Pérez-Santonja, Alió, Jiménez-Alfaro, Zato, 2000; Javaloy, Alió, Iradier, Abdelrahman, Javaloy, Borrás, 2007). Πολλοί "iris-fixated" φακοί έχουν αναπτυχθεί, εκείνος όμως που χρησιμοποιείται ευρέως περισσότερο είναι ο φακός Artisan δίνοντας καλά μακροχρόνια αποτελέσματα με χαμηλό βαθμό επιπλοκών (Alió, Mulet, Gutiérrez, et al, 2005). Από το FDA, το 2004, έχει εγκριθεί μόνο ο φακός Verisyse "iris-fixated", ο οποίος είναι ένα μοντέλο φακού που διαθέτει αρκετές ομοιότητες με το Artisan.

Οι φακοί οπίσθιου θαλάμου έχουν βελτιωθεί σημαντικά από την εισαγωγή τους από τον Fyodorov το 1986 (Jiménez-Alfaro, Benítez del Castillo, García-Feijó et al., 2001). Μόνο δύο μοντέλα του οπίσθιου θαλάμου είναι διαθέσιμα, ο ICL και ο PRL.

Η ICL είναι ο φακός οπίσθιου θαλάμου που επιλέγεται πιο συχνά για εμφύτευση, με το μοντέλο Visian ICL 4 να έχει λάβει έγκριση από το FDA για τη διόρθωση της υψηλής αμετροπίας το 2005 (Chen, Chang, Kuo, Rajagopal, Azar, 2008). Ο Visian ICL 4 είναι κατασκευασμένος από ένα συμπολυμερές μεθακρυλικού υδροξυαιθυλίου σε συνδυασμό με ένα υδρόφιλο υλικό κολλαγόνου (<0,1%), με δείκτη διάθλασης 1.45 κι είναι διαθέσιμος σε διάφορες διαμέτρους, 11 έως 13 m, με μια μεταβλητή οπτική ζώνη που εξαρτάται από την οπτική ισχύ, 4,65 - 5,5 mm για αρνητικές φακούς και 5,5 mm για θετικοί φακοί (Piñero, Puche, Alió, 2009).

Ο PRL, ο οποίος έχει απομακρυνθεί πρόσφατα από την αγορά, αρχικά αναπτύχθηκε το 1987 και σχεδιάστηκε για να εμφυτεύεται στον οπίσθιο θάλαμο. Ενδείκνυται για τη διόρθωση της μέτριας έως υψηλής μυωπίας, καθώς έως και ορισμένους βαθμούς υπερμετροπία. Ο PRL είναι ένας μονοεστιακός σφαιρικός φακός με δύο διαφορετικές γεωμετρίες: αμφίκυκλος για τη διόρθωση της μυωπίας και κοιλόκυρτος για τη διόρθωση της υπερμετροπίας. Είναι κατασκευασμένος από μια νέα γενιά υπερ-λεπτού υδροφοβικό υλικό σιλικόνης με ένα δείκτη διάθλασης 1,46 και ειδική βαρύτητα του 0,99 με αποτέλεσμα το υλικό να είναι εξαιρετικά λεπτό, ελαστικό, και υδρόφοβο. Η τελευταία γενιά του PRL περιλαμβάνει ένα μικρό ποσοστό (0,2%) του χοίρειου κολλαγόνου με στόχο να επιτευχθεί ένας μεγαλύτερος βαθμός υδροφιλίας και διαπερατότητας σε αέριο και θρεπτικά συστατικά. Το κολλαγόνο αυξάνει τη βιοσυμβατότητα, καθιστώντας έτσι το εμφύτευμα άρατο στο ανοσοποιητικό σύστημα (Lovisol, Reinstein, 2005). Στη θεωρία, το μοντέλο τρίτης γενιάς του PRL σχεδιάστηκε για να επιπλέει ελεύθερα εντός του υδατοειδούς υγρού που περιέχεται στον οπίσθιο θάλαμο, δίχως να έρχεται σε επαφή με την πρόσθια επιφάνεια του κρυσταλλικού φακού. Έχει αποδειχθεί ότι ο φακός μετακινείται προς τα εμπρός κατά τη διαμονή, επιτρέποντας μια κανονική ροή του υδατοειδούς υγρού στο εσωτερικό του οπίσθιου θαλάμου (Koivula, Kugelberg, 2007). Εντούτοις, η πραγματική συμπεριφορά του PRL δεν είναι πλήρως γνωστή ούτε κατανοητή. Ορισμένες ανησυχίες να εξακολουθούν να παραμένουν σε σχέση με τη χρήση αυτού λόγω του αριθμού των επιπλοκών που σχετίζονται με αυτόν (Donoso, Castillo, 2006). Επιπλοκές όπως, δευτερογενής καταρράκτης, ο οποίος βέβαια παρατηρείται σε χαμηλότερη συχνότητα σε περιπτώσεις εμφύτευσης PRL φακούς σε σχέση με τους ICL (Gonvers, Othenin-Girard, Bornet, Sickenberg, 2001; Jiménez-Alfaro, 2001; Pallikaris, Kalyvianak, Kymionis et al., 2004; Koivula, Petrelius, Zetterström, 2005; Hoyos, Cigales, Hoyos-Chacón, 2005; Lovisol, 2005; Chen, 2008; Schmidinger, Lackner, Pieh, Skorpik, 2010;) χρωστικό γλαύκωμα (Jongsareejit, 2006).

Η επέμβαση πραγματοποιείται με τοπική αναισθησία, διαρκεί 10-15 λεπτά για κάθε οφθαλμό και απαιτούνται συνολικά 3 ημέρες νοσηλείας. Συνήθως μεταξύ των επεμβάσεων του δεξιού και του αριστερού οφθαλμού μεσολαβούν 1-2 ημέρες. Η μέθοδος ενδείκνυται συνήθως για ηλικίες μικρότερες των 45 ετών, καθώς σε μεγαλύτερες ηλικίες αρχίζει η θόλωση του κρυσταλλοειδούς φακού και προτιμάται η αντικατάσταση του (Παλλίκαρης, 2014).

1.3.7. Αντικατάσταση του κρυσταλλοειδούς φακού με ενδοφακό (Clear Lens Extraction, CLE)

Η χειρουργική διαθλαστική επέμβαση ονομαζόμενη ως Clear Lens Extraction (CLE) θεωρείται παρόμοια με την χειρουργική επέμβαση του καταρράκτη, με την

διαφορά ότι στην προαναφερθέντα διαθλαστική επέμβαση ο κρυσταλλοειδής φακός δεν έχει υποστεί οποιαδήποτε θόλωση. Και οι δύο επεμβάσεις συνεπάγονται με την απομάκρυνση του φυσικού φακού του οφθαλμού, αντικαθιστώντας τον με ένα συνθετικό φακό. Κατά αυτόν τον τρόπο διορθώνεται η μακρινή όραση του ασθενούς, ενώ συνήθως απαιτείται ένα ζευγάρι κοντινών γυαλιών οράσεως για κοντινή εργασία καθώς με την αφαίρεση του φακού του οφθαλμού καταργείται η προσαρμογή εάν τοποθετηθεί συμβατικός ενδοφακός. Την σημερινή εποχή, υπάρχει η δυνατότητα ένθεσης νέας γενιάς ενδοφακών, των πολυεστιακών και των προσαρμοστικών, που αποκαθιστούν τουλάχιστον εν μέρει και την κοντινή όραση του ασθενούς, δηλαδή διορθώνουν σε κάποιο βαθμό και την πρεσβυωπία (Παλλικαρης, 2014).

Συνήθως η αντικατάσταση του κρυσταλλοειδή φακού με ενδοφακό προορίζεται για ασθενείς με υψηλή μυωπία ή υπερμετρωπία, άνω των 8 διοπτριών, που δεν είναι εύκολα διαχειρίσιμη από άλλες διαθλαστικές διαδικασίες, όπως στη LASIK ή την PRK.

Η τεχνική που χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση του κρυσταλλοειδούς φακού με ενδοφακό εισήχθη από τον Charles Kelman τη δεκαετία του 1960, αλλά υπέστη τεχνική βελτίωση πριν από την ευρεία υιοθέτηση της περίπτωση πριν από δέκα χρόνια. Το 1962 ο Kelman επινόησε το κρυσταλλοειδή (cryo-prob), ένα μέσο ψύξης για την εξαγωγή του καταρράκτη μέσα στις κάψουλες του. Αυτό έγινε η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την αφαίρεση του καταρράκτη στον κόσμο, μέχρι περίπου το 1978, όταν αντικαταστάθηκε από την εξωκαψική (extra-capsular) αφαίρεση καταρράκτη, την οποία εισήγαγε επίσης ο Kelman και ακόμη θεωρείται η τεχνική που χρησιμοποιείται από την πλειοψηφία των χειρουργών καταρράκτη σήμερα (Grinbaum, Blumenthal, Assia, 2003).

Η σύγχρονη μέθοδος για την αφαίρεση του κρυσταλλοειδούς φακού φέρει το όνομα φακοθρυψία (phacoemulsification) και χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο υψηλής ενέργειας υπερήχων. Χρησιμοποιώντας αυτή την τεχνολογία, ο φυσικός φακός μπορεί να αφαιρεθεί μέσω μιας τομής που μετρά 3 χιλιοστά. Μία κοίλη βελόνα η οποία, όταν ενεργοποιείται από το χειρουργό, δονείται σε 40.000 φορές ανά δευτερόλεπτο προκαλεί γαλακτωματοποίηση του φακού. Το γαλακτωματοποιημένο υλικό αναρροφάται διαμέσου του κοίλου κέντρου στη βελόνα φακοθρυψίας και ρευστό υγρό ταυτόχρονα εγχέεται μέσα στον οφθαλμό, προκειμένου να κρατηθεί το συγκεκριμένο καλούπι, κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Τέλος ένας ενδοφθάλμιος φακός ή εμφύτευμα συνήθως εμφυτεύεται μετά την αφαίρεση του φυσικού φακού.



Εικόνα 1.16: Μονοεστιακός φακικός ενδοφακός.

Αυτή η διαθλαστική επέμβαση πραγματοποιείται με τοπική αναισθησία και διαρκεί 10-15 λεπτά για κάθε οφθαλμό. Μετεγχειρητικά απαιτείται παραμονή μίας ημέρας στο νοσοκομείο για παρακολούθηση.

Το παραδοσιακό εμφύτευμα που χρησιμοποιείται σε τέτοιες επεμβάσεις είναι μονοεστιακό, μόνο άριστα εστιασμένο σε μια συγκεκριμένη απόσταση και συνήθως επιλέγεται για τη μακρινή όραση, ενώ για την κοντινή εργασία θα απαιτηθούν οράσεως γυαλιά, ακόμα και αν δεν τα χρειάζονταν πριν ο ασθενής.

Οι πολυεστιακοί φακοί αποτελούν την νέα επιλογή ενδοφακών. Συγκεκριμένα αποτελούνται από σχεδιασμένες ζώνες ή σκαλοπάτια τα οποία συνεργάζονται οπτικά για την καλύτερη δυνατή επίτευξη πλήρους φάσματός όρασης, μακρινή και κοντινή. Αποτελούνται από δύο ή περισσότερες ζώνες με διαφορά ισχύος 4 διοπτριών στο φακό, που αντιστοιχεί σε 3 διοπτριών στο επίπεδο γυαλιών οράσεως. Απότοκος αυτού είναι η επίτευξη ευκρινής εστίασης σε αντικείμενα που βρίσκονται τόσο στο μακρινό όσο και στο μεσό και στο κοντινό πεδίο οράσεως. Οι πολυεστιακοί ενδοφακοί χρησιμοποιούν τόσο τις ιδιότητες της διάθλασης όσο και της περίθλασης (Avitable, Marano, 2001; Bellucci, 2005). Η μέτρια όραση σε μεσαίες αποστάσεις και η δημιουργία οπτικής άλω γύρω από φωτεινές πηγές σε συνθήκες συσκότισης, θεωρούνται μειονεκτήματα των πολυεστιακών ενδοφακών. Οι ποιο διαδεδομένοι σήμερα είναι ο Array (Dick, Gross, Eisenmann, Pfeiffer, 2002) ο ReZoom και ο Tecnis (A.M.O) και ο AcrySof ReSTORe (Alcon) (Hütz, Eckhardt, Röhrig, Grolmus, 2006).

Η αρχή λειτουργίας της νέας γενιάς τεχνητών ενδοφακών, των προσαρμοστικών ενδοφακών, στηρίζεται στη δυνατότητα μετακίνησης του τεχνητού αυτού φακού σύμφωνα με τις κινήσεις της προσαρμογής που υπόκειται ο σάκος του περιφακίου, στον οποίο είναι τοποθετημένος. Η μετακίνηση αυτή προκαλεί πρόσθια μετακίνηση του φακού και αποκατάσταση μέχρι ενός σημείου της φυσιολογικής προσαρμογής η οποία θεωρητικά χάνεται με την εμφύτευση ενός τεχνητού ενδοφακού. Αποτελεί μια προσπάθεια της επιστημονική κοινότητας για μίμηση των ιδιοτήτων και της λειτουργίας του κρυσταλλοειδούς φακού. Οι προσαρμοστικοί ενδοφακοί ουσιαστικά στοχεύουν στη λύση του προβλήματος του καταρράκτη και των αμετρωπιών και ταυτόχρονα αποτελούν μια ικανοποιητική λύση για την αντιμετώπιση της πρεσβυωπίας (Pérez-Vives, Montés-Micó, López-Gil, Fe et al., 2013).



Εικόνα1.17: Φακικοί ενδοφακοί νέας γενιάς.

1.4. Θεμελιώδη Δεδομένα

Σε αυτή την ενότητα αναφέρονται συγκεκριμένα βασικές τιμές ανατομικών δομών του οφθαλμού που σχετίζονται με την πρακτική της διαθλαστικής χειρουργικής, όπως επίσης και πληροφορίες επί των αντιστοιχιών της φωτοαφαιρέσεως.

1.4.1. Τιμές βιολογικών σταθερών του οφθαλμού

Χαρακτηριστικό	Τιμή
Διαθλαστικός δείκτης κερατοειδούς (corneal refractive index)	1.376
Ακτίνα πρόσθιας κεντρικής καμπυλότητας κερατοειδούς (anterior central radius curvature)	7.8 mm (7.0-8.6)
Ακτίνα οπίσθιας κεντρικής καμπυλότητας (posterior corneal surface dioptric power)	6.7mm
Διοπτρική ισχύς πρόσθιας επιφάνειας κερατοειδούς (anterior corneal surface dioptric power)	49.50 D
Διοπτρική ισχύς οπίσθιας επιφάνειας κερατοειδούς (posterior corneal surface dioptric power)	-6.00 D
Συνολική διοπτρική ισχύς κερατοειδούς (corneal net dioptric power)	43.50 D
Συνολική διοπτρική ισχύς οφθαλμού (total dioptric power of the eye)	63.50 D
Διάμετρος κερατοειδούς (corneal diameter)	12.5 mm οριζοντίως- 11.5 mm καθέτως
Πάχος κεντρικής περιοχής του κερατοειδούς (central corneal thickness)	500-550mm

Πάχος περιφέρειας του κερατοειδούς (peripheral corneal thickness)	700-900 mm
Πάχος δακρικού φιλμ του κερατοειδούς (tear film thickness)	7 μm
Πάχος επιθηλίου του κερατοειδούς (corneal epithelium thickness)	30-50 μm
Πάχος μεμβράνης του Bowman (Bowman's thickness)	10-14 μm

Πίνακας 1.1: Βιολογικές τιμές

1.4.2. Αντιστοιχίες φωτοαφαιρέσεως

Το επεξεργαστικό πρόγραμμα του μηχανήματος excimer laser υπολογίζει το βάθος της αφαιρέσεως με βάση τα δεδομένα με τα οποία εισέρχονται στο σύστημα. Βάσει των υπολογισμών εξάγεται η αντιστοιχία παλμών (scans) και πάχους της φωτοαφαιρέσεως (ablation depth). Κατά αυτόν τον τρόπο, συνάγεται ότι ανα παλμό αντιστοιχούν από 0.25 έως 0.4 μm πάχους αφαιρέσεως και ανά διοπτρία αντιστοιχούν 20-24 παλμοί ή διαφορετικά 10-12 μm βάθους αφαιρέσεως. Το βάθος της φωτοαφαιρέσεως είναι σε άμεσο συσχετισμό με την διάμετρο της εφαρμογής στην παρούσα διόρθωση και ακολουθεί την εξής αναλογία:

$$\text{διάμετρος εφαρμογής (Οπτική ζώνη)} = (\text{βάθος φωτοαφαιρέσεως})^2$$

Η ακριβής μέτρηση πραγματοποιείται βάσει του τύπου Mannerlyn:

$$T = (Dh)^2/3$$

Όπου T το βάθος της φωτοαφαιρέσεως σε μm, D η διοπτρική ισχύς σε διοπτρίες και h η διάμετρος της οπτικής ζώνης σε mm (Ευκαρπίδης, Μαγουλάς, 2001).

2. ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Ο προεγχειρητικός έλεγχος ακολουθεί μια συγκεκριμένη δομή η οποία διαιρείται σε δυο σκέλη. Το πρώτο σκέλος αποτελείται από λεπτομερή συζήτηση του υποψήφιου ασθενή με το χειρουργό οφθαλμίατρο ενώ το δεύτερο περιλαμβάνει πλήρη οφθαλμολογική εξέταση (Smolin, Foster, Azar et al., 2005; Sinjab, 2014). Ο έλεγχος αυτός θέτει και απαντά τρία κύρια ερωτήματα, τα οποία είναι (Smolin, 2005):

- Θεωρείται ο εκάστοτε ασθενής κατάλληλος για διαθλαστική χειρουργική;
- Ποιοί κίνδυνοι δύναται να εμφανισθούν από ενδεχόμενες επιπλοκές, δεδομένου των οπτικών ιδιαιτεροτήτων του ασθενούς, συμπεριλαμβανομένου και του ιατρικού ιστορικού του;
- Η προεγχειρητική αυτή εκτίμηση των οπτικών χαρακτηριστικών του ασθενούς είναι εφικτό να ικανοποιήσει τις προσδοκίες που έχει ο υποψήφιος ασθενής από την διαθλαστική επέμβαση;

Ο έλεγχος αυτός διαρκεί μέχρι 2 ώρες ενώ βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση των συγκεκριμένων εξετάσεων αποτελεί η διακοπή χρήσης των φακών επαφής τουλάχιστον για 15 ημέρες. Επιπροσθέτως, εξαιτίας της χρήσης κυκλοπληγίας κατά την εκτέλεση της διαδικασίας της διάθλασης, οι υποψήφιοι ενημερώνονται ότι μπορεί να μην βρίσκονται σε θέση να διαβάσουν για τις επόμενες 6 έως και 12 ώρες, όπως επίσης καθιστά αδύνατη έως και απαγορευτική την οδήγηση για το προαναφερθέν χρονικό διάστημα (Smolin, 2005).

2.1. Ψυχοκοινωνική αξιολόγηση

Οι χειρουργικές επεμβάσεις με την πάροδο του χρόνου ολοένα και εξελίσσονται, παρέχοντας καλύτερα οπτικά αποτελέσματα με λιγότερους κινδύνους για ασθενή και χειρουργό οφθαλμίατρο. Δύο από τα πιο σημαντικά κριτήρια για την επιλογή των ασθενών που θα προχωρήσουν σε διαθλαστική χειρουργική αποτελεί η προσωπικότητα και οι προσδοκίες του υποψηφίου από την έκβαση της επέμβασης (Smolin, 2005; Chang 2008).

Η ψυχολογική και συναισθηματική κατάσταση του ασθενούς θα πρέπει να εκτιμηθεί σε αυτό το στάδιο και η αξιολόγηση της υποψηφιότητας του βάση αυτών των κριτηρίων δεν θα είναι εύκολη.

Υποψήφιοι οι οποίοι κατά την διάρκεια της συζήτησης με τον χειρουργό οφθαλμίατρο είναι υπερβολικά επιθετικοί και προκλητικοί, δεν θεωρούνται έτοιμοι να προχωρήσουν, όπως επίσης και ασθενείς οι οποίοι επαναλαμβάνουν συνεχώς ερωτήματα τα οποία αφορούν τις πιο σπάνιες επιπλοκές. Η υπερβολική νευρικότητα και το μη φυσιολογικό άγχος αποτελούν αξιοσημείωτοι δείκτες αξιολόγησης της ψυχολογίας του ασθενούς.

Αντιθέτως, εκείνοι οι υποψήφιοι οι οποίοι θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλοι για διαθλαστική επέμβαση είναι εκείνοι οι οποίοι γνωρίζουν εξ αρχής πως η χειρουργική αυτή διαδικασία θα τους ωφελήσει, αναπτύσσουν μια ρεαλιστική εικόνα σχετικά με τα αποτελέσματα της επέμβασης και γνωρίζουν ακόμη ότι μια άφογη διαδικαστικά χειρουργική επέμβαση δεν εγγυάται άφογο αποτέλεσμα. Εκείνοι οι οποίοι

ενδιαφέρονται για τους κινδύνους και για την αποτελεσματικότητα της επέμβασης είναι εκείνοι οι οποίοι συνήθως έχουν πραγματοποιήσει έρευνα σχετικά με την διαθλαστική χειρουργική. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι οι υποψήφιοι ασθενείς αυτής της κατηγορίας έχουν λάβει κατάλληλα μέτρα για την ορθή ενημέρωσή τους και λαμβάνουν σοβαρά την διαδικασία (Chang, 2008).

Στην πιο απλοϊκή μορφή, η καλύτερη επιλογή ασθενούς για διαθλαστική χειρουργική είναι εκείνος ο ασθενής ο οποίος γνωρίζει το πως και πόσο θα τον ωφελήσει μια τέτοια επέμβαση και είναι πρόθυμος και σε θέση να διαθέσει το χρηματικό ποσό για την πραγματοποίησή της. Από μια αυστηρά ιατρική άποψη, ο πιο κατάλληλος είναι ο υγιής υποψήφιος για μια τέτοια εκλεκτική χειρουργική επέμβαση. Η λεπτομερής και προσεχτική λήψη ιστορικού όπως επίσης και η ενδελεχής οφθαλμολογική εξέταση που θα ακολουθήσει, αποτελεί στάδια υψίστης σημασίας για την επιλογή (Chang, 2008).

2.2. Λήψη ιατρικού ιστορικού

Η λήψη του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς δεν αποτελεί μια εύκολη διαδικασία. Ο χειρουργός οφθαλμίατρος στο στάδιο αυτό είναι πιθανόν να αντιμετωπίσει ορισμένες δυσκολίες συχνότερες των οποίων είναι:

- Απροθυμία του ασθενούς να αποκαλύψει συγκεκριμένες πληροφορίες.
- Διαφορετική εκτίμηση μεταξύ ιατρού και ασθενούς ως προς την σημασία των λέξεων.
- Συνεχείς μεταβολές του ιστορικού εξαιτίας των όσων αναφέρονται από τον ασθενή.

Συνοπτικά το ιατρικό ιστορικό περιλαμβάνει ενότητες οι οποίες συγκεκριμένα αφορούν τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενούς, την αναφορά της αιτίας προσέλευσης, το ατομικό ιατρικό ιστορικό του ασθενούς, το οποίο διακρίνεται σε γενικό ατομικό και οφθαλμικό ατομικό ιατρικό ιστορικό, το οικογενειακό και κοινωνικό ιστορικό και τέλος καταγράφονται στοιχεία τα οποία σχετίζονται με την καθημερινότητα και τις συνήθειες του ατόμου (Marcus, Gayer, Anderson, 2003; Bastawrous, Silvester, Batterbury, 2011).

Δημογραφικά Στοιχεία

- Ονοματεπώνυμο ασθενούς
- Ημερομηνία γεννήσεως
- Τόπος γεννήσεως
- Τόπος Κατοικίας
- Στοιχεία Επικοινωνίας

Αιτία Προσέλευσης

Στην παρούσα καταγραφή ιατρικού ιστορικού η αιτία προσέλευσης του ατόμου αποτελεί η διαθλαστική χειρουργική.

Ατομικό Ιατρικό Ιστορικό

Το ατομικό ιατρικό ιστορικό του ασθενούς, όπως προαναφέρθηκε παραπάνω διαχωρίζεται σε γενικό και οφθαλμικό ιατρικό ιστορικό. Συγκεκριμένα:

Γενικό Ιατρικό Ιστορικό

- Νοσήματα
- Σοβαρές παθήσεις κατά την ενήλικη ζωή
- Χειρουργικές επεμβάσεις
- Λήψη φαρμάκων
 - § Αντιπηκτικά: Προδιαθέτουν σε αιμορραγία επιπεφυκότα ή σε εξωστική αιμορραγία χοροειδούς χιτώνα κατά την διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης.
 - § Ισοτρετινοΐνη, αμιοδαρόνη, αντισταμινικά: Τα φάρμακα αυτά έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην επούλωση του επιθηλίου του κερατοειδούς και ενδεχομένως τα αποτελέσματα μιας φωτοδιαθλαστικής θεραπείας να μην είναι τα επιθυμητά. Επιπροσθέτως η ισοτρετινοΐνη προκαλεί μειωμένη παραγωγή δακρύων και θα πρέπει να διακοπεί για τουλάχιστον 6 μήνες πριν την επέμβαση.
 - § Ανοσοκατασταλτικά και υψηλές δόσεις συστηματικών στεροειδών: Προδιαθέτουν σε λοιμώξεις.
 - § Σουματριπτάνη: Ενδέχεται να υπάρξει κίνδυνος αγγειακής απόφραξης όταν η ενδοφθάλμια πίεση αυξάνεται κατά την διάρκεια εφαρμογής του δακτυλίου αναρρόφησης και θα πρέπει να διακοπεί τουλάχιστον ένα μήνα πριν την χειρουργική διαδικασία.
- Αλλεργικές αντιδράσεις και επιπλοκές από την χορήγηση αναισθησίας
- Ανοσοανεπάρκεια
Άτομα τα οποία είναι σε αναστολή, διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο λοίμωξης.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί σε ασθενείς με καρδιακούς βηματοδότες ή με εμφυτευμένους απινιδωτές, λόγω των μη γνωστών επιπτώσεων της ηλεκτρομαγνητικής εκπομπής κατά την διάρκεια εφαρμογής του laser. Επιληπτικοί ασθενείς δεν θεωρούνται κατάλληλοι και μόνο όταν δεν έχει προκύψει κανένα επιληπτικό συμβάν για τον τελευταίο ένα χρόνο, εκείνος ο ασθενής προχωρά σε επέμβαση.

Οφθαλμικό Ιατρικό Ιστορικό

- Παρούσες παθήσεις
- Προηγούμενες εκτελεσθείσες θεραπείες
- Χειρουργικές επεμβάσεις
- Πραγματοποίηση ενστάλαξης κολλυρίων - φαρμακευτική αγωγή
- Χρήση φακών επαφής
Καταγράφεται ο τύπος των φακών επαφής, το πρόγραμμα αντικατάστασης και τους τρόπους καθαρισμού και απολύμανσης που ακολουθούσε ο ασθενής. Η

χρήση των φακών επαφής πρέπει να διακοπεί τουλάχιστον 2-4 εβδομάδες πριν τον έλεγχο, προκειμένου να μην:

- § Μεταβάλλει τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του κερατοειδούς και προκαλεί εμφάνιση φαινομενικού ανώμαλου αστιγματισμού.

- § Αλλάζει το ποσό, τον άξονα και τον τύπο του αστιγματισμού

- § Αλλάζει το πάχος του κερατοειδούς

- Ξηροφθαλμία

Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα:

- § Επηρεάζει τον προσδιορισμό του διαθλαστικού σφάλματος.

- § Επηρεάζει το οπτικό αποτέλεσμα της επέμβασης

- § Μπορεί να αποτελέσει την αιτία διεγχειρητικών ή μετεγχειρητικών επιπλοκών.

- § Αυξάνει την αναμενόμενη αίσθηση ξηρότητας μετά από κερατοδιαθλαστική επέμβαση.

- § Μπορεί να αποτελέσει σημαντική αντένδειξη για κερατοδιαθλαστική επέμβαση.

