



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΟΠΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ (ΥΛΗ –
ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ – ΒΑΦΕΣ - ΦΩΤΟΧΡΩΜΙΑ)**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

**ΚΑΡΑΜΟΥΖΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
ΝΤΙΟΥΑΝΙ ΜΑΛΕΚ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
κ. ΜΟΥΖΟΥΛΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

ΑΙΓΙΟ- 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί την κορύφωση των σπουδών μας στο Α.Τ.Ε.Ι Πάτρας, Παράρτημα Αιγίου, τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας.

Αρχικά, θα ήθελα να αναφερθώ στο χαρακτήρα της μελέτης αυτής και να επισημάνω το σκοπό της. Είναι μια ερευνητική βιβλιογραφική εργασία βασισμένη σε επιστημονικά κείμενα, μέσα από την οποία μπορούμε να αποκομίσουμε μια ομοιόμορφη εικόνα για τα οπτικά υλικά που χρειάζονται για την κατασκευή οφθαλμικών φακών καθώς και τα σύγχρονα υλικά που βοηθούν στην εξέλιξη τους.

Επειδή η κατασκευή οφθαλμικών φακών μπορεί να χωριστεί με βάση τις βαφές, την ύλη, τις επιστρώσεις και την φωτοχρωμία, η μελέτη εστιάζει σε κάθε μια από αυτές τις πτυχές ξεχωριστά. Σύμφωνα με αυτά και μετά την επεξήγησή τους η μελέτη καταλήγει και στα σύγχρονα υλικά που υπάρχουν καθώς και την εξέλιξη των εταιριών κατά την κατασκευή των υλικών αυτών.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας Βασίλη Μούζουλα για τη βοήθεια και καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την πάροδο των χρόνων η εξέλιξη των οφθαλμικών φακών ήταν σημαντική. Γενικά πολλά νέα υλικά καθώς και νέες τεχνολογίες υλικών εμφανίστηκαν στην ζωή μας με σκοπό την καλύτερευση της όρασης μας. Αυτά τα σύγχρονα υλικά επηρέασαν τους οφθαλμικούς φακούς ως προς συγκεκριμένες ιδιότητες. Αυτές ήταν η ύλη των φακών, η φωτοχρωμία τους, οι επιστρώσεις και οι βαφές.

Ωθηση για την εκπόνηση της μελέτης αυτής αποτέλεσε η εξέλιξη και η εφεύρεση σύγχρονων οπτικών υλικών για την κατασκευή οφθαλμικών φακών με σκοπό την καλύτερη όραση καθώς και την εξέλιξη του οπτικού-οπτομέτρη στον εργαστηριακό και ερευνητικό τομέα.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία της λειτουργίας της όρασης και γίνεται αναφορά στις πιο σημαντικές ικανότητες της ανθρώπινης όρασης, των οποίων η μέτρηση είναι ειδικευση της επιστήμης της οπτομετρίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τύποι οφθαλμικών φακών και εξηγείτε η διόρθωση τους. Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθενται οι επιστρώσεις των οφθαλμικών φακών και τα πλεονεκτήματά τους. Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται πληροφορίες σχετικά με τη φωτοχρωμία και τα υλικά της όσο αναφορά τους οφθαλμικούς φακούς. Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις εξελίξεις καθώς και στους σύγχρονους σχεδιασμούς των οφθαλμικών φακών.

Η χρησιμότητα της πτυχιακής μας εργασίας είναι η ανάδειξη της σπουδαιότητας της εξέλιξης της οπτικής μέσω των σύγχρονων υλικών για την κατασκευή των οφθαλμικών φακών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΚΥΡΙΩΣ ΘΕΜΑ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:	5
1.1 Ορισμός.....	5
1.2 Ιστορική Αναδρομή.....	6
1.3 Το Ανθρώπινο Μάτι.....	7
1.3.1 Η ανατομία του ματιού	8
1.3.1.1 Ο Κερατοειδής	10
1.3.1.2 Ο κρυσταλλοειδής φακός.....	15
1.3.1.3 Υδατοειδές Υγρό	15
1.3.1.4 Το υαλοειδές	16
1.3.1.5 Ο αμφιβληστροειδής.....	17
1.3.1.6 Δακρυικοί Αδένες	18
1.3.1.7 Βλέφαρα και Βλεφαρίδες.....	18
1.4 Εσωτερική δομή οφθαλμού.....	19
1.5 Τύποι οφθαλμικών κινήσεων	19
1.6 Σύστημα Παρατήρησης.....	19
1.7 Σακκαδικές κινήσεις.....	20
1.8 Κινήσεις σύγκλισης και απόκλισης.....	20
1.9 Το σύστημα σταθεροποίησης.....	21
1.10 Το φαινόμενο της σκέδασης	22
1.11 Οφθαλμικές εκτροπές	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΚΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ	27
2.1 Ύλη	27
2.2 Κατασκευή Οφθαλμικών Φακών	29
2.2.1 Οργανικοί Φακοί	29
2.2.2 Κρυστάλλινοι Φακοί	30
2.3 Κατηγορίες Οφθαλμικών Φακών.....	31
2.4 Ειδικές Περιπτώσεις Φακών	34
2.5 Υλικά κατασκευής φακών	35
2.5.1 Πλαστικό	35
2.5.2 Γυαλί.....	37
2.6. Μέθοδοι Αξιολόγησης Οφθαλμικών Φακών	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ	40
3.1 Επίστρωση ανθεκτική στις γρατσουινές.....	40
3.1.1 Εφαρμοσμένες Μέθοδοι.....	41
3.2 Αντι -ανακλαστικές Επίστρώσεις.....	42
3.2.1 Πλεονεκτήματα της Αντι αντανακλαστικής Επίστρωσης	42
3.3 Επίστρώσεις Καθρέπτη	43
3.4 Συμβουλές για τον καθαρισμό γυαλιών.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΦΩΤΟΧΡΩΜΙΑ	46
4.1 Φωτοχρωμικοί Φακοί	46
4.2 Ιατρικές Εφαρμογές σε Φωτοχρωμικούς φακούς.....	47
4.3 Εφεύρεση.....	48
4.4 Μη Φωτοχρωμικού υλικού χρωματιστοί φακοί.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΙ	54
5.1 Ιστορική εξέλιξη της Τεχνολογίας.....	54
5.2 Σύγχρονες Τεχνολογίες.....	55
5.3 Καινοτομία στην Αγορά.....	56
5.3.1 Εταιρεία Rodenstock.....	56
5.3.2 Εταιρεία Hoya	57
5.3.3 Εταιρεία Zeiss	58
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	60

ΚΥΡΙΩΣ ΘΕΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

1.1 Ορισμός

Με τον όρο οφθαλμολογικός φακός ορίζονται τα γνωστά σε όλους γυαλιά οράσεως. Είναι τα εργαλεία μέσω των οποίων βελτιώνεται η όραση, όταν υπάρχουν διαθλαστικές ανωμαλίες στα μάτια, ή είναι χρήσιμα για την προστασία των ματιών από τον έντονο φωτισμό ή από ξένα σωματίδια όπως είναι η σκόνη.

Το εργαλείο αυτό αποτελείται από δύο κομμάτια γυαλιού, ένα για τον κάθε οφθαλμό, τα οποία συγκρατούνται από ένα πλαίσιο, τον γνωστό σε όλους σκελετό, το οποίο καταλήγει να στερεώνεται στα αυτιά. Καθένα από αυτά τα δύο κομμάτια κατασκευάζεται με τέτοια χαρακτηριστικά ώστε να διορθώνονται οι διαθλαστικές ανωμαλίες του κάθε οφθαλμού και να βελτιώνεται όσο το δυνατόν περισσότερο η ανθρώπινη όραση. Σε περίπτωση που τα γυαλιά προορίζονται για την προστασία των ματιών από το ηλιακό φως, τα γυαλιά είναι χρωματιστά και ονομάζονται λόγω της ιδιότητας τους γυαλιά ηλίου.

