



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΜΕ LASER-
ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΑΝΤΩΝΑΚΗ ΒΑΓΙΑ
ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ**

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. ΣΠΗΛΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΙΓΙΟ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής. Πρώτα από όλους θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον εισηγητή μας Δρ. Σπηλιωτόπουλο Χρήστο για την βοήθεια και την καθοδήγησή του. Ήταν πάντα διαθέσιμος να μας προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία του για τη βαθύτερη κατανόηση του θέματος που κληθήκαμε να εκπονήσουμε. Τον ευχαριστούμε επίσης για τις συμβουλές που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας, αλλά και για την απρόσκοπτη υποστήριξη και καθοδήγηση που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας ο ίδιος, καθώς και οι υπόλοιποι αξιοσέβαστοι καθηγητές του τμήματός μας. Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την γραμματεία της σχολής μας και συγκεκριμένα την κυρία Θωμαΐς Πετρή που μας βοήθησε και μας στήριξε σε όλη την διάρκεια της φοίτησής μας στο τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας. Βέβαια δεν θα ξεχνούσαμε να ευχαριστήσουμε την οικογένειά μας για τα όσα έχουν κάνει για εμάς και τους φίλους μας για τη συμπαράσταση και την κατανόησή που μας έδειξαν και δείχνουν.

Σας ευχαριστούμε,

Ελένη και Βάγια.

Σεπτέμβριος, 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής εργασίας , γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω στην πορεία του laser και έπειτα με ποιους τρόπους συνέβαλε στην εξέλιξη της διαθλαστικής χειρουργικής έως σήμερα. Στο σύνολο της η εργασία ενημερώνει για τις σύγχρονες τεχνικές διαθλαστικών επεμβάσεων με φωτοδιαθλαστική χειρουργική.

Έπειτα από θεωρητική μελέτη και έρευνα πάνω στο “νέο νυστέρι” , το laser , περιγράφονται οι τεχνικές οι οποίες έως σήμερα αποτελούσαν εύρεση στο πρόβλημα των διαθλαστικών προβλημάτων. Οι τεχνικές της διαθλαστικής χειρουργικής είναι κυρίως η PRK και η Lasik. Βέβαια πάνω σε αυτές βασίζονται και άλλες όπως η epi-Lasik , η Lasek , η SMILE, και η t- PRK. Ακολουθεί σύγκριση του μηχανικού μικροκερατόμου έναντι του femtosecond laser δείχνοντας μας τα πλεονεκτήματα της νέας τεχνολογίας.

Η έννοια του laser ξεκίνησε τα πρώτα της βήματα το 1917 από τον Einstein όταν πρότεινε την άποψη της εξαιρετικά εστιασμένης ακτινοβολίας φωτός και της διεγερμένης εκπομπής μικροκυμάτων. Η πρόοδος αυτής της σκέψης έρχεται εκτοπίζοντας παλαιότερες μεθόδους αντιμετώπισης των διαθλαστικών προβλημάτων. Τα τελευταία 20 χρόνια , ο τομέας της διαθλαστικής χειρουργικής με excimer laser έχει γνωρίσει πολύ σημαντική πρόοδο και έχει κατακτήσει την εμπιστοσύνη του ευρύτερου κοινού. Πιο συγκεκριμένα, η μεγάλη προβλεψιμότητα της έκβασης, στις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής, αποτελεί και το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου, το οποίο έχει συμβάλει στην επικράτηση και διάδοση της διαθλαστικής χειρουργικής , ως μία από τις ασφαλέστερες και αποτελεσματικότερες επεμβάσεις που πραγματοποιούνται στις μέρες μας.

Συμπερασματικά , με το πέρασμα του χρόνου είναι δυνατόν να αυξάνονται τα εξαιρετικά οπτικά αποτελέσματα και όλα πλέον συμβαίνουν γρήγορα με ακρίβεια και με αποτελεσματική χειρουργική ροή χωρίς να χάνεται χρόνος και οι ασθενείς αδίκως να ταλαιπωρούνται. Η γρήγορη ανάρρωση είναι από τα πλέον σημαντικότερα πλεονεκτήματα. Τέλος , τα αποτελέσματα μας επιβεβαιώνουν ότι βαδίζουμε προς τον ορθό τρόπο εξέλιξης της διαθλαστικής χειρουργικής.

ABSTRACT

Within this study, we go through literature on laser evolution and ways that it contributed in eyesight surgery until now. Purpose of this study is an update on contemporary eyesight surgery with laser surgery techniques.

After literature study and research on the “new scalpel”, laser, we describe techniques that until now have been solutions in sight problems. Techniques of this eyesight surgery are mainly PRK and Lasik. On these off course are based more, like epi-Lasik, Lasek, SMILE and t-PRK. A comparison is then presented between the mechanical microceratome and femtosecond laser, showing us the benefits of the new technology.

The concept of laser, started in 1917 By Albert Einstein when he proposed the thought of an extremely focused light radiation and the aroused microwaves broadcast. Progress of this thought has come to replace older eye-sight problem solving methods. During the last 20 years, excimer laser eyesight surgery has evolved dramatically and has gained peoples trust due to excellent results and great predictability. Specifically, great predictability of outcome in eyesight surgery is the basic advantage of this method , that has contributed in establishing and popularising eyesight surgery, as one of the safest and more radical surgeries that take place in our time.

As more of these surgeries take place, excellent optic results are increased and everything is happening fast, accurate with effective surgical flow without waste of time and unjustified patient discomfort. Quick recovery is one of the most important benefits. Finally, results are reassuring that we are on the correct path of evolution in eyesight surgery.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT	ii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	iii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	2
1. ΟΦΘΑΛΜΟΣ	3
1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ	3
1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ	4
1.3 ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ	5
1.3.1. ΕΜΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	6
1.3.2 ΑΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	6
1.3.3 ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ	6
1.3.4 ΜΥΩΠΙΑ	7
1.3.5 ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	8
1.3.6 ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ.....	9
1.4 ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗΣ	9
1.4.1 Η ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ.....	10
1.5 ΟΡΙΣΜΟΣ LASER - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ LASER	14
1.5.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ LASER.....	15
1.5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ LASER	17
1.5.3 ΤΥΠΟΙ LASER	18
1.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΗΝ ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ	20
1.6.1 EXCIMER LASER.....	21
1.6.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ.....	22
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	25
2. ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ	26
2.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ	27
1) PRK (Photorefractive Keratectomy) - ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΦΩΤΟΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΚΕΡΑΤΕΚΤΟΜΗ.....	30
2) LASIK (Laser In Situ Keratomileusis) - ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ LASIK ΚΑΙ FEMTO – LASIK.....	31
ΔΙΑΦΟΡΕΣ LASIK ΚΑΙ PRK	35
3) EPI-LASIK	36

4) t-PTK (Φωτοθεραπευτική Κερατεκτομή).....	38
5) LASEK (Laser Epithelial Keratomileusis) - ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΗ ΚΕΡΑΤΕΚΤΟΜΗ....	39
6) SMILE	40
2.2 FEMPTOSECOND – LASER ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΜΙΚΡΟΚΕΡΑΤΟΜΟΣ.....	41
2.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ FEMPTOSECOND LASER.....	41
2.2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΜΙΚΡΟΚΕΡΑΤΟΜΟΥ	45
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα της εργασίας είναι η διαθλαστική χειρουργική με Laser και η εξέλιξή του. Σκοπός είναι να γίνει γνωστή η όλο και αυξανόμενη εξέλιξη του laser στο τομέα της διαθλαστικής χειρουργικής, καθώς και τα αποτελέσματα αυτού.

Αρχικά γίνεται αναφορά στην ανατομία του ανθρώπινου οφθαλμού καθώς και στα διαθλαστικά σφάλματα. Στη συνέχεια αναλύεται η εξέλιξη του laser και οι διάφοροι μέθοδοι της διαθλαστικής χειρουργικής ανάλογα με τον τρόπο που διεξάγονται, τις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται, τα αποτελέσματα που δίνουν αλλά και δυνατότητες που έχουν. Ως επιστήμονες, οι Οπτικοί- Οπτομέτρες οφείλουν να γνωρίζουν οτιδήποτε έχει να κάνει με τον οφθαλμό. Τα διαθλαστικά προβλήματα αφορούν άμεσα τον Οπτικό- Οπτομέτρη και εκτός από τα οπτικά μέσα πρέπει να γνωρίζει και άλλους τρόπους αντιμετώπισής τους, έτσι ώστε να είναι σε θέση να κρίνει πότε ένα διαθλαστικό σφάλμα χρειάζεται να αντιμετωπιστεί χειρουργικά και με ποια μέθοδο και στην συνέχεια να τον παραπέμψει στο χειρουργό οφθαλμίατρο.

Η επιλογή του θέματος έγινε λόγω του ότι όλο και περισσότερος κόσμος στρέφεται στην διαθλαστική χειρουργική ως μέσο αντιμετώπισης των διαθλαστικών του προβλημάτων. Είναι ένα θέμα διαχρονικό και επίσης εξελιξιμο, καθώς με το πέρασμα των χρόνων υπάρχει πρόοδος της τεχνολογίας και αυτό βοηθάει και το κομμάτι της διαθλαστικής χειρουργικής, δίνοντας καλύτερα αποτελέσματα στις ήδη υπάρχουσες μεθόδους αλλά και την εύρεση νέων μεθόδων για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.

Η εξέλιξη του laser και δη στη διαθλαστική χειρουργική είναι συνεχής εδώ και χρόνια και συνεχίζει έως και σήμερα. Οι δυο κύριες μέθοδοι της διαθλαστικής χειρουργικής είναι δύο, η PRK και η Lasik. Στην PRK αποξέεται μικροεγχειρητικά το επιθήλιο με την βοήθεια διαλύματος αιθανόλης, και το laser δρα στο υποκείμενο στρώμα. Στην Lasik από την άλλη μεριά, είτε με την βοήθεια μικροκερατόμου είτε του femtosecond laser έχουμε την δημιουργία κερατοειδικού κρημνού και το laser δρα στο υποκείμενο στρώμα. Η κάθε μια από τις μεθόδους χρησιμοποιείται σε διαφορετικές περιπτώσεις και τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα διαφέρουν. Εκτός από αυτές τις δύο υπάρχουν και μέθοδοι που ουσιαστικά είναι συνδυασμός αυτών.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΟΦΘΑΛΜΟΣ

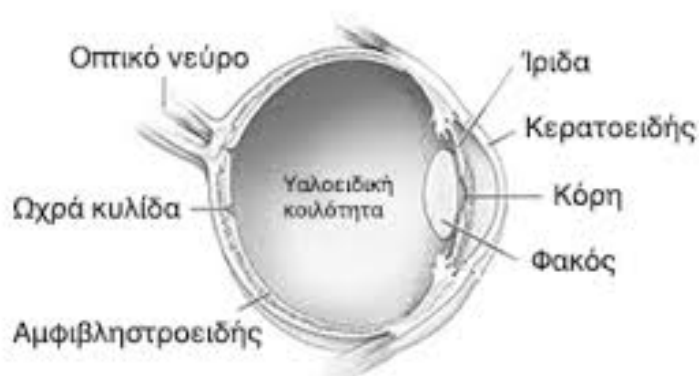
1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Ο ανθρώπινος οφθαλμός έχει σχεδόν σφαιρικό σχήμα, με προσθιοπίσθια διάμετρο περίπου 24mm. Ο βολβός του οφθαλμού ουσιαστικά αποτελείται από δύο διαφορετικού μεγέθους τμήματα σφαιρών. Το πρόσθιο μικρότερο διαφανές τμήμα αποτελείται από τον κερατοειδή, ο οποίος καλύπτει περίπου το 1/6 της επιφάνειας του βολβού. Ενώ το οπίσθιο μεγαλύτερο τμήμα είναι αδιαφανές και αποτελείται από τον σκληρό χιτώνα, ο οποίος καλύπτει τα υπόλοιπα 5/6 του βολβού. Το σημείο στο οποίο ενώνεται ο κερατοειδής χιτώνας με τον σκληρό χιτώνα ονομάζεται σκληροκερατοειδικό όριο. Η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς έχει σχήμα ελλειψοειδή ενώ η οπίσθια επιφάνεια έχει κατά προσέγγιση σφαιρικό σχήμα, με αποτέλεσμα ο κερατοειδής να είναι παχύτερος στην περιφέρεια (650 - 670 μm), από ότι στο κέντρο του (500 - 570 μm) και με ακτίνα καμπυλότητας περί τα 8mm. Πίσω από τον κερατοειδή βρίσκεται ο πρόσθιος θάλαμος με αξονικό μήκος περίπου 3 mm, στον οποίο βρίσκεται η ίριδα και ο κρυσταλλοειδής φακός .

Η ίριδα είναι το έγχρωμο τμήμα του ματιού, το οποίο λειτουργεί σαν διάφραγμα και ρυθμίζει το ποσό του φωτός που εισέρχεται στον οφθαλμό. Παρεμποδίζει την είσοδο του φωτός, κυρίως μέσω του μελάγχρουν επιθηλίου που καλύπτει την οπίσθια επιφάνεια της, όποτε αυτό απαιτείται. Ακριβώς πίσω από την ίριδα βρίσκεται ο κρυσταλλοειδής φακός ο οποίος συγκρατείται από τις ίνες της Ζηνείου ζώνης και αποτελεί τμήμα της διαθλαστικής συσκευής του οφθαλμού. Πρόκειται για το διαφανές αμφίκυρτο σώμα το οποίο μέσω της διαδικασίας της προσαρμογής ρυθμίζει την ευκρίνεια παρατήρησης τόσο των μακρινών όσο και των κοντινών αντικειμένων. Η κυκλική οπή στο κέντρο της ίριδας ονομάζεται κόρη. Στον πρόσθιο θάλαμο βρίσκεται και το υδατοειδές υγρό το οποίο παρέχει θρεπτικά στοιχεία στον φακό, την ίριδα και τον κερατοειδή.

Πίσω από τον κρυσταλλοειδή φακό βρίσκεται η υαλοειδική κοιλότητα, η οποία εκτείνεται από τον κρυσταλλοειδή φακό έως τον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Η κοιλότητα αυτή είναι γεμάτη από ένα διαφανές σα γέλη υλικό που καλείται υαλοειδές

σώμα και ουσιαστικά γεμίζει το εσωτερικό τμήμα του οφθαλμού δίνοντας του το σφαιρικό του σχήμα.



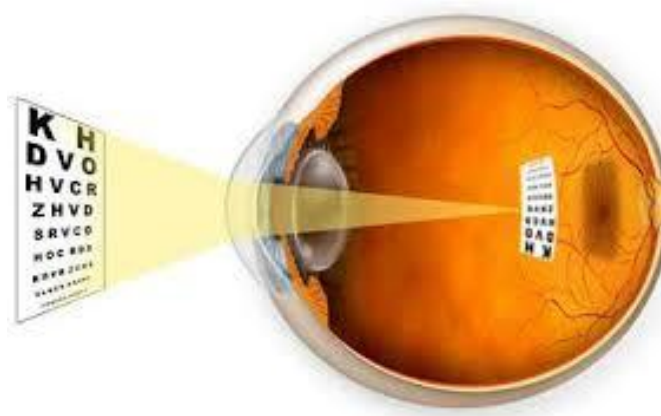
Εικόνα 1. Ανατομία Οφθαλμού

Τέλος, στο πίσω μέρος του οφθαλμού βρίσκεται ο νευρικός ιστός του οφθαλμού, ο αμφιβληστροειδής. Πάνω σε αυτόν τον φωτοευαίσθητο χιτώνα εστιάζονται οι εισερχόμενες στον οφθαλμό ακτίνες, για τον σχηματισμό των παρατηρούμενων εικόνων. Με αυτό τον τρόπο λαμβάνονται τα αρχικά οπτικά ερεθίσματα από τον εγκέφαλο μέσω του οπτικού νεύρου.

1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Ο οφθαλμός εκτός της ανατομικής του οργάνωσης αποτελεί ουσιαστικά ένα ισχυρό οπτικό σύστημα με σκοπό την ακριβή εστίαση των εισερχόμενων ακτινών πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Τα μέσα που συμμετέχουν είναι ο κερατοειδής χιτώνας και ο κρυσταλλοειδής φακός του οφθαλμού. Ο κερατοειδής με την πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια του να φτάνει σε διοπτρική ισχύ περίπου 42 διοπτρίες, κατέχοντας τα 2/3 της διαθλαστικής ισχύος του ματιού. Ακολουθεί ο φακός με επίσης την πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια του να φτάνουν σε διοπτρική ισχύ περίπου 18 διοπτρίες, κατέχοντας το 1/3 προκειμένου να σχηματιστεί η εικόνα πάνω στον αμφιβληστροειδή, όπου βρίσκονται οι φωτοϋποδοχείς.