- Δακρύρροια

- Χρόνιες αλλεργίες και μολύνσεις

- Τραυματισμοί

Ο χειρουργός οφθαλμίατρος θα πρέπει να είναι ενήμερος για προηγούμενο οφθαλμικό τραύμα ακόμη και ήσσονος σημασίας, καθώς ένα τέτοιο περιστατικό μπορεί να εξηγήσει:

- § Παθολογικά ευρήματα, όπως ατροφία οπτικού νεύρου ή αμφιβληστροειδούς

- § Θολερότητα ή ουλές κερατοειδούς

Οικογενειακό Ιατρικό Ιστορικό

Η λεπτομερής καταγραφή των οικογενειακών ιατρικών δεδομένων του υποψηφίου θεωρείται αναπόσπαστο τμήμα του ιατρικού ιστορικού του καθώς μέσα από αυτό μπορούν να αποκαλυφθούν αντενδείξεις και ανησυχητικά στοιχεία όσον αφορά την εκτέλεση της επέμβασης και την μακροπρόθεσμη οπτική λειτουργία του ασθενούς. Η ύπαρξη των ακόλουθων ιατρικών ενδείξεων απαιτεί περαιτέρω οφθαλμική διερεύνηση πριν την χειρουργική παρέμβαση:

- Κερατόκωνος και διαταραχές κερατοειδούς

- Γλαύκωμα

- Αύξηση ενδοφθάλμιας πίεσης μετά από τοπική εφαρμογή στεροειδών

- Δυστροφία ή εκφύλιση κερατοειδούς χιτώνα

- Παθολογίες αμφιβληστροειδούς (π.χ ρωγμή ή αποκόλληση αμφιβληστροειδούς)

Καθημερινές Συνήθειες-Συζήτηση

Σε αυτό το τελικό στάδιο του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς, ο χειρουργός οφθαλμίατρος αφότου έχει πραγματοποιήσει μια γενική πληροφόρηση όσον αφορά την διαθλαστική χειρουργική προχωρά στην στοιχειώδη ενημέρωση του ασθενούς για την προετοιμασία, την διαδικασία και την μετεγχειρητική πορεία της επέμβασης. Επιπροσθέτως, συζητά κάθε προβληματισμό του υποψηφίου και ενημερώνεται για τις καθημερινές του ασχολίες, τα ενδιαφέροντά του, την εργασία του και άλλα δεδομένα τα οποία σχετίζονται με το κοινωνικό προφίλ του, καθώς τα στοιχεία αυτά θα διαδραματίσουν εξίσου σημαντικό ρόλο στην επιλογή της τεχνικής που θα ακολουθηθεί.

2.3. Διαθλαστική εκτίμηση

Κεφαλαιώδους σημασίας θεωρείται η ορθή διαθλαστική εκτίμηση των αμετρωπιών του ασθενούς και αποτελεί την κύρια πηγή αποφυγής των περισσότερων λαθών. Πραγματοποιείται υποκειμενική και αντικειμενική μέτρηση κι εν συνεχεία επαναλαμβάνονται με την χρήση κυκλοπληγίας. Ο διαθλαστικός έλεγχος οφείλει να είναι πλήρης και άψογος.

Οι παλαιότερες διαθλαστικές μετρήσεις, εάν υπάρχουν, λαμβάνονται συγκριτικά υπόψιν διότι προσδιορίζουν την σταθερότητα της διαθλαστικής ανωμαλίας. Η διάθλαση χαρακτηρίζεται σταθερή όταν η μεταβολή που παρουσιάζεται έως 0.25 διοπτρίες σε διάστημα 12 μηνών.

2.3.1. Αυτοματοποιημένη διαθλασιμετρία

Τα σύγχρονα αυτόματα διαθλασίμετρα, όλο και περισσότερο, λαμβάνουν σημαντική θέση στις αίθουσες εξέτασης τα τελευταία χρόνια (Kramme, Hoffmann, Rozos, 2011).

"Η ευκολία της χρήσης τους και οι μηδενικές απαιτήσεις εκμάθησης, είναι ομολογουμένως μεγάλος πειρασμός για οποιονδήποτε εξεταστή, ο οποίος όμως συνεχώς αμφιβάλλει για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων τους" (Κατσούλος, Ασημέλλης, 2008:4.19).

Τα αυτόματα διαθλασίμετρα λαμβάνουν ιδιαίτερα ακριβείς μετρήσεις όσον αφορά την εύρεση της ισχύος και του άξονα του αστιγματισμού, αλλά υστερούν στην εύρεση του σφαιρικού τμήματος της αμετρωπίας, καθώς υπερεκτιμούν προς το αρνητικότερο, το κομμάτι αυτό. Το αποτέλεσμα συνήθως παρουσιάζεται περισσότερο μυωπικό από αυτό που ισχύει. Αυτό το γεγονός οφείλεται κυρίως (Κατσούλος, Ασημέλλης, 2008; Kaschke, Donnerhacke, Rill, 2013):

- Στην ασυναίσθητη προσαρμογή που πραγματοποιεί ο εξεταζόμενος, την στιγμή που το συγκεκριμένο οπτομετρικό όργανο πλησιάζει προς το πρόσωπό του, ακόμη κι αν θεωρητικά ο στόχος προσήλωσης βρίσκεται στο οπτικό άπειρο, και
- Στην εκτίμηση της μονόφθαλμη αντικειμενικής διάθλασης, κι όχι διόφθαλμης.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω, πολλά μοντέλα διαθλασίμετρων εκτελούν συνεχόμενες μετρήσεις και στην συνέχεια εξαγωγή τον μέσο όρο.

Η χρησιμότητα των αυτόματων διαθλασιμέτρων είναι σε ιδιαίτερα μεγάλο βαθμό περιορισμένη σε περιστατικά που εμφανίζουν μεγάλο ποσοστό εκτροπών υψηλής τάξης, όπως είναι ο κερατόκωνος και η κερατοπλαστική (Κατσούλος, Ασημέλλης, 2008; Kaschke, 2013).

2.3.2. Εκτίμηση του σφάλματος Wavefront

Μέχρι το πρόσφατο παρελθόν, στην πλειοψηφία τους οπτομέτρες και οφθαλμίατροι θεωρούσαν ότι την οπτική επίδοση του εξεταζόμενου ασθενή αποκαθιστά πλήρως η σφαιροκυλινδρική διόρθωση. Εκτός του σφαιρώματος και του κυλίνδρου, όμως, υπάρχουν και επιπλέον οπτικά σφάλματα τα οποία είναι ευρέως γνωστά ως εκτροπές υψηλής τάξης (higher order aberrations) και τα οποία δεν διορθώνονται με κανένα οπτικό βοήθημα (Μαγουλάς, 2005).

Στο σύνολό τους οι οπτικές εκτροπές διακρίνονται σε μονοχρωματικές εκτροπές υψηλής και χαμηλής τάξης και σε χρωματικές εκτροπές. Στην τρέχουσα κλινική πράξη, οι χρωματικές εκτροπές δεν εκτιμώνται και δεν αξιολογούνται. Οι μετρήσεις των μονοχρωματικών εκτροπών χαμηλής τάξης λαμβάνονται κατά την κλινική διάθλαση και με την χρήση των αυτόματων διαθλασίμετρων, ενώ οι συσκευές που μετρούν ταυτόχρονα μονοχρωματικές εκτροπές χαμηλής και υψηλής τάξης αποτελούν τα αμπερόμετρα ή εκτροπόμετρα (aberrometers) και η εκτίμηση του σφάλματος του μετώπου κύματος (wavefront). (Δαμανάκης, 1999; Applegate, Sarver, Khemsara, 2002; Μαγουλάς, 2005, Κατσούλος, Ασημέλλης, 2008).

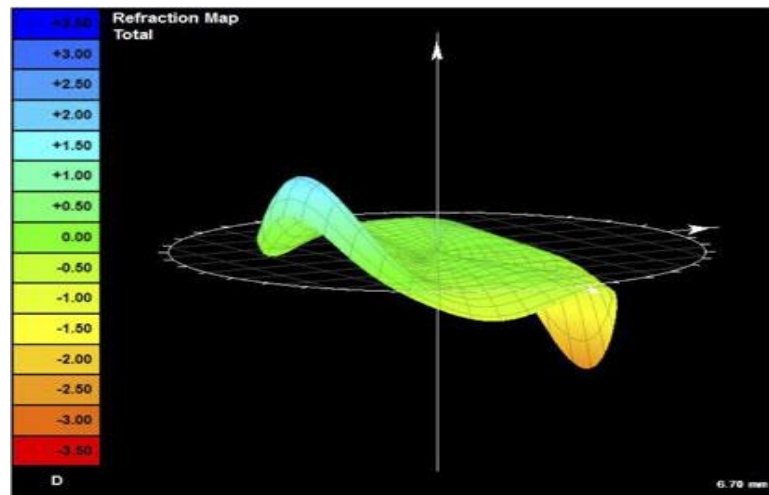
Η αρχή λειτουργίας των εκτροπόμετρων, που ως επί των πλείστον βασίζονται σε Scheiner-Hartmann-Shack αναλογικούς μετώπου κύματος αισθητήρες, είναι πολύ απλή (Platt, Shack, 2005). Μια δέσμη από υπέρυθρο laser χαμηλής ισχύος προβάλλεται μέσα στον οφθαλμό και εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Τα διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού προκαλούν διάχυση της δέσμης αυτής κι εκείνη λειτουργεί πλέον ως πηγή. Το φως από την προαναφερθέντα πηγή διαπερνά προς τα έξω όλα τα διαθλαστικά τμήματα του οφθαλμού, αποκαλύπτοντας με αυτό τον τρόπο κάθε διαθλαστική εκτροπή του.

Ένα διατεταγμένο πλέγμα μικροφακών εστιάζουν τα αντίστοιχα σημεία του εξερχόμενου μετώπου κύματος από το οπτικό σύστημα του φωτός και κατά αυτόν τον τρόπο απεικονίζεται και καταγράφεται σε ηλεκτρονική μορφή ένα πλέγμα σημείων. Το wavefront αναπαράγεται από την σύγκριση των αποκλίσεων των παραπάνω σημείων με των σημείων του πλέγματος και κατά επέκταση και οι οφθαλμικές εκτροπές (Κατσούλος, Μαγουλάς, 2008).

Μόλις επιβεβαιωθεί η καλή ποιότητα της λήψης, υπάρχει η δυνατότητα να εκτίμησης των παρακάτω (Κατσούλος, Μαγουλάς, 2008):

- Τις μονοχρωματικές εκτροπές χαμηλής (σφαίρα και κύλινδρος) και υψηλής τάξης για διάφορες διαμέτρους κόρης.
- Το αμφιβληστροειδικό είδωλο ενός σημείου, γνωστή ως συνάρτηση PSF του οφθαλμού.
- Την εξομοίωση της όρασης, με την χρήση μιας εικόνας, ενός πίνακα Snellen ή του γράμματος E σε διάφορα μεγέθη, και
- Το πιο βασικό εργαλείο της εξέτασης αυτής, τον εκτροπομετρικό χάρτη.

Όσον αφορά την επεξήγηση του συγκεκριμένου χάρτη, τα ουδέτερα χρώματα, τα πράσινα, παρουσιάζουν μηδενική απόκλιση από το μέτωπο αναφοράς και απεικονίζουν της περιοχές της κόρης, όπου η διαθλαστική απόκλιση είναι μηδενική, σε αντίθεση με τα θερμά χρώματα, τα κόκκινα, όπου αντιστοιχούν σε μέρη που βρίσκονται πάνω από το μέσο όρο. Τέλος, τα ψυχρά χρώματα, τα μπλε, συσχετίζονται με τμήματα τα οποία υστερούν σε σχέση με το υπόλοιπο.



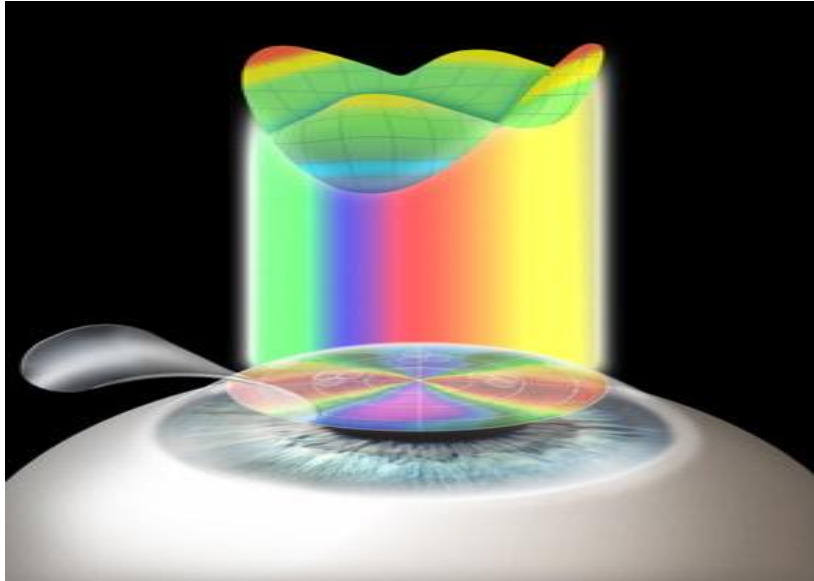
Εικόνα 2.1: Τοπογραφικός χάρτης wavefront.

Για την ακριβή μελέτη του σχήματος του wavefront που εκλαμβάνουμε από την χαρτογράφηση του προκύπτει από την αποσύνθεσή του σε μια σειρά από βασικά 'σχήματα'. Αυτό ακριβώς αποτελούν τα πολυώνυμα Zernike, καθώς απαρτίζουν ένα σύστημα βασικών σχημάτων, που με ακριβώς προσδιορισμένους συνδυασμούς αντιστοιχούν στα συνήθη οπτικά σφάλματα.

"Το wavefront μπορεί να περιγραφεί ως μια επιφάνεια που απεικονίζει την ποιότητα της οπτικής επίδοσης του οφθαλμού, σε συνάρτηση με το μέγεθος του διαφράγματος του οφθαλμού" (Μαγουλάς, 2008:231). Κατά αυτή την έννοια, αντιπροσωπεύει μια έμμεσα υπολογιζόμενη επιφάνεια κι όχι έναν από τόπο, όπως χαρακτηρίζεται η επιφάνεια του κερατοειδούς.

Wavefront και Διαθλαστική Χειρουργική

Η διαθλαστική χειρουργική επέμβαση η οποία έχει σαν στόχο να διορθώσει και τις οπτικές εκτροπές υψηλής τάξης έχει σαν στόχο να επιτεύξει καλύτερη όραση σε σχέση με την καθιερωμένη επέμβαση laser η οποία δεν συμπεριλαμβάνει τα δεδομένα εκείνα που αφορούν το κατά μέτωπο κύμα. Η διαθλαστική αυτή επέμβαση αποκαλείται χαρακτηριστικά "προσαρμοσμένη" ή "καθοδηγούμενη" με βάση τα δεδομένα από την εκτίμηση του σφάλματος wavefront (Wavefront-Guided Refractive Surgery) και συγκεκριμένα αντικαθιστά την έννοια της καθιερωμένης διαθλαστικής χειρουργικής επέμβασης, "the one treatment fits all" ("η μια και μοναδική θεραπεία που ταιριάζει σε όλους"), με μια διαδικασία χειρουργική που είναι ακριβώς προσαρμοσμένη στο οπτικό σύστημα του εκάστοτε υποψήφιου για διαθλαστική επέμβαση.



Εικόνα 2.2: Wavefront-Guided LASIK

Η τυπική χειρουργική επέμβαση λαμβάνει υπόψη κατά μέσο όρο τις "κορυφές" και τις "κοιλιάδες" της επιφάνειας του κερατοειδή και παρέχει ένα δεδομένο πρότυπο όρασης, σε αντίθεση με την προσαρμοσμένη wavefront επέμβαση Laser. Η τεχνολογία wavefront είναι διαφορετική, δεδομένου των ακριβών μετρήσεων σε όλο τον οφθαλμό σε σχέση με τις μετρήσεις που λαμβάνονται από ένα μόνο σημείο με την καθιερωμένη διαθλαστική επέμβαση. Οι πληροφορίες που εξάγονται από το εκτροπόμετρο μετέπειτα συμπληρώνουν με τις υπόλοιπες μετρήσεις το εξατομικευμένο προφίλ φωτοδιαθλαστικής θεραπείας για τον εκάστοτε υποψήφιο ασθενή, εξασφαλίζοντας ότι το laser εφαρμόζεται για την τέλεια εξάλειψη όλων αυτών των ατελειών (He, Manche, 2014).

Τα πλεονεκτήματα μιας προσαρμοσμένης διαθλαστικής επέμβασης με βάση τα δεδομένα wavefront του κάθε ασθενή, εσωκλείονται στα (Fares, Suleman, Al-Aqaba, 2011):

- Καλύτερη νυχτερινής όρασης / λιγότερο έντονο φως: Το εκτροπόμετρο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση πολλών διαφορετικών σημείων σε όλο τον κερατοειδή, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που λαμβάνονται από την περιφέρεια, γεγονός που είναι σημαντικό, όταν οι κόρες του οφθαλμού βρίσκονται σε διαστολή σε χαμηλά επίπεδα φωτός. Αυτή η πληροφορία χρησιμοποιείται στη συνέχεια, μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο το κίνδυνο εμφάνισης προβλημάτων νυχτερινής όρασης μετά τη χειρουργική επέμβαση.
- Πιο ακριβής: Το διαθλαστικό καθοδηγούμενο laser είναι πιο ακριβή δίνοντας το καλύτερο δυνατό οπτικό αποτέλεσμα. Υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα επίτευξης 20/20 όρασης μετά από μετώπου κύματος από ό, τι με το πρότυπη χειρουργική επέμβαση. Συνιστάται ιδιαίτερα σε άτομα με υψηλούς βαθμούς και σε εκείνους με μεγάλες διαμέτρου κόρες οφθαλμών.
- Βελτίωση της ποιότητας της όρασης: Εξαλείφοντας τις υψηλές εκτροπές οι οποίες είναι υπεύθυνες για την μειωμένη όραση, τα είδωλα γύρω από τα αντικείμενα, το θάμπωμα και τα φωτοστέφανα γύρω από τα φώτα, η συγκεκριμένος τύπος διαθλαστικής επέμβασης βελτιώνει και την ποιότητα της όρασης.

2.3.3. Υποκειμενική εξέταση: Μονόφθαλμη διάθλαση

Έχοντας σαν δεδομένο τις αντικειμενικές εξετάσεις, την διαθλασιμετρία και την εκτροπομετρία, από τις οποίες έχουμε αποκτήσει ήδη μια αρχική εικόνα για το είδος και το μέγεθος της αμετρωπίας, η διαδικασία της διάθλασης ξεκινά πάντα με την κατά προσέγγιση εύρεση της μονόφθαλμης σφαίρας (Δαμανάκης, 1999; Κατσούλος, Μαγουλάς, 2008; Δατσέρης; 2014).

Θεωρώντας ότι ένας πίνακας οπτικής οξύτητας, από το 1/10 έως και τα 10/10, αντιστοιχεί σε 3.00 διοπτρίες συνολικού διαθλαστικού σφάλματος, η εκτίμηση του μεγέθους της αμετρωπίας επιτυγχάνεται με την μονόφθαλμη οπτική οξύτητα δίχως διόρθωση. Στην περίπτωση του μύωπα, η συγκεκριμένη διαδικασία είναι ξεκάθαρη, σε αντίθεση με του υπερμέτρωπα ασθενή νεαρής ηλικίας, όπου η οπτική οξύτητα δίχως την διαθλαστική διόρθωσή του θα είναι πιθανότατα κανονική, εξαιτίας του μεγάλου αποθέματος προσαρμογής.

Το επόμενο βήμα στην μονόφθαλμη διάθλαση, αφότου έχει σχηματιστεί μια πρώτη εικόνα όσον αφορά το αμετρωπικό σφάλμα του ασθενή, αποτελεί η εύρεση της σφαίρας. Για τον έλεγχο της προσαρμογής, απαραίτητη κρίνεται η θόλωση του ασθενούς, η διαδικασία ομίχλης, όπως διαφορετικά αναφέρεται στην επιστημονική κοινότητα. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με την χρήση θετικών σφαιρικών φακών και κατά αυτόν τον τρόπο ο εξεταζόμενος βλέπει σχετικά καθαρά περίπου μέχρι την γραμμή των 3/10. Η διαδικασία αυτή θεωρείται σημαντικά χρήσιμη σε υπερμέτρωτες ασθενείς σε αντίθεση με τους υψηλούς μύωπες που διαθέτουν εξαρχής θολή όραση.



Εικόνα 2.3: Υποκειμενική διάθλαση με χρήση φορόπτερου.

Επόμενος στόχος στην τρέχουσα διαδικασία αποτελεί η εύρεση του μέγιστου θετικού. Ο όρος "μέγιστο θετικό" αναφέρεται στο πιο θετικό ή στο λιγότερο αρνητικό σφαιρικό βαθμό, με τον οποίο ο υποψήφιος ασθενής για διαθλαστική χειρουργική βλέπει, έστω και αμυδρά, την γραμμή των 10/10. Με την χρήση αρνητικού θετικού σφαιρώματος, μειώνεται με σταθερό ρυθμό, η θόλωση που έχει προκληθεί, μέχρι την στιγμή εκείνη όπου ο ασθενής φτάσει την γραμμή των 10/10.

Στην συνέχεια, πραγματοποιείται το διχρωματικό τεστ, εξέταση η οποία στηρίζεται στο φαινόμενο του χρωματικού σφάλματος (chromatic aberration). Σύμφωνα με την βασική θεωρία του διασκεδασμού, ο δείκτης διάθλασης εξαρτάται από το μήκος κύματος. Συνεπώς, σε ένα οπτικό σύστημα, αρά και στο εσωτερικό του

οφθαλμού, όταν εισέρχεται λευκό φως, τα χρώματα διαθλώνται σε διαφορετικό βαθμό.

Το φαινόμενο του χρωματικού σφάλματος σε αυτό το στάδιο της υποκειμενικής διάθλασης χρησιμοποιείται για την εύρεση του τελικού σημείου της σφαίρας. Αν ο εξεταζόμενος στην ερώτηση "ποια γράμματα είναι πιο ευδιάκριτα, εκείνα που βρίσκονται στο κόκκινο ή εκείνα που βρίσκονται στο πράσινο", απαντήσει:

- *Και τα δύο είναι ίδια.* Η εστία του κόκκινου και η εστία του πράσινου βρίσκονται αντιδιαμετρικά σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή. Θεωρείται η ιδανική απάντηση.
- *Το κόκκινο είναι πιο καθαρό.* Και οι δύο εστίες σχηματίζονται πριν τον αμφιβληστροειδή. Απαιτείται επιπλέον πρόσθεση αρνητικών φακών.
- *Το πράσινο είναι πιο καθαρό.* Και οι δύο εστίες σχηματίζονται μετά τον αμφιβληστροειδή. Απαιτείται αφαίρεση αρνητικών φακών.

Αποφεύγεται η υπερδιόρθωση κι αυτό επιτυγχάνεται επιλέγοντας ως τελικό σημείο τον βαθμό με τον οποίο το κόκκινο είναι πιο καθαρό, εάν ο εξεταζόμενος δεν δώσει ποτέ την ιδανική απάντηση.

Έχοντας καταλήξει στο τελικό σημείο της σφαίρας, η υποκειμενική διάθλαση συνεχίζει με την εύρεση του αστιγματισμού, εάν υπάρχει. Από τα προηγούμενα στάδια της μέχρι στιγμής οπτομετρικής εξέτασης, ενδεχομένως να υπάρχουν αρκετά αντικειμενικά δεδομένα που προϊδεάζουν την ύπαρξη αστιγματισμού. Η εύρεση του αστιγματισμού πραγματοποιείται με τρεις τρόπους:

- Με τη χρήση του αστεροειδή κύκλου
- με τη χρήση σταυροκύλινδρου και το σταυροκυλινδρικό πλέγμα
- Με την χρήση στενοπικής σχισμής

Κατασταλάζοντας στον απαιτούμενο κύλινδρο, ο εξεταζόμενος μονόφθαλμα θεωρείται διορθωμένος. Σε αυτό το σημείο της υποκειμενικής διάθλασης, συνήθως χρησιμοποιείται ο στενοπικός δίσκος (pinhole), ένα σημαντικά χρήσιμο εργαλείο της οπτομετρικής εξέτασης. Με την χρήση αυτού, διαπιστώνονται τα όρια της οπτικής οξύτητας του ασθενούς κι άρα κατά επέκταση την εγκυρότητα της τελικής συνταγής.

Ο βασική αρχή του στενοπικού δίσκου στηρίζεται στην διαφοροποίηση του περιορισμού της οπτικής οξύτητας από τα διαθλαστικά μέσα του οπτικού συστήματος ή απο δυσλειτουργία / βλάβη στον βυθό του οφθαλμού είτε σε αδιαφάνεια των οπτικών μέσων. Χρησιμοποιείται σε οποιοδήποτε σημείο της οπτομετρικής εξέτασης, πριν, κατά την διάρκεια είτε στο τέλος της υποκειμενικής διάθλασης.

Η διαδικασία αυτή της υποκειμενικής διάθλασης επαναλαμβάνεται ακολουθώντας τα ίδια βήματα μονόφθαλμα και για τον άλλον οφθαλμό.

2.3.4. Υποκειμενική εξέταση: Διόφθαλμη εξισορρόπηση

"Η διόφθαλμη εξισορρόπηση είναι πιθανότατα το πιο κρήσιμο σημείο της διαθλαστικής εξέτασης" (Δαμανάκης, 1999; Κατσούλος, Ασημέλλης, 2008).

Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι αποτελεί η εξισορρόπηση της προσαρμογής άμεσα στους δύο οφθαλμούς, καθώς κατά την μονόφθαλμη εξέταση, υπάρχει πιθανότητα η προσαρμογή να ήταν ενεργή, με αποτέλεσμα υπερδιόρθωσης

στον έναν ή και στους δύο οφθαλμούς κατά συνέπεια στοχεύει στην χαλάρωση της προσαρμογής και στην αποσύνδεση των δύο οφθαλμών.

Η διόφθαλμη εξισορρόπηση στηρίζεται στην ιδέα του κοντινού αντανακλαστικού, που περιλαμβάνει τη προσαρμογή και την σύγκλιση των οφθαλμών. Η διατήρηση της μονής διόφθαλμης όρασης επιτυγχάνεται με τους μηχανισμούς της σύγκλισης και της απόκλισης. Κατά αυτόν τον τρόπο με την αισθητηριακή αποσύνδεση των δύο οφθαλμών και τον εξαναγκάζοντας τον υποψήφιο για διαθλαστική επέμβαση σε διπλωπία, οι μη συζηγείς κινήσεις των οφθαλμών καθίστανται πλέον εκτός λειτουργίας και χαλαρώνουν σημαντικά, όπως και κατά συνέπεια και ο μηχανισμός της προσαρμογής.

Έχοντας τα αποτελέσματα της μονόφθαλμης υποκειμενικής διάθλασης στον δοκιμαστικό σκελετό και για τους δύο οφθαλμούς, η διαδικασία που ακολουθείται είναι η παρακάτω:

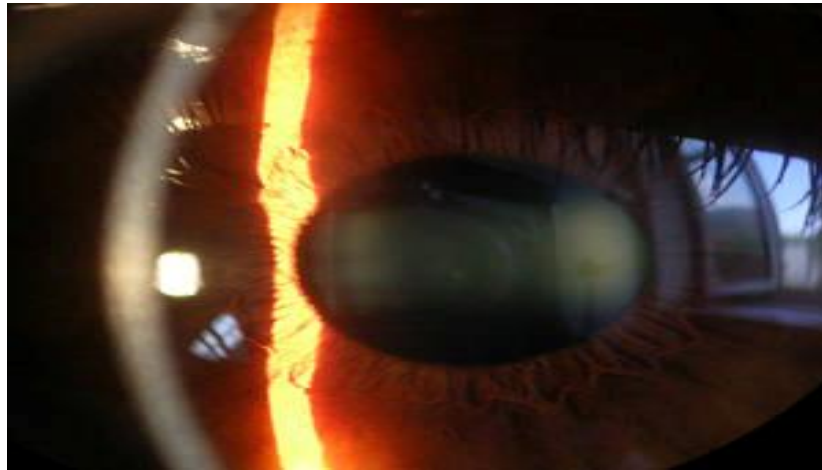
- Τοποθετείται κάλυπτρο μπροστά από τους δύο οφθαλμούς και κατακόρυφο πρίσμα 6Δ, ισομοιρασμένο μεταξύ των οφθαλμών (3Δ βάση άνω και 3Δ βάση κάτω)
- Επιλέγεται γραμμή οπτικής οξύτητας 7/10 και ο εξεταζόμενος ρωτάται πόσες γραμμές βλέπει. Ιδανική απάντηση αποτελεί "Μια πάνω και μια κάτω". Οποιαδήποτε άλλη απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση του οπτικού συστήματος.
- Προκαλείται θόλωση και των δύο οφθαλμών με θετικό σφαίρωμα 3.00 διοπτρίες.
- Ακολουθεί σταδιακή ταυτόχρονη μείωση της θόλωσης και των δύο οφθαλμών ανα -0.25 διοπτρίες.
- Την στιγμή εκείνη που ο ασθενής αρχίσει να διακρίνει τα στοιχεία του οπτότυπου, πραγματοποιείται η διόφθαλμη εξισορρόπηση. Στην πιο καθαρή γραμμή προσθέτεται θετικό σφαίρωμα ανα +0.25 διοπτρίες στοχεύοντας στην εξισορρόπηση της ευκρίνειας μεταξύ των δύο οφθαλμών, έχοντας σαν στόχο πάντα τη μέγιστη οξύτητα.