Τα γυαλιά οράσεως χρησιμοποιούνται με σκοπό να βοηθήσουν σε διάφορες παθήσεις του ματιού, χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους διαρθρωτικούς φακούς. Οι διαρθρωτικοί φακοί χρησιμοποιούνται προκειμένου να διορθωθεί το σφάλμα που προκαλείται από την διάθλαση του ματιού τροποποιώντας το μήκος της εστίασης του φακού. Τα προβλήματα της όρασης και τα σφάλματα της εστίασης μπορεί να προκαλούνται από διάφορες παθήσεις των οφθαλμών όπως είναι η μυωπία δηλαδή η δυσκολία το να βλέπει κάποιος μακριά, ο αστιγματισμός ή η πρεσβυωπία που εμφανίζεται συνήθως σε μεγάλες ηλικίες, λόγω απώλειας της ελαστικότητας και της ικανότητας της εστίασης.

Διόπτρες

Η δύναμη και η ικανότητα του φακού μετρείται σε διόπτρες. Τα γυαλιά οράσεως που χρησιμοποιούνται για την μυωπία για παράδειγμα έχουν αρνητικό βαθμό διόπτρας, ενώ τα γυαλιά για την αντιμετώπιση της πρεσβυωπίας έχουν θετικό βαθμό διόπτρας. Ουσιαστικά η διόπτρα είναι μονάδα μέτρησης της δύναμης του φακού. Τα γυαλιά που χρησιμοποιούνται για την διόρθωση των προβλημάτων που προκαλεί ο αστιγματισμός απαιτούν δύο διαφορετικές διόπτρες και διαφορετικής ισχύος, τοποθετημένες στην κατάλληλη γωνία η κάθε μία ξεχωριστά στον ίδιο φακό.

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία των γυαλιών αρχίζει χιλιάδες χρόνια πίσω και προφανώς ήταν πολύ διαφορετικά από τα γυαλιά τα οποία φοριούνται σήμερα αλλά και εξυπηρετώντας έναν τελείως διαφορετικό σκοπό. Ο Ρωμαίος αυτοκράτορας Νέρωνας ήθελε να παρακολουθεί αγώνες μονομάχων μέσα από στυλβωμένους πολύτιμους λίθους. Οι φακοί φτιάχνονταν από χαλαζία ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία από την αντηλία. Στα μέσα του 12^{ου} αιώνα εμφανίστηκαν γυαλιά με χρωματιστούς επίπεδους φακούς, από κρύσταλλο χαλαζία και σύμφωνα με τις ιστορικές πηγές τα χρησιμοποιούσαν οι δικαστές ώστε να κρύβουν τις εκφράσεις τους και να μην είναι εκτεθειμένοι στους μάρτυρες σχετικά με τις εκφράσεις τους.

Τα πρώτα γυαλιά οράσεως εμφανίστηκαν κάπου ανάμεσα 1268 και 1289 στην Ευρώπη.

Ο Ρωμαίος φιλόσοφος Σενέκας (4 Πχ- 65Μχ)έχει καταγραφεί ιστορικά ότι διάβαζε βιβλία στην Ρώμη χρησιμοποιώντας μια γυάλινη σφαίρα με νερό, για να μεγεθύνει τα γράμματα

Ο Πτολεμαίος (127-151Μχ) αναφέρεται στις βασικές αρχές της μεγέθυνσης.

Περίπου στο 1.000 μ. Χ ήταν ήδη γνωστή η πέτρα διαβάσματος ή το μεγεθυντικό γυαλί. Επρόκειτο για ένα τμήμα σφαίρας γυαλιού, που τοποθετούνταν μπροστά από το κείμενο, με σκοπό να μεγεθύνει τα γράμματα. Βοηθούσε τους μοναχούς που είχαν πρεσβυωπία να κάνουν ανάγνωση. Οι Βενετοί έμαθαν την τέχνη να κατασκευάζουν γυαλί για τις πέτρες διαβάσματος. Στη συνέχεια κατασκεύασαν φακούς, που τους τοποθέτησαν σε σκελετούς που έμπαιναν μπροστά από τα μάτια και όχι μπροστά από το κείμενο.

Οι Κινέζοι διεκδικούν τα πρωτεία στην ιστορία της κατασκευής των γυαλιών, πριν από περίπου 2000 χρόνια, αλλά φημολογείται πως τα χρησιμοποιούσαν λόγω δεισδαιμονίας, για να προστατεύσουν τα μάτια τους από τις κακές δυνάμεις.

Το 1268 ο Άγγλος φιλόσοφος Roger Bacon στο έργο του ‘’ Opus Majus’’ γράφει χαρακτηριστικά πως αν κάποιος παρατηρήσει γράμματα ή άλλα μικροσκοπικά αντικείμενα μέσα από κρυστάλλινο, γυάλινο ή διάφανο υλικό, το οποίο έχει σχήμα τμήματος σφαίρας, με την κυρτή πλευρά προς το μάτι, θα βλέπει τα γράμματα πολύ καλύτερα και θα του φαίνονται πολύ μεγαλύτερα. Γι αυτό, ένα τέτοιο μέσο είναι χρήσιμο σε όλους, κυρίως σε αυτούς που παρουσιάζουν αδύναμη όραση.

Το 1289 στην Φλωρεντία, σε χειρόγραφο του με τίτλο *Traite de con iute de la familie*, ο Santa di Porozo αναφέρεται με σαφήνεια στα γυαλιά ότι ήταν τόσο εξασθενημένος από την ηλικία, ώστε χωρίς τα γυαλιά δεν μπορούσε να διαβάσει ή να γράψει. Τα γυαλιά είχαν εφευρεθεί πρόσφατα λόγω των πολλαπλών προβλημάτων όρασης που παρουσίαζαν οι ηλικιωμένοι.

Το 1306 ένας μοναχός από την Πίζα σε κήρυγμα διατύπωσε χαρακτηριστικά << Δεν πάνε 20 χρόνια που η τέχνη της κατασκευής γυαλιών, ήταν μία από τις χρησιμότερες τέχνες στον κόσμο που ανακαλύφθηκε.>>

Ο Tommaso de Modena το 1352 παρουσιάζει ένα ζευγάρι γυαλιά σε ένα πίνακα του.

Από την εμφάνιση των γυαλιών, το πρόβλημα παρέμενε άλυτο για τα επόμενα 350 χρόνια σχεδόν, το οποίο αφορούσε το πώς τα γυαλιά θα κρατηθούν σωστά από τα μάτια. Το 17 αιώνα οι Ισπανοί προσπάθησαν να το καταφέρουν με μεταξωτές κορδέλες, περασμένες από τα αυτιά. Ισπανοί και Ιταλοί ιεραπόστολοι έκαναν γνωστά τα νέα μοντέλα στην Κίνα και οι Κινέζοι τοποθέτησαν μικρά κεραμικά ή μεταλλικά βάρακια στην άκρη της κορδέλας, αντί να την περιστρέφουν γύρω από το αυτί. Το 1730 ο οπτικός Edward Scarlett από το Λονδίνο έβαλε σταθερά κομμάτια να ακουμπούν πάνω στο αυτί και να στηρίζουν τα γυαλιά. Από εκεί και μετά η εξέλιξη της εμφάνισης και της αποτελεσματικότητας των γυαλιών ήταν ραγδαία.

1.3 Το Ανθρώπινο Μάτι

Η όραση είναι η πιο κυρίαρχη αίσθηση στον άνθρωπο. Έχει γίνει αναφορά ότι το 80% των πληροφοριών που δεχόμαστε καθημερινά λαμβάνεται χάριν στο οπτικό σύστημα. Η όραση είναι μια δυναμική διαδικασία που επιτρέπει στον άνθρωπο να συλλέγει και να επεξεργάζεται πληροφορίες από το γύρω περιβάλλον και στην συνέχεια να επιτρέπει τον επικείμενο προγραμματισμό των κινήσεων μέσα σε αυτό. Το αισθητήριο όργανο της όρασης είναι ο οφθαλμός.

Λειτουργία και ανατομία των οφθαλμών

Ο βολβός του ανθρώπινου οφθαλμού είναι περίπου σφαιρικός και βρίσκεται μέσα στον οφθαλμικό κόγχο. Η θέση αυτή δίνει τη δυνατότητα προστασίας των οφθαλμών από πιθανούς τραυματισμούς λόγω της ύπαρξης των γύρω οστών, των φρυδιών, των μάγουλων και της μύτης. Επίσης τα βλέφαρα με τις κινήσεις τους και τα δάκρυα με τις αντισηπτικές ιδιότητες που διαθέτουν, διατηρούν το μάτι καθαρό.

