



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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **Αξιολόγηση της όρασης κατά την χρήση πολυεστιακών φακών**

**Σπουδάστριες: Ασημακοπούλου Ελένη  
Καρακάση Ειρήνη**

**Επιβλέπων καθηγητής: Κουτσοθεωδωρής Θεόδωρος**

**Αίγιο, Μάιος 2013**

## Πίνακας Περιεχομένων

|  |    |
|--|----|
| Πρόλογος – Ευχαριστίες.....                                    | 3  |
| Περίληψη.....  | 4  |
| A. Εισαγωγή.....   | 5  |
| B. Θεωρητικό Υπόβαθρο.....                                     | 7  |
| Γ. Ιστορική Αναδρομή.....                                      | 13 |
| Δ. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα πολυεστιακών φακών.....       | 18 |
| Ε. Είδη και σχεδιασμοί πολυεστιακών φακών.....                 | 20 |
| ΣΤ. Σύγχρονες εξελίξεις στους πολυεστιακούς φακούς.....        | 32 |
| Z. Εφαρμογή πολυεστιακών γυαλιών.....                          | 47 |
| Η. Ιδιαίτερες περιπτώσεις για τη χρήση πολυεστιακών φακών..... | 64 |
| Θ. Αξιολόγηση της όρασης και της χρήσης πολυεστιακών.....      | 67 |
| Ι. Συμπεράσματα – Επίλογος.....                                | 71 |
| Βιβλιογραφία.....  | 72 |

## Πρόλογος – Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή Κουτσοθεοδωρή Θεόδωρο κυρίως για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, καθώς και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας μας. Επίσης θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του. Κατά τη διάρκεια της πτυχιακής μας εργασίας, επισκεφτήκαμε το εργοστάσιο της εταιρίας Union στη Θεσσαλονίκη, θα θέλαμε να τους ευχαριστήσουμε για τον τρόπο που μας υποδέχτηκαν καθώς και για το υλικό που μας έδωσαν να αξιοποιήσουμε στην εργασία μας. Ο κ. Βασίλης Κόκοτας μας ενημέρωσε για διάφορες δύσκολες περιπτώσεις χρήσης των πολυεστιακών φακών. Καθώς και η εταιρία HOYA για τα στοιχεία που μας έδωσε σχετικά με την εργασία μας. Επιπλέον τους εργοδότες μας κ.Μιχάλη Καρακάση και Κωνσταντίνο Καρακάση οι οποίοι δεν είχαν αντίρρηση να δώσουμε κάποια ερωτηματολόγια για την υλοποίηση της πτυχιακής μας σε πελάτες τους – χρήστες πολυεστιακών φακών, καθώς και για τη διάθεση που είχαν να μας βοηθήσουν σε κάποιες απορίες μας. Ευχαριστούμε επίσης, τα άτομα που κλήθηκαν να απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο και έτσι αποκομίσαμε τα στοιχεία που χρειαζόμασταν για την αξιολόγηση της όρασης με χρήση πολυεστιακών φακών. Θα θέλαμε επίσης να απευθύνουμε τις ευχαριστίες μας στους γονείς μας, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μας με κάθε δυνατό τρόπο, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μας.

## Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα προσπαθήσουμε να κάνουμε μία αξιολόγηση της όρασης κατά την χρήση γυαλιών που έχουν πολυεστιακούς φακούς.

Αρχικά, γίνεται μια μικρή εισαγωγή στην ανάγκη που δημιουργείται με την πάροδο των χρόνων για χρήση γυαλιών για κοντινή όραση. Ύστερα, γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή γύρω από τους πολυεστιακούς φακούς και την τεχνολογική τους εξέλιξη μέχρι σήμερα.

Έπειτα, αναλύεται ένα ερωτηματολόγιο που δόθηκε σε ένα δείγμα 29 ατόμων που είτε φόρεσαν πρώτη φορά πολυεστιακά γυαλιά είτε έχουν ξαναφορέσει και αξιολογείται η όραση τους κατά την χρήση των γυαλιών αυτών.

Έχουμε ενθουσιαστεί από τις προοπτικές των πολυεστιακών και από το πόσο βελτιώνουν την ποιότητα οράσεως και ζωής των διοπτροφόρων. Ο ρόλος του οπτικού απαιτεί αρκετή ευθύνη ώστε να κρίνει κατά πόσο θα βοηθήσει ένα πολυεστιακό γυαλί και ποιο θα είναι αυτό. Σε συνεργασία με τον πελάτη, καταλήγει στην καλύτερη δυνατή λύση, προσαρμοσμένη στις δικές του ανάγκες.

## **A. Εισαγωγή**

Οι σημερινοί πρεσβύωπες έχουν πιο δραστήρια κοντινή όραση από τις προηγούμενες γενιές. Το πολύωρο διάβασμα, η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι οθόνες των κινητών τηλεφώνων είναι στοιχεία του σύγχρονου τρόπου ζωής. Τα πολυεστιακά γυαλιά έρχονται να καλύψουν αυτές ακριβώς τις καθημερινές ανάγκες.

Τα πολυεστιακά γυαλιά θεωρούνται ότι πλησιέστερο στην φυσική όραση μετά την έναρξη της πρεσβυωπίας. Σε ένα ζευγάρι πολυεστιακών φακών συμπεριλαμβάνεται η διόρθωση για την μακρινή, τη μεσαία αλλά και την κοντινή όραση. Ο βασική ιδέα της λειτουργίας τους είναι σχετικά απλή και είναι απόλυτα εναρμονισμένη με τις οφθαλμικές κινήσεις.

Σήμερα, ένα στα τέσσερα άτομα είναι πρεσβύωπας σε παγκόσμια κλίμακα, δηλαδή περίπου 1,5 δισεκατομμύρια άτομα. Παρότι η ακριβής κατανομή ποικίλει από χώρα σε χώρα, η χρήση των πολυεστιακών φακών φαίνεται να αυξάνεται παντού. Με την αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού, ειδικά μεταξύ των ηλικιωμένων, οι πρεσβύωπες θα γίνουν όλο και πολυπληθέστεροι μέσα στα επόμενα χρόνια. Η αγορά των διορθωτικών φακών πρεσβυωπίας θα συνεχίζει να αυξάνεται και είναι βέβαιο πως θα ακολουθήσει η αντικατάσταση των διπλεστιακών και μονοεστιακών φακών από πολυεστιακούς. Το μέλλον για τους πολυεστιακούς συνεχίζει να είναι καλό.

Μία από της βασικές διαφορές των πολυεστιακών φακών από τα διπλοεστιακά είναι το γεγονός ότι η μετάβαση της διαθλαστικής ισχύος από την μακρινή στην κοντινή ζώνη του φακού γίνεται σταδιακά, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο πολλά πλεονεκτήματα.

Όσον αφορά στην Ελλάδα όπου υπάρχει έντονος ήλιος σχεδόν όλο τον χρόνο, τα πολυεστιακά γυαλιά μπορούν να συνδυαστούν με φωτοχρωμικό υλικό που σκουραίνει ανάλογα με την ένταση της ηλιοφάνειας, ενώ στους εσωτερικούς χώρους ή κατά τη διάρκεια της νύχτας γίνεται λευκό και διαυγές. Έτσι παρέχοντας συνεχή

προσαρμοστικότητα σε όλες τις αποστάσεις και σε όλες τις συνθήκες φωτισμού.

Τέλος, ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρει η ανάπτυξη των πολυεστιακών φακών οράσεως είναι ότι τώρα πια τα πολυεστιακά γυαλιά κατασκευάζονται εξατομικευμένα για τον κάθε άνθρωπο, έτσι ώστε να καλύπτουν στο 100% τις ανάγκες του τόσο σε επαγγελματικό επίπεδο όσο και στα ενδιαφέροντά του αλλά και στην καθημερινότητα του.

## **B. Θεωρητικό Υπόβαθρο**

Εμμετρωπικός οφθαλμός είναι αυτός που όταν κοιτάζει ένα μακρινό αντικείμενο (απόσταση  $> 6m$ ), το είδωλό του εστιάζεται πάνω στον αμφιβληστροειδή.

Μυωπία είναι η διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία το είδωλο δεν σχηματίζεται πάνω στον αμφιβληστροειδή αλλά μπροστά από αυτόν. Αυτό οφείλεται είτε στο γεγονός ότι η διαθλαστική δύναμη του οφθαλμού είναι μεγαλύτερη από τη φυσιολογική είτε στο γεγονός ότι ο οφθαλμός έχει μεγαλύτερο μήκος από το φυσιολογικό.

Υπερμετρωπία είναι η διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία το είδωλο δεν σχηματίζεται πάνω στον αμφιβληστροειδή αλλά πίσω από αυτόν. Αυτό οφείλεται είτε στο γεγονός ότι η διαθλαστική δύναμη του οφθαλμού είναι μικρότερη από τη φυσιολογική είτε στο γεγονός ότι ο οφθαλμός έχει μικρότερο μήκος από το φυσιολογικό.

Ο αστιγματισμός είναι η διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία ένα σημειακό αντικείμενο δεν σχηματίζει σημειακό είδωλο, αλλά ένα κωνοειδές σχήμα που είναι γνωστό ως κωνοειδές του Sturm. Οφείλεται στη διαφορετική διαθλαστική δύναμη των μεσημβρινών του κερατοειδούς.

Όταν ένα αντικείμενο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από 6 μέτρα στέλνει στο μάτι αποκλίνουσα δέσμη ακτινών. Για τον λόγο αυτό, προκειμένου να δει καθαρά σε αυτή την απόσταση ο οφθαλμός, θα χρειαστεί επιπλέον διαθλαστική ισχύ, ίση με το αντίστροφο της απόστασης. Την επιπλέον αυτή ισχύ προσφέρει μια διαδικασία που ονομάζεται προσαρμογή.

Για να δει καθαρά λοιπόν ο εμμετρωπικός οφθαλμός σε απόσταση 2 μέτρων θα ενεργοποιήσει την προσαρμογή του κατά 0,5 διοπτρίες. Για να δει καθαρά στα 30cm, θα ενεργοποιήσει την προσαρμογή του κατά 3,3 διοπτρίες.

Η προσαρμογή δίνει στο οπτικό σύστημα “οφθαλμός” επιπλέον διοπτρίες, αλλά

δεν είναι απεριόριστη. Ο αριθμός των διοπτριών που μπορεί να παρέχει η προσαρμογή ονομάζεται εύρος προσαρμογής. Το εύρος προσαρμογής μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας. Αυτό οφείλεται σε εσωτερικές αλλαγές των ιστών που αποτελούν το οφθαλμικό φακό. Ο φακός γίνεται λιγότερο ελαστικός, γι' αυτό δεν μπορεί να δώσει τόσο μεγάλο εύρος προσαρμογής.

Κατά την φυσιολογική γήρανση του κρυσταλλοειδή φακού και την συνεπακόλουθη μείωση της προσαρμογής, ο οφθαλμός μπορεί να εστιάζει ολοένα και δυσκολότερα σε κοντινές αποστάσεις. Το κοντινότερο σημείο που μπορεί να δει, απομακρύνεται με την αύξηση της ηλικίας. Αυτή η εξελισσόμενη διαδικασία οδηγεί στην πρεσβυωπία, η έναρξη της οποίας θεωρείται η αδυναμία καθαρής όρασης στα 30cm. Με την πάροδο της ηλικίας, η πρεσβυωπία επιδεινώνεται, καθώς το κοντινότερο σημείο καθαρής όρασης απομακρύνεται, μέχρι που σε βαθιά γεράματα, μόνο τα μακρυνά αντικείμενα είναι καθαρά ορατά. Παρόλο που συχνά αναφέρεται ως πάθηση, είναι κάτι το φυσιολογικό και συμβαίνει σε όλους ανεξαιρέτως τους ανθρώπους.

Για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας, απαιτείται επιπλέον διαθλαστική ισχύς για να επιτευχθεί καθαρή όραση στα 30cm. Αυτή ονομάζεται addition και αποτελεί το μέτρο της πρεσβυωπίας.

Ο τρόπος αντιμετώπισης των διαθλαστικών ανωμαλιών είναι με διορθωτικά οφθαλμικά μέσα, όπως είναι τα γυαλιά με οφθαλμικούς φακούς και οι φακοί επαφής. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τους οφθαλμικούς φακούς, η μυωπία διορθώνεται με αρνητικούς φακούς, η υπερμετρωπία με θετικούς φακούς και ο αστιγματισμός με κυλινδρικούς φακούς που τοποθετούνται σε συγκεκριμένες μοίρες ανάλογα με τη διαθλαστική δύναμη του κάθε μεσημβρινού του κερατοειδή.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι διορθωτικών οφθαλμικών φακών ανάλογα με τον αριθμό των εστιών τους. Αυτοί είναι οι εξής:

- Φακοί μονής όρασης
- Διπλεστιακοί φακοί
- Τριπλεστιακοί φακοί
- Πολυεστιακοί φακοί

Η πρεσβυωπία διορθώνεται με φακούς θετικής ισχύος που έχουν την μορφή



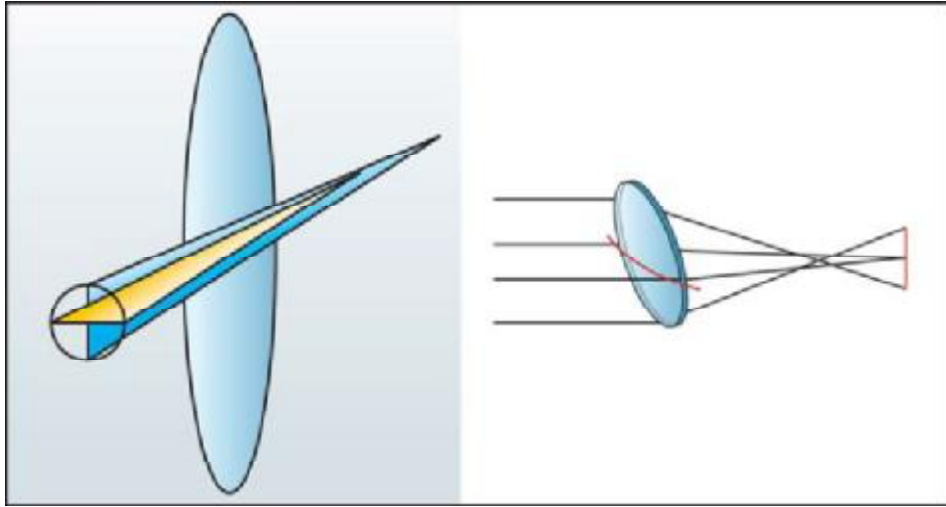
γυαλιών οράσεως ή φακών επαφής. Στην περίπτωση συνύπαρξης κάποιας άλλης πάθησης όπως η μυωπία, η υπερμετρωπία ή ο αστιγματισμός μπορούμε να διαλέξουμε ανάμεσα σε έναν αριθμό διαφορετικών λύσεων:

- α) Ένα ζεύγος διπλοεστιακών ή πολυεστιακών γυαλιών για όλες τις αποστάσεις.
- β) Ένα ζεύγος πολυεστιακών φακών επαφής για όλες τις αποστάσεις.
- γ) Δύο ζεύγη διορθωτικών γυαλιών, το ένα για κοντινή εργασία (πχ διάβασμα) και άλλο για μακρινή ή μεσαία απόσταση.
- δ) Φακοί επαφής για γενική χρήση και ένα ζεύγος γυαλιών για χρήση επάνω από τους φακούς κατά την κοντινή εργασία.
- ε) Εξειδικευμένες οπτικές εφαρμογές φακών επαφής.

Στους πολυεστιακούς φακούς εμφανίζονται κάποιες βασικές εκτροπές, οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα της όρασης.

### **Αστιγματισμός λοξών ακτίνων ή πλάγιος αστιγματισμός**

Είναι η εκτροπή που παρουσιάζουν οι ακτίνες που διαθλώνται λοξά σε έναν φακό. Όταν κοιτάζουμε λοξά μέσα από οφθαλμικούς φακούς, λόγω του πλάγιου αστιγματισμού, μειώνεται η ποιότητα του ειδώλου που σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή. Έτσι δεν υφίσταται εξίσου καλή όραση όταν κάποιος κοιτά από την περιφέρεια ενός φακού.



**Εικόνα 1** Οι ακτίνες που εισέρχονται από την περιφέρεια του φακού διαθλώνται δημιουργώντας αστιγματισμό

### **Αστιγματισμός**

Παρατηρείται όταν οι ακτίνες ενός αντικειμένου σχηματίζουν μεγάλη γωνία με τον κύριο άξονα. Τότε οι ακτίνες δεν τέμνονται στην εστία αλλά διέρχονται από δυο ευθείες (εστιακές γραμμές). Η διαθλώμενη δέσμη τότε σχηματίζει δύο χωριστές εστιακές γραμμές, χαρακτηριστικές του αστιγματισμού σε δύο κύριους μεσημβρινούς που καλούνται εφαπτομενικός και εγκάρσιος. Η διατομή της αστιγματικής δέσμης κοντά στις εστιακές γραμμές είναι γενικά μια έλλειψη, της οποίας ο μεγάλος άξονας είναι παράλληλος προς την εγγύτερη εστιακή γραμμή. Στη μέση περίπτωση της απόστασης των εστιακών γραμμών η διατομή της δέσμης γίνεται σχεδόν κυκλική και το εμβαδόν της παίρνει την ελάχιστη τιμή. Ο κύκλος αυτός ονομάζεται κύκλος ελάχιστης σύγχυσης.

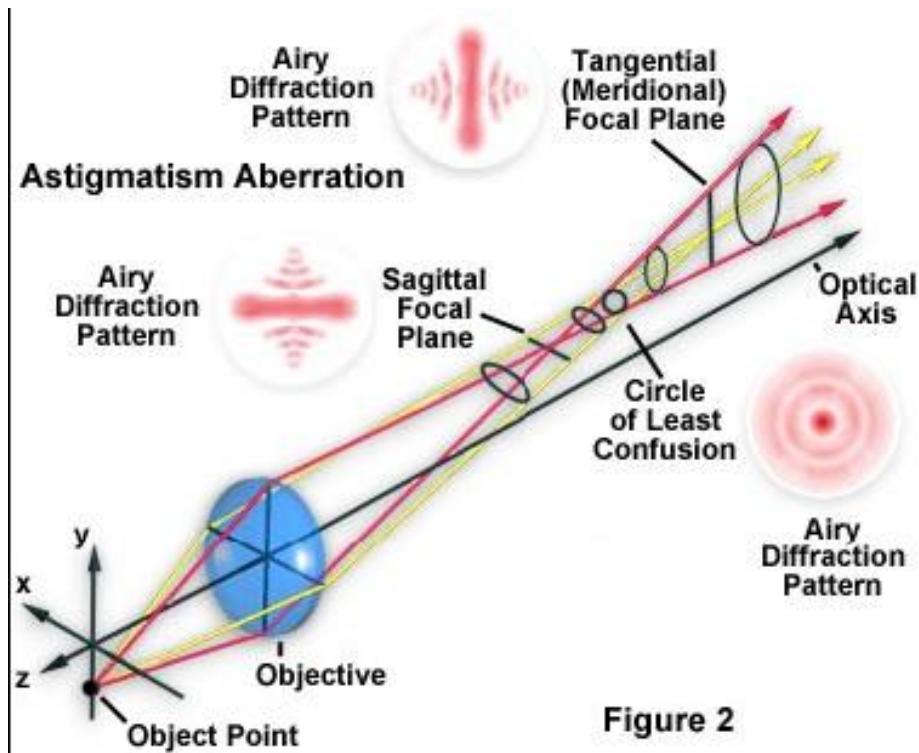


Figure 2

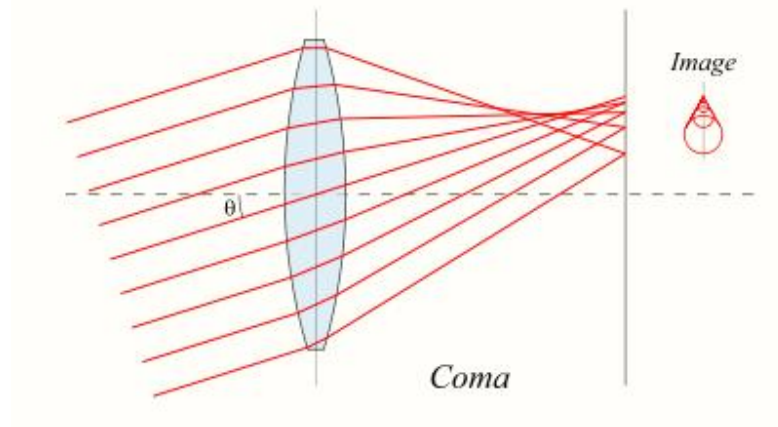
## Εικόνα2Απλός αστιγματισμός

### Κόμη

Η κόμη έχει πάρει το όνομα της από την μορφή κομήτη που παίρνει το είδωλο. Η κόμη προκύπτει όταν δημιουργείται το είδωλο ενός αντικειμένου το οποίο βρίσκεται εκτός άξονα και οι ακτίνες περνούν από το φακό υπό γωνία  $\theta$ . Οι ακτίνες που περνούν από το οπτικό κέντρο του φακού με εστιακή απόσταση  $f$  εστιάζουν σε σημείο με απόσταση  $f \tan \theta$  από τον άξονα. Οι ακτίνες που περνούν από το εξωτερικό πλαίσιο του φακού εστιάζουν σε διαφορετικά σημεία είτε μακρύτερα από τον άξονα (θετική κόμη) είτε πιο κοντά στον άξονα (αρνητική κόμη).

Γενικά μια δέσμη παράλληλων ακτινών η οποία περνάει από ένα φακό, δημιουργεί ένα είδωλο σε μια συγκεκριμένη απόσταση από το κέντρο του φακού, σε σχήμα δακτυλίου στο εστιακό επίπεδο. Το σύνολο όλων αυτών των δακτυλίων έχουν σαν αποτέλεσμα το σχήμα που μοιάζει με κομήτη. Όπως και με τη σφαιρική εκτροπή η κόμη

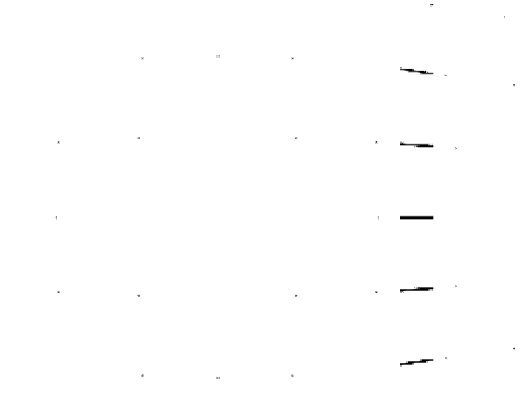
μπορεί να ελαχιστοποιηθεί επιλέγοντας την κατάλληλη καμπυλότητα στους φακούς.