Ο σωστός διαθλαστικός έλεγχος συνεχίζει να είναι η ακρογωνιαία λίθος της οφθαλμολογικής εξέτασης. Οι μετρήσεις που λαμβάνονται με την χρήση των αυτόματων διαθλασίμετρων έχουν ενδεικτική αξία. Η υποκειμενική αλλά και η κυκλοπληγική διαθλαστική μέτρηση πρέπει να συνεκτιμηθούν πριν καθορίσει ο τελικός βαθμός του διαθλαστικού σφάλματος ώστε να αποφευχθούν προβλήματα υπερδιόρθωσης ή υπόδιόρθωσης (Δατσέρης, 2014).

2.4. Επισκόπηση των οφθαλμών

Ο οφθαλμός αποτελεί μια από τις πιο συναρπαστικές ανατομικές δομές του ανθρώπινου σώματος. Ένα μεγάλο μέρος της γοητείας αυτής βασίζεται στο γεγονός της δυνατότητας επισκόπησης όχι μόνο του εξωτερικού τμήματος αλλά και του εσωτερικού μέρους του δίχως καμία επεμβατική μέθοδο (Ledford, Sanders, 2006).

Η επισκόπηση των οφθαλμών πραγματοποιείται με την βοήθεια της σχισμοειδής λυχνίας. Η σχισμοειδής λυχνία αποτελεί ένα μικροσκόπιο σχεδιασμένο καταλληλα με προσαρμοσμένη φωτεινή δέσμη μεταβαλλόμενου εύρους και έντασης (Tasman, Jaeger, 2012).



Εικόνα 1.4: Δεσμή σχισμοειδούς λυχνίας.

Η διοφθαλμική εξέταση με σχισμοειδή λυχνία παρέχει μια σφαιρική μεγεθυμένη λεπτομερή εικόνα των ανατομικών δομών του οφθαλμού, επιτρέποντας καλύτερη διάγνωση μιας ποικιλίας παθήσεων του οφθαλμού. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται για το έλεγχο του πρόσθιου τμήματος του οφθαλμού, συγκεκριμένα, τα βλέφαρα, τον κερατοειδή, τον επιπεφυκότα, την ίριδα και τον κρυσταλλοειδή φακό. Με την χρήση ειδικών φακών επίσης δίνεται η δυνατότητα εξέτασης του υαλοειδούς σώματος και του βυθού (Tasman, Jaeger, 2013; Yanoff, Duker, 2008; Ledford, Sanders, 2006).

Στις παθήσεις που διερευνώνται με τη σχισμοειδή λυχνία περιλαμβάνονται οι βλεφαρίτιδες, οι επιπεφικίτιδες, έλκη και δυστροφίες του κερατοειδούς, φλεγμονές, όγκοι της ίριδας, οι αδιαφάνειες στο υαλοειδές υγρό, όπως εκτιμάται και το μέγεθος της ξηροφθαλμίας. Χρησιμοποιείται, επίσης για την απόκτηση μιας σφαιρικής εικόνας όσον αφορά την ωχρά κηλίδα και το οπτικό νεύρο, όπως επίσης και για έναν πρώτο έλεγχο της ενδοφθάλμιας πίεσης με την χρήση τονόμετρου επιπέδωσης Goldman.

2.5. Εξετάσεις προσθίου ημιμόριου

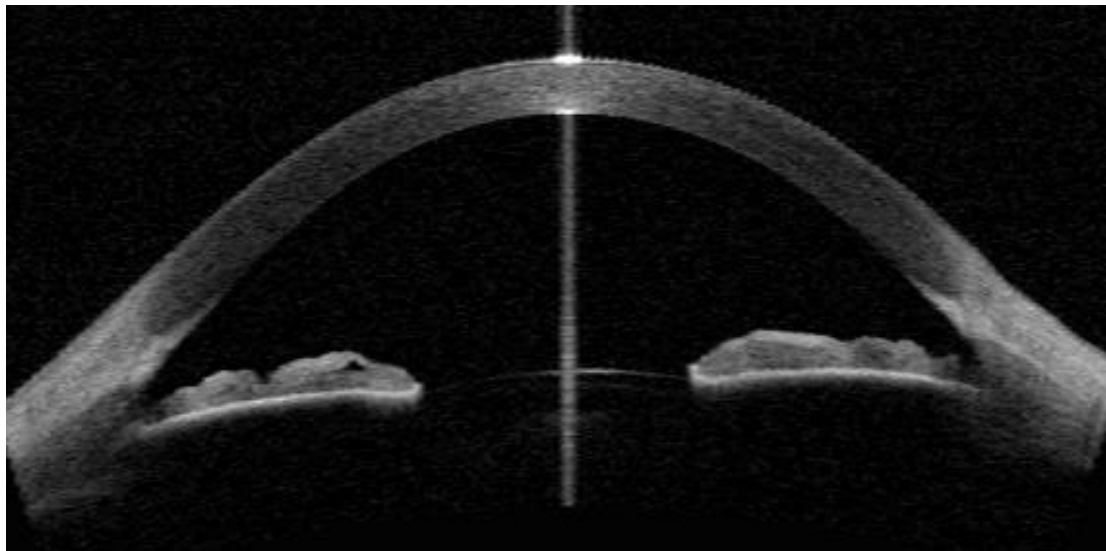
2.5.1. Οπτική τομογραφία συνοχής πρόσθιου ημιμόριου (AS-OCT)

Η οπτική τομογραφία συνοχής αποτελεί μια ευρέως γνωστή και συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνολογία απεικόνισης του οπίσθιου τμήματος του οφθαλμού. Το 1994 δημοσιεύθηκε η πρώτη έκθεση με θέμα την απεικόνιση του κερατοειδούς χιτώνα, ενώ το 2005 κυκλοφόρησε το Visante® ,Carl Zeis Meditec, ένας τομογράφος οπτικής συνοχής εμπρόσθιου τμήματος του οφθαλμού (Izatt, Hee, Swanson et al., 1994).

Χρησιμοποιώντας τις αρχές της οπτικής τομογραφίας συνοχής, δύο είναι εκείνες οι πλατφόρμες οι οποίες έχουν αναπτυχθεί: στο πεδίο του χρόνου και στο φασματικό (ή Fourier) τομέα. Στο πεδίο του χρόνου OCT (TD-OCT) χρησιμοποιείται

ένα κινητό κάτοπτρο αναφοράς. Οι κινήσεις του κατόπτρου για κάθε A-σάρωση καθορίζουν το βάθος της οφθαλμικής δομής, περιορίζοντας έτσι την ταχύτητα με την οποία η εικόνα ανακτάται (Kiernan, Mieler, Hariprasad, 2010). Η φασματικής περιοχής OCT (SD-OCT) έχει ένα σταθερό καθρέφτη αναφοράς για τη μέτρηση των δεδομένων του βάθους και χρησιμοποιεί ένα μετασχηματισμό του Fourier αλγόριθμου για την παραγωγή της A-σάρωσης, γεγονός το οποίο οδηγεί σε ταχύτερη ανάκτηση και καλύτερη ποιότητας εικόνα. (Kalayoglu, 2007; Steinert, Huang, 2008; Ramos, Li, Huang, 2009; Kiernan, Mieler, Hariprasad, 2010).

Η εξέταση αυτή αξιοποιώντας την τεχνολογία της οπτικής τομογραφίας συνοχής, απεικονίζει την εσωτερική δομή του κερατοειδούς, όπως και άλλες λεπτομέρειες από τις δομές του πρόσθιου ημιμόριου του οφθαλμού πραγματοποιώντας διατομές. Με αυτό τον τρόπο καταγράφει και συγκρίνει με ενδεχόμενες παλαιότερες εξετάσεις, αλλαγές στον κερατοειδή, την γωνία και τον πρόσθιο θάλαμο (Ramos, 2009).



Εικόνα 2.5: Απεικόνιση πρόσθιου τμήματος με AS-OCT

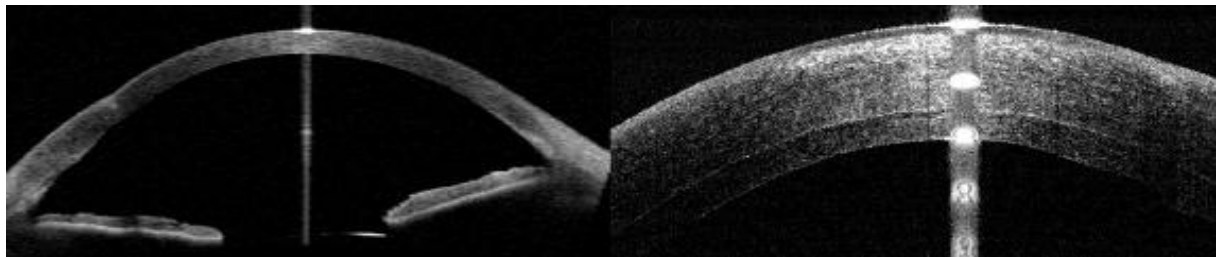
Ο τομογράφος οπτικής συνοχής πρόσθιου τμήματος εμφανίζεται ως ιδανικό εργαλείο σε οφθαλμιάτρους που ειδικεύονται στον κερατοειδή χιτώνα και το γλαύκωμα, καθώς μέσω αυτού λαμβάνουν σημαντικά χρήσιμες πληροφορίες που αφορούν την διάγνωση, την παρακολούθηση και την θεραπεία των ασθενών τους. Οι εικόνες εγκάρσιας τομής συνηθέστερα χρησιμοποιούνται για την λεπτομερή εξέταση του κερατοειδούς, της γωνία και του πρόσθιου θαλάμου (Ramos, 2009).

Η τομογραφία του πρόσθιου ημιμορίου είναι ευρέως εφαρμόσιμη στα πλαίσια της οφθαλμολογικής πρακτικής. Κάθε πλατφόρμα του μηχανήματος επιτρέπει την απεικόνιση του κερατοειδούς χιτώνα, του πρόσθιου θαλάμου, του κρυσταλλοειδούς φακού και της ίριδας που τις περισσότερες φορές παρουσιάζεται ιδιαίτερα χρήσιμη στην διάγνωση και τη διαχείριση της ενδεχόμενης πάθησης του πρόσθιου τμήματος, στην διαθλαστική χειρουργική και στο γλαύκωμα (Ramos, 2009; See, 2009). Συγκεκριμένα:

- Η απεικόνιση του κερατοειδούς πραγματοποιείται με σκοπό την αποκάλυψη καταστάσεων όπως είναι ο κερατόκωνος, ουλές, διηθήσεις, έλκη και δυστροφίες του κερατοειδούς. (Vajzovic, Karp, Haft et al., 2011).

- Οι εικόνες της γωνίας που λαμβάνονται κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης εξέτασης συνήθως εκτελούνται για την εκτίμηση του μεγέθους της (See, 2009), ενώ
- Οι εικόνες του προσθίου θαλάμου παρουσιάζονται ιδιαίτερα σημαντικές για την διαθλαστική χειρουργική.
- Λαμβάνονται εικόνες και από την ίριδα, με στόχο την απεικόνιση σπίλων ή μελανώματος, όπως και από τον κρυσταλλοειδή φακό, όπου εμφανίζονται ιδανικές καθώς αποκαλύπτουν την θέση ενδοφακών μετεγχειρητικά (Ramow, 2009),
- Εικόνες του σκληρού χιτώνα είναι περιστασιακά κλινικώς χρήσιμες.

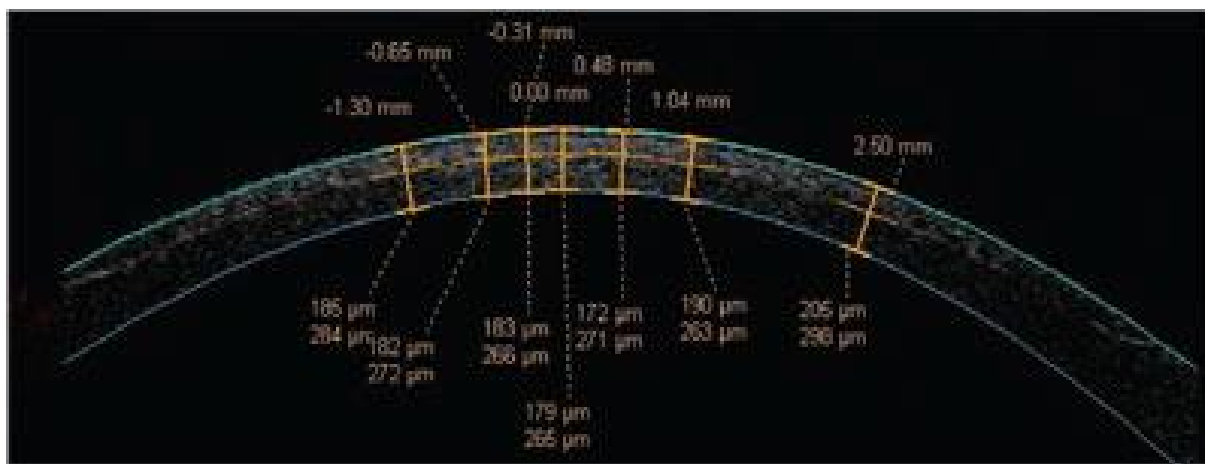
Επιπροσθέτως, είναι σημαντικό να κατανοηθούν οι ενδείξεις και τα εικονικά στοιχεία που μπορεί να παραχθούν κατά την διάρκεια της εξέτασης. Αναγνωρίζοντας τα εικονικά στοιχεία αυτά και την κατανόηση του πώς δημιουργήθηκαν είναι ζωτικής σημασίας για τη διαφοροποίηση των ενδείξεων αυτών από την εκάστοτε παθολογία. Ακριβέστερα, όταν πραγματοποιείται η διατομή του κερατοειδούς, ένας κατακόρυφο λευκός δοκός (κεντρικό κατακόρυφο flare) εμφανίζεται στον πρόσθιο θάλαμο και μια μικρή υπερ ανακλαστική περιοχή εμφανίζεται στην επιφάνεια του κερατοειδούς τόσο στην Visante® και SD-OCT εικόνες. Κατά την εκτέλεση της παχυμετρίας του κερατοειδούς, χρησιμοποιώντας της παρούσα μέθοδο, είναι σημαντικό να υπάρξει αυτό το αντανακλαστικό τεχνούργημα στην κορυφή του, για την λήψη μιας ακριβής μέτρησης (Steinert, Huang, 2008).



Εικόνα 2.6: Αντανακλαστικό τεχνούργημα στην κορυφή του κερατοειδούς

AS-OCT και Διαθλαστική Χειρουργική

Η διαθλαστική χειρουργική έχει επωφεληθεί σε μεγάλο βαθμό από την AS-OCT τεχνολογία, η οποία αναδεικνύεται ένα εξαιρετικό προεγχειρητικό και μετεγχειρητικό μέσο για την αξιολόγηση και την διαχείριση των ασθενών. Πριν την επέμβαση, η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την αποκάλυψη τυχόν ανωμαλιών. Μετεγχειρητικά, ιδιαίτερα μετά από επεμβάσεις LASIK, η στενή επιθηλιακή ενδοανάπτυξη είναι εφικτή. Μετρήσεις που αφορούν το πάχος του επιθηλίου και του κερατοειδικού κρυμνού μετά από επεμβάσεις LASIK εμφανίζονται σημαντικά χρήσιμες όσον αφορά την διαφοροποίηση των καταστάσεων εκείνων που χρήζουν άρση του κρυμνού ή αρκεί η στενή παρακολούθηση. Μια λέπτυνση του κρυμνού εξαιτίας επιθηλιακής υπερπλασίας, κυρίως κεντρικά, δικαιολογεί μεγάλη ανησυχία. Επίσης, οι εικόνες οι οποίες λαμβάνονται από έναν τομογράφο πρόσθιου ημιμορίου παρουσιάζουν δεδομένα που αφορούν το πάχος του υπολειπόμενου κερατοειδούς στρώματος όπως και δεδομένα σχετικά με την αρχιτεκτονική του κερατοειδικού πτερυγίου. Μετεγχειρητικά, υπάρχει η δυνατότητα να εκτιμηθεί η απροσδόκητη κερατεκτασία (Kent, 2011).



Εικόνα 2.7: Απεικόνιση πρόσθιου ημιμορίου μετά απο LASIK με AS-OCT.

Επίσης, η AS-OCT τεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της εξέλιξης της επιθηλιοποίησης κάτω από θεραπευτικούς φακούς επαφής (TCL) μετά από κηροπλαστική και Epi-LASIK. Η απεικόνιση του επιθηλίου μετεγχειρητικά επιτρέπει στον χειρουργό οφθαλμίατρο να αφαιρέσετε τους θεραπευτικούς φακούς επαφής την κατάλληλη στιγμή δίχως τραυματίζοντας το νέο επιθήλιο ή διακινδυνεύοντας μια δευτερεύουσα λοίμωξη αφήνοντας τους για περισσότερο χρονικό διάστημα από όσο χρειάζεται (Pang, Vanathi, Tan, 2011).

2.5.2. Τοπογραφία επιφάνειας κερατοειδή

Η ακριβής και λεπτομερής περιγραφή ενός τόπου, μιας γενικότερης επιφάνειας από την εφαρμοσμένη επιστήμη της χαρτογράφησης ονομάζεται "τοπογραφία".

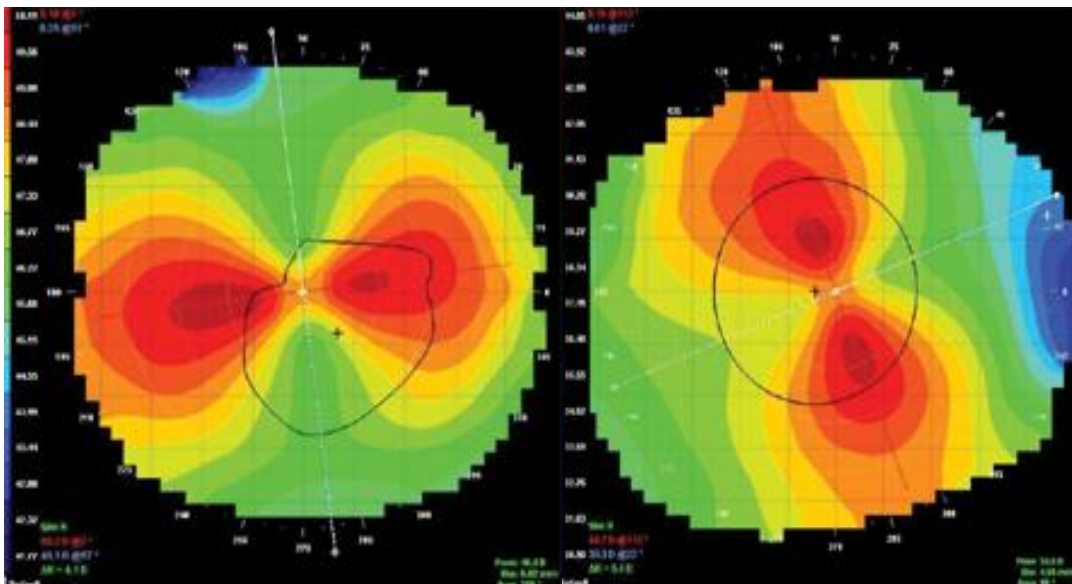
Συνήθως ο όρος "τοπογραφία κερατοειδούς" χρησιμοποιείται για την περιγραφή των μετρήσεων, της απεικόνισης και της ανάλυσης της μορφολογίας της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς χιτώνα με κριτήρια τοπογραφικά. Για την ακρίβεια, η εξέταση αυτή περιγράφει τη μορφολογία της πρόσθιας επιφάνειας της δακρυϊκής προκερατοειδικής στιβάδας, καθώς η πρόσθια επιφάνεια καλύπτεται από την δακρυϊκή στιβάδα (Μαγουλάς, 2005).

Η τοπογραφία αναπαριστάται ως ένας χάρτης, στον οποίο αναπαρίσταται χρωματικά η κατανομή της διαθλαστικής ισχύος της επιφάνειας του κερατοειδούς, από το κέντρο ως την περιφέρειά του. Στην τοπογραφία του κερατοειδούς το κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο εύρος διοπτριών. Όπως οι γεωγραφικοί χάρτες απεικονίζουν με τα χρώματα τη διαμόρφωση του εδάφους, έτσι και οι τοπογραφικοί χάρτες του κερατοειδούς δείχνουν τις περιοχές με τη μικρότερη ή τη μεγαλύτερη διαθλαστική δύναμη. Συνήθως τα θερμά χρώματα (κόκκινο, πορτοκαλί) απεικονίζουν τις πιο κυρτές περιοχές, ενώ τα ψυχρά (μπλε, μοβ) τις πιο επίπεδες. Με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, η εξέταση της τοπογραφίας του κερατοειδούς υπολογίζει τη διοπτρική ισχύ και την ακτίνα καμπυλότητας σε ένα μεγάλο αριθμό σημείων της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας (Agarwal, Agarwal, Jacob, 2010).

Οι σύγχρονοι τοπογράφοι διαθέτουν μια πλειάδα δυνατοτήτων, συγκεντρωμένα σε ένα τυπικό λογισμικό. Το λογισμικό αυτό εμπεριέχει:

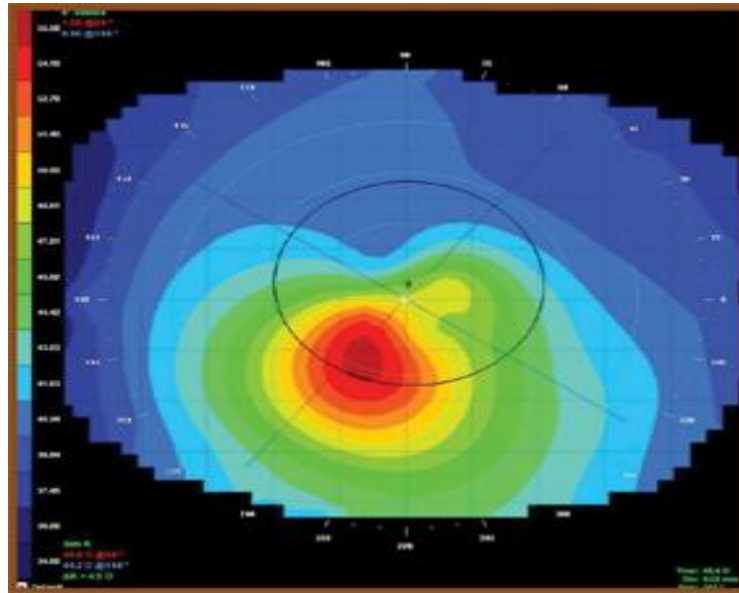
- Σχεδιασμός εφαπτομενικών και αξονικών καμπυλομετρικών χαρτών, με κατάλληλο βήμα χρωματική κλίμακας για σωστότερη διάγνωση.
- Υπολογισμός κερατοειδικού αστιγματισμού σε διαφορες ζώνες.
- Υπολογισμός της εκκεντρότητας στις διάφορες ζώνες του κερατοειδούς.
- Υπολογισμός του χάρτη ανύψωσης, με την χρήση των πολυωνύμων Zernike.
- Υπολογισμός του κερατοειδικού μετώπου κύματος, των εκτροπών υψηλής και χαμηλής τάξης σε διαφορετικές διαμέτρους κόρης και προσομοίωση της όρασης, με την τεχνική της ιχνηλάτησης ακτινών.
- Προσομοίωση των σκληροαεροδιαπερατών φακών, με την χρήση του χάρτη ανύψωσης.

Οι σύγχρονες συσκευές τοπογραφίας στηρίζουν τεχνολογίες όπως είναι η slit scanning και η scheimpflug imaging. Με την τεχνολογία slit scanning αποδίδονται πιο ορθά όχι μόνον οι καμπυλομετρικές τιμές του κερατοειδούς χιτώνα αλλά και τα υψομετρικά του δεδομένα. Η τεχνική αυτή πραγματοποιείται με το φωτισμό μιας διατομής του κερατοειδούς με την προβολή μιας λεπτής δέσμης από φως σε αυτόν, σαρώνοντας από άκρη σε άκρη τον χιτώνα με τρόπο αντίστοιχο με τον έλεγχο στην σχισμοειδή λυχνία. Το λογισμικό εντοπίζει τα όρια της ανάκλασης από την πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια αποδίδοντας καμπυλομετρικούς και υψομετρικούς χάρτες (Liu, Huang, Pflugfelder, 1999). Με μεγαλύτερη ακρίβεια έχουν την δυνατότητα να υπολογίσουν οι τοπογράφοι εκείνοι οι οποίοι διαθέτουν την επίσης νέα τεχνολογία, που ονομάζεται scheimpflug imaging, με αποτέλεσμα καλύτερης απόδοσης των οπτικών χαρακτηριστικών. (Κατσούλος, Μαγουλάς, 2008; Byun, Chung, Park, 2012).



Εικόνα 2.8: Αριστερά, τοπογραφική απεικόνιση αστιγματισμού τύπου κατά τον κανόνα. Δεξιά, τοπογραφική απεικόνιση αστιγματισμού τύπου με τον κανόνα.

Για την ακρίβεια των επόμενων βημάτων της εξεταστικής και θεραπευτικής διαδικασίας που σχετίζεται με την χαρτογράφηση του κερατοειδούς, η σωστή τοπογραφική εξέτασή του θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση καθώς μια λανθασμένη εξέταση προκαλεί συριακή επίπτωση των λαθών στις μετέπειτα ιατρικές πράξεις και εκτιμήσεις.



Εικόνα 2.9: Τοπογραφική απεικόνιση κερατόκωνου.

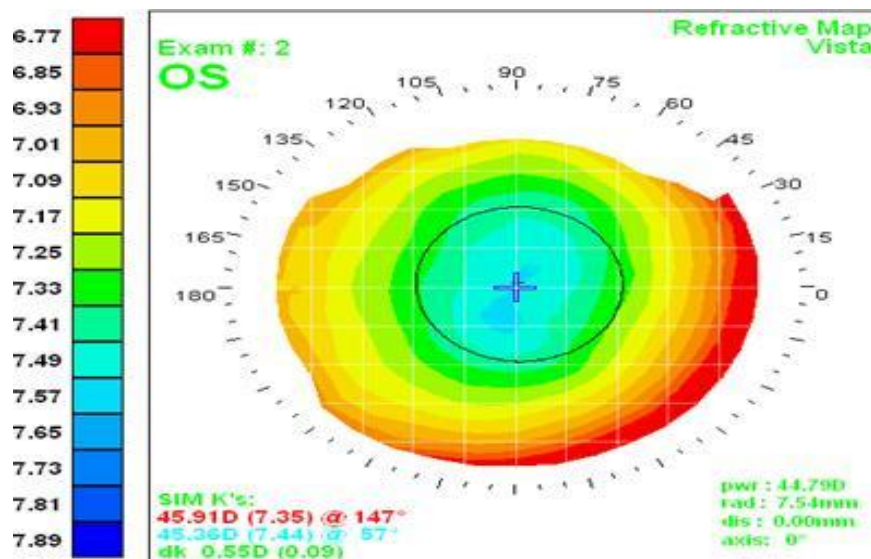
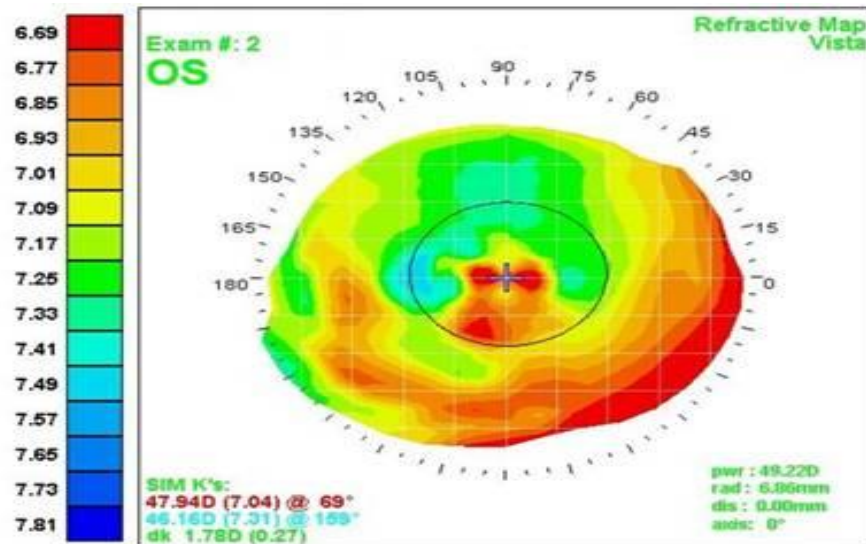
Τοπογραφία Κερατοειδούς και Διαθλαστική Χειρουργική

Στην διαθλαστική χειρουργική, η τοπογραφία της κερατοειδικής επιφάνειας είναι μια πρωταρχικής σημασίας εξέταση, όχι μόνο κατά την προεγχειρητική περίοδο αλλά και μετεγχειρητικά. Οι τοπογραφικές αλλοιώσεις λόγω φακών επαφής, η υποψία ένδειξη για κερατόκωνο, η διαμόρφωση της κερατοειδικής επιφάνειας, η κατανομή της διαθλαστικής ισχύς, το πάχος κερατοειδούς, τα κερατομετρικά κ.ά. λαμβάνονται σοβαρά υπόψη πριν την πραγματοποίηση της διαθλαστικής επέμβασης. Πολλές φορές η επιλογή της διαθλαστικής τεχνικής προκύπτει από την παρούσα εξέταση (Μαγουλάς, 2005; Agarwal, Agarwal, Jacob, 2010).