Με λίγα λόγια, η συνολική διοπτρική ισχύ ενός φυσιολογικού οφθαλμού είναι περίπου 60 διοπτρίες και η προσθιοπίσθια διάμετρος του οφθαλμού έχει μήκος περί τα 24mm. Κατά την διαδικασία της όρασης οι εισερχόμενες προς τον οφθαλμό ακτίνες εισχωρούν στον οφθαλμό μέσω του κερατοειδή. Έπειτα διέρχονται μέσω του φακού ο οποίος προσαρμόζεται κατάλληλα με τη βοήθεια του ακτινωτού σώματος, ώστε να αποκτήσει κατάλληλη διοπτρική ισχύ και οι εισερχόμενες ακτίνες να εστιάσουν με ακρίβεια στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Στην συνέχεια οι φωτούποδοχείς μετατρέπουν τα φωτόνια σε ηλεκτρικό σήμα, το διαβιβάζουν στον εγκέφαλο για ανώτερη επεξεργασία μέσω του οπτικού νεύρου και με αυτόν τον τρόπο παράγεται εικόνα.



Εικόνα 2. Λειτουργία Φυσιολογικού Οφθαλμού

Ουσιαστικά η πραγματική εστίαση είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού της διαθλαστικής δύναμης του κερατοειδή, η οποία εξαρτάται κυρίως από την πρόσθια καμπυλότητα του, της διαθλαστικής δύναμης του φακού και το μήκος του οφθαλμικού βολβού.

1.3 ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΑ

Τα διαθλαστικά σφάλματα στον οφθαλμό προκαλούνται από διαταραχές στις οπτικές επιφάνειες όπως ο κερατοειδής και ο κρυσταλοειδής φακός. Υπάρχουν όμως

και αντισταθμιστικοί παράγοντες των σφαλμάτων αυτών όπως το αυξομειούμενο μέγεθος της κόρης που επηρεάζει σημαντικά τα σφαιρικά σφάλματα. Όταν οι οπτικοί παράγοντες του οφθαλμού βρίσκονται σε ισορροπία σε σχέση με τις μεταξύ τους αποστάσεις, ο οφθαλμός ονομάζεται εμμετρωπικός.

1.3.1. ΕΜΜΕΤΡΩΠΙΑ

Στην εμμετρωπία, παράλληλες ακτίνες φωτός εστιάζονται επί του αμφιβληστροειδούς. Ως εκ τούτου, το μακρινό σημείο του εμμετρωπικού οφθαλμού είναι το άπειρο, και το άπειρο είναι συνεζευγμένο με τον αμφιβληστροειδή.

Σε αντίθετη περίπτωση όπου δεν υπάρχει αρμονική σχέση μεταξύ διαθλαστικής δύναμης και του αξονικού μήκους του οφθαλμού δεν έχουμε σχηματισμό ευκρινούς ειδώλου πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Σε αυτή τη περίπτωση παρουσιάζεται αμετρωπία. Αν η αμετρωπία υπάρχει λόγω κάποιας διαταραχής της διαθλαστικής δύναμης του οφθαλμού ονομάζεται διαθλαστική αμετρωπία, ενώ αν οφείλεται στο αξονικό μήκος του οφθαλμού χαρακτηρίζεται ως αξονική αμετρωπία.

1.3.2 ΑΜΕΤΡΩΠΙΑ

Στην αμετρωπία δεν υπάρχει αρμονική σχέση μεταξύ διαθλαστικής δύναμης και αξονικού μήκους, και η προσπίπτουσα παράλληλη δέσμη ακτινών δεν εστιάζεται επάνω στο αμφιβληστροειδή, αλλά μπροστά ή πίσω από αυτόν. Τα κύρια διαθλαστικά σφάλματα είναι οι εκτροπές σφαιρικής αφεστίασης υπερμετρωπία, μυωπία όπως και ο αστιγματισμός.

1.3.3 ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Στην υπερμετρωπία μία παράλληλη δέσμη ακτινών εισερχόμενη στο μάτι δεν εστιάζεται στο αμφιβληστροειδή, αλλά τον συναντά πριν ακόμα σχηματίσει εστία.

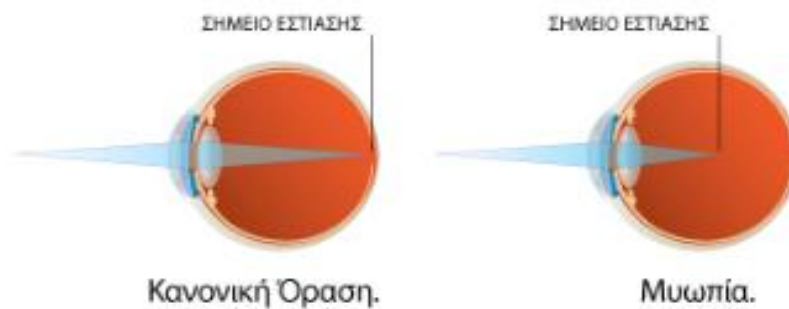
Έτσι, κάθε σημείο ενός αντικειμένου απεικονίζεται στον αμφιβληστροειδή σαν κύκλος σύγχυσης και το αντικείμενο φαίνεται θολό.



Εικόνα 3. Λειτουργία ενός φυσιολογικού οφθαλμού σε σχέση με έναν υπερμετρωπικό οφθαλμό.

1.3.4 ΜΥΩΠΙΑ

Μυωπία είναι η διαθλαστική ή διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία παράλληλες ακτίνες φωτός εστιάζονται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή. Στη μυωπία δηλαδή, ο αμφιβληστροειδής βρίσκεται πιο πίσω από την οπίσθια κύρια εστία του διαθλαστικού συστήματος του οφθαλμού. Βασικό σύμπτωμα της είναι η θολή αντίληψη των μακρινών αντικειμένων.



Εικόνα 4. Λειτουργία ενός φυσιολογικού οφθαλμού σε σχέση με έναν μυωπικό οφθαλμό.

1.3.5 ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

Στον αστιγματισμό η διαθλαστική δύναμη του ματιού δεν είναι ίδια σε όλους τους μεσημβρινούς με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η συγκέντρωση των εισερχόμενων στο μάτι φωτεινών ακτινών σε ένα σημείο.

Το οπτικό σύστημα του αστιγματικού ματιού στη ουσία συμπεριφέρεται σαν ένας σφαιροκυλινδρικός φακός. Μία παράλληλη δέσμη ακτινών περνώντας μέσα από ένα τέτοιο οπτικό σύστημα δεν μπορεί να συγκεντρωθεί σε μια σημειακή εστία, αλλά διαμορφώνεται σε κωνοειδές του Sturm και σχηματίζει δύο εστιακές γραμμές κάθετες μεταξύ τους. Η απόσταση μεταξύ των δύο εστιακών γραμμών είναι ανάλογη με το βαθμό του αστιγματισμού.

Ανάλογα με τη θέση του κωνοειδούς του Sturm σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή, ο αστιγματισμός διακρίνεται σε:

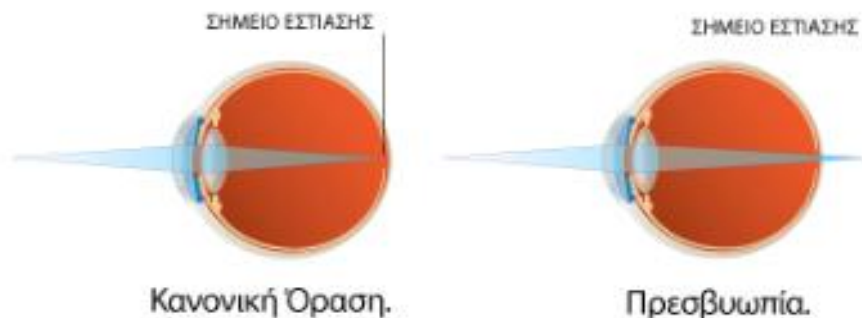
1. Απλός αστιγματισμός: Στον απλό αστιγματισμό η μία εστιακή γραμμή είναι επάνω στον αμφιβληστροειδή, ενώ η άλλη μπροστά ή πίσω από αυτόν. Έτσι, ο ένας μεσημβρινός είναι εμμετρωπικός, ενώ ο άλλος μυωπικός ή υπερμετρωπικός και ο αστιγματισμός είναι αντίστοιχα απλός μυωπικός ή απλός υπερμετρωπικός.
2. Σύνθετος αστιγματισμός: Στον σύνθετο αστιγματισμό και οι δύο εστιακές γραμμές βρίσκονται μπροστά ή πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Έτσι, και οι δύο μεσημβρινοί είναι μυωπικοί ή υπερμετρωπικοί σε διαφορετικό όμως βαθμό, και ο αστιγματισμός αντίστοιχα είναι σύνθετος μυωπικός ή σύνθετος υπερμετρωπικός.
3. Μικτός αστιγματισμός: Στο μικτό αστιγματισμό, η μία εστιακή γραμμή είναι μπροστά από τον αμφιβληστροειδή και η άλλη πίσω του. Έτσι, ο ένας μεσημβρινός είναι μυωπικός και ο άλλος υπερμετρωπικός.



Εικόνα 5. Λειτουργία ενός φυσιολογικού οφθαλμού σε σχέση με έναν αστιγματικό οφθαλμό.

1.3.6 ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ

Πρεσβυωπία είναι η σταδιακή απώλεια της προσαρμοστικής αντίδρασης που απορρέει από την απώλεια της ελαστικότητας του φακού. Τα συμπτώματα της πρεσβυωπίας αρχίζουν συνήθως μετά την ηλικία των 40 ετών και κυρίως είναι η μειωμένη όραση για κοντά.



Εικόνα 6. Λειτουργία ενός φυσιολογικού οφθαλμού σε σχέση με έναν οφθαλμό που έχει πρεσβυωπία.

1.4 ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗΣ

Για την διόρθωση των παραπάνω σφαλμάτων μπορούμε να επέμβουμε στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς. Ο κερατοειδής είναι η πρώτη και η κυριότερη

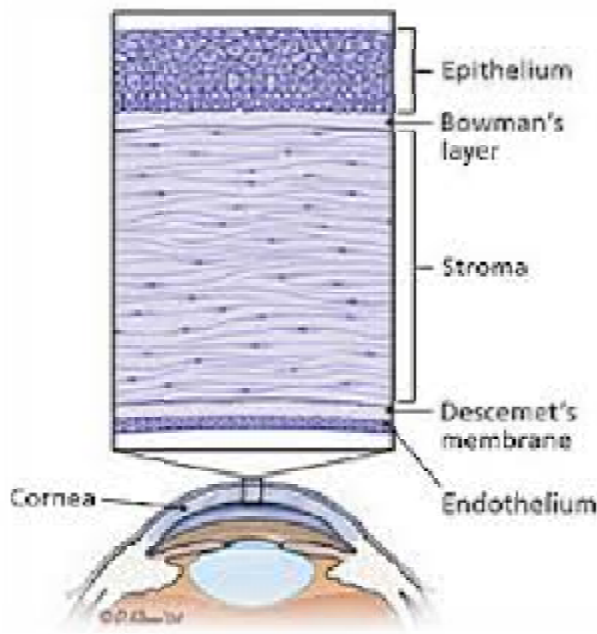
διαθλαστική επιφάνεια που συναντούν οι εισερχόμενες ακτίνες στον οφθαλμό. Το γεγονός ότι ο δείκτης διάθλασης του κερατοειδούς ($n=1,376$) έχει μεγάλη διαφορά από εκείνον του αέρα ($n=1$), καθιστά την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδή την ισχυρότερη σε διαθλαστική δύναμη διαθλαστική επιφάνεια του οφθαλμού. Σε αντίθεση με την οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς η οποία δεν έχει ιδιαίτερη διαθλαστική ικανότητα γιατί η διαφορά του δείκτη διάθλασης του στρώματος του κερατοειδούς και του υδατοειδούς υγρού είναι ελάχιστη. Η ποιότητα του ειδώλου που σχηματίζεται πάνω στο αμφιβληστροειδή καθορίζεται από την συμμετρία ή την ασυμμετρία της επιφάνειας του κερατοειδή.

Η διαθλαστική ισχύ του κερατοειδικού χιτώνα κυμαίνεται στις 42 περίπου διοπτρίες. Η διαφάνεια του κερατοειδή είναι αυτή που επιτρέπει την διόδο των εισερχόμενων ακτινών από τον περιβάλλοντα χώρο εντός του οφθαλμού. Ο κερατοειδής είναι ένας ανάγγειος ιστός, ο οποίος αποτελεί το πρόσθιο 1/6 τμήμα του βολβού του οφθαλμού. Παρουσιάζει δύο επιφάνειες, την πρόσθια και την οπίσθια. Η πρόσθια η οποία είναι υπόκυρτη με ακτίνα καμπυλότητας 7.8mm και η οπίσθια, η οποία είναι υπόκοιλη με 6.5mm ακτίνα καμπυλότητας. Το πάχος του κερατοειδή in vivo είναι κατά μέσο όρο 0.54mm στο κέντρο, ενώ στην περιφέρεια αυξάνεται και φτάνει περίπου 0.65mm με 1.00mm. Κατά μέσο όρο έχει διάμετρο 11mm.

1.4.1 Η ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ

Ο κερατοειδής αποτελείται από 5 στοιβάδες, οι οποίες από την εξώτερη προς την ενδότερη είναι οι εξής :

1. το επιθήλιο του κερατοειδούς,
2. η μεμβράνη του Bowman,
3. το στρώμα του κερατοειδούς (ή Ιδίως Ουσία) ,
4. η δεσκεμέτειος μεμβράνη (ή Οπίσθιο Αφοριστικό Πέταλο)
5. και το ενδοθήλιο του κερατοειδούς.



Εικόνα 7. Στοιβάδες Κερατοειδούς

1) ΤΟ ΕΠΙΘΗΛΙΟ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ

Το επιθήλιο του κερατοειδή αποτελείται από 5 στρώσεις επιθηλιακών κυττάρων στο κέντρο του, ενώ στην περιφέρεια το πάχος αυξάνεται φτάνοντας τις 10 στιβάδες προς το μέρος του σκληροκερατοειδικού ορίου, όπου μεταπίπτει το επιθήλιο του επιπεφυκότα. Το επιθήλιο απαρτίζει το 10% του συνολικού πάχους του κερατοειδή με κεντρικό πάχος 50 μm ενώ περιφερειακά φτάνει τα 80 μm. Τρία είναι τα είδη των κυττάρων που απαρτίζουν το επιθήλιο του κερατοειδή. Τα επιφανειακά κύτταρα, τα πτερυγοειδή κύτταρα και εν τω βάθει τα βασικά επιθηλιακά κύτταρα.

Τα βασικά επιθηλιακά κύτταρα αποτελούν την βασική στιβάδα του επιθηλίου. Είναι ψηλά κυλινδρικά και σχηματίζουν μονή στιβάδα που επικάθεται στη βασική μεμβράνη. Η βασική στιβάδα είναι η σημαντικότερη στιβάδα του επιθηλίου, αφού από αυτήν παράγονται τα νέα επιθηλιακά κύτταρα. Ο πολλαπλασιασμός των επιθηλιακών κυττάρων, όμως, πραγματοποιείται κυρίως στην περιφέρεια του κερατοειδή. Εκεί νέα κύτταρα παράγονται με μίτωση εντός της βασικής στιβάδας και πιο συγκεκριμένα στο σκληροκερατοειδικό όριο.

Τα κύτταρα της μέσης ζώνης του επιθηλίου έχουν πολυεδρικό σχήμα. Η πρόσθια επιφάνειά τους είναι κυρτή και η οπίσθια επιφάνεια τους κοίλη. Επειδή η προς τα έξω επέκταση των κυττάρων αυτών είναι λεπτή και μοιάζει με πτερύγιο, ονομάζονται πτερυγοειδή.

Τα επιφανειακά κύτταρα είναι τοποθετημένα στις τρεις πρώτες στιβάδες του επιθηλίου έχοντας αποπλατυνθεί σημαντικά. Ουσιαστικά η επιπολής αυτή κυτταρική στιβάδα έχει πάχος δύο έως τριών κυττάρων. Η εξωτερική επιφάνεια τους εμφανίζει μικροπτυχές και μικρολάχνες, που εκτείνονται εντός της δακρυϊκής στιβάδας και συντελούν στην συγκράτηση της. Με λίγα λόγια συμβάλει στη διατήρηση της εφύγρανσης των κυττάρων. Η δακρυϊκή στιβάδα είναι ουσιαστικά η διαθλαστική επιφάνεια του οφθαλμού που έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα, η οποία λόγω της επιφανειακής τάσης λαμβάνει το λείο σχήμα που απαιτείται για διάθλαση του φωτός χωρίς σημαντική σκέδαση.

Η βασική μεμβράνη η οποία αποτελείται από ίνες κολλαγόνου είναι ισχυρά προσκολλημένη στη μεμβράνη του Bowman.

2) MEMBRANE TOY BOWMAN.