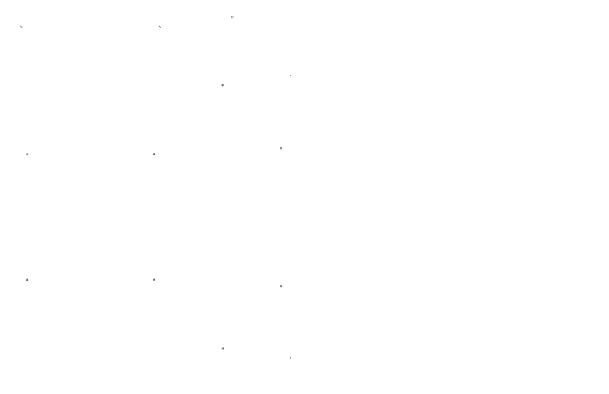
**Εικόνα 3** Οι περιφερικές ακτίνες δημιουργούν μεγαλύτερο είδωλο από τις πιο κεντρικές

### **Παραμόρφωση του ειδώλου**

Όταν ένα αντικείμενο παρατηρείται από την περιφέρεια ενός σφαιρικού φακού τότε δημιουργείται παραμόρφωση της εικόνας του. Οι άκρες του αντικειμένου παραμορφώνονται. Αυτό οφείλεται στην αυξανόμενη πρισματική επίδραση της περιφέρειας του φακού, η οποία δημιουργεί ανεπιθύμητη μεγέθυνση του αντικειμένου. Ένας αρκετά κοίλος φακός προκαλεί βαρελοειδή παραμόρφωση



Εικόνα 1 Αρνητική ή βαρελοειδής παραμόρφωση



Εικόνα 2 Θετική παραμόρφωση ή παραμόρφωση μηνίσκου

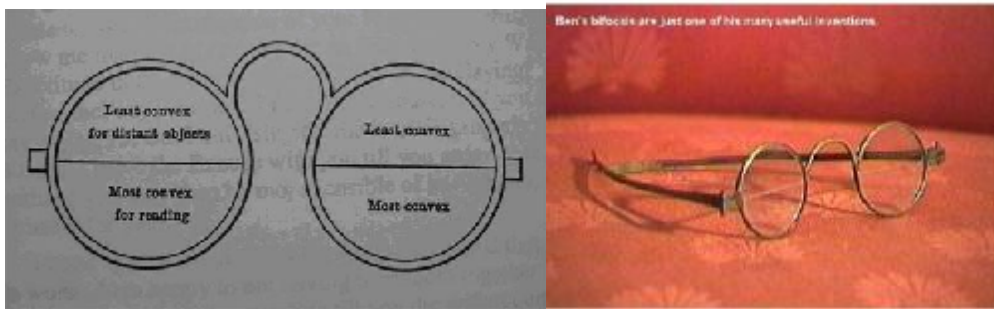
Στη βαρελοειδή παραμόρφωση, που προκύπτει στους αρνητικούς φακούς, η μεγέθυνση του ειδώλου μειώνεται όσο μειώνεται η απόσταση από τον οπτικό άξονα. Το αποτέλεσμα είναι ένα είδωλο που φαίνεται σαν να έχει τυλιχθεί γύρω από μια σφαίρα ή ένα βαρέλι.

Στη θετική παραμόρφωση, που προκύπτει στους θετικούς φακούς, η μεγέθυνση του ειδώλου αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από τον οπτικό άξονα. Το ορατό αποτέλεσμα είναι οι γραμμές που δεν περνούν από το κέντρο του ειδώλου να κλίνουν προς το κέντρο του ειδώλου, σαν μαξιλάρι. Ένα ποσό θετικής παραμόρφωσης βρίσκουμε στα οπτικά όργανα, όπως τα κιάλια.

Μαθηματικά οι παραμορφώσεις είναι τετραγωνικές, εννοώντας ότι αυξάνονται με το τετράγωνο της απόστασης από το κέντρο.

## Γ. Ιστορική Αναδρομή

Η ανακάλυψη των διπλεστικτών γυαλιών έγινε το 1784 από τον Benjamin Franklin. Όταν είχε μεγαλώσει και είχε αποκτήσει πρεσβυωπία δυσκολευόταν με την συνεχή εναλλαγή του μακρινού και του κοντινού γυαλιού του. Έτσι, τοποθέτησε τους φακούς που ήταν για την μακρινή διόρθωση στο πάνω μέρος του σκελετού και τους φακούς που ήταν για την κοντινή διόρθωση στο κάτω μέρος.



**Εικόνα 6 Το πρώτο διπλεστικά**

Έτσι λοιπόν, διπλεστικός καλείται ο φακός που προσφέρει ευκρινή όραση, για δύο σημεία που βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από ένα πρεσβυωπικό μάτι, αλλά και μόνο με την μετακίνηση του βλέμματος από μακριά στη περιοχή για κοντά. Το επάνω μέρος του φακού συμπεριλαμβάνει την διόρθωση για την μακρινή όραση (π.χ. περπάτημα, τηλεόραση, οδήγηση) ενώ το κάτω μέρος αυτή για την κοντινή (π.χ. διάβασμα). Στο μεγαλύτερο μέρος των καθημερινών δραστηριοτήτων μας δεν χρειάζεται να σκεφτούμε ποιο μέρος του φακού θα χρησιμοποιήσουμε αφού όταν κοιτάμε μακριά τα μάτια μας κοιτάνε ευθεία και κατ' επέκταση από το επάνω μέρος του φακού και όταν διαβάζουμε το βλέμμα μας υποσυνείδητα χαμηλώνει βλέποντας από το κάτω μέρος.

Ο διπλεστικός φακός έχει δύο περιοχές καλά διαχωρισμένες μεταξύ τους με την αντίστοιχη εστιακή δύναμη, για την ανάλογη αναγκαία απόσταση όρασης. Σ' αυτόν τον τύπο φακών, η περιοχή που χρησιμοποιείται στην όραση για μακριά αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του φακού και καλείται «κύριος φακός», ενώ η περιοχή για την κοντινή όραση καταλαμβάνει μικρότερη περιοχή και καλείται «εστία», έχει διάμετρο ανάλογα με το σκοπό και με τον τρόπο που θα χρησιμοποιήσουμε τα διπλεστικά γυαλιά και συνήθως δεν ξεπερνά τα 40mm. Η θετική σφαιρική δύναμη που προσθέτουμε στην διόρθωση της μακρινής όρασης για να μας δώσει την διόρθωση για την κοντινή όραση, ονομάζεται “addition” η πρόσθετη δύναμη για κοντά. Όταν στη συνταγή έχουμε κύλινδρο αυτός τοποθετείται σύμφωνα με τον άξονα που έχει ορισθεί και σπάνια αλλάζει μοίρες από την μακρινή εστία προς την κοντινή. Το addition παίρνει τιμές από +0,75D έως +3,50D.

Τα πρώτα τριπλεστικά γυαλιά κατασκευάστηκαν από τον John Hawkins το 1826

στο Λονδίνο, ο οποίος όντας πρεσβύωπας σε ηλικία 54 ετών, συνειδητοποίησε ότι εκτός από τη μακρινή και την κοντινή διόρθωση, είχε ανάγκη διόρθωσης και σε μια μέση απόσταση περίπου 80cm, στην οποία τα διπλεστικά του δεν του προσέφεραν ευκρινή όραση. Τα τριπλεστικά παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα έναντι των διπλεστικών, ιδίως όταν το εύρος προσαρμογής έχει ελαττωθεί τόσο, ώστε η όραση για την ενδιάμεση απόσταση (μεταξύ κοντινής και μακρινής) να καθίσταται ασαφής. Επιπλέον η οπτική αναπήδηση του ειδώλου στα τριπλεστικά είναι λίγο μικρότερη. Όμως, η χρησιμοποίησή τους αντιμετωπίζει ορισμένους περιορισμούς. Οι τριπλεστικοί φακοί δεν είναι κατάλληλοι για διόρθωση ανισομετροπίας ή όταν απαιτούνται πρίσματα για την κοντινή εργασία. Ακόμη, με την ύπαρξη δύο διαχωριστικών γραμμών η προσαρμογή γίνεται ακόμα πιο δύσκολη. Η ισχύς του ενδιάμεσου τμήματος ποικίλει, συνήθως όμως είναι το ήμισυ της πρεσβυωπικής διόρθωσης.

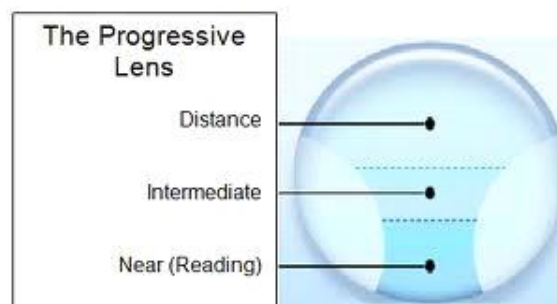
Η κύρια ένδειξη για τη χορήγηση τριπλεστικών είναι η έλλειψη ευκρινούς όρασης για ενδιάμεση απόσταση, όταν αυτή είναι αναγκαία για την εξάσκηση ορισμένων επαγγελματιών όπως του δακτυλογράφου, του μουσικού, του ζωγράφου κ.α. Σήμερα η χρήση τους είναι σπάνια, αφού προτιμούνται τα πολυεστικά γυαλιά, τα οποία έχουν τη δυνατότητα, να συγκεντρώνουν περισσότερες των τριών εστιών όρασης, με άμεσο επακόλουθο τη χρησιμοποίησή τους απ' το διοπτροφόρο σε πρακτικά άπειρες ενδιάμεσες αποστάσεις.

Οι απειροεστικοί φακοί ή αλλιώς πολυεστικοί, είναι φακοί κατασκευασμένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζουν συνεχή όραση, σε όλες τις αποστάσεις, σε αντίθεση με τις προκαθορισμένες εστίες όρασης, ενός διπλεστικού ή ενός τριπλεστικού φακού.

Πολλές προσπάθειες για τη δημιουργία ενός πολυεστικού φακού πριν την εμπορική του διαθεσιμότητα έχουν καταγραφεί. Την πρώτη πατέντα πολυεστικού σχεδιασμού την κατοχύρωσε ο Owen Aves το 1907, ο οποίος συνδυάζοντας τις καμπυλότητες της πρόσθιας και οπίσθιας επιφάνειας κατάφερε μία προοδευτική μεταβολή της δύναμης του φακού. Έπειτα, οι Roullain και Cornet το 1916 και το 1920 κατασκεύασαν έναν πολυεστικό φακό με την προοδευτική μεταβολή της δύναμης να είναι αποτέλεσμα της μεταβλητής αυξανόμενης κυρτότητας μιας ενιαίας επιφάνειας

(πρόσθιας) και η πίσω επιφάνεια με σταθερή κυρτότητα να παρέχει τη μακρινή διόρθωση. Παρόλ' αυτά, λίγες εξελίξεις παρουσιάστηκαν στο σχεδιασμό πολυεστιακού φακού μέχρι το 1951 που κατασκευάστηκε ο Varilux 1 από τον Bernard Cretin-Maitenaz στη Γαλλία και διατέθηκε στην αγορά της Ευρώπης το 1959. Ο πρώτος πολυεστιακός φακός στην αγορά των ΗΠΑ ήταν ο Omnifocal το 1965, όπου τον διαδέχθηκε το 1967 ο Varilux 1 μέχρι το 1972, που πήρε τη θέση του ο Varilux 2.

Ο σχεδιασμός του Varilux 1 το 1959 αποτελούταν από μία μεγάλη ζώνη για μακρινή και μία μεγάλη ζώνη για κοντινή όραση εντελώς σφαιρικές και οι δύο. Η φιλοσοφία του ήταν να παρέχει μεγάλες ζώνες μακρινής και κοντινής όρασης βάσει του μοντέλου της "προβοσκίδας του ελέφαντα" (elephant trunk), όπου αλλάζοντας ύψος, η ακτίνα καμπυλότητας αυξάνεται βαθμιαία προσφέροντας μεταβολή στην διοπτρική ισχύ.



**Εικόνα 7 Πολυεστιακός φακός**

Αυτός ο σχεδιασμός όμως είχε κάποια βασικά μειονεκτήματα που η δεύτερη γενιά πολυεστιακών προσπάθησε να βελτιώσει. Αρχικά, δε λάμβανε υπ' όψιν την ποιότητα της όρασης σε καμία από τις δύο πλευρές του κεντρικού άξονα του πολυεστιακού, δηλαδή το κανάλι του πολυεστιακού, δημιουργώντας πολύ έντονες εκτροπές στην περιφέρεια του φακού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραμόρφωση της εικόνας όταν το βλέμμα στρέφεται εκτός καναλιού. Επίσης, ο σχεδιασμός του ήταν συμμετρικός, δηλαδή ο δεξιός φακός δε διέφερε με τον αριστερό και θα έπρεπε να στρέφονται οι φακοί κατά 10 μοίρες έσω ρινικά κατά την τοποθέτησή τους στο σκελετό. Αυτή η αξονική συμμετρία δε λάμβανε υπ' όψιν τη σύγκλιση των οφθαλμών από την



μακρινή στην κοντινή όραση δημιουργώντας αναπόφευκτα αστιγματισμό και κατά συνέπεια αίσθημα ιλίγγου στους χρήστες. Ένας τέτοιος σχεδιασμός σήμερα θα χαρακτηριζόταν ως πολύ σκληρός σχεδιασμός και θα απαιτούσε μια πιο παρατεταμένη προσπάθεια από τους χρήστες για να προσαρμοστούν.

Η δεύτερη γενιά πολυεστιακών, με τον Varilux2, το 1972 κατάφερε να σχεδιάσει ένα φακό με βελτιωμένες περιφερικές ζώνες εισάγοντας στον χώρο της οπτικής ιδέες όπως η διόφθαλμη όραση και η ορθοσκοπία. Έτσι σχεδιάστηκε ένας φακός, ο οποίος δεν αποτελείται πλέον από κυκλικά τμήματα, αλλά από μια φθίνουσα διαδοχή κωνικών τμημάτων αποτελούμενα από ελλείψεις, παραβολές, κύκλους και υπερβολές. Η πολυεστιακή γεωμετρία της επιφάνειας είναι διαφορετική για το δεξί και το αριστερό μάτι μειώνοντας σε κάποιο βαθμό τις πλάγιες εκτροπές. Αυτή η ασυμμετρία στον σχεδιασμό, εισήγαγε την έννοια της "οριζόντιας μεταβολής" και πέτυχε τη μείωση των εκτροπών στην περιφέρεια του φακού και κατ' επέκταση το αίσθημα ιλίγγου που δημιουργούσε ο συμμετρικός σχεδιασμός. Μεγαλύτερο μέρος του επιφανειακού αστιγματισμού μεταφέρθηκε περισσότερο ρινικά παρά κροταφικά με την αύξηση της ισχύος περιφεριακά της μακρινής ζώνης και περιφεριακά της κοντινής ζώνης του φακού. Με αυτόν τον τρόπο και τα δύο μάτια λαμβάνουν ίδιες ποσότητες αστιγματισμού σε κάθε αντίστοιχο σημείο του φακού κοιτώντας οριζόντια από τη μία πλευρά του φακού στην άλλη.

Για μια δεκαετία οι κατασκευάστριες εταιρίες έκαναν ταυτόχρονες προσπάθειες για τη βελτίωση του πολυεστιακού σχεδιασμού. Έτσι άλλες έδωσαν έμφαση στις ευρύτερες ζώνες της μακρινής και της κοντινής όρασης αμελώντας τον αναπόφευκτο αστιγματισμό της περιφέρειας. Άλλες μείωσαν την ποσότητα του ανεπιθύμητου αστιγματισμού στην περιφέρεια με την κατανομή του ευρύτερα στο φακό σε βάρος όμως της ευρύτητας του καναλιού και άλλες έδωσαν έμφαση στην ασυμμετρία του φακού και στην άνετη διόφθαλμη όραση.

Κατά τη δεκαετία του '90 ένα ακόμα βήμα γίνεται στην εξέλιξη του πολυεστιακού σχεδιασμού με τη βοήθεια της τεχνολογίας των υπολογιστών και της ρομποτικής. Η δυνατότητα κατασκευής πολυεστιακών φακών με την επιλογή της λέπτυνσης και της ασφαιρικότητάς τους ακόμη και σε υψηλούς δείκτες διάθλασης είχε

σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νέου πολυεστιακού φακού με κοντό κανάλι και αυτό συνέβαλε στη διεύρυνση της γκάμας επιλογής σκελετών που ήταν τότε στη μόδα τα μικρότερα μεγέθη.

Μέσα στην επόμενη δεκαετία οι κατασκευάστριες εταιρίες θέλοντας να προσφέρουν ακόμη πιο άνετη όραση στους χρήστες πολυεστιακών γυαλιών βελτίωσαν ακόμη περισσότερο τους σχεδιασμούς τους. Με τις βελτιώσεις που έκαναν, κατάφεραν να προσφέρουν πιο διευρυμένα πεδία όρασης και πιο γρήγορη προσαρμογή των χρηστών. Οι σχεδιασμοί έγιναν ακόμη καλύτεροι, ιδιαίτερα στην περιφέρεια του φακού, μειώνοντας τις παραμορφώσεις που δημιουργούνται σε αυτήν την περιοχή και μειώνοντας ακόμη περισσότερο το αίσθημα ιλίγγου. Αυτή την περίοδο πρωτοεμφανίζονται πολυεστιακοί φακοί, όπου ο πολυεστιακός τους σχεδιασμός δεν είναι στην πρόσθια επιφάνεια του φακού, αλλά μοιράζεται στην πρόσθια και την οπίσθια.

Έκτοτε, πολλοί πολυεστιακοί σχεδιασμοί παρουσιάστηκαν στην γκάμα των πολυεστιακών φακών διαδεχόμενοι ο ένας τον άλλο με τη βοήθεια της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας και σε συνάρτηση με την οπτική και οφθαλμολογική επιστήμη καθώς και την επίγνωση των αναγκών του διοπτροφόρου σε συγκερασμό με τον σύγχρονο τρόπο ζωής του.

Όλα αυτά οδήγησαν στο να έχουμε σήμερα πολυεστιακούς φακούς που προσφέρουν υψηλή ποιότητα όρασης και άνεση στην καθημερινότητα του χρήστη. Η έρευνα και οι εφαρμογές εξελίσσονται διαρκώς με στόχο την καλύτερη όραση, λιγότερα σφάλματα στην περιφέρεια του φακού και μεγαλύτερη άνεση. Ο προσανατολισμός για την επίτευξη των παραπάνω στρέφεται στον εξατομικευμένο σχεδιασμό.

## **Δ. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα πολυεστιακών φακών**

### Πλεονεκτήματα:

- Προσφέρουν ένα συνεχόμενο πεδίο ευκρινούς όρασης από μακριά έως κοντά. Οι φακοί μονής όρασης προσφέρουν ένα πεδίο καθαρής όρασης μόνο σε μια περιοχή, ενώ οι διπλεστιακοί σχεδιασμοί με την απότομη αλλαγή της ισχύος τους, δημιουργούν δυο πεδία, για μακρινή και κοντινή όραση αντίστοιχα.

- Άνετη όραση για όλες τις ενδιάμεσες αποστάσεις (50εκ. – 1,5μ) επειδή ο πολυεστιακός φακός είναι ο μοναδικός φακός που έχει ζώνες ειδικά σχεδιασμένες για τις αποστάσεις αυτές. Στα πρώτα στάδια της πρεσβυωπίας (addition μικρότερο του 1.75D), τα άτομα τα οποία φορούν φακούς μονής όρασης και διπλεστιακούς μπορούν να συνεχίζουν να έχουν καθαρή όραση στις αποστάσεις αυτές. Από την άλλη πλευρά, στα μετέπειτα στάδια της πρεσβυωπίας (addition μεγαλύτερο των 1.75D), η καθαρή ενδιάμεση όραση δεν είναι πλέον δυνατή επειδή το υπόλοιπο εύρος της προσαρμογής είναι πολύ μικρό, και το addition για διάβασμα πολύ μεγάλο, ώστε να παρέχει καθαρή όραση στις αποστάσεις αυτές. Μόνο οι πολυεστιακοί φακοί επιτρέπουν άνετη όραση σε όλες τις ενδιάμεσες αποστάσεις.

- Συνεχής υποστήριξη για ευκρινή όραση σε όλες τις αποστάσεις: με ένα πολυεστιακό φακό, το μάτι μπορεί να βρει μια περιοχή στην προοδευτική ζώνη όπου ισχύς είναι η σωστή για την συγκεκριμένη απόσταση όρασης.

- Η συνεχής χωρική ευκρίνεια επιτυγχάνεται από την προοδευτική αλλαγή της ισχύος του φακού. Οι μονοεστιακοί φακοί δεν παρέχουν πραγματική χωρική ευκρίνεια επειδή περιορίζουν την όραση μόνο σε ένα πεδίο. Οι διπλεστιακοί χωρίζουν το πεδίο στα δύο ενώ αλλάζουν την αντίληψη καθώς οι οριζόντιες και οι κάθετες γραμμές εμφανίζονται διακεκομμένες και παράγουν μια μεταπήδηση της εικόνας στη διαχωριστική γραμμή μεταξύ των κοντινών και μακρινών περιοχών.

- Καλύτερα αισθητικά αποτελέσματα, λόγω της απουσίας της διαχωριστικής γραμμής και των τόξων. Αυτό έχει να κάνει με την ψυχολογία του κάθε χρήστη πολυεστιακού, διότι όταν είναι στα πρώτα στάδια της πρεσβυωπίας αισθάνονται καλύτερα όταν δεν φαίνεται ότι έχουν διόρθωση στην κοντινή τους όραση.

- Άνεση στη χρήση εφόσον δεν υπάρχει η εναλλαγή τριών σκελετών. Σε έναν σκελετό καλύπτεται η όραση για όλες τις αποστάσεις.

### Μειονεκτήματα :

- Το κύριο μειονέκτημα των πολυεστιακών φακών είναι οι μη χρησιμοποιούμενες περιοχές του, οι οποίες βρίσκονται δεξιά και αριστερά του καναλιού. Στα τμήματα αυτά υπάρχει ανεπιθύμητος κύλινδρος, ο οποίος δημιουργεί παραμορφώσεις στη όραση.

- Η περίοδος προσαρμογής που χρειάζονται είναι μεγαλύτερη απ' ό τι με τα διπλεστικά, καθώς πραγματοποιούνται περισσότερες κινήσεις του βλέμματος και του κεφαλιού.

## **Ε. Είδη και σχεδιασμοί πολυεστιακών φακών**

Κάθε πολυεστιακός σχεδιασμός απαιτεί μία ομαλή επιφάνεια που παρέχει μια προοδευτική μεταβολή της καμπυλότητας από τη μακρινή ζώνη όρασης στην κοντινή. Έτσι, η ισχύς του φακού αυξάνεται συνεχώς από άνω προς τα κάτω παρέχοντας καθαρή όραση σε όλες τις ενδιάμεσες αποστάσεις χωρίς να παρεμβάλλεται από ορατές διαχωριστικές γραμμές όπως συμβαίνει στους διπλεστικούς ή τους τριπλεστικούς φακούς. Ακριβώς, επειδή παρέχουν καθαρή, άνετη, φυσιολογική όραση σε όλες τις αποστάσεις έχουν σταδιακά αντικαταστήσει τους διπλεστικούς φακούς και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο έναντι των φακών μονής όρασης για κοντά.

Ο πολυεστιακός φακός διαχωρίζεται σε τρεις ζώνες που η κάθε μία έχει διαφορετικό σκοπό. Η μακρινή ζώνη όρασης εντοπίζεται στο πάνω μέρος του φακού που παρέχει την απαιτούμενη διόρθωση για μακριά. Μεταβάλλοντας τη βλεμματική θέση προς τα κάτω ο διοπτροφόρος απολαμβάνει καθαρή όραση για ενδιάμεσες αποστάσεις στο μέσο του φακού. Εκεί εντοπίζεται ένα κανάλι όρασης όπου μεταβάλλεται η ισχύς, η οποία αυξάνεται προοδευτικά μέχρι το κάτω μέρος του φακού. Αυτή η ζώνη όρασης ονομάζεται και "προοδευτική ζώνη". Εκεί που σταματάει η προοδευτική ζώνη εντοπίζεται η ζώνη της κοντινής όρασης για απόσταση διαβάσματος (30cm), όπου υπάρχει το απαραίτητο addition γι' αυτή την απόσταση. Αυτές οι τρεις ζώνες είναι έτσι κατανομημένες στην επιφάνεια του φακού ώστε να παρέχουν στον διοπτροφόρο ένα

συνεχόμενο βάθος πεδίου από τη μακρινή στην κοντινή όραση.

