



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**"ΜΕΘΟΔΟΣ LASIK"**

**Σπουδάστριες: ΛΑΜΠΙΟΓΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**

**ΜΟΥΣΔΙΚΑ ΕΛΕΝΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΦΥΣΙΚΟΣ**

**ΑΙΓΙΟ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2014**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ–ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

Η παρούσα πτυχιακή εργασία των φοιτητριών Λάμπογλου Παναγιώτας και Μουσδίκη Ελένης με θέμα "Μέθοδος Lasik" πραγματοποιήθηκε στο Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος στο τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας.

Η σημασία της συγκεκριμένης εργασίας έγκειται στην επισταμένη μελέτη δεδομένων των ερευνητών, των χειρουργών, καθώς και της εμπειρίας των ασθενών, τα οποία αποτελούν και τη βάση για την εύρεση νέων δεδομένων στο επίπεδο τεχνολογίας και επιστήμης.

Στην εργασία μας παρουσιάζονται τα στάδια επεμβατικής εφαρμογής της μεθόδου Lasik (προετοιμασία, εκτέλεση, αποτελέσματα, επιπλοκές) καθώς και η εξέλιξη της. Η εξάμηνη μελέτη μας στοχεύει στην παρουσίαση τόσο των γνωστών στοιχείων που αφορούν στη μέθοδο Lasik όσο και των πρόσφατων εξελίξεων της. Η συγκεκριμένη εργασία επιχειρεί να παρουσιάσει συστηματικά και να περιγράψει σφαιρικά την μέθοδο Lasik στη διαθλαστική χειρουργική, αποτελεί δε κείμενο στο οποίο πρόσβαση έχει το ευρύτερο κοινό.

Η εργασία μας αυτή πραγματοποιήθηκε ύστερα από πρόταση του Δρ. Κωνσταντίνου Ανδρικόπουλου, χωρίς τη συμπαράσταση και τις υποδείξεις του οποίου θα ήταν δύσκολο να έλθει σε πέρας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Το θέμα της πτυχιακής μας εργασίας είναι η μέθοδος Lasik και ο στόχος της είναι η παρουσίαση τόσο των παραδοσιακών πλέον στοιχείων που αφορούν στη μέθοδο αυτή όσο και των πρόσφατων εξελίξεων αυτής που αποσκοπούν στη βελτίωση της εφαρμογής της.

Στην εισαγωγή δίνονται γενικές έννοιες που απαιτούνται ώστε να είναι σε θέση ο μη ειδικός αναγνώστης να παρακολουθήσει τα επόμενα. Περιγράφονται έτσι η ανατομία του οφθαλμού, οι διαθλαστικές ανωμαλίες, τα είδη των laser που εφαρμόζονται γενικότερα στην ιατρική, ιδιαίτερα δε το Excimer laser και τέλος η διαθλαστική χειρουργική.

Στο κυρίως θέμα παρουσιάζονται: η κλινική ταυτότητα των ασθενών, η συμβουλευτική επίσκεψη, ο προεγχειρητικός έλεγχος, η γενική μέθοδος και διαδικασία της επέμβασης Lasik καθώς και τα πλεονεκτήματα της μεθόδου. Στη συνέχεια παρουσιάζεται τι πραγματοποιείται την ημέρα της επέμβασης (προϋποθέσεις, τυπική συναίνεση, διαδικασία επέμβασης) και ακολουθεί η προετοιμασία της κυρίως επέμβασης, η μετεγχειρητική φροντίδα και τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορούν σε ενδεχόμενες μετεγχειρητικές επιπλοκές.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναφορικά με τις νέες τεχνολογίες και εξελίξεις, εξετάζεται το femtosecond laser ως προς τη διαδικασία, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της εφαρμογής του. Επίσης παρουσιάζονται οι εφαρμογές του στον κερατοειδή και κρυσταλλοειδή φακό.

Ακολουθώς παρουσιάζονται άλλου είδους τεχνικές της Lasik ως προς τη διαδικασία εφαρμογής της και των αποτελεσμάτων της: α) Η διόρθωση της πρεσβυωπίας με Lasik, β) Οι μεγάλες διαθλαστικές ανωμαλίες και η διαθλαστική επέμβαση στα παιδιά. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην εφαρμογή της μεθόδου σε μικρές ηλικίες, κάτω των 18 ετών, οι οποίες εφαρμόζονται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις.

Τελικά, συμπεραίνουμε ότι η εφαρμογή της μεθόδου Lasik θεωρείται η πλέον διαδεδομένη στον τομέα της διαθλαστικής χειρουργικής και με τις λιγότερες μετεγχειρητικές επιπλοκές. Στην εξελιγμένη της μορφή είναι δυνατό να εφαρμοσθεί και σε μικρά παιδιά κατά περίπτωση.

## ABSTRACT

---

The topic of this work is the Lasik method and its ultimate purpose is to present both the already known data regarding the specific method as well as the improvements accomplished in the associated field during the recent years.

In the introduction, general terms are given in order to improve the readability of a non-specialist reader. A description of the eye's anatomy as well as its refractive abnormalities is briefly reported. Furthermore, types of lasers which are put into practice generally in the field of science (especially the Excimer laser) more specifically in the field of the refractive surgery are described as well.

The main body presents: the clinical condition of the patients, the consultative appointments, the pre-surgery check-up, the general method, the Lasik surgery method and consequently the advantages of the specific method. Thereafter, the day of the surgery (prerequisites, typical assent, and the surgery), the preparation of the main surgery, the post-surgical care and the results of the research referring possible post-surgical complications are presented.

In the second chapter, as far as the new technologies and developments are considered, the femtosecond laser is examined, particularly its method, benefits and disadvantages of its implementation. Moreover, its implementation to the cornea and crystalline lens are presented.

Afterwards, other kind of the Lasik techniques are described regarding its process of implementation and its results: a) the long-sightedness redress using Lasik, b) the serious refractive abnormalities and the refractive surgery to children. Emphasis is given to the implementation of the method for the cases of small ages, under 18 years old, which however are implemented only in special cases.

Finally, it can be concluded that the Lasik method is considered as the most widespread method in the field of refractive surgery with the least implications. Its latest, more developed form can, in some cases, be implemented to children as well.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

---

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ–ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	i
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	iv
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></b> .....	3
<b>ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΟΦΘΑΛΜΟΥ</b> .....	3
1.1) ΔΟΜΗ.....	3
1.2) ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΟΨΗ.....	5
1.2.1) ΒΛΕΦΑΡΑ.....	6
1.2.2) ΔΑΚΡΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	7
1.2.3) ΕΠΙΠΕΦΥΚΟΤΑΣ.....	9
1.3) Ο ΒΟΛΒΟΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ.....	10
1.4) Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΒΥΘΟΣ.....	17
1.5) Ο ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ.....	20
1.6) Ο ΟΠΙΣΘΙΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ.....	20
1.7) ΥΔΑΤΟΕΙΔΕΣ ΥΓΡΟ.....	20
1.8) ΤΟ ΥΑΛΟΕΙΔΕΣ ΣΩΜΑ.....	21
1.9) Ο ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΕΙΔΗΣ ΦΑΚΟΣ.....	22
1.9.1) ΤΟ ΠΕΡΙΦΑΚΙΟ.....	23
1.9.2) ΙΝΕΣ ΤΗΣ ΖΙΝΝΕΙΟΥ ΖΩΝΗΣ.....	24
1.9.3) ΤΟ ΕΠΙΘΗΛΙΟ ΤΟΥ ΦΑΚΟΥ.....	24
1.9.4) Ο ΠΥΡΗΝΑΣ ΚΑΙ Ο ΦΛΟΙΟΣ.....	24
1.10) ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΟΙ ΜΥΕΣ.....	26
1.11) ΟΣΤΑ ΤΟΥ ΣΠΛΑΓΧΝΙΚΟΥ Ή ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΡΑΝΙΟΥ.....	27
1.11.1) Ο ΟΣΤΕΙΝΟΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΣ ΚΟΓΧΟΣ.....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b> .....	29
<b>ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ</b> .....	29
2.1) ΜΥΩΠΙΑ.....	30
2.1.1) ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ – ΕΞΕΛΙΞΗ.....	30
1) ΣΥΓΓΕΝΗΣ ΜΥΩΠΙΑ.....	31
2) ΑΠΛΗ Ή ΚΑΛΟΗΘΗΣ ΜΥΩΠΙΑ.....	32
3) ΚΑΚΟΗΘΗΣ Ή ΕΚΦΥΛΙΣΤΙΚΗ ΜΥΩΠΙΑ.....	32
2.1.2) ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ.....	34
2.1.3) ΠΡΟΓΝΩΣΗ.....	36
2.1.4) ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	36
2.1.5) ΠΡΟΛΗΨΗ.....	36
2.1.6) ΔΥΝΑΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ.....	37
2.1.7) ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ.....	38
1) ΑΣΙΑ.....	38
2) ΕΥΡΩΠΗ.....	38
3) ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ.....	38

4) ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ.....	39
5) ΒΡΑΖΙΛΙΑ.....	39
2.1.8) ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΙQ.....	39
2.1.9) ΕΡΕΥΝΑ.....	40
1) ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΥΩΠΙΑ.....	40
2) ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΕΣ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΥΩΠΙΑ.....	40
2.1.10) «ΚΟΝΤΙΝΗ ΕΡΓΑΣΙΑ».....	41
2.2) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	42
2.2.1) ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ.....	42
2.2.2) ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑΣ.....	42
1) ΑΞΟΝΙΚΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	42
2) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	43
3) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ (ΓΕΡΟΝΤΙΚΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ).....	44
4) ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	45
5) ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	45
2.2.3) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ.....	45
2.2.4) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ ΣΤΟΥΣ ΕΝΗΛΙΚΕΣ.....	46
2.2.5) ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑΣ.....	46
2.2.6) ΠΟΙΟΙ ΕΧΟΥΝ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	47
2.2.7) ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΔΙΑΓΝΩΣΗ.....	48
2.2.8) ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	48
2.2.9) ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ.....	49
2.3) ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	50
2.3.1) ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΑ ΤΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥ;.....	50
2.3.2) ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ;.....	50
2.3.3) Η ΟΠΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΑΤΙΟΥ.....	51
2.3.4) ΣΕ ΠΟΙΟΥΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	52
2.3.5) ΕΑΝ ΔΕΝ ΦΟΡΑΩ ΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΜΟΥ, ΘΑ ΜΕΓΑΛΩΣΕΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΟΥ;.....	52
2.3.6) ΔΙΟΡΘΩΝΕΤΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ;.....	53
2.4) ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ.....	54
2.4.1) ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ.....	54
2.4.2) Η ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ.....	55
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b> .....	56
<b>LASER</b> .....	56
3.1) ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	56
3.2) ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ LASER.....	57
3.3) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΣΜΗΣ LASER.....	59
3.4) ΤΥΠΟΙ LASER.....	60
1) LASER ΥΓΡΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	61
2) LASER ΑΕΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	61

3) LASER ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....	61
4) LASER ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ.....	62
3.5) ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ .....	63
3.6) ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ LASER – ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ.....	63
3.7) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ.....	66
1) LASER ND:YAG .....	67
2) LASER CO <sub>2</sub> .....	68
3) LASER Ar <sup>+R</sup> .....	68
3.8) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΗΝ ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ.....	69
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b> .....	<b>71</b>
<b>EXCIMER LASER</b> .....	<b>71</b>
4.1) EXCIMER LASER ΣΤΗΝ ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ–ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ.....	74
4.2) ΡΥΘΜΟΣ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ .....	78
4.3) ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ.....	80
4.4) ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗ .....	81
1) ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ .....	81
2) ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ .....	82
3) ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ .....	82
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup></b> .....	<b>84</b>
<b>ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ</b> .....	<b>84</b>
5.1) ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ.....	84
5.2) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ .....	85
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup></b> .....	<b>88</b>
<b>LASIK</b> .....	<b>88</b>
6.1) ΠΟΙΟΙ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΥΠΟΒΛΗΘΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΓΧΕΙΡΗΣΗ .....	88
6.2) ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΕΨΗ .....	88
6.3) ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....	89
6.4) LASIK.....	96
6.4.1) ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ.....	96
6.4.2) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	96
6.5) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ–ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΓΧΕΙΡΙΣΗΣ LASIK .....	99
6.6) ΗΜΕΡΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	99
6.6.1) ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ .....	99
6.6.2) ΤΥΠΙΚΗ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ .....	100
6.6.3) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	100
1) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ .....	100
2) ΚΥΡΙΩΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗ.....	100
6.7) ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ.....	101
6.7.1) Η ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ.....	102
6.8) ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	104
6.8.1) ΈΡΕΥΝΑ.....	105
6.9) ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ.....	106

1) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ (ΥΠΟΔΙΟΡΘΩΣΗ-ΥΠΕΡΔΙΟΡΘΩΣΗ).....	106
2) ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΥ .....	106
3) ΞΗΡΟΦΘΑΛΜΙΑ.....	106
4) ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΥΤΕΡΗΣ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΗΣ ΟΡΑΣΕΩΣ .....	106
5) ΕΛΑΦΡΙΑ ΟΜΙΧΛΗ .....	107
6) ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΗ ΑΠΟΠΤΩΣΗ.....	107
7) ΝΥΧΤΕΡΙΝΟ ΘΑΜΒΟΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΣΤΕΦΑΝΑ .....	107
8) ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΟΥ ΚΡΥΜΝΟΥ (FLAP) .....	107
9) ΕΝΔΟΕΠΙΘΗΛΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	108
10) ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ.....	108
11) ΔΙΑΧΥΤΟΣ ΣΤΡΩΜΑΤΙΚΗ ΚΕΡΑΤΙΤΙΣ.....	108
12) ΜΟΛΥΝΣΗ Ή ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΦΛΕΓΜΟΝΕΣ .....	109
6.10) ΣΕ ΤΙ ΥΠΕΡΤΕΡΕΙ Η LASIK ΑΠΟ ΤΗΝ PRK .....	110
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup></b> .....	111
<b>ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ</b> .....	111
7.1) FEMTOSECOND LASER .....	111
7.1.1) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	111
7.1.2) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASIK ΜΕ ΧΡΗΣΗ FEMTOSECOND LASER ...	111
7.1.3) ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASIK ΜΕ ΧΡΗΣΗ FEMTOSECOND LASER .....	112
7.1.4) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ FEMTOSECOND LASER ΣΤΟΝ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ ...	112
1) ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΚΕΣ ΚΕΡΑΤΟΤΟΜΕΣ ΚΑΙ ΣΦΗΝΟΕΙΔΕΙΣ ΕΚΤΟΜΕΣ.....	112
2) ΔΙΑΜΠΕΡΗΣ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ (F-PRK) ΕΝΔΟΘΗΛΙΑΚΗ ΤΜΗΜΑΤΙΚΗ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ (FDSEK) ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ (F-DALK) .....	112
3) ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΔΟΚΕΡΑΤΙΚΩΝ ΤΟΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΘΕΣΗ ΕΝΔΟΚΕΡΑΤΙΚΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΟΣΤΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΜΥΩΠΙΑΣ, ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ ΚΑΙ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ .....	112
4) ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΜΥΩΠΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ RE LEX.....	113
5) ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ INTRACOR.....	113
6) ΒΙΟΨΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ .....	113
7.1.5) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ FEMTOSECOND LASER ΣΤΟΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΕΙΔΗ ΦΑΚΟ.....	113
1) ΣΤΗΝ ΕΓΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗ .....	113
2) ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ.....	113
7.2) Z-LASIK ΚΑΙ I LASIK: ΟΙ ΠΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΙΣ ΝΥΣΤΕΡΙ.....	114
7.2.1) Z-LASIK ΚΑΙ I LASIK: ΟΙ ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΤΙΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΕ LASER .....	114
1) ΣΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΡΗΜΝΟΥ ΑΠΟ ΛΕΠΙΔΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΜΙΚΡΟΚΕΡΑΤΟΜΟΥ .....	114



2) ΣΤΟ ΠΑΡΟΝ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΙΣΧΟΥ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ LASER	114
3) Z-LASIK ΚΑΙ I-LASIK: ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΛΕΠΙΔΑ .....	114
7.2.2) ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΦΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ Z-LASIK .....	115
7.2.3) ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ I-LASIK: .....	115
7.2.4) ΤΑ 4 ΒΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ Z-LASIK ΚΑΙ I-LASIK .....	116
1) ΒΗΜΑ 1: ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ .....	116
2) ΒΗΜΑ 2: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΡΗΜΝΟΥ .....	116
3) ΒΗΜΑ 3: ΣΜΙΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ .....	116
4) ΒΗΜΑ 4: ΕΥΚΟΛΗ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ .....	116
7.2.5) ΕΥΡΥ ΦΑΣΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	117
7.2.6) ΠΙΘΑΝΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ .....	117
7.3) ΠΟΙΑ Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΥΣ .....	118
7.3.1) ΈΤΣΙ ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΞΥ ZIEMER ΚΑΙ INTRALASE LASER; .....	118
7.3.2) ΑΠΟΨΕΙΣ .....	119
7.4) LASER Xtra .....	120
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup></b> .....	122
<b>ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ</b> .....	122
8.1) MONOVISION LASIK .....	122
8.2) Presby-LASIK .....	123
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup></b> .....	125
<b>ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ &amp; ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ</b> .....	125
9.1) ΤΙ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ; .....	125
9.2) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ .....	126
9.2.1) ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ .....	127
9.2.2) ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ .....	127
1) ΙΣΤΟΡΙΕΣ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ .....	128
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	129
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	132

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Το θέμα της παρούσης εργασίας είναι η μέθοδος Lasik, οι εφαρμογές της και οι εξελιγμένες μορφές της. Με τον όρο Lasik εννοούμε την εκτελούμενη διαθλαστική επεμβατική διαδικασία σε περιπτώσεις διόρθωσης της μυωπίας, της υπερμετρωπίας και του αστιγματισμού. Η μέθοδος εφαρμόζεται σε χειρουργικές επεμβάσεις διόρθωσης διαθλαστικών προβλημάτων και τα μέχρι τώρα αποτελέσματα της που αφορούν στην αποκατάσταση της όρασης είναι ικανοποιητικά.

Στόχος της εκπόνησης της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση των νέων εφαρμογών της συγκεκριμένης μεθόδου και η συνεισφοράς της στη βελτίωση της όρασης των ασθενών.

Η μέθοδος Lasik παρόλο που υπάγεται στην ιατρική οφθαλμολογική χειρουργική εντούτοις αφορά και την οπτική – οπτομετρία επειδή είναι απαραίτητο οι οπτικοί – οπτομέτρες να γνωρίζουν πολύ καλά τι είναι οι διαθλαστικές ανωμαλίες, ποιοι οι τρόποι αντιμετώπισης τους παλαιότερα και τώρα και πως εξελίσσονται οι μέθοδοι εφαρμογής τους. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου Lasik, ποιες οι βελτιώσεις που επιδέχεται και τέλος ποιες οι επιπτώσεις εφαρμογής της στην ανθρώπινη καθημερινότητα των ασθενών.

Πριν την εφαρμογή της μεθόδου Lasik ήτανε ευρύτατα διαδεδομένη και εξακολουθεί να είναι μέχρι σήμερα η μέθοδος PRK (Photo Refractive Keratectomy–Φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή) η οποία στηρίζεται στη φωτοαποδόμηση των επιφανειακών στιβάδων του κερατοειδή χιτώνα με στόχο την αλλαγή του σχήματος του. Παρόλο που η εφαρμογή της μεθόδου αυτής δεν είναι πολύ παλαιά, η μέθοδος Lasik εμφανίστηκε προκειμένου να συμπληρώσει ατέλειες και να ολοκληρώσει αποτελεσματικά την επέμβαση. Μέχρι σήμερα πραγματοποιήθηκαν πολλές επιστημονικές μελέτες σχετικές με την εξέλιξη της τεχνικής, τη βελτίωση της μετεγχειρητικής κατάστασης των ασθενών και την επέκταση εφαρμογής της σε περίπλοκες περιπτώσεις.

Στη παρούσα εργασία θεωρήσαμε σκόπιμο προκειμένου να γίνει κατανοητή η όλη εξελικτική διαδικασία της επέμβασης να παραθέσουμε στην αρχή του κυρίως θέματος εισαγωγικά στοιχεία που αφορούν την ανατομία του οφθαλμού, τις διαθλαστικές ανωμαλίες, τα είδη των laser και τις διαθλαστικές επεμβάσεις.

Για την παρουσίαση του κυρίως θέματος βασιστήκαμε σε δεδομένα ερευνών όπως επίσης σε εξειδικευμένη βιβλιογραφία ελληνική και ξενόγλωσση.

Για την ειδική ορολογία παραθέτουμε τις απαραίτητες ερμηνείες προκειμένου να είναι κατανοητά όσα γράφουμε.

Η παρουσίαση των δεδομένων μας συνοδεύεται από τις απαραίτητες εικόνες και την αναφορά στατιστικών στοιχείων. Επίσης παραθέτουμε μαρτυρίες των χειρουργών οφθαλμιάτρων που αφορούν τη διαδικασία της επέμβασης, την ανταπόκριση των ασθενών και τα αποτελέσματα της εφαρμογής της συγκεκριμένης τεχνικής. Τέλος παραθέτουμε τα προκύπτοντα συμπεράσματα αλλά παρουσιάζουμε επίσης όλες τις πρόσφατες εξελίξεις των μεθόδων εφαρμογής και επιστημονικών πεδίων που έχουν σχέση με πρωτοποριακές επεμβάσεις σε άτομα με πρεσβυωπία, σε άτομα μικρής ηλικίας και σε άτομα με μεγάλες διαθλαστικές ανωμαλίες.

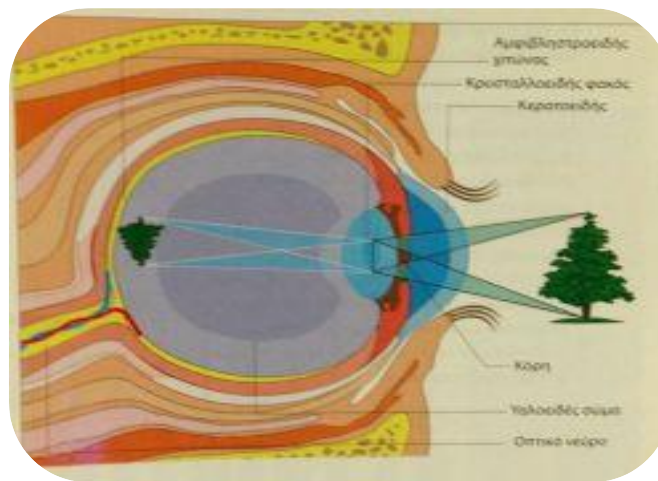
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

## ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

---

### 1.1) ΔΟΜΗ

Το αισθητήριο όργανο όρασης του ανθρώπου είναι τα δύο του μάτια. Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας που θυμίζει τη φωτογραφική πλάκα της φωτογραφικής μηχανής αποτελεί το δέκτη των οπτικών ερεθισμάτων. Τα δύο οπτικά νεύρα αποτελούν διόδους μεταφοράς των ερεθισμάτων στον ινιακό λοβό, δηλαδή, στην περιοχή εκείνη του εγκεφάλου όπου επιτελείται η επεξεργασία τους και τελικά επιτυγχάνεται η όραση.

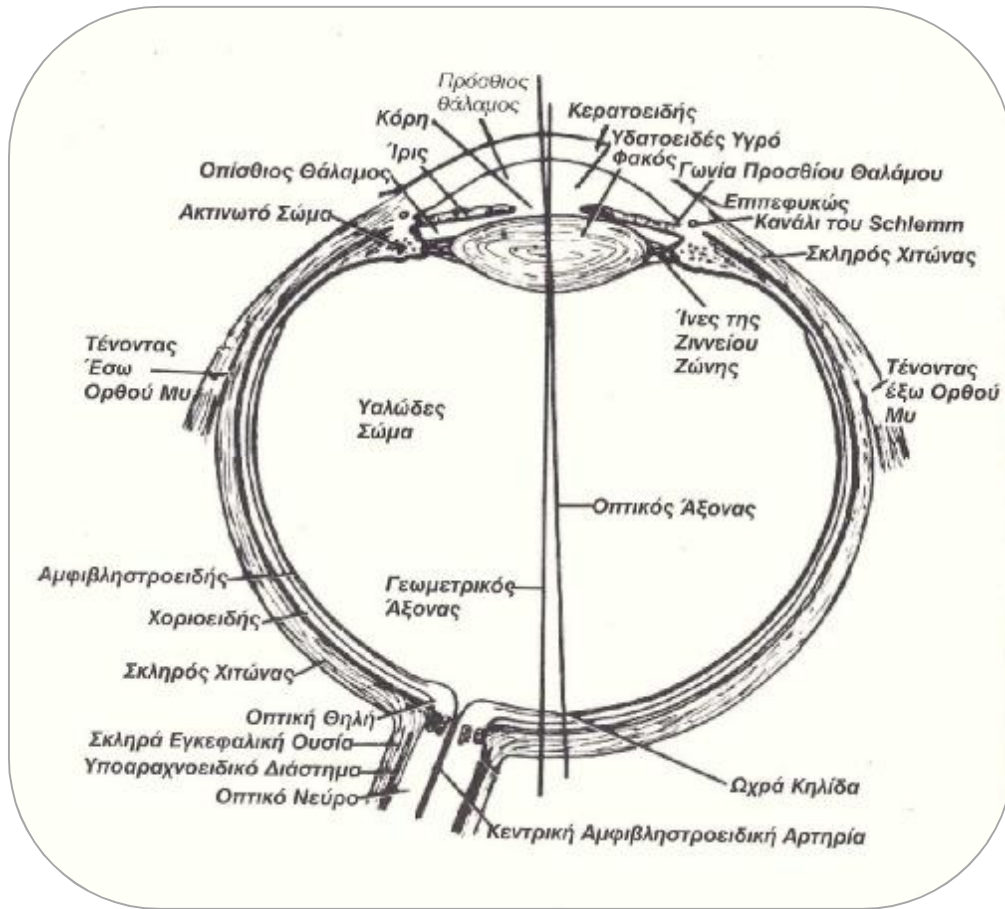


**Εικόνα 1:** Απεικόνιση εισερχόμενων ακτινών φωτός στον οφθαλμό.

Τα δύο οπτικά κέντρα στον εγκέφαλο συνδέονται φυσικά μεταξύ τους με ίνες, αλλά και λειτουργικά. Με αυτό τον τρόπο ο άνθρωπος κατορθώνει να βλέπει με τα δύο μάτια ένα αντικείμενο, δηλαδή να έχει τη διόφθαλμη όραση.

Το δεκτικό όργανο στο μάτι είναι ο βολβός του, που αποτελείται από τα τμήματα δύο σφαιρών διαφορετικού μεγέθους τοποθετημένα το ένα εμπρός από το άλλο. Το εμπρόσθιο διαφανές τμήμα αποτελεί περίπου το 1/6 του βολβού και έχει ακτίνα καμπυλότητας περί τα 8 mm. Το οπίσθιο μεγαλύτερο τμήμα είναι αδιαφανές και σχηματίζει τον υπόλοιπο οφθαλμικό βολβό με ακτίνα καμπυλότητας περί τα 12 mm. Το κέντρο καμπυλότητας του διαφανούς τμήματος του βολβού αποτελεί τον πρόσθιο πόλο του ματιού ενώ τον οπίσθιο το αδιαφανές μέρος. Η γραμμή που ενώνει τους δύο πόλους καλείται «γεωμετρικός ή προσθιοπίσθιος» άξονας. Ο «οπτικός άξονας» είναι μία γραμμή που ενώνει το κεντρικό βοθρίο της ωχράς κηλίδας του αμφιβληστροειδή, με το nodal point (ουδέτερο σημείο) του ματιού και συνεχίζεται προς τα εμπρός, διαμέσου του κερατοειδούς.

Ο «γεωμετρικός άξονας» με τον «οπτικό άξονα» ΔΕΝ συμπίπτουν. Η προσθιοπίσθια διάμετρος του οφθαλμικού βολβού είναι περίπου 24 mm.



**Εικόνα 2:** Οριζόντια διατομή του βολβού του οφθαλμού στο επίπεδο του οπτικού νεύρου. Περιλαμβάνονται ο οπτικός άξονας και ο άξονας του βολβού.

Για να γνωρίσει ο αναγνώστης της εργασίας, καλύτερα τη δομή και τη λειτουργία του οφθαλμού, παρακάτω θα καταγραφεί η εξωτερική όψη και η εσωτερική δομή του οφθαλμού.

## 1.2) ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΟΨΗ

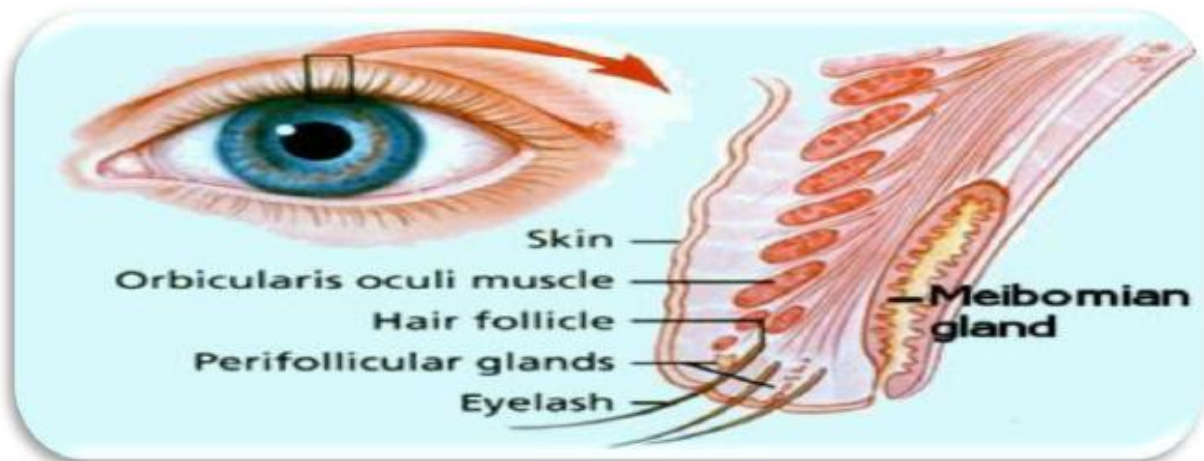
Με τη λέξη «μάτι», εννοούμε το βολβό, μαζί με τα διάφορα περιφερειακά όργανά του (τα βλέφαρα, τους μυς που κινούν το μάτι, τη δακρυϊκή συσκευή κ.ά.). Όταν ο οφθαλμίατρος εξετάζει εξωτερικά την περιοχή των ματιών, βλέπει πως το κυρίως μάτι του ασθενούς (ο βολβός) σκεπάζεται σ' αρκετή έκταση από τα δύο βλέφαρα (το άνω και το κάτω). Το άνοιγμα ανάμεσα στα δυο βλέφαρα λέγεται «μεσοβλεφάρια σχισμή». Μέσα από τη μεσοβλεφάρια σχισμή, «όταν τα μάτια είναι ανοιχτά», προβάλλει ο βολβός του οφθαλμού. Πιο συγκεκριμένα δε, βλέπει τον κερατοειδή, που είναι διαφανής και το σκληρό, που σκεπάζεται από ένα λεπτό βλεννογόνο που ονομάζεται επιπεφυκότας. Αυτός ο βλεννογόνος υμένας έχει ένα ωχρορόδινο χρώμα και σκεπάζει εξωτερικά το σκληρό – το λευκό (και εσωτερικά το πίσω μέρος των βλεφάρων). Όταν φλεγμαίνει («επιπεφυκίτιδες»), ή κοκκινίζει (υπεραιμεί) ο επιπεφυκότας, φαίνονται τα αγγεία του και έτσι διακρίνεται καλύτερα. Τα βλέφαρα τελειώνουν στο ελεύθερο χείλος. Στο πρόσθιο μέρος του χείλους αυτού βρίσκονται οι βλεφαρίδες, ενώ στο πίσω εκβάλλουν οι ταρσαίοι (σμηγματογόνοι) αδένες, που μαζί με τα δάκρυα εφυγραινούν τον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα. Στο άνω βλέφαρο, κυρίως όταν ανοίγει, σχηματίζεται μια πτυχή, που χωρίζει την επιφάνεια του στην ταρσική μοίρα (με το ινώδες πέταλο εσωτερικά που λέγεται ταρσός) και την κογχική. Τα άκρα της μεσοβλεφάριας σχισμής, δηλαδή εκεί που τελειώνει, προς τη μύτη, καλούνται έσω και προς το αυτί έξω κανθός. Κοντά στον έσω κανθό, στο άνω και κάτω βλέφαρο, υπάρχει ένα μικρό επαρμάτιο, η δακρυϊκή θηλή, με μικρό στόμιο, το δακρυϊκό σημείο (άνω και κάτω). Από τα σημεία αυτά αποχετεύονται τα δάκρυα.

Σε ορισμένες φυλές (μογγολικές) κοντά στον έσω κανθό παρατηρείται και πτυχή στο δέρμα, που λέγεται επίκανθος. Σε πολύ μικρά παιδιά, σπάνια δε και σε μεγαλύτερα, φαίνεται κάπως πιο ανεπτυγμένη, και δίνει την εντύπωση στους γονείς πως το παιδί «στραβίζει», γιατί νομίζουν πως πλησιάζουν τα μάτια του προς τα μέσα («ψευδοστραβισμός»).

Συνεπώς ο βολβός του οφθαλμού, που περιέχει στο βάθος την εσώτερη φωτοδεκτική στιβάδα, τον αμφιβληστροειδή, προστατεύεται μπροστά από τα δύο δερματομυώδη πέταλα, τα βλέφαρα, που όταν κλείνουν καλύπτουν τελείως το βολβό και ιδίως το διαφανές τμήμα αυτού που λέγεται κερατοειδής. Επίσης ο βολβός είναι καλά φυλαγμένος και προστατεύεται στην οσείνη κοιλότητα του κρανίου, τον οφθαλμικό κόγχο.

Παρακάτω παραθέτονται όλα τα μέρη του οφθαλμικού βολβού.

### 1.2.1) ΒΛΕΦΑΡΑ



Εικόνα 3: Απεικόνιση των βλεφάρων.

Τα βλέφαρα αποτελούν δερματομυώδη πέταλα που φράσσουν τη βάση του κόγχου και προστατεύουν εξωτερικά το βολβό. Όπως είναι γνωστό, αυτά είναι δύο, το άνω και το κάτω, και με τις κινήσεις τους εξασφαλίζουν την εφύγρανση του κερατοειδούς με τα δάκρυα.

Τα βλέφαρα αποτελούνται:

- 1) Εξωτερικά από το δέρμα και χαλαρό συνδετικό ιστό.
- 2) Από μυς, το σφικτήρα (που κλείνει τα βλέφαρα) και τον ανελκτήρα (που σηκώνει το άνω βλέφαρο και ανοίγει η μεσοβλεφάρια σχισμή).
- 3) Από ένα ινώδες πέταλο, τον ταρσό.
- 4) Εσωτερικά από τον επιπεφυκότα (το βλεφαρικό) που καλύπτει και μέρος του βολβού (το σκληρό).

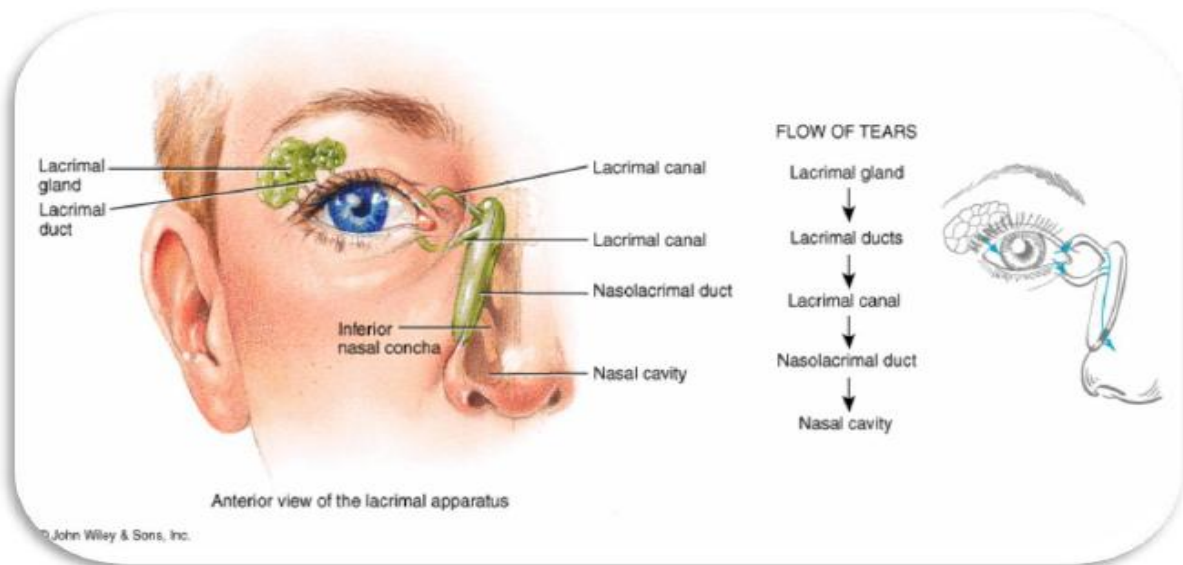
Στο ινώδες πέταλο, τον ταρσό, που συμβάλλει στη στερεότητα του βλεφάρου, βρίσκονται ορισμένοι αδένες, οι ταρσαίοι (που είναι μεταπλασμένοι σμηγματογόνοι), που παράγουν τη «λύμη». Αύξηση αυτής μαζί με εκκρίσεις δημιουργούν την «τσίμπλα». Χρόνια φλεγμονή και απόφραξη των αδένων του ταρσού προκαλεί μια μικρή διόγκωση στο βλέφαρο, το γνωστό χαλάζιο.

Από τους μύες των βλεφάρων, ο σφικτήρας νευρώνεται από το προσωπικό νεύρο, ο δε ανελκτήρας από το κοινό κινητικό. Σε παράλυση των νεύρων αυτών θα υπάρξει συμπτωματολογία αντίθετη προς την κίνηση που προκαλούν. Έτσι σε παράλυση του προσωπικού νεύρου τα βλέφαρα δεν θα κλείνουν τη νύχτα, το άτομο θα κοιμάται με «μισάνοιχτα» μάτια (όπως λένε για τους λαγούς, και η κατάσταση λέγεται «λαγώφθαλμος»). Αυτό έχει ως συνέπεια να ξεραθεί ο κερατοειδής και να αρχίσει η κερατίτιδα από λαγώφθαλμο.

Σε βλάβη του κοινού κινητικού νεύρου δε λειτουργεί ο ανελκτήρας μυς του άνω βλεφάρου και το βλέφαρο πέφτει. Έχουμε την «πτώση» του βλεφάρου.

## 1.2.2) ΔΑΚΡΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

(Παραγωγή, αποχέτευση των δακρύων)



**Εικόνα 4:** Απεικόνιση του δακρυϊκού συστήματος.

Τα δάκρυα παράγονται στο δακρυϊκό αδένα, που αποτελεί και την «εκκριτική συσκευή». Ο δακρυϊκός αδένας βρίσκεται κάτω από το άνω κροταφικό χείλος του κόγχου. Τα δάκρυα εφυγραίνουν την εξωτερική επιφάνεια του οφθαλμού (τον κερατοειδή και τον επιπεφυκότα) και τελικά εκρέουν στο αποχετευτικό σύστημα.

Το **αποχετευτικό σύστημα** των δακρύων αρχίζει από τους δακρυϊκούς πόρους, που είναι δύο σωληνάρια, άνω και κάτω, που αρχίζουν από την περιοχή του ελεύθερου βλεφαρικού χείλους προς το μέρος της μύτης (που λέγεται δακρυϊκή θηλή και δακρυϊκό σημείο). Οι δακρυϊκοί πόροι, που είναι δύο (ο άνω και ο κάτω), ενώνονται και καταλήγουν στο δακρυϊκό ασκό. Ο ασκός περιβάλλεται από τις καταφυτικές ίνες του σφιγκτήρα μυός, ώστε η κίνηση των βλεφάρων να διευκολύνει την αποχέτευση των δακρύων. Από το κάτω μέρος του δακρυϊκού ασκού αρχίζει ο ρινοδακρυϊκός πόρος, που τελειώνει (εκβάλλει) κάτω από την κάτω ρινική κόγχη (μέσα στη μύτη). Όταν αποφραχθεί η οδός αυτή των δακρύων, τότε τα δάκρυα δεν αποχετεύονται και έχουμε το συνεχές «δάκρυσμα», που ονομάζεται δακρύρροια ή επιφορά.



#### 1) Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΔΑΚΡΥΩΝ:

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

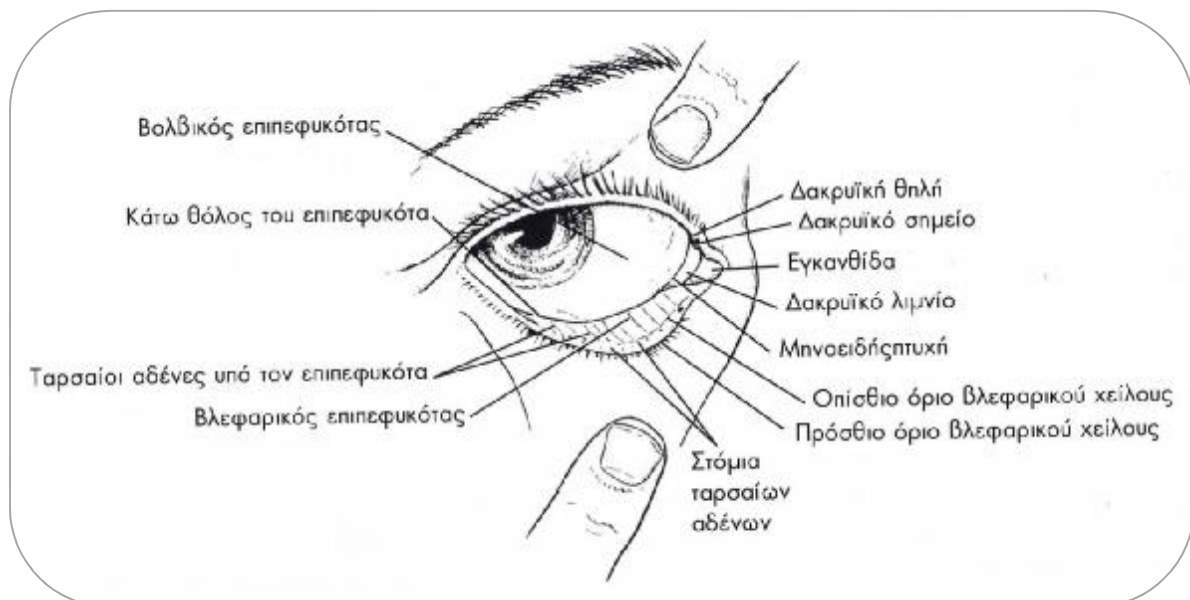
### 1.2.3) ΕΠΙΠΕΦΥΚΟΤΑΣ

Ο επιπεφυκότας είναι λεπτός βλεννογόνος χιτώνας, που καλύπτει την οπίσθια επιφάνεια των βλεφάρων και ανακάμπτει στην ρίζα των βλεφάρων προς τα πίσω για να καλύψει τον σκληρό μέχρι το σκληροκερατοειδές όριο (Σ.Κ.Ο.). Διακρίνουμε τρεις μοίρες: την βλεφαρική μοίρα (βλεφαρικός επιπεφυκότας), το άνω και κάτω κόλπωμα του επιπεφυκότα (περιοχές όπου γίνεται η ανάκαμψη αυτού προς τον σκληρό) και τον βολβικό επιπεφυκότα, αντίστοιχα προς τον σκληρό.

Ο **βλεφαρικός επιπεφυκότας** (άνω και κάτω) συμφύεται στερεά αντίστοιχα προς τον ταρσό. Στα κοιλώματα η σύμφυση του επιπεφυκότα είναι εξαιρετικά χαλαρή με τους υποκείμενους ιστούς και φέρει εγκάρσιες πτυχές, ώστε να αυξάνεται η επιφάνεια του και να διευκολύνονται οι κινήσεις των βλεφάρων.

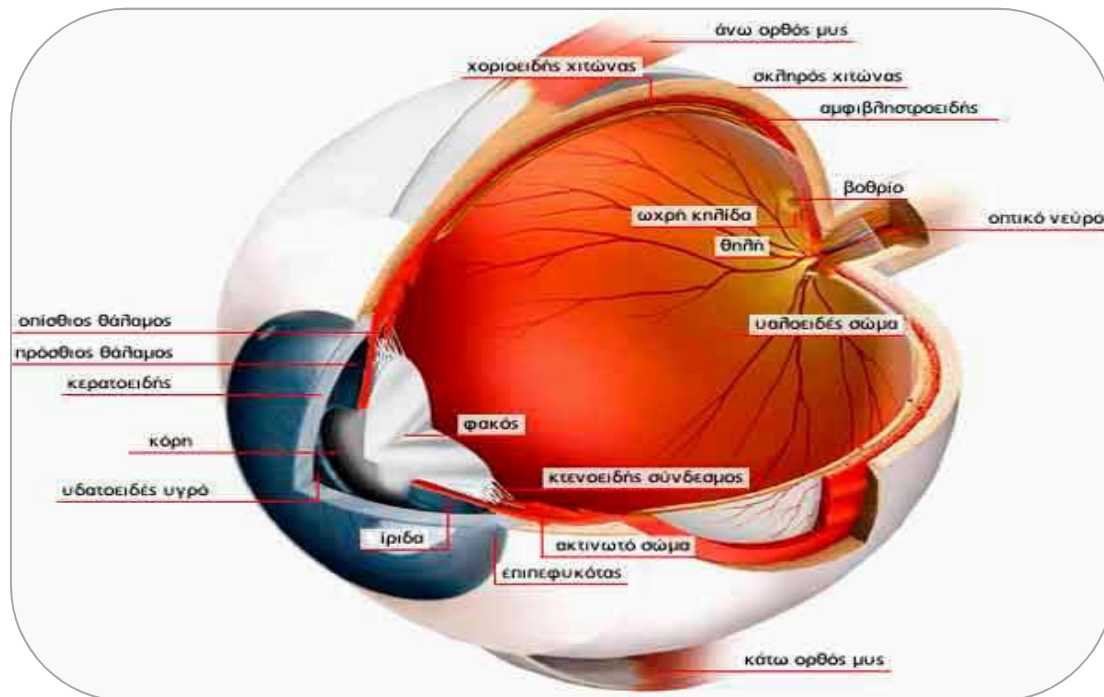
Ο **βολβικός επιπεφυκότας** είναι λεπτός και διαφανής, συνδέεται πολύ χαλαρά με τους υποκείμενους ιστούς (τενώνιο κάψα και επισκλήριο) και δύναται να μετακινείται σχεδόν ανεξάρτητα από τον βολβό. Στα τελευταία 3mm, πριν τον κερατοειδή, ο επιπεφυκότας καθώς και οι κάτω από αυτόν ευρισκόμενοι ιστοί (τενώνιος και επισκλήριο) συμφύονται στερεά με τον σκληρό.

Αντίστοιχα προς τον βολβικό επιπεφυκότα, στην περιοχή του έσω κανθού, παρατηρούμε δύο μορφώματα, την μηννοειδή πτυχή και την εγκανθίδα.



**Εικόνα 5:** Δεξιός οφθαλμός με ανεστραμμένα βλέφαρα για να φανεί ο βλεφαρικός και βολβικός επιπεφυκότας καθώς και το δακρυϊκό λυμνίο και η εγκανθίδα.

### 1.3) Ο ΒΟΛΒΟΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ



Εικόνα 6: Απεικόνιση του οφθαλμικού βολβού.

Ο βολβός του οφθαλμού αποτελεί το κύριο όργανο της όρασης. Έχει σχήμα σφαιρικό σχεδόν σαν «μπάλα». Διακρίνεται το εξωτερικό του (το τοίχωμα) και το εσωτερικό του (το περιεχόμενο).

Το **τοίχωμα** το αποτελούν τρεις (3) χιτώνες:

- 1) Ο έξω – ο ινώδης (κερατοειδής, σκληρός)
- 2) Ο μέσος – ο αγγειώδης (ή ραγοειδής)
- 3) Ο έσω – ο νεύρινος (ο αμφιβληστροειδής)

1) Ο **ινώδης**, που είναι και ο πιο ανθεκτικός χιτώνας, αποτελεί το «σκελετό» του βολβού. Το πρόσθιο διαφανές μέρος αυτού, ονομάζεται κερατοειδής, το πίσω, το αδιαφανές, λέγεται σκληρός. Σκοπός του ινώδους είναι η προστασία του ματιού και η διατήρηση του σχήματός του, ενώ το πρόσθιο τμήμα του, ο κερατοειδής χιτώνας, παίζει ενεργό ρόλο στη διαδικασία της όρασης, καθώς διαθλά το φως που μπαίνει στο μάτι.

Το σημείο που γίνεται η μετάπτωση από το ένα στο άλλο τμήμα (μια κυκλική περιοχή στα όρια του κερατοειδούς – σκληρού) λέγεται σκληροκερατοειδές όριο (Σ.Κ.Ο.). Η περιοχή αυτή έχει σημασία, γιατί από αυτήν ανοίγει ο οφθαλμίατρος το βολβό στις διάφορες εγχειρήσεις (όπως για να βγάλει το θολωμένο φακό στον καταρράκτη – ή για να κάνει μια εγχείρηση στο γλαύκωμα κ.ά.).

- a) Ο **κερατοειδής** είναι διαφανής, σχηματίζει το πρόσθιο 1/6 του βολβού. Από μπροστά, φαίνεται κυρτός και ελαφρά ελλειπτικός σε σχήμα. Είναι λεπτότερος στο κέντρο του (0,5–0,6 mm) και παχύτερος στην περιφέρεια (περίπου 1,2 mm). Δεν έχει αγγεία, αλλά παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία – αισθητικότητα, γιατί έχει πολλές νευρικές ίνες.

Αποτελείται από πέντε στιβάδες:

i) Το επιθήλιο

Το επιθήλιο του κερατοειδούς αποτελείται από πέντε (5) στιβάδες κυττάρων. Το ολικό πάχος του είναι περίπου 50–60 μm. Τα επιφανειακά κύτταρα είναι επιπεδωμένα, ενώ τα βαθύτερα κύτταρα παίρνουν σχήμα στήλης. Στο Σ.Κ.Ο. το επιθήλιο γίνεται παχύτερο και αποτελείται από δέκα (10) ή περισσότερες στιβάδες κυττάρων.

ii) Τη μεμβράνη του Bowman

Έχει πάχος 8–10 μm. Πρόκειται για ακυτταρικό υμένα που αποτελείται από διαπλεκόμενες ίνες κολλαγόνου, μέσα σε κυτταρικό υγρό.

iii) Το στρώμα ή ίδια ουσία

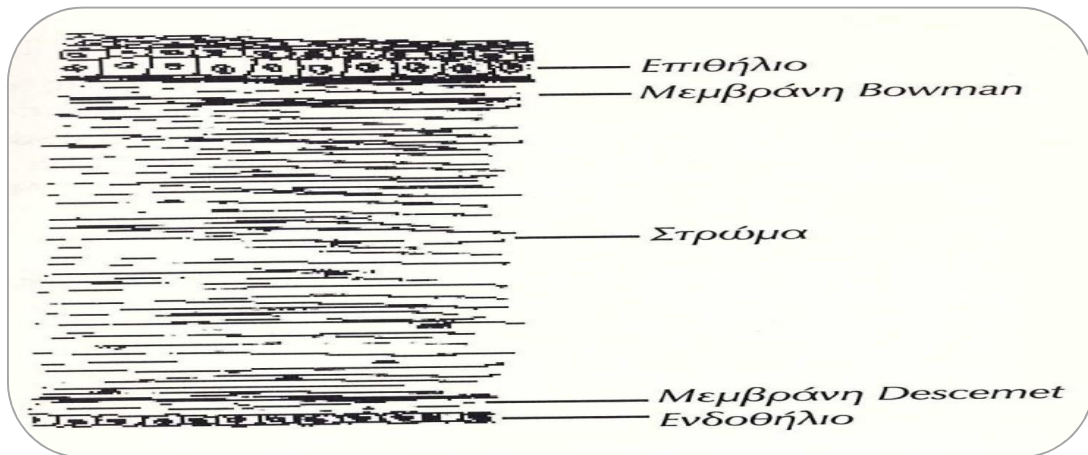
Αποτελεί το 90% του πάχους του κερατοειδούς. Είναι διαφανές, ινώδες και συμπαγές και αποτελείται από ίνες κολλαγόνου παράλληλα τοποθετημένες.

iii) Τη μεμβράνη του Descemet

Βρίσκεται επί της οπίσθιας επιφάνειας του στρώματος και αποτελεί τη βασική μεμβράνη του ενδοθηλίου. Η μεμβράνη αυτή είναι ισχυρή και ομοιογενής και έχει πάχος 10 μm. Αποτελείται από λεπτά ινίδια κολλαγόνου τύπου IV σε διάταξη εξαγώνου και εμβυθισμένα σε μητρική ουσία.

v) Το ενδοθήλιο

Αποτελείται από ένα μόνο στρώμα κυττάρων σε σχήμα πολυγώνου. Επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στη διατροφή του κερατοειδούς, γιατί αφήνει να περνούν θρεπτικά συστατικά που περιέχει το υδατοειδές υγρό και ρυθμίζει πόσο υγρό πρέπει να συγκεντρώνεται στον κερατοειδή.