Η μεμβράνη αυτή πρόκειται για ακυτταρικό υμένα που αποτελείται από τυχαία διατεταγμένες ίνες κολλαγόνου. Οι ίνες αυτές βρίσκονται μέσα σε μία μεσοκυττάρια ουσία που της παρέχουν πλαστικότητα και δομική υποστήριξη. Η στιβάδα του Bowman θεωρείται ότι αποτελεί ένα από τα δομικά χαρακτηριστικά του κερατοειδή που του προσδίδουν μηχανική σταθερότητα. Εάν καταστραφεί, η αρχική δομή της δεν αποκαθίσταται αφού τα κερατοκύτταρα που την αποτελούν δεν έχουν την δυνατότητα αναπαραγωγής έτσι ώστε να επουλώσουν τυχόν τραύμα. Η μεμβράνη αυτή τερματίζει απότομα στο σκληροκερατοειδικό όριο. Η εν τω βάθει επιφάνεια αυτής συγχωνεύεται στο στρώμα του κερατοειδούς.

3) ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ (Η ΙΔΙΩΣ ΟΥΣΙΑ)

Το στρώμα αποτελεί περίπου το 90% του συνολικού πάχους του κερατοειδή στον ανθρώπινο οφθαλμό. Είναι διαφανές, ινώδες και συμπαγές. Αποτελείται από

ίνες κολλαγόνου και θεμέλιο ουσία. Οι ίνες του κολλαγόνου, που περιβάλλονται από την θεμέλιο ουσία, σχηματίζουν ινώδη πέταλα που διατάσσονται παράλληλα τόσο μεταξύ τους όσο και προς την επιφάνεια του κερατοειδούς. Οι παράλληλες ίνες του ενός πετάλου βρίσκονται σε λοξή γωνία με τις ίνες των παρακείμενων πετάλων. Η διάταξη αυτή αποτελεί την κύρια αιτία της διαφάνειας του κερατοειδούς. Τα κύτταρα του στρώματος διακρίνονται σε μόνιμα (κερατοκύτταρα) και σε μεταναστευτικά (λεμφοκύτταρα). Η θεμέλιος ουσία, η οποία συμπληρώνει τον χώρο μεταξύ των ινιδίων του κολλαγόνου, αποτελείται από πρωτεογλυκάνες (γλυκοπρωτεΐνες) και γλυκοζαμινογλυκάνες.

Το στρώμα του κερατοειδή είναι η στοιβάδα εκείνη στην οποία μπορούμε να πραγματοποιήσουμε αλλαγές στην περίπτωση που θέλουμε να αλλάξουμε την διαθλαστική ισχύ του οπτικού συστήματος του οφθαλμού.

4) ΔΕΣΚΕΜΕΤΕΙΟΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗ (ΟΠΙΣΘΙΟ ΑΦΟΡΙΣΤΙΚΟ ΠΕΤΑΛΟ)

Βρίσκεται στην οπίσθια επιφάνεια του στρώματος και αποτελεί τη βασική μεμβράνη του ενδοθηλίου του κερατοειδή. Είναι αρκετά ισχυρή και ομοιογενής και το πάχος της ανέρχεται στα 10μm. Αυτή αποτελείται από πολύ λεπτές ίνες κολλαγόνου ομοιόμορφα κατανεμημένες, διαφορετικές όμως από αυτές του στρώματος. Η δεσκεμέτειος τερματίζεται απότομα στο σκληροκερατοειδικό όριο και σχετικά εύκολα μπορεί να αποχωριστεί από το στρώμα και το ενδοθήλιο.

5) ΤΟ ΕΝΔΟΘΗΛΙΟ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Το κερατοειδικό ενδοθήλιο αποτελείται από μία στιβάδα πολυγωνικών, αποπλατυσμένων κυττάρων που καλύπτουν την οπίσθια επιφάνεια της δεσκεμέτειου μεμβράνης με πάχος 4 με 6μm. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα δεν αναπαράγονται, με αποτέλεσμα σε περίπτωση τραυματισμού να μην είναι δυνατή η επούλωση των νεκρών κυττάρων. Τα εν λόγω κύτταρα παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο ενυδάτωσης του κερατοειδή καθώς και στη διατήρηση της διαύγειας του. Αρχικά λειτουργούν σαν φραγμός εμποδίζοντας την υπερβολική διέλευση υδατοειδούς υγρού

προς το κερατοειδικό στρώμα. Έπειτα δρουν σαν αντλία ύδατος από τον κερατοειδή προς τον πρόσθιο θάλαμο με μηχανισμό ενεργητικής μεταφοράς.

1.5 ΟΡΙΣΜΟΣ LASER - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ LASER

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation που στα ελληνικά μπορεί να αποδοθεί σαν « ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας» αποτέλεσε τα αρχικά του όρου Laser.

Η ανάπτυξη των Laser ξεκινά με τον Einstein το 1917 όταν πρότεινε την άποψη της εξαιρετικά εστιασμένης ακτινοβολίας φωτός και της διεγερμένης εκπομπής μικροκυμάτων. Ο Bloch το 1945 προώθησε τις αρχές της αντιστροφής πληθυσμού και τις επιπτώσεις της στην ακτινοβολία. Παράλληλα, οι Eccles και Flynn το 1944 μελετούσαν τη δημιουργία εγκαυμάτων μέσω ακτινοβολίας στον αμφιβληστροειδή. Στο τέλος του 1940, ο Meyer-Schwickerath ερεύνησε τις χρήσεις της φωτοπηξίας για κάποιες παθολογικές περιπτώσεις του αμφιβληστροειδή. Το 1953 ο Townes και οι συνεργάτες του κατασκεύασαν την πρώτη συσκευή, που στηριζόταν στο φαινόμενο που περιέγραψε ο Einstein. Η συσκευή αυτή ονομάστηκε Maser (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) και είχε μια διάταξη παρόμοια με το laser στην οποία επιτυγχάνονταν ενίσχυση μικροκυμάτων. Το 1960 ο Mainman επέκτεινε την εξαναγκασμένη εκπομπή στο ορατό, χρησιμοποιώντας ως ενεργό μέσο έναν κύλινδρο ρουβιδίου. Το νέο αυτό σύστημα ονομάστηκε LASER. Πολλοί ειδικοί όπως ο H. Zweng στο Palo Alto της Καλιφόρνια και οι Charles Francis και Campbell L'Esperance Jr στη Νέα Υόρκη, περιέγραψαν τη φύση των βλαβών του αμφιβληστροειδούς σε κουνέλια και γάτες. Ο Noyori και οι συνεργάτες του μελέτησαν τα θερμικά αποτελέσματα σε αμφιβληστροειδείς κουνελιών. Σε μικρό σχετικά διάστημα τα εργαστήρια αυτά παρουσίασαν μελέτες με αντικείμενο την εφαρμογή του laser ρουβιδίου στον αμφιβληστροειδή. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα του laser ρουβιδίου παρουσίασαν και προβλήματα αφού τα εγκαύματα του αμφιβληστροειδούς ήταν έντονα και μπορούσαν να παράγουν έντονη χοριοαμφιβληστροειδική προσκόλληση. Το 1961 ο Javan κατασκεύασε το πρώτο αέριο laser με χρήση He-Ne. Το 1962 κατασκευάστηκε το laser αργού (argon laser) από τον William B. Bridges στις Η.Π.Α, το οποίο χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά στο

Columbia Presbyterian Medical Center το 1965 και το 1968 έγινε προσπάθεια εφαρμογής στην ανθρώπινη υγεία. Τον επόμενο χρόνο η χρήση του laser αργού , μέσω φωτοπηξίας θεράπευσε διάφορες οφθαλμολογικές παθήσεις. Το πρώτο μηχάνημα Argon Laser στην Ελλάδα εισήχθη το 1972 και χρησιμοποιήθηκε στην Πανεπιστημιακή Οφθαλμολογική Κλινική της Αθήνας. Το 1964 κατασκευάστηκε το laser διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ laser) από τον Kumar Patel στις Η.Π.Α. Το 1968 κατασκευάστηκε το Nd: YAG laser (neodymium-doped yttrium aluminium garnet) από τον Leon Goldman στις Η.Π.Α.. Από το 1977 πολλοί κλινικοί γιατροί χρησιμοποίησαν λέιζερ αργού , κρυπτού , YAG και λίγο αργότερα οργανικών βάσεων για τη θεραπεία διαφόρων οφθαλμικών παθήσεων. Από το 1987 το excimer laser χρησιμοποιείται στη διαθλαστική χειρουργική. Η τεχνική LASIK αρχικά εισήχθη το 1989 από τον Ι. Παλληκάρη , ο οποίος χρησιμοποίησε το excimer laser για να επέμβει στο υποκείμενο στρώμα κάτω από ένα κερατοειδικό κρημνό τον οποίο είχε δημιουργήσει με ένα μικροκερατόμο. Η ανάπτυξη του femtosecond laser για κοπή του κερατοειδικού κρημνού, ήρθε για πρώτη φορά το 1988 από τους Kurtz , T. Juhasz και τους συνεργάτες τους. Την δεκαετία του 90΄ δίνεται έμφαση στο laser στους τομείς των ηλεκτροεπικοινωνιών και των ιατρικών εφαρμογών.

Ο όρος laser καλύπτει τόσο τις συσκευές που την παράγουν όσο και την αντίστοιχη ακτινοβολία. Η λειτουργία των laser ερμηνεύεται από τη θεωρία της κβαντικής μηχανικής και της θερμοδυναμικής. Πολλά υλικά με τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για να αποτελέσουν ενεργό υλικό των λέιζερ έχουν βρεθεί, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών τύπων laser με διαφορετικά χαρακτηριστικά, που χρησιμοποιούνται σε μεγάλο εύρος εφαρμογών.

1.5.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ LASER

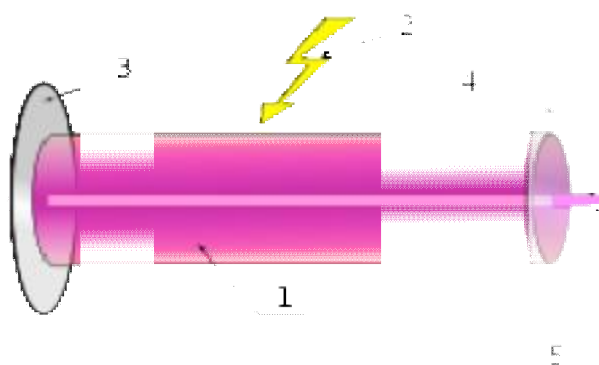
Υπάρχουν πολλοί τύποι laser , όπου το κάθε ένα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και τις δικές του κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Ωστόσο σε όλους αυτούς τους τύπους, για να δημιουργηθεί ακτινοβολία laser, πρέπει να ικανοποιηθούν ορισμένες βασικές αρχές. Σε κάθε τύπου laser μπορούμε να διακρίνουμε τα παρακάτω τμήματα.

Α) Το **ενεργό υλικό** παρέχει τις στάθμες ενέργειας του για μεταπτώσεις ηλεκτρονίων που οδηγούν σε δράσεις laser. Το ενεργό υλικό αποτελείται από ένα πλήθος ατόμων ή μορίων που σε κατάσταση αναστροφής πληθυσμού διεγείρονται και με τη βοήθεια της εξαναγκασμένης εκπομπής παράγεται ακτινοβολία. Η ακτινοβολία αυτή εκπέμπεται σε συγκεκριμένο μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Β) Για να δημιουργηθούν συνθήκες για ταλάντωση laser πρέπει να υπάρχει κάποιο **οπτικό αντηχείο**. Η ακτινοβολία που εκπέμπεται από το ενεργό υλικό εγκλωβίζεται στο οπτικό αντηχείο , το οποίο αποτελείται από δύο επιφάνειες καθρέφτες πάνω στις οποίες πραγματοποιείται ολική ανάκλαση της ακτινοβολίας.

Γ) Στο τελικό στάδιο έχουμε τη **διαδικασία άντλησης** όπου μεταφέρεται ενέργεια μέσα στα άτομα του ενεργού υλικού, έτσι ώστε να διατηρείται μία συντηρούμενη ταλάντωση μέσα στο οπτικό αντηχείο παρά την ύπαρξη απωλειών της οπτικής ενέργειας εξ αιτίας είτε της χρήσιμης απώλειας εξόδου, είτε εξ' αιτίας "ανεπιθύμητων" απωλειών που οφείλονται στην κατασκευή του Laser.

Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται σε χρονικό διάστημα ορισμένων nsec, δεδομένου ότι τα φωτόνια κινούνται μεταξύ των κατόπτρων με τη ταχύτητα του φωτός.



Εικόνα 8. Αρχή λειτουργίας του laser.

1.Ενεργό Υλικό Του laser-Οπτικό Αντηχείο. 2. Προσφερόμενη Ενέργεια Αντλησης. 3. Υψηλής Ανακλαστικότητας Κάτοπτρο. 4. Χαμηλότερης Ανακλαστικότητας Κάτοπτρο. 5. Εξερχόμενη Δέσμη Λείζερ.

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε τη διαδικασία παραγωγής ακτίνας laser. Το ενεργό υλικό βρίσκεται ανάμεσα σε δύο κάτοπτρα που σχηματίζουν το οπτικό αντηχείο. Το ενεργό υλικό διοχετεύει την ενέργεια που δέχεται με τη διαδικασία άντλησης στο πεδίο της ακτινοβολίας που σχηματίζεται. Έτσι η οπτική ακτινοβολία που διαδίδεται από το πρώτο κάτοπτρο προς το δεύτερο βγαίνει κατά πολύ ενισχυμένη από το ενεργό υλικό. Το δεύτερο κάτοπτρο χαμηλότερης ανακλαστικότητας είναι κατασκευασμένο, ώστε μόνο ένα μικρό κλάσμα της ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτό να είναι δυνατόν να περάσει δια μέσω αυτού. Η ακτινοβολία που καταφέρνει να περάσει αποτελεί τη χρήσιμη ακτινοβολία εξόδου του laser. Η ακτινοβολία που παραμένει στη συσκευή ανακλάται και επιστρέφει στο οπτικό αντηχείο και ενισχύεται ξανά με το πέρασμά της διαμέσου του ενεργού υλικού. Προσπίπτοντας στο πρώτο κάτοπτρο υψηλής ανακλαστικότητας ακολουθεί την ίδια πορεία προς την έξοδο της συσκευής.

1.5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ LASER

Το φως laser που εκπέμπεται έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά, που το διαφοροποιούν από το φως άλλων φωτεινών πηγών και το καθιστούν μία από τις πιο σημαντικές ανακαλύψεις της επιστήμης:

Κατευθυντικότητα. Η δέσμη φωτός είναι πολύ λεπτή και μένει παράλληλη, ακόμα και αν ταξιδέψει μεγάλες αποστάσεις, όπως από τη Γη στη Σελήνη.

Μονοχρωματικότητα. Το φως που εκπέμπεται από μία πηγή laser έχει μια συγκεκριμένη συχνότητα (χρώμα) και με αυτό τον τρόπο δίνεται η καλύτερη υπαρκτή προσέγγιση προς το ιδανικό μονοχρωματικό φως.

Λαμπρότητα. Η δέσμη laser συγκεντρώνει μεγάλη οπτική ισχύ και διακρίνεται για την υψηλή ένταση ακτινοβολίας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η λαμπρότητα της δέσμης ενός laser He-Ne με ισχύ 1mWatt είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από τη λαμπρότητα του ήλιου (περίπου 100 φορές) .

Συμφωνία φάσης. Στα laser συναντούμε τον υψηλότερο βαθμό συμφωνίας από οποιαδήποτε άλλη φωτεινή πηγή. Κάθε φορά που ένα φωτόνιο προκαλεί την αποδιέγερση, αναδύεται μαζί με ένα φωτόνιο που εκπέμπεται. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις διαδοχικές αποδιεγέρσεις.

Εστίαση. Λόγω της μεγάλης κατευθυντικότητας και μονοχρωματικότητας που διακρίνει μία δέσμη laser, μπορεί το laser να εστιαστεί σε ένα σημείο με μεγάλη ακρίβεια χρησιμοποιώντας βέβαια πάντα τους κατάλληλους φακούς ανά περίπτωση.

1.5.3 ΤΥΠΟΙ LASER

Το ενεργό υλικό που χρησιμοποιείται για το εκάστοτε σύστημα laser είναι και αυτό που χαρακτηρίζει τον τύπο του laser. Συνεπώς τα laser ταξινομούνται ανάλογα με το ενεργό υλικό του μέσου. Τώρα, ο συνδυασμός του ενεργού υλικού και της οπτικής κοιλότητας είναι αυτός που θα καθορίσει σε ποιο μήκος κύματος μπορεί να εκπέμψει το laser.