Σκοπός του πολυεστιακού λοιπόν είναι να παρέχει στον χρήστη καθαρή όραση σε όλες τις αποστάσεις - μακρινή, ενδιάμεση, κοντινή- με τη χρήση ενός μόνο ζεύγους γυαλιών. Είναι γενική παραδοχή όμως, ότι οι πολυεστιακοί φακοί προκειμένου να επιτύχουν τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται έχουν κάποιους περιορισμούς κατά τον σχεδιασμό τους.

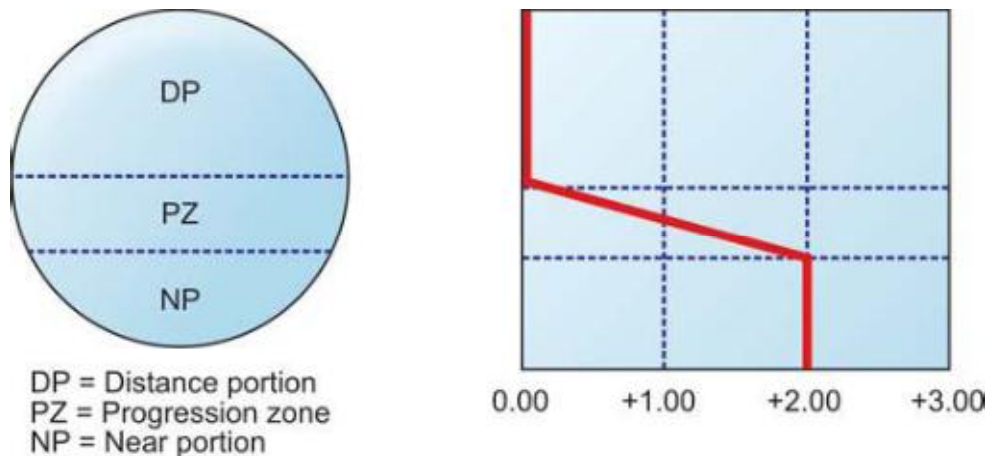
Αυτή η προοδευτική ανάμειξη των καμπυλοτήτων σημαίνει ότι και η ισχύς του addition θα αλλάζει προοδευτικά κατά μήκος της ευρύτερης περιοχής του φακού. Δυστυχώς, από τους νόμους της οπτικής φυσικής, αυτή η αλλαγή στις καμπυλότητες δημιουργεί αστιγματικές εκτροπές στην περιφέρεια, η οποία προκαλεί στην πράξη περιορισμούς στην όραση του διοπτροφόρου. Αυτό σημαίνει αίσθημα ζάλης και θολή όραση σε κάποια πεδία της πολυεστιακής επιφάνειας του φακού.

#### Περιγραφή και απεικόνιση πολυεστιακών φακών

Για την απεικόνιση των οπτικών χαρακτηριστικών των πολυεστιακών φακών χρησιμοποιούνται γραφικοί χάρτες που περιγράφουν γεωμετρικά την προοδευτική επιφάνεια του φακού. Πιο συγκεκριμένα, δίνουν τη δυνατότητα ανάλυσης του μήκους του καναλιού και την κατανομή της ισχύος και του αστιγματισμού σε όλη την επιφάνεια του φακού.

#### Προφίλ ισχύος

Το προφίλ ισχύος περιγράφει την αλλαγή ισχύος του φακού και παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού του μήκους καναλιού.



**Εικόνα 8 Προφίλ ισχύος**

### Ισομετρικοί χάρτες

Οι ισομετρικοί χάρτες μας δίνουν μια καλή αίσθηση του εύρους του καναλιού για κάθε σχεδιασμό καθώς και το πεδίο μακρινής, ενδιάμεσης και κοντινής όρασης. Περιγράφουν την κατανομή της ισχύος σε όλες τις ζώνες του φακού καθώς και το μέγεθος και τη μεταβολή των εκτροπών που παρουσιάζονται.

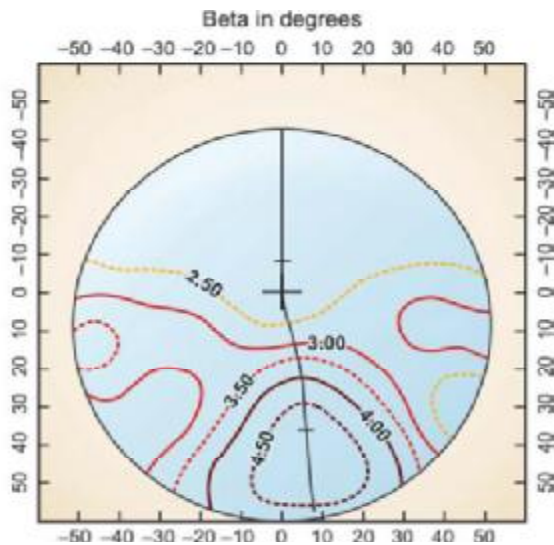
Υπάρχουν δύο τύποι ισομετρικών χαρτών:

- α) Ο ισοσφαιρικός χάρτης
- β) Ο ισοαστιγματικός χάρτης

Αυτά τα δύο περιγράμματα είναι αλληλοεξαρτώμενα και παρουσιάζονται πάντα ταυτόχρονα.

- α) Ο ισοσφαιρικός χάρτης

Είναι ένας δυσδιάστατος χάρτης του φακού που αποδίδει την κατανομή της ισχύος στην επιφάνειά του. Αυτή η μορφή γραφικής απεικόνισης διαχωρίζει τον φακό με γραμμές ίσης διοπτρικής ισχύος. Κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει ένα αυξανόμενο επίπεδο ισχύος στο δεδομένο μεσοδιάστημα. Μεταξύ δύο διαδοχικών γραμμών η ισχύς διαφέρει κατά ένα σταθερό βαθμό. Αυτός μπορεί να αυξάνεται συνήθως κατά 0.25D ή 0.50D μέχρι 1.00D.



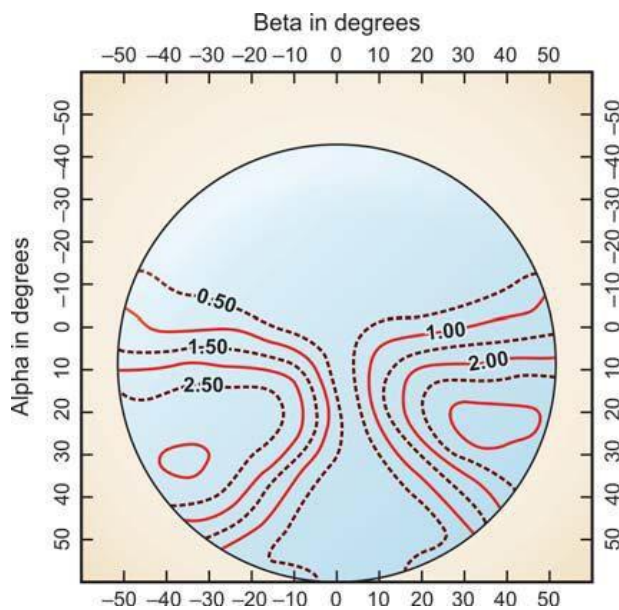
**Εικόνα 9** Ισοσφαιρικός χάρτης

Η εικόνα δείχνει έναν ισοσφαιρικό χάρτη ενός πολυεστιακού φακού (+2.00 με add 2.50D). Απεικονίζει την κατανομή της ισχύος και τον εντοπισμό και το μέγεθος της κοντινής ζώνης.

β) ο ισοαстиγματικός χάρτης

Είναι ένας δυσδιάστατος χάρτης που διαχωρίζει τον σχεδιασμό του φακού σε κυλινδρικές κλίμακες σε όλη την επιφάνειά του. Πολλές φορές οι ισοαстиγματικοί χάρτες «κακομεταχειρίζονται» από τους κατασκευαστές για την προώθηση του πολυεστιακού τους. Τους χρησιμοποιούν, συνήθως εσφαλμένα, ψάχνοντας να καθιερώσουν ανταγωνιστικούς ισχυρισμούς όπως «μεγαλύτερη ζώνη διαβάσματος» ή «λιγότερος ανεπιθύμητος αστιγματισμός». Εφόσον, ο εμφανιζόμενος αστιγματισμός είναι ενοχλητικός αλλά αναπόφευκτος στη διαδικασία του πολυεστιακού σχεδιασμού είναι θεμιτό για τους σχεδιαστές να χαρτογραφούν την τοποθεσία και τον βαθμό του αστιγματισμού σε κάθε σχεδιαστική αλληλεπίδραση. Ο «μαλακός» σχεδιασμός έχει λιγότερες ζώνες αστιγματισμού, ο οποίος απεικονίζεται με λιγότερες γραμμές στον ισοκυλινδρικό χάρτη και εμφανίζεται πιο μακριά – πιο περιφεριακά – από τον «σκληρό» σχεδιασμό. Στον σκληρό σχεδιασμό, από την άλλη μεριά, υπάρχουν περισσότερες

γραμμές και είναι πιο πυκνά τοποθετημένες. Για έναν απλό παρατηρητή, ο σκληρός σχεδιασμός μπορεί να φαίνεται καλύτερος λόγω των ελεύθερων πεδίων από τον ανεπιθύμητο αστιγματισμό. Όμως, η κλινική πράξη έχει δείξει ότι οι χρήστες δέχονται τον μαλακό σχεδιασμό πιο άνετα στην δυναμική και περιφερική όραση, αφού δεν έχουν μεγάλη συγκέντρωση του αστιγματισμού σε περιοχές κρίσιμες για την περιφερική και δυναμική όραση, όπως συμβαίνει στον σκληρό σχεδιασμό.



**Εικόνα 10** Ισοαστιγματικός χάρτης ενός πολυεστιακού με 2.50 add

Οι σχεδιαστές χρησιμοποιούν επίσης τους ισοαστιγματικούς χάρτες για να απεικονίσουν την παρουσία ή την απουσία της ασυμμετρίας στον πολυεστιακό σχεδιασμό συγκρίνοντας τις ρινικές και τις κροταφικές πλευρές του προοδευτικού καναλιού. Ένας ασύμμετρος σχεδιασμός δημιουργεί ίδια οπτικά χαρακτηριστικά και στις δύο πλευρές καθώς και η σφαιροκυλινδρική δύναμη και το κάθετο πρίσμα είναι σχεδόν πανομοιότυπα και για τα δύο μάτια σε κάθε κατεύθυνση του βλέμματος, προάγοντας έτσι την διόφθαλμη όραση και την άνεση. Ένας συμμετρικός σχεδιασμός χρησιμοποιεί έναν μονό σχεδιασμό, ο οποίος περιστρέφεται περίπου 10 μοίρες σε μια κατεύθυνση για να ορίσει τον δεξιό φακό και περίπου 10 μοίρες στην αντίθετη κατεύθυνση για να



δημιουργήσει τον αριστερό φακό. Σε μια μίξη αυτών των δύο προσεγγίσεων, χρησιμοποιούνται διαφορετικοί σχεδιασμοί για τον δεξιό και τον αριστερό φακό. Παρόλα αυτά, από τη στιγμή που όλος ο ανεπιθύμητος αστιγματισμός έχει μετατοπιστεί από την κροταφική περιοχή στην ρινική, διαφορετικά οπτικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται σε κάθε πλευρά του φακού.

### Κατηγορίες πολυεστιακών

Εκτός από την κύρια κατηγορία των πολυεστιακών υπάρχουν και άλλες δύο ειδικές κατηγορίες:

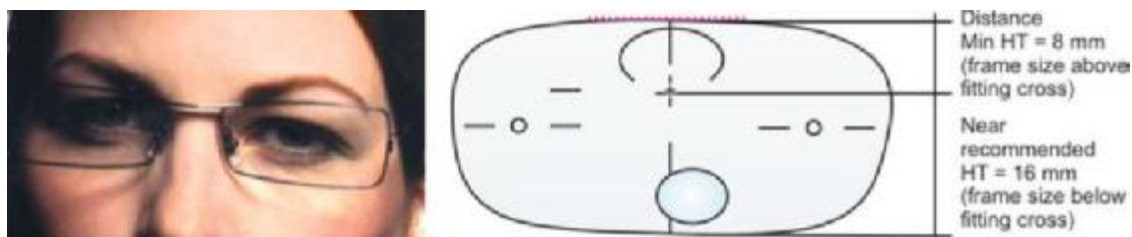
- α) πολυεστιακά με κοντό κανάλι
- β) πολυεστιακά για δουλειά γραφείου ή μεσαίας- κοντινής όρασης

#### *α) Πολυεστιακά με κοντό κανάλι*

Λίγα χρόνια πριν μπήκε στην αγορά ένας νέος σχεδιασμός, τα πολυεστιακά με κοντό κανάλι. Τα κανονικά πολυεστιακά απαιτούν μεγάλο μέγεθος σκελετού, οπότε περιορίζουν τον διοπτροφόρο σε πιο κλασικές επιλογές. Όταν το κανάλι είναι κοντό (ύψος εφαρμογής 14mm) ο σκελετός μπορεί να είναι πολύ μικρότερος. Η επιλογή αυτού του τύπου εξαρτάται και πάλι από το τι θέλει ο χρήστης, ο οποίος πλέον δεν θα έχει στη διάθεση του μακρύ κανάλι άρα και η ενδιάμεση ζώνη θα είναι περιορισμένη. Για την εξασφάλιση επαρκών ζωνών άνετης όρασης είναι αναγκαία η ύπαρξη κατάλληλου βάρους του φακού μαζί με επαρκώς ευρείες ζώνες μακρινής και κοντινής όρασης. Επιπλέον, οι χρήστες μικρών σκελετών αναπτύσσουν μια ιδιόρρυθμη συνήθεια χρήσης του γυαλιού επειδή τείνουν να κατεβάζουν τα κεφάλια τους περισσότερο και τα μάτια τους λιγότερο, σε σχέση με τους χρήστες σκελετών κανονικών μεγεθών, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν το πεδίο όρασης τους. Θεωρείται ότι αυτός που φορά μικρό σκελετό μειώνει την κάθετη περιστροφή του ματιού σε λιγότερο από 20μοίρες, σε σύγκριση με αυτούς που φορούν κλασικά σχέδια σκελετών όπου η περιστροφή είναι περισσότερο από 25 μοίρες. Εκμεταλλεύονται επίσης ένα μεγαλύτερο οριζόντιο πεδίο στη μακρινή όραση.

Με όρους σχεδιασμού πολυεστιακής επιφάνειας, είναι αναγκαία η παροχή ενός πολυεστιακού φακού με βραχεία διακύμανση και ευρύ πεδίο όρασης για τη μακρινή όραση.

Αυτός ο τύπος πολυεστιακού μπορεί να δίνει τη λύση σε χρήστες που η αισθητική είναι προτεραιότητά τους, παρόλα αυτά η οπτική απόδοση του φακού δεν είναι άριστη. Συγκεκριμένα, το περιορισμένο κανάλι του φακού δεν παρέχει ικανοποιητικό εύρος όρασης σε σχέση με τον κανονικό τύπο πολυεστιακού σε όλες τις εστίες και δη στη μεσαία που είναι πολύ πυκνά τοποθετημένη. Σχεδιαστικά αυτό οδηγεί στη συγκέντρωση αρκετών σφαλμάτων στην περιφέρεια του φακού – περισσότερων από έναν κανονικό τύπο πολυεστιακού. Όλα αυτά τα μειονεκτήματα συμβάλλουν στο να υπάρχει δυσκολία στην άνεση και την εύκολη προσαρμογή του χρήστη.



**Εικόνα 11 Πολυεστιακά με κοντό κανάλι**

#### *β) Πολυεστιακά για δουλειά γραφείου ή μεσαίας- κοντινής όρασης*

Η δεύτερη κατηγορία είναι πιο πολύπλοκη. Απευθύνεται σε χρήστες Η/Υ οι οποίοι δουλεύουν πολλές ώρες στο γραφείο και καταπονούν τους οφθαλμούς τους στην οθόνη. Τα δύο προηγούμενα είδη δεν εξυπηρετούν απόλυτα τις αποστάσεις που εργάζονται αυτά τα άτομα, οπότε έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά για τη χρήση αυτή οι ειδικοί αυτοί φακοί.

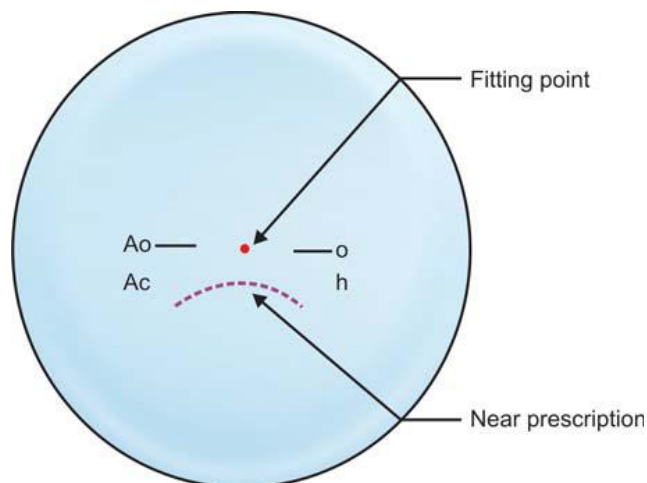
Σχετικά πρόσφατα, επινοήθηκε αυτός ο τύπος οφθαλμικού φακού, ο οποίος ενώ στην πραγματικότητα έχει πολλές εστίες, στην πράξη λειτουργεί σαν ιδιόμορφος διπλοεστιακός φακός. Εμφανίζει δύο ζώνες, όπως ο διπλοεστιακός. Η άνω ζώνη είναι προσανατολισμένη στη διόρθωση της όρασης για μεσαίες αποστάσεις και η κάτω ζώνη

για κοντινές αποστάσεις. Επί της ουσίας δηλαδή μιλάμε για έναν διπλοεστιακό φακό που διορθώνει τη μεσαία και την κοντινή όραση. Με αυτό τον τρόπο, αποκλείουμε τη μακρινή όραση και προσανατολιζόμαστε σε γυαλιά που θα χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς χώρους. Το αρνητικό των διπλοεστιακών για μακριά και κοντά που δεν καλύπτουν τις ενδιάμεσες αποστάσεις εδώ δεν υφίσταται. Αυτού του τύπου οι φακοί όμως προχωρούν ένα βήμα παραπέρα, με σκοπό να λύσουν και τα άλλα προβλήματα των διπλοεστιακών. Όπως αναφέραμε, στην πραγματικότητα πρόκειται για φακούς με πολλές εστίες. Μεταξύ των δύο ζωνών, υπάρχει μια μικρή ζώνη μετάβασης που δημιουργεί προοδευτικά διαφορετικές εστίες, μεταξύ της μακρινής και της κοντινής. Αυτές δεν στοχεύουν στη γεφύρωση κάποιου χάσματος αποστάσεων που δεν βλέπουμε καλά, αφού, όπως είπαμε, μεταξύ μεσαίας και κοντινής όρασης δεν υπάρχουν αποστάσεις που δεν μπορούμε να δούμε καθαρά. Όμως, με αυτό τον τρόπο δεν υπάρχει διαχωριστική γραμμή. Έτσι, λύνεται και το αισθητικό πρόβλημα, ενώ, λόγω της προοδευτικής μετάβασης, λύνεται και το πρόβλημα της αναπήδησης της εικόνας.

Συμπερασματικά, αυτοί οι φακοί μας επιτρέπουν να έχουμε καθαρή όραση σε όλες τις αποστάσεις ενός εσωτερικού χώρου (μεσαία και κοντά), χωρίς να δημιουργούν τα προβλήματα των διπλοεστιακών φακών. Επίσης, δεν εμφανίζουν τα προβλήματα των πολυεστιακών (περιφερικές εκτροπές), σε τόσο μεγάλο βαθμό. Γι' αυτούς τους λόγους, αντίθετα με τα διπλοεστιακά που τείνουν προς εξαφάνιση, αυτοί οι φακοί γίνονται σιγά-σιγά ελκυστικοί σε πρεσβύωπες με πολύωρη απασχόληση σε εσωτερικούς χώρους.

Οι φακοί αυτοί ορίζονται από την διαθλαστική ισχύ της κοντινής όρασης και τα κέντρα της κοντινής διακορικής απόστασης. Τα ύψη λαμβάνονται ανάλογα με τον σκελετό που έχει επιλεγεί καθώς και τις προδιαγραφές λήψης κέντρων που δίνει η κάθε εταιρία για τον συγκεκριμένο τύπο φακού. Συνήθως, τα κέντρα που λαμβάνονται είναι τα κέντρα της όρασης του διοποτροφόρου. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, ανάλογα με την εταιρία, που αν ο σκελετός είναι ημισέληνος υπολογίζεται το γεωμετρικό κέντρο του σκελετού διαφορετικά στην περίπτωση που επιλεγεί κανονικό μέγεθος σκελετού το ύψος λαμβάνεται από το ύψος του κάτω βλεφάρου. Η επάνω ζώνη θα έχει μικρότερη διαθλαστική ισχύ από την κοντινή, με στόχο να διορθώνει τη μεσαία όραση. Η διαφορά ισχύος μακρινής και κοντινής ζώνης ονομάζεται “μεσαίο addition”. Για να διορθώνεται

η μεσαία όραση από την άνω ζώνη, θα πρέπει το μεσαίο addition να είναι μικρότερο από το addition. Όπως είναι αναμενόμενο, με αυτούς του φακούς δεν μπορούμε να δούμε καλά μακριά. Όταν κοιτάζουμε ένα μακρινό αντικείμενο από την άνω ζώνη, θα έχουμε μεγαλύτερη ισχύ από αυτή που χρειαζόμαστε. Έτσι, θα είναι σαν να έχουμε μυωπία με βαθμούς όσους η διαφορά addition και μεσαίου addition. Το αντίστροφο αυτού του αποτελέσματος, ορίζει το μακρινό σημείο της άνω ζώνης. Συνεπώς, όσο πιο μικρή είναι η διαφορά αυτή, τόσο πιο κοντινές αποστάσεις θα διορθώνει η άνω ζώνη. Αντίθετα, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά, η άνω ζώνη θα διορθώνει τόσο μακρύτερες αποστάσεις. Σαν γενικό κανόνα, θα πρέπει να επιλέγουμε μεσαίο addition περίπου ίσο με τα  $\frac{2}{3}$  του addition. Αυτό βέβαια εξαρτάται και από τη χρήση που θέλει να κάνει ο πρεσβύωπας με τα γυαλιά του. Έτσι μπορούμε να επιλέγουμε το μεσαίο addition ώστε να διορθώνουμε τις αποστάσεις που επιθυμεί ο πρεσβύωπας, ανάλογα με τις ανάγκες του (εργασία, ψυχαγωγία κτλ). Διατίθενται προϊόντα τέτοιου είδους με διαφορετικό προφίλ δηλαδή με διαφορετικό μήκος καναλιού για να εξυπηρετεί συγκεκριμένες αποστάσεις. Αυτά καλύπτουν ενδιάμεσες αποστάσεις από 80cm έως και 4μέτρα.