Εικόνα 7: Διάγραμμα που δείχνει τη δομή του κερατοειδούς.

- b) Ο **σκληρός** αποτελεί τον ανθεκτικό χιτώνα και καλύπτει τα 5/6 του βολβού κι είναι αδιαφανής. Είναι φυσιολογικά λευκός, ενώ γίνεται κίτρινος στον ίκτερο και εμφανίζει ιώδες χρώμα στην περίπτωση νόσων του κολλαγόνου από ίνες του οποίου και αποτελείται (π.χ. ρευματική αρθρίτιδα, ερυθριματώδης λύκος). Σε ηλικιωμένα άτομα επίσης μπορεί να λάβει κιτρινωπή απόχρωση λόγω συγκέντρωσης και εναπόθεσης λίπους.

Βασική λειτουργία του σκληρού είναι να προστατεύει τα ενδοφθάλμια μέρη από τυχόν τραυματισμό ή μηχανική εκτόπιση. Επάνω σε αυτόν καταφύονται οι τένοντες των εξ οφθαλμοκινητικών μυών. Διάφορα αγγεία διασχίζουν το σκληρό, όπως οι περιδίνητες φλέβες, που αποχετεύουν το αίμα κ.ά. Στο πίσω μέρος διαπερνά το σκληρό χιτώνα, το οπτικό νεύρο.

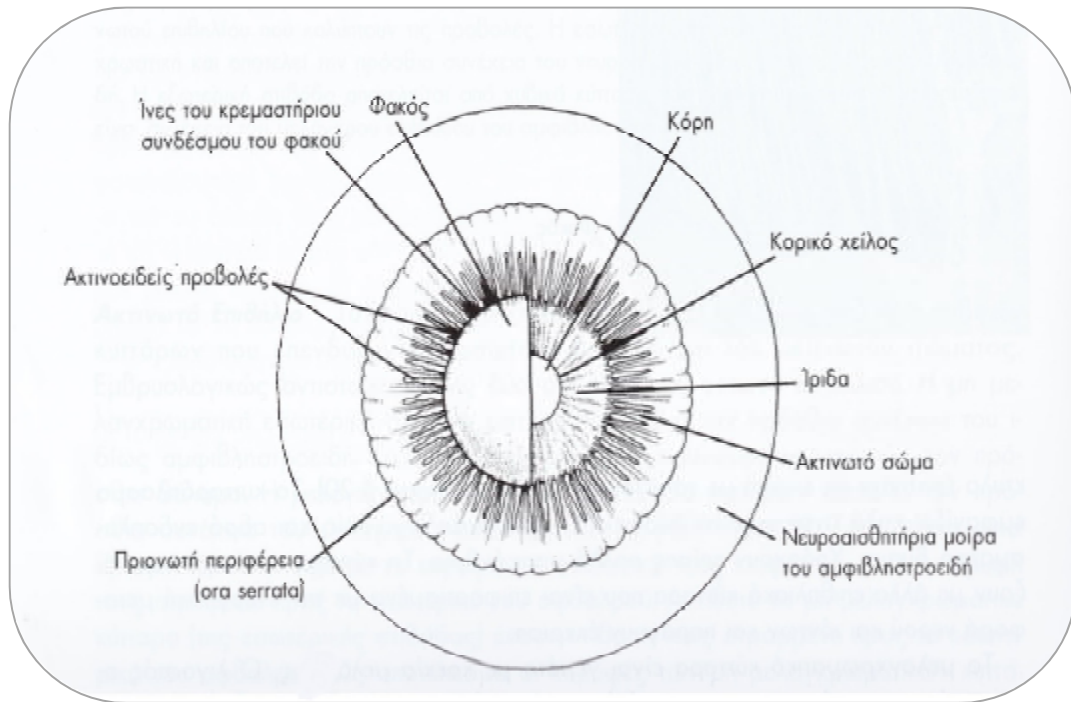
- 2) Ο **αγγειώδης** χιτώνας μοιάζει με τη χοριοειδή μήνιγγα του εγκεφάλου και βοηθά με το οπίσθιο τμήμα του (το χοριοειδή) στη θρέψη του αμφιβληστροειδούς και με το πρόσθιο, το ακτινωτό σώμα, στην παραγωγή του υδατοειδούς υγρού. Λόγω του σκούρου χρώματός του, λέγεται και **ραγοειδής**.

Ο αγγειώδης (ή ραγοειδής) χιτώνας διακρίνεται σε τρία (3) μέρη, από πίσω προς τα εμπρός:

- a) Το χοριοειδή
  - b) Το ακτινωτό σώμα και
  - c) Την ίριδα
- a) Ο **χοριοειδής** είναι ένα λεπτό, μαλακό φαιό στρώμα που επιστρώνει την εσωτερική επιφάνεια του σκληρού. Αποτελεί επίσης τροφικό υμένα. Το

χρώμα του είναι μαύρο επειδή περιέχει αρκετή χρωστική, όπως και πολλά αγγεία. Τα αγγεία αυτά, και πιο πολύ οι τελικές απολήξεις των αγγείων αυτών, τα τριχοειδή, βοηθούν στη θρέψη του αμφιβληστροειδούς. Επίσης, είναι ο αγωγός πολλών αγγείων προς το πρόσθιο τμήμα του ματιού. Πιθανολογείται ότι διάφορες αλλαγές στη ροή του αίματος στις χοριοειδικές αρτηρίες βοηθούν στη ρύθμιση και διατήρηση της ενδοφθalmίου πίεσης. Τα «κόκκινα μάτια» που φαίνονται μερικές φορές στις φωτογραφίες είναι αποτέλεσμα της αντανάκλασης του φωτός στα αιμοφόρα αγγεία του χοριοειδή.

- b) Το **ακτινωτό σώμα** ουσιαστικά είναι μια αγγειομυϊκή μεμβράνη. Δηλαδή έχει αρκετά αγγεία και ορισμένους ιδιαίτερους αγγειακούς σχηματισμούς (που λέγονται ακτινοειδείς προβολές) όπου παράγεται το υδατοειδές υγρό. Από την περιοχή αυτή ξεκινούν και οι ίνες (της Ζίννειας ζώνης) που συγκρατούν το φακό. Εκτός από τα αγγεία υπάρχουν και μυϊκές ίνες (ο ακτινωτός μυς) που δρουν μαζί με ίνες της Ζίννειας ζώνης και είναι υπεύθυνες για τη μεταβολή του σχήματος του φακού προκειμένου το φως να εστιάζει σωστά στον αμφιβληστροειδή. Όταν ο ακτινωτός μυς βρίσκεται σε *χάλαση* (δηλαδή χαλαρώνει), το πάχος του φακού μειώνεται, βελτιώνοντας έτσι την εστίαση στα μακρινά αντικείμενα. Όταν ο μυς *συσπάται*, η καμπυλότητα και το πάχος του φακού αυξάνεται, κι έτσι το μάτι εστιάζει καλύτερα στα κοντινά αντικείμενα. Η ικανότητα του ατόμου να βλέπει από μακριά – κοντά και αντίστροφα καλείται προσαρμογή. Άρα το ακτινωτό σώμα βοηθά στη λειτουργία της προσαρμογής και στην παραγωγή του υδατοειδούς υγρού.
- c) Η **ίριδα** είναι ένα λεπτό έγχρωμο διάφραγμα με μια κεντρική οπή, την κόρη. Εντοπίζεται μεταξύ κερατοειδούς και φακού. Η περιφέρεια της ίριδας στο σημείο που συνδέεται με την πρόσθια επιφάνεια του ακτινωτού σώματος καλείται η «ρίζα της ίριδος». Η μπροστινή επιφάνεια του φακού είναι κυρτή και πιέζει ελαφρά την ίριδα κάνοντάς την να προβάλλει λίγο προς τα εμπρός. Η κόρη ποικίλλει σε εύρος από 2 – 8 mm. Η ίριδα μπορεί να έχει διάφορα χρώματα, όπως μαύρο, καφέ, γαλάζιο ή πράσινο. Σε μερικούς ανθρώπους η ίριδα του ενός ματιού έχει διαφορετικό χρώμα από του άλλου, μια κατάσταση που ονομάζεται ετεροχρωμία. Το χρώμα της ίριδας οφείλεται ουσιαστικά στην μελανίνη, την ουσία που χρωματίζει τα μαλλιά και το δέρμα. Στον αλμπινισμό, παθολογική κατάσταση κατά την οποία η μελανίνη εκλείπει από τον οργανισμό, η ίριδα έχει ένα κόκκινο – ροζ χρώμα. Η όποια φλεγμονή της ίριδας που μπορεί να προέρχεται από ποικίλες αιτίες ονομάζεται «ιρίτις» (ή και «ιρίτιδα»).



**Εικόνα 8:** Σχηματική απεικόνιση της οπίσθιας επιφάνειας του ακτινωτού σώματος. Το δεξιό ημιμόριο του φακού έχει παραλειφθεί ώστε να φανεί η κόρη και η οπίσθια επιφάνεια της ίριδας.

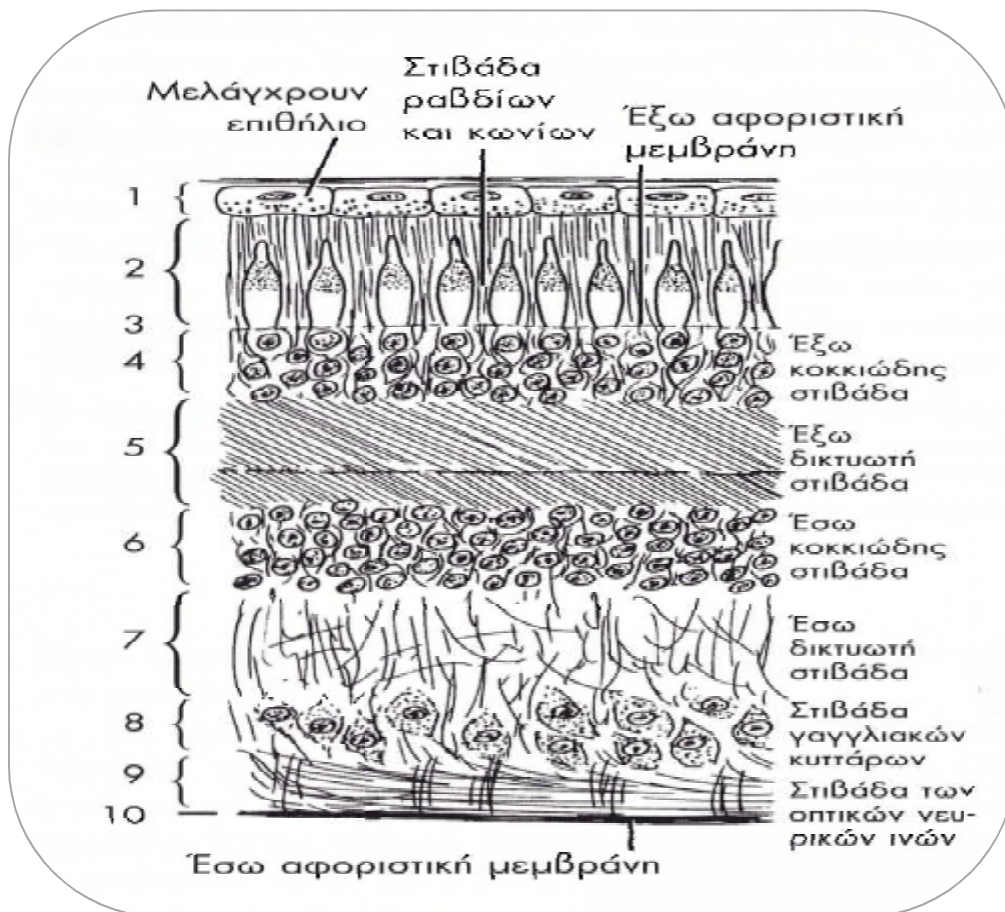
Η ίριδα είναι σαν το διάφραγμα της φωτογραφικής μηχανής. Όπως προαναφέρθηκε, έχει μια οπή στο κέντρο, την κόρη που έχει ως ρόλο να ρυθμίζει την ποσότητα του φωτός που μπαίνει στο μάτι και φτάνει στον αμφιβληστροειδή, συστέλλομενη όταν το φως είναι άφθονο και διαστελλόμενη όταν είναι λίγο (σούρουπο, βράδυ), βοηθώντας έτσι την όραση και την αίσθηση βάθους. Αυτό είναι εφικτό λόγω του ότι η ίριδα αποτελείται από μυϊκό ιστό.

Η συστολή (μύση) και διαστολή (μυδρίαση) της κόρης είναι το πιο κλασικό και χειροπιαστό παράδειγμα της αλληλεπίδρασης νευρικού συστήματος και ερεθισμάτων στο ανθρώπινο σώμα. Η λειτουργία αυτή ρυθμίζεται μέσω της ισορροπίας ανάμεσα στο συμπαθητικό νευρικό σύστημα που νευρώνει το διαστολέα της κόρης και το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα, που νευρώνει το σφιγκτήρα της κόρης που δρουν ανταγωνιστικά μεταξύ τους (η διαστολή της κόρης ελέγχεται από το συμπαθητικό, ενώ η συστολή από το παρασυμπαθητικό).

3) Ο **νεύρινος** χιτώνας αποτελείται από την κύρια φωτοευαίσθητη στιβάδα αυτού, τον ιδίως αμφιβληστροειδή, και το «μελάγχρουν επιθήλιο». Το τελευταίο επαλείφει την εξωτερική επιφάνεια του αμφιβληστροειδούς και έχει στηρικτική ιδιότητα και προστατευτική λειτουργία για να προφυλάσσει τα οπτικά κύτταρα του αμφιβληστροειδούς από τις ισχυρές ανακλάσεις του φωτός. Μεταξύ του μελάγχρου επιθηλίου και του αμφιβληστροειδούς

υπάρχει σχισμοειδής χώρος, που σε παθολογικές καταστάσεις αυξάνει (γεμίζει από υγρό) και έτσι προκαλείται υπέγερση (ένα ανασήκωμα) αυτού, που λέγεται «αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς».

Ο **αμφιβληστροειδής** αποτελείται από δέκα (10) στιβάδες. Από αυτές ο εξεταστής ενδιαφέρεται για τη στιβάδα που περιέχει τα οπτικά κύτταρα. Τα κύτταρα αυτά, που λέγονται *κωνία* και *ραβδία*, αποτελούν τους δέκτες του φωτός για να μπορεί ο άνθρωπος να βλέπει. Με τα ραβδία, που είναι περισσότερα, το άτομο βλέπει κυρίως στο αμυδρό φως, στο σούρουπο κλπ., ενώ με τα κωνία, που είναι πυκνότερα συγκεντρωμένα στην περιοχή της ωχράς, εκεί που έχει τη μεγαλύτερη οπτική οξύτητα, αντιλαμβάνεται και τα χρώματα. Η στιβάδα αυτή των κωνίων και ραβδίων δεν έχει αγγεία και τρέφεται με διήθηση θρεπτικών ουσιών που φτάνουν με τα τριχοειδή αγγεία του χοριοειδούς. Τα αγγεία του αμφιβληστροειδούς διέρχονται επιπολής (προς τη μέση) αυτού.



**Εικόνα 9:** Οι 10 στιβάδες του αμφιβληστροειδή όπως αυτές φαίνονται σε μια κοινή ιστολογική τομή.

Ο **αμφιβληστροειδής** είναι διαφανής και λεπτός, δεν έχει χρώμα, και παίρνει μια ρόδινη χροιά από το χοριοειδή που βρίσκεται πιο πίσω. Αυτή τη χροιά βλέπει ο γιατρός, όταν εξετάζει τον αμφιβληστροειδή με το ειδικό όργανο, το οφθαλμοσκόπιο, και συγχρόνως βλέπει και τα αγγεία του που

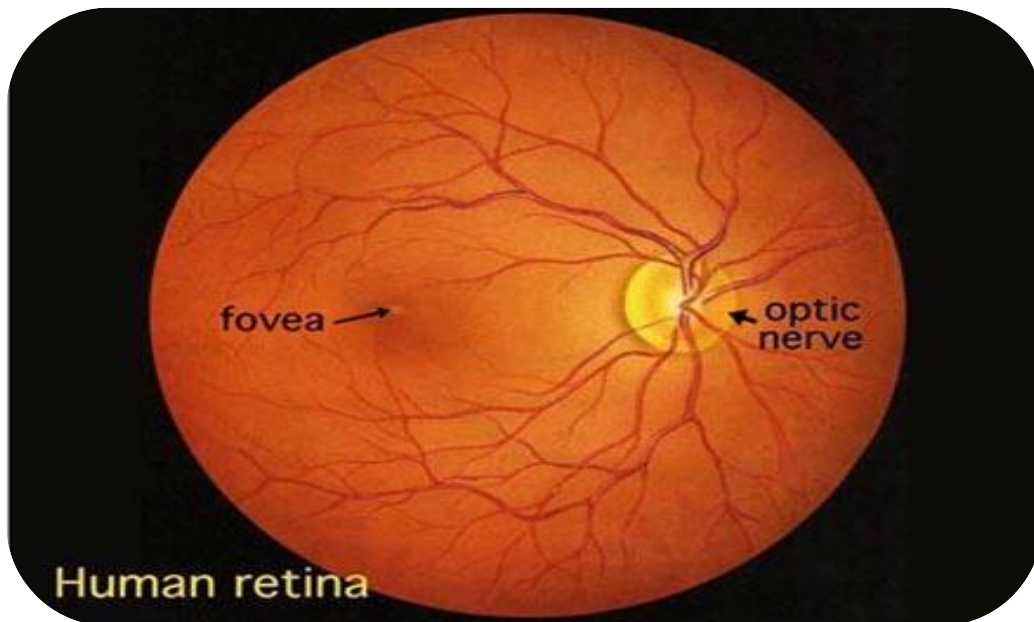


προέρχονται από μία κύρια αρτηρία που περνά μέσα στο οπτικό νεύρο και λέγεται κεντρική αρτηρία του αμφιβληστροειδούς. Αυτή η αρτηρία, όταν βγαίνει από το οπτικό νεύρο, στο επίπεδο του αμφιβληστροειδούς, που λέγεται οπτική θηλή, χωρίζεται σε 4 κύριους κλάδους. Οι κλάδοι αυτοί διχάζονται συνέχεια για να προσφέρουν αίμα στον αμφιβληστροειδή.

Όταν ο γιατρός εξετάζει τον αμφιβληστροειδή, η εξέταση αυτή λέγεται οφθαλμοσκόπηση. Εκτός από τα αγγεία διακρίνει δύο κυρίως περιοχές, που παρουσιάζουν διαφορετικό χρώμα από τον υπόλοιπο αμφιβληστροειδή, την οπτική θηλή και την ωχρά κηλίδα.

#### 1.4) Ο ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΒΥΘΟΣ

Εξετάζοντας με το οφθαλμοσκόπιο το φυσιολογικό βυθό του οφθαλμού, πέρα από τη ρόδινη ανταύγεια που βλέπει ο γιατρός (και που, όπως αναφέρθηκε, οφείλεται στην παρουσία αίματος στο χοριοειδή όπως και στο μελάγχρουν επιθήλιο του αμφιβληστροειδούς που «κόβει» μέρος των ανακλώμενων ακτινών), μπορεί να δει τα αγγεία του αμφιβληστροειδούς (ως «κλαδιά δέντρου» που διχάζονται συνεχώς από τα μεγαλύτερα αγγεία που ξεκινούν από την οπτική θηλή μέχρι την περιφέρεια), την οπτική θηλή (που αρχικά αναζητά), την ωχρά κηλίδα και μετά όλη την έκταση του βυθού μέχρι την περιφέρεια (περίπου τον ισημερινό).



**Εικόνα 10:** Απεικόνιση φυσιολογικού βυθού οφθαλμού (οπτικό νεύρο και κεντρικό βοθρίο ωχράς).

1) **Οπτική θηλή** είναι μια περιοχή στρογγυλή, ωχρορόδινη, που δεν έχει καμιά οπτική λειτουργία (είναι τυφλή περιοχή) και σχηματίζεται από ίνες που αποτελούν το οπτικό νεύρο. Δηλαδή η οπτική θηλή είναι η περιοχή όπου ο γιατρός βλέπει την αρχή του οπτικού νεύρου. Από την περιοχή αυτή φαίνονται να ξεπροβάλλουν τα κεντρικά αγγεία του αμφιβληστροειδούς (οι κλάδοι της κεντρικής αρτηρίας και φλέβας του αμφιβληστροειδούς).

Ο ειδικός εξετάζει στην οπτική θηλή:

- a) Το σχήμα (φυσιολογικά στρογγυλό ή ελαφρά ωοειδές).
- b) Το χρώμα (που είναι συνήθως ρόδινο ή κίτρινο ή ωχρορόδινο και που όταν υπάρχει ατροφία του οπτικού νεύρου γίνεται λευκό).

c) Το επίπεδο (υπάρχει συνήθως στο κέντρο, μια εμβάθυνση η φυσιολογική κοίλανση που μεγαλώνει στο γλαύκωμα για να φθάσει στην ατροφική γλαυκωματική κοίλανση).

Στο κέντρο της θηλής, ή λίγο ρινικά, βγαίνει η κεντρική αρτηρία του αμφιβληστροειδούς που στο ύψος της θηλής ή πιο πριν διχάζεται και τελικά δίνει 4 κλάδους (άνω και κάτω κροταφικό, άνω και κάτω ρινικό). Στην ίδια περιοχή εισέρχεται και η κεντρική φλέβα του αμφιβληστροειδούς, που απάγει το αίμα με ανάλογη διαίρεση (συνήθως οι φλεβικοί κλάδοι συνοδεύουν τους αρτηριακούς στο μεγαλύτερο μέρος).

2) Η **ωχρά κηλίδα** είναι η περιοχή που βρίσκεται κατευθείαν πίσω στο βυθό του ματιού καθώς πέφτει το φως στον αμφιβληστροειδή. Έχει διάμετρο περίπου 1,5mm και από ιστολογικής άποψης δομείται από δυο ή περισσότερες γαγγλιακές στοιβάδες που περιέχουν γαγγλιακά κύτταρα. Κοντά στο κέντρο της βρίσκεται το *κεντρικό βοθρίο*, μια μικρή περιοχή που περιέχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση κωνίων στο μάτι και είναι υπεύθυνη για την κεντρική όραση. Η ωχρά έχει χρυσοκίτρινο χρώμα, σε αυτήν δε συγκεντρώνονται οι ακτίνες του φωτός, δηλαδή εδώ σχηματίζεται το είδωλο των διαφόρων αντικειμένων. Η ωχρά, όπως προαναφέρθηκε είναι περιοχή της κεντρικής όρασης, η περιοχή όπου ο άνθρωπος έχει την καθαρότερη όραση. Αν πάθει κάτι αυτή η περιοχή (φλεγμονή, εκφύλιση κ.ά.) μειώνεται σημαντικά η όραση του. Η προοδευτική καταστροφή αυτής είναι μια ασθένεια γνωστή ως *εκφύλιση της ωχράς κηλίδας*.

Αν ο γιατρός παρατηρήσει την περιοχή αυτή, δηλαδή την ωχρά κηλίδα, με το οφθαλμοσκόπιο, δίνει φυσιολογικά στο κέντρο της (τη foveola) μια λαμπρή αντανάκλαση (που θυμίζει ανάκλαση μικρού κοίλου καθρέφτη), ενώ σιγά σιγά με τα χρόνια ή σε παθήσεις αυτή η ανάκλαση χάνεται (όπως π.χ. αν αρχίσει να μαζεύει υγρό – οίδημα). Το μέγεθος της foveo (κυρίως ώχρας) είναι περίπου όσο της οπτικής θηλής (δίσκου) ενώ όλη η περιοχή της ώχρας (λόγω διαφοράς χρώματος, κιτρινωπό – ωχρά) (macula) είναι μεγαλύτερη.

3) Τα **αγγεία** του αμφιβληστροειδούς. Οι αρτηρίες του αμφιβληστροειδούς, που ουσιαστικά είναι μια αρτηρία μικρού μεγέθους, έχουν μικρότερο πάχος από εκείνο των φλεβών του αμφιβληστροειδούς (φλεβίδια). Επίσης το χρώμα τους είναι πιο κόκκινο σε σχέση με αυτό των φλεβών (κυανοϊώδες).

Ο γιατρός δε βλέπει τα αγγεία του αμφιβληστροειδούς (κάτω από φυσιολογικές συνθήκες) αλλά τη στήλη του αίματος που κυκλοφορεί στα αγγεία αυτά.

Οι αρτηρίες συνδέονται με τις φλέβες, μέσω ενός πλούσιου τριχοειδικού δικτύου, που σχηματίζει δύο τριχοειδικά δίκτυα: ένα – επιφανειακά στο ύψος

των νευρικών ινών και ένα άλλο βαθύτερο στο ύψος των δίπολων κυττάρων. Η στιβάδα των οπτικών κυττάρων (ραβδία και κωνία) τρέφεται μέσω διήθησης στοιχείων από τη χοριοτριχοειδική στιβάδα (πλούσια) του χοριοειδούς, αφού περάσει το φράγμα του μελάγχρουν επιθηλίου.

*Οι χιτώνες που αναφέρθηκαν, ο ινώδης, ο αγγειώδης και ο νεύρινος, αποτελούν το τοίχωμα του βολβού και περιβάλλουν εξωτερικά το περιεχόμενο του.*

Το **περιεχόμενο** του βολβού του οφθαλμού είναι διαφανές, για να μπορούν να περνούν οι ακτίνες του φωτός και να φθάνουν στον αμφιβληστροειδή και στην ωχρά κηλίδα. Το περιεχόμενο του βολβού σχηματίζουν το υδατοειδές υγρό, ο φακός (ο κρυσταλλοειδής φακός) και το υαλοειδές σώμα. Παρουσιάζει δε ορισμένες κοιλότητες, από εμπρός προς τα πίσω, τον πρόσθιο θάλαμο (μεταξύ κερατοειδούς και ίριδας), τον οπίσθιο θάλαμο (μεταξύ ίριδας και φακού) και την υαλοειδική κοιλότητα (πίσω από το φακό, μεταξύ φακού και αμφιβληστροειδούς).

## 1.5) Ο ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ

Πίσω από τον κερατοειδή βρίσκεται ο πρόσθιος θάλαμος του ματιού, που ορίζεται από την οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδή, από τη γωνία του θαλάμου, και από την πρόσθια επιφάνεια του φακού. Το βάθος του είναι περίπου 3,4 mm, αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τις υπάρχουσες διαθλαστικές ανωμαλίες, την προσαρμογή και την ηλικία.

Η λειτουργικά σημαντική γωνία του πρόσθιου θαλάμου βρίσκεται εκεί ακριβώς όπου η οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδή ανακάμπτει στην ίριδα. Δεν μπορεί κάποιος να τη δει απ' ευθείας, γιατί ο σκληρός προωθείται εμπρός από την ίριδα και υπερκαλύπτει μικρό μέρος από τη διαφανή επιφάνεια του κερατοειδή, καλύπτοντας έτσι και τη γωνία του προσθίου θαλάμου. Το ενδιαμέσο τμήμα μεταξύ κερατοειδούς και ίριδας διαμορφώνεται από το σκληροκερατοειδικό ηθμό.

## 1.6) Ο ΟΠΙΣΘΙΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ

Η οπίσθια επιφάνεια της ίριδας, το ακτινωτό σώμα, η Ζίννειος ζώνη και η πρόσθια επιφάνεια του φακού καθορίζουν τον οπίσθιο θάλαμο του ματιού. Πρόσθιος και οπίσθιος θάλαμος του ματιού είναι γεμάτοι από το υδατοειδές υγρό, που μετακινείται εύκολα, δια μέσου της κόρης, από τον οπίσθιο στον πρόσθιο θάλαμο, γιατί η οπίσθια επιφάνεια της ίριδας επικάθεται χαλαρά στο περιφάκιο της πρόσθιας επιφάνειας του φακού. Το χείλος της κόρης με το ανοιγοκλείσιμό της γλιστρά πάνω στην πρόσθια επιφάνεια του φακού.

Ο κρυσταλλοειδής φακός βρίσκεται πίσω από την ίριδα και μπροστά από το υαλοειδές. Έχει σχήμα αμφίκυρτου φακού και περιβάλλεται από μια κάψα, το περιφάκιο. Ο φακός είναι διαφανής, αλλά με το πέρασμα των χρόνων (στη γεροντική ηλικία) ή μετά από τραυματισμό, ή και από άλλα αίτια, χάνει τη διαφάνεια του, θολώνει, γίνεται κίτρινος ή ασπρίζει. Αυτή η θόλωση του φακού λέγεται καταρράκτης.

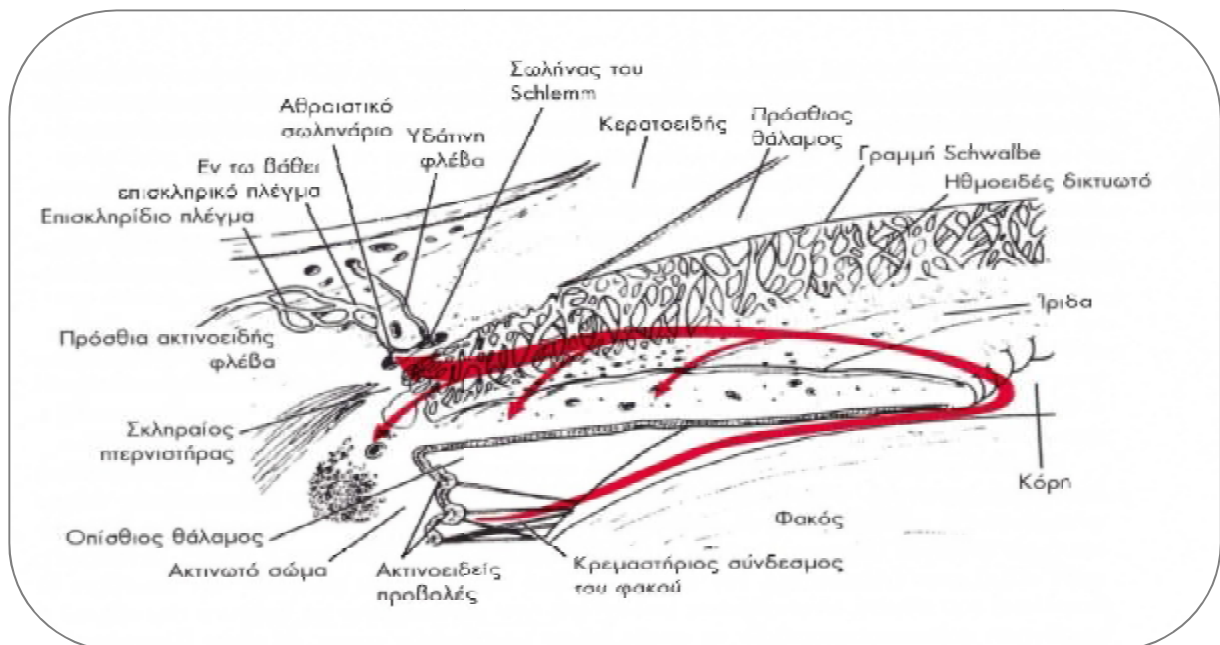
## 1.7) ΥΔΑΤΟΕΙΔΕΣ ΥΓΡΟ

Το υδατοειδές υγρό είναι ένα διαυγές υγρό το οποίο γεμίζει τον πρόσθιο και τον οπίσθιο θάλαμο του οφθαλμού. Ο όγκος του υδατοειδούς και στους δύο θαλάμους ανέρχεται σε 0,2 mL περίπου.

Σε διαρκή ροή, το υδατοειδές παράγεται από τις ακτινοειδείς προβολές του ακτινωτού σώματος στον οπίσθιο θάλαμο. Ο ρυθμός παραγωγής του υδατοειδούς είναι περίπου 1 – 2  $\mu$ L ανά 1'. Ολόκληρος ο όγκος του υδατοειδούς αντικαθίσταται κάθε 1 – 2 ώρες.

Το υδατοειδές υγρό ρέει ανάμεσα στους κρεμαστήρες συνδέσμους του φακού και στη συνέχεια διαμέσου της κόρης προς τον οπίσθιο θάλαμο. Το 90% της αποχέτευσης γίνεται μέσω των διόδων του ηθμού, του σωλήνα του Schlem, των αθροιστικών σωληναρίων και των υδάτινων φλεβών. Το υπόλοιπο 10% της αποχέτευσης πιθανώς πραγματοποιείται μέσω της πρόσθιας επιφάνειας του ακτινωτού σώματος, όπου το υδατοειδές εισχωρεί στους μεσοκυττάριους χώρους και διαχέεται εντός του υπερχοριοειδούς διαστήματος για να καταλήξει στις περιδίνητες φλέβες.

Το υδατοειδές υγρό καλύπτει τις μεταβολικές ανάγκες του φακού και του κερατοειδή. Το υδατοειδές περιέχει γλυκόζη, αμινοξέα και υψηλές συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος όπως επίσης και διαλυμένα αέρια. Με την πίεσή του υποστηρίζει τα τοιχώματα του βολβού και διατηρεί το σχήμα του οφθαλμού.



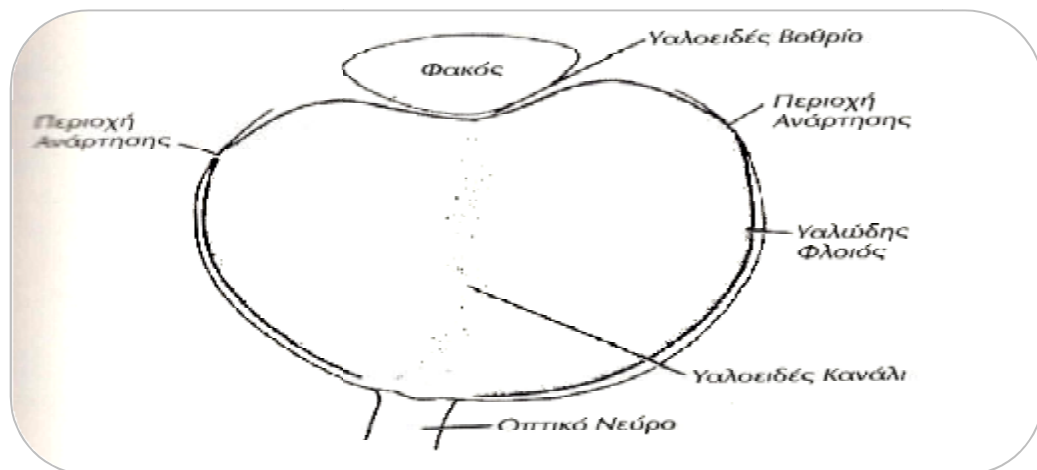
**Εικόνα 11:** Σχηματική απεικόνιση του προσθίου τμήματος του οφθαλμού, όπου φαίνονται η παραγωγή, κυκλοφορία και αποχέτευση του υδατοειδούς υγρού.

## 1.8) ΤΟ ΥΑΛΟΕΙΔΕΣ ΣΩΜΑ

Το υαλοειδές σώμα πληρώνει το διάστημα του βολβού πίσω από τον φακό κι εμπρός από τον αμφιβληστροειδή. Μπροστά, το υαλώδες σχηματίζει μία κοιλότητα για να εισχωρήσει η οπίσθια επιφάνεια του κρυσταλλοειδούς φακού («υαλοειδικό κόλπωμα»). Το υαλοειδές σώμα είναι ένα διαφανές, άχρωμο τζελ αποτελούμενο κατά 99% από νερό, μερικά άλατα, διαλυτές πρωτεΐνες και υαλουρονικό οξύ. Η εξέλιξη της υφής του υαλοειδούς δεν σταματά με τη γέννηση του ατόμου αλλά συνεχίζεται μέχρι την ενηλικίωσή του.

Στον ενήλικο το υαλοειδές αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- Ο οπίσθιος φλοιός του υαλοειδούς αποτελεί το περιφερειακό του στρώμα, που έρχεται σε επαφή με τον αμφιβληστροειδή και φθάνει μέχρι την προιονωτή περιφέρεια.
- Το κεντρικό υαλοειδές, που βρίσκεται εσωτερικότερα και έρχεται προς τα εμπρός σε επαφή με το κυκλικό σώμα και την πρόσθια υαλοειδική μεμβράνη.
- Ο σωλήνας του Cloquet αποτελεί το κεντρικότερο τμήμα του υαλοειδούς και έρχεται σε επαφή εξωτερικά με το κεντρικό υαλοειδές. Έχει σχήμα χωνοειδές, με πορεία σιγμοειδή, και το πρόσθιο πλατύτερο τμήμα να αντιστοιχεί στον φακό, το δε οπίσθιο στενότερο στην οπτική θηλή. Είναι οπτικά κενός και σπάνια περιέχει ίνες, υπολείμματα του εμβρυϊκού σωλήνα του Cloquet.

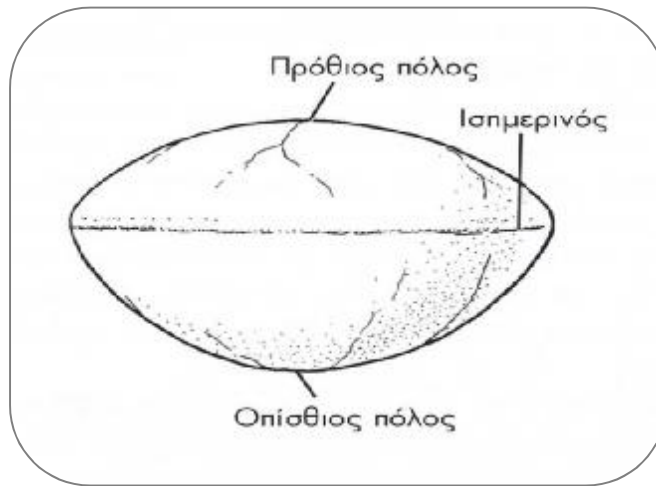


**Εικόνα 12:** Διάγραμμα που δείχνει το υαλώδες και το υαλοειδικό κανάλι.

Ο ρόλος του υαλοειδούς είναι να μεταδίδει τις φωτεινές ακτίνες αποτελώντας κι αυτό ένα διαθλαστικό μέσο του οφθαλμού. Υποστηρίζει την οπίσθια επιφάνεια του ματιού και βοηθά στο να κρατά το νεύρινο μέρος του αμφιβληστροειδούς με το μελάγχρουν επιθήλιο.

### 1.9) Ο ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΕΙΔΗΣ ΦΑΚΟΣ

Ο φακός είναι μια διαφανής, αμφίκυρτη συσκευή που βρίσκεται πίσω από την ίριδα και την κόρη και εμπρός από το υαλώδες σώμα. Από τις 58 περίπου διοπτρίες του οφθαλμού, συνολικά, ο φακός συνεισφέρει περί τις 15 διοπτρίες. Ο άξων του φακού είναι η ευθεία γραμμή που συνδέει τον πρόσθιο και τον οπίσθιο πόλο, ο ισημερινός δε αποτελεί την μεγαλύτερη περιφέρειά του. Ως μεσημβρινοί εννοούνται οι καμπύλες γραμμές που ενώνουν τους δυο πόλους αφού προηγουμένως διέλθουν από τον ισημερινό.



**Εικόνα 13:** Σχηματική απεικόνιση του φακού, άποψη από τον ισημερινό.

Ο φυσιολογικός φακός δεν έχει αιματικά ή λεμφικά αγγεία. Βρίσκεται αναρτημένος εντός του οφθαλμού, με ζωνοειδές σύστημα ινιδίων, που προέρχονται από το ακτινωτό σώμα και εισέρχονται εντός του περιφακίου της προσθίας και της οπισθίας επιφάνειας του, στο επίπεδο του ισημερινού.

Ο φακός αποτελείται από τρία (3) κύρια τμήματα:

- a) Το περιφάκιο
- b) Το φλοιό και
- c) Τον πυρήνα

### 1.9.1) ΤΟ ΠΕΡΙΦΑΚΙΟ

Είναι η **βασική μεμβράνη** που περικλείει το υλικό του φακού δηλαδή του πυρήνα, τον φλοιό και το φακαίο επιθήλιο. Αυτή η μεμβράνη είναι ελαστική, διαφανής και αποτελείται από κολλαγόνο τύπου IV.

Το μέγεθος του φακού αυξάνεται συνεχώς κατά τη διάρκεια της ζωής. Κατά τη γέννηση η περίμετρος του ισημερινού είναι 4,4 mm, ο προσθιοπίσθιος άξων 3,5 mm και ζυγίζει περίπου 90 mg. Στον ενήλικα, η περίμετρος του ισημερινού είναι 9 mm, ο προσθιοπίσθιος άξων 5 mm και το βάρος του περίπου 255 mg. Το σχετικό πάχος του φλοιού αυξάνεται με την ηλικία. Συγχρόνως ο φακός παίρνει συνεχώς αυξανόμενο καμπύλο σχήμα, έτσι ώστε οι γηραιότεροι φακοί να διαθέτουν μεγαλύτερη διαθλαστική ισχύ. Αντίθετα ο διαθλαστικός δείκτης ελαττώνεται με την ηλικία, πιθανόν λόγω αυξημένης παρουσίας αδιάλυτων πρωτεϊνικών ουσιών. Έτσι ο οφθαλμός μπορεί να καταστεί περισσότερο υπερμετροπικός ή μυωπικός με την ηλικία, ανάλογα με την ισορροπία που υφίσταται ανάμεσα στις δυο μεταβολές που προαναφέρθηκαν. Τέλος, ο πυρήνας του φακού γίνεται κιτρινωπός, σκληρός κι αυξάνει ο δείκτης διάθλασής του.



Στην εξωτερική του στιβάδα, τη λεγόμενη ζωνοειδή στιβάδα, το περιφάκειο χρησιμεύει σαν πηγή προσκολλησεως με τις ίνες της Ζιννειού Ζώνης. Είναι παχύτερο στην πρόσθια προ του ισημερινού περιοχή και λεπτότερο στο κέντρο της οπίσθιας επιφάνειας. Η πρόσθια επιφάνεια είναι σημαντικά παχύτερη της οπίσθιας κατά τη γέννηση και αυξάνει σε πάχος με την ηλικία.

### **1.9.2) ΙΝΕΣ ΤΗΣ ΖΙΝΝΕΙΟΥ ΖΩΝΗΣ**

Ο φακός αναρτάται στη θέση του από μια σειρά λεπτών, ακτινοειδώς διατεταγμένων ινών (Εικόνα 8), που ως σύνολο είναι γνωστές σαν κρεμαστήριος σύνδεσμος του φακού ή *Ζίννειος ζώνη*. Οι ζωναίες ίνες εκφύονται από το επιθήλιο των ακτινοειδών προβολών και φέρονται στον ισημερινό του φακού. Οι ίνες συγχωνεύονται για να σχηματίσουν περίπου 140 δεμάτια. Τα μεγαλύτερα εξ αυτών είναι ευθέα και καταφύονται στο πρόσθιο περιφάκιο. Μαζί σχηματίζουν το πρόσθιο ζωνιαίο πέταλο εγγύς του ισημερινού. Οι μικρότερες ίνες φέρονται προς τα πίσω και καταφύονται στο οπίσθιο περιφάκιο για να σχηματίσουν το οπίσθιο ζωνιαίο πέταλο. Καθώς οι ζωναίες ίνες φθάνουν στον φακό, διαιρούνται σε λεπτότερες ίνες οι οποίες εμβυθίζονται στην εξωτερική μοίρα του περιφακίου.

### **1.9.3) ΤΟ ΕΠΙΘΗΛΙΟ ΤΟΥ ΦΑΚΟΥ**

Το επιθήλιο του φακού είναι κυβοειδές και βρίσκεται υπό το περιφάκιο (Εικόνα 14). Συναντάται μόνο στην πρόσθια επιφάνεια του φακού. Κατά τον ισημερινό τα επιθηλιακά κύτταρα επιμηκύνονται σε κυλινδρικά, τα οποία διατάσσονται σε στοίχους μεσημβρινούς. Στην περιοχή του ισημερινού τα επιθηλιακά κύτταρα μετασχηματίζονται σε φακαίες ίνες. Στον ισημερινό ο φακός εμφανίζει τη μεγάλη μιτωτική δραστηριότητα. Η λειτουργία του φακικού επιθηλίου είναι διπλή. Τα κύτταρα που εντοπίζονται στον ισημερινό διαιρούνται και διαφοροποιούνται σε κύτταρα φακαίων ινών. Τα υπόλοιπα, περισσότερο κεντρικά εντοπισμένα κύτταρα, συμβάλλουν στη μεταφορά διαφόρων ουσιών από το υδατοειδές υγρό προς το εσωτερικό του φακού, καθώς και στο σχηματισμό του περιφακίου.

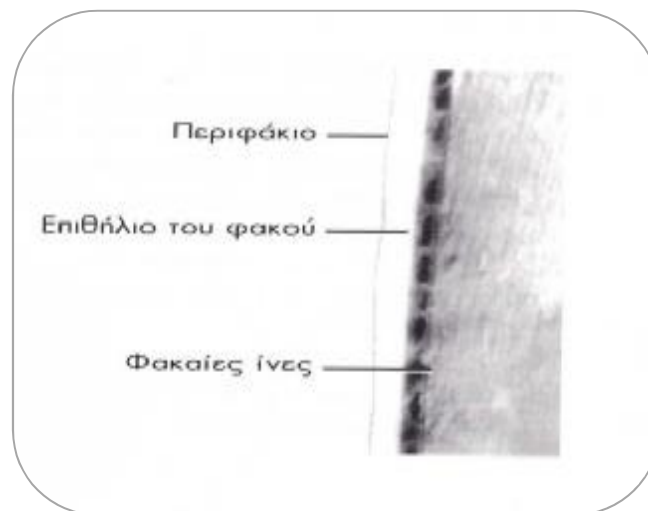
### **1.9.4) Ο ΠΥΡΗΝΑΣ ΚΑΙ Ο ΦΛΟΙΟΣ**

Ο φακός δεν εμφανίζει απώλεια κυττάρων. Οι νεοσχηματισμένες φακαίες ίνες συσσωρεύονται επί των παλαιότερων που βρίσκονται κεντρικότερα. Οι παλαιότερες από αυτές δημιουργήθηκαν κατά την εμβρυϊκή ζωή και παραμένουν στο κέντρο του φακού (ο εμβρυονικός και εμβρυϊκός πυρήνας). Οι πλέον προς τα έξω ίνες, είναι οι πλέον πρόσφατα σχηματισθείσες και αποτελούν το φλοιό του φακού. Οι ραφές του φακού σχηματίζονται από τη

συναρμολόγηση των κορυφαίων κυτταρικών προσεκβολών (πρόσθιες ραφές) και των προσεκβολών των βασικών κυττάρων (οπίσθιες ραφές).

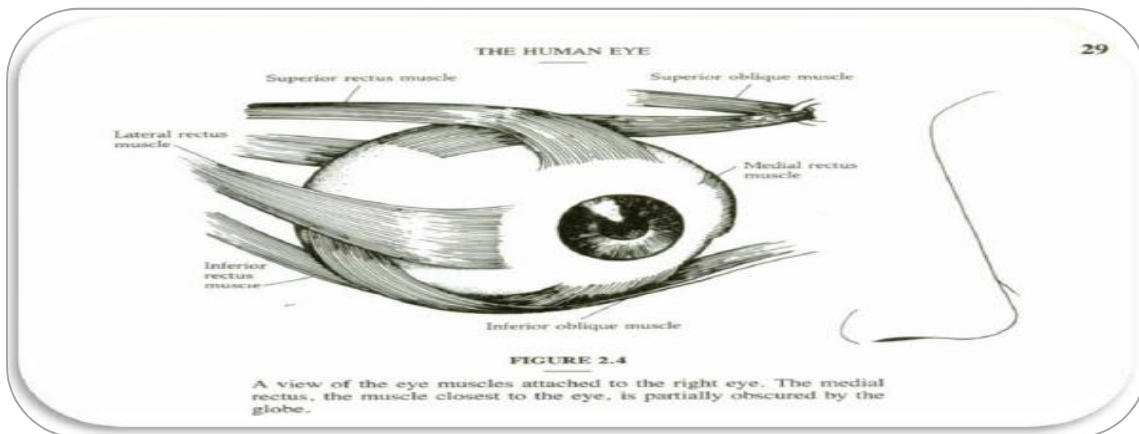
Επιπρόσθετα στις Υ-ραφές, που βρίσκονται εντός του φακαίου πυρήνα, υπάρχουν πολλαπλές οπτικές ζώνες ορατές κατά την βιομικροσκόπηση με την σχισμοειδή λυχνία. Οι οριοθετικές αυτές ζώνες προέρχονται από στρώματα επιθηλιακών κυττάρων διαφορετικής οπτικής πυκνότητας, που έχουν εναποτεθεί με την πάροδο του χρόνου. Δεν υφίσταται συγκεκριμένος μορφολογικός διαχωρισμός που να επιτρέπει τη διάκριση μεταξύ πυρήνος και φλοιού. Η μεταβίβαση από τη μια περιοχή στην άλλη γίνεται βαθμηδόν.

*Ορισμένα χειρουργικά βιβλία αναφέρουν τους όρους «πυρήνας», «επιπυρήνας», «φλοιός» ως ξεχωριστές οντότητες. Η διαφοροποίηση αυτή είναι τεχνητή κι έχει σχέση με δυναμικές διαφοροποιήσεις που αφορούν στη συμπεριφορά και την εμφάνιση των διαφόρων τμημάτων του φακού κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης.*



**Εικόνα 14:** Μικρογραφία τομής του πρόσθιου τμήματος του φακού, όπου φαίνονται το καθαρό περιφάκιο και το υποκείμενο επιθήλιο του φακού. Επίσης φαίνονται οι φακαίες ίνες, οι οποίες αποτελούν την κύρια μάζα του φακού.

## 1.10) ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΟΙ ΜΥΕΣ



**Εικόνα 15:** Οι οφθαλμοκινητικοί μύες.

Οι οφθαλμοκινητικοί μύες είναι 4 ορθοί (άνω, κάτω, έσω και έξω) και 2 λοξοί (άνω και κάτω) μύες. Οι ορθοί μύες εκφύονται από έναν κοινό ινώδη δακτύλιο που περιβάλλει το οπτικό τρήμα και τμήμα του υπερκόγχιου σχίσματος, τον τενόντιο δακτύλιο του Zinn. Εκτεινόμενοι προς τα εμπρός, απομακρύνονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας τον μυϊκό κώνο, εντός του οποίου υπάρχει κογχικό λίπος και εκπορεύονται το οπτικό νεύρο, τα αγγεία και τα νεύρα του κόγχου (εκτός από το τροχλιακό νεύρο, τον μετωπιαίο και δακρυϊκό, κλάδους του οφθαλμικού νεύρου).

Οι ορθοί οφθαλμοκινητικοί μύες καταφύονται συμμετρικά στον σκληρό χιτώνα. Ο άνω λοξός εκφύεται από το περίστυο του σώματος του σφηνοειδούς επί τα εντός και λίγο πιο πάνω από το οπτικό τρήμα, κοντά στην έκφυση του έσω ορθού. Πορεύεται κατά μήκος του έσω τοιχώματος του κόγχου, πάνω από τον έσω ορθό και ο τενόντάς του αλλάζοντας κατεύθυνση στην τροχλία ανακάμπει προς τα πίσω, περνά κάτω από τον άνω ορθό και προσφύεται στον σκληρό πάνω και προς τα έξω από τον οπίσθιο πόλο του βολβού. Ο κάτω λοξός είναι ο μόνος από τους οφθαλμοκινητικούς μύες που εκφύεται στον πρόσθιο κόγχο, από το τμήμα του εδάφους που βρίσκεται επί τα εντός του υποκόγχιου χείλους και πορεύεται λοξά προς τα έξω, κάτω από τον κάτω ορθό μυ και καταφύεται κάτω και προς τα έξω από τον οπίσθιο πόλο του βολβού.

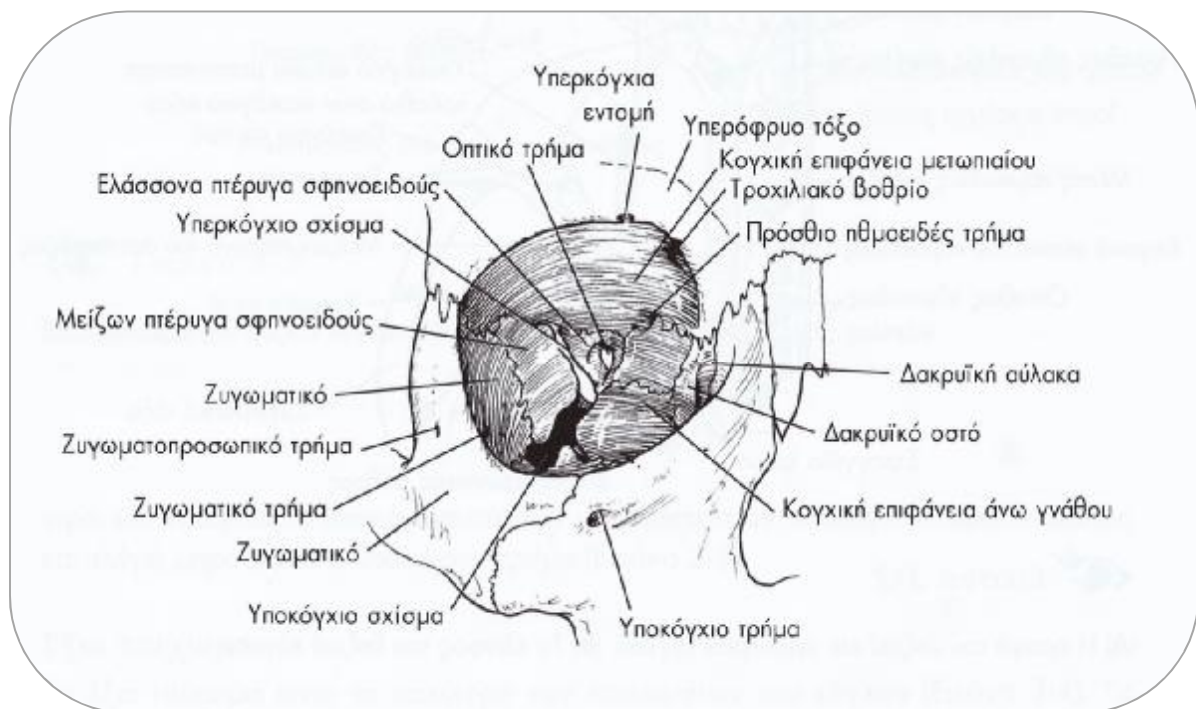
Οι οφθαλμοκινητικοί μύες νευρώνονται από το κοινό κινητικό νεύρο εκτός από τον έξω ορθό (απαγωγό νεύρο) και τον άνω λοξό (τροχλιακό νεύρο). Παράλυση των νεύρων (ενδοκρανιακή ή ενδοκογχική βλάβη) και άμεση βλάβη των μυών (τραύμα, φλεγμονή ή πίεση) προκαλεί διαταραχή της κινητικότητας του βολβού που εκδηλώνεται με στραβισμό και διπλωπία. Η παράλυση των οφθαλμοκινητικών νεύρων ονομάζεται οφθαλμοπληγία.