Έτσι ανάλογα με το ενεργό υλικό που χρησιμοποιούν τα laser διαχωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- 1) υγρής κατάστασης
- 2) αέριας κατάστασης
- 3) στερεάς κατάστασης
- 4) ημιαγωγών

1) LASER ΥΓΡΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τα υγρά laser (dye) στα οποία το ενεργό υλικό είναι σε υγρή μορφή είναι τα laser οργανικών χρωστικών. Το ενεργό μέσο είναι μία σύνθετη οργανική χρωστική διαλυμένη σε υγρούς διαλύτες (όπως η μεθανόλη, η αιθελυνογλυκόλη, και η διοξάνη) σε συγκεντρώσεις της τάξης 1:10.000. Το χαρακτηριστικό των laser αυτής της κατηγορίας είναι ότι μπορούν να εκπέμψουν σε διάφορα μήκη κύματος στην περιοχή

του ορατού φάσματος με την κατάλληλη επιλογή χρωστικής και της συγκέντρωσης της. Κάποιες από τις οργανικές χρωστικές που χρησιμοποιούνται στα dye laser είναι οι παρακάτω: στιλβένιο , κουμαρίνη , ξανθένιο , μεροκυανίνη , κυανίνη , οξαδιαζόλη.

2) LASER ΑΕΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Σε αυτή τη περίπτωση το ενεργό μέσο είναι αέριο ή μείγμα αερίων. Η πλειοψηφία των στοιχείων του περιοδικού πίνακα μπορεί να παράγει ακτινοβολία laser όταν βρεθούν σε αέρια κατάσταση και κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις. Διαχωρίζονται σε laser ατόμων , ιόντων και μορίων. Ένα από τα σημαντικότερα laser αερίων είναι το laser He-Ne το οποίο χρησιμοποιεί ως ενεργό υλικό άτομα He και Ne. Σε αυτή την κατηγορία συναντούμε το laser ιόντων Αργού με ενεργό υλικό τα ιόντα Ar^+ που εκπέμπει σε διάφορα μήκη κύματος , το laser διοξειδίου του άνθρακα με ενεργό υλικό το CO_2 , το laser μονοξειδίου του άνθρακα με ενεργό υλικό το CO το και το laser Αζώτου με ενεργό υλικό το αέριο Άζωτο. Εκτός αυτών , σε αυτή την ομάδα laser συγκαταλέγεται και το laser διηγεμένων διμερών (excimer laser) όπως το ArF.

3) LASER ΣΤΕΡΕΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στα laser αυτά, το ενεργό υλικό είναι στερεό συνήθως υπό την μορφή πρόσμιξης μέσα σε κάποιο κρύσταλλο υποδοχέα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το Ruby laser (laser Ρουβιδίου) όπου ως ενεργό υλικό χρησιμοποιείται ο κρύσταλλος του ρουβιδίου (ρουμπίνι) . Το laser Ρουβιδίου εκπέμπει στα 694.3 nm (ερυθρό) . Τα laser Nd :YAG εκπέμπουν στα 1064 nm.

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν επίσης τα laser Νεοδυμίου (Nd-lasers) , στα οποία τρισθενή ιόντα νεοδυμίου χρησιμοποιούνται ως προσμίξεις μέσα σε κάποιο άλλο υλικό που είναι ο υποδοχέας. Τα κυριότερα υλικά υποδοχείς που χρησιμοποιούνται στα laser αυτής της κατηγορίας είναι τα εξής:

- A) κρύσταλλος Υτρίου-Αλουμινίου
- B) γυαλί

Γ) κρύσταλλος Υτρίου – Λιθίου – Φθορίου

Επίσης εδώ ανήκουν : Το laser Αλεξανδρίτη με ενεργό υλικό το χρώμιο υπό την μορφή τρισθενών ιόντων ως πρόσμιξη σε περιεκτικότητες από 0.01 ως 0.4% κατά βάρος σε κρυστάλλους BeAl_2O_4 το οποίο εκπέμπει στα 680 nm.

Το laser Ti: Sapphire ,στο οποίο τρισθενή ιόντα τιτανίου αντικαθιστούν μερικά άτομα Al μέσα στο πλέγμα του κρυστάλλου Al_2O_3 σε περιεκτικότητα 0.1% κατά βάρος δημιουργώντας το ενεργό υλικό $\text{Ti}:\text{Al}_2\text{O}_3$, το laser Cr :LiCaF με ενεργό υλικό τον κρύσταλλο Cr:LiCaF.

4) LASER ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα laser που το ενεργό μέσο αποτελείται από διαδοχικά στρώματα ημιαγωγών. Τα πιο σύνηθη που χρησιμοποιούνται είναι οι επεξεργασμένοι κρυσταλλοδίοδοι γαλιούχου αρσενικού , γαλλιούχου φώσφορου , ινιδιούχου αντιμονίου , ινιδιούχου αρσενικού , ινιδιούχου φώσφορου .

Τέλος ανάλογα με τον τρόπο εξόδου της δέσμης τα συστήματα laser διακρίνονται σε συνεχή και παλμικά. Τα laser συνεχούς λειτουργίας πραγματοποιούν συνεχή άντληση , συνεπώς εκπέμπουν συνεχόμενη ακτινοβολία. Αντιθέτως , τα παλμικά laser εκπέμπουν την ακτινοβολία με την μορφή οπτικών παλμών. Ανάλογα με την διάρκεια του παλμού , την ενέργεια του παλμού, το ρυθμό επανάληψης και το μήκος κύματος, υπάρχουν πολύ διαφορετικοί τρόποι για την δημιουργία των παλμών.

1.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΗΝ ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ

Όπως γίνεται αντιληπτό, λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών που εμφανίζουν τα διάφορα συστήματα laser βρίσκουν ποικίλες εφαρμογές στον κλάδο της ιατρικής. Ιδιαίτερες εφαρμογές βρίσκουν τα laser στην οφθαλμολογία όπου αρκετές παθήσεις των οφθαλμών αντιμετωπίζονται επιτυχώς με τη χρήση των laser. Η ακτινοβολία των laser επιδρά με διάφορους τρόπους πάνω στους ιστούς ανάλογα με το μήκος κύματος της . Οι κυριότερες επιδράσεις είναι η θερμική , η ιονίζουσα και η φωτοχημική . Η θερμική επίδραση μπορεί να προκαλέσει είτε πήξη του ιστού (

φωτοπηξία) , κατά την οποία δημιουργείται έγκαυμα του ιστού που ακτινοβολείται και στη συνέχεια ουλοποιείται , είτε εξάτμιση του ιστού (φωτοεξάτμιση) , κατά την οποία δημιουργούνται αναίμακτες τομές ακριβείας στους ιστούς.

Ειδικότερα στην οφθαλμολογία χρησιμοποιούνται ευρέως δύο τύποι laser : το Argon laser και το laser Nd:YAG , ενώ για τις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής χρησιμοποιούνται τα excimer laser.

Η δράση του Argon laser είναι θερμική και απορροφάται κυρίως από την μελανίνη των ιστών (μελάγχρουν επιθήλιο) , την ξανθοφύλλη (χρωστική εντός του αμφιβληστροειδή) και την αιμοσφαιρίνη. Λόγω της θερμικής του δράσης το Argon laser χρησιμοποιείται ευρέως για την αντιμετώπιση παθήσεων του βυθού καθώς και στη μέθοδο της τραμπεκουλοεκτομής .

Το laser Nd-YAG λειτουργεί ως νυστέρι αφού προκαλεί λεπτή ψαλίδιση των ιστών με την δημιουργία κυμάτων μικρής διάρκειας με κάθε εκπεμπόμενο παλμό. Η μέθοδος της τραμπεκουλοεκτομής γίνεται και με το laser Nd-YAG με εξίσου καλά αποτελέσματα. Ιδιαίτερη είναι η εφαρμογή του Nd-YAG για την αντιμετώπιση του δευτερογενή καταρράκτη. Γενικότερα το Nd-YAG παρουσιάζει δραστικά αποτελέσματα στην απομάκρυνση τραυματικών υπολοίπων του ματιού και του φακού του ματιού .

Εξαιρετικής σημασίας για την οφθαλμολογία αποτελούν τα excimer laser με τα οποία πραγματοποιούνται κατά κύριο λόγο οι διαθλαστικές επεμβάσεις στον οφθαλμό . Στην μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται αραιό διάλειμμα αλκοόλης για να διαχωριστεί η επιφανειακή μεμβράνη (επιθήλιο) από το τοίχωμα του κερατοειδούς και στην συνέχεια εφαρμόζεται το laser που αλλάζει την καμπυλότητά του κερατοειδούς, όπως στην PRK. Το επιθήλιο επανατοποθετείται στον κερατοειδή και ο χειρουργός στο τέλος της επέμβασης τοποθετεί έναν φακό επαφής μέχρι να ολοκληρωθεί η επούλωση μέσα στις επόμενες τρεις με τέσσερις μέρες.

1.6.1 EXCIMER LASER

Με τον όρο excimer laser δεν περιγράφεται απλά μία συσκευή laser , αλλά μια ολόκληρη κατηγορία laser με παρόμοια χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας που

εκπέμπουν. Όλα τα laser αυτής της κατηγορίας εκπέμπουν παλμούς μεγάλης ισχύος που η διάρκεια τους είναι της τάξης των nanoseconds σε μήκη κύματος στις περιοχές του ορατού και του υπεριώδους φωτός.

Η λέξη excimer προέρχεται από την συντόμευση των λέξεων excited dimer, δηλαδή διηγευμένα διμερή και περιγράφει μία κατηγορία μορίων που αποτελούνται από ένα άτομο ευγενούς αερίου (Ar, Xe ή Kr) και από ένα άτομο αλογόνου (F, Cl ,Br ,I) . Το χαρακτηριστικό αυτών των μορίων είναι ότι όταν ενωθούν τα δυο άτομα που τα απαρτίζουν στις θεμελιώδεις ηλεκτρονικές τους καταστάσεις σχηματίζουν το αντίστοιχο διμερές μόριο στην θεμελιώδη του κατάσταση το οποίο όμως είναι εξαιρετικά ασταθές έχοντας πρακτικά μηδενικό χρόνο ζωής (10^{-13} s). Όταν όμως τα δύο άτομα ενωθούν κάτω από ειδικές συνθήκες και σχηματίσουν το διηγευμένο διμερές μόριο , αυτό είναι σταθερό με ικανοποιητικό χρόνο ζωής. Κατά αυτό τον τρόπο είναι εύκολο να δημιουργηθούν αναστροφές πληθυσμών μεταξύ της διεγερμένης και της βασικής κατάστασης αυτών των μορίων, στον βαθμό που τα αποδιειγρόμενα στην βασική κατάσταση μόρια να διασπώνται αυτόματα, δημιουργώντας μόνιμα έλλειμμα πληθυσμού σε αυτή και επομένως κατάλληλες συνθήκες πληθυσμιακής αναστροφής ώστε να εκπεμφθεί ακτινοβολία laser .

1.6.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ

Στις αρχές του 1980 άρχισαν να πραγματοποιούνται έρευνες για την μελέτη χάραξης οργανικών πολυμερών με παλμούς laser μεγάλης έντασης, με θεαματικά αποτελέσματα. Παρατηρήθηκε ότι μπορούσε να απομακρυνθεί υλικό με μεγάλη ακρίβεια χωρίς την καταστροφή της γύρω περιοχής. Λόγω της απουσίας ή σημαντικού περιορισμού των θερμικών φαινομένων η διαδικασία ονομάστηκε “ablative photodecomposition” (εκρηκτική φωτοαποδόμηση) ή “photoablation” (φωτοεκτομή) .

Για πολλά χρόνια πριν από αυτές τις μελέτες οι οφθαλμίατροι είχαν παρατηρήσει ότι λόγω της μεγάλης διοπτρικής ισχύος του κερατοειδή, θα μπορούσαν να επέμβουν πάνω του για να αλλάξουν την καμπυλότητα και κατά επέκταση την διοπτρική του δύναμη με απώτερο στόχο την διόρθωση των διαθλαστικών

σφαλμάτων. Περιοριστικός παράγοντας ήταν η μη ύπαρξη κάποιου εργαλείου για την πραγματοποίηση μιας τέτοιας επέμβασης η οποία απαιτούσε εξαιρετική ακρίβεια και ευαισθησία.

Από το 1975 και έπειτα άρχισαν να πραγματοποιούνται πλήθος εργασιών πάνω στην θεραπεία διάφορων ασθενειών με οφθαλμικά laser. Συνέπεια αυτών των δημοσιεύσεων ήταν το γεγονός ότι από το 1977 πολλοί κλινικοί γιατροί χρησιμοποίησαν laser αργού, κρυπτού, YAG και λίγο αργότερα οργανικών βάσεων για τη θεραπεία διαφόρων οφθαλμικών παθήσεων. Ευρέως διαδεδομένο σήμερα στον τομέα της οφθαλμολογίας είναι το laser διεγερμένων διμερών (excimer laser). Η κλινική του χρήση εντοπίστηκε αρχικά στη διαθλαστική χειρουργική (refractive surgery).

Το excimer laser έχει χρησιμοποιηθεί στη διαθλαστική χειρουργική από το 1987. Η τεχνική LASIK αρχικά εισήχθη το 1989 από τον Ι. Παλλήκαρη, ο οποίος χρησιμοποίησε το excimer laser για να επέμβει στο υποκείμενο στρώμα κάτω από ένα κερατοειδικό κρημό τον οποίο είχε δημιουργήσει με ένα μικροκερατόμο, ενώ ένα χρόνο αργότερα ο Buratto στην Ιταλία χρησιμοποίησε την ίδια τεχνική με επιτυχία επεμβαίνοντας στην κατώτερη πλευρά του κερατοειδικού κρημού.

Το ίδιο το laser είναι ένα laser που δεν παράγει θερμότητα, το οποίο επιτρέπει την ακριβή αφαίρεση του ιστού χωρίς θερμικές καταστρεπτικές επιδράσεις στον παρακείμενο ιστό. Το excimer laser είναι ένα εξαιρετικά ακριβές laser.

Το τελευταίο επαναστατικό βήμα στις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής ήταν η ανάπτυξη του femtosecond laser για κοπή του κερατοειδικού κρημού. Πρώτη φορά από τους Kurtz και τους συνεργάτες του το 1998 με κύριο ερευνητή τον T. Juhasz και αργότερα η εισαγωγή του στο εμπόριο έγινε από την IntraLase Corporation. Σε αντίθεση με τους μηχανικούς μικροκερατόμους, η κοπή με λέιζερ επέτρεψε τη δημιουργία κατακόρυφων τοιχωμάτων, που με τη σειρά τους επέτρεψαν την καλύτερη τοποθέτηση του κερατοειδούς πίσω στην αρχική του θέση. Η ιδιότητα αυτή οδήγησε στην ευρεία αποδοχή του femtosecond laser στη διαθλαστική χειρουργική.

Από το 2001 που κυκλοφόρησε το πρώτο femtosecond laser μέχρι σήμερα η εξέλιξη του **Intralase** laser ήταν ραγδαία. Από το πρώτο μοντέλο των 6 kHz το οποίο χρειαζόταν 3-4 λεπτά για τη δημιουργία ενός κερατοειδικού κρημού (flap) στη

LASIK φτάσαμε σήμερα στο **Intralase** laser με 150 kHz, το οποίο χρειάζεται μόλις 10 δευτερόλεπτα για τη δημιουργία κερατοειδικού κρημνού.

Μέχρι το τέλος του 2008, εκτιμάται ότι το 35-40% των χειρουργικών επεμβάσεων LASIK στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής έχουν γίνει με χρήση femtosecond laser. Εκτιμάται ότι το ποσοστό αυτό έχει αυξηθεί μέχρι σήμερα στο 70%. Τα στοιχεία στη βιβλιογραφία δείχνουν ότι υπάρχει μια καλή προοπτική για την υιοθέτηση της τεχνολογίας femtosecond laser σε όλες τις περιπτώσεις LASIK.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2. ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

Η διαθλαστική χειρουργική, αποτελεί ένα τύπο επέμβασης πάνω στον οφθαλμό που στόχος της είναι να διορθώσει την διοπτρική ισχύ του οφθαλμού ώστε να μην κρίνεται πλέον απαραίτητη η χρήση γυαλιών ή φακών επαφής. Τα τελευταία χρόνια ο τομέας αυτός εξαπλώθηκε στην διόρθωση ποικίλων διαθλαστικών σφαλμάτων , όπως τη μυωπία, την υπερμετροπία, τον αστιγματισμό και την πρεσβυωπία. Η πρόσφατη αύξηση του αριθμού επεμβάσεων διαθλαστικής χειρουργικής σχετίζεται άμεσα με την επιτυχία τους στην αποτελεσματική και προβλέψιμη βελτιστοποίηση της όρασης χωρίς σοβαρών σφαλμάτων. Σήμερα, οι επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής εγγυώνται πλήρη διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων και κερδίζουν μέρα με την μέρα όλο και περισσότερο την εκτίμηση του ευρύ κοινού.