1.3.1 Η ανατομία του ματιού

Κάθε μάτι είναι σφαιρικό και έχει διάμετρο 2,5 εκ. Ο κερατοειδής είναι ένας διαφανής χιτώνας, που καλύπτει το κεντρικό τμήμα του βολβού. Μέσα απ αυτόν είναι εμφανής η χρωματιστή ίριδα, που στη μέση της έχει μια τρύπα, τη μαύρη κόρη. Το χρώμα της ίριδας ποικίλλει από άτομο σε άτομο, ανάλογα με την ποσότητα της χρωστικής ουσίας που περιέχει. Η ίριδα αντιδρά στο φως με μεγέθυνση της κόρης στο αμυδρό φως και συρρίκνωση της στο δυνατό.

Η κύρια λειτουργία της ίριδας είναι ο έλεγχος του φωτός προς τον αμφιβληστροειδή χιτώνα και ο περιορισμός της ενδοφθάλμιας διάχυσης του φωτός. Ο φακός του ματιού αιωρείται ακριβώς πίσω από την ίριδα και συγκρατείται με ένα μυ σε σχήμα δακτυλίου, τον ακτινωτό, που προσαρμόζει την όραση στις διάφορες αποστάσεις. Αυτό γίνεται με τη διαστολή του μυ, ώστε να μετατρέπει το σχήμα του φακού, κανονιάς τον πιο σφαιρικό.

Η διαδικασία αυτή γίνεται εύκολα σε νεαρή ηλικία. Μετά τα σαράντα, όμως, ο μυς εξασθενεί και ο φακός σκληραίνει, με αποτέλεσμα να δυσκολεύει η προσαρμογή και ο άνθρωπος να χρειάζεται γυαλιά για να βλέπει κοντά.

Ο σκληρός χιτώνας ή ασπράδι του ματιού, περιβάλλει τον κερατοειδή και καλύπτεται από μια λεπτή, διάφανη μεμβράνη, τον επιπεφυκότα, που σκεπάζει και το εσωτερικό των βλεφάρων.

Εσωτερικά του Ματιού

Πίσω από το ορατό τμήμα του ματιού υπάρχει και το μεγαλύτερο μέρος του, που αποτελείται από τρεις χιτώνες:

1. Το σκληρό ή ασπράδι του ματιού, που σχηματίζει τον εξωτερικό χιτώνα. Είναι σκληρός στη σύσταση και προστατεύει τους ευαίσθητους εσωτερικούς χιτώνες. Ο σκληρός χιτώνας καλύπτει τα 4/5 της επιφάνειας του βολβού του ματιού. Είναι αδιαφανής όπως ακριβώς και ο κερατοειδής. Και οι δύο χιτώνες είναι ουσιαστικά ανάγγειοι.

2. Τον χοριοειδή που βρίσκεται στη μέση. Αποτελείται από αιμοφόρα αγγεία τα οποία τροφοδοτούν με θρεπτικές ουσίες τον εσωτερικό χιτώνα. Ο χοριοειδής αποτελεί το οπίσθιο τμήμα του ραγοειδή. Βρίσκεται μεταξύ του αμφιβληστροειδή και του σκληρού. Ο ρόλος του είναι η παροχή θρεπτικών συστατικών και οξυγόνου στις εξωτερικές αμφιβληστροειδείς στιβάδες.

3. Ο αμφιβληστροειδής είναι μια λεπτή μεμβράνη που περιλαμβάνει τα ευαίσθητα στο φως κύτταρα, που επιτρέπουν την όραση. Υπάρχουν δύο τύποι τέτοιων κυττάρων - ραβδία και κωνία –που ονομάζονται λόγω σχήματος.

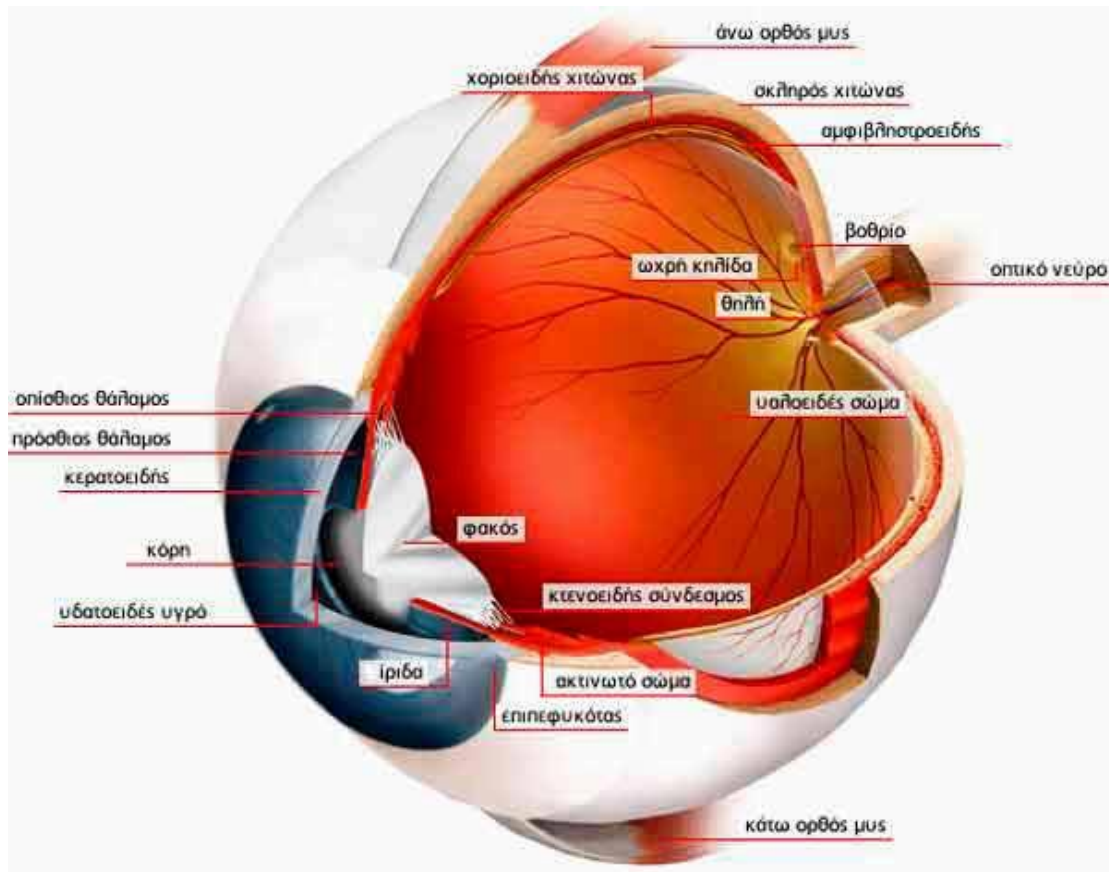
Επίσης υπάρχει και ένας άλλος χιτώνας στο μάτι, ο ραγοειδής, ο οποίος αποτελείται από το ακτινωτό σώμα την ίριδα και τον χοριοειδή

Τα κωνία, που μας βοηθούν να διακρίνουμε τα χρώματα, είναι κατανεμημένα στο πίσω μέρος του ματιού και αντιδρούν στα χρώματα μόνο στο φως της ημέρας. Είναι συγκεντρωμένα κυρίως στην περιοχή που ονομάζεται ωχρά και που χρησιμεύει για την κοντινή όραση, λ.χ. για το διάβασμα.

Τα ραβδία, τα οποία τοποθετημένα γύρω από την άκρη του αμφιβληστροειδή, μπαίνουν σε χρήση στο αμυδρό φως. Τα κύτταρα αυτά δεν μπορούν να διαχωρίσουν τα χρώματα, πράγμα που εξηγεί γιατί ένα τοπίο που φωτίζεται μονάχα από το φεγγάρι μοιάζει άχρωμο. Η συγκέντρωση των ραβδίων μακριά από την ωχρά είναι επίσης ο λόγος που ένας άνθρωπος μπορεί να δει το αντικείμενο ευκολότερα στο αμυδρό φως όταν το κοιτάζει από το πλαϊνό μέρος, παρά κατευθείαν.