## 1.11) ΟΣΤΑ ΤΟΥ ΣΠΛΑΓΧΝΙΚΟΥ Ή ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΡΑΝΙΟΥ

Τα οστά του σπλαγχνικού ή προσωπικού κρανίου, τα οποία είναι δεκατέσσερα (14) και ορισμένα από αυτά συμμετέχουν στο σχηματισμό του οστέινου οφθαλμικού κόγχου είναι: 2 Ζυγωματικά, 2 Άνω γνάθοι, 2 Ρινικά, 2 Δακρυϊκά, 1 Ύψις, 2 Υπερώια, 2 Κάτω ρινικές κόγχες, 1 Κάτω γνάθος.

### 1.11.1) Ο ΟΣΤΕΙΝΟΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΣ ΚΟΓΧΟΣ

Ο οστέινος οφθαλμικός κόγχος σχηματίζεται από επτά (7) οστά: το μετωπιαίο οστό, τη μείζονα και ελάσσονα πτέρυγα του σφηνοειδούς, την άνω γνάθο, το ζυγωματικό, το υπερώιο, το δακρυϊκό και το ηθμοειδές οστό. Έχει σχήμα τετράπλευρης ατελούς πυραμίδας, ή κώνου που γίνεται τρίπλευρη κοντά στην κορυφή της. Ο κόγχος περιγραφικά παρουσιάζει τη βάση, την κορυφή, τέσσερα τοιχώματα και τέσσερα χείλη. Η βάση του βρίσκεται προς τα εμπρός και έξω (χείλη του κόγχου), και η κορυφή προς τα πίσω και έσω. Τα έσω τοιχώματα των δύο κόγχων είναι παράλληλα μεταξύ τους ενώ οι προεκτάσεις των έξω τοιχωμάτων σχηματίζουν γωνία 90°. Έτσι, οι επιμήκεις άξονες των δύο κόγχων δεν είναι παράλληλοι, αλλά οι προεκτάσεις τους συναντώνται στη ράχη του τουρκικού επιπίου. Το οπτικό τρήμα ή οπτικό κανάλι βρίσκεται στο οπίσθιο μέρος του έσω τοιχώματος, για την ακρίβεια βρίσκεται έκκεντρα, προς τα έσω και πάνω, από την γεωμετρική κορυφή της πυραμίδας. Τρήματα και ανοίγματα – σχισμές εξυπηρετούν τη δίοδο αγγείων και νεύρων.



Εικόνα 16: Ο οστέινος οφθαλμικός κόγχος

Η βάση, η οροφή, το έξω τοίχωμα, το έδαφος, και το έσω τοίχωμα αποτελούνται από τα εξής μέρη:

**ΒΑΣΗ:**

Άνω χείλος: μετωπιαίο οστό.

Έξω χείλος: αποφύσεις του ζυγωματικού και μετωπιαίου οστού.

Κάτω χείλος: ζυγωματικό οστό και άνω γνάθος.

Έσω χείλος: αποφύσεις του μετωπιαίου οστού και άνω γνάθου.

**Οροφή:** κογχική μοίρα μετωπιαίου οστού.

**Έξω τοίχωμα:** ζυγωματικό οστό και μείζονα πτέρυγα σφηνοειδούς οστού.

**Έδαφος:** κογχική επιφάνεια άνω γνάθου.

**Έσω τοίχωμα:** μετωπιαία απόφυση άνω γνάθου, δακρυϊκό οστό, παπυρώδες πέταλο ηθμοειδούς οστού, σώμα σφηνοειδούς οστού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

### ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

---

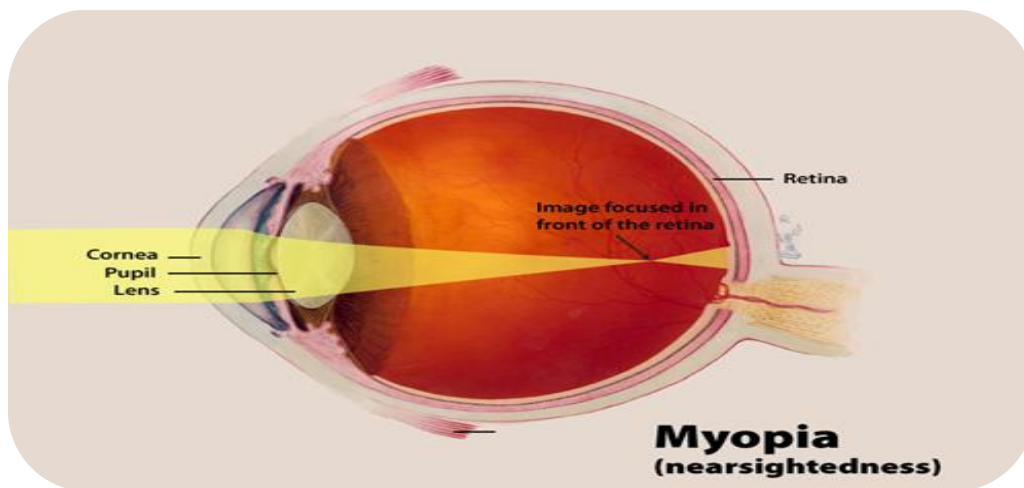
Φέρνοντας στο νου, τη δομή του οφθαλμού ως οπτικό όργανο, είναι προφανές κάποιος να σκεφτεί ότι πρέπει τα οπτικά του στοιχεία (κερατοειδής, υδατοειδές υγρό, φακός και υαλοειδές σώμα) να βρίσκονται σε απόλυτη αρμονία για να επιτευχθεί η καθαρή όραση, επειδή η παραμικρή απόκλιση μπορεί να οδηγήσει σε θολή όραση.

Η φυσιολογική κατάσταση του οφθαλμού, κατά την οποία παράλληλες ακτίνες φωτός σχηματίζουν τέλειο είδωλο επάνω στον αμφιβληστροειδή, ονομάζεται **εμμετροπία**. Η αντίθετη κατάσταση του οφθαλμού που είναι συχνότερη από τη φυσιολογική, σχετίζεται με διαθλαστικό πρόβλημα και ονομάζεται **αμετροπία**.

*Παρακάτω παραθέτονται οι διαθλαστικές ανωμαλίες που μπορεί να εμφανιστούν στους οφθαλμούς ενός ατόμου.*

## 2.1) ΜΥΩΠΙΑ

Η μυωπία είναι η πιο συχνή διαθλαστική ανωμαλία του οφθαλμού και η πιο διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια. Στην μυωπία οι ακτίνες του φωτός δεν συγκεντρώνονται στον αμφιβληστροειδή (το φωτοευαίσθητο χιτώνα του οφθαλμού), όπως είναι το φυσιολογικό, αλλά σε κάποιο σημείο μπροστά από αυτόν. Έτσι οι ακτίνες, αφού χιαστούν, φτάνουν στον αμφιβληστροειδή αποκλίνουσες. Κάθε σημείο ενός αντικειμένου απεικονίζεται στον αμφιβληστροειδή σαν κύκλο σύγχυσης και για αυτόν το λόγο ο μύωπας αδυνατεί να δει καθαρά τα αντικείμενα που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση, με αποτέλεσμα να κλείνει ελαφριά τα μάτια. Όσο πιο πολύ απέχει το σημείο αυτό από τον αμφιβληστροειδή, τόσο πιο μεγάλη είναι η μυωπία και τόσο πιο θολά βλέπει το άτομο.



Εικόνα 17: Πως εισέρχονται οι ανακλώμενες ακτίνες σε ένα μυωπικό μάτι.

### 2.1.1) ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ – ΕΞΕΛΙΞΗ

Η μυωπία που οφείλεται σε μεγάλη διαθλαστική δύναμη του οφθαλμού, ονομάζεται **διαθλαστική μυωπία**. Τα συνηθέστερα αίτια μιας διαθλαστικής μυωπίας είναι, η μεγαλύτερη κυρτότητα του κερατοειδούς και η αύξηση της διαθλαστικότητας του φακού. Η αύξηση της διαθλαστικότητας του φακού μπορεί να παρατηρηθεί σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη, καθώς και σε άτομα με αρχόμενο καταρράκτη, πολλές φορές πριν ακόμα αρχίσει η θόλωση του φακού. Κάποια από τα αίτια είναι η προς τα εμπρός παρεκτόπιση του φακού από παθολογικά αίτια, ή μία αύξηση της δύναμής του από σπασμό του ακτινωτού μυός (ψευδομυωπία).

Η μυωπία που οφείλεται σε μεγάλο προσθιοπίσθιο άξονα του ματιού ονομάζεται **αξονική μυωπία**. Αξονικές είναι συνήθως, οι πολύ υψηλές μυωπίες (πάνω από 6,00D – 7,00D).

Η αύξηση του προσθιοπίσθιου άξονα του ματιού κατά την περίοδο της ανάπτυξης ευθύνεται για την προοδευτική αύξηση της μυωπίας που παρατηρείται αυτή την περίοδο. Σταματάει συνήθως με την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του σώματος. Μετά την περίοδο της ανάπτυξης μπορεί να παρατηρηθεί στην εκφυλιστική μυωπία. Η εμφάνιση μυωπίας, ή η επιδείνωση ήδη υπάρχουσας μυωπίας σε μεγάλη ηλικία, συνήθως οφείλεται σε πυρηνική σκλήρυνση του φακού.

Η μυωπία συνήθως εμφανίζεται τα πρώτα χρόνια της ζωής και γίνεται αντιληπτή τα πρώτα σχολικά χρόνια, όπου οι ανάγκες του παιδιού επεκτείνονται και στη μακρινή όραση. Η μυωπία αυτή συνήθως ακολουθεί καλοήγη πορεία και μετά από μια προοδευτική αύξηση σταθεροποιείται με την ενηλικίωση. Σε πρόωρα νεογνά μπορεί να παρατηρηθεί μια μορφή μυωπίας που παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις και ενώ μπορεί να φθάσει μέχρι και 20,00D, τείνει να μειωθεί τα χρόνια που ακολουθούν. Η αμφιβληστροειδοπάθεια της προωρότητας πολλές φορές προκαλεί μόνιμη μυωπία, που όμως δεν εξελίσσεται.

#### 1) ΣΥΓΓΕΝΗΣ ΜΥΩΠΙΑ

Αρκετά μυωπικά παιδιά γεννιούνται με υψηλή μυωπία 6,00D – 10,00D, κυρίως ετερόπλευρη, η οποία άλλοτε μεν δεν επιδεινώνεται με την πάροδο του χρόνου, άλλοτε δε εξελισσόμενη καταλήγει στην κλασική εικόνα της εκφυλιστικής ή κακοήθους μυωπίας. Άλλοτε πάλι συναντάται σαν υψηλή ανισομετροπία, κατά την οποία ο ένας οφθαλμός είναι υψηλά μυωπικός, ο άλλος εμμετροπικός ή σχεδόν εμμετροπικός.

Αμφοτερόπλευρη συγγενής μυωπία μπορεί να συνοδεύεται και με συγκλίνοντα στραβισμό. Ο συγγενής μυωπικός οφθαλμός μπορεί επίσης να συνοδεύεται και από άλλες συγγενείς ανωμαλίες όπως: του μικρόφθαλμου, του φακοκώνου, της συγγενούς εντοπίσεως του φακού, του μεγαλοκερατοειδούς, της συγγενούς αποκόλλησης του αμφιβληστροειδούς καθώς και άλλων συγγενών ανωμαλιών.

Ο βυθός στη συγγενή μυωπία μοιάζει με τη μορφή που παρατηρείται στον αλφισμό. Το μελάγχρουν επιθήλιο παρουσιάζει αλλοιώσεις που καθιστούν ορατό τον υποκείμενο χοριοειδή. Οι περιπτώσεις αυτές συνήθως καταλήγουν σε ατροφία του χοριοειδή και δημιουργία οπισθίου σταφυλώματος. Σε άλλες περιπτώσεις συγγενούς μυωπίας παρατηρούνται μόνο ανωμαλίες στην κατανομή της χρωστικής, μέχρι και λέπτυνση του χοριοειδή χιτώνα. Η διόρθωση της συγγενούς μυωπίας είναι σκόπιμο να γίνεται νωρίς.



## 2) ΑΠΛΗ Ή ΚΑΛΟΗΘΗΣ ΜΥΩΠΙΑ

Η απλή μυωπία συνήθως εμφανίζεται στην αρχή της σχολικής ηλικίας όπου η πρόοδος της συμβαδίζει με τη σωματική ανάπτυξη του παιδιού. Αυτή κατά κανόνα σταθεροποιείται στην ηλικία των 20 περίπου ετών και ο βαθμός της δεν υπερβαίνει συνήθως τις 6,00D. Η μετά την εφηβεία αύξηση της μυωπίας είναι σχετικά μικρή και δεν συνοδεύεται από εκφυλιστικές μυωπικές αλλοιώσεις του βυθού. Πρόκειται δηλαδή για μια επίκτητη ανωμαλία, κατά την οποία η ισορροπία μεταξύ της αύξησης του μήκους του οφθαλμού και της ελάττωσης της διαθλαστικής του ισχύος, διαταράσσεται όσο διαρκεί η φυσιολογική ανάπτυξη του ατόμου.

Δεν είναι δυνατόν να γίνει ακριβής διαχωρισμός μεταξύ της απλής αυτής μυωπίας και της προοδευτικής ή εκφυλιστικής μυωπίας. Γενικά, μπορεί να σημειωθεί ότι στην απλή μυωπία δεν είναι εμφανείς έντονες παθολογοανατομικές αλλοιώσεις και ότι η οπτική οξύτητα αποκαθίσταται σε φυσιολογικά επίπεδα με κατάλληλα διορθωτικά γυαλιά. Ενώ στην εκφυλιστική παρατηρούνται οι χαρακτηριστικές αλλοιώσεις του βυθού και η οπτική οξύτητα παρουσιάζει σημαντική μείωση χωρίς να αποκαθίσταται στα φυσιολογικά επίπεδα με την κατάλληλη οπτική διόρθωση.

## 3) ΚΑΚΟΗΘΗΣ Ή ΕΚΦΥΛΙΣΤΙΚΗ ΜΥΩΠΙΑ

Εκφυλιστική ονομάζεται η μυωπία που εκτός από τις οπτικές εκδηλώσεις συνοδεύεται και από εκφυλιστικές αλλοιώσεις των χιτώνων του ματιού. Εκφυλιστικές αλλοιώσεις παρατηρούνται συνήθως στις υψηλές μυωπίες (άνω των 6,00D), μερικές φορές όμως δεν έχουν σχέση με το βαθμό της μυωπίας. Όταν οι εκφυλιστικές αλλοιώσεις είναι βαριές, είναι ενδεχόμενο η οπτική οξύτητα να μην αποκαθίσταται στο φυσιολογικό με οποιοδήποτε διορθωτικό φακό. Οι κυριότερες εκφυλιστικές αλλοιώσεις που παρατηρούνται στη μυωπία είναι:

- a) **Λέπτυνση του σκληρού.** Η λέπτυνση του σκληρού, που ακολουθείται και από εκτάνυσή του, είναι μεγαλύτερη στον οπίσθιο πόλο. Ο εκφυλισμένος σκληρός υποχωρεί προς τα πίσω, κάτω από την επίδραση της ενδοφθάλμιας πίεσης και σχηματίζει το «οπίσθιο σταφύλωμα». Η δημιουργία του οπίσθιου σταφυλώματος αυξάνει τον προσθιοπίσθιο άξονα του ματιού, με αποτέλεσμα αύξηση της μυωπίας. Η αύξηση αυτή της μυωπίας που οφείλεται στη λέπτυνση του σκληρού παρατηρείται μόνο στην εκφυλιστική μυωπία και συνεχίζεται και μετά από την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του σώματος. Γι' αυτό η εκφυλιστική μυωπία λέγεται και προϊούσα.
- b) **Μυωπικός κώνος.** Η προς τα πίσω επιμήκυνση του βολβού προκαλεί λοξή φορά του οπτικού νεύρου σε σχέση με το βολβό από τη ρινική προς

την κροταφική πλευρά. Η λοξή φορά του οπτικού νεύρου προκαλεί απομάκρυνση των εσωτερικών χιτώνων του βολβού από το κροταφικό χείλος του οπτικού δίσκου. Έτσι, δημιουργείται η οφθαλμοσκοπική εικόνα του μυωπικού κώνου, που αποτελείται από ένα λευκωπό σκληρικό μηνίσκο εσωτερικά και ένα κοκκινωπό χοριοειδικό μηνίσκο εξωτερικά. Με την προϊούσα ατροφία του χοριοειδούς ο σκληρικός μηνίσκος αυξάνει σε βάρος του χοριοειδικού και αργότερα μπορεί να περιβάλλει τον οπτικό δίσκο.

- c) **Χοριοειδική ατροφία.** Η χοριοειδική ατροφία παίρνει τη μορφή ατροφικών εστιών διασκορπισμένων στον οπίσθιο πόλο. Στις περιοχές αυτές η ατροφία του χοριοειδούς αποκαλύπτει τον υποκείμενο λευκό σκληρό. Κατά τόπους συγκέντρωση μελαγχρωστικής συνοδεύει τη χοριοειδική ατροφία και η όλη εικόνα μοιάζει με αυτή της χοριοαμφιβληστροειδίτιδας.
- d) **Ρήξεις της μεμβράνης του Bruch.** Οι ρήξεις της μεμβράνης του Bruch δεν είναι συχνή εκδήλωση και συνοδεύονται από δημιουργία υπαμφιβληστροειδικής νεοαγγειακής μεμβράνης και δευτερογενή αιμορραγία στην περιοχή της ωχράς. Ο ασθενής αναφέρει απότομη μείωση της όρασης. Η οφθαλμοσκοπική εξέταση αποκαλύπτει μια εστία σκοτεινού χρώματος στην περιοχή της ωχράς. Η συγκεκριμένη μελαγχρωστική στην περιοχή δίνει στην εστία μια γκριζωπή χροιά (κηλίδα του Fuchs).
- e) **Αλλοιώσεις του υαλοειδούς.** Το υαλοειδές σώμα παρουσιάζει ρευματοποίηση, οπίσθια αποκόλληση και θολερότητες που προκαλούν μυοψίες.

Η σοβαρότερη επιπλοκή που παρατηρείται στην υψηλή μυωπία είναι η αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς. Το ποσοστό εμφάνισής της είναι περίπου 5% – 8%. Αποδίδεται σε περιφερική εκφύλιση του αμφιβληστροειδούς, ιδίως σε δικτυωτή εκφύλιση και σχηματισμό ρωγμών. Η πιθανότητα εμφάνισης αποκόλλησης του αμφιβληστροειδούς είναι μεγαλύτερη μετά από εγχείρηση καταρράκτη, ιδίως μετά από καψουλοτομή με YAG laser σε υψηλή μυωπία, ή μετά από τραύμα.

Επιπλέον, μερικοί άνθρωποι μπορεί να εμφανίσουν θολή μακρινή όραση μόνο τη νύχτα. Αυτή η «**νυχτερινή μυωπία**» μπορεί να οφείλεται στο χαμηλό επίπεδο του φωτός που καθιστά δύσκολο για τα μάτια να εστιάσουν σωστά ή στο μέγεθος της κόρης κατά τη διάρκεια της νύχτας, επιτρέποντας πιο απομακρυσμένες, αόριστες ακτίνες του φωτός να εισέλθουν στο μάτι.

**Επαγόμενη μυωπία,** είναι η μυωπία που προκύπτει από την έκθεση σε διάφορες φαρμακευτικές ουσίες, που χορηγούνται στην περίπτωση εμφάνισης

υψηλών επιπέδων γλυκόζης, για την σκλήρυνση κατά πλάκας ή για άλλες ανώμαλες συνθήκες.

Τέλος, υπάρχει και η *παροδική μυωπία* που προκαλείται από την κοντινή εργασία (PC) και όραση και ονομάζεται «**ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΟΡΑΣΗΣ ΣΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ**» (**COMPUTER VISION SYNDROME**).

#### **ΣΥΝΗΘΩΣ Η ΜΥΩΠΙΑ ΜΕΤΡΙΕΤΑΙ ΣΕ ΔΙΟΠΤΡΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΙΝΕΤΑΙ:**

- Στην ήπια μυωπία μέχρι τρεις διοπτρίες.
- Σε μέτρια, από τρεις ως έξι διοπτρίες.
- Σε μεγάλη, από έξι διοπτρίες και πάνω. Όσοι έχουν μεγάλη μυωπία είναι περισσότερο πιθανό να υποστούν αποκόλληση του αμφιβληστροειδούς και πρωτογενές γλαύκωμα ανοικτής γωνίας ή να εμφανίσουν άλλα συμπτώματα όπως φευγαλέες σκιές (σαν «μυγάκια»). Περίπου το 30% των μυώπων έχουν υψηλή μυωπία.

#### **ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑ ΗΛΙΚΙΑ:**

- Εκ γενετής – γενετικοί παράγοντες  
1 – 2% του γενικού πληθυσμού
- Νεανική – από 5 – 20 ετών  
20% του πληθυσμού
- Πρώιμη ενήλικη – από 20 – 40 ετών  
8% του πληθυσμού
- Όψιμη ενήλικη – > 40 ετών

#### **2.1.2) ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ**

Τα παιδιά δεν φαίνονται να παρουσιάζουν ειδικά συμπτώματα. Τις περισσότερες φορές δεν παραπονούνται για κακή όραση επειδή δεν γνωρίζουν ποια είναι η φυσιολογική όραση. Οι γονείς συνήθως αντιλαμβάνονται πρώτοι ότι το παιδί δεν βλέπει τα μακρινά αντικείμενα. Πολλές φορές η μυωπία ανακαλύπτεται, μόνον όταν το παιδί αρχίσει το σχολείο, είτε επειδή υποβάλλεται σε εξέταση της οπτικής του οξύτητας, είτε λόγω των δυσκολιών ανάγνωσης στον πίνακα.

Το βασικό χαρακτηριστικό της μυωπίας είναι η θολή μακρινή όραση. Ο μύωπας για να δει καλύτερα τα μακρινά αντικείμενα συχνά εκμεταλλεύεται το μηχανισμό του στενοπικού δίσκου μισοκλείνοντας τα μάτια και στενεύοντας τη βλεφαρική σχισμή, επιτυγχάνοντας έτσι μια πιο καθαρή όραση.

Άλλα συνήθη συμπτώματα της μυωπίας είναι η καταπόνηση των ματιών, οι πονοκέφαλοι και το αίσθημα κόπωσης κατά την οδήγηση ή τα σπορ. Στην υψηλή μυωπία επηρεάζεται και η κοντινή όραση καθώς για να γίνουν διακριτά τα αντικείμενα πρέπει να είναι πολύ κοντά στα μάτια του ασθενή π.χ. άτομο με μεγάλη μυωπία δεν μπορεί να διαβάσει σε κοντινή απόσταση χωρίς τα γυαλιά του.

Ο αμφιβληστροειδής στους μυωπικούς ασθενείς είναι πιο λεπτός με συνέπεια αν πραγματοποιηθεί διεξοδική αξιολόγηση της περιφέρειάς του, να διαπιστωθούν αμφιβληστροειδικές τρύπες. Επιπλέον, σε περιπτώσεις μεγάλης μυωπίας ο ασθενής θα έχει κάποια χρωστική αλλαγή στον αμφιβληστροειδή όπως επίσης υπάρχει και πιθανότητα ανάπτυξης χοριοειδούς νεοαγγείωσης στην ωχρά κηλίδα.



**Εικόνα 18:** Όραση ατόμου με μυωπία (αριστερά), φυσιολογική όραση (δεξιά).

### 2.1.3) ΠΡΟΓΝΩΣΗ

- Ø Η πρόγνωση της μυωπίας εξαρτάται κυρίως από την ηλικία του ασθενή. Οποιοσδήποτε βαθμός εμφανίζεται κάτω από την ηλικία των 4 ετών, θεωρείται μάλλον επικίνδυνος.
- Ø Η λεπτομερής εξέταση του βυθού ετησίως, θεωρείται απαραίτητη για την προληπτική θεραπεία.
- Ø Σε ηλικίες άνω των 5 ετών και ιδίως γύρω στα 10 έτη, η μυωπία μέχρι τις 5,00 D – 6,00D είναι λιγότερο επικίνδυνη.
- Ø Μετά την ενηλικίωση και εφ' όσον δεν παρατηρηθεί κάποια σοβαρή αύξηση της μυωπίας, ο ασθενής μπορεί να ελπίζει ότι η μυωπία του θα παραμείνει στάσιμη και επομένως ότι είναι καλής πρόγνωσης. Αντίθετα, στην υψηλή μυωπία και κυρίως σ' αυτή άνω των 10,00D η πρόγνωση είναι επιφυλακτική.
- Ø Γενικά, η πρόγνωση εξαρτάται όχι τόσο από το βαθμό μυωπίας, όσο από τις τυχόν συνυπάρχουσες υαλοχοριοαμφιβληστροειδείς εκφυλιστικές αλλοιώσεις.

### 2.1.4) ΔΙΑΓΝΩΣΗ

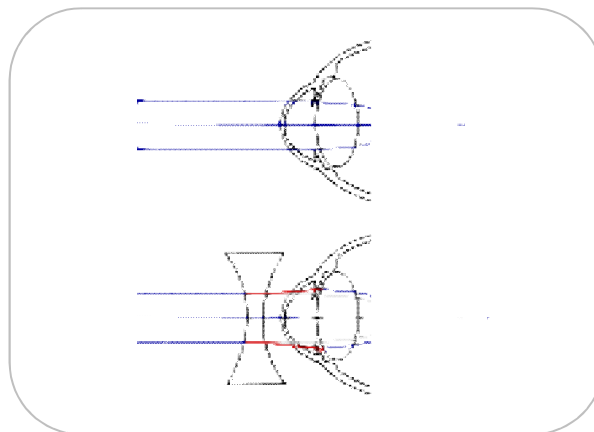
Η διάγνωση της μυωπίας γίνεται μέσω μιας οφθαλμολογικής εξέτασης, η οποία πραγματοποιείται από τον οφθαλμίατρο. Συνήθως ένα διαθλασίμετρο ή ένα σκιασκόπιο χρησιμοποιούνται για να δώσουν μια αρχική αντικειμενική εκτίμηση της διαθλαστικής κατάστασης του κάθε οφθαλμού. Στην συνέχεια χρησιμοποιείται το φωρόπτερο το οποίο θα καθορίσει τους βαθμούς μυωπίας που έχει το κάθε μάτι.

### 2.1.5) ΠΡΟΛΗΨΗ

- ✓ Τα Εθνικά Ινστιτούτα Υγείας υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει κοινά αποδεκτή μέθοδος για την πρόληψη της μυωπίας και ότι η χρήση των γυαλιών ή των φακών επαφής δεν επηρεάζει την εξέλιξη της.
- ✓ Συνήθως, οι προληπτικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τα γυαλιά ανάγνωσης, σταγόνες για τα μάτια και προτιμάται από τα άτομα αυτά να συμμετέχουν σε περισσότερες υπαίθριες δραστηριότητες.
- ✓ Μερικοί κλινικοί γιατροί και ερευνητές συνιστούν την χρήση θετικών φακών με τη μορφή γυαλιών ανάγνωσης όταν τα άτομα εργάζονται σε κοντινή απόσταση.

## ΔΙΟΡΘΩΝΕΤΑΙ ΜΕ:

- Γυαλιά που έχουν αποκλίνοντες φακούς.
- Φακούς επαφής, διαφόρων τύπων (σκληροί, μαλακοί, ημερήσιοι, μηνιαίοι, κλπ.).
- Επέμβαση με χρήση Laser (π.χ. μέθοδος Lasik).
- Οφθαλμικά εμφυτεύματα (phakic IOLs) τα οποία είναι πλέον διαθέσιμα για τους μύωπες, στους οποίους η χειρουργική επέμβαση με laser δεν είναι επιλογή. Είτε λόγω του υψηλού βαθμού της μυωπίας τους ή του λεπτότερου πάχους από το κανονικό κερατοειδή. Οι phakic IOLs λειτουργούν σαν φακοί επαφής, τοποθετούνται χειρουργικά στο εσωτερικό του οφθαλμού και τυπικά είναι μόνιμοι, πράγμα που σημαίνει ότι δεν χρειάζονται συντήρηση.
- Ορθοκερατολογία είναι η πρακτική της χρησιμοποίησης ειδικών άκαμπτων φακών επαφής (RGP ή GP) κατά τη διάρκεια της νύχτας, προκειμένου να αναδιαμορφώσει το σχήμα του κερατοειδή ενώ κοιμάται το άτομο. Όταν αφαιρεθούν οι φακοί το πρωί, ο κερατοειδής διατηρεί προσωρινά το νέο του σχήμα, έτσι ώστε το άτομο να μπορεί να δει καθαρά κατά τη διάρκεια της ημέρας χωρίς γυαλιά ή φακούς επαφής. Η διαδικασία αυτή έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην προσωρινή διόρθωση ήπιας έως μέτριας μυωπίας.



**Εικόνα 19:** Διόρθωση της μυωπίας με αρνητικούς φακούς.

### 2.1.6 ΔΥΝΑΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ

Για τα άτομα με υψηλό βαθμό μυωπίας, απαιτούνται πολύ ισχυρές συνταγές γυαλιών για να διορθωθεί το σφάλμα εστίασης. Ωστόσο, η ισχυρή συνταγή γυαλιών έχει μια αρνητική παρενέργεια που είναι γνωστή ως χρωματική εκτροπή. Αυτή η πρισματική παραμόρφωση είναι ορατή στο χρήστη με αποτέλεσμα να δυσκολεύει την σωστή όραση του. Τα άτομα με έντονη μυωπία φορούν φακούς επαφής προκειμένου να μην βιώνουν την χρωματική

εκτροπή, αυτό επιτυγχάνεται γιατί ο φακός μετακινείται μαζί με τον κερατοειδή χιτώνα και πάντα παραμένει κεντραρισμένος στη μέση του βλέμματος.

### 2.1.7) ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Η συχνότητα εμφάνισης της μυωπίας συχνά ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία, τη χώρα, το φύλο, τη φυλή, την εθνικότητα, το επάγγελμα, το περιβάλλον όπως και άλλους παράγοντες<sup>[28]</sup>. Η επικράτηση της μυωπίας έχει αναφερθεί σε ποσοστό 70 – 90% σε ορισμένες χώρες της Ασίας, 30 – 40% στην Ευρώπη και τις Ηνωμένες Πολιτείες και 10 – 20% στην Αφρική. Η μυωπία είναι λιγότερο κοινή στους αφρικανούς και τους ανθρώπους της διασποράς<sup>[28]</sup>. Σε Αμερικανούς μεταξύ των ηλικιών 12 και 54, η μυωπία έχει βρεθεί να επηρεάζει τους Αφροαμερικανούς λιγότερο από τους Καυκάσιους.

#### 1) ΑΣΙΑ

Σε ορισμένα μέρη της Ασίας, η μυωπία είναι πολύ συχνή. Η Σιγκαπούρη πιστεύεται ότι έχει την υψηλότερη επικράτηση της μυωπίας στον κόσμο, έως 80% των ανθρώπων εκεί έχουν μυωπία αλλά ο ακριβής αριθμός είναι άγνωστος<sup>[14]</sup>. Το ποσοστό της μυωπίας στη Κίνα είναι 31% αυτό σημαίνει ότι 400 εκατομμύρια από τα 1,3 δισεκατομμύρια κάτοικοί της είναι μυωπικοί. Η επικράτηση της μυωπίας στο γυμνάσιο στην Κίνα είναι 77,3%, και στο κολλέγιο είναι περισσότερο από 80%. Σε ορισμένες περιοχές, όπως την Κίνα και τη Μαλαισία, μέχρι το 41% του ενήλικου πληθυσμού είναι μυωπικό με  $-1.00$  dpt και μέχρι 80% με  $-0.50$  dpt. Σε μια μελέτη που έγινε σε Ιορδανούς ενήλικες, ηλικίας 17 – 40 ετών βρέθηκε ποσοστό πάνω από το ήμισυ (53,7%) που ήταν μυωπικός. Ωστόσο, μερικές έρευνες δείχνουν ότι η επικράτηση της μυωπίας στην Ινδία στο γενικό πληθυσμό είναι μόλις 6,9%.

#### 2) ΕΥΡΩΠΗ

Σε μια πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετής φοιτητές στο Ηνωμένο Βασίλειο διαπιστώθηκε ότι το 50% των λευκών Βρετανών και το 53,4% των Βρετανών με καταγωγή από την Ασία έχουν μυωπία<sup>[18]</sup>. Στην Ελλάδα, η μυωπία σε μαθητές ηλικιών 15 με 18 βρέθηκε στο 36,8%<sup>[19]</sup>. Μια πρόσφατη έρευνα για τα ποσοστά μυωπίας στην Ευρώπη κατέληξε ότι το 26,6% των δυτικών Ευρωπαίων με ηλικία μεγαλύτερη των 40 ετών έχουν τουλάχιστον  $-1.00$  διοπτρία μυωπία και το 4,6% έχει τουλάχιστον  $-5.00$  διοπτρίες.

#### 3) ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ

Η μυωπία είναι κοινή στις Ηνωμένες Πολιτείες, με έρευνες που υποδηλώνουν την δραματική αύξησή της, τις τελευταίες δεκαετίες. Μεταξύ του 1971 – 1972, η Εθνική Έρευνα Υγείας και Διατροφής παρουσίασε τις πρώτες εθνικές αντιπροσωπευτικές εκτιμήσεις της μυωπίας στις ΗΠΑ, και βρήκε ότι η

συχνότητα σε άτομα ηλικίας 12 – 54 ήταν 25%. Χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο, το 1999 – 2004, η επικράτηση της μυωπίας εκτιμάται ότι είχε αναρριχηθεί στο 41,6%<sup>[29]</sup>. Οι Ασιάτες είχαν το υψηλότερο ποσοστό (18,5%), ακολουθούμενοι από τους Ισπανούς (13,2%). Παιδιά από την Καυκάσια φυλή είχαν τη χαμηλότερη επικράτηση της μυωπίας (4,4%), η οποία δεν ήταν σημαντικά διαφορετική από τους Αφροαμερικανούς (6,6%).

Σε μια πρόσφατη ανασκόπηση βρέθηκε ότι το 25,4% των Αμερικανών ηλικίας 40 ετών και άνω έχουν τουλάχιστον –1.00 διοπτρίες μυωπία και το 4,5% έχουν τουλάχιστον –5.00 διοπτρίες.

#### 4) ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ

Στην Αυστραλία, ο συνολικός επιπολασμός της μυωπίας (χειρότερη από –0.50 διοπτρίες) έχει υπολογιστεί ότι είναι 17%. Σε μια πρόσφατη μελέτη, λιγότερο από ένα στα δέκα (8,4%) παιδιά ηλικίας μεταξύ 4 και 12 ετών βρέθηκαν να έχουν μυωπία μεγαλύτερη από –0.50 διοπτρίες. Σε μια πρόσφατη έρευνα βρέθηκε ότι το 16,4% των Αυστραλών ηλικίας 40 ετών και άνω έχουν τουλάχιστον –1.00 διοπτρίες μυωπία και 2,5% έχουν τουλάχιστον –5.00 διοπτρίες.

#### 5) ΒΡΑΖΙΛΙΑ

Στην Βραζιλία, μελέτη του 2005 έδειξε ότι το 6,4% των Βραζιλιάνων ηλικίας μεταξύ 12 και 59 είχαν –1.00 διοπτρίες μυωπία ή περισσότερο, σε σύγκριση με το 2,7% των αυτοχθόνων πληθυσμών στη βορειοδυτική Βραζιλία<sup>[27]</sup>. Άλλη μια έρευνα έδειξε ότι σχεδόν 1 στους 8 (13,3%) των φοιτητών στην πόλη του Natal ήταν μυωπικοί<sup>[15]</sup>.

### 2.1.8) ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ IQ

Μια σειρά από μελέτες έχει δείξει την επίπτωση των αυξήσεων της μυωπίας σε σχέση με το επίπεδο της εκπαίδευσης<sup>[25]</sup> και κάποιες άλλες<sup>[23]</sup>, τη συσχέτιση μεταξύ μυωπίας και υψηλού δείκτη νοημοσύνης (IQ).

Το 2008, από μια επισκόπηση της βιβλιογραφίας σε αναφερόμενες μελέτες σε διάφορα έθνη βρέθηκε ότι η μυωπία σχετίζεται με το υψηλό δείκτη νοημοσύνης και τη σχολική επίδοση. Μια κοινή εξήγηση για τη μυωπία είναι η κοντινή εργασία. Όσον αφορά το IQ, αρκετές εξηγήσεις έχουν προταθεί. Η μία είναι ότι το μυωπικό παιδί προσαρμόζει καλύτερα κατά την ανάγνωση με αποτέλεσμα να διαβάζει περισσότερο, γεγονός που αυξάνει την ευφυΐα. Η αντίστροφη εξήγηση είναι ότι το έξυπνο και φιλομαθές παιδί διαβάζει περισσότερο, πράγμα που προκαλεί μυωπία. Σύμφωνα με τις δύο πιο πρόσφατες



μελέτες, υψηλότερο IQ μπορεί να συνδέεται με τη μυωπία στα παιδιά της σχολικής ηλικίας, ανεξάρτητα από τα βιβλία που διαβάζουν ανά εβδομάδα<sup>[13]</sup>.

Τέλος άλλα προσωπικά χαρακτηριστικά, όπως τα συστήματα αξίας, η σχολική επίδοση, ο χρόνος που δαπανάται στην ανάγνωση για ευχαρίστηση, οι γλωσσικές ικανότητες και ο χρόνος που δαπανάται σε αθλητικές δραστηριότητες, συσχετίζονται με την εμφάνιση της μυωπίας σύμφωνα με μελέτες.

### **2.1.9) ΕΡΕΥΝΑ**

Η κανονική ανάπτυξη του ματιού είναι σε μεγάλο βαθμό γενετικά ελεγχόμενη, αλλά έχει δειχθεί ότι το περιβάλλον είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό της οφθαλμικής ανάπτυξης. Έρευνα έχει δείξει ότι η μυωπία μπορεί και να κληρονομηθεί από τους γονείς<sup>[31]</sup>.

#### **1) ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΥΩΠΙΑ**

Γενετικά, οι μελέτες σύνδεσης έχουν εντοπίσει 18 πιθανές θέσεις για 15 διαφορετικά χρωμοσώματα που σχετίζονται με την μυωπία, αλλά καμία από αυτές τις θέσεις δεν αποτελεί μέρος των υποψήφιων γονιδίων που προκαλούν μυωπία. Αντίθετα μια απλή θέση ενός γονιδίου είναι αυτή που ελέγχει την εμφάνιση της μυωπίας, η οποία αποτελείται από μεταλλαγμένες πρωτεΐνες<sup>[16]</sup>. Στο σύνολο όλων των μελετών μυωπίας σε όλο τον κόσμο παρουσιάστηκε ότι εντοπίστηκαν 16 νέες θέσεις για το διαθλαστικό σφάλμα της μυωπίας σε άτομα ευρωπαϊκής καταγωγής, εκ των οποίων 8 ήταν από κοινού με αυτές των Ασιατών. Οι νέες θέσεις περιλαμβάνουν υποψήφια γονίδια με λειτουργίες στη νευροδιαβίβαση, τη μεταφορά ιόντων, το μεταβολισμό ρετινοϊκού οξέως, εξωκυττάρια μήτρα και την ανάπτυξη των ματιών. Οι φορείς των γονιδίων υψηλού κινδύνου έχουν μια δεκαπλάσια εμφάνιση της μυωπίας.

#### **2) ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΕΣ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΥΩΠΙΑ**

Υπάρχουν δύο βασικές θεωρίες για την απόλυτη εξελικτική αιτία της μυωπίας με επιπτώσεις στην εξελικτική ιατρική. Και οι δύο προέρχονται από το γεγονός ότι το περιβάλλον στο οποίο το ανθρώπινο σώμα προσαρμόστηκε εδώ και εκατομμύρια χρόνια, δεν ταιριάζει με το τρέχον περιβάλλον. Η μετάβαση από τον τρόπο ζωής του κυνηγού – συλλέκτη με το σύγχρονο δυτικό τρόπο ζωής διευκόλυνε την ανάπτυξη των χρόνιων, μη μολυσματικών ασθενειών, όπως τη μυωπία. Μελέτες που έγιναν σε σύγχρονους κυνηγούς – συλλέκτες στην Αφρική και πληθυσμούς της Αρκτικής, τονίζουν τους περιβαλλοντικούς παράγοντες την κύρια αιτία της μυωπίας.

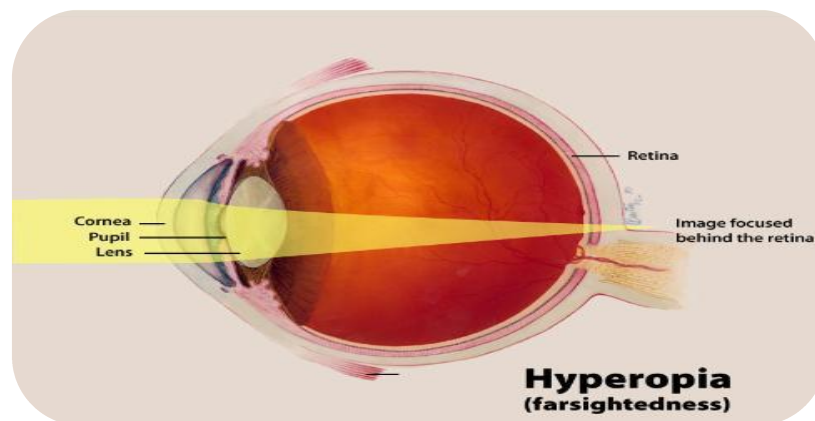
### 2.1.10) «ΚΟΝΤΙΝΗ ΕΡΓΑΣΙΑ»

Η υπόθεση αυτή, που αναφέρεται επίσης ως «κατάχρηση», αναφέρει ότι πολλές πτυχές του σύγχρονου περιβάλλοντός του ανθρώπου, τον στρέφουν στην κοντινή εργασία, η οποία κουράζει τους οφθαλμούς του. Αυτές είναι η ανάγνωση και η παρακολούθηση μέσα από τις οθόνες των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των τηλεφώνων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η πλειοψηφία των ανθρώπων στον αναπτυγμένο κόσμο περνούν το μεγαλύτερο μέρος, αν όχι όλες, από τις μέρες τους, να εκτελούν τα καθήκοντά τους σε κοντινή απόσταση, δημιουργώντας έτσι πίεση στα μάτια<sup>[24]</sup>. Αυτό είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό για τα παιδιά, των οποίων τα μάτια δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη. Η υπόθεση αυτή βοηθά να διευκρινιστούν οι υποψίες που υπάρχουν ότι η μυωπία σχετίζεται με την ευφυΐα, και την εκπαίδευση.

Οι άνθρωποι που έχουν μεγαλύτερη πρόσβαση στην εκπαίδευση πιθανόν να διαβάζουν πολύ περισσότερο και είναι πιθανόν να σημειώνουν υψηλότερη βαθμολογία στα τεστ νοημοσύνης, δημιουργώντας έτσι μια ψευδής σύνδεση μεταξύ νοημοσύνης και μυωπίας. Αυτή η «ψευδής» υπόθεση εξηγεί περαιτέρω τα κοινωνικά και γεωγραφικά μοτίβα και τις τάσεις στα ποσοστά της μυωπίας σε όλο τον κόσμο. Ορισμένες τάσεις περιλαμβάνουν Αφρικανούς και ανθρώπους αφρικανικής καταγωγής, τονίζοντας ότι έχουν χαμηλότερα ποσοστά μυωπίας, ενώ οι Ασιάτες και οι άνθρωποι εβραϊκής καταγωγής έχουν υψηλότερα ποσοστά μυωπίας, ίσως λόγω διαφορετικών ευκαιριών εκπαίδευσης<sup>[9]</sup>.

## 2.2) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Υπερμετρωπία είναι η διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία, όταν ο οφθαλμός βρίσκεται σε ηρεμία (χαλάρωση προσαρμογής), μια παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτινών, εισερχόμενη στο μάτι, εστιάζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Τα άτομα που έχουν υπερμετρωπία, παρουσιάζουν συχνά θολή ή θαμπή όραση όταν κοιτάζουν κοντινά αντικείμενα. Το πρόβλημα της θαμπής όρασης μπορεί να ελαττωθεί αν το άτομο καταβάλλει μια συνεχή προσπάθεια εστίασης, η οποία συχνά οδηγεί σε ένταση, πονοκέφαλο και κόπωση του ματιού.



**Εικόνα 20:** Πως εισέρχονται οι ανακλώμενες ακτίνες σε ένα υπερμετρωπικό μάτι.

### 2.2.1) ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ

Η υπερμετρωπία μπορεί να οφείλεται είτε σε μικρότερο μήκος του βολβού του οφθαλμού είτε σε μικρότερη καμυλότητα του κερατοειδή χιτώνα. Αποτελεί μια συνηθισμένη κατάσταση, η οποία τις περισσότερες φορές είναι κληρονομική. Το αποτέλεσμα της υπερμετρωπίας είναι ότι ο φακός του ματιού πρέπει να καταβάλλει προσπάθεια προκειμένου να εστιάσει την εικόνα επάνω στον αμφιβληστροειδή.

### 2.2.2) ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑΣ

1. Αξονική.
2. Διαθλαστική.
3. Γεροντική υπερμετρωπία, (αυτή συνήθως οφείλεται σε μεταβολή του δείκτη διάθλασης).

#### 1) ΑΞΟΝΙΚΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Στην αξονική υπερμετρωπία, ο οφθαλμός είναι βραχύτερος του φυσιολογικού. Στα βρέφη είναι φυσιολογική και σε σπάνιες περιπτώσεις υπερβαίνει τις 6,00D.

Μεγαλύτερη (περισσότερο από 6,00D) αξονική υπερμετροπία, συνοδεύεται συνήθως και από μικρούς οφθαλμούς. Σ' αυτές τις περιπτώσεις όχι μόνο ο προσθιοπίσθιος άξονας αλλά και ο κερατοειδής είναι μικρότερος του φυσιολογικού, ενώ ο φακός, διατηρεί συνήθως το φυσιολογικό του μέγεθος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την προς τα εμπρός ώθηση της ίριδας και την αποπλάτυνση του προσθίου θαλάμου, γι' αυτό ο υπερμετροπικός οφθαλμός παρουσιάζει προδιάθεση για γλαύκωμα.

Στην αξονική υπερμετροπία και κυρίως στην υψηλή αξονική υπερμετροπία, το άνοιγμα του σκληρού, μέσω του οποίου εξέρχονται οι ίνες των γαγγλιακών κυττάρων για το σχηματισμό του οπτικού νεύρου, είναι δυνατόν να είναι μικρότερο του συνηθισμένου. Συνεπώς, οι οπτικές ίνες παρουσιάζονται περισσότερο από το φυσιολογικό στιβαγμένες στην οπτική θηλή. Αυτή η συσσώρευση των οπτικών ινών προκαλεί μερικές φορές υπεραϊμία και ελαφριά υπερδιέγερση της οπτικής θηλής, τα όρια της οποίας εμφανίζονται ασαφή, καθώς εξαλείφεται το φυσιολογικό της εντύπωμα. Επίσης παρατηρούνται ραβδώσεις του αμφιβληστροειδή φερόμενες ακτινωτά γύρω από την οπτική θηλή. Πρόκειται για συγγενή ανωμαλία η οποία είναι δυνατόν να είναι κληρονομική. Σύνολη η κλινική εικόνα μοιάζει με το οίδημα της οπτικής θηλής ενώ σπανιότερα συγχέεται με την οπτική νευρίτιδα.

Πολλές φορές τα άτομα με υπερμετροπία παρουσιάζουν ασυμμετρικό πρόσωπο με συνέπεια ο περισσότερο υπερμετροπικός οφθαλμός να βρίσκεται στη λιγότερο αναπτυγμένη πλευρά. Στην περίπτωση αυτή, η ωχρά κηλίδα εντοπίζεται σε μεγαλύτερη απόσταση από την οπτική θηλή και ο κερατοειδής είναι σε θέση εμφανώς έκκεντρη συγκριτικά με τον εμμετροπικό οφθαλμό. Επομένως, ο βλεμματικός άξονας τέμνει τον κερατοειδή περισσότερο ρινικά, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μεγάλης θετικής γωνίας, η οποία δίνει την εσφαλμένη εντύπωση ύπαρξης εξωτροπίας.

## 2) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Η διαθλαστική υπερμετροπία, συναντάται όταν η κυρτότητα οποιασδήποτε διαθλαστικής επιφάνειας του οφθαλμού (π.χ. κερατοειδής, κρυσταλλοειδής φακός) είναι μικρότερη του φυσιολογικού. Στην περίπτωση που η ανωμαλία αυτή βρίσκεται στον κερατοειδή εμφανίζεται με τρεις μορφές: συγγενής αποπλάτυνση κερατοειδούς (cornea plana) ή συνέπεια τραύματος ή νόσου. Οι τελευταίες αυτές περιπτώσεις συνοδεύονται κατά κανόνα με αστιγματισμό. Σπανιότερα αυτή οφείλεται σε μεταβολές της κυρτότητας των επιφανειών του κρυσταλλοειδούς φακού.

### 3) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ ΣΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ (ΓΕΡΟΝΤΙΚΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ)

Η υπερμετρωπία που οφείλεται στη μεταβολή του δείκτη διάθλασης εμφανίζεται φυσιολογικά σε άτομα προχωρημένης ηλικίας και παθολογικά σε διαβητικούς, που βρίσκονται σε θεραπεία. Η προαναφερθείσα υπερμετρωπία είναι δυνατόν να προκαλέσει συγγενής ή τραυματική απεξάρθρωση του φακού προς τα πίσω ή η πλήρης απουσία του.

Ανεξάρτητα από την αιτία της υπερμετρωπίας, το οπτικό αποτέλεσμα είναι το ίδιο. Παράλληλες ακτίνες, εισερχόμενες στον οφθαλμό (ο οποίος είναι σε ηρεμία), εστιάζονται πίσω από τον αμφιβληστροειδή και επομένως το είδωλο που σχηματίζεται αποτελείται από κύκλους σκεδασμού (διασκορπισμένες ακτίνες) μεγάλου μεγέθους, είναι θολό και με ασαφή όρια. Για να εστιαστούν οι παράλληλες ακτίνες επάνω στον αμφιβληστροειδή ενός υπερμετρωπικού οφθαλμού, πρέπει να υποστούν, πριν μπουν μέσα στον οφθαλμό την κατάλληλη σύγκλιση, ώστε αν επεκταθούν να συναντιούνται στο Άπω Σημείο (Α.Σ). Αυτό θα επιτευχθεί όταν ένας φακός κατάλληλης ισχύος, τοποθετηθεί μπροστά από τον οφθαλμό, ώστε η πίσω κύρια εστία αυτής να συμπέσει με το Α.Σ.

Επειδή ο προσθιοπίσθιος άξονας ενός υπερμετρωπικού οφθαλμού είναι βραχύτερος του φυσιολογικού και ο αμφιβληστροειδής βρίσκεται πλησιέστερα προς το δεσμικό σημείο του οπτικού συστήματος αυτού, αναγκαστικά το σχηματιζόμενο πάνω σ' αυτόν είδωλο δεν είναι μόνο θολό, αλλά και μεγαλύτερο. Η μετάθεση της πίσω κύριας εστίας του οπτικού συστήματος του οφθαλμού προς τα μπροστά, με τρόπο τέτοιο που να συμπέσει με τον αμφιβληστροειδή, είναι δυνατό να επιτευχθεί είτε με τοποθέτηση μπροστά από τον οφθαλμό θετικών φακών, είτε με τη βοήθεια του μηχανισμού της προσαρμογής, κατά την οποία επιτυγχάνεται αύξηση της κυρτότητας του κρυσταλλοειδούς φακού και επομένως της διαθλαστικής ισχύος του.

Όσο νεώτερο είναι το άτομο, τόσο μεγαλύτερο υπερμετρωπικό σφάλμα είναι δυνατόν να διορθωθεί με την προσαρμογή.

Κλινικά η υπερμετρωπία διακρίνεται σε:

- i **Λανθάνουσα** και,
- ii **Απόλυτη**

Και οι δύο αποτελούν μαζί την **ολική υπερμετρωπία**.