Όσον αφορά την μετεγχειρητική περίοδο, η εκτίμηση των αποτελεσμάτων της διαθλαστικής χειρουργικής πραγματοποιείται πληρέστερα με την τοπογραφική απεικόνιση του κερατοειδούς χιτώνα. Η τοπογραφία αποκαλύπτει τα προβλήματα της ανακριβούς φωτοδιαθλαστικής αφαίρεσης και την αποτελεσματικότητα όλων των διαθλαστικών επεμβάσεων.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο κερατοειδικό warpage. Το κερατοειδικό warpage αποτελεί τις αλλαγές στο σχήμα της επιφάνειας του κερατοειδούς χιτώνα εξαιτίας της χρήσης των φακών επαφής. Οι φακοί επαφής προκαλούν αλλαγές στην τοπογραφία που οφείλονται στην απευθείας μηχανική πίεση του φακού επαφής πάνω στον κερατοειδή χιτώνα, παρά σε μεταβολικές επιδράσεις. Η αφαίρεση των φακών επαφής θα πρέπει να έχει πραγματοποιηθεί

τουλάχιστον δύο εβδομάδες πριν τον προεγχειρητικό έλεγχο, προκειμένου η μορφολογία του κερατοειδούς να παρουσιαστεί ανεπηρέαστη και οι μετρήσεις να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. (Μαγουλάς, 2005; Agarwal, Agarwal, Jacob, 2010).



Εικόνα 2.10: Κερατοειδικό warpage.

Πάνω, αμέσως μετά την αφαίρεση φακών επαφής υδρογέλης.

Κάτω, τοπογραφική απεικόνιση μετά από ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα.

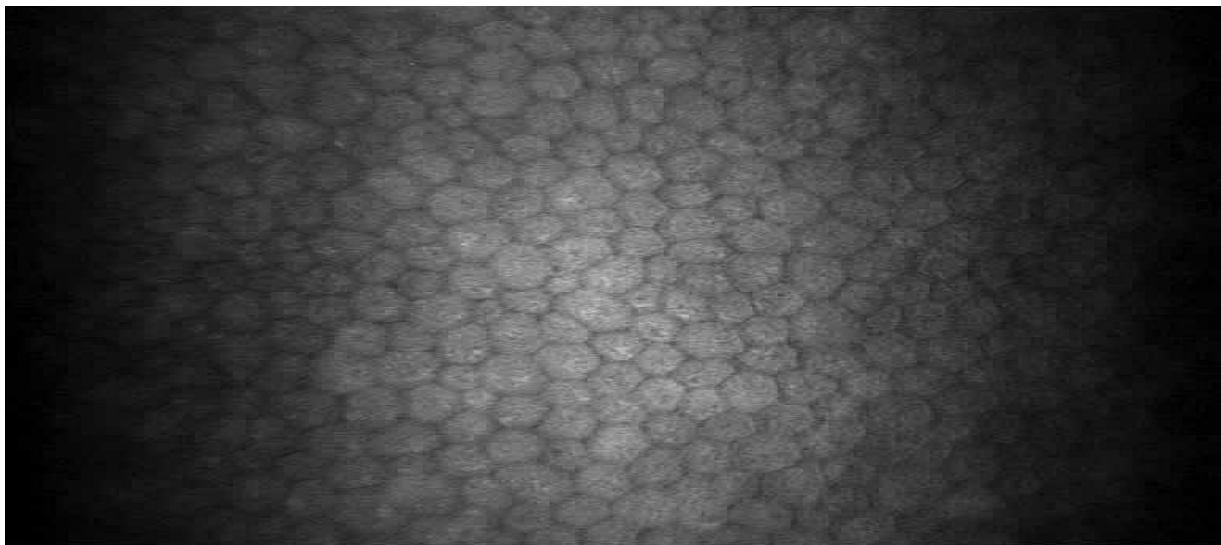
2.5.3. Μέτρηση ενδοθηλιακών κυττάρων

Η ενδοθηλιοσκόπηση είναι μια ειδική εξέταση η οποία πραγματοποιείται με τη χρήση ενός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και ο χειρουργός οφθαλμίατρος έχει τη δυνατότητα της απευθείας εικόνας του ενδοθηλίου του οφθαλμού και της μέτρησης

του αριθμού των κυττάρων του. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα του κερατοειδή έχουν σχήμα εξαγωνικό, καλύπτοντας την οπίσθια επιφάνεια του δεσκεμέτιου μεμβράνη και κατά την παιδική ηλικία ο αριθμός τους κυμαίνεται από 3.500 έως 4.000 ανά mm^2 . Με την πάροδο της ηλικίας, ο αριθμός των κυττάρων μειώνεται με αποτέλεσμα οι ενήλικες να έχουν 1.500 έως 2.000 κύτταρα / mm^2 . Τα εν λόγω κύτταρα δεν αναπαράγονται με αποτέλεσμα σε περίπτωση τραυματισμού να μην είναι δυνατή η επούλωση των νεκρών κυττάρων.

Το ανθρώπινο ενδοθήλιο του κερατοειδούς διαδραματίζει έναν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση του πάχους του κερατοειδούς και τη διαφάνεια του. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα χρησιμεύει ως φραγμός για την πρόληψη της υπερβολικής διέλευση του ρευστού από το υδατοειδές υγρό στο στρώμα του κερατοειδούς. Επιπλέον αποτελεί αντλία ύδατος από τον κερατοειδούς χιτώνα προς τον πρόσθιο θάλαμο με σκοπό την διατήρηση της βέλτιστης απόστασης μεταξύ των ινιδίων κολλαγόνου ελαχιστοποιώντας κατά αυτόν τον τρόπο τη σκέδαση του φωτός.

Η ενδοθηλιοσκόπηση χρησιμοποιείται στην εξέταση της μορφολογίας του ενδοθηλίου σε μεγέθυνση και τον αριθμό των κυττάρων του. Επιπροσθέτως, με την συγκεκριμένη εξέταση, ο χειρουργός οφθαλμίατρος λαμβάνει προεγχειρητικά σημαντικές ενδείξεις για το πάχος του κερατοειδή χιτώνα, ενώ ταυτόχρονα με κάποιους αλγόριθμους καθορίζεται το ποσοστό των κυττάρων που παρουσιάζουν πολυμεγαθισμό και πλεομορφισμό.



Endothelium

Εικόνα 2.11: Ενδοθήλιο, φυσιολογική απεικόνιση.

Ενδοθλιοσκόπηση και Διαθλαστική Χειρουργική

Οι ενδοθηλιακές μετρήσεις σχετίζονται με τη πυκνότητα των κυττάρων κι είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη διαθλαστική χειρουργική. Η χαμηλή πυκνότητα των ενδοθηλιακών κυττάρων αποτελεί αντένδειξη σε επέμβαση ένθεσης φακικού ενδοφακού. Σε υποψήφιους ασθενείς κατάλληλους για διαθλαστική χειρουργική με ένθεση ενδοφακού, η απαρίθμηση των ενδοθηλιακών κυττάρων με την πάροδο του χρόνου, κρίνεται απαραίτητη για τον αποκλεισμό χρόνιας απώλειας κυττάρων από

φλεγμονή ή εξαιτίας της επαφής του ενδοφακού. Σε περίπτωση χρόνιας φλεγμονής τα τοπικά στεροειδή παρουσιάζονται χρήσιμα, ενώ σε σπάνιες περιπτώσεις απαιτείται η αφαίρεση ή επανατοποθέτηση του ενδοφακού (Edelhauser, Sanders, Azar, 2004).

2.5.4. Εκτίμηση δακρυϊκής στοιβάδας



Εικόνα 2.12: Schirmer test.

Η μέτρηση του χρόνου διάσπασης της προκεράτιας δακρυϊκής στοιβάδας και το τεστ διαβροχής ειδικών λωρίδων διηθητικού χαρτιού, ευρέως γνωστό στην Οφθαλμολογία ως Schirmer test) αποκλείουν τυχόν ξηροφθαλμία που ενδεχομένως επιδεινωθεί σε φωτοδιαθλαστικές επεμβάσεις δημιουργώντας ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα που δύσκολα αντιμετωπίζονται ακόμη και με μακροχρόνια και συχνή ενστάλαξη τεχνητών δακρύων. Σε περιπτώσεις μειωμένης παραγωγής δακρύων, η PRK προτιμάται σε σχέση με την LASIK, καθώς η δημιουργία κερατοειδικού πετάλου αποχωρίζει τις τελικές απολήξεις των νεύρων του κερατοειδούς χιτώνα, κατά επέκταση την ελαττώνει την αισθητικότητα του κι άρα την αντανακλαστική παραγωγή δακρύων. (Γκορέζης, 2014).

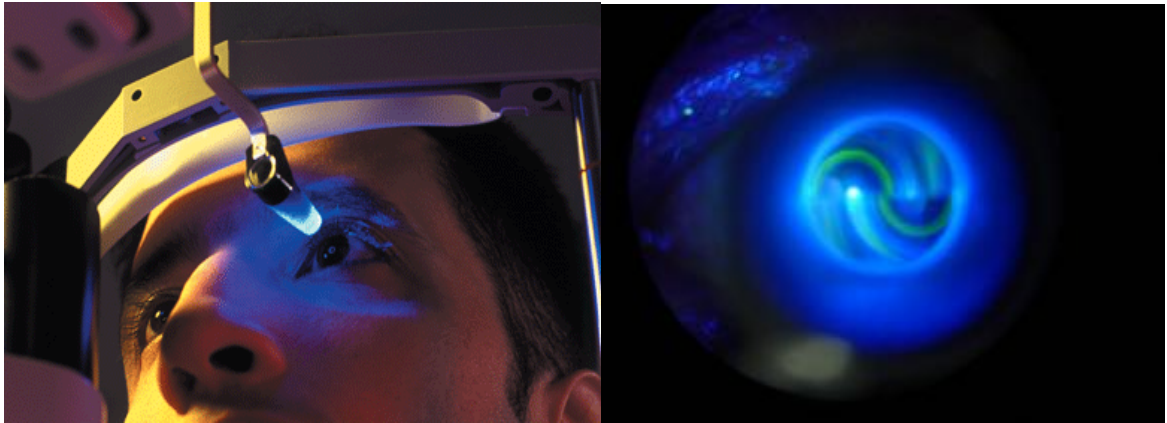
2.5.5. Μέτρηση ενδοφθάλμιας πίεσης

Η μέτρηση της ενδοφθάλμιας πίεσης (ΕΟΠ), διαφορετικά τονομέτρηση, θεωρείται βασική εξέταση ενός πλήρους οφθαλμολογικού ελέγχου. Συγκεκριμένα, καθορίζει την πίεση του υδατοειδούς υγρού μέσα στον οφθαλμό προκειμένου να διαπιστωθεί αν βρίσκεται εντός φυσιολογικών ορίων. Η λειτουργία της βασίζεται στην αντίσταση που συναντάται από την επιπέδωση μιας μικρής περιοχής του κερατοειδούς.

Εδώ και πολλούς αιώνες, μια σύνδεση μεταξύ της αυξημένης ενδοφθάλμιας πίεσης και της απώλεια της όρασης στη πάθηση του γλαυκώματος έχει σημειωθεί και για πολλά χρόνια η ενδοφθάλμια πίεση παρέμεινε η κύρια εστίαση στη διάγνωση και τη θεραπεία του (Bowman, 1892). Η σχέση μεταξύ της ΕΟΠ και της πάθησης του γλαυκώμα εξακολουθεί να διερευνάται περαιτέρω, αν και η ΕΟΠ παραμένει ο μόνος σημαντικός τροποποιήσιμος παράγοντα κινδύνου για την θεραπεία του γλαυκώματος προς το παρόν.

Μεθοδοι Τονομέτρησης

- Τονομέτρηση Επιπέδωσης: Η ΕΟΠ, με την μέθοδο αυτή, υπολογίζεται από τη δύναμη που απαιτείται για να ισοπεδωθεί μια συγκεκριμένη περιοχή του κερατοειδούς. Η τονομέτρηση με Goldman τονόμετρο (Goldman Aplanation Tonometry-GAT), μετρά τη δύναμη που απαιτείται για να ισοπεδωθεί μία περιοχή περίπου 3,06 χιλιοστά επί του κερατοειδούς με την τοποθέτηση ενός πρίσματος κατευθείαν στον κερατοειδή.



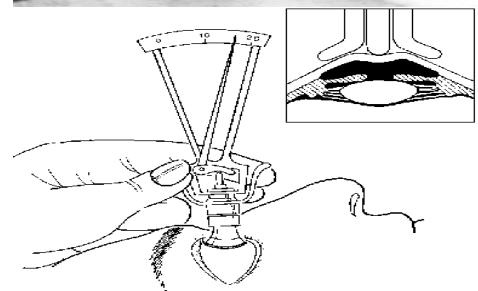
Εικόνα 2.13: Δεξιά, τονομέτρηση επιπέδωσης με τονόμετρο Goldman. Αριστερά, απεικόνιση πρισμάτων τονόμετρου Goldman.

Η τονομέτρηση *δίχως-επαφή* (No-Touch Tonometry-NCT) ή διαφορετικά "air-ruff" τονομετρία, χρησιμοποιεί μια παρόμοια αρχή, αλλά με μια σταδιακά αυξανόμενη στήλη αέρος αντί ενός πρίσματος. Αυτές οι τεχνικές προϋποθέτουν ότι το μάτι είναι μια ομοιόμορφη σφαίρα και αναπτύχθηκαν επίσης έχοντας σαν βάση ένα "ιδανικό" πάχος κερατοειδούς, από 520 μικρόμετρα (Chatterjee, Shah, Bessant, 1997; Mardelli, Piebenga, Whitacre, 1997; El Danasoury, El Maghraby, Coopender, 2001).

- Τονομέτρηση Εσοχής: Η μέθοδος αυτή τονομέτρησης πραγματοποιείται με την χρήση ενός γνωστού βάρους το οποίο πιέζει τον κεντρικό κερατοειδή χιτώνα και φτάνει σε ένα ορισμένο βάθος, δεδομένου ότι υψηλότερα βάρη αντιστοιχούν σε υψηλότερη



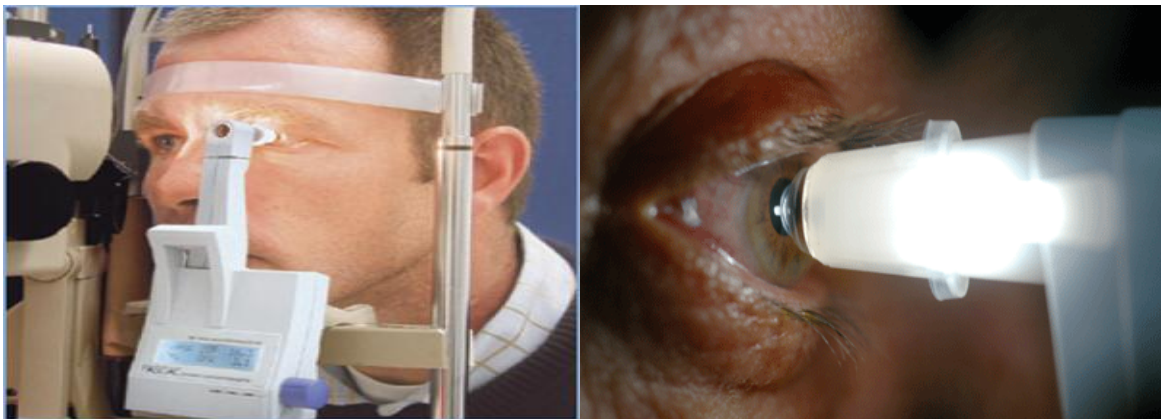
ΕΟΠ. Δεδομένου ότι το βάρος του τονόμετρου έρχεται σε αντίθεση με την ακαμψία του κερατοειδούς, η οποία είναι με τη σειρά της εξαρτάται από το κεντρικό πάχος του κερατοειδούς, οι μετρήσεις οι οποίες λαμβάνονται με βάση αυτή την μέθοδο, θα πρέπει να επηρεάζεται από διαθλαστική χειρουργική. Από τις διαθέσιμες μεθόδους εσοχής τονομετρία, οι οποίες περιλαμβάνουν Schiøtz τονομετρία και Topo-Pen, μόνο οι συσκευές οι οποίες



Εικόνα 2.14: Τονομέτρηση Εσοχής με χρήση τονόμετρου Schiøtz.

συνδυάζουν τόσο επιπέδωσης και εσοχής τονομετρίας έχουν μελετηθεί εκτενώς μετά από διαθλαστική χειρουργική και οι περισσότερες μελέτες καταλήγουν σε μια σημαντική μείωση της ΕΟΠ μετά από LASIK και PRK (Sanchez-Naves, Furfaro, Piro, 2008).

- Τονομετρία Δυναμικού Περιγράμματος: Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιεί έναν ηλεκτρικό αισθητήρα για την ανίχνευση δυναμικών αλλαγών στην ενδοφθάλμια πίεση. Η άκρη του τονόμετρου αυτού, είναι κατα αυτόν τον τρόπο σχεδιασμένη ώστε να ακουμπά τον κερατοειδή χιτώνα, δίχως να παραμορφώνει την επιφάνεια του, η οποία θεωρητικά καθιστά την τεχνική αυτή να στηρίζεται λιγότερο στο πάχος του κερατοειδούς. Δεδομένου ότι η άκρη του τονόμετρου είναι διαμορφωμένη για ένα ιδανικό κερατοειδή, η ιστοπέδωση του κερατοειδούς κατά τη διάρκεια της διαθλαστικής χειρουργικής κάποτε θεωρούνταν ότι επηρέαζαν τις μετρήσεις με βάση την μέθοδο αυτή, αλλά αυτό δεν έχει επιβεβαιωθεί από μελέτες. Πολλαπλά πειράματα σχετικά με τη χρήση του DCT μετά το LASIK, PRK, LASEK και βρήκαν ότι από το σύνολο των όλα τα τονομετρικών μεθόδων, η συγκεκριμένη παρουσιάζεται ως η περισσότερο ανεπιρέαστη από τη διαθλαστική χειρουργική με ουσιαστικά καμία σημαντική μεταβολή στην ΕΟΠ (Shemesh, Soiberman, Kurtz, 2012; Sadigh, Fouladi, Hashemi, 2013)



Εικόνα 2.15: Τονομέτρηση με Δυναμικό Τονόμετρο Pascal.

Τονομέτρηση και Διαθλαστική Χειρουργική

Οι χειρουργοί οφθαλμίατροι οφείλουν να έχουν επίγνωση των προ-, ενδο- και μετεγχειρητικών θεμάτων που είναι σημαντικά για τη διαχείριση των ασθενών από την πλευρά του γλαυκώματος. Αυτή η γνώση θα τους φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη, συμβουλευόντας ορθά τους ασθενείς να επιλέξουν την κατάλληλη χειρουργική επέμβαση, και τον εντοπισμό και την αποτελεσματική αντιμετώπιση των μετεγχειρητικών προβλημάτων.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν καταλήξει σε μια αλλαγή στη μετρούμενη ενδοφθάλμια πίεση μετά από LASIK, PRK, και άλλες διαθλαστικές χειρουργικές επεμβάσεις. Ενώ οι ίδιες οι χειρουργικές επεμβάσεις μπορεί να προκαλέσουν μεταβολές στην ενδοφθάλμια πίεση, όπως συμβαίνει με το γλαύκωμα μετά το LASIK λόγω τον στεροειδών, στις περισσότερες περιπτώσεις, η πραγματική ΕΟΠ παραμένει η ίδια και μόνο η μέτρηση επηρεάζεται. Η αλλαγή στην "δομή" του κερατοειδούς μετά από διαθλαστική χειρουργική επέμβαση προκαλεί μια ψεύτικη

υποτίμηση της ΕΟΠ, που είναι ιδιαίτερα πιο έντονη με μεθόδους επιπέδωσης και εσοχής τονομετρίας. Μια ψευδώς χαμηλή ανάγνωση της ΕΟΠ μπορεί να οδηγήσει σε μια καθυστέρηση στη διάγνωση της οφθαλμικής υπέρτασης ή του γλαυκώματος, οι χειρουργοί οφθαλμίατροι οφείλουν να έχουν επίγνωση της δυσκολίας στην μέτρηση της πραγματικής ΕΟΠ μετά από διαθλαστική χειρουργική. (Hamilton, Manche, Rich, 2002; Tsai, Loon, 2012).

2.5.6. Μέτρηση πάχους κερατοειδή

Το κεντρικό πάχος του κερατοειδούς αποτελεί μια ειδική παράμετρο στον τομέα της Οφθαλμολογίας, δεδομένου ότι ο υπολογισμός του παίζει σημαντικό ρόλο στη διαθλαστική χειρουργική και στην εκτίμηση του γλαυκώματος. Η παχυμετρία του κερατοειδούς χιτώνα είναι η ειδική εξέταση κατά την οποία λαμβάνονται μετρήσεις οι οποίες αφορούν το πάχος του, το οποίο κυμαίνεται μεταξύ 450 και 610 μm (κατά μέσο όρο 550 μm πάχος) (Krachmer, Mannis, Holland, 2005).

Η πρώτη απευθείας μέτρηση του πάχους του κερατοειδούς σε ανθρώπινο οφθαλμό πραγματοποιήθηκε από τον Bix το 1880, όπου κατέληξε στο ότι το πάχος εμφανίζεται περίπου 0.5 mm σε νέους άνδρες. Το 1951 ακολούθησε ο David Maurice, σχεδιάζοντας ένα παχύμετρο και έκτοτε πολλά μηχανήματα έχουν κατασκευαστεί για την πραγματοποίηση της μέτρησης αυτής (Ehlers, Hjortdal, 2004).

Η υπερηχητική παχυμετρία αποτελεί τα τελευταία χρόνια την πρότυπη μέθοδο επιλογής για τον υπολογισμό του πάχους στα κεντρικά 3 mm του κερατοειδούς, λόγω της έγκυρης μέτρησης και της ευκολίας της χρήσης της.



Εικόνα 2.16: Παχυμετρία με υπερήχους.

Πιο πρόσφατα, η τοπογραφία του κερατοειδούς, όπως επίσης και η οπτική τομογραφία συμφωνίας των προσθίων μορίων του οφθαλμού θεωρούνται οι βασικές εξετάσεις που ακολουθούνται για την εύρεση όχι μόνο της τιμής του κεντρικού πάχους του κερατοειδή χιτώνα, αλλά παρέχουν αναλυτικές πληροφορίες για όλη την επιφάνειά του (Ehlers, Hjortdal, 2004; Leung, Lam, Yeung, et al., 2006; Kim, Budenz, Lee. et al., 2008).

Παχυμετρία και Διαθλαστική Χειρουργική

Η παχυμετρία του κερατοειδούς κρίνεται απαραίτητη εξέταση στα πλαίσια του προεγχειρητικού διαθλαστικού ελέγχου του ασθενούς που πρόκειται να υποβληθεί σε διαθλαστική επέμβαση με excimer laser. Το αποτέλεσμα της παχυμετρίας, σε συνδυασμό με το βαθμό του οπτικού σφάλματος που πρόκειται να διορθωθεί, είναι εκείνος ο παράγοντας που θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην ασφαλή πραγματοποίηση της διαθλαστικής επέμβασης και στην τελική επιλογή της διαθλαστικής τεχνικής που θα ακολουθηθεί. Επιπροσθέτως, μια πολύ σημαντική παράμετρος αποτελεί και το υπολειπόμενο στρώμα (residual stroma) που ενδιαφέρει όλους τους διαθλαστικούς χειρουργούς (Δατσέρης, 2014).

Στην περίπτωση που το πάχος του κερατοειδούς χιτώνα δεν είναι αρκετό, αποφεύγεται η πραγματοποίηση των διαθλαστικών τεχνικών που απαιτείται η δημιουργία κερατοειδικού κρυμνού. Η παχυμετρία επίσης, ως στοιχείο, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην επιλογή πάχους του κερατοειδικού πετάλου, όταν η τεχνική που έχει επιλεγεί απαιτεί τον σχεδιασμό του (Ambrósio, Klyce, Wilson, 2003; Δατσέρης, 2014).

2.5.7. Μέτρηση μεγέθους κόρης

Κορομετρία (pupillometry) ονομάζεται η μέθοδος εξέτασης κατά την οποία μετράται η διάμετρος της κόρης του οφθαλμού και εκτιμώνται οι μεταβολές αυτής κάτω από την επίδραση διαφόρων ερεθισμάτων. Οι μετρήσεις αυτές λαμβάνονται με την χρήση ποικίλων μηχανημάτων, όπως το περίμετρο Goldman, το κορόμετρο Colvard και το Procyon (Müller, Schnaidt, Buchwald, 2004; Rosen, 2010), με πιο συνηθισμένη μέθοδο αλλά λιγότερο σύγχρονη με την χρήση συγκεκριμένης καρτέλας έχοντας στην επιφάνειά της μεγέθη κορών.

Κορομετρία και Διαθλαστική Χειρουργική

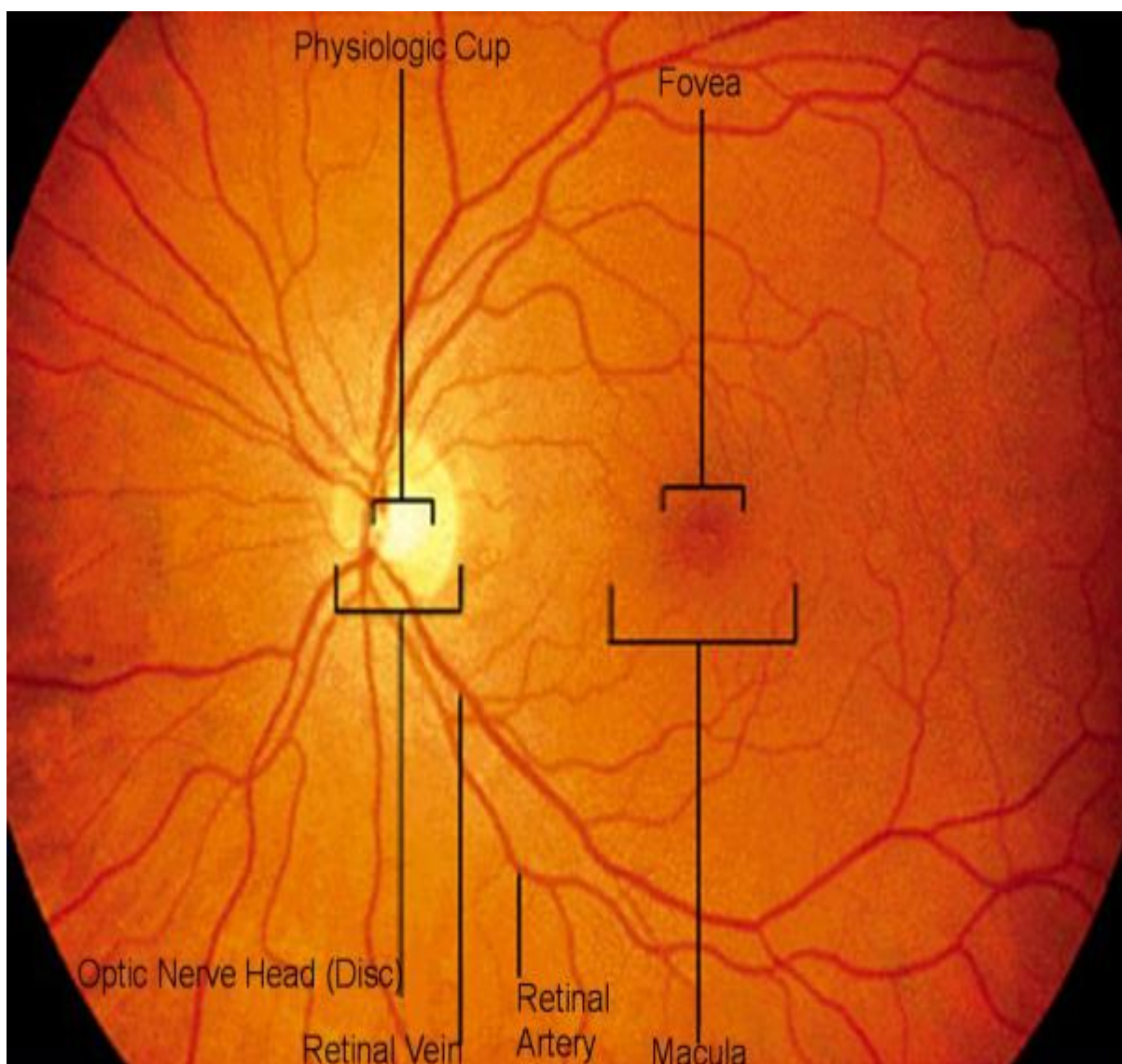
Η τιμή της διαμέτρου της κόρης κάτω από σκοτοπικές συνθήκες και οι συνεχείς διακυμάνσεις της είναι μείζονος σημασίας πληροφορίες που λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν σε προεγχειρητικό έλεγχο ασθενούς που πρόκειται να υποβληθεί σε διαθλαστική επέμβαση χρησιμοποιώντας excimer laser. Η κορομετρία αποτελεί καθοριστικής σημασίας μέτρησης προεγχειρητικά ώστε μετά το πέρας της επέμβασης, ο ασθενής να μην αντιμετωπίζει προβλήματα κατά την νυχτερινή όραση. Φωτοστέφανα που περικλείουν φωτεινές πηγές και λάμπεις, αποτελούν κάποιες από τις προαναφερθέντες ενοχλήσεις. (Villa, Gutiérrez, Jiménez, 2007).