Οι κινήσεις των ματιών ελέγχονται από μυς που συνδέονται με το κρανίο. Τα οπτικά νεύρα, που μεταδίδουν τις αισθήσεις από τον αμφιβληστροειδή στον εγκέφαλο, αποτελούν συλλογή ξεχωριστών νευρικών ινών. Κάθε οπτικό νεύρο περιέχει μέχρι ένα εκατομμύριο νευρικές ίνες και παρόλα αυτά έχει πάχος μόλις τρία χιλιοστά. Χάρη στην περίπλοκη διαδρομή που ακολουθούν τα οπτικά νεύρα από το εμπρός στο πίσω μέρος του ματιού, μπορεί συχνά ο οφθαλμίατρος να εντοπίσει την περιοχή ασθενειών μέσα στον εγκέφαλο, εξετάζοντας μόνο την όραση

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η ανατομία του ματιού



Εικόνα 1 : Ανατομία και σημεία του φυσιολογικού οφθαλμού

Τα κυριότερα μέρη από τα οποία αποτελείται ο οφθαλμός ενός ατόμου με υγιή όραση, όπως αναφέραμε, αναλύονται παρακάτω:

1.3.1.1 Ο Κερατοειδής

Αποτελεί το κυριότερο διαθλαστικό μέσο του οφθαλμού. Η διαθλαστική του ισχύς ανέρχεται σε 45D περίπου και η διαφάνεια του επιτρέπει την διόδο εντός του οφθαλμού των φωτεινών ακτινών. Ο κερατοειδής καταλαμβάνει το κέντρο του προσθίου πόλου του βολβού του οφθαλμού.

Αποτελείται από πέντε στιβάδες οι οποίες είναι

- Το επιθήλιο
- Η μεμβράνη του Bowman
- Η δεσκεμέτιος μεμβράνη
- Το ενδοθήλιο
- Το στρώμα

Το Επιθήλιο

Το επιθήλιο του κερατοειδή είναι πολύστιβο και αποτελείται από 5 – 6 στρώματα κυττάρων στο κέντρο του κερατοειδή, ενώ στην περιφέρεια γίνεται παχύτερο και φτάνει τις 10 στρώματα, αντίστοιχα προς το σκληροκερατοειδικό όριο, όπου μεταπίπτει το επιθήλιο του επιπεφυκότα. Το επιθήλιο αποτελεί το 10% περίπου του συνολικού πάχους του κερατοειδή και έχει πάχος 50μm στο κέντρο και στην περιφέρεια 80μm. Αποτελείται από τρία είδη κυττάρων : τα βασικά επιθηλιακά κύτταρα, τα πτερυγοειδή πολυγωνικά και τα επιφανειακά.

Μεμβράνη του Bowman

Η μεμβράνη αυτή είναι μια ξεχωριστή στρώση του κερατοειδή, αλλά ουσιαστικά είναι συνέχεια του στρώματος στο οποίο μεταπίπτει χωρίς να είναι δυνατόν να την αποχωρίσουμε από αυτό. Δεν έχει κύτταρα, έχει πάχος 8 -12 μm και αποτελείται από κολλαγόνο και θεμελιώδη ουσία. Η πρόσθια επιφάνεια της μεμβράνης του Bowman έχει λεία και ομαλή επιφάνεια, εν αντιθέσει με την οπισθία, η οποία είναι ασαφής και συγχέεται με το δίκτυο των κολλαγόνων ινιδίων του προσθίου στρώματος. Η μεμβράνη αυτή συμμετέχει ενεργά στην στερεότητα και στην αντοχή του κερατοειδή. Εάν καταστραφεί η τυπική αρχιτεκτονική της μορφή δεν αποκαθίσταται και δημιουργούνται ουλές και πληγές στο σχήμα του κερατοειδούς που έχουν σαν αποτέλεσμα ανώμαλο αστιγματισμό.

Δεσκαμέτειος μεμβράνη (Descemet's membrane)

Αποτελεί τη βασική μεμβράνη του ενδοθηλίου από το οποίο και προέρχεται. Κατά τη γέννηση του ανθρώπου έχει πάχος 4 μm ενώ στον ενήλικα φτάνει στα 10 μm. Η δεσκαμέτειος παρουσιάζει ομοιογένεια ως μεμβράνη, η οποία εύκολα μπορεί να αποχωριστεί από το στρώμα και το ενδοθήλιο. Αποτελείται από πολύ λεπτά ινίδια κολλαγόνου με ομοιόμορφη κατανομή, διαφορετικά όμως από αυτά του στρώματος.

Ενδοθήλιο

Αποτελείται από ένα στρώμα επίπεδων κυττάρων, σε σχήμα εξάγωνο και ο συνολικός αριθμός των οποίων κυμαίνεται περίπου στις 400.000. Το ενδοθήλιο του κερατοειδούς, ιστολογικά είναι ένα τυπικό πλακώδες επιθήλιο. Η άμεση όμως γεινίαση του με το υδατοειδές υγρό καθώς και η ύπαρξη στα κύτταρα του, οργανιδίων χαρακτηριστικών για κύτταρα που παίρνουν μέρος σε ενεργητική μεταφορά και πρωτεϊνική σύνθεση, το καθιστούν ως εξαιρετικής λειτουργικής σπουδαιότητας ιστό για τον μεταβολισμό του κερατοειδούς καθώς και για την

διατήρηση της διαφάνειας του. Η πυκνότητα των ενδοθηλιακών κυττάρων σε νέους ενήλικες ανέρχεται σε 3000-4000 κύτταρα/mm². Καθώς όμως περνάνε τα χρόνια, η πυκνότητα αυτή ελαττώνεται λόγω θανάτου και μη αντικατάστασης τους, επειδή το ενδοθήλιο δεν εμφανίζει μιτωτική δραστηριότητα. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα που μένουν, καλύπτουν τις θέσεις των απολεσθέντων γειτονικών κυττάρων αποπλατυνόμενα και μετακινούμενα, ώστε να καλύψουν τα κενά, μια διαδικασία η οποία είναι βραδεία. Παρόλα αυτά, υπάρχει μια κριτική πυκνότητα (400-700 κύτταρα/ mm²) κάτω από την οποία το ενδοθήλιο αδυνατεί να επιτελέσει τη φυσιολογική του λειτουργία.

Το ύψος (πάχος) των ενδοθηλιακών κυττάρων είναι 4-6 μm. Η ένωση των ενδοθηλιακών κυττάρων μεταξύ τους γίνονται με τα δεσμοσώματα, τις χασμοσυνδέσεις (gap jimitia) και τις σφιχτές συνδέσεις (tight junctions).

Παρά την ύπαρξη των πιο πάνω συνδέσεων μεταξύ των κυττάρων, παραμένει αρνητικό μεσοκυττάριο διάστημα που δεν αποτελεί το απόλυτο εμπόδιο, επιτρέποντας έτσι την δίοδο μικρών μορίων από τον πρόσθιο θάλαμο προς το στρώμα. Τα εν λόγω κύτταρα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην φυσιολογική υδάτωση και θρέψη του κερατοειδούς δρώντας αφενός σαν εμπόδιο, αναχαιτίζοντας την υπερβολική είσοδο του υδατοειδούς υγρού στο στρώμα και αφετέρου σαν αντλία ύδατος με τη βοήθεια ενεργού μηχανισμού μεταφοράς ιόντων.