Η απόλυτη υπερμετρωπία υποδιαιρείται με τη σειρά της στην *αντιρροπούμενη* και την *έκδηλη*.

#### 4) ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Η υπερμετρωπία αυτή αντιπροσωπεύει το τμήμα εκείνο του υπερμετρωπικού σφάλματος, το οποίο αντιρροπείται πλήρως από το φυσιολογικό τόνο του προσαρμοστήρα μυός, δεν υπερβαίνει συνήθως την 1.00D. Η μέτρηση αυτή επιτυγχάνεται με παράλυση του προσαρμοστήρα μυός, μ' ένα από τα συνήθη κυκλοπληγικά φάρμακα, όπως είναι η **ατροπίνη**. Όσο νεότερο είναι το άτομο τόσο μεγαλύτερη είναι η λανθάνουσα υπερμετρωπία.

#### 5) ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Η απόλυτη υπερμετρωπία διακρίνεται σε:

- a) **Αντιρροπούμενη υπερμετρωπία**, η οποία αποτελεί το τμήμα της υπερμετρωπίας το οποίο είναι δυνατό να αντιρροπηθεί με την άσκηση προσαρμογής.
- b) **Έκδηλη υπερμετρωπία**, η οποία αποτελεί το τμήμα της υπερμετρωπίας το οποίο δεν είναι δυνατό να αντιρροπηθεί με την άσκηση προσαρμογής. Στην περίπτωση αυτή η όραση για μακριά και κοντά είναι πάντα ασαφής και διορθώνεται πάντα με θετικούς φακούς.

#### 2.2.3) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ

Τα μωρά και τα μικρά παιδιά εμφανίζουν πολύ συχνά ελαφρά υπερμετρωπία. Καθώς όμως τα μάτια τους μεγαλώνουν και γίνονται πιο επιμήκη, η κατάσταση αυτή διορθώνεται στην ηλικία των επτά ή οκτώ ετών.

Οι νεαροί ενήλικες που εξακολουθούν να έχουν υπερμετρωπία, πολύ συχνά δεν το καταλαβαίνουν γιατί έχουν μεγάλο εύρος προσαρμογής και δεν παρατηρείται μείωση της όρασης, παρά μόνον όταν η υπερμετρωπία είναι πολύ υψηλή. Επειδή όμως υπάρχει άμεση σχέση προσαρμογής και σύγκλισης των ματιών (εγγύς αντανακλαστικό), η υπερμετρωπία είναι δυνατό να προδιαθέσει για συγκλίνοντα στραβισμό. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η διπλωπία (από τον χιασμό των οπτικών αξόνων). Σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητη η χρήση γυαλιών.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η ανισομετρωπία (όταν το ένα μάτι βλέπει καλά και το άλλο όχι). Εδώ πρέπει να γίνει εξέταση με κυκλοπληγία (χορήγηση σταγόνων που μεγαλώνουν την κόρη του ματιού) και σκιασκοπία, με σκοπό να χορηγηθούν τα κατάλληλα γυαλιά για να μην αμβλυωπήσει το μάτι (αμβλυωπία = τεμπέλικο μάτι). Η διενέργεια υποχρεωτικής οφθαλμολογικής εξέτασης κατά την προσχολική ηλικία, θα μειώσει τις περιπτώσεις αδιάγνωστων καταστάσεων.

#### **2.2.4) ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ ΣΤΟΥΣ ΕΝΗΛΙΚΕΣ**

Μετά την ηλικία των 35 – 40 ετών περίπου, αρχίζει να μειώνεται η ικανότητα προσαρμογής. Ο υπερμέτρωπας αρχίζει να μη βλέπει καλά κυρίως στο διάβασμα, και εμφανίζει κοπιωπία. Δηλαδή στην προσπάθειά του να διαβάσει για πολλή ώρα νοιώθει βάρος ανάμεσα στα μάτια, ζάλη, νύστα, και δάκρυσμα. Τότε χρειάζεται να φορέσει γυαλιά.

Η πρεσβυωπία αρχίζει πολύ νωρίτερα στους υπερμέτρωπες, σε σύγκριση με τους μύωπες και τους εμμέτρωπες. Σε μεγαλύτερη ηλικία (50 ετών και άνω), ο υπερμέτρωπας θα φοράει γυαλιά και για μακριά, επειδή θα έχει εξαντληθεί τελείως η ικανότητα για προσαρμογή. Τούτο ισχύει για τις μέτριες υπερμετρωπίες, γιατί οι υψηλές (3 – 4 διοπτρίες) απαιτούν συνήθως γυαλιά από μικρότερη ηλικία.

#### **2.2.5) ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑΣ**

Τα συμπτώματα ποικίλουν ανάλογα με τον βαθμό της υπάρχουσας υπερμετρωπίας αλλά και την ηλικία του ατόμου. Τα παιδιά που έχουν συνήθως υψηλό βαθμό υπερμετρωπίας μπορεί να μην εμφανίζουν συμπτώματα. Συχνά όμως ένα λεπτομερές ιστορικό αποκαλύπτει ότι τα παιδιά αυτά κουράζονται εύκολα και απεχθάνονται την ανάγνωση. Άλλοτε πάλι οι γονείς παρατηρούν, ότι τα μάτια του παιδιού τους στρέφονται κατά διαστήματα προς τα έσω (διαλείπων προσαρμοστικός στραβισμός).

Κατά τη σχολική ηλικία συνήθως τα παιδιά παραπονούνται για μετωπιαία κεφαλαλγία και παροδικές θολώσεις της όρασης, ιδιαίτερα στην ανάγνωση και στο γράψιμο. Το τελευταίο αυτό σύμπτωμα οφείλεται σε παροδική ανεπάρκεια του προσαρμοστήρα μυός ή σε σπασμό του. Τα παιδιά γενικά παραπονιούνται, ιδίως προς το τέλος της ημέρας, για κούραση και στιγμιαία μικροψία (αντικείμενα που βρίσκονται μακριά γίνονται στιγμιαία μικρότερα από τα πραγματικά αντικείμενα). Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της υπερμετρωπίας εμφανίζονται κατά την προσήλωση και εντείνονται ιδίως στην κοντινή εργασία.

Όσο μεγαλύτερης ηλικίας είναι το άτομο, τόσο εντονότερα είναι τα συμπτώματά του. Όταν η υπερμετρωπία είναι μεγάλη, τότε η προσαρμοστική ισχύς είναι δυνατόν να μην είναι σε θέση να επιτύχει ευκρινή όραση για κοντά, οπότε ο ασθενής προσπαθεί να αντιρροπήσει την ασάφεια του αμφιβληστροειδικού ειδώλου με αύξηση του μεγέθους αυτού και σμίκρυνση των βλεφαρικών σχισμών (στενοπικό αποτέλεσμα).

Παρατηρείται ότι ο υπερμέτρωπας, πρέπει πάντοτε να καταβάλλει μεγαλύτερη προσαρμοστική προσπάθεια από έναν εμμέτρωπα ή έναν μύωπα.

Το πρώτο παράπονο, όποτε η προσαρμογή δεν επαρκεί, είναι ότι ενώ η όραση για μακριά είναι καλή, για κοντά είναι ελαττωμένη και τα μάτια κουράζονται στην κοντινή εργασία. Αν η υπερμετρωπία δεν διορθωθεί, προκαλεί βαθμιαία συμπτώματα, όπως: μετωπιαία κεφαλαλγία, παροδικές θολώσεις της όρασης ή και διπλωπίας, κνησμό, δακρύρροια και σε σπάνιες περιπτώσεις νευρωτικές διαταραχές. Τα προαναφερθέντα συμπτώματα είναι αποτέλεσμα της υπερβολικής προσαρμοστικής προσπάθειας. Με την πάροδο του χρόνου δημιουργούνται και αντικειμενικά ευρήματα, όπως αύξηση των εκκρίσεων, χρόνια επιπεφυκίτιδα ή βλεφαρίτιδα, φλεγμονή των αδένων των βλεφάρων (κριθή, χαλάζιο). Ακόμη και όταν ο ασθενής παραπονείται μόνο για ενοχλήσεις στην κοντινή εργασία, λεπτομερής έρευνα αποκαλύπτει ότι ανάλογα συμπτώματα κοπιωπίας (ελαφρότερου βαθμού), υπάρχουν και για μακριά, όπως π.χ. στον κινηματογράφο, στην τηλεόραση ή κατά την οδήγηση.

Συνήθως τα περισσότερα συμπτώματα κοπιωπίας εμφανίζονται κατά τις απογευματινές ώρες, αν και είναι δυνατό να υπάρχουν και το πρωί όταν έχει προηγηθεί έντονη εργασία, την προηγούμενη μέρα. Διάφορες καταστάσεις ποικίλης αιτιολογίας, όπως αναιμία και άλλες παθήσεις ελαττώνουν την προσαρμοστική ισχύ και είναι δυνατό να προκαλέσουν συμπτώματα σε άτομα με μικρό βαθμό υπερμετρωπίας.

Άλλη αιτία ασθενωπικών συμπτωμάτων σε νέο υπερμέτρωπα μικρού βαθμού είναι ο ανεπαρκής φωτισμός. Σε υπερμέτρωτες με υψηλό βαθμό, η διορθωμένη οπτική οξύτητα πολλές φορές δεν φθάνει σε φυσιολογικά επίπεδα λόγω της μη φυσιολογικής ανάπτυξης της ωχράς κηλίδας.



**Εικόνα 21:** Πώς βλέπει ένα άτομο που έχει υπερμετρωπία.

#### **2.2.6) ΠΟΙΟΙ ΕΧΟΥΝ ΥΠΕΡΜΕΤΩΠΙΑ**

Πολλοί άνθρωποι έχουν ένα μικρό βαθμό υπερμετρωπίας, όμως χρειάζονται διορθωτικά γυαλιά μόνο όσοι από αυτούς έχουν μειωμένη όραση ή συμπτώματα όπως πονοκεφάλους και κούραση των ματιών.



### 2.2.7) ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΔΙΑΓΝΩΣΗ

Η διάγνωση της υπερμετροπίας πολύ σπάνια γίνεται στους σχολικούς τακτικούς ελέγχους των ματιών και αυτό γιατί εκεί συνήθως εξετάζεται η ικανότητα της όρασης μόνο στην μακρινή απόσταση. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να γίνεται μια λεπτομερής εξέταση της υγείας των ματιών και να ελέγχονται τόσο η μακρινή όσο και η κοντινή όραση, έτσι ώστε να διαγιγνώσκεται η υπερμετροπία.

Μια γενική εξέταση των ματιών, ή συνηθισμένη οφθαλμολογική εξέταση μπορεί να περιλαμβάνει:

- Μέτρηση της ενδοφθάλμιας πίεσης (τονομέτρηση).
- Διάθλαση, για να καθοριστεί η σωστή συνταγή για γυαλιά.
- Εξέταση του αμφιβληστροειδή.
- Σχισμοειδής λυχνία, για να εξεταστεί η δομή των ματιών.
- Έγχρωμη όραση, για αναζήτηση πιθανής αχρωματοψίας.
- Έλεγχος λειτουργίας των μυών που κινούν τα μάτια.
- Οπτική οξύτητα, τόσο για την μακρινή όραση όσο και κοντινή όραση.

### 2.2.8) ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Η υπερμετροπία ρυθμίζεται εύκολα με τη σωστή επανεστίαση εικόνων πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με τους κοινούς τρόπους διόρθωσης της όρασης, που περιλαμβάνουν:

- Γυαλιά οράσεως (κυρτοί φακοί) και φακούς επαφής: είναι η απλούστερη θεραπευτική αγωγή, την οποία επιλέγουν οι περισσότεροι άνθρωποι. Αν δεν υπάρχει κάποιο άλλο πρόβλημα όρασης όπως π.χ. αστιγματισμός, μπορεί να χρειάζονται τα γυαλιά μόνο για το διάβασμα ή άλλες ασχολίες σε κοντινή απόσταση.
- Φωτοδιαθλαστική χειρουργική (μέχρι 5 – 6 διοπτρίες): υπάρχουν διαθέσιμες χειρουργικές λύσεις για την διόρθωση της υπερμετροπίας, οι οποίες όμως μπορεί να είναι δαπανηρές και να ενέχουν περισσότερους κινδύνους από τα διορθωτικά γυαλιά ή τους φακούς επαφής. Οι επιλογές αυτές περιλαμβάνουν την χρήση τεχνολογίας laser (π.χ. μέθοδος Lasik) ή την διενέργεια τομών με κλασική χειρουργική επέμβαση που ως στόχο έχουν την μεταβολή του σχήματος του κερατοειδή στον οφθαλμό που νοσεί.
- Χειρουργική αφαίρεση του καθαρού κρυσταλλοειδούς φακού, σε άτομα άνω των 50 ετών που έχουν μέτρια ή υψηλή υπερμετροπία και πρεσβυωπία. Τα τελευταία χρόνια με τη χρήση πολυεστιακών ενδοφακών, διορθώνεται ως ένα βαθμό και η ενδιάμεση και η κοντινή όραση. Πολλοί

ασθενείς επιλέγουν το Monovision (το ένα μάτι βλέπει κοντά και το άλλο μακριά, χωρίς γυαλιά) η οποία αντενδείκνυται σε ασθενείς επαγγελματικά ενεργούς (επιστήμονες, επαγγελματίες οδηγούς, επιχειρηματίες). Ανάλογα με τις ανάγκες και τις δραστηριότητες του ατόμου, επιλέγεται το είδος των ενδοφακών, που θα τοποθετηθούν στα μάτια, ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα στην οπτική οξύτητα.

*Ο ειδικός που θα εξετάσει τον ασθενή μπορεί να κάνει διάφορες ερωτήσεις σχετικά με τον τρόπο ζωής, το επάγγελμα, τις καθημερινές δραστηριότητες και τη γενική του υγεία έτσι ώστε να προσδιορίσει τον σωστότερο τρόπο διόρθωσης της όρασής του.*

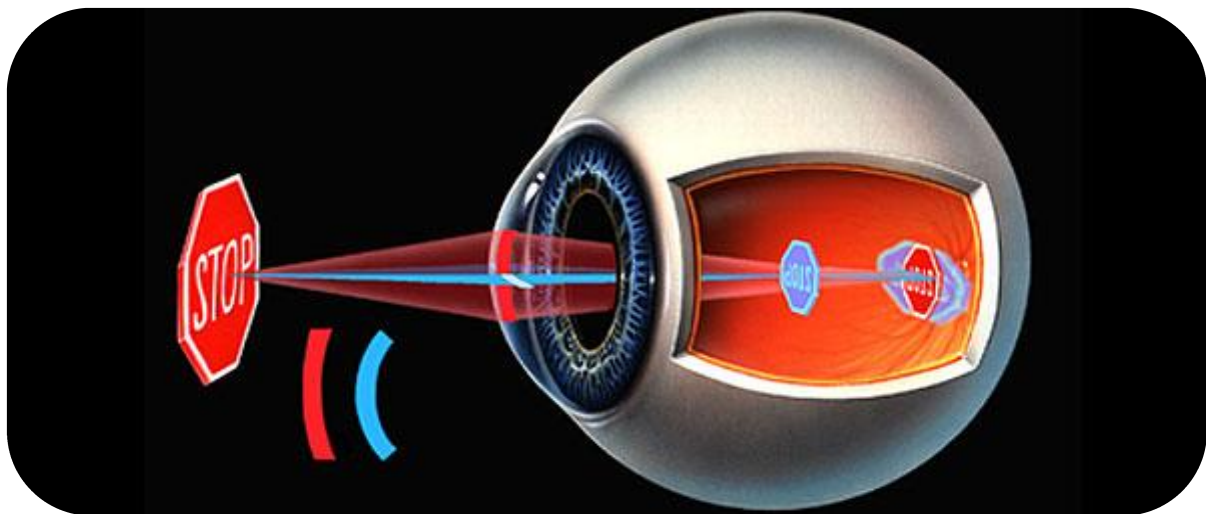
### **2.2.9) ΕΠΗΛΟΚΕΣ**

Η υπερμετροπία μπορεί να είναι ένας παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση γλαυκώματος, οξείας κλειστής γωνίας.

## 2.3) ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

### 2.3.1) ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΑ ΤΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥ;

Με τον όρο αστιγματισμό εννοείται η διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία, λόγω του σχηματισμού στον αμφιβληστροειδή δύο ειδώλων, κάθετων μεταξύ τους, ο ασθενής βλέπει παραμορφωμένα και θολά τα διάφορα κοντινά και μακρινά αντικείμενα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να βλέπει την τελεία σαν ευθεία γραμμή, να μπερδεύει αριθμούς (το 6 με το 8, το 4 με το 7), γράμματα (το Ο με το Θ, το Α με το Δ, το Ε με το Ξ), να έχει κύκλους γύρω από φωτεινές πηγές (ιδίως το βράδυ), διάχυση των αντανακλώμενων φωτών και δυσκολία στο διάβασμα (πρόκληση κοπιωπίας).



Εικόνα 22: Πως εισέρχονται οι ανακλώμενες ακτίνες σε ένα αστιγματικό μάτι.

### 2.3.2) ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΕΤΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ;

Στον πιο συχνό τύπο – τον **κερατικό αστιγματισμό** – ευθύνεται η διαφορά στην κυρτότητα των αξόνων (μεσημβρινών) του κερατοειδούς. Συνήθως όλοι οι άνθρωποι έχουν ένα μεσημβρινό με μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας (άρα πιο κυρτό και με μεγαλύτερη διαθλαστική δύναμη) και ένα μεσημβρινό με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας (λιγότερο κυρτό και με λιγότερη διαθλαστική δύναμη). Σε μεγαλύτερες αποκλίσεις των μεσημβρινών, ο κερατοειδής παίρνει το σχήμα μπάλας του ράγκμπυ και όχι μπάλας του μπάσκετ – όπως είναι το φυσιολογικό.

Όταν ο διαθλαστικότερος μεσημβρινός του ματιού είναι ο κάθετος, τότε ο αστιγματισμός ονομάζεται **σύμφωνος με τον κανόνα**, όταν ο διαθλαστικότερος μεσημβρινός είναι ο οριζόντιος, τότε ο αστιγματισμός ονομάζεται **παρά τον κανόνα**.

Στον **ομαλό αστιγματισμό** οι δύο μεσημβρινοί που εμφανίζουν τη μέγιστη διαφορά διαθλαστικής δύναμης είναι κάθετοι μεταξύ τους (συνήθως στις 90 ή 180 μοίρες) και ονομάζονται **κύριοι άξονες του αστιγματισμού**.

Στον **ανώμαλο αστιγματισμό** οι μεσημβρινοί με τη μέγιστη διαφορά διαθλαστικής δύναμης δεν είναι κάθετοι μεταξύ τους. Ο ανώμαλος αστιγματισμός συνήθως είναι αποτέλεσμα παραμόρφωσης του κερατοειδούς, όπως παρατηρείται σε κερατόκωνο, ή σε ουλοποίηση του κερατοειδούς από πάθηση ή τραυματισμό.

Ο **λοξός αστιγματισμός**, όταν οι κύριοι μεσημβρινοί βρίσκονται πέρα από 20° από τον οριζόντιο ή κάθετο μεσημβρινό.

Ο **συμμετρικός αστιγματισμός**, όταν οι κύριοι μεσημβρινοί κάθε ματιού αποκλίνουν συμμετρικά από τη μέση γραμμή.

Στον σπανιότερο **φακικό αστιγματισμό**, υπεύθυνες είναι οι μεταβολές στην κυρτότητα του κρυσταλλοειδούς φακού (παρεκτόπιση, κλίση, καταρράκτης).

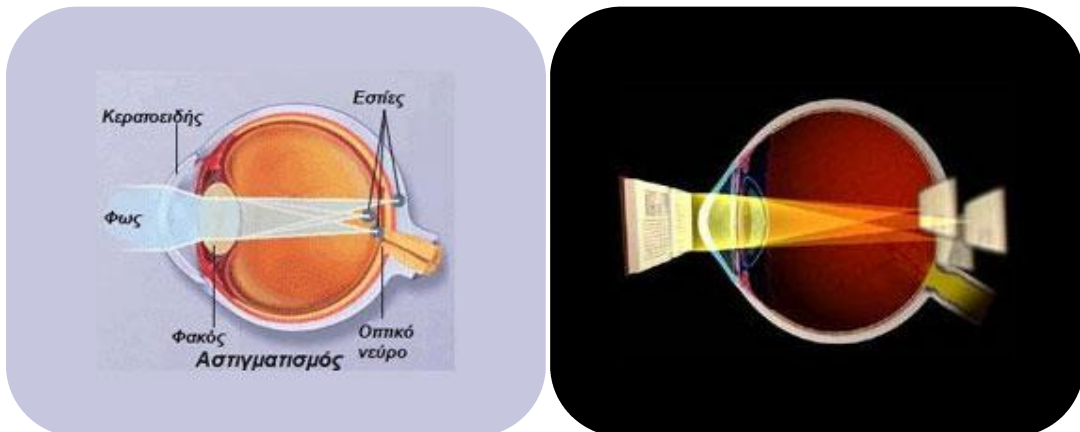
### **2.3.3) Η ΟΠΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΑΤΙΟΥ**

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

Ανάλογα της θέσης του κωνοειδούς του Sturm, σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή του οφθαλμού που βρίσκεται σε ηρεμία, διακρίνουμε τους εξής τύπους αστιγματισμού:

1. *Απλός υπερμετρωπικός αστιγματισμός*: όταν η μία κύρια εστία βρίσκεται πάνω στον αμφιβληστροειδή, και η άλλη πίσω απ' αυτόν.
2. *Απλός μυωπικός αστιγματισμός*: όταν η μία κύρια εστία βρίσκεται επί του αμφιβληστροειδή, και η άλλη μπροστά απ' αυτόν.
3. *Σύνθετος υπερμετρωπικός αστιγματισμός*: όταν και οι δύο εστίες βρίσκονται πίσω από τον αμφιβληστροειδή.
4. *Σύνθετος μυωπικός αστιγματισμός*: όταν και οι δύο εστίες βρίσκονται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή.

5. *Μικτός αστιγματισμός*: όταν η μία κύρια εστία βρίσκεται μπροστά και η άλλη πίσω από τον αμφιβληστροειδή.



**Εικόνα 23:** Απλώς μυωπικός αστιγματισμός και απλώς υπερμετρωπικός αστιγματισμός.

#### **2.3.4) ΣΕ ΠΟΙΟΥΣ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Ο αστιγματισμός είναι ένα πολύ κοινό διαθλαστικό πρόβλημα. Σχεδόν όλοι οι άνθρωποι έχουν ένα μικρό βαθμό αστιγματισμού από την γέννησή τους. Συνήθως ο αστιγματισμός δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ζωής παρά μόνο ελάχιστα, πράγμα το οποίο δεν ισχύει στον ανώμαλο αστιγματισμό (κερατόκωνος).

#### **2.3.5) ΕΑΝ ΔΕΝ ΦΟΡΑΩ ΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΜΟΥ, ΘΑ ΜΕΓΑΛΩΣΕΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΟΥ;**

**ΟΧΙ.** Τα γυαλιά του αστιγματισμού είναι τα λεγόμενα «ξεκουραστικά γυαλιά». Ο ασθενής τα χρειάζεται σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού όπως βραδινή οδήγηση και διάβασμα, στο σινεμά και στην τηλεόραση (και αυτό όχι από την αρχή, αλλά μετά από ώρα), στην οθόνη του υπολογιστή κτλ.



**Εικόνα 24:** Πώς βλέπει ένα άτομο που έχει αστιγματισμό.

### 2.3.6 ΔΙΟΡΘΩΝΕΤΑΙ Ο ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ;

Φυσικά και με πολλούς τρόπους,

1. Γυαλιά: με κυλινδρικούς ή σφαιροκυλινδρικούς (όταν συνδυάζεται με μυωπία και υπερμετρωπία) φακούς.
2. Φακούς επαφής: μαλακούς τορικούς φακούς ή ημίσκληρους (οι τελευταίοι κυρίως για την αντιμετώπιση του κερατόκωνου). *Αστιγματισμός οριζόντιος (180 μοίρες) και μέχρι 0.75D μπορεί να διορθωθεί και με ασφαιρικούς φακούς.*
3. Διαθλαστική χειρουργική: μπορεί να διορθωθεί ταυτόχρονα και η συνυπάρχουσα μυωπία και υπερμετρωπία (μέθοδος Lasik).
4. Τορικοί ενδοφακοί: αυτοί τοποθετούνται μετά από εγχείρηση καταρράκτη, σε συνυπάρχων υψηλό αστιγματισμό.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, κατά τις οποίες οι βαθμοί του αστιγματισμού είναι υψηλοί, είναι πιθανόν ο οφθαλμίατρος να μη χορηγήσει την πλήρη διόρθωση του αστιγματισμού, ιδιαίτερα αν ο ασθενής δεν έχει ξαναχρησιμοποιήσει αστιγματικούς φακούς. Ο λόγος είναι ότι, παρόλο που με τη χορήγηση όλων των βαθμών για κάθε μάτι χωριστά επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή οξύτητα, στην πράξη δημιουργείται ανισοεικονία, η οποία μπορεί να μην είναι ανεκτή από τον ασθενή.

## 2.4) ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ

Ο φακός των νέων ατόμων είναι ελαστικός και εύπλαστος και εύκολα μεταβάλλει το σχήμα του κατά τη σύσπαση του ακτινωτού μυός. Κατά τη διάρκεια όμως της ζωής η ίδια ουσία του φακού σκληρύνεται προοδευτικά και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μία δυσχέρεια στη μεταβολή του σχήματος. Οι μεταβολές αυτές του φακού έχουν επίπτωση στο εύρος της προσαρμογής που προοδευτικά μειώνεται καθώς το άτομο μεγαλώνει.

Παρόλο που κατατάσσεται στις διαθλαστικές ανωμαλίες, η πρεσβυωπία θεωρείται μια φυσιολογική εξέλιξη του οφθαλμού, που εμφανίζεται σταδιακά. Μολονότι η μείωση του εύρους προσαρμογής αρχίζει από τα πρώτα χρόνια της ζωής, οι επιπτώσεις φαίνονται αργότερα, συνήθως μετά την ηλικία των 40 χρόνων. Μετά την ηλικία αυτή το εύρος της προσαρμογής έχει μειωθεί τόσο που αρχίζει να δημιουργεί προβλήματα κατά την κοντινή όραση. Όλοι οι άνθρωποι εμφανίζουν πρεσβυωπία με την αύξηση της ηλικίας, αργά ή γρήγορα.

Η προοδευτική μείωση της προσαρμογής ακολουθεί σταθερή πορεία σε όλα τα άτομα και περίπου το ίδιο εύρος προσαρμογής απαντάται σε όλα τα άτομα της ίδιας ηλικίας. Στον παρακάτω (Πίνακα 1) δίνονται οι μέσες τιμές της ικανότητας για προσαρμογή στις διάφορες ηλικίες.

**Πίνακας 1.**

<b>Ηλικία (χρόνια)</b>	<b>Μέσες τιμές προσαρμογής (διοπτρίες <math>D=1/m</math>)</b>
8	13,8
25	9,9
35	7,3
40	5,8
45	3,6
50	1,9
55	1,3

### 2.4.1) ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ

Βασικό σύμπτωμα της πρεσβυωπίας είναι η μειωμένη όραση για κοντινές αποστάσεις. Το άτομο δυσκολεύεται να διαβάσει και κουράζεται μετά από σύντομο διάστημα κοντινής εργασίας, ιδίως όταν ο φωτισμός δεν είναι καλός. Στην αρχή της εμφάνισης των συμπτωμάτων το άτομο με πρεσβυωπία ανακουφίζεται από τα ενοχλήματα, απομακρύνοντας από τα μάτια του το αντικείμενο που θέλει να δει καθαρά, ή το έντυπο που θέλει να διαβάσει. Επίσης, παρουσιάζει πονοκεφάλους από την παρατεταμένη ανάγνωση ή την εργασία σε κοντινή απόσταση. Με την πάροδο των χρόνων η προοδευτική

μείωση της ικανότητας για προσαρμογή κάνει την ανάγνωση όλο και πιο δύσκολη και τελικά πρακτικά αδύνατη.

Τα συμπτώματα της πρεσβυωπίας εμφανίζονται νωρίτερα στον αδιόρθωτο υπερμέτρωπα και αργότερα στον αδιόρθωτο μύωπα. Αυτό είναι φυσικό, αφού για μια δεδομένη απόσταση ο υπερμέτρωπας χρειάζεται περισσότερη προσαρμογή από τον εμμέτρωπα και ο μύωπας λιγότερη. Οι μύωπες χαρακτηριστικά αφαιρούν τα μυωπικά τους γυαλιά για να δουν.

#### **2.4.2) Η ΟΠΤΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ**

- Η πιο συχνά χρησιμοποιημένη μέθοδος είναι τα κοντινά γυαλιά, ίσως σε συνδυασμό με μακρινά γυαλιά, αν συνυπάρχει μακρινή αμετροπία. Η μέθοδος αυτή είναι σίγουρα η πιο οικονομική, αλλά και η πιο άβολη, καθώς ο διοπτροφόρος θα πρέπει να αλλάζει συνεχώς τα μακρινά και τα κοντινά γυαλιά του, ανάλογα με την απόσταση εργασίας, και από το αν θέλει να δει μακριά ή κοντά. Αν όμως η πρεσβυωπία προχωρήσει, και είναι πλέον αναγκαίο και ένα τρίτο ζευγάρι γυαλιά για ενδιάμεσες αποστάσεις, τότε η χρηστικότητα τους αρχίζει να εξαφανίζεται.
- Έτσι εμφανίστηκαν τα διπλοεστιακά και τα τριπλοεστιακά γυαλιά, σε διάφορες παραλλαγές. Τα τελευταία χρόνια, εξαιρετικά δημοφιλείς, παρά το αυξημένο κόστος τους, είναι οι πολυεστιακοί φακοί. Οι φακοί αυτοί περιέχουν την ισχύ και για τη μακρινή και για την κοντινή όραση. Στα ενδιάμεσα κανάλια η ισχύς βαθμιαία αυξάνεται, έτσι ώστε ο χρήστης να βλέπει ευκρινώς και στις ενδιάμεσες αποστάσεις.
- Μια ακόμα επιλογή για τα άτομα με πρεσβυωπία, είναι οι πολυεστιακοί φακοί επαφής, που αρχίζουν να ανεβαίνουν στην προτίμηση του κοινού. Οι τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν στους ανθρώπους που αρχίζουν να εμφανίζουν πρεσβυωπία να εξακολουθήσουν να χρησιμοποιούν φακούς επαφής (με την τεχνική του Monovision) αντί να στραφούν προς τα διπλοεστιακά γυαλιά ή τα γυαλιά ανάγνωσης. Οι φακοί επαφής επιτρέπουν στα μάτια των ασθενών να εστιάζουν με φυσικό τρόπο προς όλες τις κατευθύνσεις, χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια.
- Με ένθετους πολυεστιακούς φακούς, οι οποίοι όμως απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή κατά τη χορήγησή τους, καθώς σε αντίθεση με τους πολυεστιακούς φακούς επαφής, δεν μπορούν να τους αλλάξουν εύκολα σε περίπτωση αποτυχίας.
- Τέλος, η σύγχρονη διαθλαστική χειρουργική προσπαθεί και αυτή να προσφέρει λύσεις στον πρεσβύωπα, με την τεχνική του Presby-LASIK και της Monovision.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

### LASER

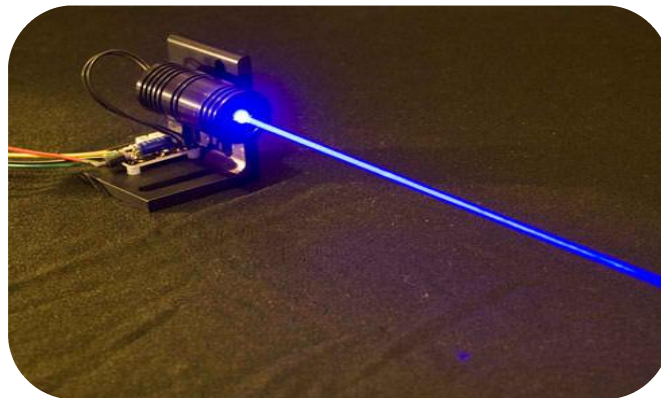
---

#### 3.1) ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- Ø Τέλη 1940: Ο οφθαλμίατρος Meyer – Schwickerath και οι φυσικοί της Zeiss αναπτύσσουν και παράγουν τη φημισμένη συσκευή φωτοπηξίας Zeiss.
- Ø 1953: Ο Charles Townes και οι συνεργάτες του κατασκευάζουν τη συσκευή MASER (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation* = ενίσχυση μικροκυμάτων με εξαναγκασμένη εκπομπή της ακτινοβολίας).
- Ø 1960: Ο Theodore Maiman κατασκευάζει το πρώτο laser, χρησιμοποιώντας ως ενεργό υλικό ένα κύλινδρο ρουβιδίου (Rb) στο οποίο η εκπεμπόμενη ακτινοβολία είχε μήκος κύματος  $\lambda=694\text{nm}$ .
- Ø 1961: Το laser ρουβιδίου χρησιμοποιείται πειραματικά σε ζώα.
- Ø 1961: Ο Ali Javan και οι συνεργάτες του κατασκευάζουν το πρώτο Laser αερίου χρησιμοποιώντας ως ενεργό υλικό το συνδυασμό των στοιχείων ήλιο – νέον (He–Ne).  
Ο Snitzer κατασκευάζει το πρώτο Laser στερεού  $\text{Nd}^{3+}$ : Υάλου με μήκος κύματος εκπομπής στο υπέρυθρο ( $\lambda=1.064\mu\text{m}$ ).
- Ø 1962: Το laser ρουβιδίου χρησιμοποιείται για πρώτη φορά στους ανθρώπους.  
1962: Κατασκευάζεται το πρώτο laser τύπου GaAs με μήκος κύματος ακτινοβολίας  $\lambda=840\text{nm}$ .
- Ø 1964: Ο Patel κατασκευάζει το πρώτο Laser διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), ανοίγοντας τους ορίζοντες για βιομηχανικές και ιατρικές εφαρμογές των lasers.
- Ø 1968: Αναπτύσσεται το Laser αργού, χρησιμοποιώντας ως ενεργό υλικό ιόντα αργού ( $\text{Ar}^+$ ).
- Ø 1971: Αναπτύσσονται τα lasers α) κρυπτού (Kr) αέριας κατάστασης και β) Nd:YAG (Νεοδύμιου ύττριου αλουμινίου γρανάτης) στερεάς κατάστασης.
- Ø 1977: Χρησιμοποιούνται τα laser υγρής κατάστασης Dye.
- Ø 1983: Ο Steven Trokel αναπτύσσει το laser διεγερμένων διμερών (Excimer Laser).
- Ø 1998: Οι R. Kurtz, T. Juhasz και συνεργάτες αναπτύσσουν το Femtosecond laser.

### 3.2) ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ LASER

Από το 1960 και έπειτα που κατασκευάστηκαν τα πρώτα συστήματα laser, αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία στην επιστήμη και στην τεχνολογία. Οι εφαρμογές των laser εκτείνονται από απλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή μέχρι σε σημαντικές εφαρμογές στην βιομηχανία, τις επικοινωνίες και την ιατρική, με αποτέλεσμα σε κάποιους τομείς να έχουν επιφέρει μια πραγματική επανάσταση. Η ονομασία λέιζερ προέρχεται από τον αγγλικό όρο LASER που αποτελεί ακρωνύμιο των λέξεων *Light Amplification By Stimulated Emission Of Radiation* που σε ελεύθερη απόδοση σημαίνει ενισχυμένο φως μέσω εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας, για να υποδηλώσει τον τρόπο δημιουργίας της ακτινοβολίας laser. Με τον όρο laser περιγράφεται τόσο η συσκευή η οποία παράγει το φως, όσο και η ίδια η ακτινοβολία.



Εικόνα 25: Ακτίνα laser.

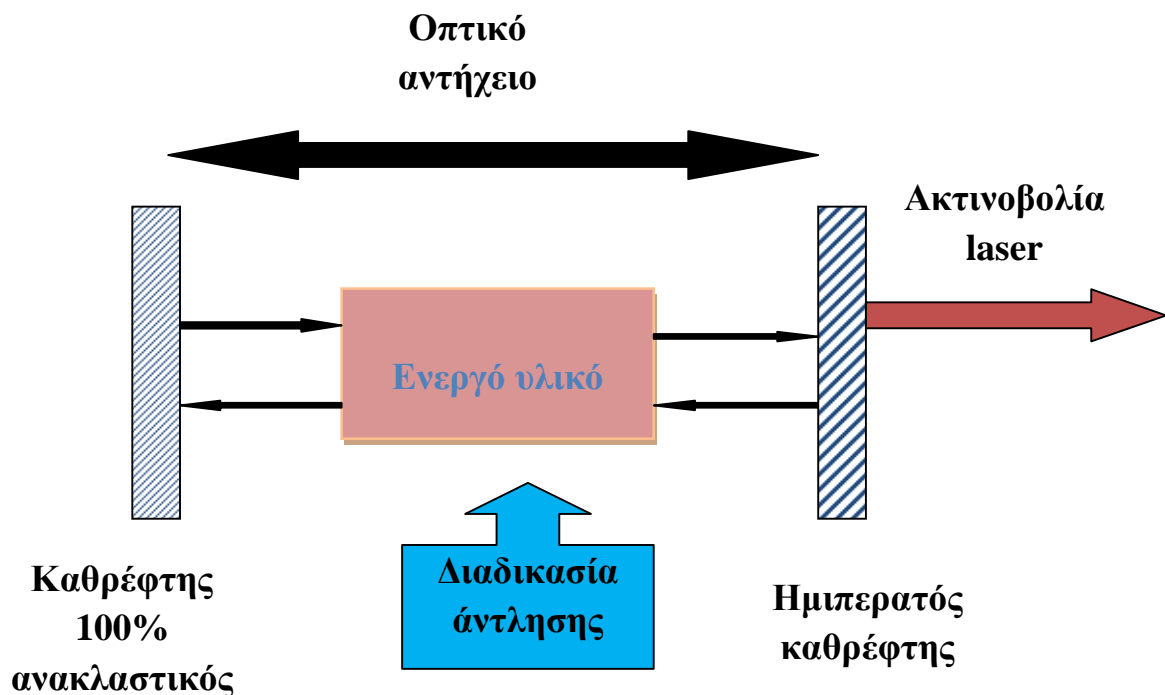
Το laser αποτελεί μία διάταξη η οποία μετατρέπει ενέργεια διαφόρων μορφών (ηλεκτρομαγνητική, χημική, ηλεκτρική κλπ.) σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία παρουσιάζει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τα οποία είναι και αυτά που δίνουν την ιδιαίτερη σπουδαιότητα στα συστήματα laser. Η ακτινοβολία που παράγεται από ένα τέτοιο σύστημα είναι μονοχρωματική με μήκος κύματος που δύναται να εκτείνεται σε όλο το μήκος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τις ακτίνες X μέχρι το μακρινό υπέρυθρο.

Ένα σύστημα laser αποτελείται από τρία (3) κυρίως μέρη:

- 1) **Το ενεργό υλικό**, το οποίο μπορεί να βρίσκεται σε οποιαδήποτε κατάσταση της ύλης (στερεό, υγρό, αέριο ή πλάσμα) και το οποίο είναι αυτό που κατά κύριο λόγο καθορίζει σε συνδυασμό με την οπτική κοιλότητα, το μήκος κύματος στο οποίο θα εκπέμψει το laser. Το ενεργό υλικό είναι αυτό που παρέχει τις ενεργειακές του στάθμες για μεταπτώσεις ηλεκτρονίων που οδηγούν σε δράση laser.

2) Την **οπτική κοιλότητα**, η οποία αποτελεί μία διάταξη από δύο ευθυγραμμισμένα μεταξύ τους κάτοπτρα, μεταξύ των οποίων βρίσκεται το ενεργό υλικό, με αποτέλεσμα η ακτινοβολία να ανακλάται από το ένα κάτοπτρο στο άλλο διασχίζοντας το ενεργό υλικό. Στις περισσότερες περιπτώσεις το ένα από τα δύο κάτοπτρα είναι 100% ανακλαστικό, ενώ το άλλο μερικώς ανακλαστικό από 10 – 99% ανάλογα με τον τύπο του laser. Το μέρος της ακτινοβολίας που διαφεύγει από το ημιπερατό κάτοπτρο αποτελεί και την ακτινοβολία laser.

3) Τον **μηχανισμό διέγερσης του ενεργού υλικού** (ή άντληση του ενεργού υλικού). Ο μηχανισμός διέγερσης αποτελεί την πηγή ενέργειας του συστήματος ώστε να επιτευχθεί η αναστροφή των πληθυσμών που αποτελεί ικανή και αναγκαία συνθήκη για να έχουμε δράση laser. Κάποιοι από τους τρόπους άντλησης είναι η οπτική άντληση, ηλεκτρική διέγερση του αερίου, η διέγερση μέσω κρούσεων, η χημική διέγερση είτε η διέγερση με ηλεκτρικό ρεύμα.



Σχήμα 1: Σχηματική αναπαράσταση συστήματος laser.

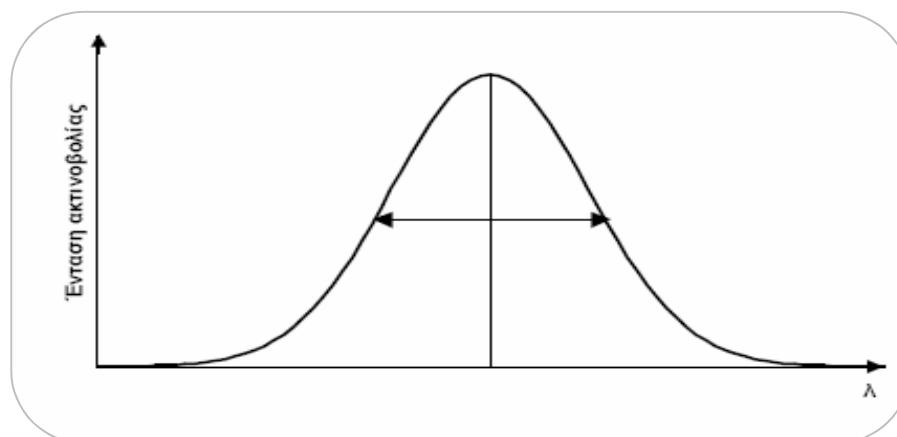
Η αρχή λειτουργίας των laser βασίζεται στον εξής μηχανισμό: το ενεργό υλικό μεταβιβάζει ενέργεια στην δέσμη laser, ενισχύοντας την μέσω της κβαντομηχανικής διαδικασίας της εξαναγκασμένης εκπομπής, η οποία προτάθηκε από τον Albert Einstein κατά την ενασχόληση του με το

φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Το ενεργό μέσο αντλείται από μία εξωτερική πηγή ενέργειας, όπως μία λυχνία έκλαμψης (flash lamp), ένα εξωτερικό laser κλπ. Η ενέργεια που αντλείται, απορροφάται από το ενεργό υλικό, με αποτέλεσμα τα μόρια να αποκτούν ικανή ενέργεια για να διεγερθούν σε υψηλότερες ενεργειακές καταστάσεις. Όταν ο αριθμός των μορίων σε μία διεγερμένη κατάσταση υπερβαίνει των αριθμό των μορίων σε μία χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση, παρατηρείται το φαινόμενο της αναστροφής πληθυσμών. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, μία οπτική ακτίνα που διέρχεται μέσα από το ενεργό υλικό παράγει περισσότερη εξαναγκασμένη εκπομπή από ότι εξαναγκασμένη απορρόφηση με αποτέλεσμα την ενίσχυση της δέσμης. Το φως που δημιουργείται από την εξαναγκασμένη εκπομπή έχει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως παρόμοιο μήκος κύματος, ίδια φάση και πόλωση. Από εδώ προκύπτουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της δέσμης του laser.

### 3.3) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΣΜΗΣ LASER

Όπως, αναφέρθηκε παραπάνω τα laser οφείλουν την μεγάλη τους αποδοχή σε όλους τους τομείς της επιστημονικής και καθημερινής ζωής σε τέσσερα (4) εξαιρετικά σημαντικά χαρακτηριστικά που εμφανίζει η δέσμη laser και τα οποία είναι: η **μονοχρωματικότητα**, η **κατευθυντικότητα**, η **λαμπρότητα** και η **συμφωνία**.

- i **Μονοχρωματικότητα:** ουσιαστικά η κάθε δέσμη laser περιλαμβάνει ένα μόνο μήκος κύματος. Κατά την καταγραφή της κατανομής της έντασης φωτός του laser συναρτήσει του μήκους κύματος, το πλάτος στο μισό του ύψους της κατανομής (Full Width at Half Maximum, FWHM) χαρακτηρίζει την **μονοχρωματικότητα** της ακτινοβολίας ή το φασματικό εύρος του laser. Όσο πιο στενή είναι η κατανομή τόσο πιο μονοχρωματική είναι η ακτινοβολία.



**Εικόνα 26:** Ένταση ακτινοβολίας συναρτήσει του μήκους κύματος.

- ii **Κατευθυντικότητα:** Η ακτινοβολία laser παρουσιάζει ισχυρή **κατευθυντικότητα** σε αντίθεση με τις άλλες φωτεινές πηγές, δηλαδή η ακτινοβολία laser διαδίδεται προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση με μικρή γωνιακή διασπορά ως προς την κατεύθυνση διάδοσης. Όσο μικρότερη είναι η γωνία απόκλισης τόσο μεγαλύτερη είναι η κατευθυντικότητα της δέσμης. Λόγω της μικρής γωνιακής απόκλισης της δέσμης laser η μεταφερόμενη από την δέσμη ηλεκτρομαγνητική ενέργεια δεν εξαρτάται από την απόσταση.
- iii **Λαμπρότητα:** Η λαμπρότητα ή φωτεινότητα των συστημάτων laser συγκρίνεται με αυτή του ήλιου. Με τον όρο λαμπρότητα περιγράφεται η ακτινοβολούμενη ισχύς ανά μονάδα φωτιζόμενης επιφάνειας, ανά μονάδα στερεάς γωνίας και ανά μονάδα συχνότητας. Η ποσότητα ακτινοβολούμενης ενέργειας που μεταφέρεται από μια δέσμη laser μετράται σε μονάδες Joule, ενώ η ακτινοβολούμενη ισχύς  $P$  εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που μεταφέρεται από τη δέσμη ανά μονάδα χρόνου και μετράται σε Watt (Joule/s). Για τα laser που λειτουργούν με συνεχή τρόπο το μέγεθος που χρησιμοποιείται είναι η ακτινοβολούμενη ισχύς ενώ για τα παλμικά laser τα μεγέθη που είναι χρήσιμα είναι η ενέργεια ανά παλμό (Joule), η χρονική διάρκεια του παλμού και η συχνότητα λειτουργίας (Hz).
- iv **Συμφωνία:** Το φως έχει κυματοσωματιδιακή φύση. Έτσι ως κύμα χαρακτηρίζεται από το πλάτος ταλάντωσης  $A$ , την γωνιακή συχνότητα  $\omega=2\pi\nu$ , την αρχική φάση  $\phi$  και την συνολική φάση  $\omega t+\phi$ . Σύμφωνα, ονομάζονται τα κύματα τα οποία διατηρούν την σχετική τους φάση σταθερή. Η συμφωνία αποτελεί ένα μέτρο της έκτασης στην οποία η φάση της ακτινοβολίας διατηρείται σταθερή σε διαφορετικά σημεία στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Οι δέσμες laser χαρακτηρίζονται τόσο από χρονική όσο και από χωρική συμφωνία. Η *χρονική συμφωνία* χρησιμοποιείται για την μελέτη σημείων με σταθερή διαφοράς φάσης, κατά μήκος της διεύθυνσης διάδοσης της φωτεινής δέσμης, ενώ η *χωρική συμφωνία* για σημεία πάνω στο μέτωπο κύματος της ακτινοβολίας και κάθετα προς την διεύθυνση διάδοσης της φωτεινής δέσμης. Η χρονική συμφωνία σχετίζεται με την μονοχρωματικότητα ενώ η χωρική με την κατευθυντικότητα και την σχετική θέση των κυμάτων στο χώρο.

### 3.4) ΤΥΠΟΙ LASER

Το ενεργό υλικό που χρησιμοποιείται για το εκάστοτε σύστημα laser είναι και αυτό που χαρακτηρίζει τον τύπο του laser. Το ενεργό υλικό αποτελείται από ένα πλήθος ατόμων ή μορίων που μπορούν να διεγερθούν σε κατάσταση αναστροφής πληθυσμού και με τη βοήθεια της εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας να εκπέμψουν ακτινοβολία. 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:

**I) υγρής κατάστασης**

**II) αέριας κατάστασης**

**III) στερεάς κατάστασης**

**IV) ημιαγωγών**

#### 1) LASER ΥΓΡΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Οι σπουδαιότεροι εκπρόσωποι της κατηγορίας αυτής είναι τα Lasers χρωστικών ουσιών (dye laser) σε μορφή παλμικής και συνεχούς λειτουργίας. Ανήκουν στην κατηγορία των Lasers μεταβλητού μήκους κύματος και γι' αυτό χρησιμοποιούνται σε πολλά πεδία εφαρμογών, π.χ. στη φασματοσκοπία, στη μελέτη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, στην αναλυτική χημεία και αλλού.

Το ενεργό μέσο αποτελείται από μόρια που διαλύονται μέσα σε υδατικά ή οργανικά διαλύματα (π.χ. μεθανόλη, αιθυλογλυκόλη, διοξάνη κλπ.) σε συγκεντρώσεις της τάξης 1:10.000. Ως συστήματα μεγάλων και πολύπλοκων μορίων εμφανίζουν ισχυρές ζώνες απορρόφησης τόσο στην υπεριώδη όσο και την ορατή περιοχή, καθώς επίσης και ισχυρό φάσμα φθορισμού στην οπτική περιοχή. Κάποιες από τις οργανικές χρωστικές που χρησιμοποιούνται στα dye laser είναι οι παρακάτω: Οξαδιαζόλη, Ολιγοφαινυλένιο, Στιλβένιο, Κουμαρίνη, Ξανθένιο, Μεροκυανίνη, Κυανίνη.

#### 2) LASER ΑΕΡΙΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τα περισσότερα από τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα μπορούν να παράγουν ακτινοβολία laser όταν βρεθούν σε αέρια κατάσταση και κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις. Ένα από τα σημαντικότερα laser αερίων είναι το Laser He-Ne το οποίο χρησιμοποιεί ως ενεργό υλικό μίγμα ατόμων He και Ne. Άλλα laser αυτής της κατηγορίας είναι το Laser ιόντων Αργού με ενεργό υλικό τα ιόντα  $Ar^+$  που εκπέμπει σε διάφορα μήκη κύματος με σημαντικότερα εκείνα των 514,5 και 488 nm, το laser διοξειδίου του άνθρακα με ενεργό υλικό το  $CO_2$ , το laser μονοξειδίου του άνθρακα με ενεργό υλικό το CO το οποίο εκπέμπει στα 5-6μm, το laser Αζώτου με ενεργό υλικό το αέριο Άζωτο ( $N_2$ ) και το laser υπεριώδους (Excimer laser).

#### 3) LASER ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Το ενεργό μέσο αποτελείται από κρυστάλλους ή γυαλί εντός των οποίων υπάρχουν προσμείξεις ιόντων μετάλλων, τα οποία παίζουν το ρόλο του ενεργού υλικού. Η λειτουργία των περισσοτέρων laser στερεάς κατάστασης

περιγράφεται μέσω των συστημάτων τριών (3) ή τεσσάρων (4) επιπέδων. 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). Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν επίσης τα laser Νεοδυμίου (Nd-Lasers), στα οποία τρισθενή ιόντα νεοδυμίου ( $\text{Nd}^{+3}$ ) 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 [ $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} \rightarrow \text{YAG}$  (Yttrium Aluminum Garnet)]
- b) Γυαλί ( $\text{SiO}_2$  και άλλες προσμίξεις)
- c) Κρύσταλλος Υτρίου-Λιθίου-Φθορίου ( $\text{LiYF}_4$ )

Τα laser Nd:YAG εκπέμπουν στα 1064 nm.

Τέλος άλλα Laser αυτής της κατηγορίας είναι το laser Αλεξανδρίτη ( $\text{Cr}^{+3} : \text{BeAl}_2\text{O}_4$ ) με ενεργό υλικό το χρώμιο υπό την μορφή τρισθενών ιόντων ( $\text{Cr}^{+3}$ ) ως πρόσμιξη σε περιεκτικότητες από 0,01 ως 0,4% κατά βάρος σε κρυστάλλους  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$  το οποίο εκπέμπει στα 680 nm, το laser Ti: Sapphire, στο οποίο τρισθενή ιόντα τιτανίου ( $\text{Ti}^{+3}$ ) αντικαθιστούν μερικά άτομα Al μέσα στο πλέγμα του κρυστάλλου  $\text{Al}_2\text{O}_3$  σε περιεκτικότητα 0,1% κατά βάρος δημιουργώντας το ενεργό υλικό Ti:  $\text{Al}_3\text{O}_2$ , το laser Cr: LiCaF με ενεργό υλικό τον κρύσταλλο Cr: LiCaF, το laser Cr: LiSAF με ενεργό υλικό τον κρύσταλλο Cr: LiSrAlF καθώς και άλλα.