2.6. Εξέταση Οπίσθιου Πόλου: Βυθοσκόπηση

Η επισκόπηση του οφθαλμικού βυθού, ο έλεγχος, ακριβέστερα, του αμφιβληστροειδούς χιτώνα και του υαλοειδούς, με στόχο να διαγνωσθούν έγκαιρα οι οφθαλμικές παθήσεις που αφορούν το εσωτερικό του οφθαλμού, αποκαλείται βυθοσκόπηση. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτέλεση της βυθοσκόπησης αποτελεί η μυδρίαση της κόρης του οφθαλμού. Ουσιαστικά, η πραγματοποίηση της διαστολής της κόρης επιτρέπει στον χειρουργό οφθαλμίατρο να εξετάσει το εσωτερικό του οφθαλμού, γεγονός που επιτυγχάνεται με τη χρήση τοπικών κολλυρίων. Ένας χρόνος 10 με 15 λεπτά χρειάζεται μια μυδρίαση για να εμφανίζεται ικανοποιητική. Στη συνέχεια, με την χρήση σχισμοειδούς λυχνίας και ειδικών φακών ή του οφθαλμοσκοπίο-έμμεσου ή άμεσου, δίνεται η δυνατότητα στον εξεταστή να

παρατηρήσει τον οφθαλμικό βυθό και να εκτιμήσει με λεπτομέρεια την περιοχή της ωχράς κηλίδας, των αγγείων στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, το οπτικό νεύρο, όπως και το υαλοειδές σώμα. Η συγκεκριμένη εξέταση σε καμιά περίπτωση δεν χαρακτηρίζεται επώδυνη, απλά σε κάποιες περιπτώσεις το φως που χρησιμοποιείται μπορεί να θεωρηθεί λίγο ενοχλητικό από τον ασθενή (Lens, 2006).

Εξαιτίας της απαραίτητης μυδρίασης της κόρης η όραση και κυρίως η κοντινή του ασθενούς θα παραμείνει θολή για περίπου 1 με 2 ώρες, όμως παρατηρείται σταδιακή επανάκτηση. Συστήνεται να αποφεύγεται η οδήγηση, μετά τη διαστολή της κόρης, για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μέχρι την πλήρη αποκατάσταση της όρασης. Επίσης, απαραίτητα κρίνονται για τον ασθενή ένα ζευγάρι γυαλιά ηλίου, καθώς κατά την κατάσταση της μυδρίασης, παρατηρείται αυξημένη φωτοευαισθησία (Lens, 2006).



Εικόνα2.17: Απεικόνιση του βυθού του οφθαλμού.



Εικόνα 2.18: Άμεση και έμμεση οφθαλμοσκόπηση, από αριστερά προς δεξιά.

Βυθοσκόπηση και Διαθλαστική Χειρουργική

Η προσεκτική βυθοσκόπηση στον προεγχειρητικό έλεγχο είναι ιδιαίτερα σημαντική προκειμένου να αποκλειστούν παθήσεις του αμφιβληστροειδούς χιτώνα αλλά αλλαγές στο υαλοειδές σώμα που ενδεχομένως επηρεάσουν το χειρουργικό αποτέλεσμα. Η βυθοσκόπηση θεωρείται απαραίτητη και κατά τον μετεγχειρητικό έλεγχο, καθώς η αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς παρουσιάζεται μετά από διαθλαστική χειρουργική, ιδιαίτερα σε επεμβάσεις αντικατάστασης κρυσταλλοειδούς φακού ή τοποθέτησης ενδοφακού σε πολύ υψηλές μυωπίες (Colin, Robinet, Cochener, 1999; Ruiz-Moreno, Pérez-Santonja, Alió, 1999), όπως επίσης και κατά την διαδικασία διαθλαστικών επεμβάσεων με LASIK με κερατόμο, καθώς η λειτουργία του κερατόμου περιλαμβάνει την ακινητοποίηση του βολβού του οφθαλμού μέσω αρνητικής πίεσης, ασκώντας δυνάμεις ελκτικές στο υαλοειδές και εν συνεχεία και στον αμφιβληστροειδή χιτώνα (Γκορέζης, 2014).

3. Μεθοδολογία Έρευνας

3.1. Συμμετέχοντες και Μέθοδοι

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε 105 ασθενείς, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε προεγχειρητικό έλεγχο για την πραγματοποίηση διαθλαστικής επέμβασης με σκοπό την διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματός τους, μυωπίας και αστιγματισμού, συγκεκριμένα. Οι προεγχειρητικοί έλεγχοι και οι διαθλαστικές επεμβάσεις των ασθενών πραγματοποιήθηκαν στο Αθηναϊκό Διαθλαστικό Κέντρο Laser. Ο διαθλαστικός έλεγχος των ασθενών για την πραγματοποίηση της διαθλαστικής χειρουργικής πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα των δύο πρώτων εβδομάδων του Απρίλη του 2014.

Όλοι οι ασθενείς ήταν μύωπες. Ο προεγχειρητικός έλεγχος εκτελέστηκε και στους δύο οφθαλμούς του κάθε ασθενή, με συνολικό αριθμό οφθαλμών $n=210$. Από τους 105 οι οποίοι υποβλήθηκαν σε διαθλαστική επέμβαση οι 42 ήταν γυναίκες και οι 63 ήταν άνδρες. Η ηλικία των ασθενών κυμάνθηκε από 18 έως 55 ετών (μέση ηλικία 33 ± 9). Τα δημογραφικά στοιχεία παρατίθενται στο Πίνακα 3.1, που ακολουθεί.

Χαρακτηριστικό	Τιμή
Άντρες	63
Γυναίκες	42
Αριθμός ασθενών	105
Αριθμός ματιών	210
Μέση ηλικία \pm τυπική απόκλιση	33 ± 9
Min ηλικία	18
Max ηλικία	55

Πίνακας 3.1: Δημογραφικά στοιχεία

Η προεγχειρητική πλήρης οφθαλμική εξέταση περιελάμβανε τη μέτρηση του πάχους του κερατοειδή και της μέγιστης διαμέτρου της κόρης σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού (κορομετρία). Οι συγκεκριμένες μετρήσεις προσδιορίστηκαν με την τοπογραφία του κερατοειδούς χιτώνα με την βοήθεια του Orbscan II, της εταιρίας

Bausch & Lomb Surgical και Orbtex. Η παρούσα συσκευή χρησιμοποιεί το σύστημα σάρωσης με οπτικές τομές και την placido disc τεχνολογία. Συγκεκριμένα, πραγματοποιεί μετρήσεις δεδομένων από 9.000 σημεία σε 1,5 sec μέχρι την ζώνη των 11 mm του κερατοειδούς.

Ο ασθενής τοποθέτησε στο στήριγμα του πηγουνιού τη κεφαλή του και επικέντρωσε το βλέμμα του στο στόχο προσήλωσης. Στη συνέχεια, ο οπτικός άξονας της συσκευής ευθυγραμμίστηκε με το κέντρο της κόρης του εξεταζόμενου. Το παραπάνω βεβαιώνει ότι ο οπτικός άξονας του οργάνου είναι ομοαξονικός με την γραμμή όρασης του υποψηφίου για διαθλαστική χειρουργική. Από τον εξεταζόμενο ζητήθηκε να ανοιγοκλείνει τα βλέφαρά του πριν από κάθε μέτρηση και να τα κρατά σταθερά ανοιχτά κατά την διάρκεια της.

Στη συνέχεια εκτελέστηκε αυτόματη διαθλασιμετρία, μέτρηση ενδοφθάλμιας πίεσης, αυτόματη κερατομετρία και εξέταση των πρόσθιων και οπίσθιων τμημάτων του οφθαλμού στη σχισμοειδή λυχνία.

Επιπλέον, σε δεύτερο χρόνο πραγματοποιήθηκε κυκλοπληγία με την ενστάλαξη σταγόνων Cyclogyl, αναστέλλοντας την ικανότητα προσαρμογής του οφθαλμού σε κοντινούς στόχους και εξετάστηκε η καλύτερη διορθωμένη οπτική οξύτητα (BCVA - Best Corrected Visual Acuity). Για την μέτρηση της οπτικής οξύτητας χρησιμοποιήθηκε η δεκαδική κλίμακα με μέγιστο τα 10/10.

Τα στοιχεία εκείνα τα οποία μελετήθηκαν εκτενέστερα ήταν οι τοπογραφίες του κερατοειδή των ασθενών από όπου αντλήθηκαν οι μετρήσεις του πάχους του κερατοειδή, σε συνδιασμό με την κυκλοπληγική διάθλαση τους. Με αυτά τα δεδομένα και κάτω από συγκεκριμένους υπολογισμούς, μπορεί να δημιουργηθεί μια πρώτη εκτίμηση για το μέγεθος της φωτοαποδόμησης.

3.2 Κριτήρια Αποκλεισμού

Το δείγμα που επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση της έρευνας πρόκειται για υγιείς οφθαλμούς, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν κάποιο άλλο οφθαλμολογικό πρόβλημα, εκτός της ύπαρξης της αμετροπίας και δεν είχαν υποβληθεί σε οφθαλμολογικό χειρουργείο κατά το παρελθόν. Επιπλέον, οποιοδήποτε συστηματικό πρόβλημα το οποίο θα μπορούσε να επηρεάσει την κατάσταση των οφθαλμών, όπως αρτηριακή υπέρταση και σακχαρώδη διαβήτη, προηγούμενο ιστορικό οφθαλμολογικής επέμβασης ή οφθαλμολογικής πάθησης, αποτελούσε κριτήριο αποκλεισμού για την επιλογή των συμμετεχόντων.

3.3. Στατιστική Ανάλυση

Οι οφθαλμοί της έρευνας μελετήθηκαν συνολικά δίχως να χωριστούν σε ομάδα ελέγχου και ομάδα μελέτης. Σε όλους τους υποψηφίους για διαθλαστική επέμβαση, που υποβλήθηκαν σε προεγχειρητικό έλεγχο τις πρώτες δύο εβδομάδες του Απρίλη του 2014, ακολουθήθηκε η ίδια ακριβώς διαδικασία.

Η στατιστική ανάλυση στηρίχτηκε πάνω στα εξής ερωτήματα, προκειμένου να ερευνηθούν οι παράμετροι *ποιος, πότε, πώς* όσον αφορά της διαθλαστική χειρουργική, μέσω του προεγχειρητικού ελέγχου:

- § *Ποιός*: Τι ποσοστό ανδρών και τι ποσοστό γυναικών υποβλήθηκαν σε προεγχειρητικό έλεγχο; Τι ποσοστό πραγματοποίησε διαθλαστική επέμβαση; Πόσοι άνδρες και πόσες γυναίκες; Επίσης, τι ποσοστό δεν υποβλήθηκε σε διαθλαστική επέμβαση; Για ποιό λόγο;
- § *Πότε*: Με τι βαθμό αμετροπίας; Σε τι ηλικία;
- § *Πώς*: Ποιά μέθοδος ακολουθήθηκε; Τι ποσοστό παρουσιάζει η κάθε μία;

Τα δεδομένα των μετρήσεων εισήχθησαν μέσα σε έναν υπολογιστή και επεξεργάστηκαν με το στατιστικό λογισμικό Excel 7.0 της Microsoft. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή της μέσης τιμής \pm τυπικής απόκλισης και με την μορφή ποσοστιαίας περιγραφής.

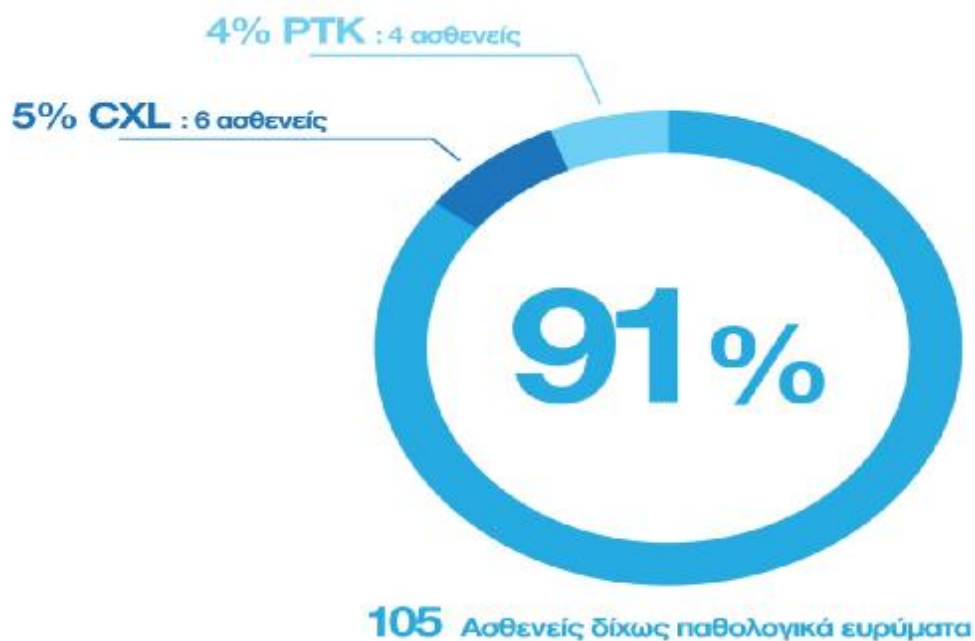
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων: Κριτήρια αποκλεισμού

Από τους 115 ασθενείς που υποβλήθηκαν στον προεγχειρητικό διαθλαστικό έλεγχο που έλαβε χώρα τις δύο πρώτες εβδομάδες του Απρίλη, οι 4 από αυτούς θα πραγματοποιούσαν επέμβαση φωτοθεραπευτικής κερατεκτομής (Phototherapeutic Keratectomy, PTK) για την αντιμετώπιση ενός αριθμού διαταραχών στην επιφάνεια του κερατοειδούς χιτώνα, ενώ 6 από αυτούς θα υποβάλλονταν σε επέμβαση χρησιμοποιώντας την τεχνική της εγκάρσιας σύνδεσης κερατοειδικού κολλαγόνου (Corneal Collagen Crosslinking, CXL), εξαιτίας της ύπαρξης κερατόκωνου. Οι παραπάνω αναφερθέντες αποκλείστηκαν από την μελέτη και συνολικά 105 ασθενείς αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας (Πίνακας 4.1).

<i>Υποψήφιοι ασθενείς για Διαθλαστική Χειρουργική</i>	
PTK	4
CXL	6
Ασθενείς δίχως παθολογικά ευρήματα	105

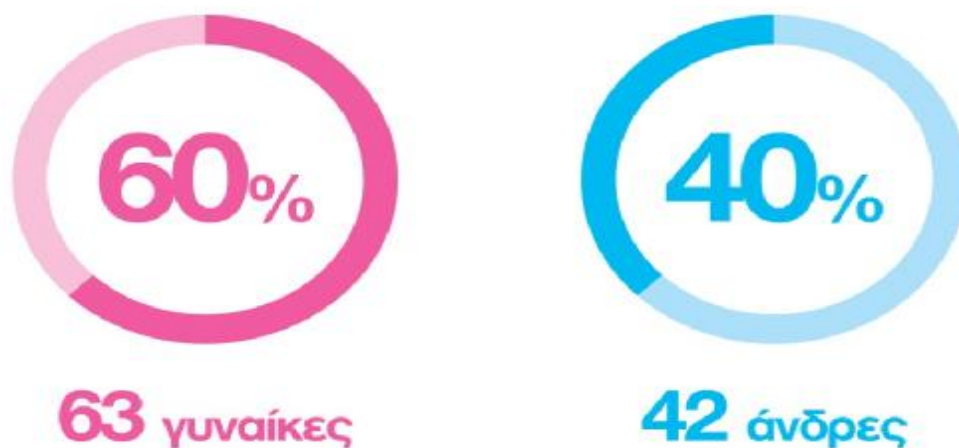
Πίνακας 4.1: Επιλεγθέντες και αποκλεισθέντες ασθενείς



Σχήμα 4.1: Ποσοστιαία απεικόνιση συμμετεχόντων και αποκλεισθέντων από την έρευνα.

4.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων: Κύρια έρευνα

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 63 γυναίκες και 42 άνδρες.



Σχήμα 4.2: Ποσοστιαία απεικόνιση συμμετεχόντων με βάση το φύλο

Από τους 105 ασθενείς, οι 45 υποβλήθηκαν σε φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) και οι 42 σε ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK) με laser, ενώ οι υπόλοιποι 18 χαρακτηρίστηκαν *ακατάλληλοι* για φωτοδιαθλαστική επέμβαση (Πίνακας 4.5).

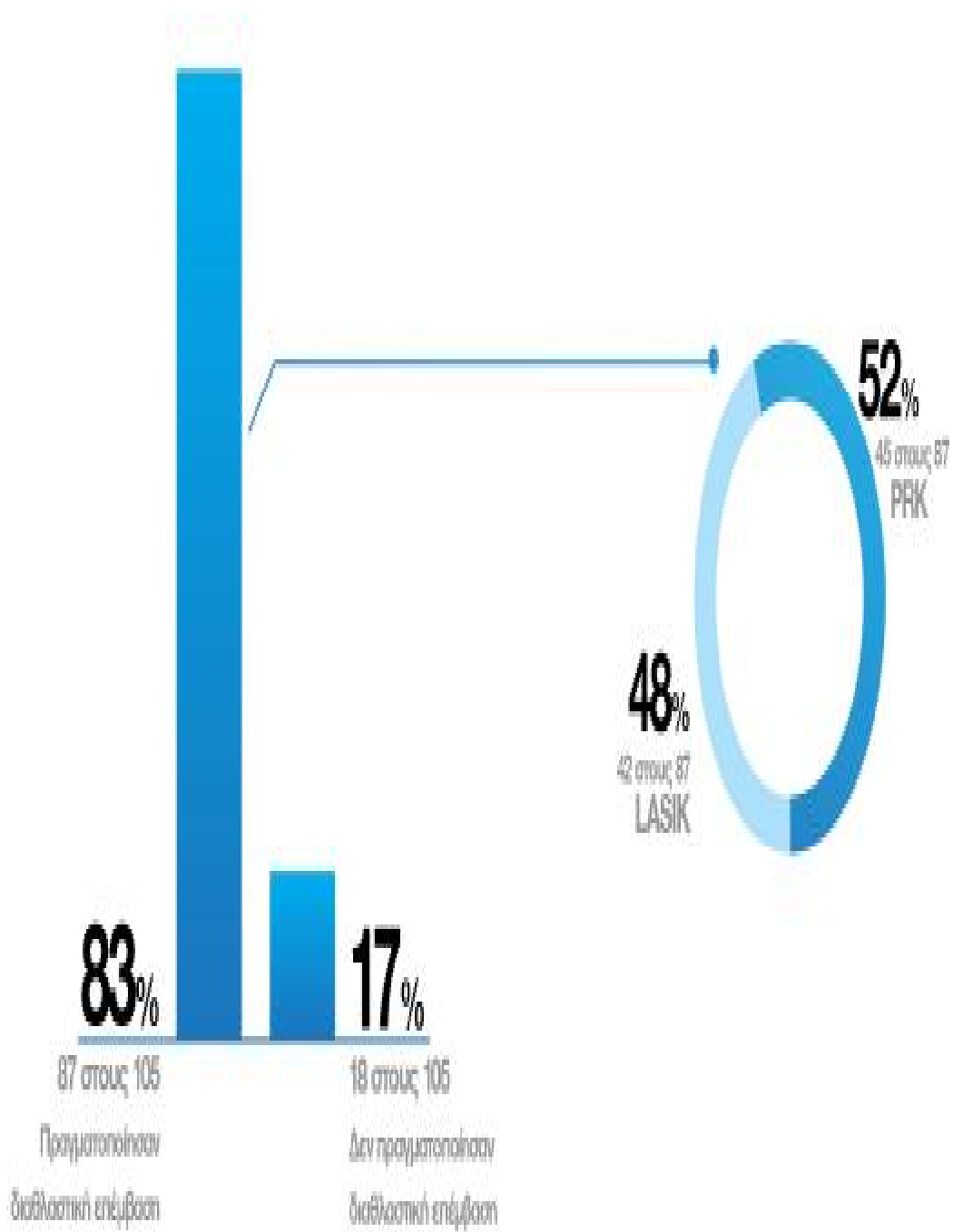
<i>Είδος θεραπείας</i>	<i>Αριθμός ασθενών</i>
PRK	45
LASIK	42
Σύνολο	87

Πίνακας 4.5: Αριθμός ασθενών στο κάθε είδος θεραπείας

Από τους 87 ασθενείς οι οποίοι υποβλήθηκαν σε διαθλαστική επέμβαση οι 53 ήταν άνδρες ενώ οι 34 γυναίκες σε σχέση με τους 18 ασθενείς οι οποίοι απορρίφθηκαν για φωτοδιαθλαστική χειρουργική, όπου οι 8 ήταν άνδρες και οι υπόλοιποι 10 γυναικείου φύλλου (Πίνακας 4.6).

<i>Χαρακτηριστικό</i>		<i>Φύλλο</i>	
		<i>Άνδρες</i>	<i>Γυναίκες</i>
Είδος Θεραπείας	PRK	26	19
	LASIK	27	15
Σύνολο χειρουργημένων ασθενών		53	34
Ακατάλληλοι για Φωτοδιαθλαστική Χειρουργική		8	10
Σύνολο απορριφθέντων ασθενών		18	

Πίνακας 4.6: Αριθμός ασθενών, χειρουργημένων και μη, με βάση το φύλλο



Σχήμα 4.3: Ποσοστιαία απεικόνιση χειρουργημένων ασθενών και απορριφθέντων

Όσον αφορά το πάχος του κερατοειδή χιτώνα, η μέση του δείγματος της έρευνας ήταν $549 \pm 43,59 \mu\text{m}$, κυμαινόμενο από 450 έως 646 μm (Πίνακας 4.7).

<i>Χαρακτηριστικό</i>	<i>Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση</i>	<i>Έκταση</i>
Πάχος κερατοειδούς (μm)	$549 \pm 43,59$	450 έως 646

Πίνακας 4.7: Τιμές πάχους κερατοειδή χιτώνα

Η προεγχειρητική κυκλοπληγική διάθλαση παρουσιάστηκε με μέση τιμή $-5,47 \pm 3,18$ διοπτρίες κυμαινόμενη από $-3,00$ έως $-12,00$ διοπτρίες και μέσο κυκλοπληγικό αστιγματισμό $-0,95 \pm 0,77$ διοπτρίες, ο οποίος κυμαινόταν από 0 έως και $-3,50$ διοπτρίες, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.7.

<i>Προεγχειρητικές Τιμές</i>		
<i>Χαρακτηριστικό</i>	<i>Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση</i>	<i>Έκταση</i>
Σφαίρωμα (Διοπτρίες)	$-5,47 \pm 3,18$	$-3,00$ έως $-12,00$
Κύλινδρος (Διοπτρίες)	$0,88 \pm 0,77$	0 έως $-3,50$

Πίνακα 4.7: Προεγχειρητικά κυκλοπληγικά χαρακτηριστικά διάθλασης

Συγκεκριμένα, από τον συνολικό αριθμό των 87 ατόμων που υποβλήθηκαν σε χειρουργική διαθλαστική επέμβαση με laser, οι 51 διέθεταν διάθλαση με χρήση κυκλοπληγίας κάτω από $-5,00$ dpt, με μέση τιμή $-4,09 \pm 0,63$ διοπτρίες κυμαινόμενη από $-3,00$ έως $-5,00$ διοπτρίες, ηλικίας από 18 έως 52, με μέση τιμή 33 ± 8 έτη (Πίνακας 4.9).

<i>Κυκλοπληγική Διάθλαση $\leq -5,00$ (Διοπτρίες)</i>		
<i>Χαρακτηριστικό</i>		<i>Τιμή</i>
Φύλλο	Άνδρες	33
	Γυναίκες	18
Σύνολο		51

Πίνακας 4.8: Αριθμός ασθενών με κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ διοπτριών

<i>Χαρακτηριστικό</i>	<i>Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση</i>	<i>Έκταση</i>
Ηλικία ασθενών με κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ dpt (Έτη)	33 ± 8	18 έως 52

Πίνακας 4.9: Ηλικία ασθενών με κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ διοπτριών

Οι 26 ασθενείς με κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ διοπτριών υποβλήθηκαν σε φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK), με μέσο πάχος κερατοειδή $548,72 \pm 24,49$, κυμαινόμενο από 504 έως 627 μm και επιπλέον σφαιρώμα μέσης τιμής $-3,9 \pm 0,67$ διοπτριών, με μικρότερη τιμή $-3,00$ και μέγιστη τιμή σφαιρώματος $-5,00$ διοπτρίες. Ο κυκλοπληγικός κύλινδρος παρούσιάζεται με μέση τιμή $-0,56 \pm 0,61$, κυμαινόμενος από $-0,50$ έως $-1,25$ διοπτρίες.

Οι υπόλοιποι ασθενείς, 25 στο σύνολο, υποβλήθηκαν σε ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK) με μέση τιμή πάχους κερατοειδή $565,27 \pm 28,06$, κυμαινόμενο από 509 έως 609, με μέσο όρο σφαιρώματος $4,19 \pm 0,57$, κυμαινόμενο από $-3,00$ έως $-5,00$ διοπτρίες, καθώς και με κυκλοπληγικό κύλινδρο μέσης τιμής $-0,61 \pm 0,72$, κυμαινόμενο από $-0,25$ έως $-2,00$ διοπτρίες.

Τα στοιχεία αυτά παρατίθενται και στο πίνακα 9 και στο πίνακα 10 που ακολουθούν.

Προεγχειρητικές τιμές- Κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ (Διοπτρίες)				
Χαρακτηριστικό		Αριθμός ασθενών	Πάχος κερατοειδή (μm)	
			Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση	Έκταση
Είδος θεραπείας	PRK	26	548,72 \pm 29,49	504 έως 627
	LASIK	25	565.27 \pm 28,06	509 έως 609

Πίνακας 4.10: Πάχος κερατοειδή ανάλογα με το είδος θεραπείας σε ασθενείς με κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ διοπτριών

Προεγχειρητικές τιμές- Κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ (Διοπτρίες)						
Χαρακτηριστικό		Αριθμός ασθενών	Σφαίρωμα (Διοπτρίες)		Κύλινδρος (Διοπτρίες)	
			Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση	Έκταση	Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση	Έκταση
Είδος θεραπείας	PRK	26	-3.9 \pm 0.67	-3,00 έως -5,00	-0,56 \pm 0,61	-0,50 έως -1,25
	LASIK	25	-4,19 \pm 0,57	-3,00 έως -5,00	-0,61 \pm 0,72	-0,25 έως -2,00

Πίνακας 4.11: Μέγεθος διάθλασης ανάλογα με το είδος θεραπείας σε ασθενείς με κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ διοπτρίες

Κυκλοπληγική διάθλαση μεταξύ -5,00 και -10,00 διοπτριών, με μέση τιμή $-6,37 \pm 0,93$ διοπτρίες κυμαινόμενη από -5,25 έως -8,00 διοπτρίες, ηλικίας από 19

έως 49, με μέση τιμή 33 ± 8 (Πίνακας 4.13), διέθεταν οι 35 ασθενείς από τον συνολικό αριθμό ατόμων που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση με laser με σκοπό την διόρθωση της αμετρωπίας.

<i>Κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -5,00$ και $\leq -10,00$ (Διοπτρίες)</i>		
<i>Χαρακτηριστικό</i>		<i>Τιμή</i>
Φύλλο	Άνδρες	21
	Γυναίκες	15
Σύνολο		36

Πίνακας 4.12: Αριθμός ασθενών με κυκλοπληγική διάθλαση $\geq -5,00$ και $\leq -10,00$ διοπτριών

<i>Χαρακτηριστικό</i>	<i>Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση</i>	<i>Έκταση</i>
Ηλικία ασθενών με κυκλοπληγική διάθλαση $\geq -5,00$ και $\leq -10,00$ dpt (Έτη)	33 ± 8	19 έως 49

Πίνακας 4.13: Ηλικία ασθενών με κυκλοπληγική διάθλαση $\geq -5,00$ και $\leq -10,00$ (Διοπτρίες)

Οι 18 ασθενείς με την συγκεκριμένη κυκλοπληγική διάθλαση υποβλήθηκαν σε φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK), με μέσο πάχος κερατοειδή $570,11 \pm 34,07$, κυμαινόμενο από 521 έως 623 μm και σφαιρώμα μέσης τιμής $-6,63 \pm 0,91$ διοπτριών, με μικρότερη τιμή $-5,50$ και μέγιστη τιμή σφαιρώματος $-7,50$ διοπτρίες. Ο κυκλοπληγικός κύλινδρος κυμάνθηκε από $-0,25$ έως $-1,75$ διοπτρίες, με μέση τιμή $-0,53 \pm 0,60$ διοπτρίες (Πίνακας 4.15 και Πίνακας 4.14).