**Εικόνα 12 Απεικόνιση φακού μεσαίας - κοντινής διόρθωσης**

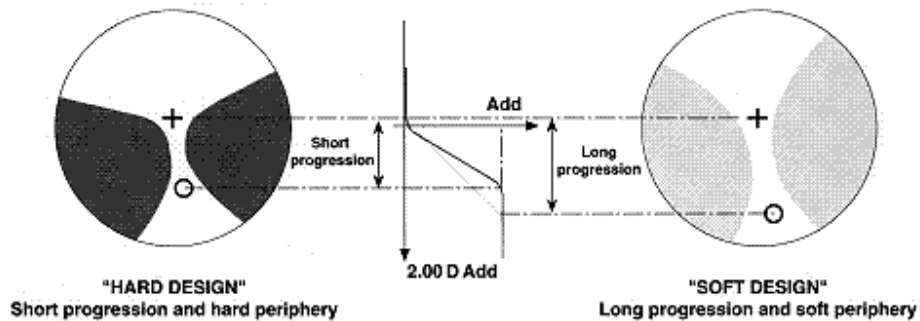
Σχεδιασμοί πολυεστιακών φακών

Πολυεστιακά δυναμικού ή μαλακού σχεδιασμού (soft design): παρουσιάζονται με ένα μακρύτερο και πιο ευρύ προοδευτικό κανάλι και με μικρότερες ζώνες ευκρινούς κοντινής και μακρινής όρασης. Είναι αποτέλεσμα της προσπάθειας των κατασκευαστών να μεταφέρουν τον ανεπιθύμητο αστιγματισμό από την χαμηλή ζώνη του φακού περιφεριακά προς το άνω τμήμα της μακρινής ζώνης και έτσι να μειωθεί ο ρυθμός μεταβολής του επιφανειακού αστιγματισμού. Τα πλεονεκτήματα του δυναμικού σχεδιασμού είναι ότι δεν υπάρχουν μεγάλες συγκεντρώσεις εκτροπών στην περιφέρεια και επιτυγχάνεται καλύτερη οπτική οξύτητα. Επίσης το ενδιάμεσο κανάλι είναι μικρότερο και πλατύτερο σε σχέση με το στατικό σχεδιασμό βελτιώνοντας το πεδίο της ενδιάμεσης όρασης και κατ'επέκταση προσφέρει καλύτερη προσαρμογή στον χρήστη, αφού ο ρυθμός μεταβολής των εκτροπών μειώθηκε. Το μειονέκτημά του είναι οι πιο περιορισμένες περιοχές κοντινής και μακρινής όρασης για την επίτευξη της πιο ομαλής ανακατανομής του αστιγματισμού σε όλη την επιφάνεια του φακού που προσφέρει πιο γρήγορη προσαρμογή.

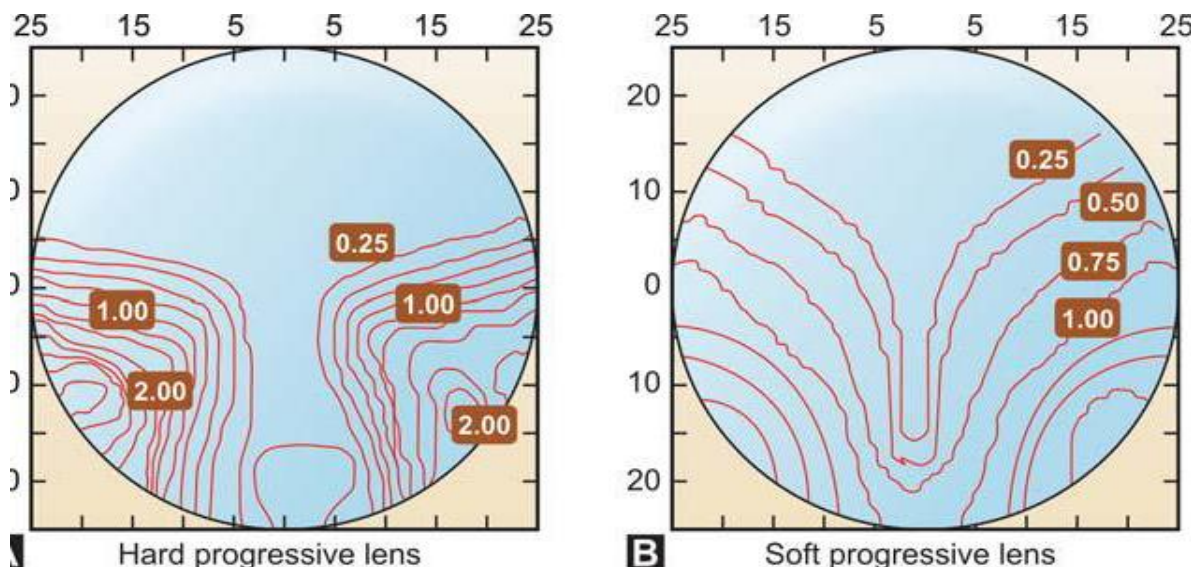
Ο σχεδιασμός αυτός εφαρμόζεται καλύτερα σε νέους πρεσβύωπες, με add κάτω των 1.50D και σε άτομα που εργάζονται πολλές ώρες σε υπολογιστή ή άλλες εργασίες που απαιτούν πιο ευρύ πεδίο ενδιάμεσης όρασης. Αυτό συμβαίνει γιατί η κορύφωση του add εντοπίζεται χαμηλότερα, οπότε υπάρχει καλύτερη απόδοση όρασης στις ενδιάμεσες αποστάσεις. Επιπλέον δεν υπάρχει και τόσο μεγάλη ανάγκη για μια διευρυμένη περιοχή κοντινής όρασης, όπως στους ώριμους πρεσβύωπες.

Πολυεστιακά στατικού ή σκληρού σχεδιασμού (hard design): έχουν ένα κοντό κανάλι προοδευτικής δύναμης και μεγάλες ζώνες μακρινής και κοντινής όρασης. Επειδή το κανάλι είναι στενό η δύναμη αυξάνεται ραγδαία από τη μακρινή στην κοντινή περιοχή, αυτές όμως είναι μεγάλες και ελεύθερες από εκτροπές. Δεξιά και αριστερά από το κανάλι παρουσιάζονται κάποιες περιοχές με μεγάλη συγκέντρωση ανεπιθύμητου κυλίνδρου. Το πλεονέκτημα του στατικού σχεδιασμού είναι οι μεγάλες περιοχές ευκρινούς μακρινής και κοντινής όρασης σε συνδυασμό με τις περιορισμένες περιοχές που δίνουν παραμορφωμένη όραση. Τα μειονεκτήματα αυτού του σχεδιασμού είναι τα υψηλά ποσοστά πλάγιου αστιγματισμού στην περιφέρεια του φακού, τα οποία δίνουν θολή όραση και επιπλέον το ενδιάμεσο κανάλι είναι πολύ κοντό και στενό.

Ο στατικός σχεδιασμός λειτουργεί καλύτερα στους πρεσβύωπες με add άνω των 2.50D ή εκείνους που έχουν ανάγκη περισσότερο την κοντινή και τη μακρινή όραση και λιγότερο την ενδιάμεση. Αυτό συμβαίνει γιατί παρέχει μεγαλύτερη ζώνη κοντινής όρασης, απαραίτητη στους διοπτροφόρους αυτούς, και επιπλέον το add είναι εντοπισμένο υψηλότερα ώστε να χρειάζεται μικρότερη διαδρομή του βλέμματος όταν μεταβαίνει από τη μακρινή στην κοντινή περιοχή του φακού. Δεν εξυπηρετεί όμως νέους πρεσβύωπες. Λόγω των πολύ έντονων εκτροπών δεν προσφέρει την άνεση του μαλακού σχεδιασμού.



**Εικόνα 13 Σκληρός και μαλακός σχεδιασμός**



**Εικόνα 14 Ισοαстиγματικός χάρτης σκληρού και μαλακού σχεδιασμού**

Πολυεστιακά πολλαπλού σχεδιασμού (multi design): η ιδέα αυτή δίνει τη λύση στο πρόβλημα της επιλογής του σχεδιασμού από τον οπτικό για κάθε διοπτροφόρο ξεχωριστά. Σε έναν τέτοιο φακό περιλαμβάνονται τα καλύτερα στοιχεία του στατικού και δυναμικού σχεδιασμού, καθώς όσο αλλάζει το add, αλλάζει και ο σχεδιασμός του φακού. Έτσι όταν το add είναι μικρό η διαβάθμιση της ισχύος φτάνει χαμηλότερα στο φακό και είναι πιο ομαλή όπως στο δυναμικό σχεδιασμό. Όταν πάλι το addition είναι υψηλό τότε η κοντινή εστία εντοπίζεται πιο ψηλά και ο πρεσβύωπας δεν καταβάλλει προσπάθεια να φτάσει σε αυτή, όπως στο στατικό σχεδιασμό. Η περιοχή διαβάσματος παραμένει σχεδόν σταθερή για κάθε προσθήκη addition. Η αρχή του πολλαπλού σχεδιασμού είναι συνδυάζοντας τα καλύτερα χαρακτηριστικά του μαλακού και του σκληρού σχεδιασμού να εξασφαλίσει οπτική άνεση και ευκολία στην προσαρμογή σε κάθε στάδιο πρεσβυωπίας.



## **ΣΤ. Σύγχρονες εξελίξεις στους πολυεστιακούς φακούς**

Η αποδοχή που γνωρίζουν οι πολυεστιακοί οφθαλμικοί φακοί αυξάνεται διαρκώς, αποτελώντας πλέον τη πρώτη επιλογή για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες.

### Συμβατικοί πολυεστιακοί φακοί

Σήμερα, ο σχεδιασμός των πολυεστιακών φακών έχει αλλάξει δραματικά σε σχέση με τον σχεδιασμό των πρώτων πολυεστιακών, πριν από 50 περίπου χρόνια.

Προβλήματα όπως ο ανεπιθύμητος αστιγματισμός και οι παραμορφώσεις έχουν πλέον περιοριστεί στο ελάχιστο, εκμηδενίζοντας την παλιότερη απαιτούμενη περίοδο προσαρμογής και χαρίζοντας στους χρήστες μία πραγματική εμπειρία ευκρινούς και ανεμπόδιστης όρασης σε όλες τις αποστάσεις. Παρ' όλα αυτά, με γνώμονα την εμπορική επιτυχία, οι πολυεστιακοί φακοί απευθύνονται συνήθως σε ένα ευρύ καταναλωτικό κοινό, στοχεύοντας στην ικανοποίηση των γενικών αναγκών του «μέσου» χρήστη. Ο σχεδιασμός τους γίνεται με μία προκαθορισμένη σειρά κριτηρίων. Σ'αυτά τα κριτήρια συμπεριλαμβάνονται παράμετροι όπως ένας μέσος όρος διακορικής απόστασης, απόστασης vertex, παντοσκοπικής γωνίας και απόστασης κοντινής εργασίας. Επιπλέον, η ίδια καμπυλότητα χρησιμοποιείται για ένα εύρος συνταγών και additions. Το αποτέλεσμα είναι, σε αρκετές περιπτώσεις, οι πολυεστιακοί φακοί που χρησιμοποιούνται να μην έχουν τη βέλτιστη απόδοση, ιδιαίτερα όταν οι απαιτήσεις των χρηστών διαφοροποιούνται από εκείνες του μέσου χρήστη. Γίνεται επομένως κατανοητό, ότι όταν πρόκειται για συμβατικούς πολυεστιακούς φακούς, δύο χρήστες με τελείως διαφορετικές συνήθειες ή με σημαντικές διαφορές ως προς την εφαρμογή του σκελετού στο πρόσωπο, ενδέχεται να χρησιμοποιούν πολυεστιακούς φακούς με τον ίδιο ακριβώς σχεδιασμό. Ωστόσο, η οπτική απόδοση δεν θα είναι η βέλτιστη και στις δύο περιπτώσεις.

Στις μέρες μας, ίσως περισσότερο από κάθε άλλη φορά, η εξατομίκευση διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του σχεδιασμού των πολυεστιακών οφθαλμικών φακών. Οι κατασκευαστές οφθαλμικών φακών έχουν υιοθετήσει διαφορετικές μεθόδους ουσιαστικής εξατομίκευσης των προϊόντων τους, με στόχο να



προσφέρουν στους διοπτροφόρους μοναδικές οπτικές λύσεις, οι οποίες θα είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τις ιδιαίτερες ανάγκες τους. Ωστόσο, απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη του στόχου αυτού, ήταν η εισαγωγή και η εφαρμογή στην πράξη της τεχνολογίας ψηφιακής κατεργασίας, η οποία επιτρέπει τη κατασκευή και επεξεργασία ασύμμετρων επιφανειών στους οφθαλμικούς φακούς.

#### *Η ψηφιακής κατεργασίας τεχνολογία (free-form technology ή FFT)*

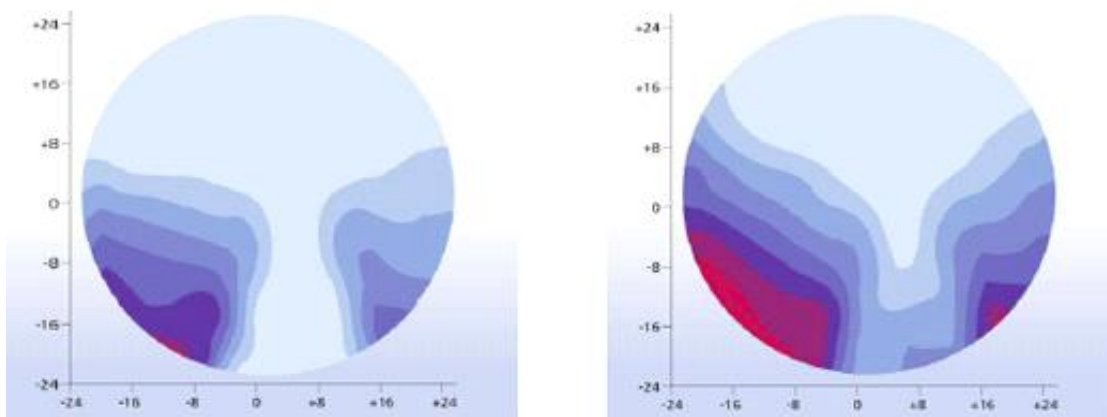
Η ψηφιακής κατεργασίας τεχνολογία συνιστά ένα μοναδικό επίτευγμα στη κατασκευή και παραγωγή οφθαλμικών φακών, η οποία βρίσκει διαρκώς αυξανόμενη απήχηση στους οπτικούς και διοπτροφόρους. Ο όρος ψηφιακή κατεργασία, ή αλλιώς για χάρην συντομίας free-form, χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία υψηλής ακρίβειας μέθοδο κατασκευής εξαιρετικά πολύπλοκων επιφανειών. Αυτή η τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα υλοποίησης πολύπλοκων εξατομικευμένων πολυεστιακών οπτικών σχεδιασμών από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές στην πράξη. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί μία σειρά κωδικοποιημένων ψηφιακών πληροφοριών, οι οποίες καθοδηγούν ένα υψηλής ακρίβειας διαμάντι κοπής με συγκεκριμένη ταχύτητα, σε 40.000 διαφορετικά σημεία μίας ακατέργαστης οφθαλμικής επιφάνειας, παρέχοντας τη δυνατότητα κατασκευής οποιασδήποτε γεωμετρίας, ανεξαρτήτως βαθμού πολυπλοκότητας. Χρησιμοποιώντας λοιπόν την τεχνολογία free-form, είναι πλέον εφικτή η κατασκευή πολυεστιακών οφθαλμικών φακών, οι οποίοι ανταποκρίνονται πλήρως στις εξατομικευμένες ανάγκες και απαιτήσεις του κάθε χρήστη. Οι παράμετροι αυτές ενσωματώνονται στη τελική κατασκευή του φακού, διασφαλίζοντας έτσι ότι ο χρήστης απολαμβάνει πάντα τη βέλτιστη ποιότητα όρασης μέσα από τους διορθωτικούς οφθαλμικούς φακούς του. Με τον τρόπο αυτό, ο κατασκευαστής έχει τη δυνατότητα να βελτιστοποιήσει / τελειοποιήσει τις οπτικές ιδιότητες και την οπτική απόδοση του κάθε φακού, πάντα με άξονα τις ιδιαίτερες ανάγκες της συνταγής ή τα χαρακτηριστικά της εφαρμογής του σκελετού και των φακών στο πρόσωπο ή τις συνήθειες του εκάστοτε χρήστη.

### Πλεονεκτήματα των εξατομικευμένων πολυεστιακών φακών

Το πρωταρχικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας free-form και της δυνατότητας εξατομίκευσης που αυτή παρέχει είναι η βελτιστοποίηση της οπτικής απόδοσης των πολυεστιακών οφθαλμικών φακών. Ανεξάρτητα λοιπόν με το βαθμό δυσκολίας της συνταγής, οι φακοί που κατασκευάζονται με τη τεχνολογία free-form είναι σε θέση να προσφέρουν:

- Μεγαλύτερη ευκρίνεια και ποιότητα όρασης
- Μέγιστα πεδία όρασης
- Υψηλή και άμεση απόδοση
- Γρήγορη και εύκολη προσαρμογή
- Άνετη και ξεκούραστη όραση.

Καθώς, ολοένα και περισσότερες τεχνικές εξατομίκευσης των οφθαλμικών φακών γίνονται ευρέως διαθέσιμες, οι πρεσβύωπες θα είναι σε θέση να χρησιμοποιούν φακούς κατασκευασμένους αποκλειστικά για αυτούς, στη κατασκευή των οποίων θα έχουν ενσωματωθεί οι προσωπικές παράμετροι και οι ιδιαίτερες ανάγκες τους. Προσαρμόζοντας τις ιδιότητες των οπτικών μέσων στις εξατομικευμένες ανάγκες του κάθε χρήστη, οι φακοί που κατασκευάζονται με τη τεχνολογία free-form έρχονται να χαρίσουν μία μοναδική φυσική εμπειρία όρασης.



**Εικόνα 15** Απεικόνιση των πεδίων όρασης και των αστιγματικών σφαλμάτων σε ένα εξατομικευμένο πολυεστιακό φακό κατασκευασμένο με τεχνολογία free-form (αριστερά) και σε ένα συμβατικό πολυεστιακό (δεξιά) με την ίδια συνταγή και ίδια χαρακτηριστικά εφαρμογής σκελετού και των

φακών.

### **Τρόποι Κατασκευής**

Αν αναλογιστούμε πόσοι συνδυασμοί αμετρωπιών υπάρχουν θα καταλήξουμε σε ένα τεράστιο νούμερο των 42δισ διαφορετικών συνδυασμών. Μόνο και μόνο αν υπολογίσουμε τις πιο κοινές διαθλάσεις, έχουμε σφαιρικές δυνάμεις μεταξύ των +10.0D και -10.0D με διαβαθμίσεις των 0.25D που φτάνουν σύνολο 81 διαφορετικές διαθλάσεις. Αυτός ο αριθμός μπορεί να πολλαπλασιαστεί με 25 διαφορετικούς κυλίνδρους και 180 διαφορετικούς συνδυασμούς άξονα. Αν κοιτάξουμε σε ένα εύρος μεταξύ 0 και 6 πρισματικής δύναμης, υπάρχουν 25 διαφορετικές πρισματικές διαθλάσεις, πολλαπλασιασμένες με 360 διαφορετικές βάσεις. Επιπρόσθετα, για την πρεσβυωπία υπάρχουν additions που κυμαίνονται μεταξύ των 0.75D και 3.50D.

### **Πόσες αμετρωπίες υπάρχουν;**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Sphere from +10,0 D up to -10,0 D:</b>  | <b>81</b>  |
| <b>Cylinder from 0,0 D up to 6,0 D:</b>    | <b>25</b>  |
| <b>Axis from 0° up to 179°:</b>            | <b>180</b> |
| <b>Base from 0° up to 359°:</b>            | <b>360</b> |
| <b>Prism from 0,0 cm/m up to 6,0 cm/m:</b> | <b>25</b>  |
| <b>Addition from 0,75 D up to 3,5 D:</b>   | <b>13</b>  |

### **Αποτέλεσμα**

**42 646 500 000**

Η παλαιότερη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των συμβατικών πολυεστιακών φακών συνδυάζει μια πολυεστιακή πρόσθια επιφάνεια, που

συνήθως είναι προκατασκευασμένη με τον συγκεκριμένο τύπο σχεδιασμού και μια σφαιρική/τορική οπίσθια (ημικατεργασμένος πολυεστιακός φακός). Η οπίσθια επιφάνεια σχεδιάζεται σύμφωνα με τη συνταγή και συγκεκριμένες παραμέτρους. Η συμβατική κατασκευή έχει τυποποιημένες προδιαγραφές και απευθύνεται στον μέσο καταναλωτή. Η κλασική μέθοδος κατασκευής ήταν με τόνους. Οι φακοί τοποθετούνταν σε προκατασκευασμένα καλούπια ή αλλιώς μήτρες αναλόγως με τη βάση που επρόκειτο να κατασκευαστούν και τορνεύονταν ώστε να σχηματιστεί η καμπυλότητα που απαιτούσε η κάθε συνταγή. Οι μήτρες, που το υλικό τους είναι από αλουμίνιο, είτε κατασκευάζονταν στο ίδιο εργοστάσιο κατασκευής φακών, είτε μπορούσαν να αγοραστούν έτοιμες. Έπειτα ακολουθούσε η διαδικασία γυαλίσματος της επιφάνειας. Για την κατασκευή των πολυάριθμων συνδυασμών αμετροπιών έπρεπε να υπάρχουν περίπου 3.000 διαφορετικές μήτρες. Μια τέτοια διαδικασία ήταν αρκετά χρονοβόρα καθώς απαιτούσε και επιπλέον κόστος. Αυτή η διαδικασία πλέον θεωρείται απαρχαιωμένη και χρησιμοποιείται μόνο σε λίγες περιπτώσεις όπως σε κάποιες κατασκευές κρυστάλλινων ή φθηνότερων τύπων πολυεστιακών φακών.