#### 4) LASER ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ

Στην κατηγορία αυτή, ανήκουν τα laser που χρησιμοποιούν για ενεργό υλικό κάποιον ημιαγωγό. Συνηθέστερα χρησιμοποιούνται επεξεργασμένοι κρυσταλλοδίοδοι GaAs (γαλλίου-αρσενικού), GaP (γαλλίου-φωσφόρου), InSb (ινδίου-αντιμονίου), InAs (ινδίου-αρσενικού), InP (ινδίου-φωσφόρου).

Τέλος ανάλογα με τον τρόπο εξόδου της δέσμης τα συστήματα laser διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα συνεχή και τα παλμικά. Τα laser συνεχούς λειτουργίας εκπέμπουν συνεχώς ακτινοβολία λόγω της συνεχούς τους άντλησης. Αντίθετα τα παλμικά laser εκπέμπουν την ακτινοβολία με την μορφή οπτικών παλμών. Ανάλογα με την διάρκεια του παλμού, την ενέργεια του παλμού, το repetition rate (ρυθμό επανάληψης) και το μήκος κύματος, υπάρχουν πολύ διαφορετικοί τρόποι για την δημιουργία των παλμών.

Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας στα laser είναι το μήκος κύματος στο οποίο εκπέμπουν και χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- a. Λείζερ υπέρυθρης ακτινοβολίας
- b. Λείζερ ορατής ακτινοβολίας
- c. Λείζερ υπεριώδους ακτινοβολίας
- d. Λείζερ ακτινών X

### 3.5) ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη των πιθανών περιπτώσεων που παρατηρούνται κατά την ακτινοβολήση ενός υλικού. Έστω ότι ένα υλικό ακτινοβολείται με δέσμη έντασης  $I_0$ . Ένα μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας,  $I_T$ , θα διέλθει από το υλικό ανεπηρέαστο, κάποιο άλλο μέρος της δέσμης,  $I_A$ , θα απορροφηθεί από το υλικό, ενώ ένα το υπόλοιπο τμήμα της δέσμης  $I_R$  θα ανακλαστεί. Σύμφωνα με τα παραπάνω ισχύει:

$$I_0 = I_T + I_A + I_R \rightarrow 1 = \frac{I_T}{I_0} + \frac{I_A}{I_0} + \frac{I_R}{I_0} \quad (1)$$

Ο λόγος  $T = I_T/I_0$  ονομάζεται διαπερατότητα και εκφράζει το ποσοστό της έντασης της ακτινοβολίας που διαπερνά το υλικό. Ο λόγος  $A = I_A/I_0$  ονομάζεται απορροφητικότητα και εκφράζει το ποσοστό της έντασης της ακτινοβολίας που απορροφάται από το υλικό, ενώ ως ανακλαστικότητα εκφράζεται ο λόγος  $R = I_R/I_0$  ο οποίος εκφράζει το ποσοστό της έντασης της ακτινοβολίας που ανακλάται (ή διαχέεται στο υλικό). Άρα με βάση τα παραπάνω η σχέση (1) παίρνει την μορφή:

$$T + R + A = 1$$

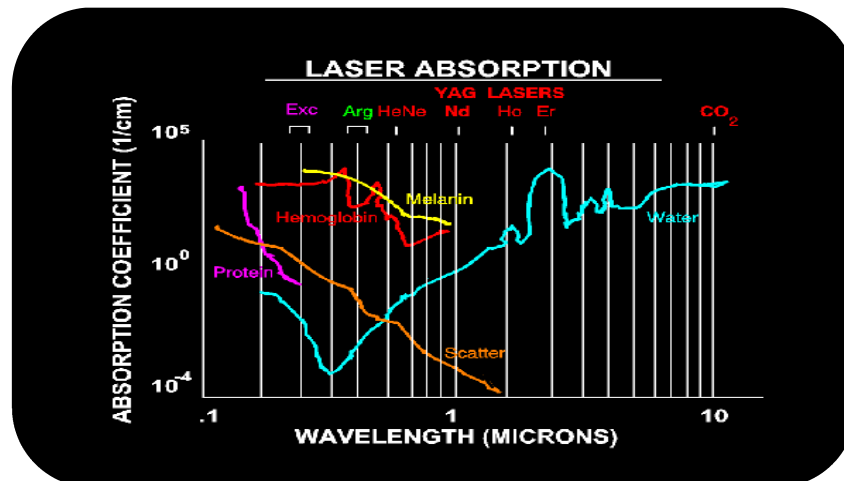
### 3.6) ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ LASER – ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ

Από τα πρώτα χρόνια ανάπτυξης των laser έγινε αντιληπτή η χρήση και η σπουδαιότητα τους στην ιατρική, με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια τα laser να αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για τους περισσότερους τομείς της ιατρικής επιστήμης. Η χρήση τους στον ιατρικό τομέα διακρίνεται σε δύο κυρίως τομείς: στη διάγνωση και στη θεραπεία όπου χρησιμοποιούνται είτε ως νυστέρι είτε ως μέσο πήξης. Κάθε μια από τις πολλές εφαρμογές που παρουσιάζουν τα laser στην ιατρική επιστήμη, βασίζεται σε ένα διαφορετικό μηχανισμό αλληλεπίδρασης του laser με τον ιστό ο οποίος μπορεί να είναι είτε η απορρόφηση, είτε η σκέδαση, είτε η διάδοση (διαπερατότητα). Το βάθος διείσδυσης στο οποίο μπορεί να φτάσει η ακτινοβολία laser εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Για παράδειγμα δέσμη laser μήκους κύματος



632,8 nm, 660 nm (κόκκινο) έχει βάθος διείσδυσης 3 – 7 mm, ενώ το αντίστοιχο βάθος διείσδυσης μιας υπέρυθρης δέσμης με μήκος κύματος 820 ή 904 nm είναι 30 – 40 mm. Ακόμη λόγω της διαφορετικής σύστασης των ιστών, οι διαφορετικοί ιστοί παρουσιάζουν διαφορετικούς συντελεστές απορρόφησης της ακτινοβολίας laser.

Ειδικότερα, η απορρόφηση παρατηρείται σε όλους τους μοριακούς ιστούς και εξαρτάται από την συγκέντρωση και το φάσμα απορρόφησης συγκεκριμένων μορίων του ιστού. Η απορρόφηση εξαρτάται ισχυρά από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας του εκάστοτε laser, την ισχύ του, τη διάρκεια και την συχνότητα ακτινοβολίας καθώς επίσης και από το χρώμα του ιστού. Έτσι, για ακτινοβολία στο υπεριώδες παρατηρείται ισχυρή απορρόφηση από πρωτεΐνες, η ακτινοβολία στο ορατό μπορεί να προσδιορίσει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της απορρόφησης από την αιμογλοβίνη, την μελανίνη και άλλες χρωστικές, για ακτινοβολία στα 700–900 nm η απορρόφηση του ιστού είναι μικρή και παρατηρείται η μέγιστη διείσδυση του φωτός στον ιστό ενώ τέλος στο υπέρυθρο η απορρόφηση οφείλεται κατά κύριο λόγο στο νερό με μέγιστο στα 2,95  $\mu\text{m}$ . Αν πρόκειται για laser στο UV και στο ορατό, παρατηρείται ηλεκτρονική διέγερση σε συγκεκριμένες χρωμοφόρες του ιστού, ενώ για μήκος κύματος στο κοντινό και μακρινό υπέρυθρο παρατηρείται κατά κανόνα απορρόφηση από το νερό του ιστού. Η σταθερά απορρόφησης  $\mu_a$  που είναι χαρακτηριστική για τον κάθε βιολογικό ιστό αποτελεί ένα δείκτη της απορρόφησης του κάθε υλικού. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι μόνο η ακτινοβολία που απορροφάται επηρεάζει τους ιστούς.



**Εικόνα 27:** Συντελεστής σταθερά απορρόφησης των ιστών συναρτήσει του μήκους κύματος.

Η σκέδαση, παρατηρείται σε ιστούς που διακρίνονται από ανομοιογένεια, όπως είναι οι μεμβράνες, οι πυρήνες των κυττάρων κλπ. Και σε αυτή την περίπτωση ο δείκτης σκέδασης είναι χαρακτηριστικός για τον κάθε ιστό και

μειώνεται με αργό ρυθμό σα συνάρτηση του μήκους κύματος, ενώ ο δείκτης διάθλασης έχει άμεση σχέση με το νερό.

Κατά την διάδοση του φωτός στον ιστό, η ποσότητα που είναι πρωτεύουσας σημασίας είναι η επιφανειακή πυκνότητα ισχύος (fluence rate). Η μονάδα μέτρησης της στο SI σύστημα είναι το  $W/cm^2$  και αποτελεί ένα μέτρο του αριθμού των φωτονίων που είναι διαθέσιμα ανά μονάδα όγκου στον ιστό. Ο ρυθμός διάδοσης στο υλικό εξαρτάται ισχυρά από τις σταθερές απορρόφησης και σκέδασης του ιστού. Ανάλογα με τις παραπάνω ιδιότητες που παρουσιάζουν οι βιολογικοί ιστοί, διαφέρει σε κάθε περίπτωση ο τρόπος αλληλεπίδραση του laser με τον ιστό. Τα διάφορα φαινόμενα που συμβαίνουν (σκέδαση, απορρόφηση) είναι αντιδράσεις θερμικές (εξάτμιση ιστού), μη θερμικές ή οπτομηχανικές. Είναι αποτέλεσμα πολυφωτονικών διεργασιών και καθορίζουν την έκταση των χημικών αντιδράσεων πάνω στην επιφάνεια του ιστού.

Ο μηχανισμός αντίδρασης κατά κανόνα καθορίζεται από τον χρόνο έκθεσης και την ισχύ του laser. Έτσι αν ο χρόνος έκθεσης είναι πάνω από 25s παρατηρείται το φαινόμενο της πήξης. Για χρόνους περίπου  $10^{-3}$  s δεν παρατηρείται διάχυση αλλά τοπική υπερθέρμανση και διατάραξη της θερμικής ισορροπίας του ιστού. Για ακόμη μικρότερους χρόνους έκθεσης (περίπου 200μs) παρατηρείται εκτομή του ιστού ενώ για χρόνους της τάξης των ns παρατηρείται οπτική αποσύνθεση και σχηματισμός πλάσματος.

Κατά τις μη θερμικές αλληλεπιδράσεις, η ενέργεια του laser χρησιμοποιείται για την διέγερση συγκεκριμένων μορίων με την ύπαρξη χαμηλής θέρμανσης. Στην αλληλεπίδραση αυτή στηρίζεται η φωτοδυναμική θεραπεία με laser (PDT → Photodynamic Laser Therapy) και ο φθορισμός επαγόμενος από laser (LIF).

Οι θερμικές αλληλεπιδράσεις χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την κοπή και την πήξη, κατά την οποία παρατηρούνται διαφορετικά στάδια θερμικής βλάβης μέχρι την εξάτμιση του ιστού σε θερμοκρασία εκατοντάδων βαθμών κελσίου. Οι θερμικές αλληλεπιδράσεις βασίζονται σε πολλούς παράγοντες όπως το βάθος διείσδυσης, τη θερμική διάχυση, το χρόνο έκθεσης, την διάρκεια του παλμού και την πυκνότητα ενέργειας.

Μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές των laser στον ιατρικό τομέα είναι η αποδόμηση του ιστού κατά την οποία ουσιαστικά αντικαθίσταται το νυστέρι κατά τις χειρουργικές επεμβάσεις. Κατά τις αντιδράσεις αποδόμησης παρατηρείται σπάσιμο των χημικών δεσμών για την απομάκρυνση μορίων ή για την δημιουργία κενών. Για την εκτομή του ιστού απαιτείται μεγάλος συντελεστής απορρόφησης από τον ιστό, ενώ όσο συντομότερος είναι ο παλμός τόσο μικρότερο το κατώφλι εκτομής. Η εκτομή πραγματοποιείται μεταξύ 2–500

μς, μέχρι η ενέργεια του παλμού να πέσει κάτω από το κατώφλι ενέργειας, ενώ η εναπομένουσα ενέργεια θερμαίνει τον ιστό στην περιοχή διείσδυσης. Κατά την κάθετη ακτινοβολή του ιστού με το laser, τα θραύσματα εκτινάσσονται προς την κατεύθυνση της ακτίνας του laser με αποτέλεσμα σημαντικό τμήμα της ακτινοβολίας να απορροφάται από τα προϊόντα της αποδόμησης.

Τέλος οι οπτομηχανικές αντιδράσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για την λιθοθρυψία (για παράδειγμα σε περιπτώσεις λίθων στη χολή). Οι αντιδράσεις του ιστού κυμαίνονται στην περιοχή των nanosecond ή και ακόμα βραχύτερα διαστήματα, ενώ κατά τις αντιδράσεις αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως Nd:YAG Q-Switched laser. Στην περίπτωση αυτή κατά την αλληλεπίδραση laser-ιστού δημιουργούνται ισχυρές ηλεκτρικές δυνάμεις οι οποίες αποσπών τα ηλεκτρόνια από τα άτομα δημιουργώντας έτσι μια ηλεκτρονική χιονοστιβάδα με αποτέλεσμα τη δημιουργία πλάσματος, την επιπλέον θέρμανση της περιοχής, θερμική διαστολή και shock wave.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα laser βρίσκουν ποικίλες εφαρμογές σε πολλούς τομείς της ιατρικής επιστήμης, είτε θεραπευτικούς είτε διαγνωστικούς. Έτσι τα laser κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται θεραπευτικά για κοπή, πήξη, αφαίρεση ιστού είτε επιφανειακά όπως στο δέρμα ή στον οφθαλμό είτε για εγχείρηση όγκων ή εσωτερικών κακώσεων καθώς και στην πλαστική χειρουργική για την αντιμετώπιση ουλών ή την επανόρθωση της επιδερμίδας. Όσον αφορά τον διαγνωστικό τομέα τα laser χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση καρκινικών όγκων με διάφορες φασματοσκοπικές τεχνικές LIF, LIBS, Raman κλπ. είτε για την διάκριση ιστών.

### **3.7) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ**

Αν και τα πρώτα συστήματα laser αναπτύχθηκαν στις αρχές τις δεκαετίας του 1960 και από την αρχή ακόμη έγινε κατανοητή η σπουδαιότητα τους στους περισσότερους επιστημονικούς τομείς, στον ιατρικό κλάδο η εισαγωγή των laser πραγματοποιήθηκε πριν από 20 περίπου χρόνια και μάλιστα σε περιορισμένο βαθμό. Τα τελευταία χρόνια και με την επισταμένη μελέτη της αλληλεπίδρασης των laser με τους βιολογικούς ιστούς έχει αποδειχθεί ότι τα laser αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για τους περισσότερους τομείς της ιατρικής με εξαιρετικά αποτελέσματα. Υπάρχουν ακόμα πολλές παράμετροι να μελετηθούν και μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον για πολλές άλλες πιθανές εφαρμογές που θα μπορούσαν να έχουν τα laser στον ιατρικό κλάδο.

Στη συνέχεια περιγράφονται κάποιες από τις εφαρμογές των laser σε διάφορους τομείς της ιατρικής και τα αποτελέσματά τους. Αναλυτικότερα για το κάθε ένα από τα laser που χρησιμοποιούνται στην ιατρική προκύπτουν τα παρακάτω στοιχεία:

**Πίνακας 2:** Εφαρμογές συγκεκριμένων τύπων Laser στην ιατρική.

Τύπος laser	Τρόπος Λειτουργίας	Μήκος Κύματος (nm)	Ενέργεια (J) / Ισχύς (W)	Ιατρικές εφαρμογές
<b>Excimer</b>	Συνεχής/ Παλμική	193–248 nm	1	Διαθλαστική χειρουργική
<b>Ar<sup>+</sup></b>	Συνεχής	488 / 514	2–10	Χειρουργική, ουρολογία, δερματολογία, οφθαλμολογία
<b>Argon – Dye</b>	Συνεχής	488–788	0.5–3	Πλαστική χειρουργική, δερματολογία, ογκολογία, οφθαλμολογία
<b>Nd:YAG</b>	Συνεχής	1064	10–120	Χειρουργική, ουρολογία, δερματολογία, νευροχειρουργική, γαστροεντερολογία
<b>Nd:YAG</b>	Παλμική	1064	1 MW/παλμό	Οφθαλμολογία

#### 1) LASER ND:YAG

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των Nd:YAG laser όσον αναφορά την αλληλεπίδραση τους με βιολογικούς ιστούς είναι η μη απορρόφηση τους από το νερό, η διείσδυση στους ιστούς μέχρι βάθους 5–6 mm, η ανάκλαση του 50% της ισχύος της δέσμης τους και απορρόφηση του υπόλοιπου 50%. Ακόμη προκαλούν πήξιμο των πρωτεϊνών (φωτοπηξία), αλληλεπίδραση και συρρίκνωση των κυττάρων με αποτέλεσμα την σχάση των ιστών, μια διαδικασία πιο αργή που προκαλεί περισσότερη νέκρωση στους ιστούς από ότι με τα laser CO<sub>2</sub> όπως επίσης και η αιμόσταση που προκαλούν είναι καλύτερη από αυτήν που προκαλείται με τα laser CO<sub>2</sub>.

Λόγω της μεγάλης αιμοστατικής τους δράσης στους ιστούς συνίσταται η χρήση τους σε αιμορραγικές καταστάσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ασθενείς που φορούν βηματοδότη στην καρδιά επειδή δεν προκαλούν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, ενώ λόγω της ικανότητας διάδοσης της ακτινοβολίας μέσω των οπτικών ινών είναι δυνατή η μεταφορά τους σε δυσπρόσιτες περιοχές του οργανισμού είτε για θεραπεία (π.χ. σταμάτημα αιμορραγίας) είτε για διάγνωση (π.χ. ενδοσκοπία). Προκαλούν όμως μεγαλύτερη βλάβη στους υγιείς ιστούς από ότι τα laser CO<sub>2</sub> επειδή δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί το βάθος διείσδυσης της διαχεόμενης ακτινοβολίας.

## 2) LASER CO<sub>2</sub>

Η ακτινοβολία των laser αυτών απορροφάται πλήρως από το νερό όπως επίσης και από τους ιστούς που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό με αποτέλεσμα να προκαλούν εξάτμιση (φωτοεξάτμιση) και για αυτό το λόγο το βάθος διείσδυσης αυτών των laser στους ιστούς κυμαίνεται από 0.1–0.2mm. Ακόμη το 95% της ενέργειας τους απορροφάται στο σημείο επαφής με τον ιστό με αποτέλεσμα την έντονη θερμότητα και εξαέρωση του ιστού, ενώ η βλάβη που προκαλείται στους γύρω ιστούς είναι περιορισμένη. Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την διατομή του ιστού ενώ η αιμόσταση που προκαλούν στους ιστούς με πλούσια τριχοειδή αιμάτωση είναι καλή (π.χ. στο δέρμα, στις φωνητικές χορδές και στον τράχηλο της μήτρας).

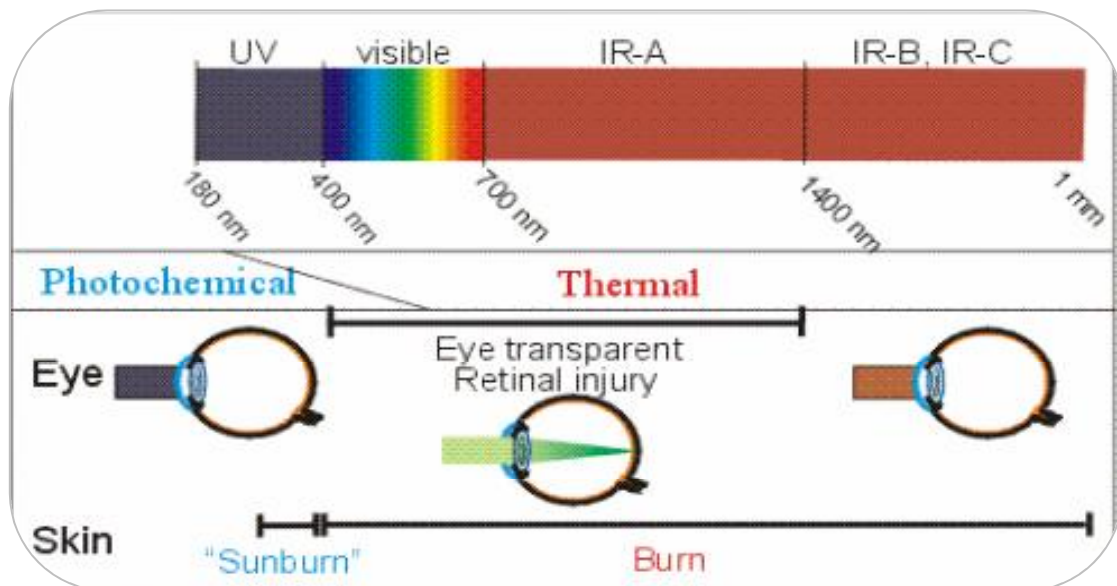
Τα laser CO<sub>2</sub> είναι κατάλληλα για τα περισσότερα είδη εγχειρήσεων λόγω της μεγάλης τους δυνατότητας για την αφαίρεση ιστών, προστατεύουν τους υγιείς ιστούς και περιορίζουν το οίδημα με αποτέλεσμα και την πολλή καλή εφαρμογή τους και στην μικροχειρουργική, ενώ επίσης εμφανίζουν αιμοστατικές και αντισηπτικές ιδιότητες.

## 3) LASER Ar<sup>+R</sup>

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα, τα laser αυτά διαπερνούν το νερό και τους διαφανείς ιστούς ενώ απορροφώνται από την μελανίνη και την αιμοσφαιρίνη με αποτέλεσμα να διαπερνούν την επιδερμίδα μέχρι να απορροφηθούν από την μελανίνη και την αιμοσφαιρίνη με βάθος διείσδυσης 1–2 mm. Το 55% της ισχύος τους ανακλάται από τους ιστούς ενώ το υπόλοιπο απορροφάται. Μία πολύ σημαντική εφαρμογή τους είναι ότι διέρχονται μέσα από το μάτι και συμβάλουν στην συγκόλληση του αμφιβληστροειδή, με αποτέλεσμα να αποτελούν ένα από τα laser που χρησιμοποιούνται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην οφθαλμολογία. Επίσης αυτά τα laser έχουν αιμοστατικές ιδιότητες, προκαλούν μικρότερη βλάβη στους ιστούς από το laser Nd:YAG και CO<sub>2</sub>, χρησιμοποιούνται στην μικροχειρουργική (π.χ. νευροχειρουργική) χρησιμοποιούνται για ενδοσκοπία ενώ δεν προκαλούν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

### 3.8) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΗΝ ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ

Όπως γίνεται αντιληπτό, λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών που εμφανίζουν τα διάφορα συστήματα laser βρίσκουν ποικίλες εφαρμογές. 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. Στην παρακάτω εικόνα αναπαρίσταται σχηματικά, η επίπτωση των διαφόρων μηκών κύματος στον οφθαλμό.



**Εικόνα 28:** Σχηματική αναπαράσταση της επίδρασης του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος στον οφθαλμό.

Ειδικότερα στην οφθαλμολογία χρησιμοποιούνται ευρέως δύο (2) 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, κυρίως στην περιοχή της ωχράς κηλίδας) και την αιμοσφαιρίνη. Λόγω της θερμικής του δράσης το Argon laser χρησιμοποιείται ευρέως για την αντιμετώπιση παθήσεων του βυθού (περιφερικές αλλοιώσεις του αμφιβληστροειδή, αγγειακές παθήσεις του αμφιβληστροειδή, παθήσεις της ωχράς).

Η θεραπεία των περιφερικών αλλοιώσεων του αμφιβληστροειδή γίνεται μέσω της φωτοπηξίας με τη χρήση του Argon laser η οποία δημιουργεί χοριοαμφιβληστροειδική ουλή στον αμφιβληστροειδή αντιμετωπίζοντας έτσι προβλήματα της συνέχειας του αμφιβληστροειδή (ρωγμές, οπές) οι οποίες εξελίσσονται σε αποκόλληση του αμφιβληστροειδή. Η συχνότερη αγγειακή πάθηση του αμφιβληστροειδή για την οποία χρησιμοποιείται η φωτοπηξία με τη χρήση του Argon laser είναι η διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια. Με την φωτοπηξία επιτυγχάνεται η επιβράδυνση της εξέλιξης της νόσου ή ακόμα και η βελτίωση της όρασης του ασθενούς με την απορρόφηση του οιδήματος της ωχράς και την υποστροφή της νεοαγγείωσης.

Το Argon laser χρησιμοποιείται ευρύτατα και για την θεραπεία του γλαυκώματος ανοιχτής γωνίας. Γλαύκωμα ονομάζεται η ασθένεια κατά την οποία συσσωρεύεται υδατοειδές υγρό στον πρόσθιο θάλαμο του οφθαλμού λόγω της απόφραξης της αποχετευτικής οδού με αποτέλεσμα την αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης. Για την θεραπεία του γλαυκώματος εφαρμόζονται σε ολόκληρη την περιφέρεια της γωνίας 60–100 βολές διαμέτρου 50μ και ανάλογης έντασης, στην εσωτερική επιφάνεια του σκληροκερατοειδικού ηθμού. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται τραμπεκουλοπλαστική. Με την θερμική δράση του Argon laser προκαλούνται μετρίου βαθμού εγκαύματα και μικροουλές του trabeculum με αποτέλεσμα την συνολική ελάττωση της διαμέτρου του ηθμού και την διάνοιξη των μεσοδιαστημάτων του υπόλοιπου δικτυωτού με αποτέλεσμα την ευκολότερη αποχέτευση του υδατοειδούς υγρού από τον πρόσθιο θάλαμο. Το laser Argon λειτουργεί ως νυστέρι αφού προκαλεί λεπτή ψαλίδιση των ιστών με την δημιουργία κυμάτων μικρής διάρκειας με κάθε εκπεμπόμενο παλμό.

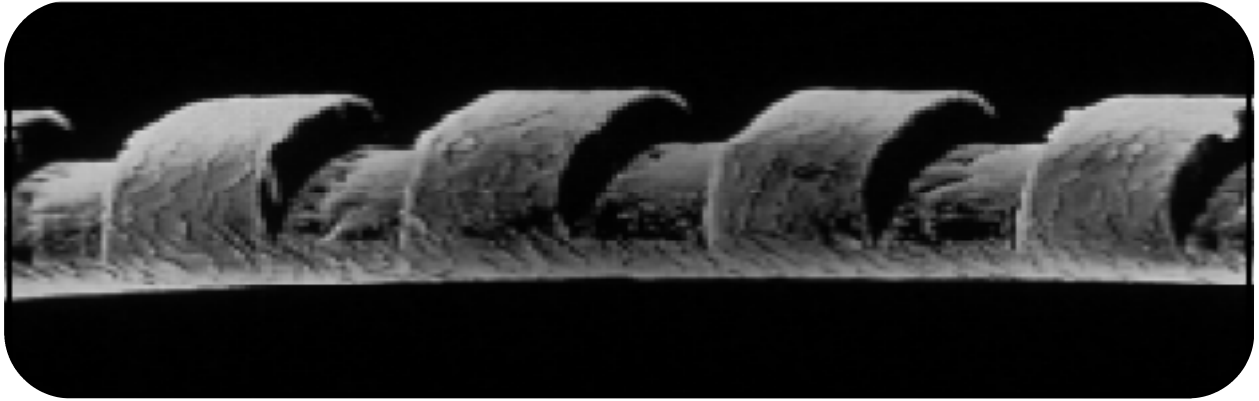
Η παραπάνω μέθοδος της τραμπεκουλοεκτομής γίνεται και με το laser Nd–YAG με εξίσου καλά αποτελέσματα. Ιδιαίτερη είναι η εφαρμογή του Nd–YAG για την αντιμετώπιση του δευτερογενή καταρράκτη. Κατά την εξωπεριφακική αφαίρεση του καταρράκτη και την τοποθέτηση ενδοφακού οπίσθιου θαλάμου το οπίσθιο περιφάκιο θολώνει (δευτερογενής καταρράκτης) στο 5–50% των περιπτώσεων και προκαλεί σημαντική ελάττωση της όρασης. Με τη βοήθεια του Nd–YAG προκαλείται σχάση του δευτερογενή καταρράκτη με τη φωτοδιασπαστική δράση του. 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, τα οποία αποτελούν και σημαντικό τμήμα της παρούσας μελέτης, και για τα οποία θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στην συνέχεια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

### EXCIMER LASER

---



**Εικόνα 29:** Φωτογραφία ανθρώπινης τρίχας που έχει υποστεί τομές από excimer laser.

Στην κατηγορία των excimer laser γίνεται εκτενής αναφορά, επειδή είναι τα laser που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στην διαθλαστική χειρουργική.

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.

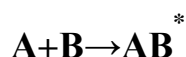
Η λέξη excimer προέρχεται από την συντόμευση των λέξεων excited dimer, δηλαδή διηγευμένα διμερή και περιγράφει μία κατηγορία μορίων που αποτελούνται από ένα άτομο ευγενούς αερίου (Ar, Xe ή Kr) και από ένα άτομο αλογόνου (F, Cl, Br, I). Το χαρακτηριστικό αυτών των μορίων είναι ότι όταν ενωθούν τα δύο 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 αποδιγειρόμενα στην βασική κατάσταση μόρια να διασπώνται αυτόματα, δημιουργώντας μόνιμα έλλειμμα πληθυσμού σε αυτή και επομένως κατάλληλες συνθήκες πληθυσμιακής αναστροφής ώστε να εκπνευθεί ακτινοβολία laser. Τα πιο σημαντικά μόρια διηγευμένων διμερών και τα αντίστοιχα μήκη κύματος στα οποία εκπέμπουν φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.



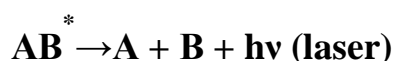
**Πίνακας 3:** Μήκος κύματος εκπομπής διεγερμένων διμερών.

Διεγερμένα διμερή	Μήκος κύματος εκπομπής (nm)
KrF	248
KrCl	222
XeCl	308
XeF	351, 353
XeBr	282
XeI	253
ArF	193
ArCl	175
F <sub>2</sub>	157

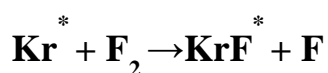
Τα μόρια αυτά δεν υπάρχουν ελεύθερα στην φύση, αλλά μπορεί να σχηματιστούν όταν παραχθεί ηλεκτρική εκκένωση μέσα σε ένα σωλήνα, στον οποίον υπάρχουν τα αέρια αυτά με κατάλληλη αναλογία:



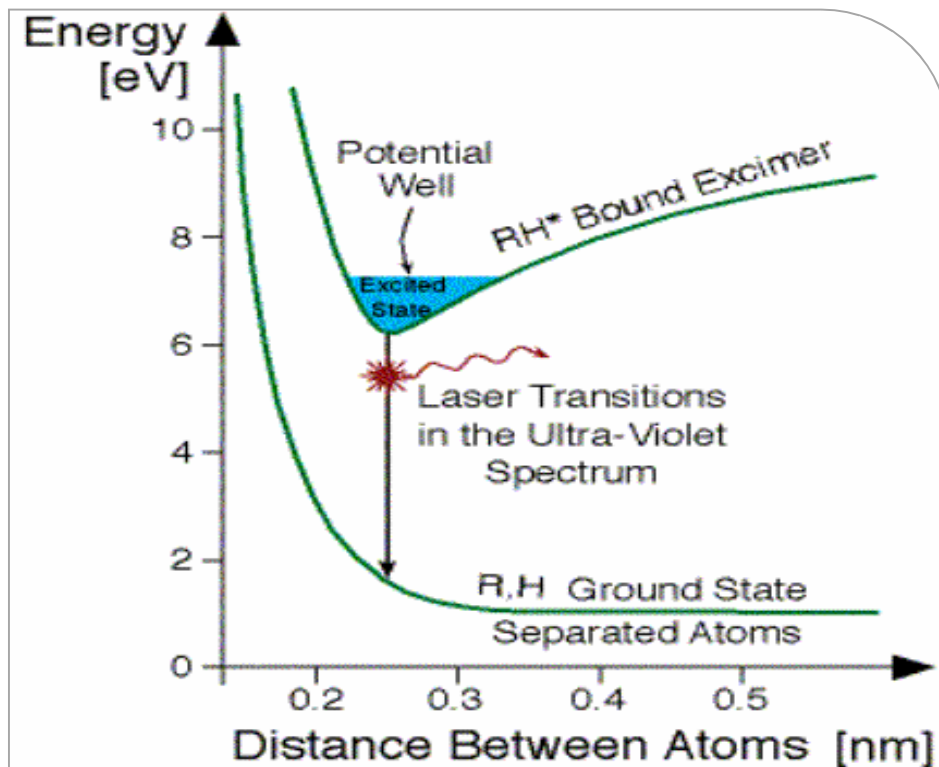
Τα μόρια των excimer που σχηματίζονται κατά αυτό τον τρόπο βρίσκονται στην διεγερμένη κατάσταση  $AB^*$ . Το μόριο  $AB^*$  αποτελεί το ενεργό υλικό του laser. Η αποδιέγερση του μορίου των δύο ατόμων οδηγεί στην αποσύνδεση των δύο ατόμων που βρίσκονται πλέον στην θεμελιώδη κατάσταση και δρουν αποθητικά μεταξύ τους σε οποιαδήποτε απόστασή τους. Κατά την αποδιέγερση τους παράγεται ακτινοβολία laser σύμφωνα με την εξίσωση:



Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εξίσωση:



Ο μηχανισμός εκπομπής ακτινοβολίας laser γίνεται περισσότερο κατανοητός με βάση το παρακάτω σχήμα. Στο σχήμα φαίνεται η δυναμική ενέργεια του κάθε ανεξάρτητου ατόμου (θεμελιώδης κατάσταση), η δυναμική ενέργεια του διεγερμένου μορίου και οι στάθμες ταλάντωσης του μορίου  $AB^*$ .



Σχήμα 2: Ενεργειακό διάγραμμα της λειτουργίας των excimer laser.

Κατά την αποδιέγερση παράγεται ακτινοβολία laser η οποία έχει συνεχές και σχετικά διευρυμένο φάσμα εκπομπής, ιδιότητα που είναι χαρακτηριστική των excimer laser. Επίσης στα excimer laser η πρόσθετη κινητική ενέργεια οδηγεί σε μερική λήψη ακτινοβολίας με μεγάλη οπτική βελτίωση. Ο χρόνος παραμονής στη διεγερμένη κατάσταση στα excimer ποικίλει μεταξύ 5–20 ns και αποτελεί την χρονική κλίμακα παλμών του Laser. Τα excimer laser λειτουργούν μόνο παλμικά με τυπικούς χρόνους παλμού 10–50 ns, ενέργειες ανά παλμό μέχρι περίπου 1J και συχνότητα αρκετών εκατοντάδων παλμών ανά δευτερόλεπτο. Το φασματικό εύρος της μετάβασης laser καθορίζεται από το εύρος της καμπύλης δυναμικού, της άνω στάθμης και μπορεί να είναι μεγαλύτερο του 1 nm.

Το ενεργό υλικό των excimer laser αποτελείται από μείγμα αερίων σε συνολική πίεση συνήθως μέχρι 5atm. Ο κύριος όγκος του μείγματος είναι (κατά 88% έως 99%) ένα αέριο που εξουδετερώνει τις συγκρούσεις μεταξύ των μορίων και μεσολαβεί με αυτό τον τρόπο στην μεταφορά της ενέργειας (Buffer). Σαν αέριο χρησιμοποιούνται συνήθως He, Ne σε διεγερμένη κατάσταση καθώς και Ar, Kr, Xe. Από τα αλογόνα χρησιμοποιούνται συνήθως HCl, F<sub>2</sub>, HF, HBr, Br, ενώ σαν αέριο (buffer) χρησιμοποιούνται συνήθως He, Ne και Ar.

Ένα μεγάλο πρόβλημα που εμφανίζουν τα excimer laser είναι η επικινδυνότητα των αλογόνων που χρειάζονται για την λειτουργία τους και η ισχυρή οξειδωτική τους δράση στα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή.

Μερικές από τις εφαρμογές των excimer laser είναι:

- 1) Laser άντλησης σε Dye Laser
- 2) Μη γραμμική φασματοσκοπία
- 3) Φασματοσκοπία υπεριώδους
- 4) Φωτοδιέγερση και φωτοχημεία
- 5) Διαχωρισμός ισοτόπων
- 6) Επεξεργασία υλικών
- 7) Σχεδιασμός ημιαγωγών
- 8) Ολοκληρωμένα κυκλώματα
- 9) Σκλήρυνση διατάξεων ημιαγωγών
- 10) Επεξεργασία επιφάνειας μετάλλων, κεραμικών, πλαστικών
- 11) Καθαρισμός ζωγραφικών πινάκων
- 12) Φωτοχημεία
- 13) Παρακολούθηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- 14) Ιατρικές εφαρμογές

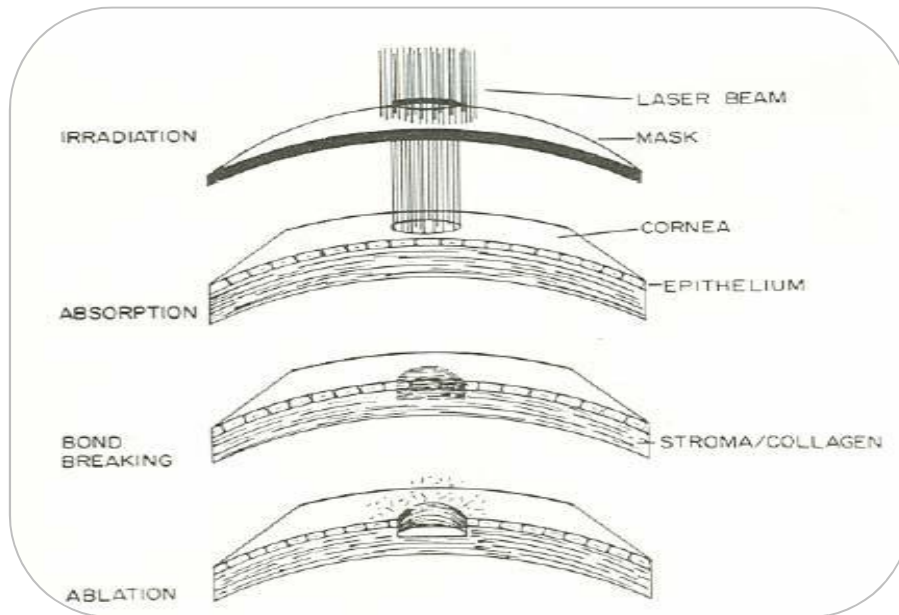
#### **4.1) EXCIMER LASER ΣΤΗΝ ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ–ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ**

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 αυτή ονομάστηκε «cold laser ablation» ή «ablative photodecomposition» (εκρηκτική φωτοαποδόμηση) ή για συντομία «photoablation» (φωτοεκτομή). Εν συντομία, ο μηχανισμός που λαμβάνει χώρα κατά την ακτινοβολία του κερατοειδή με excimer laser ArF στα 193nm είναι ο παρακάτω: ο κερατοειδής έχει εξαιρετικά υψηλό συντελεστή απορρόφησης στα 193nm, ενώ τα φωτόνια στα 193nm είναι πολύ ενεργητικά ( $E_{193nm} = 6.4\text{eV}$ ) με αποτέλεσμα να εναποθέτουν περισσότερη ενέργεια από την μέση ενέργεια των πρωτεϊνικών δεσμών που απαντώνται στον κερατοειδή. Όταν η συγκέντρωση των φωτονίων ή η πυκνότητα ενέργειας υπερβεί μία συγκεκριμένη τιμή (ablation threshold), οι δεσμοί διασπώνται χωρίς να ανασυντίθενται και το υλικό αποσυντίθεται. Η πλεονάζουσα ενέργεια των φωτονίων προσδίδει την απαραίτητη κινητική ενέργεια στα θραύσματα για την απομάκρυνση τους από την επιφάνεια.

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 κατ'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.

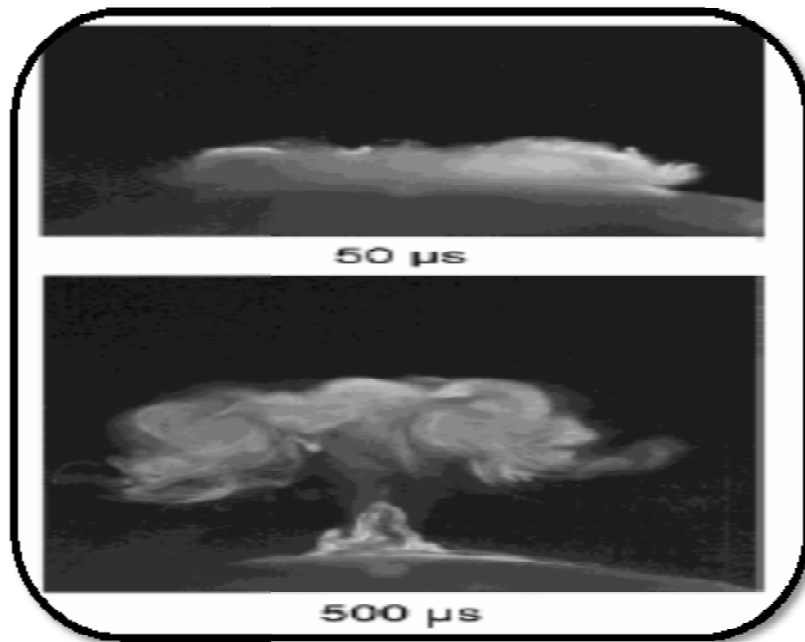
Σχεδόν αμέσως μετά τις αρχικές έρευνες για την επίδραση των laser σε συνθετικά πολυμερή πραγματοποιήθηκαν έρευνες για την εκτομή του κερατοειδή με παλμικό laser στο υπεριώδες, οι οποίες επικεντρώθηκαν κατά κύριο λόγο στο excimer laser ArF στα 193nm, το οποίο παράγει παλμούς χρονοδιάρκειας 15ns. Το ArF μπορούσε να αποδομεί και αφαιρεί τον κερατοειδή με μεγάλη ακρίβεια και λιγότερη ζημιά στις γειτονικές περιοχές. Αυτό οφειλόταν εν μέρει στον μεγάλο συντελεστή απορρόφησης των μικρών μηκών κύματος από τον κερατοειδή ( $2700 \text{ cm}^{-1}$ ). Κατά την μελέτη της σχέσης μεταξύ του βάθους εκτομής του κερατοειδή και την ένταση της ενέργειας ανά παλμό, παρατηρήθηκε ότι η ελάχιστη ένταση για την έναρξη της εκτομής (ablation threshold) ήταν τα  $40 \text{ mJ/cm}^2$ . Για τιμές πυκνότητας ενέργειας πάνω από  $1 \text{ J/cm}^2$ , το βάθος εκτομής διατηρείται περίπου σταθερό στο  $1 \mu\text{m}$  περίπου. Η πιο αποτελεσματική εκτομή (μάζα ανά παλμό) πραγματοποιείται μεταξύ  $100\text{--}300 \text{ mJ/cm}^2$ .

Ο μηχανισμός αλληλεπίδρασης του laser με τον κερατοειδή βασίζεται στις αρχές που περιγράφονται αναλυτικότερα στην συνέχεια. Η ενέργεια της δέσμης του ArF που εναποτίθεται στον κερατοειδή αρχικά απορροφάται από τα οργανικά συστατικά. Το νερό που καταλαμβάνει το 75% της συνολικής μάζας του ιστού έχει μέτρια απορροφητικότητα στα 193nm ( $\sim 10 \text{ cm}^{-1}$ ) ενώ το υπόλοιπο 25% της μάζας καταλαμβάνει κυρίως το κολλαγόνο που αποτελεί την πρωταρχική δομική πρωτεΐνη του ιστού. Όπως και οι υπόλοιπες πρωτεΐνες, το κολλαγόνο περιέχει αμινοξέα τα οποία συνδέονται σε μια μακριά μοριακή αλυσίδα με πεπτιδικούς δεσμούς. Η πεπτιδική αλυσίδα είναι μια ισχυρή χρωμοφόρα στο μακρινό υπεριώδες με γραμμομοριακό συντελεστή απορρόφησης (molar extinction coefficient)  $5.5 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ M}^{-1}$  στα 193nm. Λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας του δεσμού στον ιστό ( $\sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ ) θεωρείται ο πιο σημαντικός απορροφητής κατά την αλληλεπίδραση του ιστού με το laser. Έτσι κατά την ακτινοβολία του ιστού απορροφάται η ενέργεια της ακτινοβολίας από τα δομικά στοιχεία του ιστού με αποτέλεσμα τη διάσπαση των μοριακών τους δεσμών μέσω φωτοχημικής διαδικασίας.



**Εικόνα 30:** Σχηματική αναπαράσταση ελεγχόμενης εκτομής.

Κατά την διαδικασία εκτομής παρατηρείται ορατή έκρηξη θραυσμάτων από την επιφάνεια του κερατοειδή που συνοδεύεται από οξύ ήχο. Η εκτίναξη του υλικού προκαλεί την δημιουργία ωστικού κύματος που διαδίδεται στο στόχο, καθώς και shock wave στον περιβάλλοντα αέρα το οποίο απομακρύνεται από τον κερατοειδή μαζί με τα θραύσματα της εκτομής. Το νέφος των εκπεμπόμενων σωματιδίων (plume) αρχικά εκτοξεύεται κάθετα στην επιφάνεια του ιστού και κινείται με υπερηχητικές ταχύτητες, αν και γρήγορα η ταχύτητα του ελαττώνεται κατά την αλληλεπίδραση του με τον αέρα. Με βάση φωτογραφίες που έχουν ληφθεί κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης του laser με τον ιστό, υπολογίστηκε ότι περίπου 5μs μετά τον παλμό του laser εκτοξεύονται τα θραύσματα, ενώ το νέφος των εκπεμπόμενων σωματιδίων εξαφανίζεται πολύ αργότερα, περίπου 500μs αργότερα.



**Εικόνα 31:** Φωτογραφία εκτίναξης υλικού αμέσως μετά την ακτινοβολία κερατοειδούς με laser ArF (193 nm), επιφανειακή πυκνότητα ενέργειας  $120\text{mJ}/\text{cm}^2$ . copyright 1997 American Academy of Ophthalmology, Inc.

Φωτοακουστικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, προτείνουν ότι η εκτίναξη των σωματιδίων ξεκινάει πολύ νωρίς στην μικροσκοπική κλίμακα, ακόμα και πριν από το τέλος της ακτινοβολίας. Τα προϊόντα της αποδόμησης περιλαμβάνουν αέρια χαμηλού μοριακού βάρους, όπως ελαφρούς υδρογονάνθρακες, νερό, μόρια υδρογόνου, αμμωνία, CO και CO<sub>2</sub>. Επίσης έχουν παρατηρηθεί και υδρογονάνθρακες μεγαλύτερου μοριακού βάρους. Υπάρχουν υποψίες ότι ίσως υπάρχει και πλάσμα μέσα στο αρχικό νέφος μορίων, το οποίο επιβεβαιώθηκε και με φασματοσκοπικές μελέτες αλλά με πυκνότητες ενέργειας  $10\text{ J}/\text{cm}^2$ , που είναι τουλάχιστον 50 φορές μεγαλύτερη από τις πραγματικές τιμές των πυκνοτήτων ενέργειας που χρησιμοποιούνται κατά τις επεμβάσεις.

Αν και τα θερμικά αποτελέσματα θεωρούνται αμελητέα κατά την αποδόμηση με laser, πραγματοποιείται θέρμανση του ιστού. Από έρευνες παρατηρήθηκε μία αύξηση της τάξεως των  $20^\circ\text{C}$  κατά την ακτινοβολία του κερατοειδή με ένταση ακτινοβολίας  $360\text{mJ}/\text{cm}^2$  και repetition rate 30Hz. Η θέρμανση αυξανόταν με την αύξηση είτε της συχνότητας των παλμών είτε με την αύξηση της έντασης της ενέργειας. Το τελικό συμπέρασμα είναι ότι ο ρυθμός επανάληψης των παλμών πρέπει να διατηρείται κάτω από 63Hz για την αναμόρφωση του κερατοειδή για εντάσεις ενέργειας κάτω από  $200\text{mJ}/\text{cm}^2$  ανά παλμό. Με αυτές τι συνθήκες παρατηρούνται οι ελάχιστες δυνατές παράπλευρες επιπτώσεις (side-effects).

Με την ακτινοβολήση ιστού με laser στα 193nm έχουν παρατηρηθεί βλάβες στο DNA, οι οποίες προτείνουν τον πιθανό κίνδυνο της υγείας λόγω της φωτοεκτομής. Όμως, όπως προκύπτει από διάφορες έρευνες ο κίνδυνος μετάλλαξης στον κερατοειδή και στους παρακείμενους ιστούς λόγω της ακτινοβολήσης με laser στα 193nm είναι ελάχιστος. Ανάμεσα στους πολλούς προστατευτικούς παράγοντες που προστατεύουν τους ιστούς από πιθανές μεταλλάξεις λόγω της ακτινοβολήσης είναι η προστατευτική δράση της κυτταρικής μεμβράνης. Η υψηλή απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας από τις εξωτερικές στοιβάδες του κυττάρου αποτρέπουν την εισχώρηση ενός πολύ μεγάλου ποσοστού της ακτινοβολίας laser στον πυρήνα του κυττάρου, όπου βρίσκεται το DNA και η πιθανή ακτινοβολήση του θα προκαλούσε μεταλλάξεις.

#### 4.2) ΡΥΘΜΟΣ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες κατά την διαδικασία φωτοαποδόμησης είναι ο ρυθμός φωτοαποδόμησης του ιστού (ablation rate), ο οποίος ορίζεται ως το πάχος του ιστού που εκτέμενεται από ένα παλμό του laser με μονάδα μέτρησης  $\mu\text{m}/\text{παλμό}$ . Η ακριβής γνώση του ρυθμού φωτοαποδόμησης είναι απαραίτητη ώστε να είναι γνωστό το πάχος του ιστού που εκτέμενεται από συγκεκριμένο αριθμό παλμών laser. Αν και από θεωρητικής άποψης, η μέτρηση του ρυθμού φωτοαποδόμησης κάποιου υλικού αποτελεί μία απλή διαδικασία όπου το υλικό εκτίθεται σε παλμούς laser και εν συνεχεία μετράται το βάθος εκτομής του υλικού και διαιρείται με τον αριθμό των παλμών, η δυσκολία έγκειται στην ακριβής μέτρηση του βάθους εκτομής.

Το μαθηματικό μοντέλο για την εύρεση του ρυθμού φωτοαποδόμησης βασίζεται στο νόμο απορρόφησης Beer–Lambert. Υποστηρίζεται ότι ο κερατοειδικός ιστός απορροφά ακτινοβολία στα 193nm βάσει του νόμου Beer–Lambert, σύμφωνα με τον οποίο η ένταση του φωτός μειώνεται εκθετικά με το βάθος μέσα στον ιστό:

$$I(x) = I_0 e^{-\alpha x} : \text{νόμος Beer – Lambert}$$

Όπου  $I_0$  η ένταση του laser που προσπίπτει στην επιφάνεια του ιστού,  $I(x)$  η ένταση της ακτινοβολίας laser μετά τη διείσδυση σε βάθος  $x$  μέσα στον ιστό και  $\alpha$  η σταθερά απορρόφησης του ιστού (σε  $\text{cm}^{-1}$ ) για το συγκεκριμένο μήκος κύματος της ακτινοβολίας laser. Βέβαια ο παραπάνω νόμος αποτελεί μια προσέγγιση της συμπεριφοράς του ιστού για ακτινοβολία χαμηλής ισχύος, όπου η πυκνότητα ενέργειας είναι αρκετά χαμηλότερη από το κατώφλι φωτοαποδόμησης.

Κάτω από συνθήκες φωτοαποδόμησης, μη γραμμικά οπτικά φαινόμενα αυξάνουν την τιμή της σταθεράς απορρόφησης, με αποτέλεσμα κάτω από αυτές τις συνθήκες να χρησιμοποιείται ο νόμος Beer – Lambert για μία προσέγγιση πρώτης τάξης του βάθους εκτομής. Θεωρείται ότι το βάθος εκτομής του ιστού από ένα παλμό ισούται με το βάθος του ιστού στο οποίο η ένταση της ακτινοβολίας έχει μειωθεί στην ένταση κατωφλίου που απαιτείται για την φωτοεκτομή. Συμβολίζοντας με  $I_{th}$  την ένταση κατωφλίου της φωτοεκτομής και με  $I_0$  την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, το θεωρητικό μοντέλο που προβλέπει το βάθος εκτομής ανά παλμό έχει την μορφή:

$$d_{\text{ablation}} = \frac{1}{\alpha} \ln \left( \frac{I_0}{I_{th}} \right)$$

Συνηθίζεται στις περιπτώσεις φωτοεκτομής, αντί για την ένταση ακτινοβολίας να αναφέρεται ο όρος επιφανειακή πυκνότητα ενέργειας (fluence) η οποία ισούται με την συνολική ενέργεια που εναποτίθεται κατά τη διάρκεια ενός παλμού στη μονάδα της επιφάνειας του ακτινοβολούμενου μέσου και εκφράζεται σε  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ . Στις εφαρμογές φωτοεκτομής του κερατοειδή οι πυκνότητες ενέργειας που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται από 120 ως 250  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ .

Οι τιμές του ρυθμού αποδόμησης που υπολογίζονται από την παραπάνω σχέση, επηρεάζονται από άλλες παραμέτρους που λαμβάνουν μέρος κατά την διαδικασία φωτοαποδόμησης όπως είναι η διάρκεια του παλμού, η κατανομή της έντασης κατά την εγκάρσια διατομή της κηλίδας, η παρουσία ροής αερίου, η οποία απομακρύνει το νέφος των εκτινασόμενων σωματιδίων και ο ρυθμός επαναληπτικότητας (repetition rate) του laser. Η εύρεση της ακριβούς τιμής του βάθους φωτοεκτομής αποτελεί αντικείμενο αρκετών μελετών αν και ακόμη δεν έχουν βρεθεί ικανοποιητικά αποτελέσματα. Για τον λόγο αυτό οι επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής βασίζονται σε εμπειρικά δεδομένα όσο αφορά τον ρυθμό αποδόμησης. Οι κατανομές ακτινοβολίας που παράγονται από τα συστήματα laser κατά την διάρκεια μιας διαθλαστικής επέμβασης, βαθμονομούνται από σειρά προ- κλινικών δοκιμών, ενώ για την προεγχειρητική ρύθμιση της ενέργειας του παλμού προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα πραγματοποιούνται κάθε φορά δοκιμαστικές φωτοεκτομές σε ειδικά δοκίμια. Ακόμη και με αυτή τη διαδικασία, προκειμένου να επιτευχθεί υψηλή ακρίβεια στις επεμβάσεις, χρησιμοποιούνται εξατομικευμένα νομογράμματα όπου λαμβάνονται υπόψη και άλλες παράμετροι όπως η ηλικία του ασθενή, η επιδιωκόμενη διόρθωση, η διάμετρος της ζώνης ακτινοβολίας, η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδή, το πάχος του, ο χρόνος χρήσης των οπτικών στοιχείων του συστήματος μετάδοσης της δέσμης κ.α.



Ο βασικότερος παράγοντας που μπορεί να διαφοροποιήσει το ρυθμό φωτοαποδόμησης του κερατοειδή και δεν σχετίζεται με τις παραμέτρους του laser είναι η ενυδάτωση του κερατοειδή.

### **4.3) ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ**

Όπως αναφέρθηκε η ενυδάτωση του κερατοειδή σχετίζεται με το βαθμό αποδόμησης του, με αποτέλεσμα να αποτελεί ένα παράγοντα πολύ σημαντικό κατά την διάρκεια της διαθλαστικής επέμβασης γιατί μπορεί να επιφέρει μη επιθυμητά αποτελέσματα κατά την διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων. Αναφέρθηκε επίσης ότι υγροί κερατοειδικοί ιστοί αποδομούνται λιγότερο από ότι οι στεγνοί. Μια παρατήρηση λογική, αν ληφθεί υπ' όψιν ότι το νερό απορροφά πολύ λιγότερο υπεριώδη ακτινοβολία από ότι το κολλαγόνο με αποτέλεσμα, ιστός πλούσιος σε νερό να αποδομείται σε πολύ μικρότερο βαθμό από έναν ιστό σχετικά αφυδατωμένο. Έχει αναφερθεί ότι αλλαγές στην ενυδάτωση του κερατοειδή μπορεί να επιφέρουν ένα σφάλμα της τάξης του 10–15% κατά την διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος. Πιο συγκεκριμένα αφυδατωμένος ιστός ο οποίος αποδομείται περισσότερο από το προβλεπόμενο, υπερδιορθώνεται, ενώ υπερευδατωμένος ιστός λόγω της λιγότερης αποδόμησης από το επιθυμητό υποδιορθώνεται, με αποτέλεσμα και στις δύο περιπτώσεις ο ασθενής να μην έχει την καλύτερη δυνατή διόρθωση.

Κατά την διάρκεια της επέμβασης το πάχος του κερατοειδή μπορεί να αυξηθεί ακόμα και 50% λόγω διαφοροποιήσεων στο βαθμό ενυδάτωσης του. Αυτή η αύξηση του πάχους του κερατοειδούς κατά την διάρκεια της επέμβασης μπορεί να προκαλέσει προβλήματα, καθώς μετά το πέρας της επέμβασης και της αλλαγής της καμπυλότητας του κερατοειδούς, ο κερατοειδής επανέρχεται στο φυσιολογικό του πάχος λόγω της φυσιολογικής πλέον ενυδάτωσης αλλά το αποτέλεσμα από την αλλαγή της καμπυλότητας του, είναι αρκετά διαφορετικό από το προβλεπόμενο. Κατά την διάρκεια και προετοιμασία του κερατοειδούς για την επέμβαση, τοποθετούνται στον οφθαλμό θεραπευτικά παρασκευάσματα, πραγματοποιείται τομή στο στρώμα του κερατοειδούς και σε συνδυασμό με άλλες διαδικασίες προετοιμασίας του οφθαλμού για την ακτινοβολία του, οδηγούν στην μεγάλη απορρόφηση ύδατος από τον κερατοειδικό ιστό, με αποτέλεσμα σημαντικές διαφοροποιήσεις στον βαθμό ενυδάτωσης και στο πάχος του κερατοειδούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη για διαφορετική αντιμετώπιση και ακτινοβολία του κερατοειδή από αυτή που είχε αρχικά σχεδιαστεί, για την σωστή διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος. Για το λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία η γνώση της ενυδάτωσης του κερατοειδούς κατά την διάρκεια της επέμβασης διαθλαστικής χειρουργικής.

#### 4.4) ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΩΤΟΑΠΟΔΟΜΗΣΗ

Η εκρηκτική φωτοαποδόμηση του κερατοειδή μπορεί να θεωρηθεί κατά βάση μία φωτοχημική διάσπαση των δομικών στοιχείων του κερατοειδή κατά την οποία αναπτύσσονται υψηλές πιέσεις οι οποίες απομακρύνουν τα προϊόντα της διάσπασης με υπερηχητικές ταχύτητες από την ακτινοβολούμενη επιφάνεια. Παράλληλα όμως, συνυπάρχουν φαινόμενα των οποίων ο ρόλος και οι πιθανοί κίνδυνοι που αντιπροσωπεύουν δεν ήταν από την αρχή κατανοητοί. Σήμερα, αναγνωρίζεται ότι η φωτοεκτομή του κερατοειδή με excimer laser είναι μία ασφαλής μέθοδος για την αφαίρεση επιφανειακών στοιβάδων του κερατοειδή σε περίπτωση που αυτό είναι επιθυμητό. Παρακάτω αναπτύσσονται κάποια από τα side-effects που παρατηρούνται κατά την διάρκεια της εκρηκτικής φωτοαποδόμησης.

##### 1) ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε η φωτοαποδόμηση του κερατοειδή οφείλεται στην μεγάλη ενέργεια των φωτονίων στα 193nm (6.4eV), η οποία είναι αρκετή για την διάσπαση των μοριακών δεσμών (τυπική ενέργεια 3.4eV) με αποτέλεσμα να προκαλείται φωτοχημική διάσπαση των ινών του κολλαγόνου. Υπάρχει όμως και περίσσεια ενέργειας η οποία μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια των εκπεμπόμενων σωματιδίων για την απομάκρυνση τους από την επιφάνεια του ιστού, καθώς και σε θερμότητα. Ακόμη μέρος της ενέργειας του παλμού απορροφάται από στοιβάδες παρακείμενες σε αυτές που εκτέμνονται. Η πυκνότητα ενέργειας στην οποία εκτίθενται οι στιβάδες αυτές είναι χαμηλότερη από το κατώφλι φωτοεκτομής με αποτέλεσμα να θερμαίνονται άμεσα μέσω της απορρόφησης ενέργειας κάτω από το κατώφλι φωτοεκτομής και έμμεσα μέσω εναπόθεσης ενέργειας από τα θραύσματα.

Στο φαινόμενο αυτό αποδίδεται η αύξηση της θερμοκρασίας της ελεύθερης επιφάνειας του κερατοειδή κατά περίπου 8<sup>ο</sup> C. Η τιμή της αύξησης της θερμοκρασίας της επιφάνειας του κερατοειδή κυμαίνεται, και η τιμή αυτή φαίνεται να εξαρτάται από το ρυθμό επαναληπτικότητας και από την πυκνότητα ενέργειας του laser, ενώ είναι σημαντικό κατά την φωτοεκτομή του κερατοειδή να καθορίζονται οι παράμετροι αυτοί έτσι ώστε η αύξηση της θερμοκρασίας να μην ξεπερνά τους 11<sup>ο</sup> C.

Για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου στα σύγχρονα συστήματα laser, η σάρωση της δέσμης του laser στην επιφάνεια του κερατοειδή πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε πρακτικά κανένα σημείο του κερατοειδή να μην εκτίθεται σε πολλούς διαδοχικούς παλμούς. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ουσιαστικά κάθε σημείο της επιφάνειας να προλαβαίνει να ψύχεται μεταξύ των παλμών που είναι προγραμματισμένο να δεχθεί, και η

αύξηση της θερμοκρασίας να είναι πολύ μικρή – πρακτικά μη μετρήσιμη. Σε κάποιες περιπτώσεις μάλιστα όπου η σάρωση πραγματοποιήθηκε μέσω ψευδο-τυχαιοποιημένης σειράς εναπόθεσης των παλμών, η αύξηση της θερμοκρασίας ήταν τόσο μικρή που αντισταθμιζόταν πλήρως από την ψύξη του κερατοειδή λόγω της εξάτμισης της επιφανειακής υγρασίας με αποτέλεσμα να αναφερθεί μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας του κερατοειδή κατά τη διάρκεια της φωτοεκτομής.

## 2) ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ

Κατά την ακτινοβολία του κερατοειδή με ακτινοβολία στα 193nm, στην οποία ο κερατοειδής εμφανίζει πολύ υψηλή απορροφητικότητα, έχει παρατηρηθεί η παραγωγή ακτινοβολίας φθορισμού σε μεγαλύτερα μήκη κύματος. Αυτή η δευτερογενής ακτινοβολία εισχωρεί σε κύτταρα και ιστό, σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από την απευθείας ακτινοβολία του ArF. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες για να μελετηθεί η πιθανότητα της δευτερογενής αυτής ακτινοβολίας να προκαλεί αλλαγές στο DNA, όπου παρατηρήθηκαν βλάβες σε πολύ μικρό βαθμό με αποτέλεσμα, η φωτοεκτομή με ArF να θεωρείται ασφαλής επέμβαση όσο αφορά την δημιουργία μεταλλάξεων.

Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε καλλιέργειες ζυμομυκήτων οι οποίες ακτινοβολήθηκαν με excimer laser με δόσεις αντίστοιχες με αυτές που χρησιμοποιούνται σε μία τυπική επέμβαση διόρθωσης μυωπίας, παρατηρήθηκε ενζυματική δραστηριότητα επιδιόρθωσης του DNA σε αποστάσεις ακόμη και 2cm από το σημείο ακτινοβολίας. Με βάση αυτή την παρατήρηση το σκληροκερατοειδικό όριο στο οποίο πραγματοποιείται ο πολλαπλασιασμός των επιθηλιακών κυττάρων και είναι πιθανό σημείο εμφάνισης επιθηλιακής νεοπλασίας, βρίσκεται εντός της ζώνης επίδρασης του κάθε παλμού του laser που χρησιμοποιείται για την ακτινοβολία του κερατοειδή. Παράλληλα, δευτερογενής ακτινοβολία στην περιοχή μεταξύ 295 και 320 nm η οποία έχει συνδεθεί με καταρρακτογένεση, έχει μετρηθεί να διαδίδεται μέσω του κερατοειδή και του υδατοειδούς υγρού μέχρι τον κρυσταλλοειδή φακό σε οφθαλμούς πειραματόζωων. Ο ρόλος της δευτερογενούς ακτινοβολίας στη διαδικασία επούλωσης και οι πιθανοί κίνδυνοι από αυτήν, δεν έχουν μέχρι σήμερα καθοριστεί επακριβώς.

## 3) ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Κατά την διαδικασία εκρηκτικής φωτοαποδόμησης, έχει παρατηρηθεί η παραγωγή ακουστικών κυμάτων που διαδίδονται στο στρώμα του κερατοειδή, τα οποία διαδίδονται με ταχύτητα περίπου 1630m/sec, ενώ η πίεση των ακουστικών κυμάτων βρέθηκε να κυμαίνεται από 80 έως 150 bar όταν η επιφανειακή πυκνότητα ενέργειας μεταβλήθηκε από 200 ως 500 mJ/cm<sup>2</sup>. Τα ακουστικά κύματα που συνοδεύουν τη φωτοεκτομή υποβάλουν τον κερατοειδή

σε μηχανική καταπόνηση, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε κυτταρικές αλλοιώσεις και σε δομικές βλάβες του κολλαγόνου, με αποτέλεσμα τη μετεγχειρητική επουλωτική δραστηριότητα των κερατοκυττάρων και συνεπώς σχηματισμό ουλώδους ιστού, με επακόλουθη απώλεια της διαύγειας του κερατοειδή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

### 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 υπερμετρωπία, 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 σοβαρές παρενέργειες.

#### 5.1) ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ

Στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα βρίσκει ρίζες η ιδέα αλλαγής της διοπτρικής ισχύς του οφθαλμού για την διόρθωση διαθλαστικών σφαλμάτων. Ο Δρ. Lans, Ολλανδός καθηγητής οφθαλμολογίας ανέπτυξε τις βασικές αρχές της οφθαλμολογίας περίπου στο 1898. Λίγο αργότερα, στην Ιαπωνία στην δεκαετία του 1930, ο Sato πραγματοποίησε πρωτοποριακή έρευνα πάνω στις κερατοειδικές τομές. Πραγματοποίησε τομές στο ενδοθήλιο του κερατοειδή καθώς και στο επιθήλιο αλλά αυτή η τεχνική δεν είχε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Ο Ρώσος Fyodorov παρατήρησε σε μία περίπτωση οφθαλμικού τραύματος το 1970 ότι η διαθλαστική χειρουργική μπορούσε να έχει πρακτικές εφαρμογές μέσω της ακτινικής κερατεκτομής. Ο Fyodorov παρακολούθησε ένα αγόρι του οποίου τα γυαλιά είχαν σπάσει δημιουργώντας του κερατοειδικές τομές. Μετά από την αποκατάσταση του τραύματος, το διαθλαστικό σφάλμα του ασθενή ήταν σημαντικά μικρότερο από ότι πριν από την εγχείρηση. Αυτή η παρατήρηση ώθησε τον Fyodorov να ερευνήσει τον τομέα της διαθλαστικής χειρουργικής και τις προσπάθειες που είχαν πραγματοποιηθεί μέχρι τότε. Αυτός δούλεψε πάνω σε μία φόρμουλα η οποία έκανε την διαδικασία πιο προβλέψιμη από ότι ήταν ποτέ. Στο 1978 Αμερικάνοι οφθαλμίατροι έδειξαν ενδιαφέρον για αυτά τα ευρήματα.

Ο Δρ. Leo Boreas ήταν ο πρώτος που έφερε αυτή την τεχνολογία στις Ηνωμένες Πολιτείες μετά από την επίσκεψη του στον Fyodorov στην Σοβιετική Ένωση. Μετά από την εισαγωγή της, η ακτινική κερατεκτομή εφαρμόστηκε σε πάνω από 2 εκατομμύρια ασθενείς μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ορισμένοι περιορισμοί στην ακτινική κερατεκτομή ώθησαν στην έρευνα για εναλλακτικές μορφές διαθλαστικής χειρουργικής. Δουλεύοντας στα ερευνητικά εργαστήρια

της IBM, ο Srinivasan διέκρινε τις δυνατότητες του excimer laser κατά την αλληλεπίδραση του με βιολογικούς ιστούς. Ο Steven Trokel, οφθαλμίατρος, έκανε τον συσχετισμό του excimer laser με τον κερατοειδή. Αυτό το μηχάνημα laser εκπέμπει δέσμη laser η οποία κατά την αλληλεπίδραση της με τον κερατοειδικό ιστό, σπάει τους δεσμούς άνθρακα μεταξύ των μορίων προκαλώντας εκτομή του ιστού. Το excimer laser έχει διεθνή αναγνωσιμότητα για ασφάλεια και αποτελεσματικότητα από το 1987.

Ο πρώτος ασθενής που υπέστη φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή ήταν στην Γερμανία το 1988. Η τεχνική LASIK αρχικά εισάχθηκε το 1989 από τον Ι. Παλλήκαρη, ο οποίος χρησιμοποίησε το excimer laser για να επέμβει στο υποκείμενο στρώμα κάτω από ένα κερατοειδικό κρημνό 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 κρημνού. Η επέμβαση με LASIK έγινε ιδιαίτερα διάσημη διεθνώς λόγω της μεγάλης της προβλεψιμότητας και την έλλειψη πόνου. Το 1999 η τεχνική LASIK εγκρίθηκε από το FDA (Food And Drug Administration) και από τότε εκτιμάται ότι με αυτή την τεχνική πραγματοποιείται το 98% περίπου των επεμβάσεων διαθλαστικής σε παγκόσμιο επίπεδο.

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.

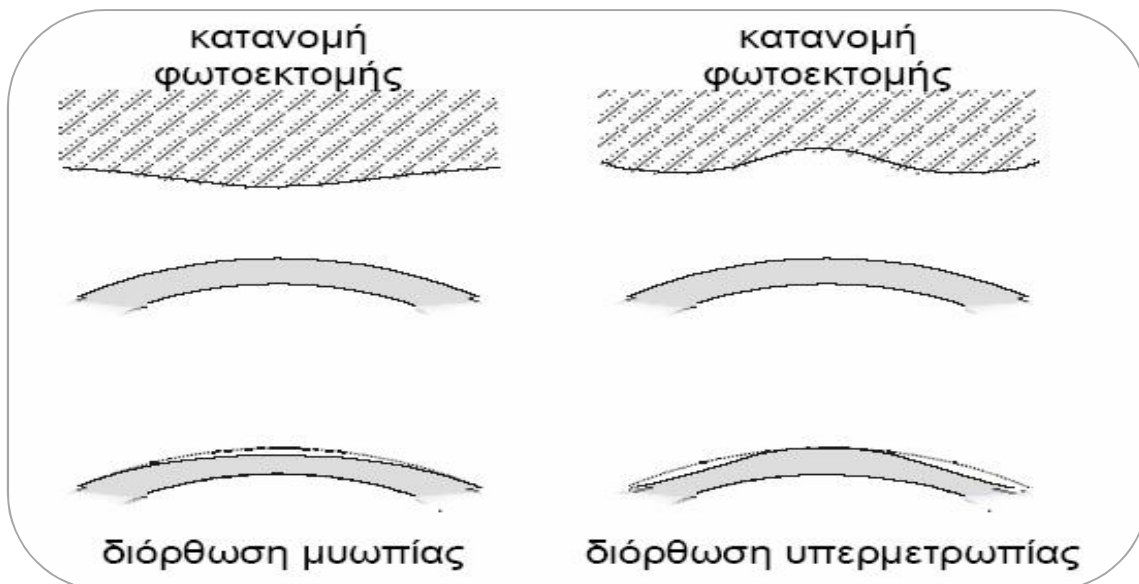
## 5.2) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

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 αρχή στην οποία στηρίζεται η διαθλαστική χειρουργική. Η σχέση που συνδέει τη διαθλαστική διόρθωση (σε διοπτρίες) του οφθαλμού με την αλλαγή στην καμπυλότητα του κερατοειδή, δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\Delta D = -D \left( \frac{\Delta r}{r} \right)$$

Όπου  $r$ , η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδή πριν τη διόρθωση,  $\Delta r$ , η συνολική αλλαγή της ακτίνας καμπυλότητας μετά από την διαθλαστική χειρουργική,  $D$  η διοπτρική ισχύς του κερατοειδή πριν την διόρθωση και  $\Delta D$  η συνολική διαθλαστική διόρθωση του οφθαλμού σε διοπτρίες.

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 0,3μm 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 εκτείνεται σε μεγάλο τμήμα της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδή και μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή 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 32:** Κατανομές φωτοεκτομής που οδηγούν σε αλλαγή της 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 τη διάμετρο της κόρης που μεγαλώνει, ώστε να μην εμφανίζονται προβλήματα και ενοχλήσεις κατά την νυχτερινή όραση.

Το κεντρικό βάθος εκτομής για την διόρθωση διαθλαστικού σφάλματος προσεγγίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$KB = \frac{\Delta\Phi}{3} \delta^2: \text{τύπος Munnerlyn}$$

Όπου KB το κεντρικό βάθος σε  $\mu\text{m}$ ,  $\Delta\Phi$  η επιθυμητή αλλαγή της διαθλαστικής ισχύος του κερατοειδή σε διοπτρίες, και  $\delta$  η διάμετρος της ζώνης φωτοεκτομής σε  $\text{mm}$ . 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 αποδιδόμενης 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 υπερμετροπίας, τορικού σχήματος για την ταυτόχρονη διόρθωση αστιγματισμού και αυθαίρετες για τη διόρθωση γεωμετρικών ανωμαλιών της επιφάνειας του κερατοειδή. Η αλλαγή της καμπυλότητας του κερατοειδή προκειμένου να είναι μόνιμη, πρέπει να πραγματοποιηθεί στο στρώμα του κερατοειδή.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### LASIK

---

#### 6.1) ΠΟΙΟΙ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΥΠΟΒΛΗΘΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΓΧΕΙΡΗΣΗ

##### «ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΣ ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ»

Σημαντικό στοιχείο για την επιτυχημένη διόρθωση της μυωπίας με laser είναι η κατάλληλη επιλογή υποψηφίου. Οι βασικές προϋποθέσεις, που πρέπει να ακολουθούνται είναι:

- Ο υποψήφιος για διόρθωση με laser πρέπει να είναι τουλάχιστον 18 χρόνων.
- Η μυωπία να είναι σταθερή για ένα ικανοποιητικό διάστημα (περίπου 2 χρόνων) πριν την επέμβαση.
- Οι κόρες να μην είναι πολύ μεγάλες σε χαμηλό φωτισμό.
- Να υπάρχει επαρκές πάχος κερατοειδούς.
- Να μην υπάρχουν συγκεκριμένα οφθαλμικά νοσήματα (π.χ. γλαύκωμα, καταρράκτης, συγκεκριμένες παθήσεις του αμφιβληστροειδούς και του οπτικού νεύρου).
- Να μην έχει συγκεκριμένες ιογενείς λοιμώξεις που περιλαμβάνουν τον ιό του απλού έρπητα και του έρπητα ζωστήρος.
- Να έχει ενημερωθεί για τους κινδύνους, τις επιπλοκές και να έχει ρεαλιστικές προσδοκίες σχετικά με το αποτέλεσμα.
- Να μην είναι έγκυος.
- Να μη θηλάζει.
- Να έχει γενικά καλή υγεία (να μην υπάρχει ανεξέλεγκτος διαβήτης, αυτοάνοσα νοσήματα ή αγγειακές παθήσεις του κολλαγόνου και να μη χορηγούνται ανοσοκατασταλτικά φάρμακα).
- Να μην υπάρχουν συγκεκριμένα οφθαλμολογικά προβλήματα όπως αμβλυωπία, στραβισμός, σοβαρή ξηροφθαλμία καθώς και προηγούμενες οφθαλμολογικές επεμβάσεις ή τραυματισμοί.

#### 6.2) ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΕΨΗ

Η συμβουλευτική επίσκεψη είναι το πρώτο βήμα του ασθενή. Η επίσκεψη αυτή είναι σχεδιασμένη για να τον βοηθήσει να καταλάβει όλες τις παραμέτρους της διαδικασίας της Lasik. Του δίνεται ένα ενημερωτικό φυλλάδιο καθώς επίσης προεγχειρητικές και μετεγχειρητικές οδηγίες. Χρειάζεται να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες του χειρουργού της διαθλαστικής οφθαλμικής επέμβασης, ο οποίος ενημερώνει πόσο καιρό πριν την επίσκεψη θα πρέπει ο

υποψήφιος να αφαιρέσει τους φακούς επαφής, πόση ώρα θα παραβρίσκεται στο γραφείο τη μέρα εκείνη, τι έλεγχοι θα γίνουν, τι σταγόνες θα μπουν στο μάτι του και ποιο θα είναι το επόμενο βήμα.

Αν έχει αποφασίσει την οφθαλμική επέμβαση Lasik, πρέπει να γίνει οικείος με την διαδικασία. Η κατανόηση των βημάτων της, του τι να περιμένει τη μέρα της επέμβασης καθώς και την άμεση και μεσομακροπρόθεσμη εξέλιξη της μετά τη θεραπεία θα βοηθήσουν πάρα πολύ. Θα έχει την ευκαιρία να διατυπώσει τις ερωτήσεις του και να λάβει απαντήσεις σε όποια απορία έχει.

Θα ληφθεί ένα πλήρες ιατρικό και οφθαλμολογικό ιστορικό. Αυτό θα συμπεριλάβει μια εικόνα της γενικής του υγείας, φάρμακα που παίρνει, αλλεργίες καθώς επίσης και μια συζήτηση για την οφθαλμική υγεία και του ιστορικού της οπτικής του διόρθωσης. Θα είναι επίσης απαραίτητο να αναφέρει όποιες ιατρικές ή οφθαλμικές καταστάσεις ή ασθένειες έχουν διαγνωστεί ή θεραπευτεί σε μέλη της οικογένειάς του.

Θα κάνει μία συζήτηση ως προς το γιατί θέλει να πραγματοποιήσει την επέμβαση Lasik. Μπορεί να αναφέρει ότι δεν θέλει να φοράει τα γυαλιά ή τους φακούς επαφής έχοντας μερικούς πολύ συγκεκριμένους προσωπικούς στόχους στο μυαλό, κάτι που είναι πολύ σημαντικό για τον χειρουργό της Lasik, για να τον συμβουλευσει ως προς το τι θα μπορεί να πετύχει. Ο ασθενής θα πρέπει να σκεφτεί την καθημερινή του ζωή – τη δουλειά του, τα χόμπυ του, τις ψυχαγωγικές δραστηριότητες και να δει ποια από αυτά θα ήταν πιο απολαυστικά αν ήταν ανεξάρτητος/η από τα γυαλιά ή τους φακούς επαφής. Θα πρέπει να το μοιραστεί με τον χειρουργό. Είναι σημαντικό για την επιτυχία του!

### **6.3) ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**

*Γιατί είναι απαραίτητος ο προεγχειρητικός έλεγχος πριν από διαθλαστική επέμβαση με laser:*

Η βάση μιας επιτυχημένης διόρθωσης της όρασης με laser είναι η σωστή ενημέρωση και η καταλληλότητα του ασθενούς και των οφθαλμών του να υποβληθούν στη συγκεκριμένη επέμβαση και μέθοδο. Γι' αυτό το πρώτο βήμα είναι η σωστή επιλογή του χειρουργού – οφθαλμιάτρου, που **εξειδικεύεται σε αυτόν τον τομέα**, η πλήρης και ειλικρινής **ενημέρωση** από αυτόν και η εξέταση των ματιών για να διαπιστωθεί η **καταλληλότητά τους**.

Η προεγχειρητική διαδικασία περιλαμβάνει μια σειρά μετρήσεων και εξετάσεων, ώστε να συνεκτιμηθούν παράγοντες όπως η σταθερότητα της όρασης, η κατάσταση του κερατοειδούς, η γενικότερη υγεία των ματιών, καθώς και το ιατρικό ιστορικό (πλήρης οφθαλμολογικός έλεγχος και μια σειρά μετρήσεων που πραγματοποιούνται με ιατρικό εξοπλισμό τελευταίας γενιάς). Ο

προεγχειρητικός έλεγχος είναι απαραίτητος όχι μόνο για την επιλογή της διαθλαστικής τεχνικής, αλλά και για τον ακριβή προγραμματισμό της θεραπείας με το excimer laser για τα καλύτερα αποτελέσματα.

*Τι ακριβώς περιλαμβάνει ένας πλήρης προεγχειρητικός έλεγχος πριν από την διαθλαστική επέμβαση laser;*

- **Κυκλοπληγία (Cyclooplegia).** Κατά τη διάρκεια της εξέτασης, ο γιατρός χρησιμοποιεί σταγόνες (μυδριατικά/κυκλοπληγικά κολλύρια) προκειμένου το μάτι του ασθενούς να διασταλεί. Οι σταγόνες μπορεί να προκαλέσουν φωτεινή και θολή όραση για 4 – 6 ώρες με αποτέλεσμα να απαιτούν τη χρήση γυαλιών ηλίου από τον ασθενή ή να χρειαστεί να έχουν κάποιον μαζί τους ώστε να τους οδηγήσει στο σπίτι.
- **Ακριβής μέτρηση της διαθλαστικής ανωμαλίας και ιστορικό της υγείας των οφθαλμών (Accurate measurement of refractive errors and health history of eye).**
  1. *Τρέχουσα συνταγή:* Είναι απαραίτητο να μετρηθεί με μεγάλη ακρίβεια η μυωπία ή η υπερμετροπία ή ο αστιγματισμός με και χωρίς την οπτική διόρθωση του ασθενούς. Η κατάσταση της όρασης του ασθενή πρέπει να είναι σταθερή κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο ετών, προκειμένου να είναι κατάλληλη η χρήση του Lasik.
  2. *Η χρήση φακών επαφής:* Οι φακοί επαφής παραμορφώνουν την επιφάνεια του κερατοειδή και μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις με αποτέλεσμα να μην είναι αντιπροσωπευτικές όσον αφορά τις πραγματικές διαθλαστικές ιδιότητες του οφθαλμού. Ο ασθενής θα πρέπει να σταματήσει να φοράει τους φακούς επαφής πριν από την χειρουργική επέμβαση. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται εξαρτάται από τον τύπο του φακού και τον πόσο καιρό τους φοράει. Ενδέχεται να είναι μεγαλύτερο από τα αναφερόμενα παρακάτω, και αυτό θα κριθεί από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της σχολαστικής τοπογραφίας των οφθαλμών του ασθενούς.

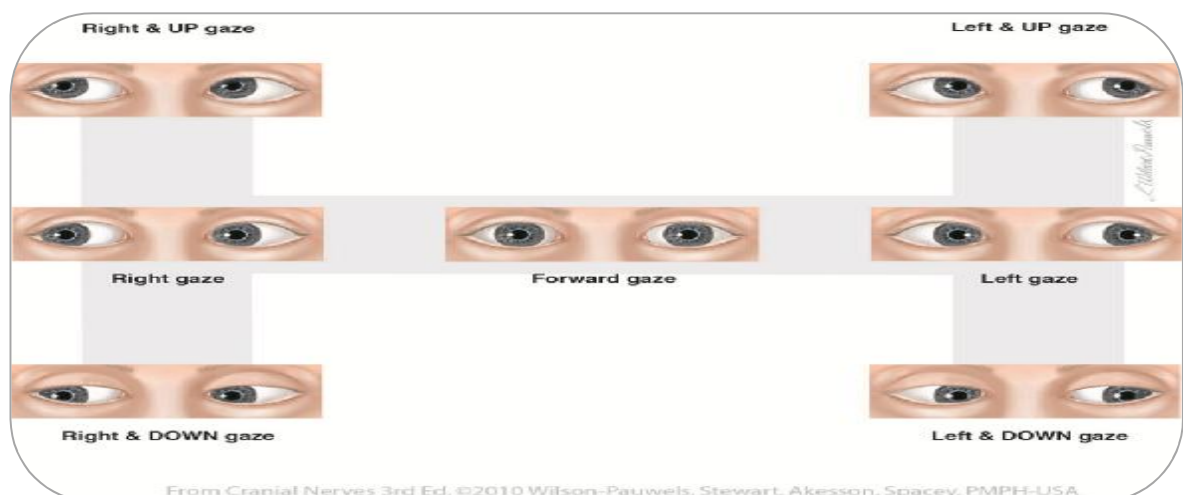
Μαλακοί φακοί επαφής  
Τουλάχιστον 2 βδομάδες πριν από τον προεγχειρητικό έλεγχο.  
Τουλάχιστον 2 βδομάδες πριν από την χειρουργική επέμβαση Lasik.

Ημίσκληροι και σκληροί (PMMA) φακοί επαφής  
Τουλάχιστον 3 εβδομάδες πριν από τον προεγχειρητικό έλεγχο – αν ο ασθενής τους φοράει για περισσότερα από 10 χρόνια.  
Τουλάχιστον 3 βδομάδες (ημίσκληροι), ή 6 εβδομάδες (σκληροί) πριν από την χειρουργική επέμβαση Lasik.
  3. *Οφθαλμικές ή συστηματικές ασθένειες και φάρμακα:* Μερικές οφθαλμικές ή συστηματικές ασθένειες και φάρμακα μπορούν να επηρεάσουν την καταλληλότητα του ασθενούς, ως υποψήφιου για το

Lasik. Αν ο ασθενής παρουσιάζει κάποια από τα προβλήματα, όπως τεμπέλικο μάτι, στραβισμό, ή διπλωπία δεν μπορεί να υποβληθεί σε επέμβαση Lasik. Επίσης, ο ασθενής δεν πρέπει να ξεχάσει να αναφέρει τυχόν αλλεργίες που μπορεί να έχει σε κάποια φαρμακευτική αγωγή.

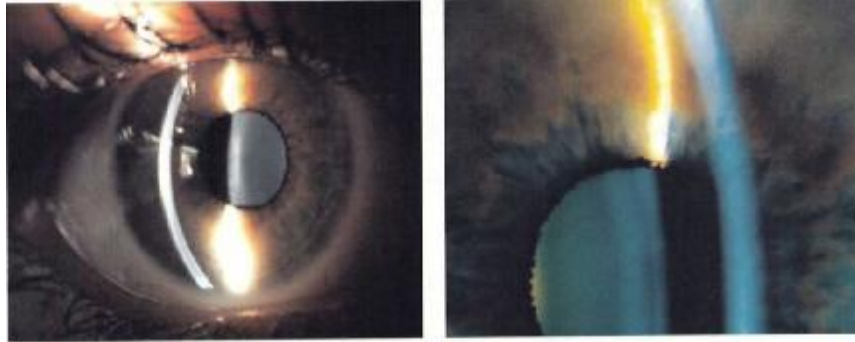
4. *Προηγούμενοι τραυματισμοί:* ο ασθενής θα πρέπει να ενημερώσει τον εξεταστή για προηγούμενο τραυματισμό των οφθαλμών, ανεξάρτητα από το πόσο καιρό πριν συνέβη. Επίσης θα πρέπει να αναφέρει αν έχει υποβληθεί σε άλλη χειρουργική επέμβαση.

- **Κινητικότητα οφθαλμών (Eye muscle movement test):** Για να ελεγχθεί η δύναμη και ο έλεγχος των μυών, ο γιατρός θα ζητήσει από τον ασθενή να παρακολουθήσει ένα φωτεινό στόχο σε διαφορετικές κατευθύνσεις, ώστε να παρατηρήσει τις κινήσεις των ματιών. Ο εξεταστής μπορεί να ελέγξει επίσης αν τα μάτια συνεργάζονται σωστά. Αυτή η εξέταση λέγεται cover test. Ο εξεταζόμενος κοιτάζει ένα μικρό στόχο σε κάποια απόσταση μακριά, και ο γιατρός καλύπτει και αποκαλύπτει κάθε μάτι για να παρατηρήσει πόσο θα μετακινηθούν τα μάτια του εξεταζόμενου. Η δοκιμή μπορεί να επαναληφθεί και με στόχο για κοντά.



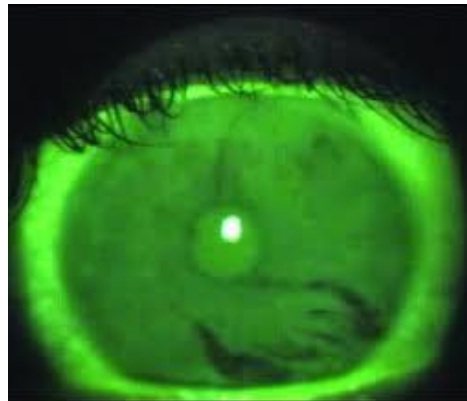
**Εικόνα 33:** Απεικόνιση του τεστ του H. Πως ελέγχεται η κινητικότητα των οφθαλμών.

- **Κλινική εξέταση των οφθαλμών σε σχισμοειδή λυχνία (Slit lamp).**
  1. *Τα βλέφαρα:* ο εξεταστής ελέγχει τις βλεφαρίδες για τυχόν βλεφαρίτιδες αλλά και το εσωτερικό των βλεφάρων. Ελέγχει τους μείβομιανούς και δακρυϊκούς αδένες.
  2. *Επιπεφυκότας:* εξετάζεται για τυχόν ερεθισμούς, κοκκινίλες, ακανόνιστα αιμοφόρα αγγεία ή άλλες ανωμαλίες.
  3. *Κερατοειδής:* θα ελεγχθεί η γενική εικόνα του για τυχόν ουλές.
  4. *Κρυσταλλοειδής φακός:* θα εξεταστεί για τυχόν θολερότητα (καταρράκτης) ή άλλες ανωμαλίες.

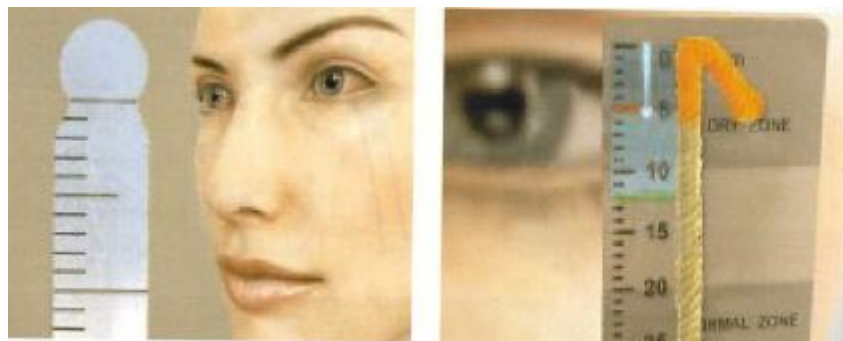


Εικόνα 34: Εξέταση οφθαλμού με σχισμοειδή λυχνία.

- Έλεγχος επάρκειας της δακρυϊκής στιβάδας (Schirmer test). Πραγματοποιείται μέτρηση της ποσότητας και εκτίμηση της ποιότητας της δακρυϊκής στιβάδας. Είναι πολύ φυσιολογικό για τους ασθενείς να εμφανίσουν προσωρινή ξηρότητα μετά το Lasik. Το *Break – Up Time test* και το *Schirmer test* είναι οι δύο κυριότερες εξετάσεις που μετρούν την ποιότητα του δακρυϊκού φιλμ. Υπάρχει επίσης και το *τεστ του νήματος (Phenol red thread tear test)* που πραγματοποιείται με τον ίδιο τρόπο όπως το Schirmer, αλλά παρόλο που είναι πιο εύκολο και γρήγορο, η έρευνα έχει δείξει ότι τα δύο τεστ δεν εμφανίζουν συμφωνία στα αποτελέσματά τους<sup>[26]</sup>.



Εικόνα 35: Απεικόνιση του Break Up Time test.



Εικόνα 36: Σύγκριση των δύο τεστ. Αριστερά, το τεστ schirmer και δεξιά, το τεστ νήματος.

- **Μέτρηση της ενδοφθάλμιας πίεσης (Intraocular pressure).** Θα πρέπει να μετρηθεί η πίεση για την ανίχνευση τυχόν γλαυκώματος. Το γλαύκωμα είναι μία από τις κύριες αιτίες απώλειας της όρασης.
- **Βυθοσκόπηση (Fundoscopy).** Με την διαστολή της κόρης, ο εξεταστής μπορεί να ελέγξει τον αμφιβληστροειδή, το οπτικό νεύρο και τα αιμοφόρα αγγεία για τυχόν διαταραχές τους.
- **Τοπογραφία κερατοειδούς (Corneal topography).** Πολύτιμο εργαλείο που χαρτογραφεί την επιφάνεια του κερατοειδή σε τρισδιάστατη απεικόνιση καθώς επιτρέπει στον εξεταστή να εκτιμήσει και να μετρήσει την πρόσθια και οπίσθια επιφάνειά του. Οι χειρουργοί χρησιμοποιούν το σύστημα δακτυλίου του δίσκου (placido) γι' αυτήν την εξέταση καθώς είναι χρήσιμη για την ανίχνευση κάποιας ανωμαλίας του κερατοειδή. Αν βρεθούν ανωμαλίες, όπως ο κερατόκωνος, στον οποίο ο κερατοειδής είναι πιο αδύναμος από τον φυσιολογικό, το Lasik μπορεί να είναι μια μη ασφαλή διαδικασία, που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της όρασης του ασθενή στο μέλλον.

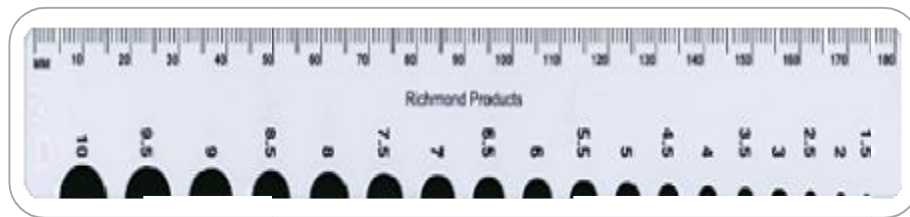


**Εικόνα 37:** Αριστερά επιτραπέζιος τοπογράφος. Στη μέση οι ανακλάσεις του Placido disk του τοπογράφου στον κερατοειδή, και δεξιά η εικόνα μέσα από την κάμερα του τοπογράφου.

- **Παχυμετρία κερατοειδούς (Pachymetry).** Είναι ο ιατρικός όρος για τη μέτρηση του πάχους του κερατοειδούς. Από το πάχος του κερατοειδούς εξαρτάται το όριο που ο χειρουργός μπορεί να σμιλεύσει με το laser. Αν δεν υπάρχει επαρκής ιστός τότε η επέμβαση δεν μπορεί να γίνει.
- **Κερατομετρία (Keratometry).** Είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της καμπυλότητας του κερατοειδούς.
- **Κορομετρία (Pupillometry).** Η διάμετρος της κόρης ιδανικά θα πρέπει να είναι όχι περισσότερο από 6,5mm. Ωστόσο, η πρόοδος στην τεχνολογία των laser επιτρέπει στους χειρουργούς να εργαστούν και σε διαμέτρους έως 8,5mm.

Οι κόρες θα πρέπει να μετρώνται όταν βρίσκονται στο μεγαλύτερο πιθανό μέγεθος, το οποίο εμφανίζεται κάτω από σκοτεινές συνθήκες. Υπάρχουν τρεις μέθοδοι για την αξιολόγηση του μεγέθους της κόρης:

1. *Ενίσχυση φωτός* – χρησιμοποιείται η τεχνολογία νυχτερινής όρασης που προέρχεται από το στρατό, ο εξεταστής κοιτάζει μέσα από το άκρο μιας συσκευής την κόρη.
2. *Κάρτα χάρακα* – ο εξεταστής κρατάει μια κάρτα χειρός με μια σειρά από μαύρους κύκλους Προσπαθεί να ταιριάξει κάποιον κύκλο της κάρτας με την διάμετρο της κόρης. Το μόνο μειονέκτημα είναι ότι απαιτείται φως στο δωμάτιο, προκειμένου να διαβάσει ο εξεταστής την κάρτα; ως εκ τούτου, οι κόρες μπορεί να είναι μικρότερες με αυτό το επίπεδο του φωτισμού από ό,τι θα ήταν πραγματικά με την νυχτερινή φωταγωγήση.



**Εικόνα 38:** Απεικόνιση της κάρτας χάρακα.

3. *Οπτική εκτίμηση* – ο εξεταστής μαντεύει το μέγεθος της κόρης απλά κοιτάζοντάς την. Αυτή είναι η λιγότερο ακριβής μέθοδος και έχει το ίδιο μειονέκτημα της κάρτας, αφού απαιτείται αρκετά έντονος φωτισμός, προκειμένου ο εξεταστής να δει τις κόρες.
- **Εκτροπομετρία (Aberrometry).** Είναι μια υπερβολικά ακριβής μέτρηση που περιλαμβάνει όχι μόνο τις μετρήσεις της μυωπίας, υπερμετρωπίας και αστιγματισμού αλλά και την παρουσία των εκτροπών υψηλής τάξης που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα της νυχτερινής όρασης, να δημιουργήσουν δυσάρεστο έντονο φως, φωτοστέφανα και άλλες οπτικές ενοχλήσεις.
  - **Ανάλυση μετώπου κύματος (Wavefront analysis).** Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση υψηλών εκτροπών που μπορεί να υποβαθμίσουν την όραση. Οι τυποποιημένες διαδικασίες Lasik δεν μπορούν να θεραπεύσουν ασθενείς με σημαντικά ποσοστά ανωμαλιών μετώπου κύματος. Το Wavefront Guided Lasik μπορεί να είναι η καλύτερη επιλογή για τη μείωση των υψηλών εκτροπών δίνοντας στον ασθενή ένα καλύτερο οπτικό αποτέλεσμα.

Οι παραπάνω εξετάσεις είναι αυτές που περιλαμβάνονται σε έναν προεγχειρητικό έλεγχο, προκειμένου να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του υποψηφίου.

*Σε όλη τη διάρκεια της εξέτασης ο ασθενής έχει την δυνατότητα να εκφράσει τις ερωτήσεις του. Θα πρέπει να υπολογίσει ότι θα χρειαστούν περίπου 2 ώρες για να ολοκληρωθεί ο έλεγχος των ματιών του.*

*Μετά την ολοκλήρωση της εξέτασης οι ειδικοί σύμβουλοι επεμβάσεων θα ενημερώσουν τον ασθενή για όλα τα διαδικαστικά θέματα που αφορούν την επέμβαση. Η τελική απόφαση και επιλογή προκύπτει ύστερα από εκτεταμένη συζήτηση του υποψηφίου με τον διαθλαστικό χειρουργό.*

*Ο ασθενής δεν θα πρέπει να αγχωθεί αν η όρασή του είναι λίγο επηρεασμένη και ίσως υπάρχει μικρή ευαισθησία στο έντονο φως. Καλό θα είναι να φέρει μαζί του γυαλιά ηλίου και να μην οδηγήσει για λίγες ώρες μετά την εξέταση.*



## 6.4) LASIK

### 6.4.1) ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ

Η LASIK (**laser assisted in situ keratomileusis**) είναι η πιο συχνά εκτελούμενη διαθλαστική επεμβατική διαδικασία, που εφαρμόζεται από τους χειρουργούς – οφθαλμιάτρους, οι οποίοι πρέπει να είναι πολύ καλά εκπαιδευμένοι και έμπειροι, για τη διόρθωση ανωμαλιών της όρασης, όπως η μυωπία, ο αστιγματισμός και η υπερμετρωπία. Όπως και τα άλλα είδη της διαθλαστικής χειρουργικής, έτσι και η διαδικασία LASIK αναδιαμορφώνει τον κερατοειδή προκειμένου το φως που εισέρχεται στο μάτι να είναι σωστά εστιασμένο πάνω στον αμφιβληστροειδή.

Είναι εξαιρετικά δημοφιλής μέθοδος διόρθωσης των διαθλαστικών ανωμαλιών, λόγω των πλεονεκτημάτων που έχει σε σχέση με άλλες διαδικασίες μόνιμης διόρθωσης της όρασης. Και αυτό λόγω της σύντομης και ασφαλούς διαδικασίας της επέμβασης και της αμεσότητας των αποτελεσμάτων της. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο την προτιμούν οι ασθενείς.

Είναι μία τεχνική που συνδυάζει τις εφαρμοσμένες γνώσεις και τα πλεονεκτήματα της κερατοσμίλευσης με την ακρίβεια της διαθλαστικής δράσης του excimer laser. Ωστόσο, απαιτεί εξαιρετικά λεπτομερή προεγχειρητικό σχεδιασμό.

Το βασικό πλεονέκτημα της Lasik σε σύγκριση με την επιφανειακή εφαρμογή του excimer laser (μέθοδος **PRK** – photorefractive keratectomy) είναι η αποσύνδεση του μετεγχειρητικού αποτελέσματος από τις επουλωτικές διαδικασίες του κερατοειδούς, επειδή η μεμβράνη του Bowman παραμένει ακέραια. Με τη μέθοδο Lasik μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά η μυωπία (έως 8 βαθμούς – σε εξαιρετικές περιπτώσεις μέχρι 10), η υπερμετρωπία (μέχρι 4–5 βαθμούς) και ο αστιγματισμός (μέχρι 5–6 βαθμούς).

### 6.4.2) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

Με την μέθοδο αυτή, η διόρθωση της διαθλαστικής ανωμαλίας δεν γίνεται στην επιφάνεια, αλλά **στο εσωτερικό του κερατοειδούς**. Αρχικά, μια σταγόνα αναισθητικού ενσταλάζεται στον οφθαλμό του ασθενή και τον αναισθητοποιεί. Ο οφθαλμίατρος χρησιμοποιεί μια λεπτή συσκευή διατήρησης ανοιχτών των βλεφάρων που τοποθετείται γύρω από τις γωνίες αυτών για να εμποδίζει το κλείσιμο τους. Μαρκάρει τον κερατοειδή με ένα στυλό με μελάνι που διαλύεται από το νερό, χρησιμοποιώντας τον ως οδηγό για την επανατοποθέτηση του κρημνού αργότερα.

Ο ασθενής δεν πρέπει να ανησυχεί, καθώς η συσκευή αυτή είναι μαλακή αλλά αρκετά σταθερή για να εμποδίσει το ανοιγοκλείσιμο των βλεφάρων. Έπειτα ο ασθενής θα αισθανθεί μια μικρή πίεση γύρω από τα μάτια όταν ο χειρουργός θα χρησιμοποιήσει το μικροκερατόμο (εργαλείο που κόβει) καθώς τοποθετείται στην σωστή θέση και κλειδώνει στο σημείο εκκίνησης (**Εικόνα Α**). Είναι τελείως φυσιολογικό και αναμενόμενο ότι η όραση του ασθενούς στην αρχή θα είναι θαμπή. Έπειτα ο κερατοειδής ενυδατώνεται, ο μικροκερατόμος γλιστρά κατά μήκος της επιφάνειας του και κόβει τα εξωτερικά στρώματα. Ο μικροκερατόμος σταματά αυτόματα, αφήνοντας ένα μικρό τμήμα άκοπο, το οποίο λειτουργεί ως σύνδεσμος με τον υπόλοιπο κερατοειδή (flap) (**Εικόνα Β**). Σε αυτή τη στιγμή το άτομο δεν πρέπει να αγχωθεί αν η όρασή του σκοτεινιάσει.

Στη συνέχεια ο δακτύλιος αναρρόφησης και ο μικροκερατόμος αποσύρονται και η όραση επανέρχεται. Ο οφθαλμίατρος ανασηκώνει τον κερατοειδικό κρημνό και με τον τρόπο αυτό εφαρμόζεται το excimer laser, το οποίο μέσω μιας ψυχρής υπεριώδους ακτίνας φωτός καταλύει πολύ μικροσκοπικά κομμάτια του ιστού του κερατοειδή, για να τον αναμορφώσει. Έτσι αλλάζει η καμπυλότητα του κερατοειδούς και διορθώνεται το διαθλαστικό σφάλμα (**Εικόνα C**). Το excimer laser χρησιμοποιεί ένα σύστημα εντοπισμού που ακολουθεί τη θέση του ματιού του ασθενούς μέχρι 4000 φορές ανά δευτερόλεπτο. Οι παλμοί είναι περίπου 1millijoule (mJ) της ενέργειας παλμού σε 10 έως 20 νανοδευτερόλεπτα.

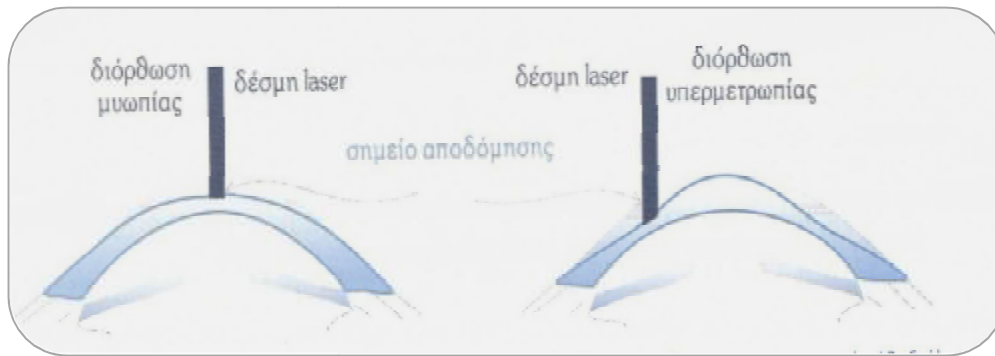
Παρακάτω αναφέρετε τι γίνεται στον κερατοειδή ενός ασθενή με μυωπία, υπερμετρωπία και αστιγματισμό.

### **Lasik για μυωπία**

- Ο κερατοειδής στη μυωπία είναι πιο κυρτός στο κέντρο του.
- Το laser εφαρμόζεται στο κέντρο του κερατοειδή.
- Το flap επανατοποθετείται στη θέση του.
- Τελικά ο κερατοειδής επιπεδώνεται στο κέντρο του ώστε να εξαλειφθεί η μυωπία.