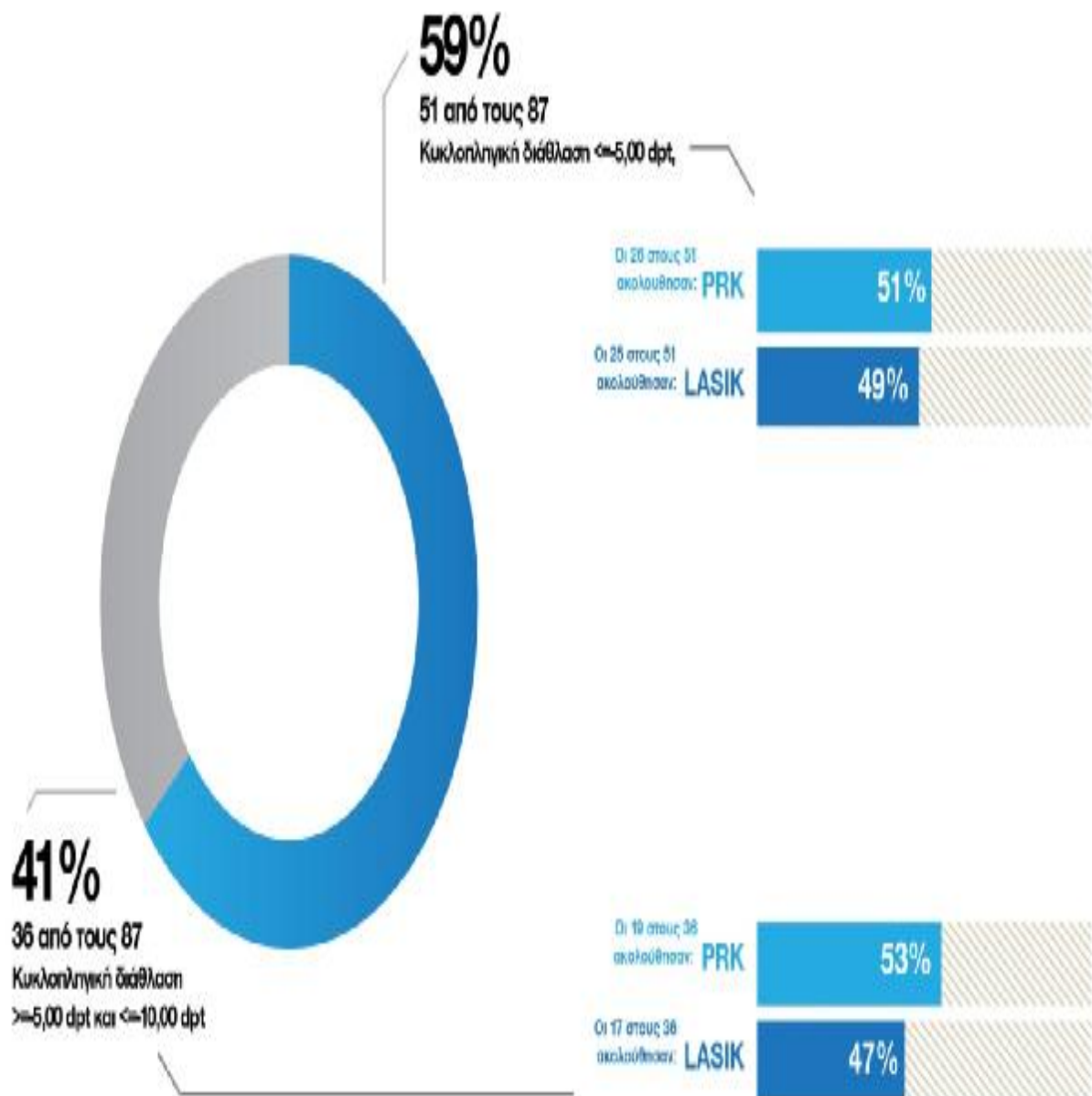
Οι υπόλοιποι ασθενείς, 17 στο σύνολο, υποβλήθηκαν σε ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK) με μέση τιμή πάχους κερατοειδή $579,43 \pm 35,38$, κυμαινόμενο από 509 έως 645, με μέσο όρο σφαιρώματος $6,15 \pm 0,96$, κυμαινόμενο από $-5,00$ έως $-8,00$ διοπτρίες και κυκλοπληγικό κύλινδρο μέσης τιμής $-0,41$ διοπτρίες, κυμαινόμενο από $-0,25$ έως $-1,50$ διοπτρίες (Πίνακας 4.15 και Πίνακας 4.14)

Προεγχειρητικές Τιμές - Κυκλοπληγική διάθλαση ≥ -5,00 και ≤ -10,00(Διοπτρίες)				
Χαρακτηριστικό		Αριθμός ασθενών	Πάχος κερατοειδή (μm)	
			Μέσος όρος ± Τυπική απόκλιση	Έκταση
Είδος θεραπείας	PRK	19	570,11 ± 34,07	521 έως 623
	LASIK	17	579,43 ± 35,38	509 έως 645

Πίνακας 4.14: Πάχος κερατοειδή ανάλογα με το είδος θεραπείας σε ασθενείς με κυκλοπληγική διάθλαση ≥-5,00 και ≤-10,00 διοπτριών

Προεγχειρητικές Τιμές - Κυκλοπληγική διάθλαση ≥ -5,00 και ≤ -10,00(Διοπτρίες)						
Χαρακτηριστικό		Αριθμός ασθενών	Σφαίρωμα (Διοπτρίες)		Κύλινδρος (Διοπτρίες)	
			Μέσος όρος ± Τυπική απόκλιση	Έκταση	Μέσος όρος ± Τυπική απόκλιση	Έκταση
Είδος θεραπείας	PRK	19	-6,63 ± 0,91	-5,50 έως - 7,50	-0,53 ± 0,60	-0,25 έως - 1,75
	LASIK	17	-6,15 ± 0,96	-5,00 έως -8,00	-0,41 ± 0,49	-0,25 έως - 1,50

Πίνακας 4.15: Μέγεθος διάθλασης ανάλογα με το είδος θεραπείας σε ασθενείς με κυκλοπληγική διάθλαση ≥-5,00 και ≤-10,00 διοπτρίες



Σχήμα 4.4: Ποσοστιαία απεικόνιση των συμμετεχόντων με βάση την κυκλοπληγική τους διάθλαση και το είδος θεραπείας

Από τους 105 ασθενείς οι οποίοι υπεβλήθησαν σε προεγχειρητικό έλεγχο, οι 18 δεν πραγματοποίησαν διαθλαστική χειρουργική καθώς χαρακτηρίστηκαν ακατάλληλοι υποψήφιοι. Το πάχος του κερατοειδούς σε συνδυασμό με τους βαθμούς της κυκλοπληγικής διάθλασής τους, αποτέλεσε απαγορευτικό παράγοντα για την υλοποίησή της.

Ακατάλληλοι υποψήφιοι για διαθλαστική χειρουργική με laser		
Χαρακτηριστικό		Τιμή
Φύλλο	Άνδρες	10
	Γυναίκες	8
Σύνολο		18

Πίνακας 4.16: Αριθμός ακατάλληλων ασθενών για διαθλαστική χειρουργική με laser

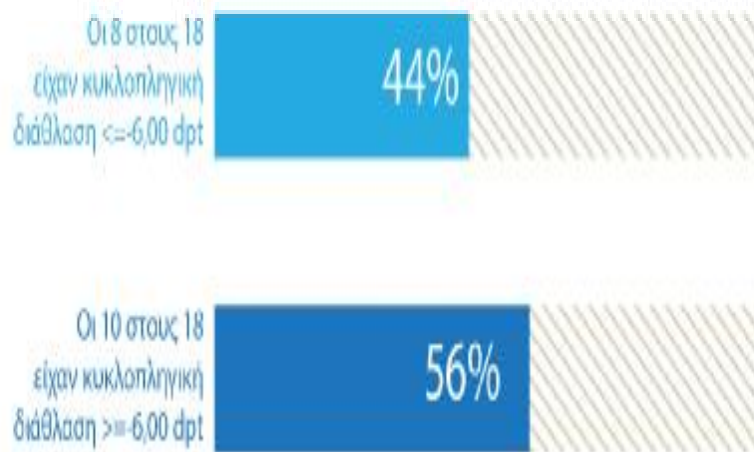
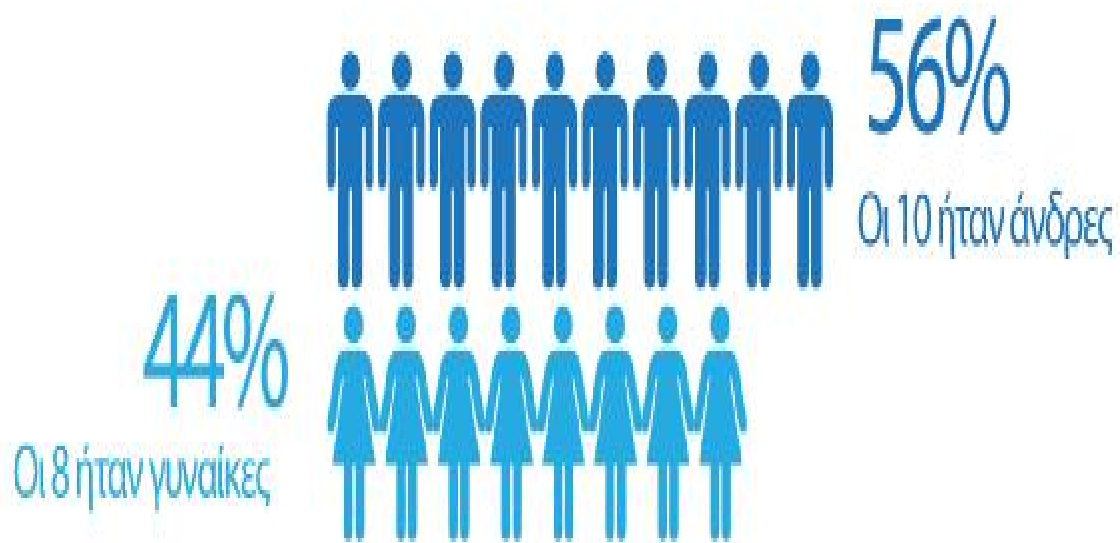
Χαρακτηριστικό	Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση	Έκταση
Ηλικία ασθενών ακατάλληλων για διαθλαστική χειρουργική με laser	33,27 \pm 12,08	18 έως 49

Πίνακας 4.17: Ηλικία ακατάλληλων ασθενών για διαθλαστική χειρουργική με laser

Από τον συνολικό αριθμό των 18 υποψήφιων, με μέση ηλικία 33,27 \pm 12,8 έτη, κυμαινόμενη από 18 έως 49 (Πίνακας 4.17), οι οποίοι μετά τον προεγχειρητικό έλεγχο χαρακτηρίστηκαν ακατάλληλοι, οι 10 ήταν ανδρικού φύλου ενώ οι υπόλοιποι 8 γυναικείου (Πίνακας 4.16).

Επιπροσθέτως, οι 8 από αυτούς άνηκαν στην κατηγορία με κυκλοπληγική διάθλαση κάτω από -6,00 διοπτρίες, κυμαινόμενη από -4,00 έως -6,00 διοπτρίες, με μέση ηλικία 35,88 \pm 13,34 έτη, και μέσο πάχος κερατοειδούς 482,55 \pm 15,99 μm . Το μέγεθος του κυλίνδρου σε αυτή την κατηγορία κυμάνθηκε από -1,25 έως -0,50, με μέση τιμή -0,68 \pm 0,54 διοπτρίες.

Οι υπόλοιποι 10 υποψήφιοι διέθεταν κυκλοπληγική διάθλαση πάνω από -6,00 διοπτρίες, με τιμές από -6,00 έως -10,00, με μέση ηλικία 27,2 \pm 7,09 έτη και μέση παχυμετρία 482,55 \pm 15,99 μm . Ο κυκλοπληγικός κύλινδρος, αντίστοιχα, κυμάνθηκε από -1,25 έως -0,50 διοπτρίες, μέσης τιμής -8,57 \pm 1,55 διοπτρίες.



Σχήμα 4.5: Ποσοστιαία απεικόνιση ασθενών ακατάλληλων για διαθλαστική χειρουργική με βάση το φύλο και την κυκλοπληγική διάθλαση

Χαρακτηριστικό		Κυκλοπληγική διάθλαση $\leq -6,00$ (Διοπτρίες)	Κυκλοπληγική διάθλαση $\geq -6,00$ (Διοπτρίες)
Αριθμός ασθενών		8	10
Μέσος όρος \pm Τυπική απόκλιση	Ηλικία (έτη)	35,88 \pm 13,34	27,2 \pm 7,09
	Παχυμετρία (μm)	482,55 \pm 15,99	482,55 \pm 15,99
	Σφαίρωμα (Διοπτρίες)	-5,16 \pm 0,96	-8,57 \pm 1,55
	Κύλινδρος (Διοπτρίες)	-0,68 \pm 0,54	-0,55 \pm 0,46
Έκταση	Ηλικία (έτη)	18 έως 55	18 έως 40
	Παχυμετρία (μm)	460 έως 510	450 έως 510
	Σφαίρωμα (Διοπτρίες)	-4,00 έως -6,00	-6,00 έως -10,00
	Κύλινδρος (Διοπτρίες)	-1,25 έως -0,50	-1,25 έως -0,50

Πίνακας 4.18: Ηλικία, πάχος κερατοειδή και διάθλαση, μέση τιμή και έκταση, ασθενών ακατάλληλων για διαθλαστική επέμβαση με laser.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το σύνολο των ατόμων που επισκέφτηκε το Αθηναϊκό Διαθλαστικό Κέντρο Laser σε μόλις δύο εβδομάδες για διαθλαστική επέμβαση ανέρχεται στον αριθμό των 115 υποψηφίων. Ο μεγάλος σχετικά αυτός αριθμός αποδεικνύει ότι ο τομέας της διαθλαστικής χειρουργικής έχει κερδίσει την εμπιστοσύνη του ευρύτερου κοινού, λόγω των εξαιρετικών αποτελεσμάτων και της μεγάλης προβλεψιμότητας. Ειδικότερα, η μεγάλη προβλεψιμότητα της έκβασης στις διαθλαστικές επεμβάσεις, αποτελεί και το βασικό πλεονέκτημα των διαθλαστικών επεμβάσεων με excimer laser, το οποίο έχει συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στην επικράτηση και διάδοση της διαθλαστικής χειρουργικής, ως μια από τις ασφαλέστερες και αποτελεσματικότερες επεμβάσεις που πραγματοποιούνται στις μέρες μας. Καθοριστικό παράγοντα στην τελική απόφαση πραγματοποίησης ή όχι της επέμβαση διαδραματίζει ο προεγχειρητικός έλεγχος.

5.1. Ανάλυση αποτελεσμάτων: Παράμετρος "Ποιος"

Από τους 115 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε προεγχειρητικό έλεγχο, οι 10 αποκλείστηκαν από την μελέτη καθώς οι 4 θα πραγματοποιούσαν επέμβαση φωτοθεραπευτικής κερατεκτομής (Phototherapeutic Keratectomy, PTK) για την αντιμετώπιση ενός αριθμού διαταραχών στην επιφάνεια του κερατοειδούς χιτώνα, ενώ 6 από αυτούς θα υποβάλλονταν σε επέμβαση χρησιμοποιώντας την τεχνική της εγκάρσιας σύνδεσης κερατοειδικού κολλαγόνου (Corneal Collagen Crosslinking, CXL), εξαιτίας της ύπαρξης κερατόκωνου.

Το 91% του συνόλου που επισκέφτηκε τις συγκεκριμένες ημερομηνίες το διαθλαστικό κέντρο, ήταν προσχεδιασμένο να πραγματοποιήσει προεγχειρητικές εξετάσεις στοχεύοντας στην εφαρμογή excimer laser για της διόρθωση της αμετρωπίας τους.

Τα χαμηλά επίπεδα οφθαλμικής υγείας, όπως και η παρουσία οφθαλμικών παθήσεων (γλαύκωμα, σημαντική ξηροφθαλμία, ερπιτική κερατίτιδα) θα επηρεάσουν αρνητικά την μετεγχειρητική όραση και κατάσταση των οφθαλμών. Οι υγιείς οφθαλμοί διαδραματίζουν σημαντικό και πρωταρχικό ρόλο στην διεξαγωγή της διαθλαστικής επέμβασης για την διόρθωση του σφαιροκυλινδρικού σφάλματος.

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 105 άτομα (63 γυναίκες και 42 άνδρες). Η μέση ηλικία του δείγματος ανέρχεται στα 33 έτη με τιμή απόκλισης 9, ενώ μέγιστη τιμή ηλικίας παρουσιάζονται τα 55 έτη και ελάχιστη τα 18 έτη.

Όπως προκύπτει από την ποσοστιαία ανάλυση του δείγματος που πραγματοποίησε προεγχειρητικό έλεγχο με βάση το φύλο, οι γυναίκες με 60% υπερτερούν των ανδρών με ποσοστό 40%. Το γεγονός ότι οι περισσότεροι ασθενείς που επέλεξαν να πραγματοποιήσουν διαθλαστική επέμβαση είναι γυναικείου φύλου ενδεχομένως να οφείλεται σε αισθητικούς λόγους.

Επιπλέον, διαθλαστική επέμβαση με σκοπό την διόρθωση της αμετρωπίας τους, όπως παρατηρείται από την μέση ηλικία του δείγματος, επιλέγουν οι νέοι άνθρωποι, δίχως να αποκλείονται οι μεγαλύτερες ηλικίες. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην γενικότερη επιθυμία των νεότερων ατόμων να απαλλαγούν από τα γυαλιά οράσεως και τους φακούς επαφής. Επίσης, οι ιδιαίτερες ασχολίες και ενδιαφέροντα σε αυτές τις ηλικίες, όπως επίσης και ορισμένα επαγγέλματα που χαρακτηρίζονται

από δράση, αποτελούν λόγους για τους οποίους κάποιος επιλέγει να προβεί σε διαθλαστική επέμβαση.

Οι 87 ασθενείς από τους 105 οι οποίοι προσήλθαν στον Αθηναϊκό Διαθλαστικό Κέντρο με σκοπό τον προγραμματισμό διαθλαστικής επέμβασης, μετά τον προεγχειρητικό έλεγχο κρίθηκαν κατάλληλοι για την υλοποίησή της.

Θεωρητικά το κάθε άτομο που έχει μια διαθλαστική ανωμαλία μπορεί να υποβληθεί σε επέμβαση διόρθωσης με laser εφόσον συμβουλευθεί τον οφθαλμίατρο και υπάρχουν οι κατάλληλες ενδείξεις (Τσιούμας, 2014).

Στην πράξη, η διαθλαστική χειρουργική δεν είναι κατάλληλη για όλους τους ασθενείς, για όλους τους οφθαλμούς. Σε γενικές γραμμές τα στοιχεία εκείνα τα οποία σκιαγραφούν το προφίλ ενός ιδανικού ασθενούς για διαθλαστική επέμβαση είναι τα εξής:

- Να βρίσκεται στο 18ο έτος της ζωής του τουλάχιστον.
- Σταθερή διάθλαση τουλάχιστον για ένα χρονικό διάστημα ενός χρόνου.
- Απουσία σοβαρών οφθαλμικών παθήσεων (Yoshiko, Ikuo, Naoko, 2002)
- Επαρκές πάχος κερατοειδούς για την εκάστοτε διάθλαση
- Οι γυναίκες να μην βρίσκονται σε περίοδο εγκυμοσύνης ή θηλασμού. Η διάθλαση μιας γυναίκας που βρίσκεται σε εγκυμοσύνη πριν, κατά τη διάρκεια, ή αμέσως μετά την εγκυμοσύνη είναι απρόβλεπτη και η διαθλαστική χειρουργική θα πρέπει να αναβληθεί έως ότου υπάρχει μια σταθερή μετά τον τοκετό διάθλαση (Manche, Carr, Haw, 1998; Jackson, 1999; Yoshiko, 2002; Dinn, Harris, Marcus, 2003; Omoti, Waziri-Erameh, Okeigbemen, 2008).

Ένας καλός υποψήφιος είναι επίσης εκείνος που, παρόλο που αναμένεται βελτιωμένη όραση, θα εξακολουθεί να είναι ευχαριστημένος με την ιδέα του να πρέπει να φορά γυαλιά οράσεως κάτω από ορισμένες καταστάσεις, όπως κατά τη νυχτερινή οδήγηση.

Από τους 105 ασθενείς οι οποίοι υπεβλήθησαν σε προεγχειρητικό έλεγχο, οι 18 δεν πραγματοποίησαν διαθλαστική χειρουργική καθώς χαρακτηρίστηκαν ακατάλληλοι υποψήφιοι. Το πάχος του κερατοειδούς και σε ορισμένες περιπτώσεις, πιθανόν, σε συνδυασμό με τους βαθμούς της κυκλοπληγικής διάθλασής τους, αποτέλεσε απαγορευτικό παράγοντα για την διεξαγωγή της.

Από τον συνολικό αριθμό των 18 υποψήφιων, με μέση ηλικία $33,27 \pm 12,8$ έτη, κυμαινόμενη από 18 έως 49, οι οποίοι μετά τον προεγχειρητικό έλεγχο χαρακτηρίστηκαν ακατάλληλοι, οι 10 ήταν ανδρικού φύλου ενώ οι υπόλοιποι 8 γυναικείου. Επιπροσθέτως, οι 8 από αυτούς άνηκαν στην κατηγορία με κυκλοπληγική διάθλαση κάτω από $-6,00$ διοπτρίες, κυμαινόμενη από $-4,00$ έως $-6,00$ διοπτρίες, με μέση ηλικία $35,88 \pm 13,34$ έτη, και μέσο πάχος κερατοειδούς $482,55 \pm 15,99$ μm . Το μέγεθος του κυλίνδρου σε αυτή την κατηγορία κυμάνθηκε από $-0,50$ έως $-1,25$ διοπτρίες, με μέση τιμή $-0,68 \pm 0,54$ διοπτρίες. Οι υπόλοιποι 10 υποψήφιοι διέθεταν κυκλοπληγική διάθλαση πάνω από $-6,00$ διοπτρίες, με τιμές από $-6,00$ έως $-10,00$, με μέση ηλικία $27,2 \pm 7,09$ έτη και μέση παχυμετρία $482,55 \pm 15,99$ μm . Ο κυκλοπληγικός κύλινδρος, αντίστοιχα, κυμάνθηκε από $-1,25$ έως $-0,50$ διοπτρίες, μέσης τιμής $-8,57 \pm 1,55$ διοπτρίες.

Οι συγκεκριμένοι υποψήφιοι διέθεταν μη μεταβλητή διάθλαση κατά τη διάρκεια ενός χρόνου και η οφθαλμική τους υγεία σε καλά επίπεδα. Παρόλα αυτά, δεν υποβλήθηκαν σε διαθλαστική επέμβαση. Με βάση την στατιστική ανάλυση των δεδομένων, ο λόγος για την απόρριψη των συγκεκριμένων ασθενών αποτελεί το πάχος του κερατοειδή χιτώνα, το οποίο εμφανίζεται ιδιαίτερα λεπτό, 450 μm η ελάχιστη τιμή, και το μεγάλο μέγεθος αμετρωπίας, που φτάνει και τις -12,00 διοπτρίες.

Η τοπογραφική ανάλυση αποδίδει συχνά χαρακτηριστικές ενδείξεις για την παρουσία ύποπτων ή εκτατικών παθήσεων του κερατοειδούς πριν από την ανάπτυξη των σημείων. Ο προεγχειρητικός τοπογραφικός έλεγχος θεωρείται η βασική εξέταση για όλες τις διαθλαστικές επεμβάσεις (Ambrosio, Klyce, Wilson, 2003; Varssano, Kaiserman, Hazarbassanov, 2004). Σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί διαθλαστική χειρουργική, σε κερατοειδείς με τοπογραφικές ανωμαλίες, απώλεια όρασης ενδεχομένως να προκύψει λόγω εκτασίας (Schor, Beer, da Silva, et al., 2003; Binder, 2007).

Κατά κύριο λόγο σε περιπτώσεις ασθενών με κερατοειδείς κάτω του φυσιολογικού μέσου όρου, στα επιτρεπτά πάντα όρια, με φυσιολογική τοπογραφία και διάθλασης μικρότερης από -5,00 διοπτρίες, καλούνταν να πραγματοποιήσουν επέμβαση φωτοδιαθλαστικής κερατεκτομής (PRK) (Hardten, Gosavi, 2009). Σε ασθενείς με λεπτούς κερατοειδείς χιτώνες, σε μη φυσιολογικά επίπεδα και με υψηλότερα διαθλαστικά σφάλματα καλούνταν να έχουν επέμβαση με ένθεση φακικού ενδοφακού (Sanders, 2007).

Η πραγματοποίηση διαθλαστικής χειρουργικής με εφαρμογή excimer laser σε περιπτώσεις ασθενών ακατάλληλων για την διεξαγωγή της μπορεί να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην όραση και την οφθαλμική υγεία του ασθενούς. Η πιο σοβαρή μακροχρόνια επιπλοκή σε κερατοδιαθλαστική χειρουργική επέμβαση είναι η αποδυνάμωση του κερατοειδούς και η ανάπτυξη κερατεκτασίας μετά LASIK και PRK. (Tabbara, Kotb, 2006; Malecaze, Couillet, Calvas, 2006; Binder, 2007). Η υπερβολικά μεγάλη απομάκρυνση κερατοειδικού ιστού κατά τη διάρκεια της επέμβασης με ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK) ή σε περιπτώσεις όπου ο κερατοειδής χιτώνας είναι πάρα πολύ λεπτός για την επιθυμητή εκτομή, ο κερατοειδής χιτώνας βρίσκεται σε κίνδυνο ανάπτυξης ιατρογενούς κερατεκτασίας. (Tabbara, 2006; Randleman, Woodward, Lynn, 2008). Αυτό ισχύει επίσης σε περιπτώσεις ασθενών, οι οποίοι είναι ύποπτοι για κερατόκωνο ή υψηλοί μύωπες, στους οποίους απαιτείται μεγάλος όγκος αφαίρεσης ιστού με αποτέλεσμα το υπολειμματικό κερατοειδικό πάχος να είναι μικρότερο των 250 μm (Condon, O'Keefe, Binder, 2007).

Βάση μελετών, ο κίνδυνος ύπαρξης κερατεκτασίας μετά από φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) είναι πολύ χαμηλότερη από την επέμβαση της ενδοστρωματικής κερατοσμίλευσης (LASIK) (Javadi, Mohammadpour, Rabei, 2006), αλλά υπάρχουν επιπλοκές που σχετίζονται με την PRK, όπως η ύπαρξη ενός υψηλότερου κινδύνου εμφάνισης μολυσματικής κερατίτιδας και θόλωσης του κερατοειδούς σε υψηλότερα διαθλαστικά σφάλματα. (Ghadhfan, Al-Rajhi, Wagoner, 2007; Alió, Muftuoglu, Ortiz, 2008).

Το σύνολο των ανωμαλιών του κερατοειδούς που εμφανίζονται στην τοπογραφική απεικόνιση, με ποσοστό 40%, έρχεται πρώτο σε μεταγενέστερες μελέτες για τον αποκλεισμό ασθενών από κερατοδιαθλαστική χειρουργική. Ακολουθεί με ποσοστό 20% η υψηλή μυωπία (μεγαλύτερη από -10,00 διοπτρίες) θεωρείται η

πιο κοινή αιτία με ποσοστό 20% μετά τις παθήσεις του κερατοειδούς χιτώνα (Ambrósio, Klyce, Wilson, 2003; Varssano, 2004).

5.2. Ανάλυση αποτελεσμάτων: Παράμετρος "Πότε"

Το δεδομένα του δείγματος της έρευνας όπως προαναφέρθηκε αντλήθηκαν κατά το διάστημα του πρώτου δεκαπενθήμερου του Απρίλη. Εκατό δεκαπέντε ασθενείς επισκέφτηκαν το διαθλαστικό αθηναϊκό κέντρο μέσα σε δύο εβδομάδες για τον προγραμματισμένο έλεγχο για διαθλαστική χειρουργική. Η επιλογή του διαστήματος αυτού, δεν ήταν τυχαία. Συνήθως όλες οι εποχές εκτός της θερινής περιόδου η οποία "κρύβει" ορισμένους κινδύνους, είναι κατάλληλες για διαθλαστική επέμβαση. Η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερα έντονη και κατά επέκταση επιβλαβής τη θερινή περίοδο για όλους τους οφθαλμούς αλλά ιδιαίτερα για οφθαλμούς ασθενών οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε τέτοιου είδους επέμβαση προκαλώντας μια ελαφρά θόλωση στην επιφάνεια του κερατοειδή στο σημείο που έχει εφαρμοστεί το excimer laser. (Προσωπική συνέντευξη, Δατσέρης, 2014).