Η εισαγωγή στην βιομηχανία της τεχνολογίας λογισμικού (software) και των CNC μηχανών (computer numerically controlled) ήταν σημείο καμπής για την κατασκευή πολυεστιακών φακών ψηφιακά κατεργασμένων. Η τεχνολογία ψηφιακής κατεργασίας (FFT) είναι μια διεργασία και όχι ένας φακός, στην ουσία είναι ο τρόπος που κατασκευάζεται ο φακός. Είναι η αλυσίδα των μηχανών που κατασκευάστηκαν ώστε να μπορούν να κάνουν την επεξεργασία της κοπής και του γυαλίσματος του φακού πιο ευέλικτη από ποτέ. Με εξειδικευμένους προγραμματιστές και μαθηματικούς υπολογισμούς οι εταιρίες δημιούργησαν το δικό τους λογισμικό ελέγχου κατασκευής πολυεστιακών φακών υψηλών προδιαγραφών. Δίνοντας συγκεκριμένα στοιχεία στο λογισμικό που αφορούν μετρήσεις του υποψήφιου χρήστη πολυεστιακών γυαλιών, αυτομάτως ερμηνεύονται σαν κριτήρια σχεδιασμού του πολυεστιακού φακού και εν συνεχεία τροφοδοτείται η υψηλής ταχύτητας και ακριβείας μηχανή ψηφιακής επεξεργασίας. Η δε μηχανή αποτελείται από τρία διαμάντια κοπής, τα οποία κατεργάζονται την επιφάνεια του φακού με ακρίβεια 0,01  $\mu\text{m}$  (1/10 του χιλιοστού ενός

χιλιοστού). Με αυτή τη μέθοδο μπορούν να καταργαστούν ακόμη και οι δύο επιφάνειες του φακού σε εκπληκτικούς χρόνους. Ο χρόνος που χρειάζεται για να σχεδιαστεί η μία επιφάνεια στο λογισμικό είναι περίπου 10 δευτερόλεπτα. Από αυτά τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάποιες κατασκευάστριες εταιρίες επωφελήθηκαν ώστε να μπορέσουν να απαλλαγθούν και από το στοκ των ημικατεργασμένων φακών (semi-finished). Αυτοί οι φακοί έχουν τη μία επιφάνειά τους σφαιρική έτοιμη και γυαλισμένη και η δεύτερη επεξεργάζεται με ψηφιακή τεχνολογία. Κατά αυτό τον τρόπο, δημιουργούν και τις δύο επιφάνειες από ένα κενό ακατέργαστο υλικό σε συνταγή όπως δόθηκε από την παραγγελία. Έτσι, η τεχνολογία αυτή μας επιτρέπει την κατασκευή περίπλοκων επιφανειών όπως πολυεστιακών, εξατομικευμένων, ατορικών ή ακόμα και συνδυασμό τους, στη μία ή και στις δύο πλευρές του φακού αν δεν είναι ημικατεργασμένος. Άρα, η χρήση της FFT δεν συνεπάγεται ότι ο παραγόμενος φακός είναι πάντα εξατομικευμένος.

Η διαδικασία του γυαλίσματος είναι αυτή που διαχωρίζει το σχεδιασμό του free form, η οποία διενεργείται με μαλακά σφουγγάρια ελεγχόμενα από τους υπολογιστές. Θεωρητικά, οποιαδήποτε καμπυλότητα που είναι μαθηματικά δυνατή μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας την FFT. Παρ'ολ'αυτά, ενώ μπορεί να δημιουργηθεί ένας φακός ακριβείας, επί του πρακτέως μπορεί να είναι καλός μόνο όσο ο σχεδιασμός του το επιτρέπει. Η FFT μπορεί να κατασκευάσει και "κακούς" φακούς, όχι βέβαια με την έννοια της μηχανικής ποιότητας, αλλά με την έννοια της οπτικής ποιότητας, η οποία καθορίζεται θεωρητικά από το λογισμικό των υπολογισμών ενός φακού. Με άλλα λόγια, η τεχνολογία free form είναι πολύτιμη μόνο αν συνδυάζεται με έναν εξαιρετικό πολυεστιακό σχεδιασμό.

Η ποιότητα της κατασκευής του φακού ελέγχεται σε κάθε στάδιο της παραγωγής. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα υπάρχουν και εργοστάσια κατασκευής φακών που είναι πλήρως εξοπλισμένα και πιστοποιημένα, από τις μητρικές εταιρίες του εξωτερικού, ώστε να κατασκευάζουν φακούς FFT με όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Ανά πάσα στιγμή η μητρική εταιρία μπορεί να κάνει ελέγχους online μέσω ενός προγράμματος ελέγχου και να κάνει δειγματοληψίες για να εξετάζει αν τηρούνται οι προδιαγραφές.

Για κάθε προφίλ χρήστη δημιουργείται ένα συγκεκριμένο πολυεστιακό σχέδιο και κατασκευάζεται χωρίς λειτουργικό κόστος.

Για τη διαμόρφωση του προφίλ του εκάστοτε χρήστη πολυεστιακού λαμβάνονται υπόψη τα εξής κριτήρια:

- η συνταγή
- οι συνήθειές του
- η γεωμετρία του σκελετού

### Συνταγή

Μέχρι την εμφάνιση της free form τεχνολογίας, όπως έχει προαναφερθεί, στην μία επιφάνεια του φακού γινόταν το πολυεστιακό σχέδιο και στην άλλη κατασκευαζόταν η συνταγή. Αλλά όταν έχουμε υψηλές αμετροπίες δημιουργούνται και πιο υψηλές εκτροπές. Με την FFT λαμβάνονται υπόψη οι βαθμοί της συνταγής ώστε να μην χαλάει η εικόνα του χρήστη από τις εκτροπές, όπως στην προηγούμενη εικόνα.

Ένα μυωπικό μάτι αντιλαμβάνεται διαφορετική εικόνα από ένα υπερμετρωπικό εάν χρησιμοποιηθεί ο ίδιος σχεδιασμός, λόγω της διαφορετικής ανατομίας του εκάστοτε οφθαλμού. Το μέγεθος και η καμπυλότητα του αμφιβληστροειδή καθώς και το αξονικό μήκος του οφθαλμού διαφέρουν. Άρα και το κέντρο περιστροφής του οφθαλμού έχει διαφορετική θέση και ο οφθαλμός εστιάζει σε διαφορετικά σημεία.

Αν τοποθετηθεί ο ίδιος σχεδιασμός σε ένα εμμετρωπικό και σε ένα υπερμετρωπικό μάτι που είναι πιο μικρό και με πιο επίπεδο αμφιβληστροειδή η εικόνα που θα λαμβάνει ο υπερμετρωπικός οφθαλμός θα είναι ενός στενού πολυεστιακού σχεδιασμού, που προκαλεί πιο έντονες περιφερικές εκτροπές.

Οι μονόφθαλμες κορικές αποστάσεις (PD) είναι απαραίτητο να ληφθούν και να συμπεριληφθούν στον σχεδιασμό γιατί ο κάθε άνθρωπος έχει διαφορετική διακορική απόσταση ακόμη και μεταξύ των δύο οφθαλμών και η σύγκλιση αλλάζει σε κάθε απόσταση που εστιάζει. Στην μακρινή, στην ενδιάμεση και στην κοντινή οι οφθαλμοί εστιάζουν σε διαφορετικά σημεία και αυτά τα στοιχεία πρέπει να καθορίζονται στον σχεδιασμό ειδικά και σε περιπτώσεις που στη συνταγή υπάρχει κάποιο πρίσμα.

Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να ενσωματωθεί στον σχεδιασμό είναι η απόσταση της κοντινής εργασίας.

### Συνήθειες

Οι διοπτροφόροι μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με την οπτική συμπεριφορά τους. Ο σχεδιασμός είναι λαμβάνοντας υπόψη τον πραγματικό βαθμό περιστροφής της κεφαλής και των ματιών που χρησιμοποιεί ο χρήστης όταν κοιτάζει διαμέσου της ενδιάμεσης και κοντινής ζώνης του φακού. Έχει αναγνωριστεί πως κάθε άτομο έχει μια ειδική συμπεριφορά κεφαλής και ματιού. Έτσι οι δύο τύποι συμπεριφοράς είναι:

- άτομα που τείνουν να στρέφουν την κεφαλή συχνότερα διατηρώντας την περιστροφή των ματιών στο ελάχιστο (κινητές κεφαλής / head mover).

- άτομα που τείνουν να στρέφουν τα μάτια τους συχνότερα ενώ διατηρούν την κεφαλή σταθερή (κινητές ματιών / eye mover).

Κατά γενικό κανόνα αυτές οι οπτικές στρατηγικές αποκτώνται από την παιδική ηλικία και είναι ιδιαίτερες για κάθε άτομο και άσχετες από τον βαθμό αμετροπίας, το στάδιο πρεσβυωπίας ή της ηλικίας του ατόμου. Παρόλα αυτά μπορεί κάποιος να εκπαιδευτεί κατά τη χρήση και αυτός ο κανόνας να αλλάξει.

Όσον αφορά το σχεδιασμό του πολυεστιακού το χαρακτηριστικό αυτό είναι θεμελιώδους σημασίας επειδή ορίζει τον τρόπο με τον οποίο το μάτι χρησιμοποιεί κάθε διαφορετική ζώνη του φακού.

Ένας "κινητής ματιών" χρησιμοποιεί το φακό με στατικό τρόπο. Οι περισσότερες κινήσεις γίνονται από τα μάτια, το άτομο είναι περισσότερο ευαίσθητο στην καθαρότητα της εικόνας και είναι αναγκαία η παροχή ενός ευρέως πεδίου καθαρής όρασης. Άρα χρειάζεται ένα πιο σκληρό σχεδιασμό (πιο πλατύ κανάλι), ώστε να εξασφαλίζονται τα ευρύτερα δυνατά πεδία.

Ένας "κινητής κεφαλής" χρησιμοποιεί το φακό με δυναμικό τρόπο. Οι περισσότερες κινήσεις γίνονται με το κεφάλι, η περιφερική όραση χρησιμοποιείται περισσότερο και άρα γίνεται πιο σημαντική, το άτομο είναι περισσότερο ευαίσθητο στο φαινόμενο της ζάλης και είναι αναγκαία η παροχή ενός φακού με πιο στενό κανάλι και

άρα πιο μαλακές περιφερικές ζώνες, μειώνοντας έτσι το φαινόμενο κυματισμού και το αίσθημα ιλίγγου.

Οι εταιρίες εφήρυν διάφορους τρόπους για να μπορέσουν να κάνουν αυτόν τον διαχωρισμό των χρηστών. Η κάθε εταιρία υιοθέτησε τον δικό της τρόπο για να μπορέσει να διαφοροποιηθεί στην αγορά και έτσι δίνεται η δυνατότητα να εξεταστεί αν κάποιος είναι "κινητής ματιών" ή "κινητής κεφαλής" μέσω:

- ερωτηματολογίου
- συνταγής
- Σύστημα αποτύπωσης της όρασης

#### *Ερωτηματολόγιο*

Η κάθε εταιρία έχει διαμορφώσει ένα ερωτηματολόγιο που παραθέτει ο οπτικός στον επικείμενο χρήστη, ώστε να δώσει πληροφορίες σχετικές με τις καθημερινές του δραστηριότητες και συνήθειες. Κατά αυτόν τον τρόπο ο οπτικός είναι σε θέση να επιλέξει τον κατάλληλο τύπο πολυεστιακού και η εταιρία να σχεδιάσει ένα εξατομικευμένο προϊόν που θα καλύψει τις ανάγκες του.

#### *Συνταγή*

Μέσω της συνταγής μπορεί να διαπιστωθεί αν κάποιος είναι "κινητής ματιών" ή "κινητής κεφαλής". Έχει αναγνωριστεί ότι αν κάποιος είναι μύωπας είναι κατά βάση και "κινητής ματιών", ενώ αν κάποιος είναι υπερμέτρωπας θεωρείται "κινητής κεφαλής".

#### *Σύστημα Αποτύπωσης Όρασης (Vision Print System)*

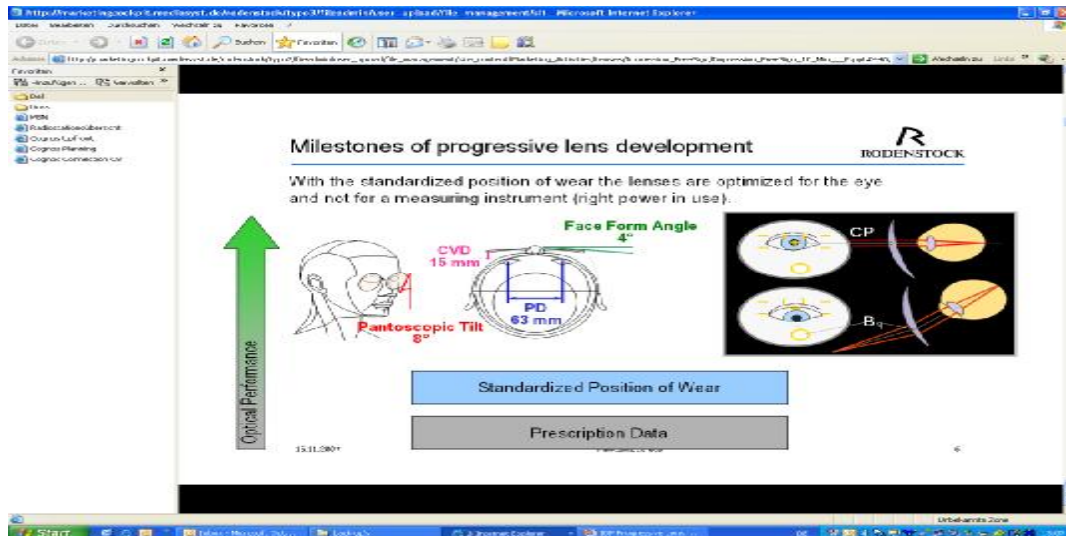
Είναι ένα όργανο μέτρησης της συμπεριφοράς κεφαλής/ματιού. Το άτομο κάθεται μπροστά στο όργανο φορώντας ένα ζευγάρι γυαλιών εξοπλισμένων με ραντάρ που παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής των κινήσεων της κεφαλής. Καθήκον του εξεταζόμενου είναι να βλέπει τις λυχνίες που είναι τοποθετημένες σε 40 μοίρες στην κάθε πλευρά του πεδίου και που φωτίζονται τυχαία και στη συνέχεια να στρέψει το κεφάλι του σε μια λυχνία που είναι τοποθετημένη στο κέντρο μετά από κάθε πλευρική κίνηση. Η μέτρηση λαμβάνεται περίπου 20 φορές σε μια απόσταση περίπου 40



εκατοστών. Το αποτέλεσμα περιλαμβάνει δύο είδη πληροφοριών. Ο συντελεστής κεφαλής/ματιών (μία τιμή που κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1), ο οποίος δίνει το μέγεθος της κίνησης κεφαλής του ατόμου κατά της διάρκεια της δοκιμής. Ο εξεταζόμενος θεωρείται πως είναι ένας "κινητής ματιών" στην περίπτωση που ο συντελεστής είναι μικρότερος του 0.5 και "κινητής κεφαλής" στην περίπτωση που ο συντελεστής κυμαίνεται μεταξύ 0.5 και 1.

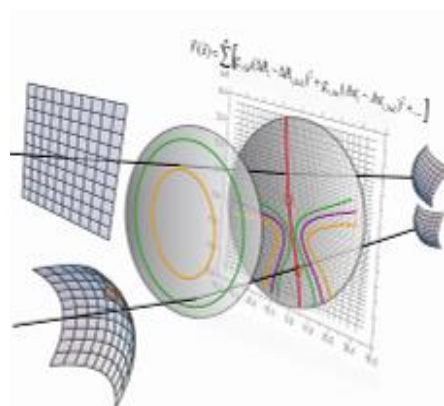
### Γωμετρία σκελετού

Ένα ακόμη κριτήριο που λαμβάνεται υπόψη για την κατασκευή φακών ψηφιακής κατεργασίας είναι η λήψη των γεωμετρικών στοιχείων του σκελετού όπως αυτός εφαρμόζεται στο πρόσωπο του διοπτροφόρου. Ένας ίδιος σκελετός δεν έχει την ίδια εφαρμογή σε όλα τα πρόσωπα και άρα ο φακός που θα τοποθετηθεί δε θα έχει τη σωστή οπτική αντίληψη σε όλους. Η απόσταση vertex (CVD), η παντοσκοπική γωνία (PT) και η διεδρική κλίση (FFA) του σκελετού είναι τα γεωμετρικά στοιχεία που πρέπει να καταγραφούν για την δημιουργία του εξατομικευμένου φακού. Ο οπτικός είναι εξοπλισμένος με έναν ειδικό χάρακα για να λάβει τις απαραίτητες μετρήσεις. Αυτή η δυνατότητα των μετρήσεων δίνει την ελευθερία στον διοπτροφόρο να επιλέξει έναν σκελετό της αρεσκείας του χωρίς περιορισμούς στην όραση του.



**Εικόνα 16** Παράμετροι εξατομίκευσης

Το σχέδιο του τελικού φακού υπολογίζεται και παραμετροποιείται σύμφωνα με τα εξατομικευμένα δεδομένα. Από τη συνταγή και την παραγγελία βγαίνουν τα απαραίτητα συμπεράσματα των εξατομικευμένων δεδομένων. Έπειτα γίνεται ο υπολογισμός και η παραμετροποίηση, ώστε να βρεθεί η κατάλληλη πολυεστιακή επιφάνεια ειδικά για τον συγκεκριμένο διοπτροφόρο.

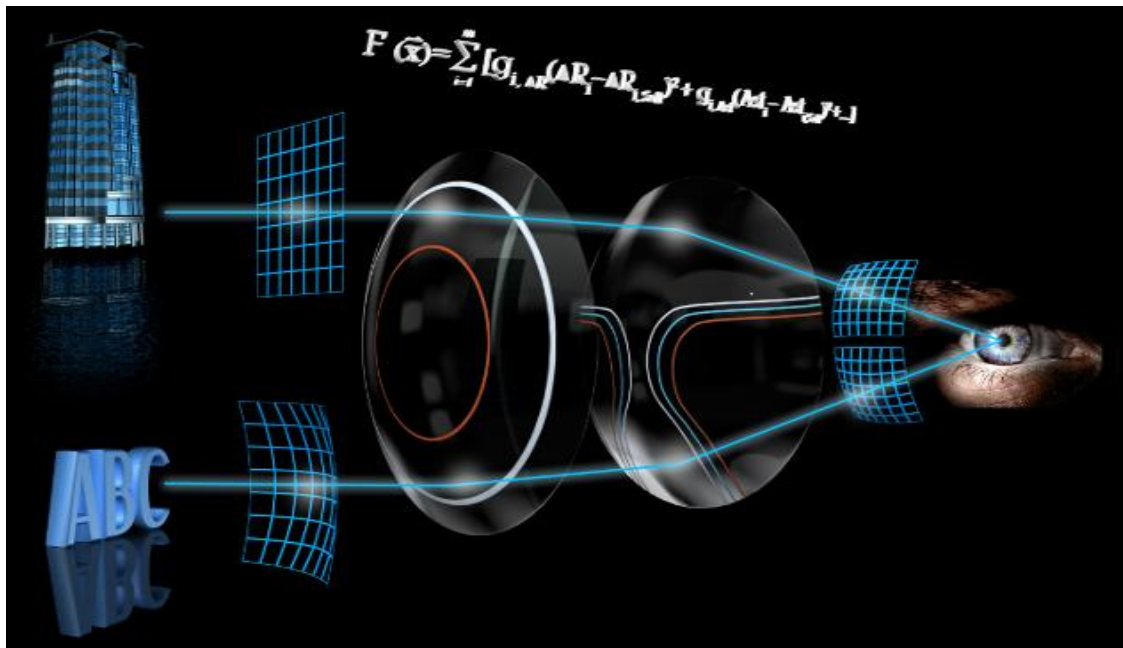


**Εικόνα 17** Υπολογισμός και παραμετροποίηση, ώστε να βρεθεί η κατάλληλη πολυεστιακή επιφάνεια



**Εικόνα 18 Οι διοπτρίες ταιριάζουν 100% στη συνταγή**

Η κάθε εταιρία έχει τη δικιά της φιλοσοφία και τεχνογνωσία στον σχεδιασμό των πολυεστιακών. Οι περισσότερες πλέον κατασκευάζουν την πολυεστιακή επιφάνεια στην οπίσθια πλευρά του φακού γιατί με αυτή την τεχνική έχει διαπιστωθεί ότι μειώνεται το φαινόμενο της κλειδαρότρυπας, δίνοντας ένα ευρύτερο πεδίο όρασης σε σχέση με πρόσθια πολυεστιακή επιφάνεια, επειδή η πολυεστιακή επιφάνεια είναι πιο κοντά στο μάτι. Μια άλλη τεχνογνωσία που εφαρμόζουν κάποιες εταιρίες είναι αυτή της κυματικής οπτικής (wavefront technology). Ο έλεγχος μετώπου κύματος είναι ένας τρόπος αξιολόγησης όπου μπορούν να αναλυθούν όλες οι ανεπιθύμητες εκτροπές που παρουσιάζονται σε έναν φακό ακόμα και αυτές τις υψηλής τάξης, όπως η κόμη. Γνωρίζοντας πλέον τις "αδυναμίες" που παρουσιάζει ένας φακός, υπολογίζονται οι απαραίτητες αλλαγές που πρέπει να γίνουν σχεδιαστικά, ώστε να εξιδανικεύσουν την απόδοση του.



**Εικόνα 19 Έλεγχος μετώπου κύματος**

Άλλοι σχεδιασμοί μοιράζουν την πολυεστιακότητα στην πρόσθια και στην οπίσθια επιφάνεια. Ορίζοντας το addition κατά κύριο λόγο στην οπίσθια επιφάνεια ελαχιστοποιούνται οι ανεπιθύμητες εκτροπές ακόμα περισσότερο, το οποίο εφαρμόζεται κυρίως στους "κινητές κεφαλής". Ενώ ορίζοντας το addition κατά κύριο λόγο στην πρόσθια επιφάνεια επιτυγχάνεται μεγέθυνση η οποία εξυπηρετεί στην εξομάλυνση των αντιληπτών μετατοπίσεων, το οποίο εφαρμόζεται κυρίως στους "κινητές ματιών".

Οι συμβατικοί πολυεστιακοί είναι ημικατεργασμένα (semi-finished) προϊόντα. Η πρόσθια επιφάνεια είναι πολυεστιακή και η οπίσθια επεξεργάζεται σύμφωνα με την συνταγή ή η πρόσθια επιφάνεια είναι σφαιρική και η οπίσθια είναι πολυεστιακή μαζί με τη συνταγή. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνει μία ξεκάθαρη επιλογή :

- Είτε ένα στενό κανάλι μεταξύ μακρινού και κοντινού πεδίου, με αποτέλεσμα ένα μικρό κοντινό τμήμα
- Είτε ένα ευρύ κοντινό τμήμα με μεγάλο μήκος καναλιού αλλά με δυσάρεστη παραμόρφωση πεδίου

Μοιράζοντας την πολυεστιακότητα και στις δύο επιφάνειες ενσωματώνονται τα

πλεονεκτήματα των δύο αυτών επιλογών. Διατηρώντας τη φυσιολογική παραμόρφωση στην πρόσθια επιφάνεια, οι κάθετες κινήσεις των οφθαλμών και του κεφαλιού περιορίζονται στο ελάχιστο. Συγκεντρώνοντας τις πλάγιες παραμορφώσεις στην οπίσθια επιφάνεια παρέχεται μια πιο κατάλληλη βλεμματική θέση, που έχει ως αποτέλεσμα ένα επιπλέον εύρος πεδίου καθόλη τη μακρινή, την ενδιάμεση και την κοντινή ζώνη. Σαν επακόλουθο, ο αριθμός των κινήσεων της κεφαλής μειώνεται και επιτυγχάνεται μια πραγματικά φυσική αίσθηση όρασης.

Για τους πρεσβύωπες είναι πολύ σημαντικό η απόσταση μεταξύ μακρινής, ενδιάμεσης και κοντινής ζώνης να είναι όσο το δυνατόν κοντινή και ευρεία γίνεται. Ταυτόχρονα επιθυμούν να μειωθεί το αίσθημα κυματισμού και η παραμόρφωση. Εν κατακλείδι, θέλουν το μεγαλύτερο δυνατό ευκρινές πεδίο όρασης. Αυτά τα δύο είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθούν σε έναν πολυεστιακό σχεδιασμό, τουλάχιστον όταν μιλάμε για συμβατικές λύσεις.