Η ιστορία βέβαια , της διαθλαστικής χειρουργικής μέσω αλλαγών στον κερατοειδή έχει εξαιρετικό ενδιαφέρον και μεγάλη πορεία. Συναντάται από αρχαιότατων χρόνων στην Κίνα , όπου μαρτυρίες αναφέρουν τη πρακτική τοποθέτησης μικρών σάκων με άμμο πάνω στα βλέφαρα , καθώς ο μύωπας ασθενής κοιμόταν. Αν αναλογιστούμε τη σημερινή πραγματοποίηση της ορθοκερατολογίας πραγματικά ήταν εξαιρετικό και μόνο το εγχείρημα αυτό την εποχή εκείνη. Έπειτα , ο Sato το 1940 στην Ιαπωνία προσπαθεί να μεταβάλει την καμπυλότητα του κερατοειδή με εσωτερικές τομές χωρίς επιτυχία. Ο Barraquer εφαρμόζει την κερατοσμίλευση το 1963 στην Bogota της Κολομβίας με μερικούς θετικά αποτελέσματα. Ο Ρώσος οφθαλμίατρος Fyodorov στη εισάγει την δεκαετία του 1970 την ακτινωτή κερατοτομή με εντυπωσιακά για την εποχή αποτελέσματα . Η επανάσταση όμως ήρθε το 1985 με την υιοθέτηση από τους οφθαλμιάτρους του excimer LASER. Πρωτοπόροι της μεθόδου είναι οι Seiler, Trokel, McDonald, Kaufman και Gimel. Μία «ψυχρή» λεπτή ακτίνα υπεριώδους φωτός χρησιμοποιείται για να διαμορφώσει την επιφάνεια του κερατοειδή ώστε να επιτρέψει στο φως να εστιάζει σωστά στον αμφιβληστροειδή . Η νέα μέθοδος ονομάστηκε «PRK - Photo Refractive Keratectomy» (φωτο - διαθλαστική κερατεκτομή) . Το 1990 η Ελλάδα πρωτοστατεί και ο Παλλήκαρης παρουσιάζει την LASIK (Laser In situ Keratosmilesis). Ένας λεπτός ατελής κρημνός ιστού δημιουργείται με μία ειδική συσκευή που λέγεται μικροκερατόμος και ανασηκώνεται από τον χειρουργό

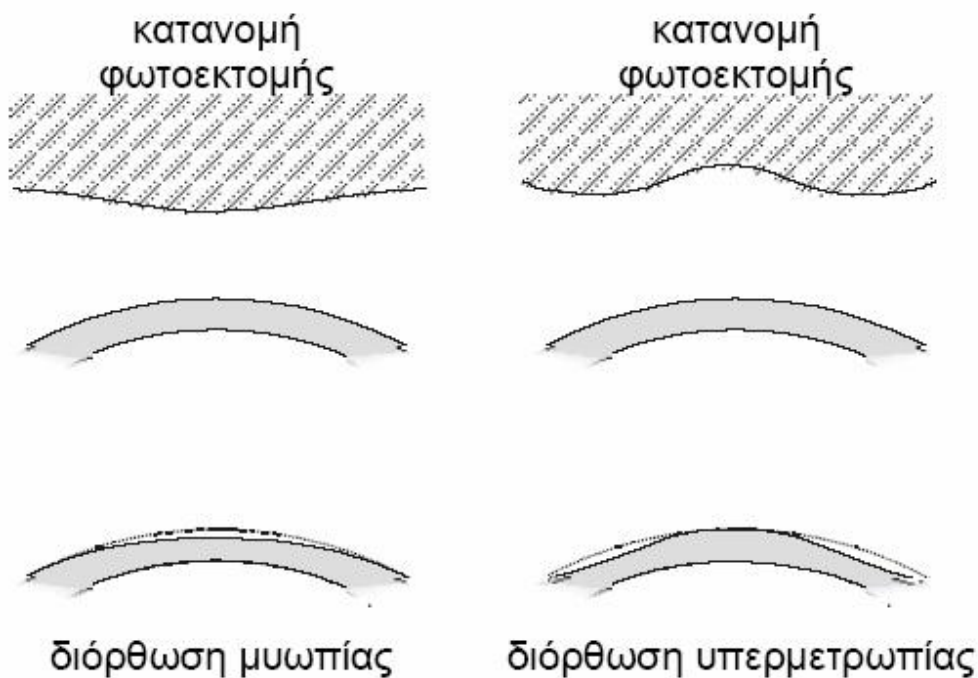
προκειμένου να δράσει το LASER . Από εκεί και έπειτα σε αυτές τις δυο τεχνικές βασίζονται όλες οι μέχρι τώρα γνωστές επεμβατικές μέθοδοι διαθλαστικής χειρουργικής. Δύο παραλλαγές της επιφανειακής φωτοδιαθλαστικής χειρουργικής είναι η LASEK και η Epi-LASIK. Οι δύο αυτοί μέθοδοι βασίζονται στην επαναχρησιμοποίηση του αφαιρούμενου επιθηλίου , το οποίο βέβαια σταδιακά αποκαθίσταται από νέο.

2.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Το 80% της διοπτρικής ισχύος του οφθαλμού προέρχεται από τον κερατοειδή, ο οποίος μαζί με την δακρυϊκή στοιβάδα αποτελεί την κύριο διαθλαστικό μέσο του οφθαλμού. Μια μικρή αλλαγή στην καμπυλότητα του κερατοειδή μπορεί να προκαλέσει τεράστια αλλαγή στην συνολική διοπτρική ισχύ του οφθαλμού. Αυτή είναι και η βασική ισχύ στη οποία στηρίζεται η διαθλαστική χειρουργική.

Όπως έχει βρεθεί από μελέτες το βάθος εκτομής που προκαλεί ο κάθε παλμός του ArF excimer laser επιφέρει τη δημιουργία ενός κρατήρα στην επιφάνεια του κερατοειδή με βάθος της τάξης των 0.3 μm και διατομή αντίστοιχη της διατομής της δέσμης που τον προκάλεσε. Με την κατάλληλη υπέρθεση ενός αριθμού τέτοιων κρατήρων μπορεί να οδηγήσει σε μία κατανομή φωτοεκτομής η οποία να εκτείνεται σε μεγάλο τμήμα της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδή και να οδηγήσει σε αλλαγή της καμπυλότητας του, η οποία είναι επιθυμητή για τη διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος. Ειδικότερα, για την διόρθωση μυωπίας απαιτείται αύξηση της ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδή, η οποία επιτυγχάνεται με επιπέδωση της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδή, ενώ για την διόρθωση της υπερμετρωπίας απαιτείται μείωση της ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδή η οποία επιτυγχάνεται με επέμβαση στην περιφέρεια του κερατοειδή.

Παρακάτω, φαίνονται οι κατανομές φωτοεκτομής που χρησιμοποιούνται για την διόρθωση των δύο συνηθέστερων διαθλαστικών σφαλμάτων.



Εικόνα 9. Κατανομές φωτοεκτομής που οδηγούν σε αλλαγή καμπυλότητας του κερατοειδή.

Το απαιτούμενο βάθος εκτομής στο κέντρο του κερατοειδή είναι ανάλογο της διαμέτρου της ζώνης επέμβασης καθώς και του διαθλαστικού σφάλματος. Επομένως η συνολική έκθεση του κερατοειδή στην ακτινοβολία laser μπορεί να μειωθεί με την ελαχιστοποίηση της ζώνης επέμβασης. Όμως η ζώνη πάνω στην οποία πραγματοποιείται η επέμβαση πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη, ώστε σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, η διορθωμένη περιοχή να καλύπτει την διάμετρο της κόρης που μεγαλώνει, ώστε να μην εμφανίζονται προβλήματα και ενοχλήσεις κατά την νυχτερινή όραση (Gatinel et. al. 2002).

Για την επιλογή της διαμέτρου της ζώνης φωτοεκτομής στην οποία θα πραγματοποιηθεί η διόρθωση πρέπει να συναξιολογηθούν η μέγιστη διάμετρος της κόρης του οφθαλμού που διορθώνεται, η επιδιωκόμενη διόρθωση και το διαθέσιμο πάχος του κερατοειδή. Καθώς είναι επιθυμητό να μην προκληθεί άσκοπη εκτομή κερατοειδικού ιστού, οι παράμετροι αυτοί σταθμίζονται κατά τη φάση του σχεδιασμού της επέμβασης.

Τα συστήματα laser διαθλαστικής χειρουργικής πέραν της κοιλότητας ArF, περιλαμβάνουν κατάλληλο οπτικό σύστημα το οποίο κατευθύνει τη δέσμη στον

κερατοειδή προκειμένου να παραχθεί η επιθυμητή κατανομή φωτοεκτομής. Επίσης, περιλαμβάνουν ένα σύνολο από υποσυστήματα, ελέγχου της ευθυγράμμισης (eye tracking), ελέγχου εστίασης, μέτρησης της αποδιδόμενη ενέργειας / παλμό, και αυτοελέγχου της λειτουργίας τους. Τη λειτουργία του όλου συστήματος διαχειρίζεται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής στον οποίο γίνεται και προεγχειρητικά ο υπολογισμός της κατανομής των παλμών που θα επιφέρουν την επιθυμητή διόρθωση. Οι κατανομές αυτές μπορούν να είναι εκ περιστροφής συμμετρικές (τμήματα σφαίρας ή επιμήκους ελλειψοειδούς) για τη διόρθωση μυωπίας και υπερμετρωπίας, τορικού σχήματος για την ταυτόχρονη διόρθωση αστιγματισμού και αυθαίρετες για τη διόρθωση γεωμετρικών ανωμαλιών της επιφάνειας του κερατοειδή .

Βέβαια για να πραγματοποιηθεί η οποιαδήποτε διαθλαστική επέμβαση πρέπει αρχικά να διεξαχθεί ένας ενδελεχής προεγχειρητικός έλεγχος προκειμένου να είμαστε βέβαιοι ότι μας επιτρέπεται να επέμβουμε στον οφθαλμό. Ο προεγχειρητικός έλεγχος πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένους οφθαλμιάτρους σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους που είναι πλήρως εξοπλισμένοι, έτσι ώστε να επιτευχθεί η σωστή εκτίμηση του προβλήματος των ασθενών, για την καλύτερη αντιμετώπισή του. Ο καλύτερος έλεγχος ξεκινάει με την λήψη ενός πλήρους ιστορικού που αφορά τόσο τον ίδιο όσο και τα υπόλοιπα μέλη της οικογένειάς του. Στην συνέχεια γίνεται μέτρηση του διαθλαστικού σφάλματος με και χωρίς κυκλοπληγία , αφού απαραίτητη προϋπόθεση είναι η σταθερότητα της όρασης του ασθενούς (για τουλάχιστον 6 μήνες) . Επίσης , σημαντικό ρόλο παίζει και η ακεραιότητα του κερατοειδούς , για αυτό τον λόγο πρέπει να πραγματοποιηθεί μια σειρά από εξετάσεις όπως παχυμετρία του κερατοειδούς καθώς και τοπογραφία αυτού. Ακόμη απαραίτητη η κατάσταση της δακρυϊκής στιβάδας και για αυτό τον λόγο πραγματοποιείται το Schirmer Tear Test ή το B.U.T. Στην συνέχεια γίνεται μέτρηση σκοτοπικής διαμέτρου κόρης και τονομέτρηση με Goldman. Επίσης , πραγματοποιείται βυθοσκόπηση του οφθαλμού όπου παρατηρείται το οπτικό νεύρο, η ωχρά κυλίδα καθώς και ολόκληρη η υπόλοιπη περιφέρεια του αμφιβληστροειδή χιτώνα. Εκτός αυτών, οι χρόνιες συστηματικές παθήσεις όπως αυτοάνοσα νοσήματα κολλαγόνου ή ιδιομορφίες στην επούλωση του δέρματος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη καθώς αποτελούν απόλυτη αντένδειξη. Το ίδιο ισχύει για προφανείς λόγους και για την περίοδο εγκυμοσύνης ή λοχείας σε βάθος χρόνου 6 μηνών. Ο σακχαρώδης διαβήτης αποτελεί σχετική αντένδειξη εφόσον δεν παρατηρούνται αλλοιώσεις διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας. Οφθαλμολογικές αντενδείξεις περιλαμβάνουν τους μονόφθαλμους ασθενείς, τον

υποκλινικό και κλινικό κερατόκωνο, το γλαύκωμα καθώς και χρόνιες παθήσεις του κερατοειδούς.

Εφόσον έχουμε υπόψιν όλες τις παραμέτρους που αφορούν τον οφθαλμό μπορούμε να προβούμε σε μία από τις ακόλουθες διαθλαστικές επεμβάσεις με ασφάλεια. Η αλλαγή της καμπυλότητας του κερατοειδή προκειμένου να είναι μόνιμη, πρέπει να πραγματοποιηθεί στο στρώμα του κερατοειδή. Παρακάτω περιγράφονται οι χρησιμοποιούμενες τεχνικές διόρθωσης διαθλαστικών σφαλμάτων.

1) PRK (Photorefractive Keratectomy) - ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΦΩΤΟΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΚΕΡΑΤΕΚΤΟΜΗ

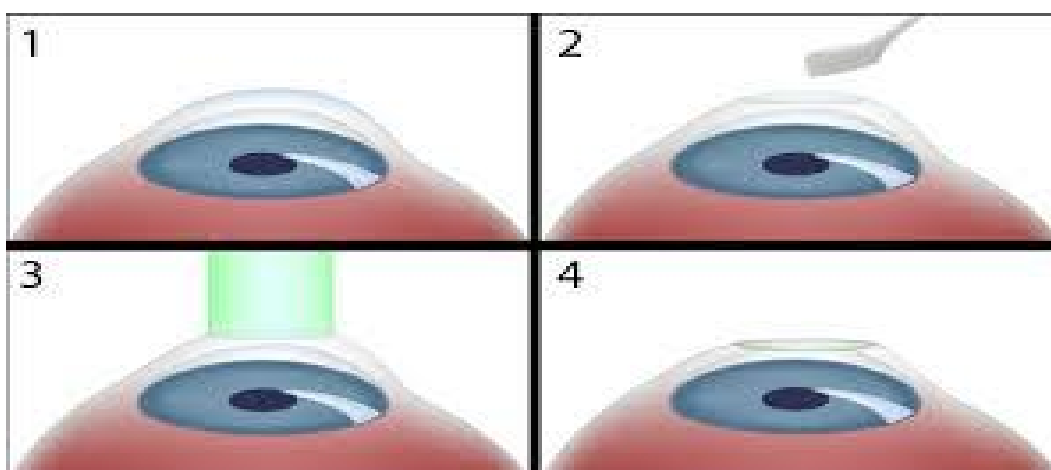
Η PRK (Φωτοδιαθλαστική Κερατεκτομή) είναι μια ιατρική διαδικασία laser με στόχο να εξαλείψει (ή να μειώσει) την ανάγκη για γυαλιά οράσεως ή φακούς επαφής. Η πρώτη διαδικασία PRK διεξήχθη το 1987 από τον Dr. Theo Seiler, στη συνέχεια, στο Ελεύθερο Πανεπιστήμιο του Ιατρικού Κέντρου στο Βερολίνο, Γερμανία. Η πρώτη διαδικασία παρόμοια με το LASEK διεξήχθη στο Massachusetts Eye Ear Infirmary το 1996 από τον οφθαλμίατρο-διαθλαστικό χειρουργό , Dimitri Azar. Ο Dr. Massimo Camellin, ένας Ιταλός χειρουργός, ήταν ο πρώτος που θα γράψει μια επιστημονική δημοσίευση σχετικά με τη νέα χειρουργική τεχνική, το 1998, επινόηση του όρου LASEK για τα επιθηλιακά laser κερατοσμίλευσης. Η μέθοδος PRK είναι πιο αποτελεσματική σε μικρούς βαθμούς μυωπίας, υπερμετρωπίας, με ή χωρίς αστιγματισμό, αλλά και σε μεγαλύτερους βαθμούς εφόσον ο κερατοειδής είναι σχετικά λεπτός.

Στη PRK, το επιθήλιο, δηλαδή το στρώμα των κυττάρων που καλύπτουν τον κερατοειδή χιτώνα, αφαιρείται ή αφού απλώς παρεκτοπιστεί, στη συνέχεια θα επανατοποθετηθεί (LASEK) . Το επιθήλιο θα αναγεννηθεί μέσα σε τρεις έως πέντε ημέρες. Στη συνέχεια ακολουθεί το Excimer laser, που αλλάζει την καμπυλότητα του κερατοειδή χιτώνα για να διορθώσει το διαθλαστικό σφάλμα. Η στοιβάδα του Bowman είναι αυτή που υπόκειται σε φωτοεκτομή. Τα βαθύτερα στρώματα κυττάρων παραμένουν ουσιαστικά άθικτα. Στο τέλος της επέμβασης, ένας ειδικός θεραπευτικός φακός επαφής τοποθετείται για να επιταχύνει την επιθηλιοποίηση , η οποία διαρκεί συνήθως τρεις έως πέντε ημέρες. Επιπλέον εφαρμόζονται πρόσθετες

οφθαλμικές σταγόνες. Η επέμβαση είναι ολιγόλεπτη και γίνεται με χρήση τοπικού αναισθητικού κολλυρίου.