Διαθλαστική επέμβαση με σκοπό την διόρθωση της αμετροπίας τους, όπως παρατηρείται από την μέση ηλικία του δείγματος, επιλέγουν οι νέοι άνθρωποι, δίχως να αποκλείονται οι μεγαλύτερες ηλικίες. Η μέση ηλικία του δείγματος ανέρχεται στα 33 έτη με τιμή απόκλισης 9, ενώ μέγιστη τιμή ηλικίας παρουσιάζονται τα 55 έτη και ελάχιστη τα 18 έτη.

Αυτό δικαιολογείται από την έντονη επιθυμία των νεότερων ατόμων να απαλλαγούν από τα γυαλιά οράσεως και τους φακούς επαφής. Δεν θεωρείται πάντα θέμα αισθητικής. Αρκετοί νέοι που έχουν καταφύγει στην χρήση φακών επαφής έχουν αποκτήσει δυσανεξία στη χρόνια χρήση φακών επαφής, ενώ τα γυαλιά οράσεως εμποδίζουν σε ποικίλες δραστηριότητες, περιλαμβάνοντας σπορ, όπως και ποικίλα επαγγέλματα. Άτομα επίσης με υψηλή μυωπία ή υπερμετροπία έχουν απόλυτη εξάρτηση από τα γυαλιά οράσεως τους ή τους φακούς επαφής τους και δίχως αυτά δεν έχουν την δυνατότητα να δουν.

Σημαντική παράμετρος θεωρείται η ηλικία του ασθενούς για την διεξαγωγή της (Torricelli, Bechara, Wilson, 2014). Στην πλειοψηφία τους, οι διαθλαστικοί χειρουργοί συμφωνούν ότι η διαθλαστική χειρουργική επέμβαση θα πρέπει κατά κανόνα να περιορίζεται σε ασθενείς που είναι 18 ετών και άνω, εκτός από ειδικές περιπτώσεις. Ο Dr.Lindstrom, αναφέρει ότι συχνά οι διαθλαστικές ανωμαλίες δεν σταθεροποιούνται μέχρι οι άνθρωποι να φθάσουν τα 21 έτη. Σε ενδεχόμενες εφαρμογές σε νεότερες ηλικίες προσθέτει πως είναι σχεδόν βέβαιη η επανάληψη μιας δεύτερης θεραπείας και ίσως ακόμη και μιας τρίτης θεραπείας. Η επαναληψιμότητα σημειώνει, ιδιαίτερα με την LASIK και ίσως ακόμη και με την PRK, έχουν περισσότερο κίνδυνο από την κύρια διαδικασία.

Η μυωπία, συγκεκριμένα, ακολουθεί την ανάπτυξη του σώματος και σταθεροποιείται όταν σταθεροποιηθεί και η σωματική ανάπτυξη. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται αύξηση του αρνητικού σφάλματος χωρίς ιδιαίτερο λόγο και μετά το πέρας της σωματικής ανάπτυξης. Για τον λόγο αυτό, προτού ο ασθενής προβεί σε διαθλαστική επέμβαση, η διάθλαση του θα πρέπει να παραμείνει σταθερή τουλάχιστον 1 χρόνο.

Μολονότι η διαθλαστική χειρουργική με laser έχει εγκριθεί μόνο από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) για άτομα 18 ετών και άνω, υπάρχουν

κάποιες περιπτώσεις στις οποίες η διαθλαστική χειρουργική είναι κατάλληλη και για παιδιά. Η διαθλαστική χειρουργική θεωρείται αποδεκτή σε παιδιά με αμφοτερόπλευρο υψηλό διαθλαστικό σφάλμα ή μονομερής σοβαρή ανισομετρωπία με αμβλυωπία. Στις περιπτώσεις αυτές, τα γυαλιά οράσεως ή οι φακοί επαφής δεν αποτελούν τη λύση και η διαθλαστική επέμβαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έσχατη λύση (Paysse, Coats, Hussein, et al. 2006; Astle, Fawcett, Huang, et al., 2008).

Η μέγιστη τιμή ηλικίας που εμφανίζεται στο δείγμα είναι η ηλικία των 55 ετών. Αρκετοί χειρουργοί οφθαλμίατροι θεωρούν ότι δεν υπάρχει ανώτατο όριο ηλικίας για διαθλαστική χειρουργική. Κατά κύριο λόγο εξαρτάται από την κατάσταση των ματιών. Ο κρυσταλλοειδής φακός πρέπει να είναι σαφής και ο ασθενής πρέπει να καταλάβει ότι η διαθλαστική χειρουργική δεν θα αποτρέψει την ανάπτυξη ενός καταρράκτη στο μέλλον. (Davidrof, 2004)

Η "νέα γενιά" αυτή των ασθενών που βρίσκονται στη μέση ηλικία είναι καλά εκπαιδευμένοι από την άποψη των υγιεινών τρόπων ζωής. Έχουν φορεθεί γυαλιά ηλίου μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους, είναι μη καπνιστές, καταναλώνουν ισορροπημένη, υγιεινή διατροφή, και τα μάτια τους φαίνονται "φανταστικά" με σαφείς φακούς και λίγο κιτρίνισμα. Τα μάτια τους έχουν σταθεροποιηθεί, και η ενεργό ζωή τους θα ενισχυθεί σε μεγάλο βαθμό, αν δεν πρέπει να φορούν γυαλιά για την απόσταση. Οι ασθενείς γνωρίζουν ότι πιθανότατα θα χρειαστούν γυαλιά ανάγνωσης, ακόμα και με την χειρουργική επέμβαση, αλλά πραγματικά θέλουν να είναι απαλλαγμένοι από τα γυαλιά τους κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων τους. (Davidrof, 2004).

Οι ηλικιωμένοι ασθενείς συνήθως υποφέρουν από συνθήκες οι οποίες σχετίζονται με την ηλικία που δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με διαθλαστική χειρουργική επέμβαση, όπως ο καταρράκτης και έτσι μπορεί να μην είναι καλοί υποψήφιοι για τη διαδικασία. Ο καταρράκτης θεωρείται μία από τις κύριες αιτίες της απώλειας όρασης στους ηλικιωμένους. Οι ασθενείς με καταρράκτη θα πρέπει να εξεταστούν προτού υποβληθούν σε χειρουργική επέμβαση καταρράκτη, κατά την οποία ο φυσικός φακός του οφθαλμού αντικαθίσταται από ένα τεχνητό φακό. Σε περίπτωση που ένας ασθενής με καταρράκτη επιλέξει να υποβληθούν σε διαθλαστική χειρουργική επέμβαση, η θόλωση του φακού θα πρέπει να αντιμετωπισθεί προκειμένου να εξασφαλιστεί σαφές όραμα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ωστόσο, η όραση του ασθενούς θα βελτιωθεί σημαντικά μόνο με τη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη και μόνο (Davidrof, 2004).

5.3. Ανάλυση αποτελεσμάτων: Παράμετρος "Πώς"

Σύμφωνα με την ποσοστιαία ανάλυση από τον συνολικό αριθμό των 105 ατόμων, το 83% "πέρασε με επιτυχία" τον προεγχειρητικό έλεγχο (87 υποψήφιοι), ενώ το 17% (18 υποψήφιοι) απορρίφθηκε. Από το 83% των ασθενών, οι 45 υποβλήθηκαν σε φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) (ποσοστό 52%) και οι 42 σε ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK) με laser (ποσοστό 48%), ενώ οι υπόλοιποι 18 ασθενείς χαρακτηρίστηκαν *ακατάλληλοι* για φωτοδιαθλαστική επέμβαση (ποσοστό 17%).

Με βάση τον αριθμό των ατόμων σε κάθε διαθλαστική χειρουργική τεχνική, η φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) είναι εκείνη η οποία επιλέχθηκε περισσότερο, σε σύγκριση με την ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK), αν και η διαφορά είναι

πολύ μικρή (μόλις κιάλας 3 υποψήφιοι διαφορά), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3 στην προηγούμενη ενότητα.

Αυτό ενδεχομένως να συσχετίζεται με το κόστος κάθε επέμβασης, καθώς το κόστος της LASIK, ως η πιο σύγχρονη μέθοδος με άμεση αποκατάσταση της όρασης από την επόμενη κιάλας ημέρα, σε σχέση με το κόστος της PRK, είναι πιο υψηλό.

Επιπροσθέτως, οι επιπλοκές που παρουσιάζονται μετά την εφαρμογή της χειρουργικής τεχνικής με ενδοστρωματική κερατοσμίλευση είναι πληθέστερες σε σχέση με εκείνες μετά την πραγματοποίηση φωτοδιαθλαστικής κερατεκτομής. Στη 12η Χειμερινή Συνεδρίαση Διαθλαστικής Χειρουργικής της ESCRS (European Society of Cataract & Refractive Surgeons), ο Dr. Tervo άνοιξε τη συζήτηση αναφέροντας επιχειρήματα υπέρ των διαθλαστικών χειρουργικών τεχνικών με άμεση εφαρμογή του Laser στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς χιτώνα. Σημείωσε ότι ενώ η LASIK προκαλεί λιγότερο πόνο και παρέχει ταχύτερη οπτική αποκατάσταση, η PRK παρουσιάζει λιγότερες επιπλοκές, συνεπάγεται μικρότερο κίνδυνο εμφάνισης ξηροφθαλμίας και προκαλεί λιγότερη εμβιομηχανική μεταβολή στην δομή του κερατοειδούς χιτώνα. Ο Dr. Tervo ανέφερε επίσης ότι οι ενδεχόμενες επιπλοκές που εμφανίζονται με την εφαρμογή της LASIK είναι λιγότερο σοβαρές και αντιμετωπίσιμες με μεγαλύτερη ευκολία σε σχέση με αυτές οι οποίες συμβαίνουν με την εφαρμογή της LASIK.

Επιπλέον, ο Dr. Tervo επισήμανε πως ήδη με την δημιουργία του κερατοειδικού κρημνού ως απαραίτητο στοιχείο για την εκτέλεση της LASIK, σημαίνει πως η διαδικασία είναι εγγενώς πιο επικίνδυνη συγκριτικά με την αφαίρεση ενός λεπτού σε πάχους στρώματος από την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, γεγονός που επιτυγχάνεται με την PRK. Σημείωσε ότι σε μια συγκριτική μελέτη στην οποία συμμετείχαν περίπου 700 οφθαλμοί, το συνολικό ποσοστό των επιπλοκών ήταν 6% για LASIK, σε αντίθεση με μόνο 1,7% για Trans-PRK και 2,9% για τη PRK με χρήση μικροκερατόμου (Ghadhfan, Al-Rajhi, Wagoner, 2007). Οι διεγχειρητικές επιπλοκές που συσχετίζονται με την δημιουργία του κερατοειδικού κρημνού αντιπροσωπεύουν το ήμισυ των επιπλοκών. Στο 0,9% των οφθαλμών της συγκεκριμένης έρευνας απαιτήθηκε χειρουργική επέμβαση των μετεγχειρητικών επιπλοκών, ενώ σε ποσοστό 1,3% των οφθαλμών που εφαρμόστηκε LASIK παρουσίασαν ξηροφθαλμία, αρκετή ώστε να απαιτηθεί εμφύτευση δακρυϊκών βυσμάτων, σε αντίθεση με το σύνολο των οφθαλμών που εφαρμόστηκε χειρουργική τεχνική με φωτοαποδόμηση της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς.

Πολλές μελέτες έχουν ακόμη αποδείξει ότι η μεγάλη σε χρόνο διακοπή και η αργή εκ νέου ανάπτυξη των νεύρων του κερατοειδούς μετά από διαθλαστική επέμβαση με την τεχνική της LASIK, είναι η πιο πιθανή αιτία της εμφάνισης ξηροφθαλμίας (Shtein, 2011). Η PRK δεν θέτει σε κίνδυνο κερατεκτασίας περισσότερο από ότι η LASIK. Μελέτη έδειξε πως η LASIK αντιπροσωπεύει το 96% των περιπτώσεων εμφάνισης κερατεκτασίας σε αντίθεση μόνο 4% της PRK (Randleman, B., Russell, B., Ward, A., et al. 2003; Mohammadpour, Jabbarvand, 2008).

Ακόμη, μια συγκεκριμένη παράμετρος που παρουσιάζει η τεχνική της ενδοστρωματικής κερατοσμίλευσης που έχει σχέση με το πάχος του κερατοειδούς χιτώνα σε συνδυασμό με το μέγεθός της αμετρωπίας, την καθιστούν εκλεκτική. Η παράμετρος αυτή αφορά το πάχος του κερατοειδικού στρώματος στο οποίο θα

πραγματοποιηθεί η εφαρμογή του excimer laser μετά την δημιουργία του κερατοειδικού κρυμνού (Seiler, Koufala, Richter, 1996).

Η LASIK λειτουργεί με την αφαίρεση ιστού από τον κερατοειδή χιτώνα. Αυτό αναδιαμορφώνει την επιφάνεια του κερατοειδούς για να διορθώσει το διαθλαστικό σφάλμα. Η ποσότητα του κερατοειδούς ιστού που αφαιρείται από το στρώμα καλείτε το βάθος της εκτομής, και αυτό εξαρτάται από το βαθμό του διαθλαστικού σφάλματος. Στην μυωπία, ο κερατοειδικός ιστός αφαιρείται από το κέντρο του κερατοειδούς σας για να "ισοπεδωθεί" η επιφάνεια του κερατοειδούς. Στην υπερμετρωπία, αντίστοιχα, ο κερατοειδικός ιστός απομακρύνεται από την περιφέρεια του κερατοειδούς δημιουργώντας απότομη κλίση. Το υπόλοιπο υποκείμενο τμήμα του κερατοειδούς ιστού ονομάζεται το απομένον στρώμα. Σε γενικές γραμμές, το πάχος κυμαίνεται 500 έως 600 μικρόμετρα. Σύμφωνα με FDA) το υπολοιπόμμενο στρώμα θα πρέπει να είναι 250 μικρόμετρα πάχος, διότι το πάχος αυτό διατηρεί την ακεραιότητα του κερατοειδούς ιστού και μειώνει τον κίνδυνο των επιπλοκών, ιδιαίτερα, κερατοειδικής εκτασίας (Feder, 2013).

Στην LASIK, υπάρχουν διαφορετικά πάχη πτερύγιο και πολλοί αλγόριθμοι και νομογραμμάτων για τους υπολογισμούς του βάθους της εκτομής. Το τυπικό πάχος για το κερατοειδικό πτερύγιο βρίσκεται στα 160 μικρομέτρων, και ας πούμε ότι για ένα 6 χιλιοστά διάμετρος της κόρης, κάθε 1 διοπτρία απαιτεί την αφαίρεση των 12 μικρομέτρων του κερατοειδούς ιστού. Ένας ασθενής του δείγματος, υποψήφιος για διαθλαστική επέμβαση, με -9,00 βαθμούς μυωπία και πάχος κερατοειδή 500 μm, δεν είναι κατάλληλος για LASIK κι αυτό διότι:

- Διαθλαστικό ποσό για φωτοαποδόμηση: $9 \times 12 = 108 \mu\text{m}$
- Το πάχος του κερατοειδούς του ασθενούς: 500 μm.
- Το πάχος του κερατοειδικού πτερυγίου: 160 μm
- Ελάχιστο απομένον κερατοειδικό πάχος: 250 μm
- Διαθέσιμο κερατοειδικό πάχος για εκτομή: $500 - 160 - 100 = 90 \mu\text{m}$.

Με βάση την LASIK, θα πρέπει να φωτοαποδομηθούν ο ασθενής πρέπει να εκτέμνει 108 μm από 100 μm . Κατά αυτόν τον τρόπο, ο κερατοειδής χιτώνας είναι πάρα πολύ λεπτός και κινδυνεύει για εμφάνιση κερατεκτασίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ενδείκνυται οι διαθλαστικές επεμβάσεις κατά των οποίων το excimer laser εφαρμόζεται στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς χιτώνα.

Ο συγκεκριμένος ασθενής πραγματοποιώντας PRK, έχει απομένον κερατοειδικό πάχος 392 μm ($500\mu\text{m} - 108\mu\text{m}$), το οποίο επιτρέπεται από τη FDA.

6. ΣΥΝΟΨΗ

6.1. Συμπεράσματα

Από την παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την διαθλαστική χειρουργική και το προεγχειρητικό έλεγχο, αλλά και από την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας που πραγματοποιήθηκε, μπορούν να αντληθούν κάποια βασικά συμπεράσματα τα οποία και αποτυπώνονται στη συνέχεια:

1. Το 1949, ο Ισπανός οφθαλμίατρος José Ignacio Barraquer ήταν ο πρώτος ο οποίος περιέγραψε ως εναλλακτική λύση για την μείωση ή την εξάλειψη των διαθλαστικών σφαλμάτων του οφθαλμού, την προσθήκη ή την αφαίρεση κερατοειδικού ιστού, ενώ το 1963, ο Barraquer, ανέπτυξε το πρώτο μικροκερατόμο για τον πιο ακριβή σχηματισμό του αφαιρούμενου δισκού του κερατοειδούς. Από το 1983, η εικόνα της διαθλαστικής χειρουργικής αλλάζει με την είσοδο και την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας και των εφαρμογών του excimer laser. Το 1990, ο Ιωάννης Παλλήκαρης και οι συνάδελφοί του πραγματοποίησαν το επόμενο σημαντικό βήμα στον τομέα της χειρουργικής θεραπείας των αμετρωπιών, παρουσιάζοντας στο διεθνές διαθλαστικό προσκλήνιο τη LASIK, ένας συνδυασμός μεταξύ ALK και PRK.
2. Το τελευταίο επαναστατικό βήμα το οποίο καταγράφεται στις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής ήταν η ανάπτυξη του femtosecond laser για την κοπή του κερατοειδούς κρημνού. Στη διαδικασία αυτή και σε σύγκριση με τον μηχανικό κερατόμο, το Femtosecond laser έδωσε την δυνατότητα για λεπτότερους κρημνούς με μικρές αποκλίσεις και επίπεδη μορφολογία.
3. Οι χειρουργικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται κατά τις διορθωτικές επεμβάσεις είναι αρκετές και διαφορετικές και κάθε φορά επιλέγεται εκείνη που θα φέρει τα καλύτερα αποτελέσματα στον εκάστοτε ασθενή.
4. Οι διαθλαστικές επεμβάσεις που γίνονται με χρήση Excimer laser στον κερατοειδή είναι η :
 - Επιφανειακή Φωτοδιαθλαστική Κερατεκτομή (PRK, LASEK, Epi-LASIK, Trans-PRK)
 - Ενδοστρωματική Κερατοσμίλευση (Lasik, laser in situ keratotomy)

Διόρθωση των αμετρωπιών επιτυγχάνεται και με ένθεση φακικού ενδοφακού όπως και με αντικατάσταση του κρυσταλλοειδούς φακού με ενδοφακό.

5. Ο προεγχειρητικός έλεγχος ακολουθεί μια συγκεκριμένη δομή η οποία διαιρείται σε δύο σκέλη. Το πρώτο σκέλος αποτελείται από λεπτομερή συζήτηση του υποψήφιου ασθενή με το χειρουργό οφθαλμίατρο ενώ το δεύτερο περιλαμβάνει πλήρη οφθαλμολογική εξέταση. Η λεπτομερής συζήτηση αποβλέπει στην ψυχοκοινωνική αξιολόγηση του ασθενούς, στην λήψη του ιατρικού ιστορικού του ασθενούς και στην γενική πληροφόρηση όσον αφορά την διαθλαστική χειρουργική, την στοιχειώδη ενημέρωση του ασθενούς για την προετοιμασία, την διαδικασία και την μετεγχειρητική πορεία της επέμβασης. Η πλήρης οφθαλμολογική εξέταση περιλαμβάνει την διαθλαστική εκτίμηση, την επισκόπηση των οφθαλμών, τις εξετάσεις του προσθίου ημιμόριου, και την βυθοσκόπηση.

6. Τα στοιχεία εκείνα τα οποία σκιαγραφούν το προφίλ ενός ιδανικού ασθενούς για διαθλαστική επέμβαση είναι τα εξής:
 - Να είναι τουλάχιστον 18 ετών.
 - Να διαθέτει σταθερή διάθλαση για ένα χρόνο τουλάχιστον.
 - Πολύ καλά επίπεδα οφθαλμικής υγείας.
 - Επαρκές πάχος κερατοειδούς για την εκάστοτε διάθλαση.
 - Αποκλείονται οι γυναίκες σε εγκυμοσύνη ή σε περίοδο θηλασμού.
7. Με βάση τον αριθμό των ατόμων σε κάθε διαθλαστική χειρουργική τεχνική, η φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) είναι εκείνη η οποία επιλέχθηκε περισσότερο, σε σύγκριση με την ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK), αν και η διαφορά είναι πολύ μικρή (μόλις κιόλας 3 υποψήφιοι διαφορά), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3 στην προηγούμενη ενότητα.
8. Ακόμη κι αν η διαθλαστική χειρουργική με laser έχει εγκριθεί μόνο από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) για άτομα 18 ετών και άνω, υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις στις οποίες η διαθλαστική χειρουργική είναι κατάλληλη και για παιδιά. Ανώτατο όριο ηλικίας συμφωνα με αρκετούς οφθαλμιάτρους θεωρείται ότι δεν υπάρχει, καθώς κατα κύριο λόγο εξαρτάται από την κατάσταση των οφθαλμών.
9. Συνήθως όλες οι εποχές εκτός της θερινής περιόδου η οποία "κρύβει" ορισμένους κινδύνους, είναι κατάλληλες για διαθλαστική επέμβαση.
10. Σύμφωνα με την έρευνα, η φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) είναι εκείνη η οποία επιλέχθηκε περισσότερο, σε σύγκριση με την ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK), αν και η διαφορά είναι πολύ μικρή (μόλις κιόλας 3 υποψήφιοι διαφορά). Το κόστος της LASIK, η παράμετρος που συσχετίζει το πάχος του κερατοειδούς με τους βαθμούς της αμετροπίας την καθιστούν εκλεκτική, όπως επίσης και ο αριθμός των μετεγχειρητικών επιπλοκών που είναι μεγαλύτερος συγκριτικά με την PRK.

6.2. Συμπεράσματα έρευνας

Παράμετρος Ποιος:

Η καταλληλότητα του υποψηφίου για διαθλαστική επέμβαση με σκοπό την διόρθωση του σφαιροκυλινδρικού σφάλματός του με χρήση excimer laser εξαρτάται από την ηλικία, την σταθερότητα της διάθλασής, την οφθαλμική υγεία και το πάχος του κερατοειδούς χιτώνα. Αποκλείονται οι εγκυμονούσες και οι γυναίκες οι οποίες βρισκονται σε περίοδο θηλασμού.

Παράμετρος Πότε:

Ο ασθενής, σύμφωνα με την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) οφείλει να έχει συμπληρώσει το 18ο έτος της ηλικίας του και άνω, προκειμένου να υποβληθεί σε διαθλαστική επέμβαση. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου η διαθλαστική χειρουργική κρίνεται κατάλληλη για άτομα μικρότερης ηλικίας, λόγω δύσκολων διαθλαστικών και παθολογικών καταστάσεων. Άτομα μεγαλύτερης ηλικίας δεν αποκλείονται. Κατά κύριο λόγο εξαρτάται από την κατάσταση των ματιών.

Όσον αφορά την επιλογή της "σωστής" εποχής για την πραγματοποίηση διαθλαστικής επέμβασης, όλες οι περίοδοι εκτός της θερινής η οποία κρύβει "κινδύνους", κρίνονται κατάλληλες.

Παράμετρος *Πως*:

Σύμφωνα με την έρευνα, το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος που υποβλήθηκε σε διαθλαστική επέμβαση πραγματοποίησε φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή (PRK) , σε σύγκριση με το ποσοστό εκείνο των ασθενών που υποβλήθηκαν σε ενδοστρωματική κερατοσμίλευση (LASIK). Οι παρακάτω παράγοντες δικαιολογούν ενδεχομένως το γεγονός αυτό. Το κόστος της LASIK είναι υψηλότερα σε σχέση με της PRK, η παράμετρος που συσχετίζει το πάχος του κερατοειδούς με τους βαθμούς της αμετροπίας την καθιστούν ιδιαίτερα εκλεκτική, όπως επίσης και ο αριθμός των μετεγχειρητικών επιπλοκών παρουσιάζεται μεγαλύτερος συγκριτικά με την PRK.

6.3. Μελλοντικές τάσεις

Η διαθλαστική χειρουργική είναι ένας τομέας που συνεχώς εξελίσσεται. Ήδη πέρα από την τάση που υπάρχει για χρήση του femtosecond laser σε όλο και περισσότερους τομείς της Ιατρικής, οι εφαρμογές του στην Οφθαλμολογία ήταν το έναυσμα για την εξέλιξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας όσο και ο κύριος στόχος έρευνας για την βελτίωση διαφόρων οφθαλμικών επεμβάσεων που αναφέρθηκαν. Προς το παρόν οι μηχανικοί μικροκερατόμοι δεν έχουν αντικατασταθεί πλήρως από την τεχνολογία femtosecond και δεν είναι καθολικά αποδεκτή.

Κατά αυτόν τον τρόπο οι μελλοντικές τάσεις της συγκεκριμένης τεχνολογίας συμπεριλαμβάνουν όλες εκείνες τις προσπάθειες για την τελειοποίηση των συστημάτων και την μείωση κατά αυτόν τον τρόπο των επιπλοκών και κινδύνων.

Οι γνώσεις μεταλαμπαδεύονται, η τεχνολογία εξελίσσεται και οι περιορισμοί μειώνονται με το πέρασ του χρόνου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

Δαμανάκης, Α. (1999) *Διάθλαση. Βασικές αρχές και τεχνική*. Αθήνα: Λίτσας Ιατρικές Γνώσεις.

Ευκαρπίδης, Θ., Μαγουλάς, Π. (2001) *Εγχειρίδιο PRK & LASIK*. Αθήνα: Αθηναϊκό Διαθλαστικό Κέντρο.

Κατσούλος, Κ., Ασημέλλης, Γ. (2008) *Η σύγχρονη διαθλαστική εξέταση*. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Μαγουλάς, Μ. (2005) *Τοπογραφία & Wavefront*. Αθήνα: Βήτα Ιατρικές Εκδόσεις.

Άρθρα

Γκορέζης, Σ. (2012) Femto ή μηχανικός κρημνός; Είναι αυτονόητη η απάντηση; *Νέες Οφθαλμοχειρουργικές Σημειώσεις*. 6(3), 5 - 6.

Γενική βιβλιογραφία

Γκορέζης Σπύρος, LASER Διαθλαστική Χειρουργική. Επισκέφτηκε τη 9η Οκτωβρίου 2014, <http://www.epirusvisioncenter.gr/diathlast.pdf>

Μπούσαλης Π. *Femtosecond Laser*. Επίσκεψη την 21η Ιουλίου 2014, <http://www.bousalis.gr/femtosecond-laser.html>

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

Agarwal, Am., Agarwal, At., Jacob, S. (2009) *Refractive Surgery*. 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers Pub.

Agarwal. Am., Agarwal, At., Jacob. S. (2010) *Dr. Agarwal's Textbook on Corneal Topography: Including Pentacam and Anterior Segment OCT*. 2nd ed. New Delchi: Jaypee Brothers Publishers.

Azar, D. T., Koch. D. D. (2003) *LASIK Fundamentals, Surgical Techniques, and Complications*. United States of America: Marcel Dekker, Inc.

Bowman, W (1892) *The Collected Papers of Sir William Bowman*, Vol. 2. London: Harrison and Sons.

- Feder. S. R. (2013) *The Lasik Handbook: A Case-Based Approach*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kruwer business.
- Gills, J. P. et al. (1995) *Corneal Topography: The State of the Art*. Thorofare, NJ: Slack Incorporated.
- Kanski., J. J. (2009) *Clinical Ophthalmology: A Synopsis*. 2nd ed. China: Elsevier.
- Khurana A.K, (2008) *Theory And Practice Of Optics And Refraction*. 2nd ed. India: Elsevier.
- Kohnen, T., Koch D. D. (2005) Cataract and Refractive Surgery. Germany: Springer.*
- Krachmer, J. H., Mannis, J.M., Holland, E. J. (1997) *Cornea*. First ed. St. Louis: Mo. Mosby Year-Book, Inc.
- Lenford, J., Sanders, V. (2006) *The Slit Lamp Primer*. 2nd ed. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated.
- Lens, A. (2006) *Optics, Retinoscopy, and Refractometry*. 2nd ed. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated.
- Levy, N. S., Schracher, L. (1980) *Keratorefractive. Proceedings of the Keratorefractive Society Meeting*. United States of America: LAL Pub.
- Machat, J. J., Stephen Slade, S., Louis E. Probst, E. L., (1999) *The Art of LASIK*. Thorofare NJ: SLACK, Inc.
- Schwartz, S. G. (2007) *Around the Eye in 365 Days*. United States of America: Slac, Inc.
- Sinjab, M. M. (2014) *Five Steps to Start Your Refractive Surgery: A Case-Based Systematic Approach*. New Delhi: JP Medical Ltd.
- Smolin, G., Foster, S. C., Azar, T. D. et al. (2005) *Smolin and Thoft's The Cornea: Scientific Foundations and Clinical Practice*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Steinert, R., Huang, D. (2008) *Anterior Segment Optical Coherence Tomography*. Thorofare, NJ: SLACK Inc.
- Tasman, W., Jaeger, A. (2012) *Duane's Ophthalmology*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Vajpayee, R. B., Sharma N., Melki S. A., and Sullivan. L. (2004) Step BY Step LASIK Surgery. United Kingdom: Taylor & Francis Pub.*
- Yanoff, M., Duker, S. (2008) *Ophthalmology*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby.