Το στρώμα του κερατοειδούς

Στον άνθρωπο αποτελεί το 90% του πάχους του κερατοειδή. Σχηματίζεται από ελάσματα κολλαγόνων ινιδίων, κύτταρα και ιδίως ουσία. Τα ελάσματα από το κολλαγόνο, 200-250 συνολικά στον αριθμό, επικάθονται το ένα επί του άλλου και διατάσσονται παράλληλα τόσο μεταξύ τους όσο και προς την επιφάνεια του κερατοειδή. Κάθε έλασμα αποτελείται από κολλαγόνα ινίδια, που αποτελούνται από θεμέλια ουσία. Τα κολλαγόνα ινίδια είναι παράλληλα μεταξύ τους και αρμονικά διατεταγμένα. Η διάταξη αυτή αποτελεί την κύρια αιτία της διαφάνειας του κερατοειδούς. Τα κύτταρα του στρώματος διακρίνονται σε μόνιμα (κερατοκύτταρα) και σε μεταναστευτικά (λεμφοκύτταρα). Η θεμέλιος ουσία, η οποία συμπληρώνει τον χώρο μεταξύ των ινιδίων του κολλαγόνου, αποτελείται από πρωτεογλυκάνες (Μακρινδάκη,2006) και γλυκοζαμινογλυκάνες (Μακρινδάκη,2006)

Διαφάνεια του κερατοειδούς

Για να εκπληρώσει ο κερατοειδής το φυσιολογικό ρόλο για τον οποίο έχει κατασκευαστεί πρέπει να παραμένει πάντα διαφανής στην ορατή ακτινοβολία. Η διαφάνεια του κερατοειδή οφείλεται σε ανατομικούς παράγοντες, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω:

Ανατομικοί παράγοντες

Η διαφάνεια του κερατοειδούς οφείλεται στο γεγονός ότι η επιφάνεια του είναι ομοιόμορφη και υπάρχει κανονική διάταξη των ελασμάτων του στρώματος αλλά και των κολλαγόνων ινιδίων που τα αποτελούν, καθώς και η ύπαρξη μικρής ποσότητας κυττάρων στο στρώμα. Λόγω της ομοιομορφίας και παράλληλης διάταξης των στοιχείων που δομούν τον κερατοειδή αποφεύγονται φαινόμενα σκέδασης και καθιστούν τον κερατοειδή διαφανή στην ορατή ακτινοβολία. Επίσης η ύπαρξη στερεών συνδέσεων ανάμεσα στα επιθηλιακά κυττάρων του κερατοειδούς δεν επιτρέπει την είσοδο υγρού από την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδή. Επιπρόσθετα, η κανονική διάταξη και ακεραιότητα του ενδοθηλίου του κερατοειδή εμποδίζουν την υπερβολική διέλευση υδατοειδούς υγρού εντός του στρώματος.

Κατάσταση διαρκούς σχετικής αφυδάτωσης του κερατοειδή

Ο παράγοντας που είναι κυρίως υπεύθυνος για την εμφάνιση σχετικής αφυδάτωσης του στρώματος του κερατοειδή είναι η λειτουργία των ενδοθηλιακών κυττάρων.

Σε φυσιολογικές συνθήκες ο κερατοειδής είναι ενυδατωμένος κατά 82%. Η διαδικασία ενυδάτωσης έχει ως εξής : Το υγρό που προέρχεται από τον πρόσθιο θάλαμο εισέρχεται στο στρώμα μέσω του ατελούς φραγμού του ενδοθηλίου του κερατοειδούς. Η ισχύς η οποία προκαλεί την μεταβολή στην πορεία του υγρού λέγεται πίεση διαπότισης και ισούται με τη συνισταμένη της ενδοφθάλμιας πίεσης και της οσμωτικής πίεσης του στρώματος του κερατοειδή.

Η μετακίνηση του υγρού από το στρώμα προς τον πρόσθιο θάλαμο με τελική δυναμική κατάσταση ισορροπίας την σχετική αφυδάτωση του κερατοειδή προκαλείται εξαιτίας της παρέμβασης της λειτουργία της «αντλίας» του ενδοθηλίου που προκαλεί μετακίνηση. Ο πιο πάνω μηχανισμός της αντλίας του ενδοθηλίου απαιτεί ενέργεια. Η ενέργεια αυτή παρέχεται από τα μιτοχόνδρια του κυτταροπλάσματος των ενδοθηλιακών κυττάρων υπό μορφή ATP που προέρχεται από τον μεταβολισμό της γλυκόζης. Ο μηχανισμός αυτός συνίσταται στην ενεργητική μεταφορά ιόντων από το στρώμα προς το υδατοειδές υγρό με τη βοήθεια ένζυμων

που βρίσκονται στις πλάγιες μεμβράνες των ενδοθηλιακών κυττάρων. Τα ιόντα αυτά είναι κυρίως το Θετικό ιόν του νατρίου (Na^+) που βρίσκεται σε μεγάλη πυκνότητα στο στρώμα και το HCO_3^- (ανθρακικό οξύ), που παράγεται μέσα στα ενδοθηλιακά κύτταρα με την δράση ενός άλλου ένζυμου της καρβονικής αντίδρασης. Η αυξημένη συγκέντρωση ιόντων Na^+ και HCO_3^- στο υδατοειδές υγρό, προκαλεί παθητική μεταφορά ύδατος προς τον πρόσθιο θάλαμο.

Άλλες καταστάσεις, που ελαττώνουν την λειτουργία του ενδοθηλίου ως φραγμό και ως αντλία μεταφοράς ιόντων, έχουν σαν συνέπεια την υπερυδάτωση και δημιουργία πρηξίματος του κερατοειδούς, αύξηση του πάχους του και σμίκρυνση της διαφάνειας του. Τέτοιες καταστάσεις είναι οι μηχανικές ή χημικές κακώσεις του ενδοθηλίου, ασθένειες του κερατοειδούς, τοξική δράση στο ενδοθήλιο ουσιών ή φαρμάκων που έχουν σαν συνέπεια τη μείωση του αριθμού των ενδοθηλιακών κυττάρων και/ή την έκπτωση της λειτουργικότητάς τους. (Μακριδάκη, 2006)

Τοπογραφία κερατοειδή

Ο τοπογράφος είναι από τα πιο εξελιγμένα όργανα τα οποία μπορούν να μας δώσουν πολλές πληροφορίες για τον κερατοειδή. Η βασική αρχή από την οποία διέπονται τα συστήματα αυτά για την ανάλυση της επιφάνειας του κερατοειδή είναι η προβολή φωτεινών ομόκεντρων κύκλων στον κερατοειδή, η λήψη της εικόνας με τη βοήθεια μιας ψηφιακής βιντεοκάμερας, η επεξεργασία και ανάλυση χιλιάδων σημείων της ψηφιακής εικόνας από έναν υπολογιστή με τη βοήθεια ειδικών αλγορίθμων και η εμφάνιση στην οθόνη των δεδομένων με τη μορφή έγχρωμου τοπογραφικού χάρτη. Με την βοήθεια ενός τοπογράφου πολλές χρήσιμες πληροφορίες μπορούν να εκμαιευτούν για τη φύση και τα χαρακτηριστικά του κερατοειδή

Αναλυτικότερα

- δείκτες ομαλότητας και ασυμμετρίας του κερατοειδή
- την καμπυλότητα οποιουδήποτε σημείου του χάρτη σε D ή mm
- τον οπτικό άξονα, τη θέση της κόρης και το γεωμετρικό της κέντρο πάνω στο χάρτη
- τους άξονες του αστιγματισμού και άλλα στοιχεία (Γεωργιάδου, 2006)

Η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδή καλύπτεται από τη δακρυϊκή στοιβάδα, η οποία έχει βαρυσήμαντο ρόλο για την απόδοση του ματιού και ζωτική σημασία για την λειτουργία του. Εκτός της ύγρανσης της επιφάνειας του κερατοειδή, τα δάκρυα δημιουργούν μία λεία οπτική επιφάνεια και παρέχουν οξυγόνο και άλλα θρεπτικά στοιχεία.

1.3.1.2 Ο κρυσταλλοειδής φακός

Ο κρυσταλλοειδής φακός βρίσκεται πίσω από την ίριδα και μπροστά από το υαλοειδές. Έχει σχήμα αμφίκυρτου φακού και περιβάλλεται από μια κάψα, το περιφάκιο. Ο φακός είναι διαφανής αλλά με την πάροδο του χρόνου (στη γεροντική ηλικία) ή μετά από τραυματισμό ή και από άλλα αίτια, χάνει τη διαφάνεια του, θολώνει, γίνεται κίτρινος ή ασπρίζει. Αυτή η θόλωση του φακού λέγεται καταρράκτης φακός του οφθαλμού βρίσκεται μεταξύ της οπίσθιας επιφάνειας της ίριδας και της πρόσθιας επιφάνειας του υαλοειδούς σώματος και έχει σχήμα αμφίκυρτο. (Περδικάκης, 2006)

Η πρόσθια επιφάνεια εφάπτεται στο κορικό χείλος και την οπίσθια επιφάνεια της ίριδας. Η οπίσθια επιφάνεια, έρχεται σε επαφή με την κοιλότητα που σχηματίζει την πρόσθια υαλοειδική μεμβράνη.