Η PRK και οι συναφείς μέθοδοι επιφανειακής αφαίρεσης (LASEK, EPILASIK) συστήνονται από τους χειρουργούς ως μέθοδοι επιλογής αντί της LASIK για τους ανθρώπους που έχουν λεπτές κερατοειδείς χιτώνες, καθώς και για διόρθωση μικρού ή μετρίου διαθλαστικού σφάλματος.

Πιθανές επιπλοκές περιλαμβάνουν μετεγχειρητικό θάμπωμα, δημιουργία φωτοστέφανων γύρω από φωτεινά αντικείμενα και μόλυνση του κερατοειδούς με το χάσιμο της best corrected οπτικής οξύτητας. Παρόλα αυτά το ποσοστό των επιπλοκών είναι εξαιρετικά μικρό



Εικόνα 10. 1. Αναισθητικές σταγόνες 2. Επιφανειακή απόξεση στρώματος 3. Χρήση laser 4. Τελική σμίλευση κερατοειδούς

2) LASIK (Laser In Situ Keratomileusis) - ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ LASIK ΚΑΙ FEMTO – LASIK

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ LASIK

Το LASIK, για πρώτη φορά σχεδιάστηκε το 1989 από έναν Έλληνα γιατρό που ονομάζεται Ιωάννης Παλλήκαρης. Το LASIK απαιτεί τη δημιουργία ενός

περυγίου στον κερατοειδή που μπορεί να πραγματοποιηθεί πριν από τη χειρουργική διόρθωση στο μάτι. Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων δεν εγκρίνει την πρώτη διορθωτική χειρουργική επέμβαση LASIK στο μάτι μέχρι το 1999.

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που το LASIK έχει γίνει η πιο δημοφιλής διαθλαστική διαδικασία του κερατοειδούς. Η χρήση ενός laser για να διαμορφώσει τον κερατοειδή και όχι ένα μικροκερατόμο επιτρέπει στους χειρουργούς να προβλέψουν και να ελέγξουν τη χειρουργική διόρθωση που απαιτείται σε κάθε οφθαλμού. Επιπλέον, η χρήση του κερατοειδικού κρημνού για πρόσβαση στο υποκείμενο ιστό μειώνει σημαντικά την ποσότητα των μετεγχειρητικών δυσφοριών.

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ LASIK

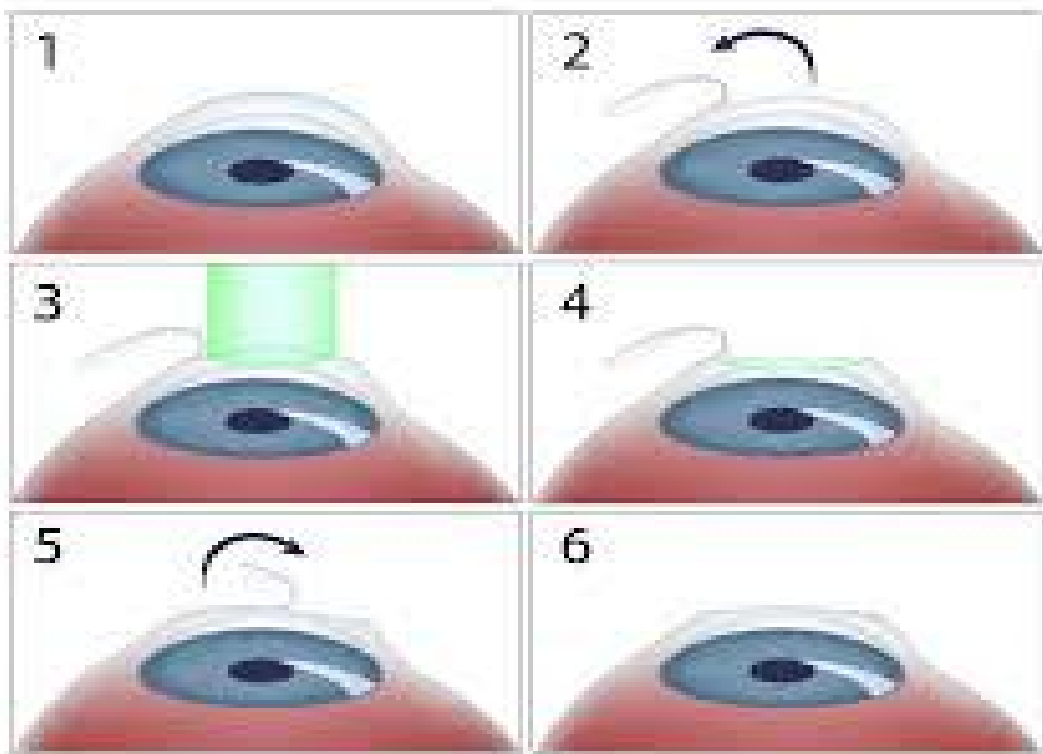
Η διαφορά της τεχνικής LASIK από την PRK έγκειται στον τρόπο απομάκρυνσης του επιθηλίου. Ενώ στην PRK πραγματοποιείται απόξεση του επιθηλίου με αποτέλεσμα τον μετεγχειρητικό πόνο, στην τεχνική LASIK πραγματοποιείται τομή στο επιθήλιο με ένα εργαλείο που ονομάζεται μικροκερατόμος, και δημιουργείται κερατοειδικός κρημνός πάχους περίπου 140 μm. Σκοπός της δημιουργίας του κερατοειδικού κρημνού είναι η διατήρηση των επιφανειακών επιθηλιακών κυττάρων με αποτέλεσμα την γρηγορότερη επούλωση του τραύματος και αποκατάσταση της όρασης. Ο κερατοειδικός κρημνός ανασηκώνεται ώστε να αφήνετε εκτεθειμένο το στρώμα στην κατανομή φωτοεκτομής και στην συνέχεια επανατοποθετείται πάνω στο στρώμα του κερατοειδή.

Η LASIK (laser κερατοσίμλευσης) είναι η πιο συχνά εκτελούμενη διαθλαστική επεμβατική διαδικασία, που εφαρμόζεται από τους χειρουργούς-οφθαλμιάτρους για τη διόρθωση ανωμαλιών της όρασης, όπως μέσου και υψηλού βαθμού μυωπίας, αστιγματισμού και υπερμετροπίας. Με τη μέθοδο LASIK η διόρθωση της διαθλαστικής ανωμαλίας δε γίνεται στην επιφάνεια αλλά στο εσωτερικό του κερατοειδούς. Είναι εξαιρετικά δημοφιλής λόγω των πλεονεκτημάτων της όπως μια σχετική έλλειψη πόνου καθώς και επιτυγχάνεται πολύ καλή όραση συνήθως άμεσα έως και το πολύ την επόμενη ημέρα.

Πιθανές επιπλοκές περιλαμβάνουν μετεγχειρητικό θάμπωμα, δημιουργία φωτοστέφανων γύρω από φωτεινά αντικείμενα και μόλυνση του κερατοειδούς με το

χάσιμο της best corrected οπτικής οξύτητας. Παρόλα αυτά το ποσοστό των επιπλοκών είναι εξαιρετικά μικρό.

Κατά την μέθοδο Lasik υπάρχουν δύο τρόποι παρασκευής του κρημνού (flap). Η συμβατική Lasik όπου ο χειρουργός-οφθαλμίατρος χρησιμοποιεί ένα όργανο, που ονομάζεται μικροκερατόμος, για να δημιουργηθεί ένα λεπτό, κυκλικό πτερύγιο στον κερατοειδή, ένας κρημνός (flap), ο οποίος δεν αποκόπτεται εντελώς αλλά παραμένει ενωμένος με τον κερατοειδή στη μία του πλευρά.



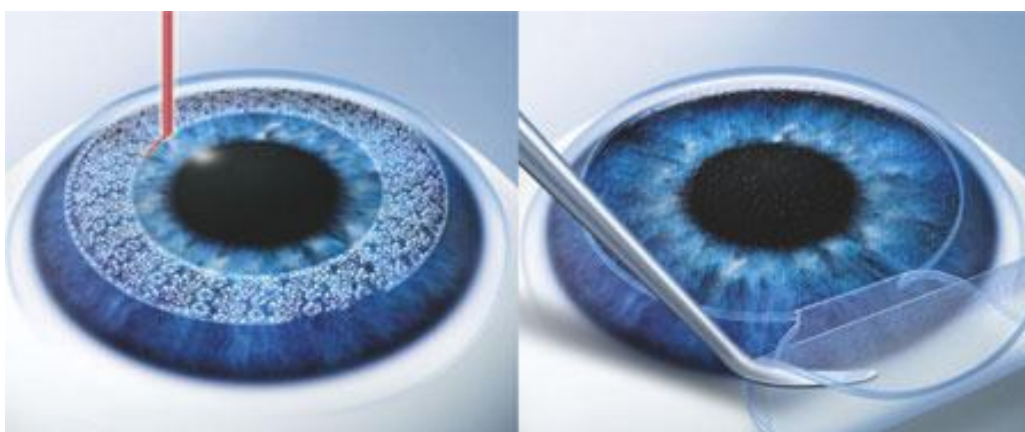
Lasik Eye Surgery

Εικόνα 11. 1.Αναισθητικές σταγόνες 2. Δημιουργία κρημνού 3. Χρήση laser
4.Οσμιλεμένος από το laser κερατοειδής 5. Επανατοποθέτηση του flap
6.Μορφή κερατοειδούς μετά την εναποθέτηση του flap

Αλλά και η **FEMTO-LASIK**, όπου γίνεται με femtosecond laser και είναι πιο προβλέψιμη και ελεγχόμενη σε σχέση με το μηχανικό μικροκερατόμο. Με τη νέα τεχνολογία Femto lasik εφαρμόζεται μόνο laser κατά τη διάρκεια όλης της επέμβασης , έτσι ώστε η διαδικασία LASIK να ολοκληρώνεται χωρίς την ανάγκη εφαρμογής

"νυστεριού" σε κανένα από τα στάδια. Το όνομα του προήλθε από τον αριθμό των παλμών ανά δευτερόλεπτο (pulse / sec) με το οποίο λειτουργεί το συγκεκριμένο laser. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται μικροσκοπικοί, αστραπιαίοι παλμοί laser, οι οποίοι εκπέμπουν στην υπέρυθρο ζώνη του φάσματος και σε συνδυασμό με τον εξαιρετικά βραχύ χρόνο δράσης και την πολύ μικρή ενέργεια επιτυγχάνουν τη φωτοδιάσπαση (photodisruption) του ιστού στον οποίο προσπίπτουν (κερατοειδής)

Η φωτοδιάσπαση γίνεται ορατή με τη μορφή φυσαλίδας , η οποία τελικά είναι η δύναμη με την οποία τέμνει τους ιστούς το FEMTOSECOND LASER. Στη συνέχεια ο γιατρός δημιουργεί τον κρημνό (flap) ανασηκώνοντας τον ιστό του κερατοειδή προς τα πίσω στο σημείο το οποίο έχουν δημιουργηθεί οι φυσαλίδες από τους σφυγμούς του φωτός. Η δημιουργία κρημνού διαρκεί μόλις 15 δευτερόλεπτα. Τότε είναι που ο χειρουργός μπορεί να προχωρήσει στο δεύτερο στάδιο της επέμβασης , όπου ο κρημνός ανασηκώνεται, αποκαλύπτοντας τις εσωτερικές στιβάδες του κερατοειδούς και εφαρμόζεται το Excimer Laser , μέσω μιας ψυχρής υπεριώδους ακτίνας φωτός, επιτυγχάνει εξάχνωση του κερατοειδικού ιστού, με σκοπό να αλλάξει την καμπυλότητα του κερατοειδούς και να διορθωθεί το διαθλαστικό σφάλμα. Ακολουθεί η επανατοποθέτηση του κρημνού (flap) πίσω στην αρχική του θέση , καλύπτοντας την περιοχή όπου αναμορφώθηκε ο ιστός του κερατοειδούς. Όταν ο κερατοειδής αναδιαμορφωθεί με το σωστό τρόπο, εστιάζει καλύτερα το φως στον αμφιβληστροειδή , παρέχοντας σαφέστερη εικόνα από ό,τι πριν.



Εικόνα 12. Στη femto-Lasik τεχνική δημιουργείται κρημνός στον κερατοειδή με femtosecond laser.

Ο επεμβατικός χρόνος είναι περίπου πέντε λεπτά για το κάθε μάτι και δεν απαιτεί γενική αναισθησία. Το μόνο που απαιτείται είναι ένα κολλύριο , που παρέχει τοπική αναισθητική δράση στον κερατοειδή , έτσι ώστε να μην αισθάνεται ο ασθενής οποιαδήποτε δυσφορία κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

Ο ιατρός μπορεί να συστήσει κάποιο ήπιο αναλγητικό σε περίπτωση μετεγχειρητικού άλγους. Βέβαια , οι περισσότεροι άνθρωποι δεν αισθάνονται κάτι περισσότερο από ένα ήπιο αίσθημα «ξένου σώματος» μετά από μια επέμβαση LASIK. Αυτό είναι και μια σημαντική διαφορά της LASIK από την PRK, η οποία μπορεί να προκαλέσει σημαντική δυσφορία στον οφθαλμό για λίγες ημέρες.

Δύο είναι η πιθανές επιπλοκές που μπορεί να προκύψουν από την τεχνική LASIK. Λόγω της διαφορετικής ανταπόκρισης και επούλωσης του τραύματος στους ασθενείς μπορεί να παρατηρηθεί κάποιο μικρό ποσοστό υπερδιόρθωσης ή υποδιόρθωσης. Επίσης μπορεί να παρατηρηθούν κάποιες επιπλοκές λόγω δυσλειτουργίας του μικροκερατόμου.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ LASIK ΚΑΙ PRK

LASIK	PRK
Δημιουργία κερατοειδικού κρημονού, FLAP/ πιο πολύπλοκη επέμβαση	Μηχανική απόξεση του επιθηλίου του κερατοειδούς με την εφαρμογή ενός διαλύματος αλκοόλης.
Ενδείκνυται για μυωπίες από -1.00D έως -12.00D , για υπερμετρωπίες από +1.00D έως +6.00D διοπτρίες και για αστιγματισμό έως 6 διοπτρίες.	Ενδείκνυται κυρίως για χαμηλές μυωπίες μέχρι -3.00D έως -4.00D
Μετεγχειρητικά ανώδυνη	Μετεγχειρητικός πόνος για 2-3 μέρες

Λιγότεροι κίνδυνοι εμφάνισης θόλωσης.	Πιθανή ανάπτυξη ήπιας θόλωσης σε περιπτώσεις διόρθωσης μεγάλου σφαιρώματος σε συνδυασμό με λεπτό κερατοειδή.
Ταχεία επάνοδος όρασης 1-3 μέρες	Πιο αργή επάνοδος όρασης 1-2 εβδομάδες
Καλύτερη για υπερμετροπία	Καλύτερη σε περιπτώσεις ξηροφθαλμίας. Δεν χρησιμοποιείται για την διόρθωση υπερμετροπίας και για την διόρθωση μεγάλων βαθμών αστιγματισμού.
Απαιτείται μεγαλύτερο πάχος κερατοειδή	Γίνεται και σε λεπτότερο κερατοειδή
Απαιτεί συγκεκριμένα ανατομικά στοιχεία κερατοειδούς, κόγχου	Δέν επηρεάζεται τόσο από ακραίες παραμέτρους αυτών των στοιχείων.
Προβλήματα κυρίως λόγω FLAP	Προβλήματα κυρίως λόγω Haze (ουλών)
Σταθερότητα σε 1 εβδομάδα έως 1 μήνα (έως και 3 μήνες)	Σταθερότητα σε 1-3 μήνες (έως και 6-12 μήνες)

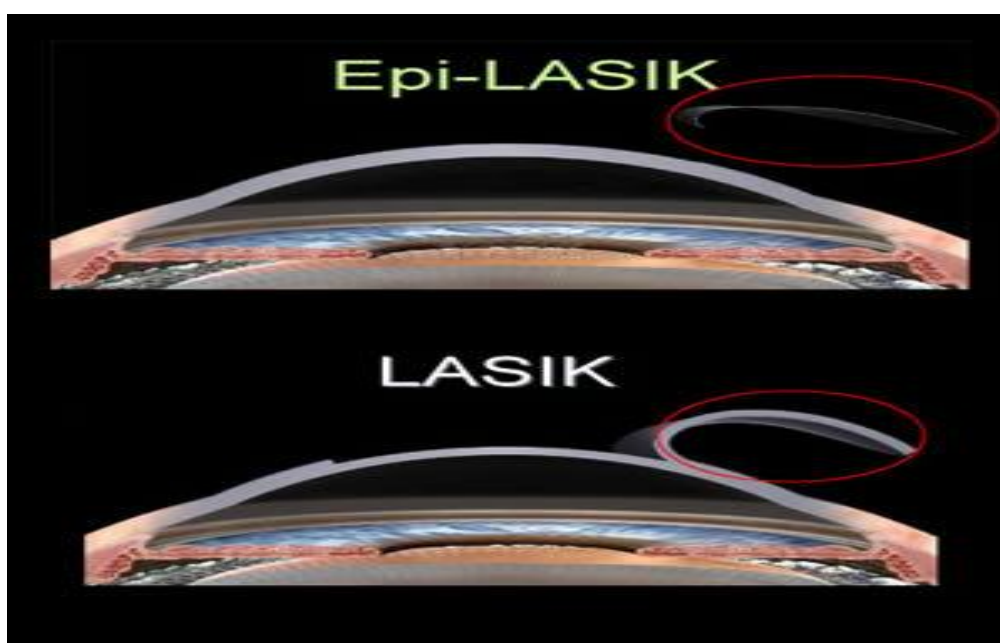
Πίνακας 1. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι διαφορές ανάμεσα στις δύο επεμβατικές μεθόδους, LASIK και PRK.