Άρθρα

Alio, J. (2004) Advances in phakic intraocular lenses: indications, efficacy, safety, and new designs. *Curr Opin Ophthalmol.* 15(4), 350–357.

Alió, J. L., Mulet, M. E., Gutiérrez, R., et al. (2005) Artisan toric phakic intraocular lens for correction of astigmatism. *J Refract Surg.* 21(4), 324–331.

Alió, L., Muftuoglu, O., Ortiz, D. et al. (2008) Ten-year follow-up of photorefractive keratectomy for myopia of less than -6 diopters. *Am J Ophthalmol.* 145(1), 29-36.

Ambrósio, J., Klyce, D., Wilson, E. (2003) Corneal topographic and pachymetric screening of keratorefractive patients. *J Refract Surg.* 19(1), 24-9.

Ambrósio, Jr., Klyce, D., Wilson, E. (2003) Corneal topographic and pachymetric screening of keratorefractive patients. *J Refract Surg.* 19(1), 24-29.

Applegate, A., Sarver, J., Khemsara, V. (2002) Are all aberrations equal? *J Refract Surg.* 18(5), 556-562.

Ashwin, P. T., McDonnell, P. J. (2010) Collagen cross-linkage: a comprehensive review and directions for future research. *Br J Ophthalmol.* 94(8), 965-970.

Asri, D., Touboul, D., Fournie, P., et al. (2011) Corneal collagen crosslinking in progressive keratoconus: multicenter results from the French National Reference for Keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 37(12), 2137-2143.

Astle, F., Fawcett, L., Huang, T., et al. (2008) Long-term outcomes of photorefractive keratectomy and laser-assisted subepithelial keratectomy in children. *J Cataract Refract Surg.* 34, 411-416.

Autrata, R., Rehurek, J. (2003) Laser-assisted subepithelial keratectomy and photorefractive keratectomy for the correction of hyperopia. Results of a 2-year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 29(11), 2105-2114.

Autrata, R., Rehurek, J. (2003) Laser-assisted subepithelial keratectomy for myopia: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 29(4), 661-618.

Avitable, T., Marano, F. (2001) Multifocal intra-ocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol.* 12(1), 12-16.

Azar, D. T., Ang, R. T., Lee, J. B. et al. (2001) Laser subepithelial keratomileusis: electron microscopy and visual outcomes of flap photorefractive keratectomy. *Curr Opin Ophthalmol.* 12(4):323-328.

Bastawrous, A., Silvester, A., Batterbury, M. (2011) Laser refractive eye surgery. *BMJ.* 20, 342-345.

Bellucci, R. (2005) Multifocal intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol.* 16(1), 33-7.

- Binder, P. S. (2007) Analysis of ectasia after laser in situ keratomileusis: risk factors. *J Cataract Refract Surg.* 33(9),1530-1538.
- Bower, K. S., Weichel, E. D., Kim, T. J. (2001) Overview of refractive surgery. *American Family Physician.* 64(7), 1183-1190.
- Buratto, L., Ferrari, M., Rama, P. (1992) Excimer laser intrastromal keratomileusis. *American Journal of Ophthalmology.* 113(3), 291-295.
- Byun, Y. S., Chung, S. H., Park, Y. G. et al. (2012) Posterior Corneal Curvature Assessment after Epi-LASIK for Myopia: Comparison of Orbscan II and Pentacam Imaging. *Korean J Ophthalmol.* 26(1), 6-9.
- Camellin M, Cimberle M. (2000) LASEK technique promising after 1 year of experience. *Ocul Surg News.* 14(1),14–17.
- Chang F. D. (2008) *Mastering Refractive IOLs: The Art and Science.* Thorofare: SLACK Incorporated.
- Chatterjee, A., Shah, S., Bessant, A. et al (1997) Reduction in Intraocular Pressure after Excimer Laser Photorefractive Keratectomy : Correlation with Pretreatment Myopia. *Ophthalmology.* 104(3), 35-359.
- Chen, L. J., Chang, Y, J., Kuo, J. C., et al. (2008) Metaanalysis of cataract development after phakic intraocular lens surgery. *J Cataract Refract Surg.* 34(7), 1181–1200.
- Claringbold, T. V.,. 2nd (2002) Laser-assisted subepithelial keratectomy for the correction of myopia. *J Cataract Refract Surg.* 28(1), 18-22.
- Colin, J., Robinet, A., Cochener B. (1999) Retinal detachment after clear lens extraction for high myopia: Seven-year follow-up. *Ophthalmology.* 106(12), 2281-2285.
- Comaish, I.F., Lawless, M. A. (2002) Phakic intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol.* 13(1), 7–13.
- Condon, PI., O'Keefe, M., Binde,r S. (2007) Long-term results of laser in situ keratomileusis for high myopia: risk for ectasia. *J Cataract Refract Surg.* 33(4), 583-590.
- Dick, H. B., Gross,S., Eisenmann, D., et al. (2002) Refractive lens exchange with an array multifocal intraocular lens. *J Refract Surg.* 18(5), 509-518.
- Dinn, R., Harris, Alon, M., Marcus, P. (2003) Ocular Changes in Pregnancy. *Obstetrical & Gynecological Survey.* 58(2), 137-144.
- Donoso, R., Castillo, P. (2006) Correction of high myopia with the PRL phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 32(8), 1296–1300.

Edelhauser, G., Sanders, R., Azar, R. et al. (2004) ICL in Treatment of Myopia Study Group. Corneal endothelial assessment after ICL implantation. *J Cataract Refract Surg.* 30(3), 576-583.

Edelhauser, G., Sanders, R., Azar, R.(2004) ICL in Treatment of Myopia Study Group. Corneal endothelial assessment after ICL implantation. *J Cataract Refract Surg.* 30(3), 576-583.

Ehlers. N., Hjortdal. J. (2004) Corneal thickness: measurement and implications. *Experimental eye research.* 78(3), 543-548.

El Danasoury, A., El Maghraby, A., Coopender, J. (2001) Change in intraocular pressure in myopic eyes measured with contact and non-contact tonometers after laser in situ keratomileusis. *Journal of Refractive Surgery.* 17(2), 97-104.

Fares, U., Suleman, H., Al-Aqaba, A. et al. (2011) Efficacy, predictability, and safety of wavefront-guided refractive laser treatment: metaanalysis. *J Cataract Refract Surg.* 37(8), 1465-1475. TECHNOLOGY REVIEW—THE CASE

Filippello, M., Stagni, E., O'Brart, D. (2012) Transepithelial corneal collagen crosslinking: bilateral study. *J Cataract Refract Surg.* 38(12), 283-291.

Ghadhfan, F., Al-Rajhi, A., Wagone, D. (2007) Laser in situ keratomileusis versus surface ablation: visual outcomes and complications. *J Cataract Refract Surg.* 33(12), 2041–2048.

Ghirlando, A., Gambato, C., Midena, E. (2007) LASEK and photorefractive keratectomy for myopia: clinical and confocal microscopy comparison. *Journal of Refractive Surgery.* 23(7), 694–702.

Gonvers, M., Othenin-Girard, P., Bornet, C., et al. (2001) Implantable contact lens for moderate to high myopia: short-term follow-up of 2 models. *J Cataract Refract Surg.* 27(3), 380–388.

Grinbaum, A., Blumenthal, M., Assia, E. (2003) Comparison of intraocular pressure profiles during cataract surgery by phacoemulsification and extracapsular cataract extraction. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 34(3), 182-186.

Hamilton, R., Manche, E., Rich, L. et al. (2002) Steroid-induced glaucoma after laser in situ keratomileusis associated with interface fluid. *Ophthalmology.* 109(4), 659–665.

Hardten, R., Gosavi, V. (2009) Photorefractive keratectomy in eyes with atypical topography. *J Cataract Refract Surg.* 35(8), 1437-1444.

Hashemi, H., Fotouhi, A., Foudazi H, Sadeghi, N., Peyvar. S. (2004) Prospective, randomized, paired comparison of laser epithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy for myopia less than -6.50 diopters. *J Refract Surg.* 20(3), 217-222.

- He, L., Manche, E. (2014) Prospective randomized contralateral eye evaluation of subjective quality of vision after wavefront-guided or wavefront- optimized photorefractive keratectomy. *J Refract Surg.* 30(1), 6-12.
- Helena, M. C., Baerveldt, F., Kim, W., et al. (1998) Keratocyte apoptosis after corneal surgery. *Investigative Ophthalmology and Visual Science.* 39(2), 276–283.
- Hertzberg, R. (1986) A short history of ophthalmic laser. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology.* 14(4), 387-388.
- Hoyos, J. E., Cigales, M., Hoyos-Chacón, J. (2005) Zonular dehiscence two years after phakic refractive lens (PRL) implantation. *J Refract Surg.* 21(1), 13–17.
- Izatt, J. A., Hee, M. R., Swanson, E. A. et al. (1994) Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol.* 112(12), 1584–1589.
- Jackson, Y. (1999) Recent advances in refractive surgery. *Canadian Medical Association J.* 160(9).
- Jancevski, M., Foster, S. (2010) Anterior segment optical coherence tomography. *Semin Ophthalmol.* 25(5-6), 317-323.
- Javadi, A., Mohammadpour, M., Rabei, M. (2006) Keratectasia after LASIK but not after PRK in one patient. *J Refract Surg.* 22(8), 817-820.
- Javaloy, J., Alió, J. L., Iradier, M. T., et al. (2007) Outcomes of ZB5M angle-supported anterior chamber phakic intraocular lenses at 12 years. *J Refract Surg.* 23(2), 147–158.
- Jiménez-Alfaro, I., Benítez del Castillo, J. M., García-Feijoó, J., et al. (2001) Safety of posterior chamber phakic intraocular lenses for the correction of high myopia: anterior segment changes after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology.* 108(1), 90–99.
- Jongsareejit, A. (2006) Clinical results with the medennium phakic refractive lens for the correction of high myopia. *J Refract Surg.* 22(9), 890–897.
- Kalayoglu, M. V. (2007) Advances in ocular coherence tomography: Technology spotlight. *Medcompare.* 5, 1-4.
- Kanellopoulos, A. J., Kahn, J. (2012) Topography-guided hyperopic LASIK with and without high irradiance collagen cross-linking: Initial comparative clinical findings in a contralateral eye study of 34 consecutive patients. *J Refract Surg.* 28(11), 837-840.
- Kanellopoulos, A. J., Asimellis, G. (2014) Epithelial remodeling after femtosecond laser-assisted high myopic LASIK: comparison of stand-alone with LASIK combined with prophylactic high-fluence cross-linking. *Cornea.* 33(5), 463-469.

- Karnowski, K., Kaluzny, B. J., Szkulmowski, M. et al. (2011) Corneal topography with high-speed swept source OCT in clinical examination. *Biomed Opt Express*. 2(9):2709-2720.
- Kent, C. (2011) Making the most of anterior segment OCT. *Review Ophthalmology*. 18(4), 39-46.
- Kiernan, D. F., Mieler, W. F., Hariprasad, S. M. (2010) Spectral-domain optical coherence tomography:a comparison of modern high resolution retinal imaging systems. *Am J Ophthalmol*. 149(1), 18-31.
- Kim, S. Y., Sab, W. J., Lim. Y. W., Hahn, T. (2002) Twenty percent alcohol toxicity on rabbit corneal epithelial cells: electron microscopic study. *Cornea*. 21(4):388-392.
- Kim, W., Shah, S., Wilson, S. E. (1998) Differences in keratocyte apoptosis following transepithelial and laser-scrape photorefractive keratectomy in rabbits. *Journal of Refractive Surgery*. 14(5), 526–533.
- Kim, Y., Budenz, L., Lee, S. et al. (2008) Comparison of central corneal thickness using anterior segment optical coherence tomography vs ultrasound pachymetry. *American Journal of Ophthalmology*. 145(2), 228–232.
- Koivula, A., Petrelius, A., Zetterström, C. (2005) Clinical outcomes of phakic refractive lens in myopic and hyperopic eyes: 1-year results. *J Cataract Refract Surg*. 31(6) 1145–1152.
- Koivula. A, Kugelberg, M. (2007) Optical coherence tomography of the anterior segment in eyes with phakic refractive lenses. *Ophthalmology*. 114(11), 2031–2037.
- Korkomaz, S., Bildihan. K., Sul. S., Hondur. A. (2014) A Clinical and Confocal Microscopic Comparison of Transepithelial PRK and LASEK for Myopia. *J Ophthalmol*.
- Krueger, R.,Potvin, R. (2012) FLAP TECHNOLOGY REVIEW—THE CASE FOR FEMTOSECOND LASER FLAPS IN LASER IN SITU KERATOMILEUSIS. *US Ophthalmic Review*. 5(1), 18-21.
- Lee, J. B., Seon, J. H., Lee, J. H. et al. (2001) Comparison of laser epithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy for low to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg*. 27(4), 565-70.
- Leung, D., Lam, D., Yeung, B. et al (2006) Comparison between central corneal thickness measurements by ultrasound pachymetry and optical coherence tomography. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 34(8), 751-754.
- Litwak, S., Zadok, D., Garcia-De Quevedo, V. et al. (2002) Laser-assisted subepithelial kertectomy versus photorefractive keratectomy for the correction of

myopia: a prospective comparative study. *J Cataract and Refract Surg.* 28(8), 1330–1333.

Liu, Z., Huang, A. J., Pflugfelder, S. C. (1999) Evaluation of corneal thickness and topography in normal eyes using the Orbscan corneal topography system. *Br J Ophthalmol.* 83(7), 774-778.

Lovisollo, C. F., Reinstein, D. Z. (2005) Phakic intraocular lenses. *Surv Ophthalmol.* 50(6), 549–587.

Lui, M. M., Silas, M. A., Fugishima H., (2003) Complications of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg.* 19(2), 247-249.

Malecaze, F., Couillet, J., Calvas, P. et al. (2006) Corneal ectasia after photorefractive keratectomy for low myopia. *Ophthalmology.* 113(5), 742-746.

Manche, E. E., Carr, J. D., Haw, W.W., Hersh, P. S. (1998) Excimer laser refractive surgery. *West J Med.* 169(1), 30-38

Marcus, N., Gayer, S., Anderson, R. (2003) Medical evaluation of patients before ocular surgery. *Am J Ophthalmol.* 136(2), 338-339.

Mardelli, G., Piebenga, W., Whitacre, M. et al (1997) Siegmund KD. The Effect of Excimer Laser Photorefractive Keratectomy on Intraocular Pressure Measurements Using the Goldmann Applanation Tonometer. *Ophthalmology.* 104, 945-949.

McDonald, M. B., Frantz, J. M., Klyce, S. D., et al. (1990) One-year refractive results of central photorefractive keratectomy for myopia in the nonhuman primate cornea. *Arch Ophthalmol.* 108, 40-47.

Melksi, S. A., Azar, D. T. (2001) LASIK complications: etiology, management, and prevention. *Surv. Ophthalmol.* 46(2), 95-116.

Mohammadpour, M., Jabbarvand, M. (2008) Risk factors for ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg.* 34(7), 1056.

Omoti, A., Waziri-Erameh, J., Okeigbemen, V. (2008) A review of the changes in the ophthalmic and visual system in pregnancy. *Afr J Reprod Health.* 12(3), 185-196.

Palanker, D. V., Blumenkranz, M. S., Marmor, M. F. (2011) Fifty year ophthalmic laser therapy. *Arch Ophthalmol.* 129(12), 1613 - 1619.

Pallikaris, I., Papatzanaki, M., Siganos, D. et al. (1991) A corneal flap technique for Laser in situ keratomileusis : Human studies. *Arch Ophthalmol.* 145, 1699-1702.

Pallikaris, I. G., Kalyvianaki, M. I., Kymionis, G. D., et al. (2004) Phakic refractive lens implantation in high myopic patients: one-year results. *J Cataract Refract Surg.* 30(6), 1190–1197.

- Pallikaris, I. G., Katsanevaki, V. J., Kalyvianaki, M. I. et al. (2003) Advances in subepithelial excimer refractive surgery techniques: Epi-LASIK. *Curr Opin Ophthalmol.* 14(4):207-212.
- Pallikaris, I. G., Kymionis, G. D., Astyrakakis, N. I. (2001) Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 27(11). 1796-1802.
- Pallikaris, I. G., Naoumidi, I. I., Kalyvianaki, M. I. et al. (2003) Epi-LASIK: comparative histological evaluation of mechanical and alcohol-assisted epithelial separation. *J Cataract Refract Surg.* 29(8),1496-1501.
- Pang, C. E., Vanathi, M., Tan, D. et al. (2011) Evaluation of corneal epithelial healing under contact lens with spectral domain anterior segment optical coherence tomography. *Open Ophthalmol J.* 5,51-54.
- Paysse, A., Coats, K., Hussein, A., et al. (2006) Long-term outcomes of photorefractive keratectomy for anisometropic amblyopia in children. *Ophthalmology.* 113, 169-176.
- Pérez-Santonja, J. J., Alió, J. L., Jiménez-Alfaro, .I, et al. (2000) Surgical correction of severe miopía with an angle-supported phakic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 26(9),1288–1302.
- Pérez-Vives, C., Montés-Micó, R., López-Gil, N., (2013) Crystalens HD intraocular lens analysis using an adaptive optics visual simulator. *Optom Vis Sci.* 90(12):1413-1423.
- Piñero, D. P., Puche, A. B., Alió, J. L.(2009) Ciliary sulcus diameter and two anterior chamber parameters measured by optical coherence tomography and VHF ultrasound. *J Refract Surg.* 25(11), 1017–1025.
- Pirouzian, A., Thornton, J. A., Ngo, S. (2004) A Randomized Prospective Clinical Trial Comparing Laser Subepithelial Keratomileusis and Photorefractive Keratectomy. *Archives of Ophthalmology.* 122(1), 11–16.
- Platt., B. C., Shack,. R. (2001) History and principles of Shack-Hartmann wavefront sensing. *J Refract Surg.* 17(5)573-577.
- Ramos, J., Li, Y., Huang, D. (2009) Clinical and research applications of anterior segment optical coherence tomography – a review. *Clinical and Experimental Ophthalmology.* 37(1), 81-89.
- Randleman, B., Russell, B., Ward, A., et al. (2003) Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology.* 110, 267–275.
- Ruiz-Moreno, J., Pérez-Santonja, J., Alió, J. (1999) Retinal detachment in myopic eyes after laser in situ keratomileusis. *American Journal of Ophthalmolog.* 128(5), 588-594.

- Sadigh, L., Fouladi, J., Hashemi, H. et al. (2013) A comparison between Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry after photorefractive keratectomy. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology*. 251, 603-608.
- Salgado, J. P., Khoramnia, R., Lohmann, C. P., et al. (2011) Corneal collagen crosslinking in post-LASIK keratectasia. *Br J Ophthalmol*. 95(4), 493-497.
- Sanchez-Naves, J., Furfaro, L., Piro, O. et al (2008) Impact and permanence of LASIK-induced structural changes in the cornea on pneumotometric measurements: contributions of flap cutting and stromal ablation. *Journal of Glaucoma*. 17(8), 611-618.
- Sanders, R. (2007) Matched population comparison of the Visian Implantable Collamer Lens and standard LASIK for myopia of -3.00 to -7.88 diopters. *J Refract Surg*. 23(6), 537-553.
- Sarver, E. J., Sanders, D. R., Vukich, J. A. (2003) Image quality in myopic eyes corrected with laser in situ keratomileusis and phakic intraocular lens. *J Refract Surg*. 19(4), 397–404.
- Schmidinger, G., Lackner, B., Pieh, S., et al. (2010) Long-term changes in posterior chamber phakic intraocular collamer lens vaulting in myopic patients. *Ophthalmology*. 117(8), 1506–1511.
- Schor, P., Beer, M., da Silva, O. et al. (2003) A clinical follow up of PRK and LASIK in eyes with preoperative abnormal corneal topographies. *Br J Ophthalmol*. 87(6),682-685.
- See, J. L. S. (2009) Imaging of the anterior segment in glaucoma. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. 3(5), 506-513.
- Seiler, T., Koufala, K., Richter, G. (1996) Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg*. 14, 312–17.
- Shemesh, G., Soiberman, U., Kurtz S. (2012) Intraocular pressure measurements with Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry in eyes after IntraLASIK or LASEK. *Clinical Ophthalmology*. 6,1967-1970.
- Sherif. A. M. (2014) Accelerated versus conventional corneal collagen cross-linking in the treatment of mild keratoconus: a comparative study. *Clin Ophthalmol*. 2(8), 1435-1440.
- Shtein, M. (2011) Post-LASIK dry eye. *Expet Rev Ophthalmol*. 6(5), 575–582.
- Tabbara, F., Kotb, A. (2006) Risk factors for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology*. 113(9), 1618-1622.

- Taboada, J., Mikesell, GW. Jr., Reed, R. D. (1981) Response of the corneal epithelium to KrF excimer laser pulses. *Health Phys.* 40(5): 677-83.
- Taneri, S., Zieske, J. D., Azar, D. T. (2004) Evolution, techniques, clinical outcomes, and pathophysiology of LASEK: review of the literature. *Surv Ophthalmol.* 49(6):576-602.
- Teichmann, K. D. (2004) Bilateral keratectasia after in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 30(11), 2257-2258.
- Toricelli, A., Bechara, J., Wilson, E. (2014) Screening of refractive surgery candidates for LASIK and PRK. *Cornea.* 33(10), 1051-1055.
- Trokel, S. L., Srinivasan, R., Braren B. (1983) Excimer laser surgery of the cornea. *Am J Ophthalmol.* 96(6), 710–715.
- Tsai, S., Loon, C. (2012) Intraocular pressure assessment after laser in situ keratomileusis: a review. *Clinical and Experimental Ophthalmology.* 40(3), 295-304.
- Vajzovic, L., Karp C., Haft, P., et al. (2011) Ultra high-resolution anterior segment optical coherence tomography in the evaluation of anterior corneal dystrophies and degenerations. *Ophthalmol.* 118(7):1291-1296.
- Varssano, D., Kaiserman, I., Hazarbassanov, R. (2004) Topographic patterns in refractive surgery candidates. *Cornea.* 23(6), 602-7.
- Wittig-Silva, C., Whiting, M., Lamoureux, et al. (2008) A randomized controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: preliminary results. *J Refract Surg.* 24(7), 720-725.
- Wollensak, G., Spoerl, E., Seiler, T. (2003) Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 135(5), 620-627.
- Yoshiko, H., Ikuko, T., Naoko, A. (2002) Reasons for not performing refractive surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 28(5), 795-797.

Γενική βιβλιογραφία

Schena L. LASIK and Age: Pushing the Limits. Eye Net Magazine. American Academy of Ophthalmology. Επίσκεψη την 11 Νοεμβρίου 2014, <http://www.aao.org/publications/eyenet/200409/feature>.

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

Εικόνα 1.1. Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Ignacio_Barraquer, επίσκεψη την 01/09/2014

Εικόνα 1.2. Πηγή: <http://russiapedia.rt.com/prominent-russians/science-and-technology/svyatoslav-fyodorov/>, επίσκεψη την 01/09/2014.

Εικόνα 1.3. Πηγή: <http://medicalltime.gr>, επίσκεψη την 01/09/2014.

Εικόνα 1.4. Πηγή: <http://occlasik.ca/prk-experience/>, επίσκεψη την 01/09/2014

Εικόνα 1.5. Πηγή: <http://www.eyespot.com/eyespot-corneal-refractive-surgery/>, επίσκεψη την 01/09/2014

Εικόνα 1.6. Πηγή: <http://blog.arizonalask.com/the-history-of-lasik-eye-correction/>, επίσκεψη την 01/09/2013

Εικόνα 1.7. Πηγή: http://www.visionclinic.be/en/info/news_femto-lasik.php, επίσκεψη την 01/09/2014

Εικόνα 1.8. Πηγή: <http://www.webmd.com/eye-health/eye-health-lasek-laser-eye-surgery>, επίσκεψη την 01/09/2014

Εικόνα 1.9. Πηγή: <http://www.vision-and-eye-health.com/laser-refractive-surgery-prk.html>, επίσκεψη την 01/09/2014

Εικόνα 1.10. Πηγή: <http://www.healio.com/ophthalmology/refractive-surgery/news/print/ocular-surgery-news/%7Bde10114d-0396-4c10-ba2d-1c8ab7941c15%7D/epi-lasik-draws-attention-to-the-surface-for-corneal-ablation>, επίσκεψη την 01/09/2014.

Εικόνα 1.11. Πηγή: <http://www.transprk.com.sg/what-is-transprk/>, επίσκεψη την 02/09/2014

Εικόνα 1.12. Πηγή: <http://www.wellishvision.com/other-services/cxl/>, επίσκεψη την 02/09/2012.

Εικόνα 1.13. Πηγή: http://www.theopticalvisionsite.com/contact-lenses/what-is-keratconus-and-how-to-treat-it-with-soft-contact-lenses/#.VAYPUfl_tJ8, επίσκεψη την 02/09/2014

Εικόνα 1.14. Πηγή: <http://www.mneye.com/minnesota/collagen-crosslinking.htm>, επίσκεψη την 02/09/2014.

Εικόνα 1.15. Πηγή: <http://www.lasersight.gr/node/32>, επίσκεψη την 02/09/2014.

Εικόνα 1.16. Πηγή: http://www.eyeretinasurgeons.com/surgical/cataract_surgery.php, επίσκεψη την 02/09/2014.

Εικόνα 1.17. Πηγή: http://www.pacificeye.com/san-francisco/cataract_surgery/monofocal_vs_multifocal_intraocular_lens_iol.htm, επίσκεψη την 02/09/2014.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Εικόνα 2.1. Πηγή: http://laserfitlens.com/wavefront-guided-lenses-gets-elite-20_10-vision-for-20_20-man/, επίσκεψη την 10/10/2014.

Εικόνα 2.2. Πηγή: http://www.allaboutvision.com/visionsurgery/custom_lasik.htm, επίσκεψη την 10/10/2014.

Εικόνα 2.3. Πηγή: <http://rvep.com/eye-care/vision-tests/>, επίσκεψη την 10/10/2014

Εικόνα 2.4. Πηγή: <http://www.thenakedscientists.com/HTML/content/interviews/interview/1033/>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.5. Πηγή: <http://www.opsweb.org/?page=ASOCT> επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.6. Πηγή: <http://www.opsweb.org/?page=ASOCT>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.7. Πηγή: <http://www.opsweb.org/?page=ASOCT>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.8. Πηγή: <http://www.optometricmanagement.com/articleviewer.aspx?articleID=102618>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.9. Πηγή: <http://www.optometricmanagement.com/articleviewer.aspx?articleID=102883>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.10. Πηγή: http://www.siliconehydrogels.org/in_the_practice/oct_07.asp, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.11. Πηγή: <http://usa.nidek.com/products/confocal-microscope>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.12. Πηγή: <http://www.e-oftalmolog.ro/2013/01/10/sindromul-de-ochi-uscat/>, επίσκεψη την 11/10/2013.

Εικόνα 2.13. Πηγή: <http://www.e-oftalmolog.ro/2013/01/10/sindromul-de-ochi-uscat/>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.14. Πηγή: <http://imgarcade.com/1/goldmann-tonometry/>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.14. Πηγή: http://www.oculist.net/others/ebook/generalophthal/server-java/arknoid/amed/vaughan/co_chapters/ch002/ch002_p02.html, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.15. Πηγή: <http://www.lea-test.fi/en/eyes/glaucoma.html>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.15. Πηγή: http://www.reviewofophthalmology.com/content/d/glaucoma_management/i/1303/c/25083/, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.16. Πηγή: http://www.wec2020.com/Content/eye_exam/ultrasound_rachymetry/rachymetry.aspx, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.17. Πηγή: <http://www.mastereyeassociates.com/eye-anatomy>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.18. Πηγή: <http://careers.bmj.com/careers/advice/view-article.html?id=354>, επίσκεψη την 11/10/2014.

Εικόνα 2.18. Πηγή: <http://www.doctorpavano.com/services2.asp?cat2ID=30>, επίσκεψη την 11/10/2014.

ΠΗΓΕΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Κεφάλαιο 1ο

Πίνακας 1.1. Πηγή: Ευκαρπίδης, Θ., Μαγουλάς, Π. (2001) *Εγχειρίδιο PRK & LASIK*. Αθήνα: Αθηναϊκό Διαθλαστικό Κέντρο.