Θα περιγράψουμε την ανατομία του. Περιλαμβάνει τα ακόλουθα

Το περιφάκιο : Είναι μία ελαστική, παχιά, διάφανη κάψα που περιβάλλει τον φακό. Αποτελεί την παχύτερη βασική μεμβράνη του ανθρώπινου σώματος. Διακρίνεται στο πρόσθιο και οπίσθιο περιφάκιο.

Το επιθήλιο : Υπαλείφει την οπίσθια επιφάνεια του προσθίου περιφακίου. Συνδέεται σταθερά με το περιφάκιο και από αυτό γεννώνται οι ίνες του κρυσταλλοειδούς φακού. Το οπίσθιο περιφάκιο στερείται επιθηλίου.

Η ιδίως ουσία του φακού: Αποτελείται από το σύνολο των ινών των φακών. (Περδικάκης, 2006)

1.3.1.3 Υδατοειδές Υγρό

Το υδατοειδές υγρό είναι διαυγές και άχρωμο και εκκρίνεται από το επιθήλιο των ακτινοειδών προβολών του ακτινωτού σώματος και καταλαμβάνει τον οπίσθιο και τον πρόσθιο θάλαμο του ματιού και η αποχέτευση του γίνεται από την γωνία του πρόσθιου θαλάμου. Σε ένα υγιή οφθαλμό, η ροή του υδατοειδούς ενάντια στην αντίσταση παράγει μια ενδοφθάλμια πίεση που είναι περίπου 15 mm Hg. Είναι

απαραίτητη για το σωστό σχήμα και τις οπτικές λειτουργίες του οφθαλμού. Η κυκλοφορία του υδατοειδούς προσφέρει όλα τα θρεπτικά συστατικά για τον κερατοειδή και τον φακό, δομές οι οποίες πρέπει να είναι διαφανές και επομένως δεν υπάρχουν αιματοειδή αγγεία. Το υδατοειδές υγρό εξασφαλίζει την διαφάνεια και την αχρωμία του περιβάλλοντος το οποίο έχει δείκτη διάθλασης 1.33332 μεταξύ του κερατοειδούς χιτώνα και του φακού, συγκροτώντας έτσι τα συστατικά του οπτικού συστήματος του οφθαλμού (Alin,2003).

1.3.1.4 Το υαλοειδές

Το υαλοειδές καλύπτει περίπου το 80% του περιεχομένου του οφθαλμού και αποτελεί το κύριο συστατικό του. Αποτελείται από νερό, υαλουρονικό κτλ και έτσι είναι κάτι σαν γέλη. Με την πάροδο του χρόνου υφίσταται προοδευτική ρευστοποίηση την επονομαζόμενη εκφύλιση. Καθώς υπόκειται σε εκφύλιση, το υαλοειδές δεν μπορεί να έλκει τον αμφιβληστροειδή στον οποίο είναι προσκολλημένο.

Το ανθρώπινο υαλώδες υγρό έχει περίπου σφαιρική διάφανη δομή και καταλαμβάνει έναν όγκο γύρω στα 4.5 ml. Περιβάλλεται από και προσκολλάται στον αμφιβληστροειδή, και στον φακό του οφθαλμού. Το κεντρικό υαλώδες αποτελεί τον κύριο μέγεθος του υαλώδους σώματος. Συμπεριλαμβάνει τον υαλοειδικό σωλήνα (σωλήνας του Cloquet) ο οποίος είναι κατάλοιπο από εμβρυολογικό υαλοειδή αγγειακού συστήματος.(Balazs&Denlinger,1975). Εσωτερικά του κεντρικού υαλώδους τα κολλαγόνα ινίδια βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση και τείνουν να βρεθούν προς εμπρόσθια-οπίσθια διεύθυνση με ινίδια να εισέρχονται εμπρόσθια στην υαλώδη βάση και οπίσθια στο φλοιό του υαλώδους (Sebag,1987).

Το υαλώδες σώμα είναι χωρίς κύτταρα, με υψηλή ένυδρη εξωκυτταρική θεμέλια ουσία (> 98% σε νερό). Η δομή της γέλης διατηρείται μέσω ενός αραιωμένου δικτύου από λεπτά μη-διακλαδισμένα ινίδια κολλαγόνου, τα οποία είναι ανακατεμένα (ετερότυπα) στη σύσταση.

Το υαλώδες σώμα έχει συγκεκριμένες φυσιολογικές λειτουργίες συμπεριλαμβάνοντας και μία σειρά από κανάλια μεταφοράς για τις μεταβολικές ανάγκες του φακού εμποδίζοντας παράλληλα, κύτταρα και μεγάλα μακρομόρια από την υαλώδη κοιλότητα έτσι ώστε να διατηρείται η διαφάνεια (Fatti, 1977). Έχει επίσης αναφερθεί ότι το υαλώδες παίζει σημαντικό ρόλο στο να συντονίζεται η ανάπτυξη του οφθαλμού (Coulombre 1956, Arciniegas & Amaya 1980), να προστατεύει τον οφθαλμό κατά τη διάρκεια μηχανικών τραυμάτων (Foulds 1987) και να παρεμποδίζει την γένεση των αγγείων (Jacobson et. al, 1985).

1.3.1.5 Ο αμφιβληστροειδής

Το μάτι αποτελείται από τρεις χιτώνες εκ των οποίων ο σπουδαιότερος είναι ο αμφιβληστροειδής. Οι άλλοι δύο χιτώνες είναι ο ινώτης και ο ραγοειδής. Αποτελεί μέρος του κεντρικού νευρικού συστήματος και αποτελείται από το νευροαισθητηριακό αμφιβληστροειδή και το μελάγχρουν επιθήλιο.

Οι τρεις βασικές περιοχές του αμφιβληστροειδή είναι οι ακόλουθες

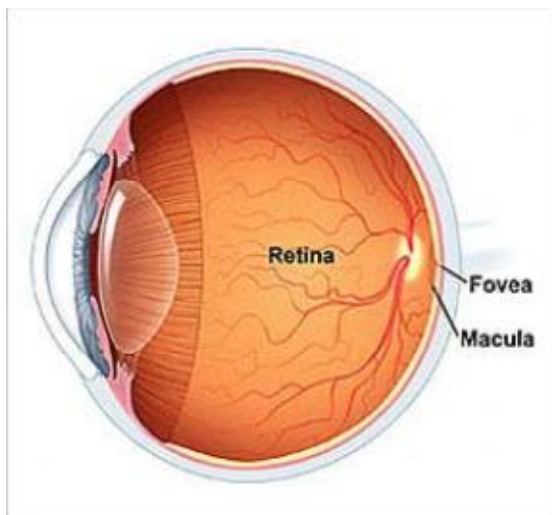
Η ωχρά κηλίδα: Έχει διάμετρο περίπου 5mm. Πολλές φορές στην κλινική πράξη έχει διάμετρο περίπου τα 5mm. Τα όρια της είναι κλινικά ανακριβή.

Το βοθρίο είναι μία κεντρική εμβάθυνση στην ωχρά με διάμετρο 1.5mm. Το πάχος είναι μειωμένο επειδή τα κυτταρικά σώματα των εγγύς νευρώνων έχουν μετακινηθεί προς τα πλάγια και αυτό επιτρέπει στους φωτοϋποδοχείς της περιοχής να λαμβάνουν εικόνα με την ελάχιστη δυνατή παραμόρφωση.

Το βοθρίο καταλαμβάνει την κεντρική περιοχή με γωνία που φτάνει στην 1^ο όρασης του. Αποτελεί το λεπτότερο σημείο του αμφιβληστροειδή και του λείπουν τα ραβδία. Επειδή σημειώνεται υψηλή πυκνότητα στα κωνία τότε προκύπτει η μέγιστη ευκρίνεια. Τα ραβδία, τα οποία είναι φωτοευαίσθητα κύτταρα, είναι υπεύθυνα για την όραση σε αμυδρά φωτιζόμενους χώρους και τα κωνία, χρησιμεύουν για την όραση στο φως και την αντίληψη των χρωμάτων.(Χατζάκη, 2012)

.Μέσα από αυτή την περιοχή το ανθρώπινο μάτι μπορεί να διακρίνει τα χρώματα και να επεξεργαστεί λεπτομερώς τις εικόνες. Έτσι εξηγείται που οι κινήσεις των ματιών και του κεφαλιού είναι τέτοιες ώστε να τα ερεθίσματα να προβάλλονται στο κεντρικό βοθρίο

Στο σημείο που οι ίνες του οπτικού νεύρου εγκαταλείπουν το αμφιβληστροειδή βρίσκεται η οπτική θηλή. Η περιοχή αυτή δεν έχει φωτοϋποδοχείς και έτσι υπάρχει τυφλό σημείο στο οπτικό πεδίο.(Νικολίτσα, 2008).