3) EPI-LASIK

Οι πρώτες χρήσεις της epi Lasik έγιναν έξω από την Ελλάδα το 2003. Τον Σεπτέμβριο του 2003, ο Marguerite McDonald έγινε ο πρώτος άνθρωπος στη Βόρεια Αμερική που εκτέλεσε την Epi-LASIK. Η τεχνική αυτή είναι μια μέθοδος

επιφανειακής φωτοεκτομής που επινοήθηκε από τον καθηγητή Ι. Παλλήκαρη στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης.

Η επέμβαση διαρκεί λίγα λεπτά για το κάθε μάτι. Όπως και στην PRK, πραγματοποιείται επιφανειακή φωτοεκτομή και αλλαγή της καμπυλότητας του κερατοειδούς. Η διαφορά είναι ότι η επιφανειακή μεμβράνη (επιθήλιο) δεν αφαιρείται αλλά διαχωρίζεται από τον υπόλοιπο κερατοειδή με ειδικό εργαλείο (επικερατόμο). 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. Η επέμβαση γίνεται με σταγόνες και ο ασθενής δεν πονάει κατά την διάρκειά της. Γενικά προκαλεί λιγότερες βλάβες στον κερατοειδή και συνίσταται σε περιπτώσεις ξηροφθαλμίας καθώς και σε περιπτώσεις όπου ο κερατοειδής δεν κρίνεται ικανός για την χρήση Lasik.



Εικόνα 13. Στη epi-Lasik αφαιρείται τελείως η επιφανειακή μεμβράνη και στο τέλος επανατοποθετείται σε σχέση με τη Lasik όπου δημιουργείται ένας κρημνός.

4) t-PTK (Φωτοθεραπευτική Κερατεκτομή)

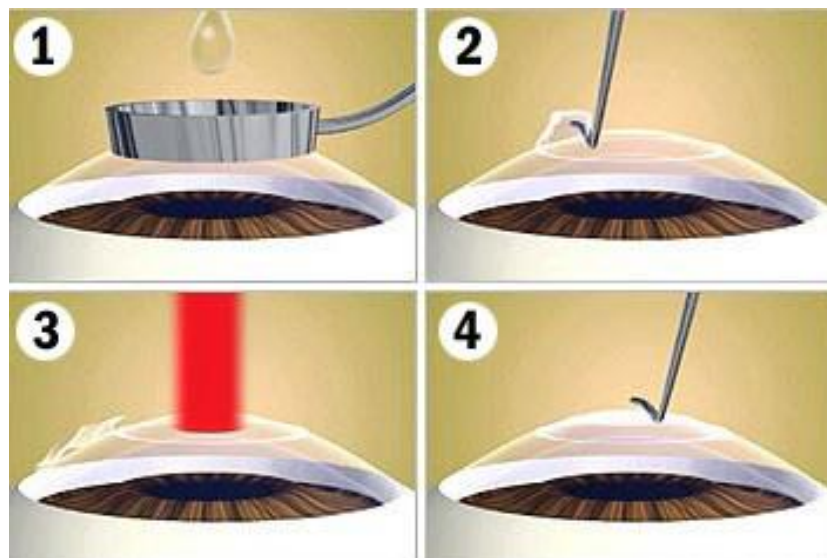
Με την μέθοδο αυτή η επέμβαση γίνεται εξολοκλήρου με την χρήση laser. Η αφαίρεση της επιφανειακής μεμβράνης (επιθηλίου) πραγματοποιείται με laser και στην συνέχεια εφαρμόζεται η διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος στην επιφάνεια του κερατοειδούς. Η τεχνική αυτή δεν χρησιμοποιεί μηχανικές μεθόδους για την αφαίρεση της επιφανειακής μεμβράνης και την διεκπεραίωση της διόρθωσης, με αποτέλεσμα να γίνεται πρακτικά «χωρίς να αγγίζουμε» τον κερατοειδή. Η επέμβαση διαρκεί λίγα λεπτά για το κάθε μάτι. Η διαδικασία γίνεται με σταγόνες όπως και η PRK και στην συνέχεια τοποθετείται φακός επαφής μέχρι την epύλωση του επιθηλίου για τρεις με τέσσερις περίπου μέρες. Οι περισσότεροι ασθενείς βρίσκουν ότι είναι σε θέση να επιτύχουν χρήσιμη όραση μέσα σε μια εβδομάδα έως 10 ημέρες μετά από αυτό το είδος της χειρουργικής επέμβασης ματιών laser.

Το excimer laser, εκτός από τις επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση ενός πλήθους επιφανειακών κερατοειδικών ανωμαλιών. Η τεχνική PTK μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνη της, είτε συμπληρωματικά σε παραδοσιακές κερατοειδικές χειρουργικές τεχνικές, για την επιτυχή αντιμετώπιση ενός πλήθους διαταραχών που επηρεάζουν την επιφάνεια του κερατοειδή, λόγω της ικανότητας ακριβούς αφαίρεσης επιφανειακού κερατοειδικού ιστού από το excimer laser. Τα προβλήματα που μπορούν να αντιμετωπιστούν με την τεχνική PTK περιλαμβάνουν ένα πλήθος κερατοειδικών εκφυλισμών και δυστροφιών, κερατοειδικές ανωμαλίες και επιφανειακές ουλές. Αν και κάποια από τα παραπάνω προβλήματα, μπορούν να αντιμετωπιστούν με τεχνικές μηχανικών επιφανειακών κερατεκτομών, η τεχνική PTK υπερτερεί γιατί ελαχιστοποιεί το ποσό του αφαιρούμενου ιστού και το χειρουργικό τραύμα. Η ομαλοποιημένη επιφάνεια του κερατοειδή, που επιτυγχάνεται με την χρήση του excimer laser , βελτιώνει την μετεγχειρητική κερατοειδική διαύγεια, μειώνει τον χρόνο epύλωσης και διευκολύνει την epύλωση του επιθηλίου. Ακόμη με την τεχνική PTK μπορούν να αντιμετωπιστούν επιτυχώς περιπτώσεις που διαφορετικά θα απαιτούσαν μεταμόσχευση του κερατοειδούς.)

5) LASEK (Laser Epithelial Keratomileusis) - ΕΠΙΘΗΛΙΑΚΗ ΚΕΡΑΤΕΚΤΟΜΗ

Η τεχνική LASEK αποτελεί μια εναλλακτική εκδοχή της LASIK. Στην LASEK τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του κερατοειδή ένα διάλυμα ιωδίου ώστε να χαλαρώσει τις άκρες του επιθηλίου , επιτρέποντας έτσι στον χειρουργό να δημιουργήσει ένα επιθηλιακό κρημό και την εκτομή στην συνέχεια του παρακείμενου ιστού. Στη συνέχεια εφαρμόζεται το laser που αλλάζει την καμπυλότητά του κερατοειδούς , όπως στην PRK. Το επιθήλιο επανατοποθετείται στον κερατοειδή και ο χειρουργός στο τέλος της επέμβασης τοποθετεί έναν φακό επαφής μέχρι να ολοκληρωθεί η επούλωση μέσα στις επόμενες τρεις με τέσσερις μέρες. Το πλεονέκτημα της LASEK είναι η έλλειψη επιπλοκών που προκύπτουν από την χρήση του μικροκερατόμου και η ικανότητα πραγματοποίησης διαθλαστικής χειρουργικής σε ασθενείς με σχετικά λεπτούς κερατοειδείς οι οποίοι υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα μπορούσαν να υποστούν σε διαθλαστική χειρουργική.

Το LASEK (ή το Epi-LASIK με το οποίο έχει αρκετές ομοιότητες) προτιμάται όταν ο κερατοειδής είναι πολύ λεπτός ή όχι απόλυτα φυσιολογικός , τα μάτια ξηρότερα , η συνταγή χαμηλότερη και σε άτομα που είναι πιο πιθανό να τραυματιστούν κάποτε στα μάτια , για λόγους επαγγέλματος ή χόμπυ. Πρόκειται για μία πιο εξελιγμένη μορφή PRK , χωρίς τον μετεγχειρητικό πόνο.



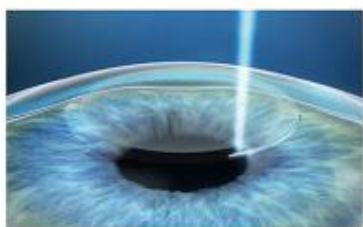
Εικόνα 14. Χρήση διαλύματος ιωδίου για χαλαρώσει των ακρών του επιθηλίου για μετακινήση του 2. Δημιουργία κρημού 3. Χρήση laser 4. Επανατοποθέτηση του επιθηλίου.

6) SMILE

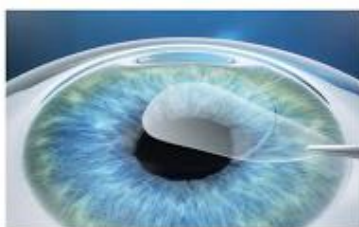
Η smile είναι μια νέα μέθοδος διαθλαστικής επέμβασης που χρησιμοποιείται για τη θεραπεία της μυωπίας, με ή χωρίς αστιγματισμό. Με την τεχνική SMILE σε συνδυασμό με τη Femtosecond τεχνολογία, πραγματοποιεί υψηλής ακρίβειας αφαίρεση κερατοειδικού ιστού, ανάλογα με τους βαθμούς που θέλουμε να διορθώσουμε, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη ασφάλεια και λιγότερο χρόνο επέμβασης στη διαθλαστική διόρθωση. Το Laser δημιουργεί στον κερατοειδικό ιστό ένα φακοειδή μηνίσκο που αφαιρείται από μία μικρή τομή (μικρότερη των 4mm) και δε δημιουργείται κανένας κρημνός, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της Lasik. Η διόρθωση πραγματοποιείται με ένα Femtosecond Laser Visumax της Carl Zeiss.

Η τεχνική του ReLEx SMILE είναι λιγότερο επεμβατική σε σχέση με το LASIK, γιατί δε δημιουργείται κρημνός, αποφεύγοντας τις πιθανές επιπλοκές που μπορεί να επιφέρει. Αυτό διατηρεί τη φυσική βιομηχανική σταθερότητα του κερατοειδούς, προκαλεί λιγότερη μετεγχειρητική ξηροφθαλμία, επειδή επηρεάζεται ελάχιστα το νευρικό πλέγμα του κερατοειδούς. Επιπλέον υπάρχουν λιγότερες εισαγόμενες οπτικές εκτροπές καθώς προβλεψιμότητα και μακρόχρονη σταθερότητα των αποτελεσμάτων, ανεξάρτητα από τους βαθμούς της διόρθωσης. Η διαδικασία γίνεται με ένα μόνο Laser, προσφέροντας ελάχιστο χρόνο επέμβασης και μεγαλύτερη άνεση για τον ασθενή. Τέλος έχει δυνατότητα για μεγαλύτερο εύρος διορθώσεων μυωπίας.

ReLEx® smile with VisuMax®



Creation of lenticule and small access (< 4 mm)



Removal of the lenticule



Refractive error is corrected

Εικόνα 15. Δημιουργία στον κερατοειδικό ιστό ενός φακοειδούς μηνίσκου που αφαιρείται από μία μικρή τομή (< 4mm)

2.2 FEMPTOSECOND – LASER ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΜΙΚΡΟΚΕΡΑΤΟΜΟΣ



*Εικόνα 16. WaveLight FS200
Femtosecond Laser.*

2.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ FEMPTOSECOND LASER

Û Λιγότερες επιπλοκές σχετικά με τη δημιουργία του κρημνού (flap).

Τα μηχανικά συστήματα κοπής είναι πιο πιθανόν να εμφανίσουν δυσλειτουργίες που οφείλονται σε απώλεια δύναμης, σε μπλοκάρισμα των μηχανικών μερών τους , σε απώλεια αναρρόφησης κατά τη διάρκεια της διέλευσης του μαχαιριδίου, σε σφάλμα του χειριστή κατά τη χρήση ή σε σφάλμα κατά τη συναρμολόγηση των μηχανικών συστημάτων από τα οποία αποτελούνται. Επιπροσθέτως, μάτια ιδιόρρυθμα , όπως μάτια με περίεργες καμπυλότητες του κερατοειδούς , είναι αυξημένου κινδύνου στη δημιουργία ακανόνιστων κρημνών. Αυτές οι επιπλοκές σχεδόν μηδενίζονται ή είναι κλινικά ασήμαντες με τα συστήματα femtosecond laser.

Û Ελλιπή flap

Ένα ελλιπές flap μπορεί να δημιουργηθεί εάν κάτι εμποδίσει την ομαλή μηχανική κίνηση του μικροκερατόμου. Αυτό μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις όπου η ταλαντευόμενη λεπίδα σταματάει να λειτουργεί, λόγω δυσλειτουργίας του περιστρεφόμενου κινητήρα είτε απο κάποιο μηχανικό εμπόδιο (όπως το drape αποστείρωσης), ή εάν χαθεί η αναρρόφηση. Η παρουσία ατελούς flap είναι

αντένδειξη για τη φωτοαφαίρεση με το excimer laser και το χειρουργείο πρέπει να σταματήσει.

Û Ανώμαλα flaps

Εάν ένα μηχανικό σύστημα κοπής επιβραδύνει και στη συνέχεια αυξάνει ταχύτητα, το πάχος του κρημνού που δημιουργεί είναι ανώμαλο. Όταν δε ανασηκώσουμε τον κρημό, μπορεί να γίνει εμφανές ότι υπάρχουν περιοχές λεπτότερες και άλλες παχύτερες. Σε αυτό το ενδεχόμενο, αν προχωρήσουμε σε φωτοαφαίρεση με excimer laser, προκαλούμε ανώμαλο αστιγματισμό υψηλής τάξεως

Û Buttonhole flaps

Τα buttonhole flaps είναι οπές ολικού πάχους (σαν κουμπότρυπα) κεντρικά στο κρημό. Δημιουργούνται εάν η μηχανική κίνηση της λεπίδας δεν πραγματοποιηθεί ορθά. Αυτό ίσως συμβεί σε μάτια με σχετικά μικρή διάμετρο κερατοειδούς ή απότομες καμπυλότητες στην κερατομετρία. Το χειρουργείο σταματά υποχρεωτικά. Εκτός αυτού, ο ασθενής έχει αυξημένο κίνδυνο μελλοντικά να αναπτύξει σημαντικά προβλήματα στην όραση του από την ανάπτυξη επιθηλιακών κυττάρων κάτω από το flap (epithelial ingrowth).

Û Free flaps

Το free flaps είναι κρημοί χωρίς μίσχο. Φυσιολογικά ο κρημός έχει ένα μέρος με το οποίο κρατιέται στον κερατοειδή. Αν ο μίσχος χαθεί τότε ο κρημός είναι ελεύθερος και κυμαινόμενος. Αυτό μπορεί να συμβεί σε μάτια που έχουν μεγάλη διάμετρο κερατοειδούς ή επίπεδες τιμές στη κερατομετρία. Η παρουσία ενός free flap συνήθως δεν αποτελεί αντένδειξη στη φωτοαφαίρεση με το excimer laser. Μπορεί όμως να είναι ιδιαίτερα δύσκολο να τοποθετηθεί σωστά το flap ιδίως αν ο κερατοειδής δεν έχει σηματοδοτηθεί σωστά πριν τη χρήση του μικροκερατόμου ή αν τα σημάδια έχουν χαθεί ή φθαρεί.

Û Δυνατότητα επιλογής της θέσης του hinge (μεντεσές).

Ο μηχανικός μικροκερατόμος κατά κανόνα δεν επιτρέπει στον χειρουργό να αλλάξει τη θέση του hinge. Με το femtosecond laser απλά εισάγουμε στο λογισμικό του υπολογιστή τη θέση του hinge που επιθυμούμε. Αυτό μπορεί να είναι πλεονέκτημα σε ορισμένους ασθενείς όπως σε αυτούς με υψηλό σύμφωνα με τον

κανόνα αστιγματισμό που μπορεί να επωφεληθούν από την ανώτερη θέση του hinge ή σε αυτούς με έντονη ξηροφθαλμία που μπορεί να επωφεληθούν από ένα ρινικό hinge. Ένας υπερμετρωπικός ασθενής μπορεί να επωφεληθεί από ένα κροταφικό hinge.