Μέχρι τώρα, καμία λύση δεν βρέθηκε ώστε να μειώσει την πλάγια παραμόρφωση, όταν κοιτά κανείς το πάτωμα, όταν κατεβαίνει τις σκάλες ή όταν κοιτά σε πλάγιες κατευθύνσεις, παρόλο που αυτές είναι οι αιτίες που προκαλούν την μεγαλύτερη δυσανεξία στα άτομα που φορούν πολυεστιακά γυαλιά.

Χάρην στις καινούριες τεχνολογικές εξελίξεις, πλέον μπορούν να υπολογιστούν και να ποσοτικοποιηθούν οι πιο ενοχλητικές παραμορφώσεις σε κάθε σημείο του φακού και να διορθωθούν. Αναγνωρίζεται ότι οι άνθρωποι δεν κοιτάνε μόνο σε οριζόντιους και κάθετους άξονες, αλλά σε όλες τις κατευθύνσεις για να έχουν δυναμική όραση. Αναλύοντας την φυσική συμπεριφορά του οφθαλμού σε σχέση με τη θέση της επιφάνειας του φακού, αυτή η μέθοδος ακριβούς υπολογισμού εξασφαλίζει άριστη ασφαιρικότητα σε όλες τις κατευθύνσεις. Επίσης, προσφέρει σωστή διόρθωση, όχι μόνο στους δύο βασικούς άξονες (κάθετο και οριζόντιο), αλλά σε όλες τις κατευθύνσεις, σωστή αναλογία μεταξύ μακρινής και κοντινής ζώνης και διεύρυνση ευκρινούς πεδίου όρασης.

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα για την περιφερική όραση είναι ότι μπορεί να επιτευχθεί μια σημαντικά πιο μεγάλη, ευκρινής και πάνω από όλα πιο άνετη εικόνα σε όλες τις κατευθύνσεις σε σύγκριση με τους συμβατικούς σχεδιασμούς.

Τα κάθετα προοδευτικά στοιχεία τοποθετούνται στην πρόσθια επιφάνεια για πιο γρήγορη εναλλαγή μεταξύ κοντινής και μακρινής ζώνης και τα οριζόντια ενσωματώνονται στην οπίσθια για να εξασφαλίζει ελαχιστοποίηση της παραμόρφωσης και ευρύτερα πεδία όρασης. Με την ασφαιρικότητα και των δύο πλευρών, η πρόσθια και η οπίσθια επιφάνεια λειτουργούν ανεξάρτητα η μία από την άλλη, επιτρέποντας η μία να διορθώσει τις εκτροπές της άλλης. Με αυτόν τον τρόπο τα πλεονεκτήματα των δύο επιφανειών συνδυάζονται σε έναν πολυεστιακό σχεδιασμό.

Ο οπτικός πλέον έχει στη φαρέτρα του διάφορους σχεδιασμούς FFT πολυεστιακών που θα καλύψει τις ανάγκες του πελάτη του.

#### Η εξατομικευση στους φακούς μονής όρασης

Τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία free-form έχει βρει εφαρμογή και στη κατασκευή οφθαλμικών φακών μονής όρασης, ανοίγοντας πλέον ένα νέο κεφάλαιο στη βιομηχανία των οφθαλμικών φακών. Σε αντίθεση με τους συμβατικούς φακούς μονής όρασης, στο σχεδιασμό των εξατομικευμένων φακών μονής όρασης λαμβάνεται υπ' όψιν η εξατομικευμένη και η πραγματική θέση του φακού μπροστά από τον οφθαλμό. Η τεχνολογία free-form διασφαλίζει ότι κάθε χρήστης λαμβάνει τον καλύτερο δυνατό σχεδιασμό για τη συγκεκριμένη κατάσταση χρήσης, προσφέροντας:

- Εξαιρετική άνεση κατά τη χρήση, ακόμα και σε δύσκολες συνταγές
- Ανώτερη οπτική ευκρίνεια και αντίληψη των χρωμάτων
- Ελαχιστοποίηση της οπτικής κόπωσης.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν αυτοί οι φακοί είναι περισσότερο εμφανή στις υψηλές αμμετροπίες και αυτά είναι:

- Ελαχιστοποίηση των πλάγιων εκτροπών
- Ευρύτερα πεδία όρασης
- Διόρθωση εγγενών σφαλμάτων των οφθαλμών
- Επίτευξη καλύτερης όρασης και από του εμμέτρωπα
- Εμφανή διαφορά στη νυχτερινή όραση σε άτομα με μεγάλη ίριδα

Χάρη σε αυτή την εξατομικευμένη βελτιστοποίηση, οι φακοί μονής όρασης που

κατασκευάζονται με τη τεχνολογία free-form εξασφαλίζουν εξαιρετικής ποιότητας και ευκρίνειας όραση σε όλες τις κατευθύνσεις και σε όλη την επιφάνεια των φακών

Η τεχνολογία free-form αποτελεί λοιπόν μία νέα τεχνική επεξεργασίας οφθαλμικών φακών, μία πλατφόρμα η οποία στηρίζεται στη χρήση υψηλής ακρίβειας λογισμικών συστημάτων, τα οποία μπορούν να επιτύχουν τη κατασκευή οποιασδήποτε οφθαλμικής επιφάνειας. Αυτή η ανερχόμενη και διαρκώς εξελισσόμενη νέα κατασκευαστική μέθοδος αναμένεται να αποτελέσει σύντομα τη μέθοδο επιλογής στη κατασκευή οφθαλμικών φακών, με τους ειδικούς να προβλέπουν ότι μέσα στα επόμενα τρία χρόνια, περισσότεροι από τους μισούς πολυεστιακούς φακούς θα κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας πλέον τη τεχνολογία free-form. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η εξατομικευμένη κατασκευή πολύπλοκων σχεδιασμών οφθαλμικών φακών, βάσει των ιδιαίτερων και προσωπικών αναγκών και απαιτήσεων του κάθε χρήστη, χαρίζοντας ανώτερη εμπειρία όρασης και κορυφαία οπτική ακρίβεια, μέσα από ένα νέο επίπεδο εξατομικευμένης βελτιστοποίησης.

## **Z. Εφαρμογή πολυεστιακών γυαλιών**

Με ιδιαίτερη προσοχή από τον οπτικό πρέπει να αντιμετωπίζεται ένας χρήστης που πρόκειται να φορέσει πολυεστιακά γυαλιά. Αρχικά είναι απαραίτητη η κατατόπιση του για τα γυαλιά που πρόκειται να χρησιμοποιήσει. Αυτή η ενημέρωση περιλαμβάνει τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα, τον τρόπο χρήσης, τις λύσεις που προσφέρουν καθώς και τις δυσκολίες που αρχικά θα προκαλέσουν τα πολυεστιακά. Η επιλογή του σκελετού είναι το πρώτο στάδιο της διαδικασίας, η οποία είναι πολύ σημαντική γιατί από αυτήν κρίνεται και η επιλογή του φακού. Ο σκελετός θα πρέπει να στέκεται σταθερά στο

πρόσωπο του διοπτροφόρου και φυσικά να αρέσει και να ταιριάζει στον ίδιο τον χρήστη. Ο σκελετός θα πρέπει να έχει μεγάλο ή κάπως μικρότερο μέγεθος.



**Εικόνα 20 Προσαρμογή του σκελετού**

Απαραίτητη είναι η συζήτηση μεταξύ οπτικού και χρήστη κατά τη διάρκεια της επιλογής του σκελετού. Μέσα από αυτή τη συζήτηση ο οπτικός λαμβάνει πληροφορίες για τις ανάγκες και προσωπικές επιθυμίες του κάθε πελάτη. Έτσι επιλέγει τον κατάλληλο τύπο πολυεστιακού φακού που θα προτείνει στον κάθε πελάτη.

Μετά την επιλογή του σκελετού και του κατάλληλου σχεδιασμού φακού, ο οπτικός ενημερώνει τον χρήστη για τις τεχνικές προδιαγραφές του (πάχος, εύρος οπτικών ζωνών, επιστρώσεις). Αν ο χρήστης φοράει ήδη πολυεστιακούς φακούς, προσέχουμε αν θα του αλλάξουμε τον τύπο πολυεστιακού που ήδη έχει συνηθίσει. Αυτό εξαρτάται από το αν είναι δυσσαρεστημένος ή ο τύπος αυτός είναι προηγούμενης γενιάς και έχει αντικατασταθεί από κάποιον άλλο. Κατά τη διάρκεια όλης αυτής της διαδικασίας είναι πολύ σημαντικό, ο οπτικός να ακούει αυτά που έχει να του πει ο χρήστης και να του δίνει εμπειριστατωμένες απαντήσεις. Φυσικά η υπερβολή όσον αφορά την απόδοση των φακών αυτών προκαλεί μεγάλες προσδοκίες και μπορεί να οδηγήσει στο αντίθετο από το επιθυμητό αποτέλεσμα, οπότε καλό είναι να αποφεύγεται. Έτσι ο οπτικός περνάει στο επόμενο στάδιο που είναι οι μετρήσεις για τη σωστή εφαρμογή.

#### Μετρήσεις

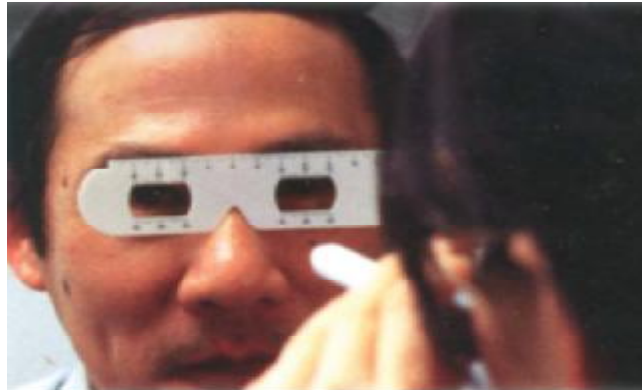


Πριν να γίνει οποιαδήποτε μέτρηση προσαρμόζεται ο σκελετός στον πελάτη, για να επιτευχθεί η μέγιστη άνεση και ακρίβεια. Ο πελάτης φοράει για λίγα λεπτά τον σκελετό ώστε να νοιώσει άνετα και τότε ο οπτικός παρατηρεί τη συνήθη στάση και κλίση του κεφαλιού του. Στη συνέχεια ο οπτικός κάθεται απέναντι από τον χρήστη και στο ίδιο ύψος με αυτόν, ώστε τα μάτια τους να βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και πραγματοποιεί τις απαραίτητες μετρήσεις. Ο οπτικός σε αυτό το στάδιο λαμβάνει τα κέντρα, μέτρηση της διακορικής απόστασης, είτε με το κορόμετρο είτε με χαρακάκι. Μέτρηση του υψούς που πρέπει να τοποθετηθούν τα κέντρα. Τέλος προσδιορίζει τη διάμετρο του φακού. Πάντα λαμβάνεται η μονόφθαλμη κορική απόσταση για να εξασφαλίζεται το ακριβές κεντράρισμα της μακρινής βλεματικής θέσης με το οπτικό κέντρο της μακρινής ζώνης του φακού.



**Εικόνα 21 Μέτρηση διακορικής απόστασης**

Το επόμενο στάδιο είναι η μέτρηση του ύψους εφαρμογής. Αυτό λαμβάνεται μαρκάροντας το φακό (demo lens) του σκελετού (αν δεν υπάρχει προσαρμόζεται διαφανής ταινία) στο σημείο πίσω από το οποίο βρίσκεται το κέντρο της κόρης, χρησιμοποιώντας ένα λεπτό μαρκαδόρο. Μετράται το ύψος εφαρμογής από το κατώτερο σημείο του σκελετού ως το σημάδι μπροστά από την κόρη. Ανάλογα με τα ελάχιστα προτεινόμενα ύψη εφαρμογής επιλέγεται ο κατάλληλος φακός. Συνήθως προσπαθούμε να εφαρμόσουμε μεγάλο κανάλι, άρα και μεγάλο σκελετό. Μόνο ως συμβιβασμό πάμε σε short.



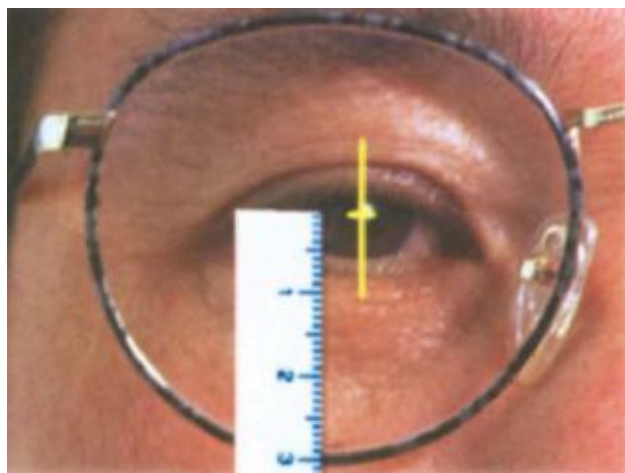
**Εικόνα 22 Λήψη ύψους εφαρμογής**



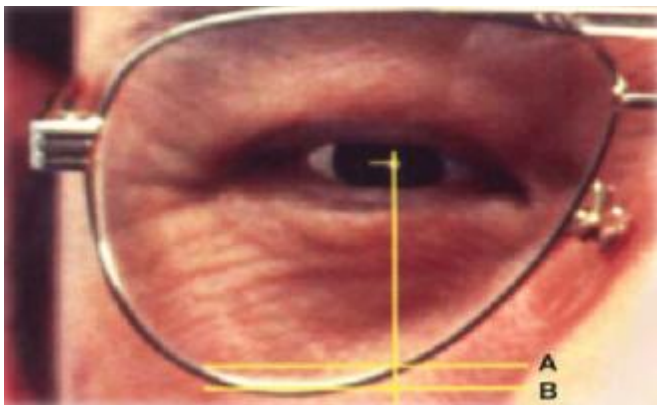
**Εικόνα 23 Έλεγχος υψών του πολυεστιακού**

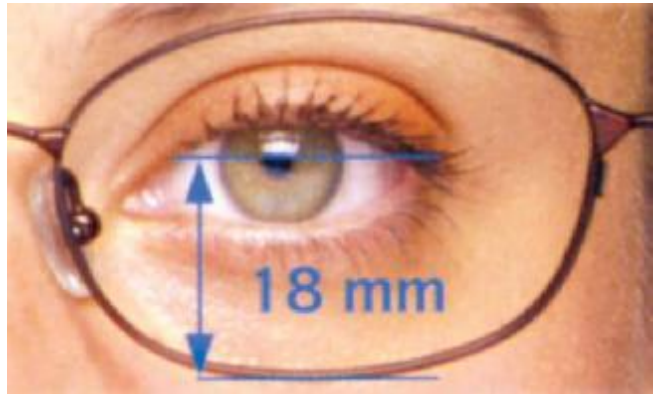


**Εικόνα 24** Επιβεβαίωση σωστών σημείων πολυεστιακού



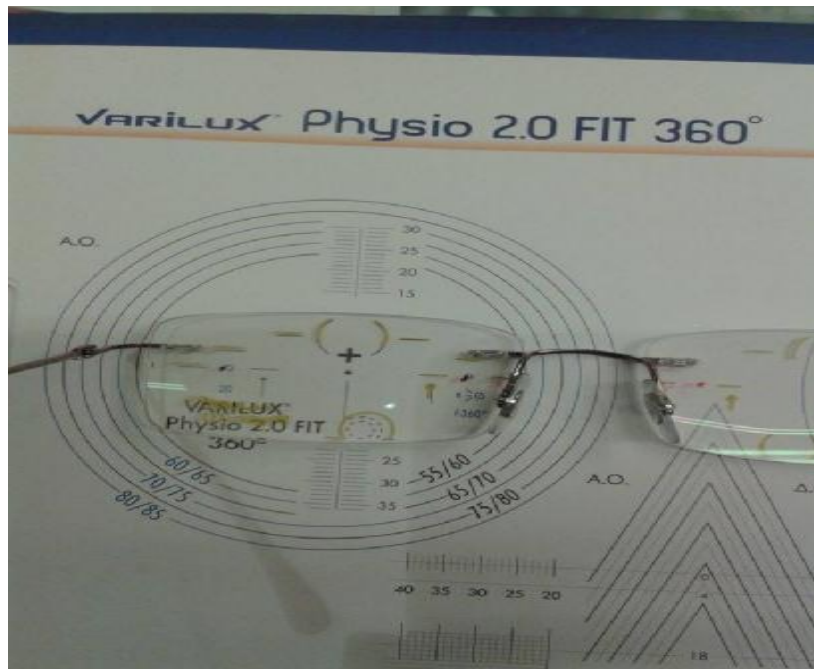
**Εικόνα 25** Μέτρηση ύψους πολυεστιακού φακού





**Εικόνα 26** Λήψη ύψους πολυεστιακών

Ακολουθεί ο έλεγχος, που πραγματοποιείται τοποθετώντας το “demo lens” πάνω στο πρότυπο της αντίστοιχης εταιρείας ώστε το σημάδι που έχει να συμπίπτει με το σταυρό του προτύπου. Αν ο σκελετός που επιλέχθηκε είναι κατάλληλος τότε το demo θα περιλαμβάνει την κοντινή ζώνη του προτύπου ή έστω το μεγαλύτερο τμήμα αυτής.



**Εικόνα 27 Έλεγχος επιλεγμένου φακού**

#### Έτοιμα προς παράδοση πολυεστιακά γυαλιά

Όταν πλέον οι πολυεστιακοί φακοί έχουν μονταριστεί επάνω στο σκελετό και έχει ελεγχθεί και καθαριστεί, είναι έτοιμο προς παράδοση. Η διαδικασία αυτή θέλει προσοχή, αν είναι η πρώτη επαφή του διοπτροφόρου με πολυεστιακούς φακούς. Η παράδοση ξεκινάει με μια επανάληψη των διαφορετικών ζωνών όρασης. Τονίζεται στον χρήστη ότι η κοντινή ζώνη διαβάσματος είναι στα 30-40 εκατοστά, περίπου στα 60cm είναι η ενδιάμεση ζώνη και σε απόσταση τουλάχιστον 6 μέτρων η μακρινή.

Δίνεται υλικό διαβάσματος σε διάφορα μεγέθη ώστε ο χρήστης χρησιμοποιώντας τις διαφορετικές ζώνες του φακού να δει σε όλες τις αποστάσεις. Ο χρήστης πρέπει να βρίσκεται σε χαλαρή στάση και καθιστός. Πρώτα εξετάζεται η όραση του για κοντά. Στη συνέχεια απομακρύνεται η κοντινή κλίμακα και του δίνονται οδηγίες να κουνήσει το βλέμμα προς τα πάνω ώστε να εντοπίσει τη θέση ευκρινούς όρασης για την ενδιάμεση απόσταση και στη συνέχεια κουνώντας το βλέμμα ακόμα πιο πάνω να εντοπίσει τη θέση που βλέπει καθαρά μακριά. Στη συνέχεια ο οπτικός εξηγεί στο νέο χρήστη πολυεστιακών

γυαλιών τη μεταβολή της δύναμης στην περιφέρεια του φακού με συνέπεια τις παραμορφωμένες εικόνες που θα λαμβάνει αν κοιτάζει πλάγια. Επίσης, του τονίζει να στρέφει ολόκληρο το κεφάλι αν θέλει να κοιτάξει κάτι στο πλάι και γενικά του διευκρινίζει ότι με τα πολυεστιακά γυαλιά είναι απαραίτητες περισσότερες κινήσεις του κεφαλιού καθώς και του βλέμματος, όχι μόνο στις οριζόντιες κινήσεις αλλά και στις κατακόρυφες. Μετά ο χρήστης πρέπει να σηκωθεί και να βαδίσει φορώντας τα γυαλιά του. Τώρα πλέον, για να παρατηρήσει καμπύλες ή σκαλιά θα πρέπει να τα κοιτάξει μέσα από τη μακρινή ζώνη, οπότε θα πρέπει να στρέψει το κεφάλι προς τα κάτω και να κοιτάξει ευθεία. Όσο για το διάβασμα στις διάφορες αποστάσεις όταν είναι όρθιος ισχύουν τα ίδια με το όταν είναι καθιστός. Στο τέλος υπενθυμίζεται στον χρήστη ότι πρέπει να χρησιμοποιεί και τα δύο χέρια για την τοποθέτηση και απομάκρυνση των γυαλιών από το πρόσωπο. Τα γυαλιά είναι καλό να φυλάσσονται στην θήκη τους για την προστασία τους και να καθαρίζονται με σπρέι είτε με υγρό σαπουνι.



**Εικόνα 28 Η τοποθέτηση των πολυεστιακών με τα σημεία εφαρμογής του κατασκευαστή**

#### Περίοδος προσαρμογής

Η χρήση των πολυεστιακών μπορεί να δώσει λύσεις σε πολλές απαιτήσεις των διοπτροφόρων και να εξυπηρετήσει σε ικανοποιητικό βαθμό τις ανάγκες του. Εφόσον ο πρεσβύωπας έχει κατανοήσει τις κινήσεις που πρέπει να γίνονται (κεφάλι - βλέμμα), στο πρώτο χρονικό διάστημα θα τις κάνει συνειδητά, μέχρι όταν να αρχίσουν να γίνονται μηχανικά. Αυτό όμως θέλει χρόνο, ο νέος χρήστης μπορεί να χρειαστεί μια περίοδο



προσαρμογής περίπου είκοσι μέρες ή και περισσότερο, ανάλογα με τη διάθεση του. Κατά την περίοδο αυτή ο χρήστης δεν πρέπει να εναλλάσσει τα πολυεστιακά του με άλλα γυαλιά. Καλό είναι να αποφεύγονται οι υπερβολές, οπότε και η έντονη πίεση να φορέσει τα γυαλιά του κατευθείαν σε όλες τις δραστηριότητες γιατί μπορεί να οδηγήσει σε μη επιθυμητό αποτέλεσμα, με συνέπεια να αυξηθεί ο χρόνος προσαρμογής τους. Νέοι πρεσβύωπες καθώς και ήδη χρήστες πολυεστιακών, συνήθως προσαρμόζονται πιο εύκολα από τους χρήστες μονοεστιακών γυαλιών για κοντά ή διπλεστιακών γυαλιών. Η ικανότητα αλλά και η υπομονή του οπτικού κατά την εκμάθηση της χρήσης του πολυεστιακού από τον διοπτροφόρο έχει μεγάλη σημασία για την επιτυχία της εφαρμογής αυτής.

#### Προβλήματα που μπορεί να προκύψουν αλλά και οι λύσεις τους

Αφού γίνει η παράδοση των πολυεστιακών γυαλιών και περάσει η περίοδος προσαρμογής, υπάρχει ενδεχόμενο ο χρήστης να παραπονεθεί ότι δεν μπορεί να τα συνηθίσει. Τότε ο οπτικός, μέσα από κάποιες ερωτήσεις που θα κάνει στον πελάτη, θα πρέπει να εντοπίσει το πρόβλημα και να δώσει τη λύση που χρειάζεται. Καταρχήν θα πρέπει να ελέγξει αν ο χρήστης δεν μπορεί να δει μονόφθαλμα ή αν είναι πρόβλημα διόφθαλμου συντονισμού, αν δυσκολεύεται στην μακρινή, στη κοντινή ή στην ενδιάμεση ζώνη και γενικότερα αν ενοχλείται σε συγκεκριμένη περιοχή του φακού ή σε όλη την επιφάνεια του. Επιπλέον πρέπει να εντοπισθεί πότε εμφανίζεται το πρόβλημα, κάτω από ποιες συνθήκες, κατά την ημέρα ή τη νύχτα, κατά την ώρα της εργασίας του ή κάνοντας κάποια δραστηριότητα. Μετά από αυτό, ο οπτικός, συγκρίνει τη συνταγή με τις ενδείξεις του φακομέτρου και ελέγχει την εφαρμογή των φακών, για να δει αν είναι σωστά τοποθετημένα τα κέντρα, ώστε να διαπιστώσει το πρόβλημα και να προχωρήσει στη λύση του. Το επόμενο βήμα για την εντόπιση του προβλήματος είναι ο οπτικός να πραγματοποιήσει επανεξέταση της διάθλασης και αν η διόρθωση που του έχει δοθεί είναι όντως λανθασμένη, (δηλαδή λάθος ισχύς για μακριά ή λάθος addition είτε μεγαλύτερο είτε μικρότερο από αυτό που απαιτείται), τότε γίνεται αντικατάσταση των φακών.