Εικόνα 2 Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας. Διακρίνεται η ωχρά κηλίδα και το βοθρίο.

1.3.1.6 Δακρυϊκοί Αδένες

Οι δακρυϊκοί αδένες βρίσκονται στο βλέφαρο, ακριβώς στο επάνω σημείο από κάθε οφθαλμικό βολβό του ματιού. Οι δακρυϊκοί αδένες εκκρίνουν συνεχώς μικρή ποσότητα δακρύων που διανέμεται στην επιφάνεια του ματιού με το βλεφαρισμό, αποχετεύεται στο δακρυϊκό ασκό μέσω των δακρυϊκών πόρων και κατόπιν οδηγείται στη μύτη, μέσω του ρινοδακρυϊκού πόρου. Ο ρόλος των δακρύων είναι ο σχηματισμός ενός προστατευτικού λεπτού υμένιου, που υγραίνει το μάτι και παρασύρει δυνητικώς επιβλαβή σωματίδια, όπως σκόνη και χημικές ουσίες. Ακόμη, οι δακρυϊκοί αδένες περιέχουν μία φυσική αντισηπτική ουσία, τη λυσοζύμη, που συντελεί στη προστασία των ματιών από τις μολύνσεις. Οι σμηγματογόνοι αδένες εμφανίζονται κατά μήκος των ακρών βλέφαρων.

1.3.1.7 Βλέφαρα και Βλεφαρίδες

Τα τρία σημεία που προστατεύεται το μάτι είναι τα βλέφαρα, οι βλεφαρίδες και μια βλενώδη μεμβράνη που εκκρίνει, ο επιπεφυκότας. Τα πάνω και τα κάτω βλέφαρα είναι σημαντικές ασπίδες για τα μάτια καθώς είναι ικανά να κλείνουν μόλις ένα ερέθισμα ενεργοποιήσει τα αντανακλαστικά τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την προστασία από ενδεχόμενο φως και άλλα επιβλαβή υλικά. Επίσης, το κάθε βλέφαρο αποτελείται από δύο ή τρεις σειρές βλεφαρίδων, κάτι το οποίο προσφέρει μεγαλύτερη ακόμα ενίσχυση στο μάτι. Ο επιπεφυκότας βρίσκεται σε δύο θέσεις : στην εσωτερική επένδυση των βλέφαρων και το μπροστινό μέρος του βολβού του ματιού. Είναι μια λεπτή μεμβράνη που καλύπτει το λευκό του ματιού και το μπροστινό μέρος του ματιού και προσφέρει μια εσωτερική επένδυση στα βλέφαρα, όπως και τον βολβό του ματιού, διατηρώντας μια υγρή κατάσταση στα μάτια.

1.4 Εσωτερική δομή οφθαλμού

Ο οφθαλμικός βολβός είναι γενικά σφαιρικός, έχοντας διάμετρο περίπου 2,5 cm και είναι προστατευμένος μέσα στον οφθαλμικό κόγχο, που σχηματίζουν τα οστά του κρανίου. Οι κινήσεις του οφθαλμικού βολβού πραγματοποιείται με την βοήθεια των εξωβολβικών ή αλλιώς οφθαλμοκινητικών μυών. Οι έξι μύες είναι

- άνω ορθός
- κάτω ορθός
- έσω ορθός
- έξω ορθός,
- άνω λοξός
- κάτω λοξός

Οι παραπάνω μύες λειτουργούν σε ζεύγη. Κάθε ζεύγος είναι υπεύθυνο για μία ορισμένη λειτουργία. Ένα ζεύγος είναι αρμόδιο για την κίνηση προς τα πάνω και την κίνηση προς τα κάτω, ένα για την περιστροφή των ματιών, και ένα για την αριστερή και την δεξιά κίνηση των ματιών. (Νικολίτσα, 2008)

Οι φωτεινές ακτίνες που εισέρχονται στο μάτι διαθλώνται αρχικά από τον κερατοειδή χιτώνα. Το εύρος της κόρης ρυθμίζεται από τον δακτύλιο των μυών της ίριδας για να επιτρέψει την είσοδο λιγότερων ή περισσότερων φωτεινών ακτινών. Ο κρυσταλλοειδής φακός με την ελαστικότητα που τον διακρίνει μπορεί ν' αλλάζει σχήμα ώστε να εστιάζει τις φωτεινές ακτίνες και από κοντινά και από μακρινά αντικείμενα. (Χατζάκη, 2012).

1.5 Τύποι οφθαλμικών κινήσεων

Οι οφθαλμικές κινήσεις μπορεί να είναι συζυγείς (conjugate) και μη συζυγείς (non – conjugate). Κατά την κίνηση δύο οφθαλμών που είναι συζυγείς, έχουμε δύο οφθαλμούς που κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση και περίπου κατά το ίδιο πλάτος και σημειώνοντας την ίδια γωνιακή ταχύτητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σακκαδική κίνηση, η οποία γίνεται προς τα αριστερά και ο δεξιός οφθαλμός κινείται ρινικά και ο αριστερός κροταφικά. Όμως κατά τις μη συζυγείς κινήσεις, οι δύο οφθαλμοί έχουν διαφορετικές κατευθύνσεις όπως συμβαίνει στην σύγκλιση των οφθαλμών κατά την προσαρμογή.

1.6 Σύστημα Παρατήρησης

Η διαδικασία που προσηλώνεται ένα άτομο ένα αντικείμενο ελέγχεται από ένα συνδυασμό τριών υποσυστημάτων οφθαλμοκινητικού ελέγχου τα οποία αποτελούν όλα μαζί το ολοκληρωμένο σύστημα παρατήρησης (gaze system). Οι βασικές λειτουργίες του είναι η σύλληψη των εικόνων και να τις κρατάει σταθερές στην περιοχή του κεντρικού βοθρίου, να αναχαιτίζει δηλαδή την απομάκρυνση τους από εκεί και να βοηθά στην σταθεροποίηση της εικόνας ακόμα και στις περίπτωση όταν τα αντικείμενα κινούνται ή όταν το κεφάλι κινείται. Τα τρία υποσυστήματα οφθαλμοκινητικού ελέγχου είναι το οφθαλμοκινητικό σύστημα (oculomotor system), το σύστημα σταθεροποίησης (fixation system) και το σύστημα κίνησης του κεφαλιού (headmovement system).

1.7 Σακκαδικές κινήσεις

Τα μάτια κάνουν πάνω από 100.000 κινήσεις εκούσια ανά ημέρα, η οποίες γίνονται για να σαρωθεί μία εικόνα. Η ταχύτητα τους είναι πολύ μεγαλύτερη συγκριτικά με όλες τις κινήσεις που μπορεί να κάνει ο άνθρωπος της τάξεως των 50 m/sec, ενώ οι άλλες κινήσεις του ανθρώπινου σώματος είναι στα 700 m/sec περίπου. Το πλάτος και η κατεύθυνση είναι ανεξέλεγκτη και εκούσια και η ταχύτητα τους εξαρτάται από την εκκεντρότητα του στόχου. Η καθυστέρηση τους επίσης εξαρτάται από την εκκεντρότητα και την ταχύτητα τους. Δεν υπάρχει περιορισμός σε αυτές ακόμα και όταν υπάρχει σκοτάδι. Οι σακκαδικές κινήσεις είναι σχεδόν ίδιες και στα δύο μάτια.

1.8 Κινήσεις σύγκλισης και απόκλισης

Είναι οι διαδικασίες όπου τα μάτια πλησιάζουν και απομακρύνονται μεταξύ τους. Αυτό γίνεται αντίστοιχα όταν ένα αντικείμενο πλησιάζει ή απομακρύνεται αντίστοιχα. Προσδιορίζονται από τον βαθμό ανομοιότητας του αμφιβληστροειδικού ειδώλου.