Û Μικρότερη πιθανότητα ανάπτυξης επιθηλιακών (epithelial ingrowth) κυττάρων στο interface.

Η μετανάστευση επιθηλιακών κυττάρων στο interface , με λίγα λόγια ανάμεσα στο κρημνό και το υποκείμενο στρώμα , είναι πιο συχνή με τους παραδοσιακούς μικροκερατόμους από ότι με τα femtosecond laser. Αυτό οφείλεται λόγω της διαφορετικής μορφής του κρημνού στα άκρα του. Ένας μηχανικός μικροκερατόμος, δημιουργεί κατά κανόνα κρημνό με μορφή μηνίσκου. Το λέιζερ επιτρέπει στον χειρουργό να προγραμματίσει με ακρίβεια τη μορφή που θέλει να έχει η μορφή του κρημνού και η γωνία εισόδου. Η πιο απότομη γωνία μεταπτώσεως που δημιουργείται με το σύστημα laser δυνητικά αναστέλλει τη διέλευση των επιθηλιακών κυττάρων από το εξωτερικό του κερατοειδούς στο interface.

Û Μικρότερη μεταβλητότητα στο πάχος του κρημνού.

Η μέτρηση του ακριβούς πάχους του κρημνού είναι δύσκολο να γίνει γιατί υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα στις μετρήσεις, ανάλογα με τον υπέρηχο και τη θέση που τον εφαρμόζουμε, την στρωματική ενυδάτωση του κερατοειδούς, την κατάσταση ενυδάτωσης του κρημνού καθώς και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν.

Û Ακριβής έλεγχος της διαμέτρου του κρημνού και του πλάτους του hinge.

Αν και οι μηχανικοί μικροκερατόμοι προσφέρουν ρυθμιζόμενες παραμέτρους για να αλλάξουμε τη διάμετρο του κρημνού , η ακριβής διάμετρος του κρημνού και το πλάτος του hinge εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον έλεγχο του χειρουργού και από τις ιδιότητες του κερατοειδούς οι οποίες κυρίως εξαρτώνται από την καμπυλότητα, τις κερατομετρικές μετρήσεις και την διάμετρο του. Σε γενικές γραμμές, η διάμετρος και το πλάτος του hinge είναι μικρότερο σε επίπεδους και μεγάλους κερατοειδείς και μεγαλύτερο σε μικρούς και απότομους (steep).

Το femtosecond laser επιτρέπει στο χειρουργό να ελέγχει με ακρίβεια τόσο τη διάμετρο του κρημνού όσο και το πλάτος του hinge. Αυτό είναι σημαντικό για τη

προσαρμογή του κρημνού σε κερατοειδείς με διαφορετικά μεγέθη και με διαφορετικές διαθλαστικές ανωμαλίες, όταν η φωτοαφαίρεση επιθυμούμε να επεκταθεί περισσότερο στην περιφέρεια (υπερμετρωπία) ή περισσότερο στην τρίτη και ένατη ώρα όταν έχουμε υψηλό σύμφωνα με τον κανόνα αστιγματισμό.

Επιπλέον, οι βιοχημικές και βιοφυσικές ιδιότητες του κερατοειδούς δείχνουν ότι ο πρόσθιος περιφερικός κερατοειδής παρέχει την βιομηχανική υποστήριξη ολόκληρου του συστήματος. Τα αποτελέσματα αυτά ανακοινώθηκαν στην εισήγηση στο XXIV Συνέδριο του ESCS. Κατά συνέπεια, υπάρχουν πλεονεκτήματα ασφάλειας όταν δημιουργούμε μικρότερα και πιο κεντρικά flap που μπορούν να προσδιοριστούν με ακρίβεια από το femtosecond laser.

ΰ Προτίμηση του ασθενούς

Υποκειμενικά ερωτηματολόγια έχουν δείξει ότι οι ασθενείς προτιμούν τη δημιουργία του κρημνού με laser από ότι με μικροκερατόμο. Νιώθουν πιο ασφαλείς και λιγότερο άγχος διεγχειρητικά.

ΰ Καλύτερα οπτικά αποτελέσματα

Η αύξηση του ποσοστού με 10/10 όραση χωρίς διόρθωση από το 80% (με τη χρήση του μικροκερατόμου), στο 93% (με τη χρήση του femtosecond laser) όσον αφορά τον μυωπικό αστιγματισμό. Επιπλέον, φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι τα flap που δημιουργήθηκαν με femtosecond laser είχαν λιγότερες εκτροπές ανώτερης τάξης από ότι αυτά με τους μηχανικούς μικροκερατόμους, γεγονός που υποδηλώνει βελτίωση στη ποιότητας της όρασης, όταν χρησιμοποιείται το femtosecond laser.

2.2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΜΙΚΡΟΚΕΡΑΤΟΜΟΥ



Εικόνα 17. Μηχανικός μικροκερατόμος.

Û Περισσότερες κλινικές μελέτες

Η τεχνολογία με το μικροκερατόμο είναι άνω των 20 ετών. Η τεχνολογία Femtosecond είναι μια πιο πρόσφατη εξέλιξη με την κλινική χρήση να πλησιάζει σχεδόν τα 10 χρόνια τώρα.

Û Χαμηλότερο κόστος

Ο μηχανικός μικροκερατόμος είναι σαφώς πιο οικονομικός σε σύγκριση με ένα σύστημα femtosecond laser.

Û Πιο αποτελεσματική χειρουργική ροή

Η διάρκεια αναρρόφησης με το μηχανικό μικροκερατόμο διαρκεί λιγότερο από 30 δευτερόλεπτα. Με το femtosecond laser 4ης γενιάς, η αναρρόφηση διαρκεί 30-45 δευτερόλεπτα (15-20 δευτερόλεπτα είναι ο καθαρός χρόνος που χρειάζεται το laser για να δημιουργήσει το flap). Μερικά συστήματα laser δεν επιτρέπουν στο ίδιο κρεβάτι που γίνεται το femtosecond laser να γίνει και το excimer

laser (το δεύτερο laser είναι το ίδιο και στις δύο διαδικασίες), με αποτέλεσμα να πρέπει να μετακινηθεί ο ασθενής μέσα στο ίδιο δωμάτιο ή σε διαφορετικά δωμάτια.

Ϊ Δυνατότητα δημιουργίας flap ακόμα και σε κερατοειδείς με πρόσθιες στρωματικές αδιαφάνειες ή ουλές

Ένα μηχανικό σύστημα μπορεί να κόψει μέσω ουλών χωρίς δυσκολία. Τα femtosecond laser δεν είναι κατάλληλα σε κερατοειδείς που έχουν υποβληθεί σε προηγούμενες επεμβάσεις ή που έχουν τραυματιστεί. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μικροσκοπικές φυσαλίδες (2-3 μm) που καθοδηγούνται από το σύστημα για να διαχωρίσουν τον ιστό σε μοριακό επίπεδο, μπορεί να ξεφύγουν από τον κερατοειδή προς τα πάνω, μέσω μιας διαδρομής μικρότερης αντίστασης. Μια προηγούμενη τομή ή ουλή στην πρόσθια επιφάνεια, αντιπροσωπεύει μια διαδρομή μικρότερης αντίστασης και μπορεί να οδηγήσει έτσι το αέριο να διαφύγει προς την επιφάνεια του κρημνού σε μια μη επιθυμητή θέση. Αν συμβεί κάτι τέτοιο προς το κέντρο της οπτικής ζώνης, θα πρέπει να αναβληθεί η επέμβαση και να μην ανασηκωθεί ο κρημνός.

Ϊ Πιθανώς λιγότερη φλεγμονή

Η πιθανότητα εμφάνισης άσηπτης φλεγμονής ανάμεσα στον κρημνό και στο υποκείμενο στρώμα είναι πλέον σπάνια με τα σημερινά πρωτόκολλα αποστείρωσης του μικροκερατόμου. Τα πρώτα μηχανήματα femtosecond laser δούλευαν σε πολύ υψηλότερη ενέργεια για τη δημιουργία του κρημνού. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ενός αδιαφανούς στρώματος φυσαλίδας (OBL) και αυξημένη συχνότητα DLK μετεγχειρητικά, απαιτώντας υψηλότερες δόσεις κορτικοστεροειδών σταγόνων από ότι χρησιμοποιούνται συνήθως με το μηχανικό μικροκερατόμο. Επιπλέον περιστασιακά μπορεί να σημειωθεί παροδική ευαισθησία στο φώς 2-6 εβδομάδες μετά την χειρουργική επέμβαση. Τα τελευταία μηχανήματα femtosecond laser που λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες (60 kHz) δεν φαίνεται να σχετίζονται με αυξημένη συχνότητα DLK, OBL και TLS. Η αυξημένη ταχύτητα επιτρέπει χαμηλότερες ρυθμίσεις, πιο μικρά spot και λιγότερη φλεγμονή.

Συμπερασματικά , με λίγα λόγια , τα τελευταίας γενιάς συστήματα femtosecond laser προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους μηχανικούς μικροκερατόμους στη συντριπτική πλειονότητα των κλινικών καταστάσεων. Επιπλέον, οι ιδιότητες του κερατοειδούς παραμένουν πιο σταθερές και προβλέψιμες όταν τα flap δημιουργούνται με femtosecond laser σε σύγκριση με αυτά που δημιουργήθηκαν με μηχανικούς μικροκερατόμους.

Αυτό το πιθανό πρόσθετο πλεονέκτημα μπορεί να αποδειχθεί το πιο σημαντικό από όλα. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας που μειώνει το κίνδυνο της μετεγχειρητικής εκτασίας είναι η πιο σημαντική προτεραιότητα στη διαθλαστική χειρουργική σήμερα. Μια μέθοδος που δημιουργεί κρημνούς με τον πιο προβλέψιμο τρόπο με την ελάχιστη επίδραση στις βιομηχανικές ιδιότητες του κερατοειδούς είναι βέβαιο ότι θα είναι η επιλογή για τους περισσότερους χειρουργούς LASIK στο μέλλον.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από όλα τα παραπάνω καταλαβαίνουμε, ότι ο οφθαλμός αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα όργανα του ανθρώπινου σώματος, αφού είναι αυτός που ευθύνεται για την όραση.

Η ύπαρξη διαθλαστικών προβλημάτων είναι υπεύθυνη για την μείωση της οπτικής οξύτητας του ανθρώπινου οφθαλμού. Η θέληση για αντιμετώπιση αυτού χωρίς κάποια οφθαλμικά μέσα, οδήγησε στην ανάπτυξη και την εξέλιξη της διαθλαστικής χειρουργικής. Η διαθλαστική χειρουργική έχει τη μακρότερη ιστορία από όλες τις διορθώσεις της όρασης. Η ανάπτυξη του laser ξεκινά από το 1905 με την βοήθεια του Albert Einstein και από τότε υπάρχει ραγδαία ανάπτυξη αυτού. Οι τεχνικές είναι αρκετές και διαφορετικές και ο κάθε ασθενής υποβάλλεται σε προεγχειρητικό έλεγχο, έτσι ώστε να επιλεγθεί αυτή που θα του προσφέρει το καλύτερο αποτέλεσμα. Χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας και στην αυξανόμενη εμπειρία των διαθλαστικών χειρουργών οι τεχνικές αυτές είναι απόλυτα ασφαλείς και ικανές να καλύψουν τις ανάγκες του κάθε ασθενούς δίνοντας την δυνατότητα να επανέλθει η όραση τους.

Συμπεραίνουμε ότι οι συνεχώς αυξανόμενες δυνατότητες και εφαρμογές του laser στο τομέα της ιατρικής αλλά συγκεκριμένα και στην διαθλαστική χειρουργική, θα οδηγήσουν σε εύρεση νέων τεχνικών, οι οποίες θα δίνουν καλύτερα αποτελέσματα με λιγότερες επιπλοκές.

Η μέθοδος Lasik αποτελεί την πιο δημοφιλή μέθοδο διαθλαστικής χειρουργικής και αυτό γιατί έχει την δυνατότητα να διορθώνει μεγαλύτερα διαθλαστικά σφάλματα, να έχει ήπια μετεγχειρητικά συμπτώματα αλλά και γρήγορη αποκατάσταση της όρασης μετά το χειρουργείο. Στη Lasik, σε σύγκριση με τον μικροκερατόμο, το femtosecond laser ελαχιστοποίησε τον κίνδυνο των επιπλοκών που δημιουργούσε ο κρημνός αφού έδωσε την δυνατότητα δημιουργίας λεπτότερων κρημνών και πιο ομοιόμορφων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Παλημέρης, Γ. Δ. (1996) **Οπτική, διάθλαση και φακοί επαφής**. 3. Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.
2. Δαμανάκης, Α. Γ. (2011) **Διάθλαση**. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
3. Φωτεινάκης, Β. , Πατέρας, Ε. , Χανδρινός, Αρ. (2000) **Κλινική Διάθλαση**. Αθήνα: Έλλην.
4. Ασημέλλης, Γ. , Κατσούλος, Κ. , Καραγεωργιάδης, Λ. , Μακρυνιώτη, Δ. , Βασιλείου, Ν. , Μουσαφειρόπουλος, Θ. , Μπαχάρης, Κ. (2007) **Οπτική και Υπερόραση**. 2^η έκδοση. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.
5. Ασημέλλης, Γ. (2005) **Μαθήματα Οπτικής**. 2^η έκδοση. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.
6. Ζευγώλης, Δ. (2007) **Εφαρμοσμένη Οπτική με θέματα οπτικοηλεκτρονικής & Laser**. 2^η έκδοση. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.
7. Palanker, D.V. , Blumenkranz, M. S. , Marmor, M. F. (2011) Fifty years of ophthalmic laser therapy. **Arch Ophthalmol**. **129** (12), 1613 - 1619.
8. Hertzberg, R. (1986) A short history of ophthalmic laser. **Aust N Z J Ophthalmol**. **14** (4), 387 - 388.

9. Τσόπελας, Ν. (2008) Τα Laser στην Οφθαλμολογία. Retrieved on 26 January 2013, from http://ophthalmologos.blogspot.gr/2008_03_01_archive.html
10. Pallikaris, I. G. , Papatzanaki, M. E. , Stathi, E. Z. , Frenschok, O. , Georgiadis, A. (1990) Laser in situ keratomileusis. **Lasers Surg Med.** **10.** 463 – 468.
11. Pallikaris, I. G. , Papatzanaki, M. E. , Siganos, D.S. , Tsilimparis, M. K. (1991) A corneal flap technique for laser in situ keratomileusis. Human studies. **Arch Ophthalmol.** **109.** 1699–1702.
12. Serway R., Moses C., Moyer C., (2009) **Σύγχρονη Φυσική.** Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
13. Μιχαήλ Ν. Μόσχος., (1998) **Νευρο-οφθαλμολογία.** Αθήνα: <<ΖΗΤΑ>>
14. Snell, R .S., Michael A. L., (2006) **Κλινική Ανατομία Του Οφθαλμού.** Αθήνα: Π. Χ. Πασχαλίδης
15. Περσεφόνη Π., (2001) , **Laser Φυσική και Τεχνολογία** , Εκδόσεις Παπασωτηρίου
16. ΟΜΙΛΙΑ : Marini, L. (2008) 42ο σεμινάριο της ελληνικής εταιρείας δερματοχειρουργικής εφαρμογές Laser και άλλων πηγών ενέργειας στη δερματολογία. *Ελληνική Δερματοχειρουργική.* **5** (3), 422-435.
17. “A Look at Lasik Past , Present and Future”. EyeNet Magazine. Retrieved 12 September 2013.

.ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

1. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%AD%CE%B9%CE%B6%CE%B5%CF%81>

2. <http://www.eyediathlasis.gr/el/refractive-surgery>
3. <http://www.epirusvisioncenter.gr/diathlastiki.php>
4. http://www.hontos.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=175:prk-gr&catid=55:tropoi-therapeias-diathlastikon-sfalmaton&Itemid=87&lang=el
5. <http://www.ivo.gr/patient/epi-lasik/epi-lasik.html>
6. <http://www.ivo.gr/patient/t-ptk-prk/t-ptk-prk.html>
7. <http://www.arl.gr/faq>
8. http://attiko.eu/laser_myopias.html
9. <http://ofthalmiastrosthes.gr/index.php/diathlastikes-epembaseis/proegxeiritikos-elegxos>
10. <http://www.ofthalmologikokentro.gr/epemvaseis-therapeies/6/femtosecond-lasik>
11. http://kantarakis.gr/?page_id=84.
12. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%AD%CE%B9%CE%B6%CE%B5%CF%81#.CE.91.CF.81.CF.87.CE.AE_.CE.BB.CE.B5.CE.B9.CF.84.CE.BF.CF.85.CF.81.CE.B3.CE.AF.CE.B1.CF.82
13. http://wikipedia.qwika.com/en2el/Refractive_surgery
14. <http://realeyes.gr/lasik-vs/>