### **Lasik για υπερμετρωπία**

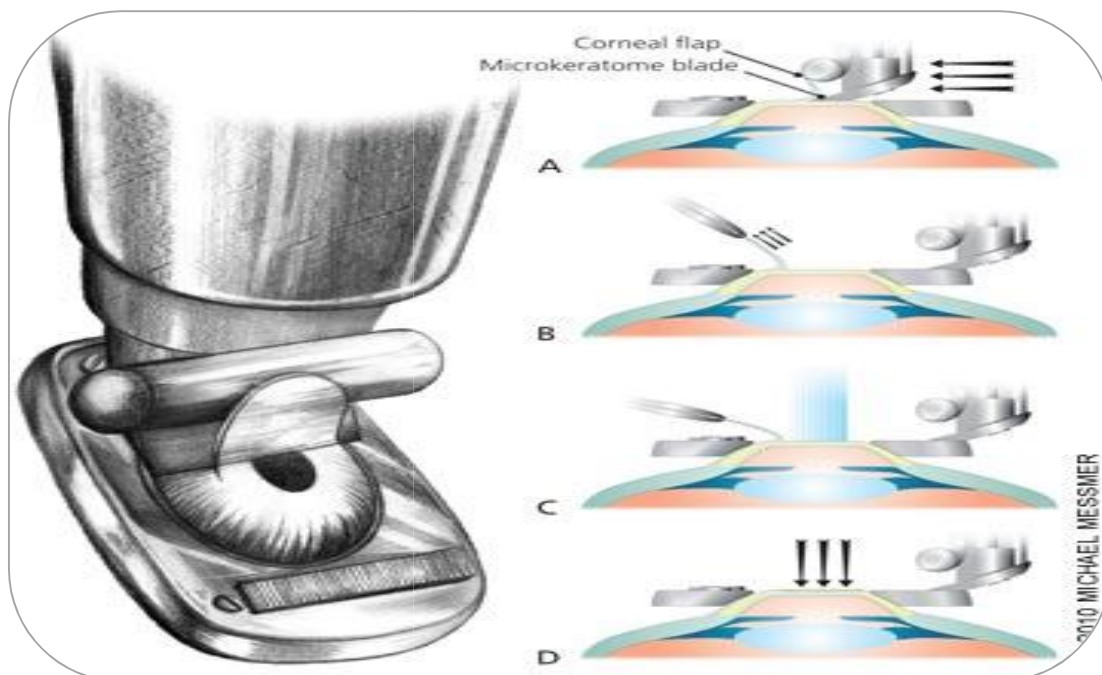
- Ο κερατοειδής στην υπερμετρωπία είναι πιο επίπεδος στο κέντρο του.
- Το laser εφαρμόζεται στην περιφέρεια του κερατοειδή.
- Το flap επανατοποθετείται στη θέση του.
- Τελικά ο κερατοειδής κυρτώνεται στο κέντρο του ώστε να εξαλειφθεί η υπερμετρωπία.



**Εικόνα 39:** Φωτοαποδόμηση σε μυωπία (αριστερά) και υπερμετρωπία (δεξιά).

Το laser μπορεί επίσης να διορθώσει τον αστιγματισμό, εξομαλύνοντας το ακανόνιστο σχήμα του κερατοειδή σε ένα πιο φυσιολογικό.

Τέλος ο χειρουργός επανατοποθετεί το flap στη θέση του, ελέγχοντας για την παρουσία φυσαλίδων αέρα, καλύπτοντας την περιοχή όπου αναμορφώθηκε ο ιστός του κερατοειδούς χωρίς να χρειάζονται ράμματα (**Εικόνα D**). Η διάρκεια της διαδικασίας αυτής δεν υπερβαίνει τα 5 λεπτά για το κάθε οφθαλμό και είναι ανώδυνη. Η αποκατάσταση της όρασης είναι πολύ γρήγορη ενώ η ποιότητα της όρασης συνεχίζει να βελτιώνεται για ένα μικρό ακόμη χρονικό διάστημα (<6 μήνες).



**Εικόνα 40:** Απεικόνιση της διαδικασίας LASIK.

## **6.5) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ–ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΓΧΕΙΡΙΣΗΣ LASIK**

### **Πλεονεκτήματα:**

- 1) Ο ασθενής αποκτά αμέσως μια καθαρή, φυσιολογική ή ακόμα και βελτιωμένη όραση.
- 2) Η διαδικασία είναι γρήγορη, διάρκειας 5 – 10 λεπτών περίπου.
- 3) Η Lasik συσχετίζεται με πολύ λίγο πόνο εξαιτίας των μυδριατικών κολλυρίων που χρησιμοποιούνται.
- 4) Επειδή το laser καθοδηγείται από Η/Υ τα αποτελέσματα είναι μεγάλης ακρίβειας.
- 5) Οι ασθενείς είναι ικανοί να δουν καθαρά σε μικρό χρονικό διάστημα, χωρίς την βοήθεια γυαλιών ή φακών επαφής.
- 6) Η ποιότητα ζωής του ασθενούς βελτιώνεται.
- 7) Μετά την εγχείρηση δεν χρειάζεται κάποιο είδος επιδέσμου στο μάτι.
- 8) Έπειτα από χρόνια, η πραγματοποίηση μιας επιπλέον εγχείρησης στο άτομο για άριστη όραση είναι εφικτή.

### **Μειονεκτήματα:**

- 1) Τα αποτελέσματα της εγχείρησης είναι πιθανό να διαφέρουν από άτομο σε άτομο.
- 2) Η Lasik μπορεί να χειροτερέψει τη νυχτερινή όραση προκαλώντας νυχτερινό θάμβος και φωτοστέφανα.
- 3) Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χειροτερέψει την ήδη υπάρχουσα ξηροφθαλμία του ασθενή.
- 4) Σε πολύ σπάνιες καταστάσεις η Lasik μπορεί να βλάψει την όραση δίχως να μπορεί να διορθωθεί με γυαλιά ή φακούς επαφής.
- 5) Η Lasik αποτελεί ένα τεχνολογικό σύμπλεγμα. Αυτό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα η όραση να επηρεαστεί μόνιμα όταν γίνει το flap.
- 6) Μετά την εγχείρηση δεν μπορεί ο ασθενής να πετύχει άριστη όραση, όπως είχε πριν, φορώντας τα γυαλιά του ή τους φακούς επαφής επειδή ένα μικρό ποσοστό αμετροπίας (0,25–0,50D) παραμένει αδιόρθωτο.
- 7) Επιπλέον επιπλοκές που μπορεί να υπάρξουν είναι: υπερδιόρθωση, υποδιόρθωση, πρόκληση αστιγματισμού, κερατοειδική απόπτωση, μόλυνση ή διάφορες φλεγμονές.

## **6.6) ΗΜΕΡΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ**

### **6.6.1) ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί (παρ. 6.3) ειδική προσοχή πρέπει να δοθεί στην περίπτωση που ο ασθενής φοράει φακούς επαφής. Επίσης, πρέπει ο ασθενής να αποφύγει την καφεΐνη και το αλκοόλ εικοσιτέσσερις (24) ώρες πριν την

επέμβαση, επειδή οι ουσίες αυτές μπορεί να επηρεάσουν τη διάμετρο της κόρης του ματιού και να διαταράξουν τον ύπνο του. Θα πρέπει να αποφεύγονται το μακιγιάζ, τα αρώματα, τα σπρέι μαλλιών και γενικότερα τοξικά και πτητικά χημικά στοιχεία κατά τη μέρα της επέμβασης. Τέλος, ο ασθενής θα πρέπει να είναι ντυμένος άνετα και ζεστά γιατί συνήθως η θερμοκρασία στην αίθουσα του laser είναι χαμηλή.

### **6.6.2) ΤΥΠΙΚΗ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ**

Αρχικά, ο ασθενής αφού ενημερωθεί και διευκρινίσει τυχόν απορίες ή αμφιβολίες του σχετικά με την επέμβαση, υπογράφει δήλωση συγκατάθεσης, στην οποία θα αναφέρει ότι είναι ενήμερος για την έκβαση της επέμβασης. Ειδικότερα, ότι γνωρίζει όλα όσα αφορούν τα οφέλη που προκύπτουν από αυτήν, ή τις πιθανές επιπλοκές που ενδέχεται να ακολουθήσουν. Επίσης, τι ακριβώς διακινδυνεύει να υποστεί κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Επιπλέον, δηλώνει ότι γνωρίζει την ύπαρξη όλων των πιθανών εναλλακτικών λύσεων (π.χ. γυαλιά, φακούς επαφής) και ότι παρόλα αυτά συναινεί να συνεχίσει στην πραγματοποίηση της επέμβασης.

### **6.6.3) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ**

#### **1) ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ**

Η διαδικασία της επέμβασης ξεκινά με την ενστάλαξη διάφορων κολλυρίων στα μάτια του ασθενούς. Μερικά από αυτά είναι για να μουδιάσουν τα μάτια, ενώ άλλα είναι αντιβιοτικά και αντιφλεγμονώδη για να προλάβουν τον ενδεχόμενο κίνδυνο μολύνσεων. Στη συνέχεια δίνεται ένα ήπιο ηρεμιστικό χάπι το οποίο θα βοηθήσει στη χαλάρωση του ασθενούς. Μετά την είσοδο του ασθενούς στην αίθουσα του laser ακολουθεί η ενστάλαξη επιπλέον σταγόνων στα μάτια του. Ο χειρουργός και το νοσηλευτικό προσωπικό θα καθαρίσουν προσεχτικά την περιοχή των βλεφάρων με μια αποστειρωμένη υγρή γάζα.

#### **2) ΚΥΡΙΩΣ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

Μια λεπτή συσκευή η οποία διατηρεί ανοιχτά τα βλέφαρα τοποθετείται γύρω από τις γωνίες των βλεφάρων για να εμποδίσει το κλείσιμο τους. Η συσκευή είναι μαλακή αλλά αρκετά σταθερή για να εμποδίσει το ανοιγοκλείσιμο των βλεφάρων. Ο ασθενής θα αισθανθεί μια μικρή πίεση γύρω από τα μάτια του κατά την διάρκεια που ο χειρουργός θα αλλάζει τα εργαλεία. Είναι τελείως φυσιολογικό και αναμενόμενο ότι η όραση του ασθενή στην αρχή θα είναι θαμπή και ότι κάποια στιγμή θα σκοτεινιάσει κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του flap.

Αφού δημιουργηθεί το flap, ο χειρουργός θα δώσει εντολή στον ασθενή να δει ένα μικρό σταθερό φως του laser, το οποίο όμως θα είναι θαμπό, όπως

είναι φυσιολογικό. Το μηχάνημα του laser θα ευθυγραμμίσει το μάτι του ασθενούς και θα ελέγχει την κίνηση του, καθώς θα απελευθερώνει ενέργεια laser για να λειάνει τον κερατοειδή. Η όλη διαδικασία του laser θα πάρει μόνο λίγα λεπτά βασιζόμενη στις προεγχειρητικές μετρήσεις. Αφότου εφαρμοσθεί το laser ο χειρουργός θα τοποθετήσει το flap στη θέση του χρησιμοποιώντας μερικές σταγόνες για να ενυδατώσει την επιφάνεια του ματιού. Ο κερατοειδής και το flap τείνουν να κολλήσουν αμέσως μεταξύ τους και δεν χρειάζεται να γίνουν ράμματα. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για το δεύτερο μάτι. Κατά την αποχώρηση του ασθενούς από την αίθουσα του laser γίνεται ένας τελικός έλεγχος, όπου ελέγχονται τα flap αν είναι σωστά τοποθετημένα και κολλημένα για να ξεκινήσει η επούλωση του κερατοειδή.



**Εικόνα 41:** Διαδικασία επέμβασης LASIK.

## **6.7) ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ**

Όταν η διαδικασία ολοκληρωθεί, ο ασθενής θα οδηγηθεί στην αίθουσα αναμονής για λίγα λεπτά και στην συνέχεια ο γιατρός θα εξετάσει τα μάτια του. Θα του δοθούν ειδικά καλύμματα που θα πρέπει να τοποθετεί στα μάτια του κατά την διάρκεια του ύπνου τα οποία θα του επιτρέπουν να βλέπει, παρέχοντας του παράλληλα προστασία από το περιβάλλον και από τυχαία τριψίματα. Θα λάβει οδηγίες για τις μετεγχειρητικές σταγόνες και τους περιορισμούς δραστηριοτήτων και μετά θα μπορεί να πάει σπίτι. Είναι σημαντικό να θυμάται ότι η όραση του θα είναι θαμπή για μερικές ώρες μετά την διαδικασία και ότι είναι φυσιολογικό να έχει έναν ήπιο ερεθισμό όπως ευαισθησία στα φώτα, δακρύρροια και αίσθηση ξένου σώματος.

Το καλύτερο πράγμα που μπορεί να κάνει ο ασθενής όταν πάει σπίτι είναι να κοιμηθεί. Κρατώντας τα μάτια του κλειστά για 4 – 6 ώρες μετά την επέμβαση, θα βοηθήσει πραγματικά στην διαδικασία της επούλωσης, καθώς η θέση των βλεφάρων λειτουργεί ευεργετικά στο σφράγισμα του flap.

Αν και η όραση είναι βελτιωμένη ακόμα και αμέσως μετά την επέμβαση, καλό θα ήταν να έχει φροντίσει να έχει κάποιον να τον συνοδεύσει ως το σπίτι του. Η οδήγηση αμέσως μετά την επέμβαση δεν επιτρέπεται.

#### **6.7.1) Η ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ**

Μετά τη διαδικασία Lasik οι πρώτες ώρες είναι οι πιο σημαντικές για την επούλωση. Ο ασθενής θα πρέπει να θυμάται να έχει τα μάτια του κλειστά, καλά ενυδατωμένα με τα τεχνητά δάκρυα ακόμα κι αν δεν τα αισθάνεται ξηρά. Γι' αυτό το λόγο ο χειρουργός χορηγεί στον ασθενή αντιβιοτικά και σταγόνες στεροειδών για να τα χρησιμοποιεί για διάστημα 7 – 10 ημερών. Επίσης δίνονται λιπαντικές σταγόνες για λίγους μήνες.

Η κύρια οδηγία είναι να μην τρίβει, μην ακουμπάει ή πιέζει τα μάτια του για μια εβδομάδα. Συνήθως ο ασθενής πρέπει να φοράει ειδικές «ασπίδες ματιών» κατά τη διάρκεια του ύπνου για μία εβδομάδα για την προστασία των ματιών, για να αποφευχθεί το τρίψιμο τους, γιατί υπάρχει κίνδυνος μετατόπισης του flap του κερατοειδούς.

Ο οφθαλμός μπορεί να είναι κόκκινος με στίγματα επιφανειακού αίματος (αιμορραγία επιπεφυκότα) που όμως θα εξαφανιστεί μέσα σε 2 – 4 εβδομάδες. Επίσης, ο ιδρώτας μπορεί να προκαλέσει τσούξιμο, αλλά δεν είναι βλαβερός.

Ο ασθενής θα πρέπει να ξεκουράζεστε όσο το δυνατόν περισσότερο μετά την επέμβαση, καθώς ο ύπνος βοηθά θεαματικά στην επιτάχυνση της επούλωσης.

Θα πρέπει να αποφεύγει να βάζει νερό απευθείας στα μάτια του για λίγο καιρό. Τις πρώτες μετεπεμβατικές μέρες συνιστάται να φοράει γυαλιά ηλίου, όταν κάνει εξωτερικές εργασίες ή περίπατο, ιδίως αν φυσάει.

Θα πρέπει να αποφεύγει το κολύμπι, τα ζεστά μπάνια και να προσέξει να μην πάει νερό ή σαμπουάν στα μάτια του για μία εβδομάδα. Στην τελευταία περίπτωση μπορεί να φοράει γυαλιά κολύμβησης ή να λούζετε ανάσκελα όπως σε κομμωτήριο.

Επίσης θα πρέπει να αποφεύγει τις λοσιόν, τις κρέμες, το μακιγιάζ και τα αρώματα καθώς μπορεί να προκαλέσουν συχνά συσσώρευση στα βλέφαρα και αυτό μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο για λοίμωξη. Θα πρέπει να ρωτήσει το

γιατρό του για το πότε μπορεί να χρησιμοποιήσει ξανά αυτά τα προϊόντα. Θα πρέπει να αποφύγει την κηπουρική και το σκονισμένο ή βρώμικο περιβάλλον για τουλάχιστον 15 μέρες.

Το κάπνισμα επιτρέπεται αλλά ο ασθενής θα δει ότι ο καπνός ερεθίζει αρκετά τα μάτια. Οπότε θα ήταν καλύτερο να το αποφύγει, όπως και το solarium.

Το διάβασμα προκαλεί καταπόνηση στα μάτια. Δεν συνιστάται σε αυτή τη φάση η πολύωρη χρήση υπολογιστή ή τηλεόρασης. Αυτές οι ασχολίες θα πρέπει να γίνονται με σύνεση.

Θα πρέπει να αποφύγει την οδήγηση για λίγες ημέρες ή μέχρι να νιώσει άνετα, επειδή μπορεί να εμφανιστεί θολερότητα στην όρασή του και απώλεια της αντίληψης του βάθους. Ο οφθαλμίατρος θα ενημερώσει τον ασθενή για το πότε θα είναι σε θέση να οδηγήσει ξανά με ασφάλεια.

Αν και συνήθως ο ασθενής νοιώθει ότι είναι σε θέση να πάει στη δουλειά την επόμενη μέρα, οι περισσότεροι ιατροί συμβουλεύουν μια – δυο μέρες ξεκούρασης αντ' αυτού. Η συνολική περίοδος αποχής από την εργασία εξαρτάται και από το επάγγελμα του ασθενούς, σπάνια ωστόσο ξεπερνά τις 7–8 ημέρες.

Επίσης ο ασθενής θα πρέπει να συμβουλευτεί το γιατρό του εάν επιτρέπονται τα βάρη. Δεν επιτρέπεται να κάνει γυμναστική ή σπορ για μια βδομάδα. Ιδιαίτερα τα σπορ με σωματική επαφή π.χ. ποδόσφαιρο, πυγμαχία κλπ. δεν επιτρέπονται για 1 μήνα.

Είναι απαραίτητο ο ασθενής να καταλάβει ότι η μετεγχειρητική παρακολούθηση είναι σημαντική για το αποτέλεσμα, όσο και η ίδια η επέμβαση. Γι' αυτό συνιστάται να επιστρέψει στον οφθαλμίατρό του για εξετάσεις ώστε να επιβεβαιωθεί ότι τα μάτια του έχουν επουλωθεί ορθώς και για να δοθούν απαντήσεις σε κάθε ερώτηση που μπορεί να έχει.

Μετεγχειρητικές δοκιμασίες και εξετάσεις συνήθως γίνονται:

1η μέρα: έλεγχος του κερατοειδικού κρημνού

1η εβδομάδα: έλεγχος της όρασης

1ος μήνας: έλεγχος για το αν χρειάζεται συμπληρωματική επέμβαση

3ος μήνας: συμπληρωματική επέμβαση εάν είναι απαραίτητη και δυνατή (ανάλογα με τον χειρουργό και την επούλωση του οφθαλμού οι συμπληρωματικές επεμβάσεις μπορούν να γίνουν μεταξύ τριών και δώδεκα μηνών)



6ος μήνας: έλεγχος οπτικής σταθερότητας του οφθαλμού

12ος μήνας: τελικός έλεγχος

*Το ακριβές πρόγραμμα και ο αριθμός των επισκέψεων μπορεί να διαφέρει από ασθενή σε ασθενή και εξαρτάται από την επούλωση.*

Ο ασθενής θα πρέπει να περιμένει να δει μια εντυπωσιακή βελτίωση στην μακρινή του όραση από την πρώτη μέρα μετά τη διαδικασία της Lasik. Εν' τούτοις αυτό είναι μια ένδειξη του πόσο καλά τελικά θα βλέπει όταν τα μάτια του θα έχουν θεραπευτεί πλήρως. Γενικά μετά από περίπου 3 μήνες θα έχει την αίσθηση της τέλει όρασης. Δεν θα πρέπει να ξοδεύει τον χρόνο του συγκρίνοντας την όραση στο ένα μάτι με το άλλο. Τα μάτια αναρρώνουν με διαφορετικό ρυθμό ενώ συνήθως έχουν και διαφορετικές δυνατότητες στη επίτευξη της καλύτερα δυνατής όρασης.

Για οτιδήποτε προβληματίζεται ο ασθενής δεν θα πρέπει να διστάσει να επικοινωνήσει με το γιατρό του. Αυτός θα λύσει κάθε απορία του και θα δώσει οδηγίες για την συχνότητα της παρακολούθησης. Δεν πρέπει επίσης να διστάσει να καλέσει αμέσως τον οφθαλμίατρό του εάν παρουσιαστεί κάποια επιδείνωση ή ασυνήθιστα συμπτώματα. Αυτά τα συμπτώματα μπορεί να είναι σημάδι κάποιου σοβαρού προβλήματος που θα μπορούσε να οδηγήσει σε απώλεια της όρασης, αν δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα.

*Όλοι οι ασθενείς θα πρέπει να πηγαίνουν για μια πλήρη οφθαλμολογική εξέταση σε ετήσια βάση. Αυτό είναι προληπτικό μέτρο για τη διασφάλιση της υγείας και της σωστής λειτουργίας των ματιών τους.*

## **6.8) ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Όπως το κάθε μάτι ξεχωριστά είναι διαφορετικό σε σχέση με το άλλο έτσι και η όραση διαφέρει ανάμεσα στα δύο μάτια. Παρόλα αυτά είναι δυνατόν να γίνει μια πρόβλεψη σχετικά με το αποτέλεσμα βάσει της συνταγής των γυαλιών, στην οφθαλμική υγεία και στον προεγχειρητικό έλεγχο.

Ένας πεπειραμένος χειρουργός της Lasik θα δώσει με ασφάλεια, αναμενόμενα αποτελέσματα ανεξάρτητα από τον τύπο της διαδικασίας laser που θα χρησιμοποιήσει και θα βοηθήσει τον ασθενή να πετύχει τους πραγματικούς του στόχους και προσδοκίες.

Οι περισσότεροι άνθρωποι, που υποβάλλονται σε διόρθωση της μυωπίας με LASIK, πετυχαίνουν **όραση 20/20** ή και καλύτερη ακόμη (βέβαια, τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν). Ακόμα και όταν έχει επιτευχθεί ένα άριστο αποτέλεσμα στην όραση μπορεί μερικές φορές να χρειάζονται γυαλιά κατά τη βραδινή οδήγηση και κατά την ανάγνωση.

Τα αποτελέσματα της διαθλαστικής επέμβασης είναι μόνιμα σε ποσοστό μεγαλύτερο από το 95% των περιπτώσεων. Εάν υπάρξει υποστρόφη σημαντικό βαθμού μέσα στον πρώτο μετεγχειρητικό χρόνο πραγματοποιείται επανεπέμβαση χωρίς επιπλέον οικονομική επιβάρυνση (εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες παράμετροι από πλευράς οφθαλμού).

Σε ορισμένες περιπτώσεις όμως οφθαλμικές ή συστηματικές παθήσεις, όπως π.χ. καταρράκτης ή διαβήτης μπορούν να προκαλέσουν την εμφάνιση εκ νέου διαθλαστικών ανωμαλιών στον οφθαλμό.

Ασθενείς με πολύ μεγάλη μυωπία άνω των 10 βαθμών, μπορεί να εξακολουθούν να χρειάζονται γυαλιά ή φακούς επαφής μετά από διόρθωση της όρασης με laser, αλλά για πολύ χαμηλότερους βαθμούς συνήθως από ό,τι πριν.

Για όλους τους ανωτέρω λόγους όλοι οι ασθενείς οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε διαθλαστική επέμβαση θα πρέπει να υποβάλλονται σε τακτικό ετήσιο οφθαλμολογικό έλεγχο ανεξάρτητα της καλής μετεγχειρητικής τους κατάστασης.

#### **6.8.1) ΈΡΕΥΝΑ**

Το 2006, το British National Health Service's Institute εξέδωσε στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της επέμβασης LASIK, σε κατάλληλα επιλεγμένους ασθενείς<sup>[22]</sup>.

##### Ικανοποιημένοι ασθενείς

Έρευνες έδειξαν ότι το ποσοστό ικανοποίησης των ασθενών ήταν μεταξύ 92 – 98%<sup>[11]</sup>. Τα δεδομένα από τα προηγούμενα 10 χρόνια αποκάλυψαν ότι το 95,4% των ασθενών που είχαν πραγματοποιήσει την επέμβαση ήταν ικανοποιημένοι.

##### Δυσανεστημένοι ασθενείς

Ορισμένοι ασθενείς με τα μη επιθυμητά αποτελέσματα μετά από την επέμβαση Lasik, ανέφεραν σημαντικά μειωμένη ποιότητα ζωής, λόγω των προβλημάτων όρασης ή το σωματικό πόνο που σχετιζόταν με τη χειρουργική επέμβαση. Ένα μικρό ποσοστό αυτών των ασθενών χρειάστηκε να πραγματοποιήσουν κι άλλη χειρουργική επέμβαση, διότι μπορεί να υποδιορθώθηκαν. Μερικοί ασθενείς χρειάστηκε να φορούν φακούς επαφής ή γυαλιά, ακόμη και μετά τη θεραπεία τους<sup>[17]</sup>.

## 6.9) ΕΠΠΛΟΚΕΣ

Οι επεμβάσεις διαθλαστικής χειρουργικής είναι από τις πιο ασφαλείς και επιτυχείς επεμβάσεις που γίνονται στον ανθρώπινο οργανισμό. Κάθε όμως επέμβαση, κρύβει πιθανούς κινδύνους επιπλοκών για τους οποίους ο ασθενής που υποβάλλεται πρέπει να είναι ενήμερος.

### 1) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΠΛΟΚΕΣ (ΥΠΟΔΙΟΡΘΩΣΗ-ΥΠΕΡΔΙΟΡΘΩΣΗ)

Η επέμβαση με laser μπορεί να οδηγήσει είτε σε υπερδιόρθωση είτε σε υποδιόρθωση (η υποδιόρθωση είναι πιο κοινή από την υπερδιόρθωση). Μια μικρή υποδιόρθωση δεν επηρεάζει σοβαρά την όραση του ασθενή και μπορεί να είναι επιθυμητή για την ακόλουθη πρεσβυωπία σε άτομα άνω των σαράντα (40) με σκοπό να βοηθήσει στο διάβασμα. Αντίθετα η υπερδιόρθωση θα κάνει τον ασθενή προσωρινά μύωπα, κάνοντας του την όραση σε μεγάλη απόσταση πιο θαμπή και την κοντινή του όραση καλύτερη. Οι παραπάνω επιπλοκές μπορεί να επιβάλλουν στον ασθενή να φοράει γυαλιά ή φακούς επαφής καθώς και να υποστεί μια ακόμη συμπληρωματική επέμβαση για να πετύχει άριστη όραση.

### 2) ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΥ

Αν και ασυνήθιστο μπορεί να δημιουργηθεί αστιγματισμός από την Lasik, έχοντας σαν αποτέλεσμα την θαμπή όραση μετεγχειρητικά. Ο αστιγματισμός μπορεί να εξαλειφθεί εύκολα και γρήγορα με μια θεραπεία υπερδιόρθωσης ή υποδιόρθωσης. Επίσης, μικροί βαθμοί αστιγματισμού είναι εύκολα ανεκτοί και μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να βελτιώσουν την όραση του ασθενή.

### 3) ΞΗΡΟΦΘΑΛΜΙΑ

Είναι φυσιολογικό και αναμενόμενο για τους ασθενείς να έχουν μια αίσθηση «χαλικιών» ή «άμμου» στα μάτια μετά την εγχείριση Lasik. Αυτή η αίσθηση συνήθως τείνει να υποχωρήσει γρήγορα. Είναι σημαντικό ο ασθενής να χρησιμοποιεί πολύ συχνά κολλύρια που λιπαίνουν τον κερατοειδή μετά την Lasik, αφού αυτό θα βοηθήσει τα μάτια του να επουλωθούν γρήγορα και να ελαχιστοποιήσουν τα συμπτώματα ξηροφθαλμίας.

### 4) ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΥΤΕΡΗΣ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΗΣ ΟΡΑΣΕΩΣ

Μικρός αριθμός ασθενών εμφανίζουν μικρή απώλεια οπτικής οξύτητας μετά από την διόρθωση με laser. Αυτό σημαίνει ότι μετά από την επέμβαση ο ασθενής ακόμα και φορώντας τα γυαλιά του ή τους φακούς επαφής, ίσως να μην μπορεί να βλέπει τόσο καθαρά όσο πριν από την επέμβαση. Αυτή η κατάσταση μπορεί να δημιουργηθεί εξ' αιτίας της μη κανονικής επούλωσης με σημαντική ομίχλη, είτε ενός μη κανονικού flap ή δημιουργία ρυτίδων σε αυτό.

Οι συγκεκριμένες επιπλοκές είναι σπάνιες και μπορούν να προληφθούν και να αντιμετωπιστούν.

#### 5) ΕΛΑΦΡΙΑ ΟΜΙΧΛΗ

Με τις επιφανειακές τεχνικές διόρθωσης των σφαλμάτων όπως η Lasik ένα τυχαίο εύρημα είναι ο σχηματισμός ελαφριάς ομίχλης. Η ελαφριά ομίχλη είναι μια περίοδος κυτταρικής αντίδρασης που μπορεί να αναπτυχθεί στο κερατοειδικό στρώμα μετά την διαδικασία της Lasik. Πιστεύεται ότι είναι το αποτέλεσμα ουσιών που εκκρίνονται από τα επιθηλιακά κύτταρα και εναποτίθενται στο πρόσθιο κερατοειδικό στρώμα. Σπάνια η ελαφριά ομίχλη μπορεί να προκαλέσει μείωση στην ποιότητα και την διαύγεια της όρασης όπως και μείωση στην καλύτερη διορθούμενη όραση.

#### 6) ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΗ ΑΠΟΠΤΩΣΗ

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της Lasik είναι πιθανό να δημιουργηθεί ένα μικρό γδάρσιμο στον κερατοειδή. Ακόμα και με μια τέλεια τεχνική και με ένα καλά ενυδατωμένο μάτι μπορεί να συμβεί μια μικρή απόπτωση στο επιθήλιο του κερατοειδούς καθώς ο μικροκερατοτόμος δημιουργεί το κερατοειδικό flap. Αυτό συμβαίνει σε ένα μικρό ποσοστό όσων υποβλήθησαν στην εγχείρηση lasik, επειδή σε μερικά μάτια τα επιφανειακά κύτταρα δεν είναι καλά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Εάν υπάρξει τέτοια περίπτωση τότε ο χειρουργός τοποθετεί στο μάτι του ασθενούς για δύο (2) ημέρες έναν πολύ λεπτό θεραπευτικό φακό επαφής, ο οποίος βοηθάει στην άνεση και ενισχύει την επούλωση του επιθηλίου.

#### 7) ΝΥΧΤΕΡΙΝΟ ΘΑΜΒΟΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΣΤΕΦΑΝΑ

Είναι συνηθισμένο φαινόμενο για άτομα τα οποία φοράνε γυαλιά ή φακούς επαφής, να έχουν συμπτώματα θάμβους, είτε να βλέπουν φωτοστέφανα ή φωτεινές ακτίνες το βράδυ. Όταν η κόρη διαστέλλεται το βράδυ, οι περιφερειακές ακτίνες φωτός διαχέονται περισσότερο πριν φτάσουν στον αμφιβληστροειδή. Αυτή η διάχυση έχει σαν αποτέλεσμα το θάμβος και τα φωτοστέφανα. Τα συμπτώματα αυτά είναι μερικές φορές ενοχλητικά μετά από την οφθαλμική επέμβαση laser. Το πρόβλημα γίνεται μεγαλύτερο αν η κόρη διασταλεί πέρα από τα όρια των ζωνών θεραπείας. Αν και μερικοί ασθενείς, μπορεί να δουν φωτοστέφανα ή μια ασάφεια του ειδώλου τις βραδινές ώρες, κατά τη διάρκεια του πρώτου μήνα μετά τη θεραπεία, είναι αρκετά ασυνήθιστο αυτά τα συμπτώματα να παρεμποδίσουν τις δραστηριότητες τους.

#### 8) ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΟΥ ΚΡΥΜΝΟΥ (FLAP)

Μερικές φορές μετεγχειρητικά το κερατοειδικό (flap) μπορεί να μετατοπιστεί ελαφρώς. Είναι σημαντικό λοιπόν κατά τη διάρκεια των πρώτων

ωρών ο ασθενής να μην τρίβει τα μάτια του, να μην πιέζει τα βλέφαρα υπερβολικά και να τα κρατάει καλά ενυδατωμένα. Εάν, το flap μετατοπιστεί ελαφρώς τότε δημιουργούνται ρυτίδες. Αν αυτές οι ρυτιδώσεις υπάρχουν στο κέντρο του κερατοειδή, τότε μπορεί να προκύψει παραποιημένη όραση και να χρειάζεται να εξομαλυνθεί. Αυτό γίνεται σηκώνοντας το flap και ισιώνοντας το με ένα ειδικό εργαλείο. Όταν αντιμετωπιστεί νωρίς, αυτό το φαινόμενο εξαλείφεται εντελώς. Ενώ κάποια προβλήματα με το κερατοειδικό flap μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τη καλύτερη διορθούμενη όραση, στη συντριπτική πλειοψηφία οι επιπλοκές που σχετίζονται με το flap εύκολα διευθετούνται και σπάνια έχουν σοβαρές επιπτώσεις μακροπρόθεσμα.

#### 9) ΕΝΔΟΕΠΙΘΗΛΙΑΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Παράγεται όταν τα κύτταρα της επιθηλιακής επιφάνειας αυξάνονται κάτω από το κερατοειδικό κρημνό κατά την επούλωση της κερατοειδικής τομής. Συνήθως, συμβαίνει κατά το πρώτο μήνα και είναι πιο πιθανό σε ασθενή με αδύναμο συγκολλητικό προστατευτικό στρώμα για το οποίο η ηλικία αποτελεί παράμετρο. Η ενδοεπιθηλιακή ανάπτυξη είναι πιο συνήθης σε περιπτώσεις τραύματος ή ρήξεως του επιθηλίου. Η κατάσταση παρατηρείται συχνότερα με επεμβάσεις Lasik και σε επί μακρών χρήστες φακών επαφής. Παρά το γεγονός ότι οι περισσότερες μικρές περιοχές επιθηλιακές αναπτύξεως χρειάζονται μόνο παρακολούθηση, οι μεγάλες περιοχές απαιτούν ανασήκωση του κρημνού και καθαρισμό από τα κύτταρα.

#### 10) ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ

Η υποστροφή αναφέρεται στη τάση του ματιού να επιστρέψει ελαφρώς προς την προηγούμενη διαθλαστική του κατάσταση. Αυτό συμβαίνει, σπάνια σε ασθενείς με υψηλά επίπεδα μυωπίας, υπερμετροπίας ή αστιγματισμού που έχουν κάνει Lasik. Εάν συμβεί μια σημαντική υποστροφή, μπορεί να εκτελεστεί η διαδικασία επαναδιόρθωσης. Η επαναδιόρθωση εκτελείται συνήθως τρεις έως έξι μήνες μετά την κανονική διαδικασία διότι στον χρόνο αυτό σταθεροποιείται η νέα διάθλαση του ασθενή.

#### 11) ΔΙΑΧΥΤΟΣ ΣΤΡΩΜΑΤΙΚΗ ΚΕΡΑΤΙΤΙΣ

Η διάχυτος στρωματική κερατίτις – γνωστή σαν το σύνδρομο «της Ερήμου Σαχάρας» είναι μια φλεγμονή που καμιά φορά συμβαίνει ανάμεσα στο κερατοειδικό flap και στο υποκείμενο κερατοειδικό στρώμα. Η διάχυτος στρωματική κερατίτις είναι μια πολύ σπάνια φλεγμονώδης αντίδραση που αφήνει μικρά άσπρα αποθέματα κάτω από το κερατοειδικό flap μετά τη Lasik. Ανάλογα με το βαθμό της φλεγμονής μπορεί να μην υπάρχουν συμπτώματα ή να παρατηρείται μια ελαφριά ομίχλη στην όραση. Όταν παρουσιαστούν περιπτώσεις διάχυτης στρωματικής κερατίτις η θεραπεία γίνεται με στεροειδή

κολλύρια. Σε άλλες περιπτώσεις ο χειρουργός σηκώνει το κερατοειδικό flap και ξεπλένει από κάτω το φλεγμονώδη ιστό.

## 12) ΜΟΛΥΝΣΗ Ή ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΦΛΕΓΜΟΝΕΣ

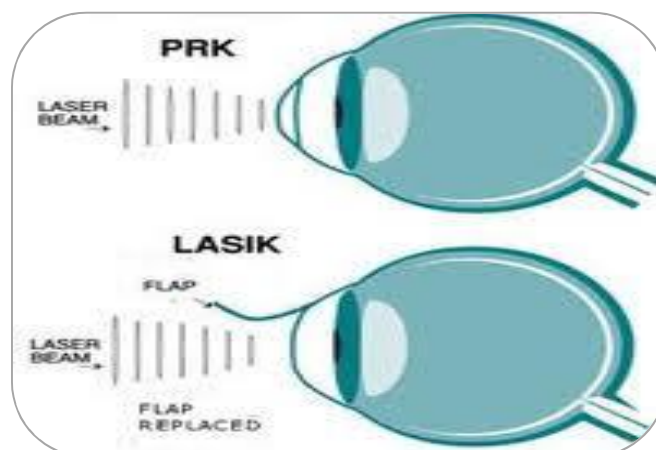
Αν και η μόλυνση είναι η πιο επίφοβη επιπλοκή, είναι αρκετά σπάνια. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι συνήθως 48 – 72 ώρες μετά τη θεραπεία. Για αυτό το λόγο είναι σημαντικό να αποφεύγεται κάθε επαφή με παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν μόλυνση όπως το make-up, το ζεστό μπάνιο και το κολύμπι στη πισίνα για τη πρώτη εβδομάδα. Επιπλέον, είναι επιτακτικό να γίνονται οι προγραμματισμένες επισκέψεις ακόμη και αν όλα φαίνονται ότι είναι καλά. Για την παρεμπόδιση τυχόν μολύνσεων θα χρειαστούν μετεγχειρητικά αντιβιοτικά κολλύρια.

## 6.10) ΣΕ ΤΙ ΥΠΕΡΤΕΡΕΙ Η LASIK ΑΠΟ ΤΗΝ PRK

Στην εικόνα 42 φαίνεται η διαφορά μεταξύ των τεχνικών PRK και LASIK, η οποία έγκειται στη δημιουργία του flap για τη δεύτερη. Στον πίνακα 4 συνοψίζονται τα αποτελέσματα σύγκρισης των δύο τεχνικών.

**Πίνακας 4: LASIK VS PRK.**

LASIK	PRK
Flap / πιο πολύπλοκη επέμβαση	Μικρή επέμβαση χωρίς τομή
Για μεγαλύτερες μυωπίες (1–14dpt)	Για μικρές μυωπίες
Ανώδυνη μετεγχειρητικά	Πόνος για 2–3 μέρες μετεγχειρητικά
Ταχεία επάνοδος όρασης 1–3 μέρες	Πιο αργή επάνοδος όρασης 1–2 εβδομάδες
Καλύτερη για υπερμετρωπία και μεγάλους αστιγματισμούς	Καλύτερη σε ξηροφθαλμία
Απαιτεί μεγαλύτερο πάχος κερατοειδή	Γίνεται και σε λεπτότερο κερατοειδή
Περισσότερο σταθερή σμίλευση	Λιγότερο σταθερή σμίλευση
Απαιτεί συγκεκριμένα ανατομικά στοιχεία κερατοειδούς, κόγχου	Δεν επηρεάζεται τόσο από ακραίες παραμέτρους αυτών των στοιχείων
Προβλήματα κυρίως λόγω Flap	Προβλήματα κυρίως λόγω Haze
Χρήση κολλυρίων πιο περιορισμένη	Χρήση κολλυρίων για δύο μήνες
Σταθερότητα σε 1 εβδομάδα έως 1 μήνα (έως και 3 μήνες)	Σταθερότητα σε 1–3 μήνες (έως και 6–12 μήνες)
Πιο αγαπητή από τους υποψηφίους	



**Εικόνα 42: PRK Vs LASIK**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7°

### ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ

---

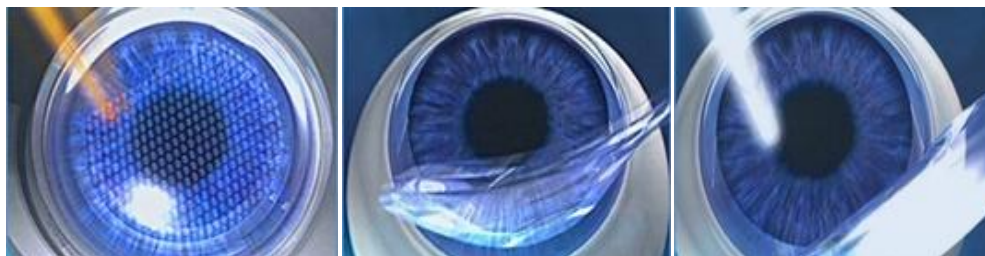
#### 7.1) FEMTOSECOND LASER

Με τη νέα τεχνολογία Femtosecond laser, εφαρμόζεται laser σε όλα τα στάδια της επέμβασης LASIK ακόμα και στο πρώτο στάδιο, δηλαδή στη δημιουργία του flap, έτσι ώστε η διαδικασία να ολοκληρώνεται χωρίς την ανάγκη εφαρμογής «νυστεριού» σε κανένα από τα στάδια της εγχειρήσεως.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται μικροσκοπικοί, αστραπιαίοι παλμοί laser οι οποίοι εκπέμπουν στην υπέρυθρη ζώνη του φάσματος (1053nm) και σε συνδυασμό με τον εξαιρετικά βραχύ χρόνο δράσης τους και τη πολύ μικρή ενέργεια, επιτυγχάνουν φωτοδιάσπαση (photodisruption) του ιστού στον οποίο προσπίπτουν (κερατοειδής, κρυσταλοειδής φακός). Η φωτοδιάσπαση γίνεται ορατή με τη μορφή φυσαλίδας, η οποία τελικά είναι η δύναμη με την οποία τέμνει τους ιστούς το femtosecond laser.

##### 7.1.1) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Κατά το πρώτο βήμα της επέμβασης η δέσμη του υπέρυθρου femtosecond laser, υπό τον έλεγχο ενός υπολογιστή εστιάζεται ακριβώς στα σημεία που επιλέγει ο χειρουργός κάτω από την επιφάνεια του κερατοειδούς για την δημιουργία του κρημνού (flap). Στη συνέχεια της επέμβασης, ο χειρουργός με ένα Excimer laser (δεύτερο laser) προχωρεί στη πλήρη διόρθωση της διάθλασης αλλάζοντας την καμπυλότητα του κερατοειδούς όπως γίνεται και στη συμβατική LASIK.



Εικόνα 43: Femtosecond laser – Lasik με Femtosecond laser.

##### 7.1.2) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASIK ΜΕ ΧΡΗΣΗ FEMTOSECOND LASER

- Ø Μεγαλύτερη ακρίβεια.
- Ø Ενισχυμένη προβλεψιμότητα.
- Ø Αυξημένη ασφάλεια.
- Ø Πλήρη έλεγχο από τη πλευρά του χειρουργού.



### 7.1.3) ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASIK ΜΕ ΧΡΗΣΗ FEMTOSECOND LASER

- Ø Ευαισθησία στο έντονο φως που εμφανίζεται για διάρκεια ημερών έως και εβδομάδων μετά τη χειρουργική επέμβαση. Η ευαισθησία υποχωρεί σε λίγες μέρες μετά τη θεραπεία με κορτικοστεροειδή.
- Ø Ενδοστρωματική φλεγμονώδης αντίδραση κυρίως στα άκρα του κρημνού. Συμβαίνει 2–7 ημέρες μετά την εγχείρηση και συνήθως υποχωρεί αυτόματα.
- Ø Παροδική θόλωση του κερατοειδούς. Δημιουργείται από τον εγκλωβισμό φυσαλίδων αέρα, που δημιουργούνται από το laser και συνήθως εξαφανίζεται μετά από λίγα λεπτά.

### 7.1.4) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ FEMTOSECOND LASER ΣΤΟΝ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ

#### 1) ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΚΕΣ ΚΕΡΑΤΟΤΟΜΕΣ ΚΑΙ ΣΦΗΝΟΕΙΔΕΙΣ ΕΚΤΟΜΕΣ

Στη περίπτωση αυτή γίνονται οι κλασικές αστιγματικές κερατοτομές αλλά με πολύ μεγάλη ακρίβεια, ιδιαίτερα κατά τη διενέργεια της σφηνοειδούς εκτομής για τη διόρθωση πολύ υψηλού αστιγματισμού μετατραυματικού και μετεγχειρητικού.

#### 2) ΔΙΑΜΠΕΡΗΣ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ (F-PK) ΕΝΔΟΘΗΛΙΑΚΗ ΤΜΗΜΑΤΙΚΗ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ (F-DSEK) ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΚΕΡΑΤΟΠΛΑΣΤΙΚΗ (F-DALK)

- ✓ Διαμπερής κερατοπλαστική (F-PK): Αφαίρεση του συνόλου του κερατοειδικού ιστού σε όλο το πάχος και αντικατάσταση του με ένα κερατοειδικό μόσχευμα.
- ✓ Ενδοθηλιακή τμηματική κερατοπλαστική (F-DSEK): Η τεχνική αυτή προϋποθέτει ότι σχεδόν το σύνολο των τομών λαμβάνει χώρα στο οπίσθιο τμήμα του κερατοειδούς και δεν χρησιμοποιούνται πολλά ράμματα.
- ✓ Επιφανειακή κερατοπλαστική (F-DALK): Η μέθοδος αυτή δίνει τη δυνατότητα αντικατάστασης μόνο των επιφανειακών δομών του κερατοειδούς με αντιστοίχου πάχους μοσχεύματα.

#### 3) ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΔΟΚΕΡΑΤΙΚΩΝ ΤΟΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΘΕΣΗ ΕΝΔΟΚΕΡΑΤΙΚΩΝ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΔΟΣΤΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΜΥΩΠΙΑΣ, ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΥ ΚΑΙ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ενδοκερατοειδικών δακτυλίων είναι η ασφάλεια, η αναστρεψιμότητα, η προσαρμοστικότητα του διαθλαστικού αποτελέσματος, η διατήρηση του επιμήκους σχήματος του κερατοειδούς καθώς και η διατήρηση της ακεραιότητας του κεντρικού κερατοειδούς.

#### 4) ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΜΥΩΠΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ RE LEX

Η μέθοδος Re LEX δίνει τη δυνατότητα διόρθωσης μυωπίας και μυωπικού αστιγματισμού κόβοντας ένα τμήμα (μικροφακό) από το στρώμα του κερατοειδούς, με χρήση της πλατφόρμας VisuMax, το οποίο αφαιρείται με χειροκίνητο τρόπο.

#### 5) ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ INTRACOR

Η διαδικασία INTRACOR εκτελείται χρησιμοποιώντας το σύστημα Technolas femtosecond laser, το οποίο παρέχει ένα ενδο-στρωματικό προσαρμοσμένο μοτίβο από παλμούς laser μέσα στο κερατοειδή, ώστε να βελτιώνει όχι μόνο τη μη διορθωμένη κοντινή οπτική οξύτητα αλλά και τη μη διορθωμένη μακρινή οπτική οξύτητα στα μάτια με χαμηλή αμετροπία.

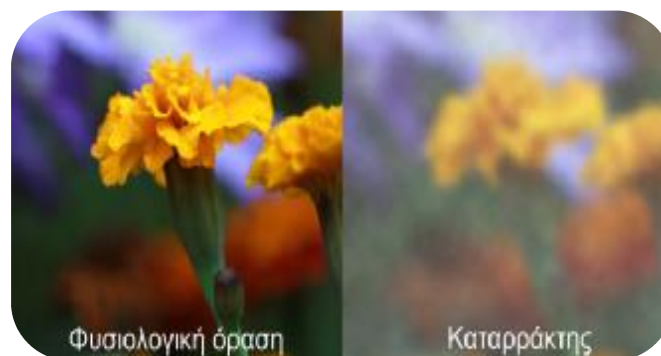
#### 6) ΒΙΟΨΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Μπορούν να αφαιρεθούν τμήματα κερατοειδούς 3–5 mm σε περιπτώσεις αδιάγνωστης κερατίτιδος χωρίς επικίνδυνους χειρισμούς διασποράς πιθανού λοιμογόνου παράγοντα.

### 7.1.5) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ FEMTOSECOND LASER ΣΤΟΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΕΙΔΗ ΦΑΚΟ

#### 1) ΣΤΗΝ ΕΓΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗ

Τα συστήματα femtosecond laser έχουν σχεδιαστεί για να εκτελούν τη χειρουργική επέμβαση καταρράκτη σε τρία κρίσιμα βήματα: τη laser-υποβοηθούμενη τομή του κερατοειδούς, την καψουλοτομή και τον κατακερματισμό του φακού.



**Εικόνα 44:** Πώς βλέπει άτομο με καταρράκτη.

#### 2) ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ

Γίνεται ενδοφακικά εφαρμογή του laser με σκοπό την αύξηση της ελαστικότητας του φακού, του οποίου η σκλήρυνση οδηγεί σε πρεσβυωπία.

## **7.2) Z-LASIK ΚΑΙ ILASIK: ΟΙ ΠΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΙΣ ΝΥΣΤΕΡΙ**

Εάν ο ασθενής ψάχνει για μια ακριβή, ασφαλή και άνετη διαθλαστική επέμβαση με laser, η οποία λειτουργεί με την νοοτροπία του Femtosecond laser, η **Z-Lasik** και η **iLasik** είναι οι καταλληλότερες επιλογές του. Με τις τεχνικές αυτές διορθώνεται η όραση χρησιμοποιώντας laser από την αρχή μέχρι το τέλος της επέμβασης. Κανένα νυστέρι δεν αγγίζει τα μάτια του ασθενή. Το ρίσκο της επιπλοκής μειώνεται σε σύγκριση με την τεχνική Lasik και η ποιότητα της μετεγχειρητικής όρασης είναι καλύτερη.

### **7.2.1) Z-LASIK ΚΑΙ ILASIK: ΟΙ ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΤΙΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΕ LASER**

#### **1) ΣΤΟ ΠΑΡΕΛΘΟΝ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΡΗΜΝΟΥ ΑΠΟ ΛΕΠΙΔΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΜΙΚΡΟΚΕΡΑΤΟΜΟΥ**

Μια παραδοσιακή μέθοδος διόρθωσης της όρασης με laser, είναι η Lasik η οποία απαιτούσε μια μηχανικά οδηγούμενη λεπίδα για να δημιουργήσει τομή στα υψηλότερα στρώματα του κερατοειδούς, προτού ξεκινήσει η διόρθωση του. Παρά το ότι εκατομμύρια επεμβάσεις έχουν ήδη γίνει με αυτή την τεχνική, κάποιες φορές αυτή η λεπίδα είναι πιθανό να δημιουργήσει μια ανώμαλη επιφάνεια στον κερατοειδή που μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα της όρασης. Επίσης πολλοί ασθενείς αποφάσισαν να μην υποβληθούν σε αυτή τη διαδικασία επειδή αισθάνθηκαν άβολα με την ιδέα ότι θα αγγιζε τα μάτια τους ένα νυστέρι.

#### **2) ΣΤΟ ΠΑΡΟΝ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΙΣΧΟΥ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ LASER**

Εδώ και αρκετά πλέον χρόνια είναι δυνατό να δημιουργηθεί ο μίσχος χρησιμοποιώντας το λεγόμενο femtosecond laser. Αυτό σημαίνει ότι δεν εμπλέκεται πλέον νυστέρι στη διαδικασία. Οι ασθενείς αισθάνονται πιο άνετα και το αποτέλεσμα είναι ακόμα καλύτερο.

#### **3) Z-LASIK ΚΑΙ ILASIK: ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΧΩΡΙΣ ΛΕΠΙΔΑ**

Η Z-Lasik και η iLasik είναι οι πιο εξελιγμένες μέθοδοι διαθλαστικής επέμβασης χωρίς λεπίδα. Αυτές χρησιμοποιούν ένα laser υψηλής συχνότητας, του οποίου η δέσμη λειτουργεί με 100 φορές λιγότερη ενέργεια από τα πρώτα femtosecond lasers. Ποτέ στο παρελθόν οι διαθλαστικές επεμβάσεις δεν είχαν τόση ασφάλεια, ακρίβεια και άνεση για τον ασθενή όπως έχουν οι επεμβάσεις αυτές.