Αν το πρόβλημα οφείλεται στην μακρινή ζώνη του φακού, υπάρχει η περίπτωση

ο διοπτροφόρος να μην είναι καθόλου ικανοποιημένος από τα γυαλιά του, είτε επειδή έχει γίνει λάθος μέτρηση και έχει δοθεί λανθασμένη συνταγή, είτε γιατί το πρίσμα εξισορρόπησης πάχους προκαλεί διπλά είδωλα κυρίως κατά τη νύχτα. Οπότε ο οπτικός, συνιστά να γίνει νέα διάθλαση και να αντικατασταθούν οι φακοί ή αν φταίει το πρίσμα εξισορρόπησης τότε η λύση θα δοθεί με την εφαρμογή αντιανακλαστικής επίστρωσης. Αν ο διοπτροφόρος διαμαρτύρεται ότι έχει θολή όραση όταν είναι όρθιος ενώ όταν κάθεται βλέπει καθαρά, τότε οι φακοί έχουν εφαρμοστεί πολύ ψηλά, και ο οπτικός διορθώνει τα ύψη. Αν η απόκλιση είναι μικρή γίνεται απλά ανοίγοντας λίγο τα επιρρήνια. Επίσης, μπορεί να παραπονεθεί ότι μειώθηκε σημαντικά η όραση του για μακριά. Αυτό προέρχεται είτε επειδή η συνταγή δεν έχει κύλινδρο, ενώ υπάρχει, σε μεγαλύτερο κύλινδρο από τον απαιτούμενο, έτσι πραγματοποιείται νέα διάθλαση για να βρεθεί ο ακριβής κύλινδρος. Επίσης μπορεί να προέρχεται από την κλίση του σκελετού, που αυτό διορθώνεται με νέα εφαρμογή. Αν η όραση του είναι ικανοποιητική στο κέντρο αλλά ελλιπής στην περιφέρεια, αυτό σημαίνει πως υπάρχει αδιόρθωτος αρνητικός κύλινδρος στις  $180^\circ$  (αστιγματισμός σύμφωνα με τον κανόνα). Αυτό διαπιστώνεται χρησιμοποιώντας δοκιμαστικό κυλινδρικό φακό  $-0.50\text{dpt}$  στις  $180^\circ$  μπροστά από τα γυαλιά του και διορθώνεται με αλλαγή της κλίσης του σκελετού, ή με αντικατάσταση των φακών με νέους. Αν η όραση του είναι ελλιπής στο κέντρο και καλή στην περιφέρεια της μακρινής ζώνης, τότε υπάρχει αδιόρθωτος αρνητικός κύλινδρος στις  $90^\circ$  (αστιγματισμός παρά τον κανόνα). Θα διαπιστωθεί αν η όραση βελτιωθεί τοποθετώντας ένα κυλινδρικό φακό  $-0.50\text{dpt}$  με άξονα στις  $90^\circ$  μπροστά από τα γυαλιά του. Διορθώνεται με νέα εφαρμογή ή νέα διάθλαση.

Αν το πρόβλημα εντοπίζεται στην ενδιάμεση ζώνη του φακού, τότε υπάρχει η περίπτωση, ο χρήστης να υποστηρίζει ότι έχει ικανοποιητική όραση από την προοδευτική ζώνη του ενός φακού μόνο, οπότε ή έχει γίνει λάθος διάθλαση ή χρειάζεται πρισματική διόρθωση από τον ένα οφθαλμό. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα πρέπει να δοθεί η πλήρης διόρθωση και να εντοπισθεί αν χρειάζεται να εισαχθεί και κάποιο επιπλέον πρίσμα. Συνήθως η διαπίστωση γίνεται βάζοντας μπροστά από τα γυαλιά του δοκιμαστικό φακό με κυλινδρική διόρθωση  $-0.50\text{dpt}$  σε άξονα  $180^\circ$ . Ένα άλλο ενδεχόμενο είναι ο διοπτροφόρος να ισχυρίζεται ότι υπάρχει καλύτερη όραση για μακριά



διαμέσου της προοδευτικής ζώνης παρά από το τμήμα του φακού για μακριά, οπότε ο οπτικός καταλαβαίνει ότι έχει γίνει λάθος διάθλαση. Η όραση του έχει υποδιορθωθεί για μακριά και χρησιμοποιεί την μεγαλύτερη ισχύ της προοδευτικής ζώνης για να δει καθαρά σε μεγάλες αποστάσεις. Η μόνη λύση, είναι η επανεξέταση της διάθλασης και η αντικατάσταση των λανθασμένων φακών με νέους φακούς μεγαλύτερης ισχύος για τη μακρινή όραση.

Τέλος, αν το πρόβλημα αφορά την κοντινή ζώνη του φακού τότε αυτό που αναφέρει ο χρήστης συχνότερα είναι ότι δυσκολεύεται κυρίως κατά το διάβασμα γιατί εμφανίζεται πολύ στενό κανάλι όσον αφορά την ζώνη αυτή. Τα αίτια αυτού του προβλήματος μπορεί να οφείλονται είτε γιατί η εφαρμογή έχει γίνει πολύ χαμηλά οπότε ουσιαστικά ο διοπτροφόρος κοιτάζει κοντά μέσα από την προοδευτική ζώνη, είτε γιατί το addition είναι πολύ υψηλό και ο χρήστης αναζητά τη σωστή διόρθωση μέσα από την χαμηλότερη ισχύ της προοδευτικής ζώνης. Η λύση στην πρώτη περίπτωση είναι να διορθωθεί η εφαρμογή κλείνοντας τα επιρρήνια ώστε να σηκωθούν τα κέντρα υψηλότερα και στη δεύτερη περίπτωση να επαναληφθεί η διάθλαση και να βρεθεί το σωστό addition. Ένα άλλο ενδεχόμενο είναι ο χρήστης να παραπονεθεί ότι ενώ έχει καλή όραση με το ένα του μάτι δεν συμβαίνει το ίδιο διόφθαλμα. Το στενό πεδίο που εμφανίζεται διόφθαλμα οφείλεται σε λάθος μέτρηση διακορικής απόστασης, το οποίο σημαίνει λανθασμένα κέντρα του φακού. Αυτό διαπιστώνεται με ένα τεστ όπου σε μια γραμμή με αριθμούς μήκους 20cm, κυκλώνουμε τον κεντρικό αριθμό και κρατώντας το κεφάλι του εξεταζόμενου σταθερό ελέγχουμε το οπτικό πεδίο κάθε οφθαλμού και στη συνέχεια διόφθαλμα. Η λύση που δίνεται είναι ένας νέος σκελετός με διαφορετικό μήκος μύτης ώστε να χρησιμοποιηθούν οι ίδιοι φακοί ή επανάληψη της κατασκευής των φακών με νέες σωστές μετρήσεις.

#### Προβλήματα από την καθημερινή πρακτική

Εκτός από τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν στην κάθε ζώνη ξεχωριστά, ο οπτικός θα πρέπει να αντιμετωπίσει και κάποια άλλα παράπονα τα οποία εμφανίζονται συχνά στην καθημερινή πρακτική.

- Λάθος ισχύς για μακριά: Ο χρήστης πολυεστιακών μπορεί να χρειάζεται μικρή διόρθωση και για μακριά ή αν έχει διόρθωση να χρειάζεται μεγαλύτερη. Στην περίπτωση

αυτή χρησιμοποιώντας τα πολυεστιακά του γυαλιά, αντί να κοιτάζει μακριά διαμέσου της μακρινής ζώνης του φακού, θα βλέπει διαμέσου της ενδιάμεσης ζώνης, ώστε να εξυπηρετείται χρησιμοποιώντας τη μεγαλύτερη ισχύ της ζώνης αυτής. Αυτό σημαίνει ότι το οπτικό του πεδίο θα είναι πολύ περιορισμένο αφού το εύρος της ενδιάμεσης ζώνης είναι πολύ στενό. Η λύση είναι μια νέα διάθλαση ώστε να προσδιοριστεί ακριβώς η συνταγή που έχει ανάγκη ο χρήστης και στη συνέχεια η σωστή κατασκευή των γυαλιών σύμφωνα με τη σωστή συνταγή.

- Λάθος addition: Αν το addition είναι μεγαλύτερο από αυτό που απαιτείται, ο χρήστης αναζητά την σωστή ισχύ για να διαβάσει μέσα από την ενδιάμεση ζώνη. Αποτέλεσμα αυτής της κίνησης είναι να έχει πολύ περιορισμένο οπτικό πεδίο για κοντά και φυσικά να παραπονιέται γι' αυτό. Στην περίπτωση που το addition είναι πολύ χαμηλό, ο χρήστης απομακρύνει το αντικείμενο ανάγνωσης σε απόσταση μεγαλύτερη από 40cm, με αποτέλεσμα να μην έχει την άνεση που θα του προσέφεραν τα γυαλιά του αν ήταν σωστά. Η λύση που προτείνεται είναι μια νέα διάθλαση που θα υποδείξει το σωστό addition.

- Μπορεί επίσης να έχουν δημιουργηθεί στο χρήστη πολύ υψηλές προσδοκίες. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται όταν ο οπτικός έχει κάνει λάθος ενημέρωση στον χρήστη ή έχει υπερβάλλει για την απόδοση και την χρήση των πολυεστιακών φακών. Έτσι δημιουργεί σύγχυση στον διοπτροφόρο, ο οποίος περιμένει πάρα πολλά από τα γυαλιά του. Ο οπτικός είναι υποχρεωμένος να τονίσει στον χρήστη του πολυεστιακού ότι είναι απαραίτητη μια περίοδος προσαρμογής που μπορεί να διαρκέσει και ένα μήνα, μέσα στην οποία θα πρέπει να καταβάλλει προσπάθεια για να μάθει το μηχανισμό χρήσης των πολυεστιακών του γυαλιών. Μετά το τέλος αυτής της περιόδου, η χρήση σίγουρα θα είναι πιο άνετη. Επίσης, θα πρέπει να τον ενημερώσει/υπενθυμίσει ότι οι φακοί αυτοί δεν θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις δραστηριότητες του, ιδιαίτερα αν αυτές είναι υπερβολικά κινητικές. Γενικότερα πρέπει να αποφεύγονται οι υπερβολικές δηλώσεις που αφορούν τα πολυεστιακά γυαλιά, ώστε να μην δημιουργούνται μεγάλες απαιτήσεις από το χρήστη, με συνέπεια να μένει ανικανοποίητος από το προϊόν που του προτάθηκε.

- Άλλο ένα σύνηθες πρόβλημα παρατηρείται/αντιμετωπίζεται όταν ο διοπτροφόρος έχει δύο πολυεστιακά γυαλιά με διαφορετικούς τύπους φακών. Ο χρήστης παραπονιέται ότι

παρόλο που το ένα ζευγάρι γυαλιά έχει την ίδια ισχύ με το άλλο δεν βλέπει το ίδιο καλά. Ο οπτικός είναι υποχρεωμένος να συγκρίνει τη συνταγή των δύο γυαλιών, να ελέγξει την τοποθέτηση των φακών στους δύο σκελετούς καθώς και την εφαρμογή όσον αφορά την κλίση και τα ύψη του σκελετού. Επίσης πρέπει να ελεγχθεί αν και τα δύο ζευγάρια έχουν πρίσμα εξισορρόπησης πάχους και αν ο χρήστης αντιμετώπισε πρόβλημα προσαρμογής και με τα πρώτα του γυαλιά. Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα είναι αναγκαίο να ενημερωθεί ο χρήστης ότι λόγω των διαφορετικών τύπων των φακών, υπάρχει και διαφορετικό σφάλμα επιφάνειας. Επιπλέον διαφορετικά κανάλια στους φακούς του, τα οποία συνεπάγονται διαφορετική έκταση της μακρινής, κοντινής και ενδιάμεσης ζώνης και αντίστοιχα όρασης. Επίσης είναι απαραίτητη και μια περίοδος προσαρμογής για τα νέα γυαλιά και φυσικά χωρίς να χρησιμοποιούνται παράλληλα και τα διαφορετικού τύπου παλιά γυαλιά, γιατί αυτό θα κάνει πιο δύσκολη την προσαρμογή του στα νέα του γυαλιά.

- Ευκρινής όραση σε μία μόνο περιοχή του φακού:

Ο χρήστης μπορεί να παραπονεθεί ότι για κάποια συγκεκριμένη δραστηριότητα, όπως παρακολούθηση τηλεόρασης, χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη περιοχή του φακού όπου επιτυγχάνεται πιο καθαρή όραση σε σύγκριση με όλη την υπόλοιπη επιφάνεια. Στην περίπτωση αυτή, ο οπτικός ζητάει από τον χρήστη να σημειώσει αυτή την περιοχή πάνω στο φακό με ακρίβεια και στη συνέχεια μετράει την ισχύ της στο φακόμετρο. Εισάγει αυτή την ισχύ στο φακόμετρο και εξετάζει την ορθότητά της με μια επαναληπτική διάθλαση. Το ίδιο μπορεί να συμβεί αντίστοιχα και για την κοντινή όραση, αν ο χρήστης υποδείξει κάποια ιδιαίτερη περιοχή του φακού μέσα από την οποία διαβάζει με περισσότερη άνεση. Ουσιαστικά ο χρήστης έχει κάνει μόνος του τη διάθλαση και το πρόβλημα του έχει λυθεί από τον ίδιο.

- Ένας ακόμη παράγοντας που μπορεί να δυσανασχετήσει τον χρήστη είναι ο ψυχολογικός παράγοντας. Κατά τη διάρκεια επιλογής του σκελετού μπορεί ο χρήστης να καταλήξει σε κάποιο σκελετό, ο οποίος όμως τελικά να μην τον ευχαριστεί ή δεν αρέσει στο κοντινό του περιβάλλον. Τα σχόλια που μπορεί να ακούσει θα τον επηρεάσουν αρνητικά, και σίγουρα δεν θα παραδεχτεί τη λάθος επιλογή του. Αντίθετα θα κατηγορήσει τους πολυεστιακούς φακούς για μη άνετη όραση. Εδώ ο οπτικός θα πρέπει

να δώσει κατάλληλα επιχειρήματα στον χρήστη, ώστε να αναθεωρήσει την άποψη του για τον σκελετό αυτό και έτσι να τον βοηθήσει στην τελική επιλογή. Στην περίπτωση που δεν αλλάζει γνώμη θα πρέπει να αντικαταστήσει το σκελετό αυτό με κάποιον άλλο, που εκπληρώνει τις προϋποθέσεις των φακών που έχουν επιλεγθεί, αν αυτό είναι εφικτό.

Κάποια επιπλέον παράπονα που αναφέρουν οι χρήστες πολυεστιακών φακών στον οπτικό τους έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι έβλεπαν καλύτερα με τα προηγούμενα γυαλιά τους.

Αυτό συμβαίνει όταν ο χρήστης πολυεστιακών δεν έχει φορέσει ποτέ γυαλιά οράσεως στο παρελθόν, έτσι είναι πολύ πιθανό να έχει γίνει λάθος διάρθωση της υπερμετροπίας ή της μυωπίας με αποτέλεσμα να κάνει το χρήστη να παραπονιέται. Επιπλέον το addition που του έχει δοθεί να μην είναι το απαιτούμενο και να υπάρχει δυσκολία στο διάβασμα. Με μια επαναληπτική διάθλαση και τον εντοπισμό της ακριβής ισχύος τόσο για την μακρινή όσο και για την κοντινή όραση το πρόβλημα της λανθασμένης οπτικής οξύτητας επιλύεται.

Αν ο χρήστης φορούσε μόνο γυαλιά για μακριά, τότε ίσως, το addition που αναγράφεται στη συνταγή του, να μην είναι ικανό να του δώσει ευκρινή κοντινή όραση. Η λύση στο πρόβλημα προκύπτει μετά από μια επαναληπτική διάθλαση, στην οποία του δίνεται η σωστή ισχύς για την κοντινή όραση.

Επιπλέον, ο νέος χρήστης πολυεστιακών φακών, μπορεί να φανεί δυσαρεστημένος στην περίπτωση που πριν χρησιμοποιούσε άλλα γυαλιά για μακριά και άλλα για κοντά. Αυτό συμβαίνει γιατί το τμήμα του πολυεστιακού φακού για κοντά ή για μακριά είναι πολύ πιο περιορισμένο σε έκταση από ένα μονοεστιακό φακό. Επιπλέον ορισμένες κινητικές δραστηριότητες με χρήση των πολυεστιακών του γυαλιών μπορεί να τον περιορίζουν, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στα γυαλιά μονής όρασης. Επίσης, ρόλο παίζει και η συνήθεια της χρήσης τους καθώς πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένες κινήσεις κεφαλιού και ματιών. Ο οπτικός σε αυτή την περίπτωση το μόνο που μπορεί να κάνει είναι να του υπενθυμίσει τα πλεονεκτήματα, τους περιορισμούς καθώς και τις απαραίτητες κινήσεις που χρειάζονται όμως κάποια περίοδο προσαρμογής. Ακόμη του

τονίζει ότι σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να φοράει εναλλάξ τα παλιά του και τα νέα του γυαλιά.

Δυσκολία μπορεί να αντιμετωπίσει και στη περίπτωση που έκανε χρήση διπλεσσιακών γυαλιών πριν την εφαρμογή των πολυεστιακών, έτσι δεν του είναι εύκολο να συνηθίσει τα νέα του γυαλιά. Οι κινήσεις του κεφαλιού και του βλέμματος που έκανε με τα διπλεσσιακά είναι διαφορετικές από αυτές που πρέπει τώρα να μάθει και αυτό τον κάνει να δυσανασχετεί. Η χρήση της ενδιάμεσης ζώνης είναι επίσης κάτι καινούργιο για αυτόν αφού με τα παλιά του γυαλιά δεν είχε την δυνατότητα να βλέπει σε ενδιάμεσες αποστάσεις. Ο οπτικός του εξηγεί ξανά τη χρήση των νέων του γυαλιών και τις διαφορές με τα προηγούμενα γυαλιά του, καθώς του αναφέρει πάλι ότι θα χρειαστεί μια περίοδο για να προσαρμοστεί με τα δεδομένα των νέων του γυαλιών.

Αν και τα παλιά γυαλιά του χρήστη ήταν πολυεστιακά αλλά με διαφορετικό τύπο φακών τότε ίσως να παραπονεθεί για τα νέα του πολυεστιακά γυαλιά. Ο λόγος είναι είτε γιατί μπορεί να έχουν διαφορετική συνταγή είτε γιατί τα κανάλια τους διαφέρουν είτε γιατί το αστιγματικό σφάλμα στον κάθε τύπο φακού να είναι διαφορετικό. Ο οπτικός εξετάζει αν ο χρήστης αντιμετώπισε δυσκολία και με τα προηγούμενα γυαλιά του, αν τα κέντρα και τα ύψη είναι λανθασμένα και αν έχει αλλάξει η συνταγή του. Στη συνέχεια ενημερώνει το χρήστη για το αν υπήρχε κάποια αλλαγή με τα προηγούμενα γυαλιά του και του θυμίζει ότι θα χρειαστεί κάποια περίοδο προσαρμογής. Επίσης τον ενημερώνει ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιεί και τους δύο τύπους πολυεστιακών γυαλιών, γιατί αυτό θα κάνει πιο δύσκολη την προσαρμογή στα νέα του γυαλιά.

Τα προβλήματα μπορούν να περιοριστούν με τη σωστή ενημέρωση και καθοδήγηση του χρήστη από τον οπτικό του. Συμμαντικό θα ήταν να του υπενθυμίσει τη χρήση τους και το τι θα πρέπει να προσέχει στην αρχή. Όπως επίσης, και υπομονή από το χρήστη, καθώς χρειάζεται κάποιο χρόνο για να συνηθίσει τα νέα του γυαλιά.

Η ικανότητα αλλά και η υπομονή του οπτικού κατά την εκμάθηση της χρήσης του πολυεστιακού από τον διοπτροφόρο έχει μεγάλη σημασία για την επιτυχία της εφαρμογής αυτής:

- Η σωστή εκτίμηση της συνταγής από τον οφθαλμίατρο.
- Η σωστή εκτέλεση της συνταγής από τον οπτικό καθώς και οι απαραίτητες μετρήσεις που πρέπει να γίνουν από μεριάς του σε συνδυασμό με την κατάλληλη επιλογή του τύπου (σχεδιασμού) πολυεστιακού.
- Τελευταίο αλλά και επίσης σημαντικό είναι η υπομονή που θα πρέπει να καταβάλλει ο χρήστης για να προσαρμοστεί στα καινούρια δεδομένα.

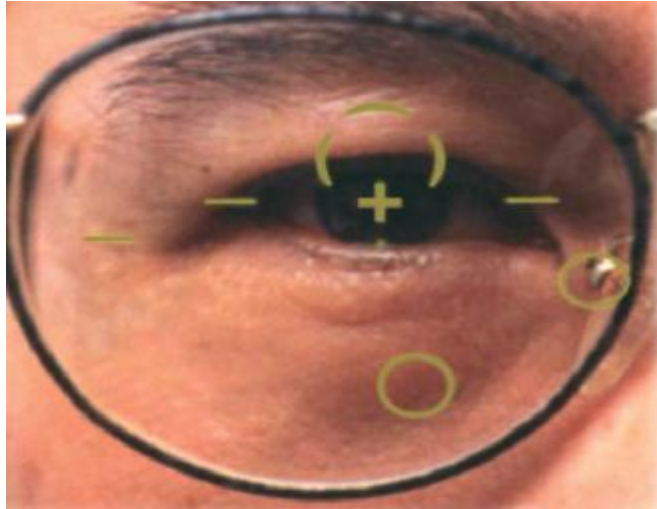
Όπως όλα δείχνουν ο ρόλος του οπτικού είναι πολύ σημαντικός, θα πρέπει να κατέχει τις κατάλληλες γνώσεις και να ενημερώνεται διαρκώς για τις εξελίξεις στο χώρο των πολυεστιακών φακών ώστε να μπορεί να επιλέξει ποιος είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός πολυεστιακού φακού για κάθε χρήστη σύμφωνα με τις προσδοκίες και τις ανάγκες του. Επίσης, θα πρέπει να γνωρίζει σε ποιες περιπτώσεις δεν πρέπει να προτείνει τη χρήση πολυεστιακού φακού.

#### Μέτρηση και σημεία αναφοράς

Ένας πολυεστιακός φακός, κατασκευάζεται στο εργοστάσιο και παραδίδεται στον οπτικό με κάποια σημάδια, τα οποία έχουν συγκεκριμένη δουλειά.