## 7.2.2) ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΦΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ Z-LASIK

- **Έχει εξαιρετικά χαμηλή επιρροή στα μάτια:** Η διαδικασία διαρκεί μόνο λίγα λεπτά σε κάθε μάτι. Ο χρόνος επαφής του laser με το μάτι είναι ελάχιστος.
- **Είναι άνετη και χωρίς πόνο:** Ο ασθενής δεν αισθάνεται εγκλωβισμένος κάτω από ογκώδεις διατάξεις.
- **Βοηθάει σε δύσκολα περιστατικά:** Χάρη στην εξαιρετικά υψηλή συχνότητα λειτουργίας του laser, τα στρώματα του κερατοειδούς διαχωρίζονται με ακρίβεια δημιουργώντας έναν εξαιρετικά λεπτό κρημνό. Η Z-Lasik είναι επιπλέον αποτελεσματική σε ασθενείς που δεν ήταν υποψήφιοι για επέμβαση με laser. Αυτό περιλαμβάνει ασθενείς με εξαιρετικά μεγάλη μυωπία ή λεπτό κερατοειδή.
- **Χωρίς φλεγμονές:** Η ενέργεια του laser που χρησιμοποιείται στη Z-Lasik είναι σχεδόν 100 φορές λιγότερη απ' ό,τι σε άλλες επεμβάσεις laser. Έτσι η Z-Lasik είναι ηπιότερη για τον ιστό του κερατοειδούς και αποτρέπει προσωρινές φλεγμονές των ματιών.
- **Γρήγορα αποτελέσματα:** Ο χρόνος αποκατάστασης της όρασης είναι σημαντικά μικρότερος σε σχέση με άλλες τεχνικές. Οι ασθενείς συνήθως μπορούν να δουν με ευκολία μόλις μέσα σε λίγες ώρες.
- **Λιγότερες παρενέργειες:** Η Z-Lasik επιτρέπει στον χειρουργό να μεγαλώσει τη ζώνη θεραπείας, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο ανεπιθύμητων παρενεργειών, όπως ξηροφθαλμία, μειωμένη νυχτερινή όραση ή haloes (δαχτυλίδια φωτός που περιβάλλουν σημειακές πηγές φωτισμού).
- **Απέκτησαν άριστη όραση χωρίς γυαλιά.**
- **Είναι πιο ικανοποιημένοι με το αποτέλεσμα απ' ό,τι περίμεναν.**
- **Θα διάλεγαν ξανά αυτή τη μέθοδο και την συστήνουν ανεπιφύλακτα και σε άλλους.**

## 7.2.3) ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ LASIK:

- Συνδυάζει τις δύο πιο προηγμένες τεχνολογίες LASIK στον κόσμο.
- Είναι η πρώτη διαδικασία διόρθωσης της όρασης που είναι 100% προσαρμοσμένη στα μοναδικά χαρακτηριστικά του κάθε ματιού.
- Είναι η μόνη χειρουργική επέμβαση ματιών laser που έχει εγκριθεί από τη NASA και είναι αξιόπιστη από όλους τους κλάδους των ενόπλων δυνάμεων των ΗΠΑ.
- Μπορεί να διορθώσει το ευρύτερο φάσμα των διαθλαστικών ανωμαλιών της όρασης, έτσι ώστε περισσότεροι άνθρωποι να απολαύσουν σαφής όραση χωρίς γυαλιά και φακούς επαφής.
- Δημιουργεί λιγότερες εκτροπές, που συχνά συνδέονται με την λάμψη και το φωτοστέφανο το βράδυ.

- Μειώνει την συχνότητα εμφάνισης ξηροφθαλμίας.

#### **7.2.4) ΤΑ 4 ΒΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ Z-LASIK ΚΑΙ PLASIK**

##### **1) ΒΗΜΑ 1: ΠΡΟΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ**

Ο γιατρός αρχικά, εκτελεί μια σειρά από εξετάσεις για να εξασφαλίσει ότι τα μάτια του ασθενούς είναι κατάλληλα για τη διόρθωση της όρασης με Laser. Κατόπιν γίνονται λεπτομερείς ηλεκτρονικές εξετάσεις των οποίων τα δεδομένα αναλύονται για να δημιουργηθεί μια ακριβής τρισδιάστατη εικόνα της επιφάνειας του ματιού. Συγκεκριμένα, εκτελείται ένα διαγνωστικό μέτωπο κύματος χρησιμοποιώντας το Wavescan Wavefront σύστημα. Από αυτήν την εικόνα ο υπολογιστής διαμορφώνει την πιο κατάλληλη θεραπεία laser για να διορθώσει το διαθλαστικό σφάλμα.

##### **2) ΒΗΜΑ 2: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΡΗΜΝΟΥ**

Λίγα λεπτά πριν τη θεραπεία με το laser, ενσταλάζονται αναισθητικές σταγόνες. Ένας βλεφαροδιαστολέας τοποθετείται για να κρατήσει ανοιχτά τα μάτια και να εμποδίσει τον ασθενή να τα ανοιγοκλείνει κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Έπειτα διαχωρίζεται το υψηλότερο στρώμα του κερατοειδούς με το laser και αναδιπλώνεται.

##### **3) ΒΗΜΑ 3: ΣΜΙΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ**

Μόλις γίνει το flap, ένα δεύτερο, υπερ- ακριβές laser χρησιμοποιείται για να αναδιαμορφώσει τον κερατοειδή απαλά προς την επιθυμητή καμπυλότητα, με βάση την ψηφιακή πληροφορία από τον εξατομικευμένο Wavescan Wavefront χάρτη. Μετά το τέλος της θεραπείας επανατοποθετείται το flap που προηγουμένως είχε αναδιπλωθεί και το οποίο επουλώνεται πολύ γρήγορα. Η όλη διαδικασία διαρκεί μόνο μερικά λεπτά. Αμέσως μετά τη θεραπεία μπορεί ο ασθενής να ανοίξει και να κλείσει να τα μάτια κανονικά.

##### **4) ΒΗΜΑ 4: ΕΥΚΟΛΗ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΦΡΟΝΤΙΔΑ**

Σε ορισμένες περιπτώσεις, αν κριθεί απαραίτητο, τα μάτια προστατεύονται για μια μέρα με φακούς επαφής. Ειδικές οφθαλμικές σταγόνες επιταχύνουν την επούλωση. Κατά τη διάρκεια των πρώτων ωρών μετά την επέμβαση δεν πρέπει να τρίψει ο ασθενής τα μάτια του. Επίσης, για μερικές μέρες θα πρέπει να αποφύγει τις δραστηριότητες με αθλήματα (ποδόσφαιρο, μπάσκετ, κτλ.), ζεστά μπάνια ή κολυμβητήριο. Στα διορθωμένα μάτια δεν υπάρχουν ορατά ίχνη επέμβασης. Ακόμη κι ένας οφθαλμίατρος, κατά τη διάρκεια μιας εξέτασης, είναι πιθανό να μη το προσέξει.

### 7.2.5) ΕΥΡΥ ΦΑΣΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

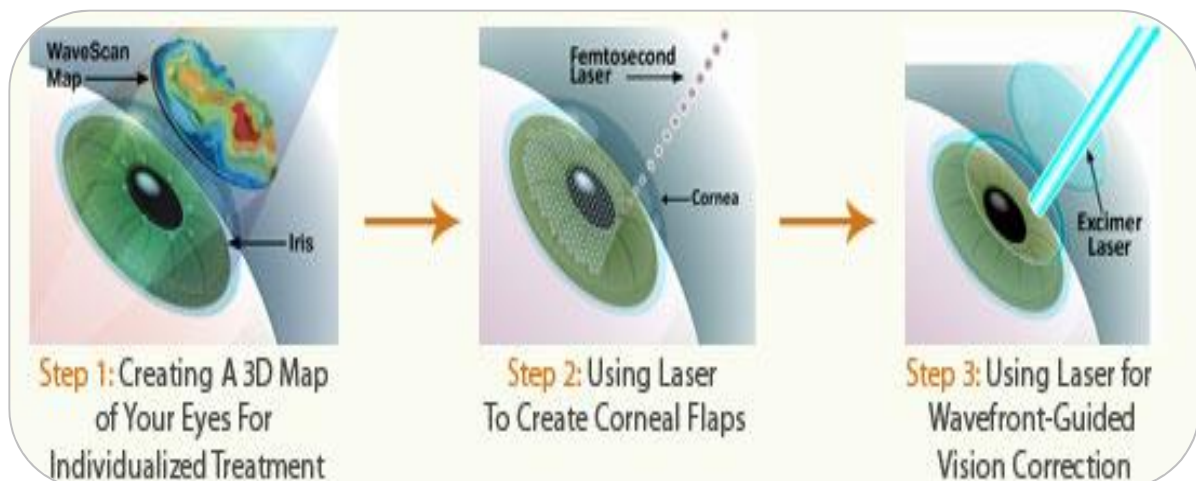
Είναι κατάλληλες για τη διόρθωση των εξής διαθλαστικών σφαλμάτων:

- Μυωπία
- Υπερμετροπία
- Αστιγματισμός
- Ειδικές περιπτώσεις υπερμετροπικής πρεσβυωπίας

### 7.2.6) ΠΙΘΑΝΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Όπως και σε κάθε άλλη επέμβαση, η Z-Lasik και η iLasik μπορεί να έχουν κάποιες ανεπιθύμητες παρενέργειες. Σε μερικούς ασθενείς παρουσιάζεται ξηροφθαλμία μετά τις επεμβάσεις. Αυτή η παρενέργεια ωστόσο είναι πιο συχνή στις παλαιότερες συμβατικές μεθόδους θεραπείας. Στις περισσότερες από αυτές τις περιπτώσεις η συχνή ενυδάτωση των ματιών με σταγόνες προσφέρει ανακούφιση. Δεδομένου ότι κάθε μάτι δεν αντιδρά με τον ίδιο τρόπο στο laser η όραση κάποιες φορές πιθανόν να είναι ελαφρώς υπέρ ή υπό διορθωμένη παρά τις εξαιρετικά ακριβείς επιδόσεις των συστημάτων. Αυτές οι αποκλίσεις μπορούν να διορθωθούν με μια επαναληπτική θεραπεία τις επόμενες εβδομάδες.

*Στις μέρες μας κορυφαίες οφθαλμολογικές κλινικές και διαθλαστικά κέντρα σε όλο τον κόσμο, επενδύουν συνεχώς στις πιο κορυφαίες τεχνολογίες laser και διαγνωστικά εργαλεία για να παρέχουν τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια και ασφάλεια για τους ασθενείς τους. Αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην παροχή επαρκών ιατρικών συμβουλών, στον υψηλής ποιότητας σχεδιασμό και εκτέλεση των επεμβάσεων και στη σχολαστική μετεγχειρητική παρακολούθηση.*



**Εικόνα 45:** Απεικόνιση των βημάτων των διαδικασιών Z-Lasik και iLasik.

### 7.3) ΠΟΙΑ Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΥΣ

*iLASIK: σημαίνει τη χρήση του Laser American Intralase για την δημιουργία του flap.*

*Z-LASIK: σημαίνει τη χρήση του Laser Swiss Ziemer για την δημιουργία του flap.*

Τόσο απλά, το Z για το Ziemer laser και το I για το Intralase laser. Αμφότεροι αυτοί οι δύο μηχανισμοί χρησιμοποιούν εκατομμύρια ακριβείς παλμούς laser για την δημιουργία του flap, αφαιρώντας τους πιθανούς κινδύνους που συνδέονται με την μεταλλική λεπίδα (LASIK).

#### 7.3.1) ΈΤΣΙ ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΞΥ ZIEMER ΚΑΙ INTRALASE LASER;

Το Ziemer laser είναι ένα νέο σύστημα, με πιθανές εξελίξεις σε σχέση με το Intralase Laser. Το Ziemer laser, φαίνεται ότι μπορεί να εξαλείψει περιστασιακές επιπλοκές που εμφανίζει η τεχνική iLasik. Μερικοί ασθενείς που έχουν πραγματοποιήσει iLasik (περίπου 7%), αναφέρουν ότι κατά τη στιγμή της γραφής εμφανίζουν μια σημαντική δυσφορία και αποστροφή στο φως, γνωστό ως «παροδική ευαισθησία φωτός», η οποία μπορεί να επιλυθεί με αντι – φλεγμονώδη κολλύρια. Αυτή η παρενέργεια δεν παρατηρείται στη τεχνική Z-Lasik, πιθανώς λόγω μιας πολύ καλά εστιασμένης παλμικής ακτίνας laser και της μειωμένης ενέργειας ανά παλμό, σε σύγκριση με την πιο χαλαρή εστίαση με το Intralase laser.

Το Intralase laser έχει περάσει από διάφορες αναβαθμίσεις από τότε που αναπτύχθηκε για πρώτη φορά, προκειμένου να βελτιωθεί η ασφάλεια και η ακρίβειά του. Ένα πλεονέκτημά του είναι ότι κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, αν διακοπεί για κάποιο λόγο η δημιουργία του κρημνού, η θεραπεία μπορεί να ξαναρχίσει χωρίς καμία κακή συνέπεια.

Ένας περιορισμός του Ziemer laser είναι ότι σε αντίθεση με το Intralase laser, ο χειρουργός δεν μπορεί να δει το πτερύγιο που γίνεται. Ως εκ τούτου, ο χειρουργός δεν μπορεί να παρέμβει για να διορθώσει ένα πρόβλημα, όπως κακή ευθυγράμμιση ή απώλεια της αναρρόφησης που συμβαίνουν κατά τη δημιουργία του κρημνού.

Οι αναφορές που δόθηκαν προηγουμένως είναι ενδεικτικές, καθώς οι μελέτες για τις δύο αυτές τεχνικές βρίσκονται ακόμα σε εξέλιξη προκειμένου να γίνει η σύγκρισή τους.

### 7.3.2) ΑΠΟΨΕΙΣ

Ο Δρ. Dornic έχει χρησιμοποιήσει και τις δύο αυτές τεχνικές. «Το Ziemer laser είναι λιγότερο δαπανηρό, αλλά δεν είναι τόσο καλά εξευγενισμένο όσο το Intralase laser. Ενώ το Intralase laser μπορεί να δημιουργήσει πτερύγια σε ποικίλα πάχη και μορφές, το Ziemer laser μπορεί να δημιουργήσει πτερύγια μόνο σε 3 διαφορετικά πάχη και 3 διαφορετικές διαμέτρους».

Ο Δρ. K.Tracy αναφέρει: «Η εμπειρία μου είναι σχεδόν εξ' ολοκλήρου με την τεχνική iLasik. Έχω παρακολουθήσει επεμβάσεις που γίνονται με Ziemer laser και έχω διαβάσει γι' αυτή την τεχνική. Αυτό που με κάνει να προτιμώ το Intralase laser είναι ότι έχει γίνει πολύ περισσότερη έρευνα για την τεχνική iLasik».

Ο Δρ. Cohen αναφέρει: «Έχω χρησιμοποιήσει και τις δύο τεχνικές και δεν έχω δει καμία κλινική διαφορά. Η ικανότητα και η εμπειρία του χειρουργού είναι πολύ πιο σημαντικός παράγοντας για το αποτέλεσμα της επέμβασης από ό, τι ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται. Τα σύγχρονα συστήματα laser είναι όλα εξαιρετικά ακριβείς και αξιόπιστα».



#### 7.4) LASER Xtra

Το Lasik Xtra είναι μια απλή επεξεργασία που σε συνδυασμό με τη Lasik προσθέτει μερικά επιπλέον λεπτά στην εγχείρηση και δεν απαιτεί τη συμμετοχή επιπλέον γιατρού. Κατά τη διάρκεια της επέμβασης Lasik, το Lasik Xtra προσθέτει βιομηχανική δύναμη στο κερατοειδή χιτώνα του ασθενή, ενισχύοντας έτσι την επιτυχία της επέμβασης κάνοντας τον ασθενή να βλέπει καθαρά για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς την ανάγκη επανεπέμβασης.

Το Lasik Xtra χρησιμοποιεί για την ενίσχυση του κερατοειδή χιτώνα υπεριώδη ακτίνα φωτός A (UVA) και ριβοφλαβίνη (Βιταμίνη B).

**Υπεριώδης ακτίνα A (UVA):** είναι μια από τους τρεις τύπους αόρατων ελαφριών ακτινών που εκπέμπονται από τον ήλιο (μαζί με την υπεριώδη ακτίνα B και υπεριώδη ακτίνα Γ) και είναι η πιο αδύναμη σε σχέση με τις άλλες τρεις.

**Ριβοφλαβίνη (Βιταμίνη B):** είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη του ανθρώπινου σώματος, για την παραγωγή ερυθρών κυττάρων και βοηθάει στην αποδέσμευση ενέργειας από τους υδατάνθρακες. Μερικές τροφές οι οποίες περιέχουν ριβοφλαβίνη είναι: τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα αυγά, τα πράσινα λαχανικά, τα κρέατα και τα όσπρια.



**Εικόνα 46:** Διόρθωση με Xtra Laser.

*Γιατί να χρησιμοποιήσει κάποιος τη Lasik Xtra;*

Κατά την εκτέλεση της Lasik Xtra, στην εγχείρηση Lasik, προστίθεται στο κερατοειδή χιτώνα μια επιπλέον βιομηχανική δύναμη η οποία σε άλλες διαθλαστικές επεμβάσεις όπως η PRK δεν υφίσταται. Η προστιθέμενη βιομηχανική δύναμη μπορεί να εξαλείψει την ανάγκη για μια επανεπέμβαση μετά από τη διόρθωση διαθλαστικού σφάλματος, ειδικά μεγάλων βαθμών μυωπίας και μεγάλων βαθμών αστιγματισμού, όπως επίσης και να επεκτείνει χρονικά τη διαθλαστική διόρθωση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°

### ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑΣ

---

Η προσαρμογή της όρασης στις κοντινές αποστάσεις, σε αντίθεση με την μυωπία, την υπερμετρωπία και τον αστιγματισμό, που είναι καταστάσεις στατικές και οφείλονται στο σχήμα και το μέγεθος του κάθε ματιού, είναι μια δυναμική και συνεχώς μεταβαλλόμενη λειτουργία του οφθαλμού. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η θεραπεία της πρεσβυωπίας με excimer laser δεν είναι τόσο εύκολη όσο εκείνη της μυωπίας, της υπερμετρωπίας και του αστιγματισμού.

#### 8.1) MONOVISION LASIK

Η τεχνική Monovision στη διαθλαστική επέμβαση με laser, εφαρμόζεται από τον διαθλαστικό χειρουργό όταν κάποιος υποψήφιος, εκτός από την διόρθωση της μακρινής όρασης χρειάζεται βοήθεια και στην κοντινή, ακριβώς επειδή ξεκινάει η πρεσβυωπία.

Ο στόχος της τεχνικής Monovision είναι το άτομο να χρησιμοποιεί ένα μάτι για να βλέπει μακριά και ένα για να βλέπει κοντά, δηλαδή ο ένας οφθαλμός διορθώνεται για την κοντινή όραση (near vision), ενώ ο άλλος για την μακρινή (distant vision). Συγκεκριμένα, το κυρίαρχο μάτι διορθώνεται πλήρως για μακριά, ενώ το υπολειπόμενο υποδιορθώνεται κατά 1 dpt περίπου, ώστε να μείνει ένα ποσοστό μυωπίας το οποίο θα βοηθήσει την κοντινή όραση. Αυτή η πρακτική εφαρμόστηκε πρώτη φορά με κατάλληλους Monovision φακούς επαφής και στη συνέχεια με τη Lasik Monovision διαδικασία.

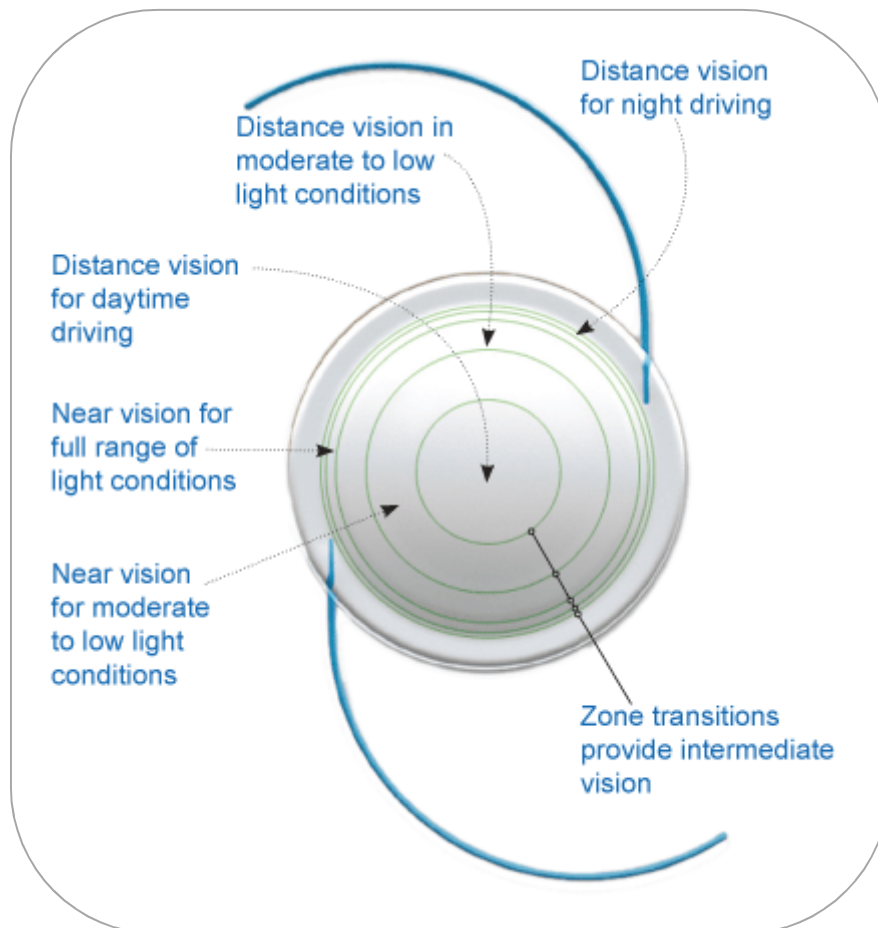
Το μόνο μειονέκτημα που έχει η τεχνική Monovision είναι ότι μειώνει τη στερεοσκοπική όραση και αντίληψη, καθώς ουσιαστικά το ένα μάτι χρησιμοποιείται για μακριά και το άλλο για κοντά. Το γεγονός αυτό θέτει θέματα ασφάλειας για την οδήγηση και είναι πιθανόν να μην ικανοποιεί άτομα που ο τρόπος ζωής τους ή η δουλειά τους απαιτούν πολύ καλή λειτουργία της στερεοσκοπικής όρασης.

Για να επιβεβαιωθεί ότι ο ασθενής είναι κατάλληλος για την Monovision διόρθωση της πρεσβυωπίας, υπάρχει μια δοκιμαστική περίοδος με τους φακούς επαφής όπου παρατηρείται αν μπορεί να συνηθίσει αυτό το νέο τρόπο, πριν κάνει τη Lasik Monovision επέμβαση.

## 8.2) Presby-LASIK

Η διαθλαστική τεχνική Presby-Lasik παρομοιάζεται σαν ένα πολυεστιακό laser (multifocal laser) και χρησιμοποιείται σε ασθενείς που εκτός από την αντιμετώπιση των κοινών διαθλαστικών σφαλμάτων (μυωπία, υπερμετρωπία και αστιγματισμός), επιθυμούν να αντιμετωπίσουν και την πρεσβυωπία λόγω της γήρανσης.

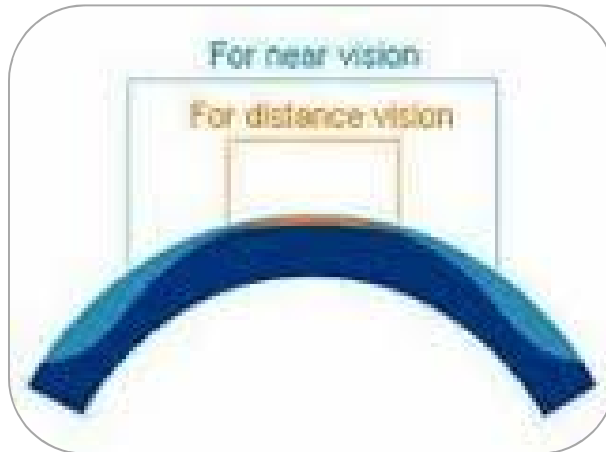
Συγκεκριμένα στη τεχνική αυτή αλλάζει το σχήμα του κερατοειδούς του ματιού, για να δημιουργηθούν διαφορετικές ζώνες ισχύος προκειμένου ο ασθενής να βλέπει σε διάφορες αποστάσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, συνήθως και οι δύο οφθαλμοί χρησιμοποιούνται και για τη μακρινή και για την κοντινή όραση, και αλληλοσυμπληρώνονται για τις ανάγκες της διόφθαλμης όρασης. Η μέθοδος βασίζεται στις αρχές λειτουργίας των πολυεστιακών ενδοφακών (multifocal IOLs για κοντινή, ενδιάμεση και μακρινή όραση).



**Εικόνα 47:** Απεικόνιση της αρχής λειτουργίας των φακών multifocal IOLs.

Κατά τη φωτοαποδόμηση χρησιμοποιείται στο laser μια δακτυλιοειδής μάσκα, η οποία συμβάλλει ώστε ο κεντρικός κερατοειδής να μείνει άθικτος. Ο περιφερειακός κερατοειδής αποπλατύνεται και μειώνεται με αυτό τον τρόπο η

μυωπία, ενώ το κεντρικό τμήμα διατηρεί την καμπυλότητα του και βοηθά στην εστίαση των κοντινών αντικειμένων. Η μέθοδος είναι ανάλογη με τη χρήση φακού επαφής με κέντρο για την κοντινή όραση και περιφέρεια για τη μακρινή. Συνεπώς, για την επιτυχία της επέμβασης είναι σημαντική η μέτρηση της φωτοπικής και σκοτοπικής κόρης, η εύρεση του κυρίαρχου οφθαλμού και η παραμετροποίηση της φωτοαποδόμησης σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα.



**Εικόνα 48:** Απεικόνιση του κερατοειδούς στην τεχνική Presby-Lasik.

Στις περιπτώσεις υπερμετροπικής πρεσβυωπίας (ειδικότερα με Z-Lasik και femtosecond laser) έχει εξαιρετικά αποτελέσματα. Το Presby-Lasik χαρίζει ικανοποιητική κοντινή όραση (με κάποιους ίσως περιορισμούς). Μεσήλικες ή ηλικιωμένοι είναι εφικτό να εξυπηρετηθούν σε ικανοποιητικό βαθμό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9°

# ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ & ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ

---

### 9.1) ΤΙ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ;

Στις μεγαλύτερες αμετρωπίες, μυωπίες άνω των 10 – 11 βαθμών και υπερμετρωπίες άνω των 4 – 5 βαθμών, η δεκαπενταετής πια πείρα με τα laser, έχει δείξει ότι ο χειρουργός έχει καλύτερα αποτελέσματα καταφεύγοντας σε συμβατικές επεμβάσεις ή συνδυασμό συμβατικών επεμβάσεων με laser. Αυτό συμβαίνει διότι η λέπτυνση του κερατοειδούς είναι πέρα από κάποια επιτρεπόμενα όρια στις πολύ μεγάλες μυωπίες και υπερμετρωπίες και διακινδυνεύεται η ασφάλεια του ματιού.

Οι πολύ υψηλές αμετρωπίες είναι προτιμότερο να αντιμετωπίζονται με χειρουργική επέμβαση που προβλέπει την ένθεση μονίμων ενδοφθάλμιων φακών (φακών που μπαίνουν μέσα στο μάτι). Υπάρχουν ειδικοί ενδοφθάλμιοι φακοί επαφής που τοποθετούνται είτε πίσω από την ίριδα (ICL) είτε μπροστά από την ίριδα (ARTISAN, PHAKIC 6). Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι είναι αντιστρέψιμη. Δηλαδή ο φακός μπορεί να αφαιρεθεί εφόσον υπάρξει λόγος, κάτι το οποίο δεν επιτυγχάνεται με την επέμβαση με laser. Για καλύτερα και πιο προβλέψιμα αποτελέσματα οι τεχνικές αυτές συνδυάζονται με το laser (bioptics), το οποίο γίνεται λίγο καιρό αφού τοποθετηθεί ο ενδοφακός και ο ασθενής έχει μια τελική οπτική οξύτητα. Το laser γίνεται ώστε ο χειρουργός να επιτύχει τα θεμιτά αποτελέσματα, διορθώνοντας το υπόλοιπο της αμετρωπίας που πιθανόν να έμεινε μετά την ένθεση του φακού.

Στην περίπτωση που υπάρχουν ήδη κάποιες θολερότητες του φυσικού φακού του ματιού και εφόσον υπάρχει μια υψηλή μυωπία και μια μεγαλύτερη ηλικία, μια εναλλακτική επέμβαση είναι η διαθλαστική φακεκτομή (clear lens extraction) δηλαδή η αφαίρεση του φακού του ματιού με τρόπο ανάλογο που αφαιρείται για τον καταρράκτη και η ένθεση διορθωτικού ενδοφακού. Η διαθλαστική φακεκτομή αναφέρεται σε μεγαλύτερης κυρίως ηλικίας άτομα που έχουν πολύ μεγάλη μυωπία και συγχρόνως μπορούν να απαλλαχτούν πρώιμα από μια πιθανή μελλοντική αφαίρεση καταρράκτη.

Σε μεγάλους αστιγματισμούς μπορούν να γίνουν αστιγματικές κερατοτομές, δηλαδή μικρές εκ διαμέτρου αντίθετες τομές στον κερατοειδή για να αλλάξει η ανώμαλη καμπυλότητά του. Σε παθολογικές καταστάσεις όπως ο κερατόκωνος, κατά τον οποίο υπάρχει πολύ μεγάλος βαθμός αστιγματισμού δίνεται η ένδειξη για μεταμόσχευση κερατοειδούς.

## 9.2) ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ

Η διαθλαστική χειρουργική με το excimer laser κατάφερε στο πέρασμα των χρόνων να γίνει πολύ ακριβή και προβλέψιμη. Παρά το γεγονός ότι η διαθλαστική χειρουργική με laser έχει εγκριθεί από το FDA μόνο για άτομα 18 ετών και άνω, υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις στις οποίες είναι κατάλληλη για τα παιδιά.

Η παιδιατρική διαθλαστική χειρουργική επέμβαση με βάση τα μέχρι στιγμής διαθέσιμα στοιχεία φαίνεται να είναι ασφαλής και αποτελεσματική σε παιδιά με αμφοτερόπλευρο υψηλό διαθλαστικό σφάλμα, με μονομερής σοβαρή ανισομετροπία και με προσαρμοσμένη εσωτροπία, καθώς δεν μπορούν να φορούν γυαλιά ή φακούς επαφής. Σε αυτές τις περιπτώσεις η διαθλαστική χειρουργική μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ύστατη λύση.

Η αντιμετώπιση της υψηλής μυωπίας (άνω των 7 βαθμών) στη παιδική ηλικία ήταν μέχρι σήμερα η επίπονη θεραπεία της εφαρμογής φακών επαφής ή ειδικών γυαλιών με αρκετά παχύς φακούς και την κάλυψη του υγιούς οφθαλμού. Ακόμα και μετά την εφαρμογή της επίπονης αυτής θεραπείας η τελική έκβαση της όρασης παράμενε συνήθως φτωχή.

Σήμερα με τη τελειοποίηση των επεμβάσεων διόρθωσης της μυωπίας στους ενήλικες, δίνεται η ευκαιρία σε αυτά τα παιδιά, να διορθώσουν την μυωπία τους με τη μέθοδο Lasik έτσι ώστε η τελική έκβαση της όρασής τους να είναι πολύ καλύτερη. Το ίδιο ισχύει και για παιδιά με υψηλή υπερμετροπία ή με σημαντική διαφορά υπερμετροπίας μεταξύ των δύο ματιών, κατάσταση που συχνά οδηγεί σε αμβλυωπία (τεμπέλικο μάτι).

Στα άτομα αυτά που υπάρχει δυσκολία στην εφαρμογή συντηρητικής θεραπείας (γυαλιά και κλείσιμο του ματιού) είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί θεραπεία laser με καλύτερα αποτελέσματα για την όρασή τους. Η επέμβαση ανάλογα με το επίπεδο συνεργασίας του παιδιού πραγματοποιείται με τοπική ή γενική αναισθησία σε ένα χώρο, χωρίς να χρειάζεται η μεταφορά του ασθενούς. Η επέμβαση διαρκεί λίγα λεπτά και οι μικροί ασθενείς επιστρέφουν αυθημερόν στο σπίτι τους.

Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει διαφωνία κατά πόσο θα πρέπει να πραγματοποιείται σε αυτόν τον πληθυσμό διαθλαστική χειρουργική επέμβαση. Γι' αυτό ερευνούνται τα διαθέσιμα δημοσιευμένα στοιχεία για την αντιμετώπιση αυτής της διαμάχης.

### 9.2.1) ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ

*Οι 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.*

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες απόψεις χειρουργών – οφθαλμιάτρων.

- 1) «Ποτέ δεν έχω εκτελέσει διαθλαστική χειρουργική για άτομο κάτω των 18, και προσωπικά δεν μου αρέσει να κάνω κάποια επέμβαση για άτομα ηλικίας κάτω των 21 ετών για δύο λόγους», λέει ο Δρ. Richard Lindstrom, ο οποίος εδρεύει στην Μινεάπολη. «Συχνά, οι διαθλαστικές ανωμαλίες δεν σταθεροποιούνται μέχρι οι άνθρωποι να φτάσουν σε ηλικία 21 ετών και άνω, οπότε αν κάποιος κάνει μια επέμβαση σε νεαρότερη ηλικία, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα πρέπει να κάνει μια δεύτερη επέμβαση και ίσως ακόμη και μια τρίτη».
- 2) Ωστόσο, υπάρχουν ομάδες παιδιών που μπορούν να επωφεληθούν από την διαθλαστική χειρουργική, εάν η παραδοσιακή θεραπεία δεν λειτουργεί. «Μια από αυτές τις ομάδες είναι, οι ασθενείς με υψηλή ανισομετροπία», λέει η Δρ. Evelyn Paysse<sup>[21]</sup>, η οποία εδρεύει στο Χιούστον. «Συνήθως, οι ασθενείς που παρακολουθώ εμφανίζουν τουλάχιστον 4 βαθμούς διαφορά μεταξύ των δύο ματιών, αλλά τις περισσότερες φορές μπορεί να είναι και μεγαλύτερη από 6 βαθμούς. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ασθενείς με νευροσυμπεριφορικές διαταραχές, με σοβαρή ανισομετροπία που απλά δεν φοράνε τα γυαλιά τους αν και είναι αναγκαίο, με αποτέλεσμα να είναι λειτουργικά τυφλοί. Οι ασθενείς αυτοί είναι κυρίως μύωπες, αλλά μπορεί να είναι και ασθενείς με υψηλή υπερμετροπία». Επιπλέον, λέει ότι υπάρχει μια τρίτη ομάδα που περιλαμβάνει λιγότερους ασθενείς. Αυτή είναι ένα συνονθύλευμα από παιδιά με υψηλό διαθλαστικό σφάλμα ή κρανιακές ανωμαλίες (σύνδρομο Goldenhar), στα οποία η χρήση γυαλιών ή φακών επαφής είναι ανέφικτη. Επίσης συμπεριλαμβάνει άτομα με σοβαρή αδυναμία του λαιμού (όπως παιδιά με εγκεφαλική παράλυση) των οποίων τα γυαλιά πέφτουν από τη μύτη τους.

### 9.2.2) ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Αν και η διαθλαστική χειρουργική έχει δείξει ελπιδοφόρα αποτελέσματα σε παιδιά που έχουν αποτύχει στην παραδοσιακή θεραπεία, οι προκλήσεις και οι ανησυχίες είναι μεγάλες. Αρχικά δεν έχει τεκμηριωθεί η ελάχιστη ηλικία που μπορεί να πραγματοποιηθεί μια τέτοια επέμβαση.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι χειρουργοί τυπικά περιμένουν μέχρι την ηλικία των 2 πριν προβούν στην επέμβαση. Ωστόσο, ο Δρ. Astle έχει



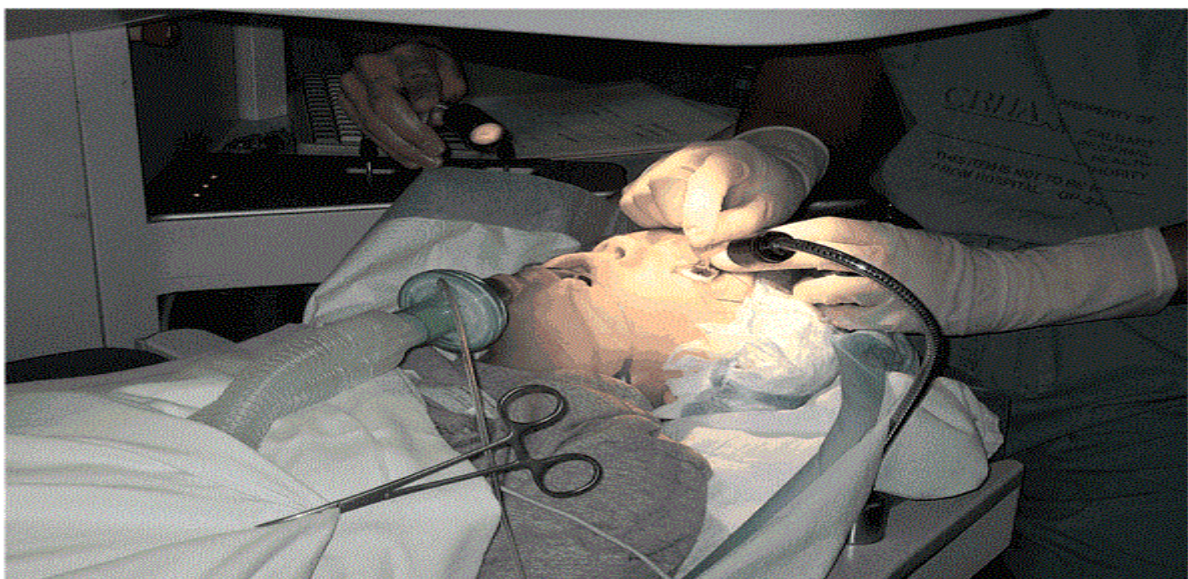
πραγματοποιήσει διαθλαστική χειρουργική για ασθενείς από την ηλικία των 10 μηνών, με καλά αποτελέσματα.

#### 1) ΙΣΤΟΡΙΕΣ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ

Ο Δρ. Astle και η Δρ. Paysse<sup>[10, 21]</sup> εκτελούν διαθλαστικές επεμβάσεις στα παιδιά για περισσότερο από μια δεκαετία τώρα, και επισημαίνουν ότι τα οφέλη είναι πολλά για τους ασθενείς. «Αυτές είναι διαδικασίες που αλλάζουν τη ζωή», εξηγεί η Δρ. Paysse. «Δεν βελτιώνεται μόνο η όρασή τους, είναι κάτι πολύ περισσότερο. Αλλάζει πραγματικά η προσωπικότητά τους, επειδή τα παιδιά αυτά είναι πραγματικά απομονωμένα από τον κόσμο. Όταν τα βλέπουμε, είναι φοβισμένα και εξαιρετικά δύσκολο να τα βοηθήσουμε. Οι οικογένειές τους αναφέρουν ότι η συμπεριφορά αυτή είναι χαρακτηριστική στο σπίτι».

Επισημαίνει ότι, μετά την εγχείρηση, οι γονείς, της λένε ότι η επέμβαση έχει αλλάξει όχι μόνο τη ζωή του ασθενούς, αλλά και όλης της οικογένειας. «Τα παιδιά γίνονται πιο κοινωνικά και ενδιαφέρονται για τα πράγματα. Γίνονται πιο φιλικά και η εξέταση πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ευκολία, όταν έρχονται σ' εμάς», προσθέτει.

Η πρώτη ασθενής της, ήταν ένα κορίτσι 5 χρονών με διαθλαστικό σφάλμα και στα δύο μάτια – κατά προσέγγιση 14 βαθμούς, το οποίο ήταν καθηλωμένο σε αναπηρική καρέκλα. Η Δρ. Paysse αναγκάστηκε να την βάλει για ύπνο για να την εξετάσει γιατί ήταν τόσο επιθετική. «Μετά από τρεις μήνες, ήρθε περπατώντας με την βοήθεια πατερίτσας και με αγκάλιασε. Δεν είχε περπατήσει ξανά. Ύστερα από 6 μήνες, ήρθε περπατώντας χωρίς βοήθεια», λέει η Δρ. Paysse.



**Εικόνα 49:** Νεαρό αγόρι με μυωπική ανισομετρική αμβλυωπία υποβάλλεται σε διαθλαστική χειρουργική κάτω από γενική αναισθησία.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Οι οφθαλμοί αποτελούν το δεκτικό όργανο του ανθρώπου, καθώς μέσω αυτών γίνεται η μεταφορά πληροφοριών από το περιβάλλον στον εγκέφαλο, ο οποίος τις επεξεργάζεται. Συνεπώς, αποτελούν μαζί με τα νεύρα ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του οργανισμού καθώς είναι ουσιαστικά μία από τις κινητήριες δυνάμεις του. Η διατήρηση λοιπόν αυτών σε καλή κατάσταση είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας είχε ως συνέπεια και την αλλαγή του περιβάλλοντος, γεγονός που δημιούργησε ποικίλα προβλήματα στον άνθρωπο. Ειδικότερα, είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση παθήσεων στους οφθαλμούς, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα, όχι μόνο ιατρικά αλλά και κοινωνικά επειδή επιδρούν αρνητικά στο φυσιολογικό τρόπο ζωής των ανθρώπων.

Ο έλεγχος των οφθαλμών δεν μπορεί να γίνει παρά μόνο με ειδικές μεθόδους από εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό που έχει εκπαιδευτεί με τέτοιο τρόπο, ώστε τα αποτελέσματα να είναι αξιόπιστα. Ο ασθενής θα πρέπει να ξέρει ότι όσο πιο σύντομα απευθυνθεί σε κάποιο ιατρό τόσο πιο γρήγορα θα πληροφορηθεί για το τί του συμβαίνει ακριβώς και θα επιλύσει με τη βοήθεια του γιατρού το πρόβλημά του. Η σωστή ενημέρωση, λοιπόν, του γενικού πληθυσμού για τις διάφορες παθήσεις των οφθαλμών είναι πολύ σημαντική, καθώς έτσι με την έγκαιρη διάγνωση των παθήσεων αυτών θα είναι δυνατή και η εφαρμογή έγκαιρης θεραπείας.

Ένας τρόπος αντιμετώπισης και θεραπείας των διαθλαστικών ανωμαλιών του οφθαλμού, εκτός από τη χρήση γυαλιών και φακών επαφής είναι η τεχνική LASIK. Η εξέλιξη των lasers, ιδίως στην ιατρική είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της διαθλαστικής χειρουργικής και την εφαρμογή της δυνατή στις περισσότερες χώρες. Πριν την πραγματοποίηση της εγχείρησης, θα πρέπει να ελεγχθεί η καταλληλότητα του ασθενή, καθώς το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για τη διεξαγωγή της επέμβασης.

Προκειμένου να μειωθούν οι επιπλοκές που μπορεί να εμφανιστούν έπειτα από την εφαρμογή της τεχνικής Lasik και για να υπάρξουν καλύτερα αποτελέσματα καθώς και περισσότερα ποσοστά επιτυχίας θα πρέπει να δοθούν οδηγίες τόσο στο νοσηλευτικό προσωπικό, όσο και στους ίδιους τους ασθενείς.

Επομένως, η ενημέρωση του νοσηλευτικού προσωπικού καθώς και των χειρουργών – οφθαλμιάτρων πάνω στα πρόσφατα βιβλιογραφικά δεδομένα που αφορούν την τεχνική Lasik αλλά και των νέων εξελίξεων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων.

Σημαντικό κομμάτι στη διαδικασία αυτή είναι και ο προεγχειρητικός έλεγχος που θα πρέπει να πραγματοποιείται σε όλους τους ασθενείς που έχουν σκοπό να πραγματοποιήσουν την τεχνική Lasik.

*Τι γίνεται όμως με το περιβάλλον που πραγματοποιείται η επέμβαση;*

Η προσεκτική εξέταση του χώρου εργασίας είναι και αυτός ένας σημαντικός παράγοντας πραγματοποίησης της επέμβασης. Οι διορθωτικές παρεμβάσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε αυτόν εξασφαλίζουν μεγαλύτερη άνεση χώρου και συμβάλλουν στην αποδοτικότερη και ασφαλέστερη εφαρμογή της τεχνικής. Ο έλεγχος του εξοπλισμού θα δείξει όχι μόνο τις βλάβες των μηχανημάτων, που θα απαιτήσουν επισκευή, αλλά και την ύπαρξη εξοπλισμού που είναι απαρχαιωμένος ή και τελείως ακατάλληλος.

Από τις έρευνες που έγιναν για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής, και αφορούσαν το διάστημα των 10 τελευταίων χρόνων, προέκυψε ότι τα αποτελέσματα, ήταν κυρίως ενθαρρυντικά και οι ασθενείς έμειναν ικανοποιημένοι.

Στην περίπτωση που κάποιος φοβάται να πραγματοποιήσει την επέμβαση λόγω των εξαρτημάτων που έρχονται σε επαφή με τα μάτια, αλλά παράλληλα δε θέλει να φοράει γυαλιά ή φακούς επαφής, υπάρχει λύση στη συμβατική τεχνική Lasik. Πλέον και τη διαδικασία αυτή την πραγματοποιεί η ακτίνα του laser. Τα τελευταία 5 χρόνια οι εξελίξεις αυτές των laser που εφαρμόζονται συνεχώς, έδωσαν την ευκαιρία σε άτομα που δεν πληρούσαν τις προϋποθέσεις για την επέμβαση, τελικά να την πραγματοποιήσουν με αποτέλεσμα να βελτιωθεί η ζωή τους.

Παρόλο που στην πρεσβυωπία η επέμβαση με τη μέθοδο Lasik είναι πιο δύσκολη περίπτωση από τη μυωπία, λόγω του ότι η ανωμαλία οφείλεται στη γήρανση του φακού και όχι σε κάποιο πρόβλημα του κερατοειδή, οι χειρουργοί –οφθαλμίατροι έχουν κάνει μεγάλα βήματα εξέλιξης της τεχνικής ώστε να μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση και αυτής της πάθησης.

Ένας προβληματισμός που μπορεί να διατυπωθεί είναι το ποιοι μπορούν να υποβληθούν στη διαδικασία Lasik. Από έρευνες που έχουν γίνει, η διαθλαστική χειρουργική μπορεί να εφαρμοστεί στους ενήλικες όμως παρουσιάζονται ελπιδοφόρα μηνύματα για την χρήση της και στα παιδιά. Εγχειρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί ακόμα και σε βρέφη, έδειξαν ότι η τεχνική Lasik μπορεί να βελτιώσει κατά πολύ τη μετέπειτα ζωή αυτών.

Συνεπώς οι επαγγελματίες που εργάζονται στον τομέα της υγείας, έχουν χρέος να παρέχουν μία σωστή πληροφόρηση για το θέμα αυτό. Για να το επιτύχουν όμως, πρέπει να είναι ενήμεροι για τις νέες εξελίξεις και ανακαλύψεις

γύρω από το θέμα των διαθλαστικών επεμβάσεων. Τούτο πραγματοποιείται με τη συνεχή εκπαίδευση και ενημέρωση. Το σημαντικότερο όμως που πρέπει να κάνουν όσοι εργάζονται ή ίσως στο μέλλον εργαστούν στο τομέα της υγείας που ασχολείται με τις διαθλαστικές ανωμαλίες, είναι να εκτελούν τα καθήκοντα τους, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συνέπεια και ευσυνειδησία, προσόντα που αποτελούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις του σωστού επαγγελματισμού ο οποίος προαπαιτείται για αυτή την εργασία.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Αλέξανδρος Δαμανάκης, **"Διάθλαση, Βασικές αρχές και τεχνική"**, Ιατρικές Εκδόσεις ΛΙΤΣΑΣ, 2<sup>η</sup> Έκδοση, (1999)
2. Βασίλης Φωτεινάκης, Ευάγγελος Πατέρας, Αριστείδης Χανδρινός, **"Κλινική Διάθλαση"**, Εκδόσεις "ΕΛΛΗΝ", (2000)
3. Γιώργος Ασημέλλης, **"Οπτική και Υπερόραση, Από την Κλασική Οπτική στις Σημερινές Τεχνολογικές Εξελίξεις"**, Εκδόσεις ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΝΩΣΗ, (2007)
4. Δημήτριος Ζευγώλης, **"Εφαρμοσμένη Οπτική με θέματα Οπτικοηλεκτρονικής και Laser"**, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2<sup>η</sup> Έκδοση, (2007)
5. Κώστας Κατσούλος, Γιώργος Ασημέλλης, **"Η σύγχρονη διαθλαστική εξέταση"**, Εκδόσεις ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΝΩΣΗ, (2008)
6. Κώστας Κατσούλος, Δήμητρα Μακρυνιώτη, **"Φακοί Επαφής, Β' Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές"**, Εκδόσεις ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΝΩΣΗ, Τόμος Β', (2010)
7. Πέτρος Περσεφόνης, **"Laser φυσική και τεχνολογία"**, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΑΡΑΚΥΝΘΟΣ, (2010)
8. Richard S. Snell, Michael A. Lemp, **"Κλινική Ανατομία του Οφθαλμού"**, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, (2006)
9. Angle, John, and David A. Wissman, **"Epidemiology of Myopia"**, American Journal of Epidemiology **111**: 220–228, (1980)
10. Astle WF, Fawcett SL, Huang PT, Alewenah O, et al. **"Long-term outcomes of photorefractive keratectomy and laser-assisted subepithelial keratectomy in children"**, J Cataract Refract Surg **34**: 411–416, (2008)
11. Bailey MD, Mitchell GL, Dhaliwal DK, Boxer Wachler BS, Zadnik K, **"Patient satisfaction and visual symptoms after laser in situ keratomileusis"**, Ophthalmology **110** (7): 1371–8, (2003)
12. Beedle SL, Young FA, **"Values, personality, physical characteristics, and refractive error"**, American journal of optometry and physiological optics **53** (11): 735–739, (1976)
13. Czepita D, Lodygowska E, Czepita M, **"Are children with myopia more intelligent? A literature review"**, Annales Academiae Medicae Stetinensis **54** (1): 13–16, (2008)
14. **"Discovery of Gene May Provide Treatment for Nearsightedness"**, Disabled-world.com., (2010), Retrieved (2012)
15. Garcia CA, Oréfice F, Nobre GF, Souza Dde B, Rocha ML, **"Prevalence of refractive errors in students in Northeastern Brazil"**, Arq Bras Oftalmol (in Portuguese) **68** (3): 321–5, (2005)
16. Jacobi FK, Pusch CM, **"A decade in search of myopia genes"**, Frontiers in bioscience, a journal and virtual library **15**: 359–372, (2010)

17. **"LASIK Eye Surgery"**, The New York Times – Health Guide. Retrieved 10, (2013)
18. Logan NS, Davies LN, Mallen EA, Gilmartin B, **"Ametropia and ocular biometry in a U.K. university student population"**, *Optom Vis Sci* **82** (4): 261–6, (2005)
19. Mavracanas TA, Mandalos A, Peios D, Golias V, Megalou K, Gregoriadou A, Delidou K, Katsougiannopoulos B, **"Prevalence of myopia in a sample of Greek students"**, *Acta Ophthalmol Scand* **78** (6): 656–9, (2000)
20. Mohan M, Pakrasi S, Zutshi R **"Myopia in India"**, *Acta Ophthalmol Suppl* **185**: 19–23, (1988)
21. Paysse EA, Coats DK, Hussein MA, Hamill MB, Koch DD, **"Long-term outcomes of photorefractive keratectomy for anisometropic amblyopia in children"**, *Ophthalmology* **113**: 169–176, (2006)
22. **"Photorefractive (laser) surgery for the correction of refractive errors"**, National Health Service, (2006)
23. Rosenfield, Mark and Gilmartin, **"Myopia and near work"**, Elsevier Health Sciences p.23, (1998)
24. Shaw, Seang-Mei, **"Nearwork in early-onset myopia"**, *Investigative Ophthalmology and Visual Science* **43**: 332–339, (2001)
25. Sperduto RD, Seigel D, Roberts J, Rowland M, **"Prevalence of myopia in the United States"**, *Arch. Ophthalmol* **101** (3): 405–7, (1983)
26. T.A. Aleh, B. McDermott, A.K. Bates, and P. Ewings, **"Phenol red thread test vs Schirmer's test: a comparative study"**, *Eye* **20** (8) 913–915, (2006)
27. Thorn F, Cruz AA, Machado AJ, Carvalho RA, **"Refractive status of indigenous people in the northwestern Amazon region of Brazil"**, *Optom Vis Sci* **82** (4): 267–72, (2005)
28. Verma A, Singh D, **"Myopia, Phakic IOL."**, eMedicine.com, (2005)
29. Vitale S, Sperduto RD, Ferris FL, **"Increased Prevalence of Myopia in the United States Between 1971–1972 and 1999–2004"**. *Arch Ophthalmol* **127** (12): 1632–9, (2009)
30. [www.allaboutvision.com](http://www.allaboutvision.com)
31. [www.aoa.org/patients-and-public/eye-and-vision-problems/glossary-of-eye-and-vision-conditions/myopia](http://www.aoa.org/patients-and-public/eye-and-vision-problems/glossary-of-eye-and-vision-conditions/myopia)
32. [www.athenseyehospital.gr](http://www.athenseyehospital.gr)
33. [www.biolaser.gr](http://www.biolaser.gr)
34. [www.bousalis.gr](http://www.bousalis.gr)
35. [www.eyeclinic.gr](http://www.eyeclinic.gr)
36. [www.eyeinstitute.co.nz](http://www.eyeinstitute.co.nz)
37. [www.eye-net.gr](http://www.eye-net.gr)
38. [www.eye-laser-surgery.gr](http://www.eye-laser-surgery.gr)
39. [www.fda.gov](http://www.fda.gov)

40. [www.iatronet.gr](http://www.iatronet.gr)
41. [www.ivo.gr](http://www.ivo.gr)
42. [www.laser-eye.gr](http://www.laser-eye.gr)
43. [www.lasermiopias.gr](http://www.lasermiopias.gr)
44. [www.laservision.gr](http://www.laservision.gr)
45. [www.londonhospitallasik.com](http://www.londonhospitallasik.com)
46. [www.medicinenet.com](http://www.medicinenet.com)
47. [www.ofthalmiastrosthes.gr](http://www.ofthalmiastrosthes.gr)
48. [www.opthalmica.gr](http://www.opthalmica.gr)
49. [www.smahliou.gr](http://www.smahliou.gr)
50. [www.vision-optometry.blogspot.gr](http://www.vision-optometry.blogspot.gr)
51. [www.webmd.com](http://www.webmd.com)
52. [www.Z-LASIK.net](http://www.Z-LASIK.net)