Κύκλος μακρινής μέτρησης : Η σφαίρα, ο κύλινδρος και ο άξονας της μακρινής ισχύος μετριούνται μέσα από τον κύκλο μακρινής μέτρησης χρησιμοποιώντας την τεχνική μέτρησης της κοίλης επιφάνειας (αυτή η επιφάνεια τοποθετείται στο φακόμετρο). Ο ανώτερος οριζόντιος άξονας χρησιμοποιείται για να ευθυγραμμιστεί ο φακός στο φακόμετρο. Η μετρούμενη ισχύς για μακριά συνήθως είναι η ισχύς της συνταγής, εκτός από τις περιπτώσεις των πρισματικών συνταγών.

Σταυρός κεντραρίσματος : Χρησιμοποιείται για το σωστό κεντράρισμα των πολυεστιακών. Όταν ο σταυρός εντοπίζεται ακριβώς μπροστά από την κόρη, όταν ο διοπτροφόρος κοιτάει ευθεία με το κεφάλι και το σώμα του σε φυσική θέση, τότε ο φακός είναι σωστά κεντραρισμένος.



**Εικόνα 29 Έλεγχος στη χρήση-εφαρμογή των πολυεστιακών**

Κύκλος κοντινής μέτρησης : Μαρκάρεται σε οριζόντια απόσταση 2,5mm από τον σταυρό κεντραρίσματος και χρησιμοποιείται μόνο για μετρήσεις. Η πραγματική θέση της κοντινής ζώνης προσαρμόζεται ανάλογα με τη σύγκλιση του ασθενούς.

Ο φακός έχει ορισμένα σημάδια χαραγμένα με laser, τα οποία πιστοποιούν ποια είναι η κατασκευάστρια εταιρία του φακού, ποιος ο τύπος του και ποιο είναι το addition που έχει, για την περίπτωση που χρειαστεί να αντικατασταθεί.

## Η. Ιδιαίτερες περιπτώσεις για τη χρήση πολυεστιακών φακών

Περισσότερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε κάποιες ιδιαίτερες περιπτώσεις, αυτές μπορεί να είναι:

- Ο νέος πρεσβύωπας δεν μπορεί να συνηθίσει τις περιφερικές εκτροπές παρόλου που είναι πολύ μικρές.
- Η ανισομετροπία  $>2.00\text{dpt}$ , λόγω ανισοεικονίας δεν μπορεί να συντονίσει τους δύο οφθαλμούς. Καλύτερα να αποφεύγεται η χορήγηση πολυεστιακών και γενικά γυαλιών σε μια τέτοια περίπτωση.
- Σε συνταγές που υπάρχει πρισματική διόρθωση πρέπει να δίνεται προσοχή. Με την πρόβλεψη και την κατασκευή του αντίστοιχου εξατομικευμένου πολυεστιακού φακού μπορεί να αντιμετωπιστεί πιθανό πρόβλημα.
- Δυσκολίες προσαρμογής έχουν και οι χρήστες με μεγάλη αστιγματική διόρθωση, διότι όταν το βλέμα 'πέσει' εκτός του σωστού άξονα του φακού δημιουργείται πρισματικό φαινόμενο.
- Δυσκολίες παρατηρούνται και σε περιπτώσεις ατόμων με addition  $>2.50\text{dpt}$  που φορούν για πρώτη φορά πολυεστιακά γυαλιά ενώ μέχρι τώρα φορούσαν ξεχωριστά ζευγάρια γυαλιά για την μακρινή και κοντινή διόρθωση. Αυτό διότι με τα μονοεστιακά γυαλιά τους είχαν ευρεία πεδία όρασης χωρίς ιδιαίτερα αστιγματικά φαινόμενα, ενώ με τα πολυεστιακά είναι υποχρεωμένοι να προσαρμοστούν σε πιο στενά πεδία διότι επεκτείνονται οι αστιγματικές εκτροπές.
- Αν χρησιμοποιείται ο ίδιος φακός σε άλλον σκελετό, προσοχή πρέπει να δίνεται στην επιλογή του σκελετού καθώς είναι πολύ πιθανό να αλλάξει η γεωμετρία του σκελετού και οι τρεις παράμετροι, vertex, παντοσκοπική γωνία και κλίση μετώπης.
- Πέρα από τα παραπάνω ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο χαρακτήρα του



κάθε ατόμου. Παρατηρώντας τις κινήσεις του και τη διάθεση που δείχνει κατά τη συζήτηση για τα πολυεστιακά γυαλιά, μπορεί ο οπτικός να διαπιστώσει αν είναι αρνητικά προκατειλημμένος ή νευρικός ή ψυχολογικά δύσκολος ώστε να μπει στη διαδικασία εκμάθησης και να κατανοήσει τη βασική ιδέα του πολυεστιακού.

- Οι ηλικιωμένοι που χρειάζονται γυαλιά τόσο για μακρινή όσο και κοντινή όραση καλό θα είναι να αποφύγουν τους πολυεστιακούς φακούς όταν βγαίνουν από το σπίτι, καθώς ο κίνδυνος πτώσης αυξάνεται σημαντικά, καταλήγει μελέτη που δημοσιεύεται στο *British Medical Journal*. Η πιθανότητα πτώσης -συχνή αιτία θανάτου στην τρίτη ηλικία- αυξάνεται έως και κατά 40% σε όσους φορούν πολυεστιακά γυαλιά σε εξωτερικούς χώρους, συγκριτικά με όσους φορούν γυαλιά μόνο για μακρινή όραση, αναφέρουν οι ερευνητές του Πανεπιστημίου του Σίδνεϊ. Συνιστούν στους ηλικιωμένους που περνούν πολλές ώρες έξω από το σπίτι να χρησιμοποιούν δύο ξεχωριστά ζευγάρια γυαλιών αντί για ένα πολυεστιακό ζευγάρι, ακόμα κι αν το βρίσκουν άβολο. Αυξημένος κίνδυνος ατυχήματος είχε εξάλλου αναφερθεί σε προηγούμενες μελέτες που εξέτασαν τους χρήστες πολυεστιακών φακών την ώρα που ανέβαιναν ή κατέβαιναν σκάλες, αναφέρει το BBC. Στα πολυεστιακά γυαλιά, το κάτω μέρος των φακών διορθώνει την πρεσβυωπία (επιτρέπει στο μάτι να εστιάζει σε μικρή απόσταση) ενώ το μεσαίο και πάνω μέρος διορθώνει τη μυωπία ή άλλα προβλήματα εστίασης σε μακρινές αποστάσεις. Στην τελευταία μελέτη συμμετείχαν 600 άτομα άνω των 65 ετών που φορούσαν πολυεστιακά γυαλιά και είχαν ιστορικό πτώσεων. Οι μισοί από αυτούς κλήθηκαν να καταργήσουν τους πολυεστιακούς φακούς όταν έβγαιναν έξω και να φορούν αντ' αυτών μονοεστιακά γυαλιά. Στο διάστημα που διήρκεσε το πείραμα, οι πτώσεις στην ομάδα των μονοεστιακών γυαλιών ήταν 8% λιγότερες από ό,τι στην πρώτη ομάδα. Ειδικά μεταξύ των ηλικιωμένων που περνούσαν πολλές ώρες έξω από το σπίτι, η διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες εκτινασσόταν στο 40%. Τα αποτελέσματα είναι μεν ανησυχητικά, οι ερευνητές διαβεβαιώνουν πάντως ότι τα πολυεστιακά γυαλιά παραμένουν η πιο βολική λύση για όσους περνούν τις περισσότερες ώρες της ημέρα μέσα στο σπίτι.

- Άλλη περίπτωση, που δεν πρέπει να προτείνεται η χρήση πολυεστιακών φακών είναι στα άτομα που δεν εμφανίζουν καλή σύγκλιση των οφθαλμών ιδιαίτερα στη κοντινή εστίαση.

Γι' αυτούς τους λόγους, όπως αναφέραμε και παραπάνω, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο να γίνεται μια συζήτηση μεταξύ του οπτικού και του μελλοντικού χρήστη των πολυεστιακών φακών για τις δυνατότητες που θα του προσφέρουν τα πολυεστιακά γυαλιά καθώς και τις δυσκολίες προσαρμογής που μπορεί να αντιμετωπίσει.

## **Θ. Αξιολόγηση της όρασης και της χρήσης πολυεστιακών γυαλιών**

Για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας δόθηκε ερωτηματολόγιο σε χρήστες πολυεστιακών γυαλιών. Σαν γενική εκτίμηση οι χρήστες που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο φάνηκαν ιδιαίτερα ικανοποιημένοι με τη χρήση των πολυεστιακών τους με μέσο όρο βαθμό ικανοποίησης 4,5 με άριστα το 5. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι οι υπερμέτρωπες αντιμετωπίζουν συνήθως πρόβλημα στην μεσαία – κοντινή όραση ενώ οι μύωπες στην μακρινή. Χωρίς όμως αυτό να είναι ο κανόνας.

Στην ερώτηση 2, οι χρήστες καλέστηκαν να αξιολογήσουν την απόδοσή τους στις εξής καταστάσεις: στην μακρινή όραση ο μέσος όρος είναι 4,8. Στην εργασία γραφείου ο μέσος όρος είναι 4,5. Στη χρήση Η/Υ ο μέσος όρος είναι 4,4. Στο διάβασμα ο μέσος όρος απόδοσης είναι 4,2. Στην οδήγηση ο μέσος όρος είναι 4,8. Στα σπόρ ο μέσος όρος απόδοσης είναι 4,7. Σε εσωτερικούς χώρους γενικά (σαλόνι, TV κτλ.) ο μέσος όρος απόδοσης ανάλογα με τις απαντήσεις του είναι 4,7.

Στην ερώτηση 3, αν αντιμετώπισαν κάποιο πρόβλημα με τα πολυεστιακά τους γυαλιά, το 69% δεν είχε κανένα πρόβλημα ενώ το υπόλοιπο 31% αντιμετώπισε τα εξής προβλήματα:

α) Δυσχέρεια προσαρμογής στην αρχή, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για νέο χρήστη ή σε περιπτώσεις αλλαγής βαθμού, όμως σε ένα μήνα το πολύ είχαν πλέον προσαρμοστεί. Ένας νέος χρήστης καλείται να προσαρμοστεί σε καινούρια δεδομένα όρασης και για να γίνει αυτό χρειάζεται χρόνος και υπομονή ώστε να συγχρονίσει τις κινήσεις κεφαλής και οφθαλμών. Στην αρχή οι κινήσεις γίνονται εσκεμένα, αλλά στη συνέχεια γίνονται μηχανικά και χωρίς κόπο.

β) Δυσχέρεια προσαρμογής στην κοντινή – μεσαία όραση ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται αυτή η απόσταση για αρκετή ώρα. Κάποιοι λόγω της φύσης της δουλειάς τους χρησιμοποιούν την κοντινή για περισσότερη ώρα και η κλίση του κεφαλιού που πρέπει να έχουν για να δουν από το συγκεκριμένο κανάλι όρασης, τους προκαλεί κόπωση.

γ) Δυσκολία στην περιφερική όραση, όπου συναντάται πιο συχνά σε τύπους eye-

mover. Αυτός ο τύπος χρησιμοποιεί πιο συχνά την περιφερική του όραση από έναν head-mover και άρα αντιμετωπίζει πιο συχνά πρόβλημα στην περιφερική όραση με τα πολυεστιακά, εφόσον εκεί γνωρίζουμε ότι υπάρχουν πολλές εκτροπές που προκαλούν θολή όραση.

δ) Δυσκολία στην ενδιάμεση απόσταση. Αυτό συμβαίνει συνήθως όταν το κανάλι είναι στενό και γι' αυτό δεν υπάρχει μεγάλο εύρος για την ενδιάμεση όραση. Αυτό συναντάται περισσότερο σε παλαιότερους πολυεστιακούς σχεδιασμούς.

ε) Δυσκολία στο κοντινό αντιμετωπίζουν περισσότερο νέοι χρήστες πολυεστιακών γυαλιών.

στ) Δεν μπορεί να γίνει χρήση όταν ο χρήστης είναι ξαπλωμένος. Αυτός είναι ένας συμβιβασμός που θα πρέπει να κάνει ο χρήστης των πολυεστιακών γυαλιών, διότι όταν είναι κανείς σε ύπτια στάση η βλεμματική του θέση συναντά την κοντινή εστία, ενώ όταν θέλει να δει κανείς τηλεόραση έχει ανάγκη την μακρινή διόρθωση.

ζ) Όταν ο φωτισμός δεν είναι καλός ο χρήστης αντιμετωπίζει πρόβλημα στο διάβασμα και σε χρήση H/Y όταν το contrast δεν είναι καλό. Αυτό συμβαίνει σε ηλικιωμένα άτομα όπου συντρέχουν άλλα αίτια. Παρόλα αυτά όταν ο φωτισμός είναι ιδανικός, ο χρήστης δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα.

η) Δυσκολία τις πρώτες μέρες στην οδήγηση, μέχρι ο χρήστης να συνηθίσει τα καινούρια του γυαλιά.

θ) Δυσκολία στις σκάλες τις πρώτες μέρες προσαρμογής. Είναι ένα πρόβλημα που συναντάται πολύ συχνά στους χρήστες πολυεστιακών γυαλιών και δίνεται πάντα ιδιαίτερη έμφαση από τον οπτικό ώστε ο χρήστης να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός, γιατί έχουν διαπιστωθεί αρκετές πτώσεις λόγω της χρήσης πολυεστιακών γυαλιών. Αυτό συμβαίνει γιατί ο χρήστης καθώς κατεβαίνει τις σκάλες δεν κατεβάζει το κεφάλι του όπως θα έπρεπε για να κοιτάζει από τη μακρινή εστία και θα έπρεπε να κάνει πιο αργές κινήσεις. Αυτό είναι θέμα προσαρμογής καθώς με τη χρήση ο χρήστης εξοικιώνεται στις συνδυαστικές κινήσεις που πρέπει να κάνει (οφθαλμοί – κεφάλι – σώμα).

Στην ερώτηση 4 οι χρήστες πολυεστιακών κλήθηκαν να απαντήσουν, πόσο χρόνο χρειάστηκαν για να τα συνηθίσουν. Ανάλογα με τις απαντήσεις τους πήραμε τα εξής αποτελέσματα. Ο χρόνος προσαρμογής ήταν από τη στιγμή που έφυγαν από το

κατάστημα δηλαδή αμέσως το 45% των ερωτηθέντων. Συνήθως σε αυτό το ποσοστό ανήκουν και τα άτομα που είναι προηγούμενοι χρήστες πολυεστιακών και γνωρίζουν την χρήση τους, οπότε τους είναι πιο εύκολο να προσαρμοστούν. Από 1 ημέρα έως 1 εβδομάδα προσαρμόστηκε το 37%. Από 10 μέρες έως 15 ημέρες προσαρμόστηκε το 16% και από 1 με 1,5 μήνα το 2%.

Στην ερώτηση 5 οι χρήστες αξιολόγησαν τα νέας τεχνολογίας πολυεστιακά σε σχέση με τα προηγούμενα. Όσοι είχαν σύγκριση με παλιές τεχνολογίας πολυεστιακά 61%, παρατήρησαν βελτίωση στα καινούρια και πιο συγκεκριμένα λιγότερες περιφερικές παραμορφώσεις, πιο ξεκούραστα στο διάβασμα συνολικά 90% και ένα 6% απάντησε πως δεν βρήκε διαφορά.

Στην ερώτηση 6 οι χρήστες του ερωτηματολογίου κλήθηκαν να απαντήσουν στο πώς αποφάσισαν τη χρήση πολυεστιακών, ποιοι επηρέασαν θετικά την απόφασή τους και αν υπήρχαν κάποιοι παράγοντες που τους επηρέασαν αρνητικά οι απαντήσεις είναι οι εξής:

- ο γιατρός επηρέασε θετικά την απόφασή τους, 64%.
- πρακτικοί λόγοι, 100%.
- δεν επηρεάστηκαν από αρνητικές εμπειρίες άλλων, 60%
- οπτικός, 72%.
- φήμη ότι προκαλούν ζάλη, 25%.
- οικονομικοί λόγοι επηρέασαν αρνητικά, 50%.
- αισθητικοί λόγοι επηρέασαν θετικά, 75%:

Συγκεκριμένα αναφέρθηκε από ένα χρήστη ότι ήταν αντιεπαγγελματικό να εναλλάσσει σκελετούς καθώς το επάγγελμά του είναι πωλητής.

- κοινωνικός περίγυρος επηρέασε θετικά, 18%.
- η χρήση έτοιμων πρεσβυωπικών γυαλιών (monde) οδήγησε σε αύξηση της υπερμετροπίας, 3%. Είναι γνωστό ότι η χρήση των γυαλιών αυτών, τα οποία είναι χαμηλής ποιότητας, πολλές φορές δεν είναι ορθή και κατά συνέπεια έχουμε την γρήγορη αύξηση της πρεσβυωπίας.
- ένας χρήστης απάντησε ότι αρνητικό θεωρεί το ότι θα φοράει συνέχεια γυαλιά.
- ένας επίσης απάντησε ότι αρνητικό θεωρεί το σχετικά μεγάλο μέγεθος του σκελετού.

Η ερώτηση 7, ήταν αν η γνώμη που είχαν για τα πολυεστιακά βελτιώθηκε μετά τη χρήση

τους και οι περισσότεροι απάντησαν ότι βελτιώθηκε η γνώμη τους(85%). Οι υπόλοιποι δεν είχαν ούτε θετική ούτε αρνητική απάντηση.

Στην ερώτηση 8 όλοι απάντησαν ότι «ναι, θα συνιστούσαν σε άλλους τη χρήση πολυεστιάκων», και ένας από αυτούς ότι θα τους έλεγε πως θέλει υπομονή για προσαρμογή, το ποσοστό επιτυχίας είναι 100% σε αυτή την ερώτηση.

Στην ερώτηση 9 απάντησε το 93% ότι το επόμενο ζευγάρι θα ήταν πάλι πολυεστιάκα. Ένας έθιξε το οικονομικό ζήτημα δηλαδή αν θα μπορεί να ανταπεξέλθει οικονομικά στο μέλλον και ένας είπε ότι θα προτιμούσε να κάνει επέμβαση laser (νέος χρήστης πολυεστιάκων), αν υπήρχε αυτή η δυνατότητα ώστε να μην φοράει καθόλου γυαλιά.

## I. Συμπεράσματα– Επίλογος

Ο ρόλος του οπτικού είναι πολύ σημαντικός, θα πρέπει να κατέχει τις κατάλληλες γνώσεις και να ενημερώνεται διαρκώς για τις εξελίξεις στο χώρο των πολυεστιακών φακών ώστε να μπορεί να επιλέξει ποιος είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός πολυεστιακού φακού για κάθε χρήστη σύμφωνα με τις προσδοκίες και τις ανάγκες του. Επίσης, θα πρέπει να γνωρίζει σε ποιες περιπτώσεις δεν πρέπει να προτείνει τη χρήση πολυεστιακού φακού για να μην πετύχει τα αντίθετα αποτελέσματα.

Η τεχνολογία σήμερα καλπάζει. Η οπτική απόδοση των σύγχρονων προϊόντων δεν παρουσιάζει παρά μακρινή συγγένεια με αυτήν των πιο παλιών προϊόντων. Οι λόγοι είναι δύο:

\* Η έρευνα για τα σύγχρονα πολυεστιακά έχει ωφεληθεί από τους πολύ πιο σύγχρονους υπολογιστές που χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό. Ισχυρότατα ηλεκτρονικά προγράμματα μελετούν την γεωμετρία των φακών και τις οπτικές συνήθειες των πρεσβυώπων, απογειώνοντας την ποιότητα της εικόνας σε πρωτόγνωρα επίπεδα.

\* Οι νέες ρομποτικές μηχανές freeform, οι οποίες κατασκευάζουν όποια επιφάνεια τους ζητηθεί, χωρίς περιορισμό. Αυτό που εμφανίζεται άψογο στην θεωρητική μελέτη, μπορεί να κατασκευαστεί χωρίς να εκτοξεύεται το κόστος σε απαγορευτικά επίπεδα.

Σήμερα, τα πολυεστιακά γυαλιά αποτελούν πια την εμπροσθοφυλακή της οπτικής επιστήμης και βιομηχανίας και αυτό αναμένεται να επικρατήσει και στο μέλλον. Ήδη τα ποσοστά επιτυχίας και αποδοχής είναι υψηλότατα και οι χρήστες τους έχουν ξεπεράσει τα πεντακόσια εκατομμύρια στον αναπτυγμένο κόσμο.

Το μέλλον των πολυεστιακών φακών μας επιφυλάσσει καινούριες εξελίξεις/σχεδιαστικά αλλά και τεχνολογικά με στόχο πάντα την άνεση, την ευκρίνεια, με όσο λιγότερες εκτροπές μας επιτρέπουν τα τεχνολογικά μέσα κάθε φορά σε συνδιασμό με όσο δυνατόν χαμηλότερο κόστος.

## **Βιβλιογραφία**

1. Atchinson D.A., Smith G., (2000) **Optics of the Human Eye**. Edinburgh: Butterworth Heinemann
2. Hecht E., (1979) **Οπτική**. Αθήνα: ΕΣΠΙ
3. Porter J. et al., (2006) **Adaptive Optics for Vision Science: Principles, Practices, Design and Applications**. NJ: John Wiley & Sons Inc., Hoboken
4. Jaille M., (2008) **Ophthalmic Lenses and Dispensing**. Philadelphia: Butterworth-Heinemann
5. McCarthy, P. (2006 α) Progressive power lenses, Part 1 Avoiding patient non-tolerance. Continuing education and training. 7., McCartney, P. (2006 β) Part 2 Evolution and modern designs. Continuing education and training. 9.
6. Eloy A., Villegas & Artal P. (2004) Comparison of aberrations in different types of progressive power lenses. *Ophthalmic Physiology* **24**, 419-416.
7. Sheedy J. E., (2004) Correlation analysis of the optics of progressive addition lenses. *Optometry and Vision Science*, **81** (5), 350-361
8. Sheedy J, Raymond F. H. & Hayes J. R., (2006) Progressive addition lenses - measurements and ratings. The Ohio State University, College of Optometry, Clinical Research, 23-39.
9. <http://peoo.gr/page/default.asp?id=25&ap=9&pl=15&pk=45>
10. <http://www.vision.zeiss.com><http://www.bairamoglou.gr/GR/products/lenses/newproducts/Digital%20Products.pdf>
11. [www.essiloracademy.eu/SiteCollectionDocuments/Catalogues/LesVerresProgressifs/VEN/Default.html](http://www.essiloracademy.eu/SiteCollectionDocuments/Catalogues/LesVerresProgressifs/VEN/Default.html)
12. Χανδρινός Α. Β., (2009) **Διπλεστικά & Πολυεστικά Φακοί**. Δ'. Αθήνα: Έλλην.
13. Πατέρας Ε., (2010) **Οφθαλμικοί Φακοί II**. Αθήνα: Έλλην.



14. Θεόδωρος Κουτσοθεοδωρής, Σημειώσεις στην Τεχνολογία Οφθαλμικών Φακών, Εξάμηνο Δ', ΤΕΙ Πάτρας- Τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας
15. Φιλιππάκη Ε., (2010) Χαρτογράφηση υψηλών εκτροπών σε μονοεστιακούς και πολυεστιακούς οφθαλμικούς φακούς. Μεταπτυχιακή εργασία ΜΠΣ «Οπτική και Όραση», Πανεπιστήμιο Κρήτης, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Ιατρικής.