Πρόκειται για μία πολύπλοκη διαδικασία η οποία απαιτεί ανώτερη επεξεργασία στον φλοιό του εγκεφάλου και αυτό συνεπάγεται καθυστέρηση απόκρισης της κίνησης. Η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να φτάσουν είναι τα 100 μέτρα ανά δευτερόλεπτο και συγκριτικά με τις σακκαδικες κινήσεις είναι πολύ μικρότερη η ταχύτητα τους από αυτές, ενώ η ταχύτητα απόκρισης τους έχει να κάνει με το κατά πόσο είναι προβλέψιμη ή όχι η κατεύθυνση του στόχου ή αντικειμένου που κινείται.

1.9 Το σύστημα σταθεροποίησης

Οι οφθαλμικές κινήσεις προσδιορίζουν το σύστημα σταθεροποίησης. Το σύστημα σταθεροποίησης είναι υπεύθυνο για την ύπαρξη τριών ειδών κινήσεων. Τις κινήσεις που επιδεικνύουν τρέμουλο κινήσεις, τις κινήσεις διολίσθησης και τις μικροσακκαδικές κινήσεις.

- Το τρέμουλο ή διαφορετικά φυσιολογικός νυσταγμός είναι ταλαντευτικές κινήσεις που διατηρούν τους νευρώνες σε συνεχή λειτουργία. Πρόκειται για απεριοδικές κυματοειδείς κινήσεις με συχνότητα περίπου 90Hz. Είναι οι μικρότερες οφθαλμικές κινήσεις, με πλάτος που είναι περίπου ίσο με τη διάμετρο του κωνίου στην περιοχή του βοθρίου. Συναντάται δυσκολία στην καταγραφή του τρέμουλου και επιπλέον η συγκεκριμένη κίνηση διαφέρει για τα δύο μάτια.
- Οι κινήσεις διολίσθησης είναι καμπυλοειδείς κινήσεις που πραγματοποιούνται ταυτόχρονα με το τρέμουλο και μεταξύ των μικροσακκαδικών κινήσεων. Με την πραγματοποίηση των κινήσεων διολίσθησης, το είδωλο του αντικειμένου κινείται δια μέσου των φωτουπόδοχέων. Οι κινήσεις διολίσθησης έχουν καταγραφεί και ως συζυγείς και ως μη-συζυγείς κινήσεις.
- Οι μικροσακκαδικές κινήσεις (microsaccades) είναι απότομες κινήσεις που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της προσήλωσης και μεταφέρουν το είδωλο στο βοθρίο μετά την απομάκρυνση του λόγω των κινήσεων διολίσθησης.

Ποιότητα αμφιβληστροειδικού ειδώλου

Η ποιότητα του οπτικού συστήματος του οφθαλμού εξαρτάται από τον συνδυασμό οπτικών και νευρωνικών παραγόντων, με τις υποκειμενικές μετρήσεις να εξαρτώνται επίσης από ψυχολογικούς παράγοντες. Οι οπτικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν είναι οι ακόλουθοι

- οφθαλμικές εκτροπές
- η περίθλαση
- διαθλαστικά σφάλματα
- σκέδαση

Οι νευρωνικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν είναι οι ακόλουθοι :

- μέγεθος και χωρική κατανομή κυττάρων του αμφιβληστροειδούς

- επεξεργασία από τον αμφιβληστροειδή στον οπτικό φλοιό
- ανώτερη επεξεργασία

1.10 Το φαινόμενο της σκέδασης

Ως σκέδαση ορίζεται το φυσικό φαινόμενο, κατά το οποίο κινούμενα σωματίδια, η ακτινοβολία ή ο ήχος, αποκλίνουν από την τροχιά τους, λόγω μη κανονικοτήτων ή μικροσωματιδίων που συναντούν στην πορεία τους. Συγκεκριμένα, ο όρος «σκέδαση του φωτός», αναφέρεται στην τυχαία αλλαγή της κατεύθυνσης διάδοσης του φωτός, λόγω των ανομοιογενειών του μέσου στο οποίο διαδίδεται. Με το φαινόμενο αυτό, περιγράφεται ένα σύνολο από οπτικά φαινόμενα όπως είναι η περίθλαση, διάθλαση, και η ανάκλαση, τα οποία οφείλονται στην αλληλεπίδραση του μετώπου κύματος με τα σωματίδια της ύλης και τις ανομοιογένειές της, καθώς το φως τη διασχίζει. Ουσιαστικά η σκέδαση είναι πολλαπλή ανάκλαση, δηλαδή ανάκλαση προς άπειρες κατευθύνσεις.

Τα είδη των ανομοιογενειών της ύλης, ονομάζονται κέντρα σκέδασης ή αλλιώς σκεδαστές και είναι δύσκολο να κατηγοριοποιηθούν. Ως σκεδαστές μπορούν να θεωρηθούν σωματίδια, σταγονίδια, ατέλειες σε στερεά με κρυσταλλική δομή, κύτταρα σε ιστούς, μεταβολές της πυκνότητας σε υγρά. Η θεωρία της σκέδασης μπορεί να εξηγήσει την επιρροή των σκεδαστών στην πορεία του φωτός. (Χαμάκου,2012)

Η γωνιακή κατανομή της σκέδασης, εξαρτάται από

- το μέγεθος των σκεδαστών
- το σχήμα των σκεδαστών
- τη διαφορά στο δείκτη διάθλασης των σκεδαστών
- το μέσο στο οποίο βρίσκονται και από το μήκος κύματος.

Ο διαχωρισμός γίνεται σε

- Ελαστικές και Ανελαστικές
- Απλή και πολλαπλή

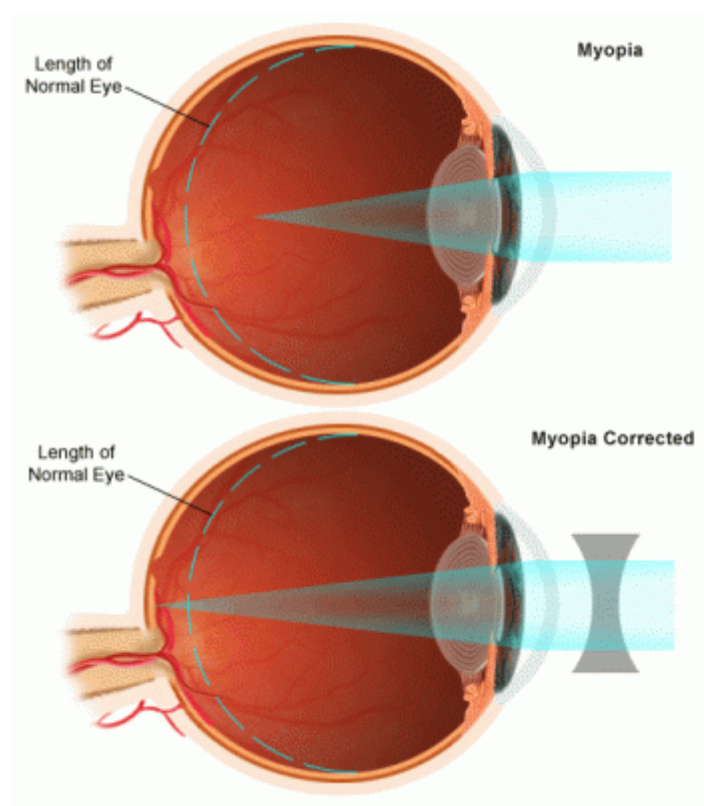
- Σύμφωνη και Ασύμφωνη
- Εμπρόσθια Σκέδαση και Οπισθοσκέδαση

Διαθλαστικά σφάλματα

Η φυσιολογική κατάσταση του οφθαλμού, κατά την οποία (χωρίς προσαρμογή) παράλληλες ακτίνες φωτός σχηματίζουν τέλειο είδωλο επάνω στον αμφιβληστροειδή, ονομάζεται εμμετροπία. Η κατάσταση αυτή είναι λιγότερο συχνή από την οποιαδήποτε παρουσία διαθλαστικού προβλήματος, κατάσταση που σε αντίθεση καλείται αμετροπία.

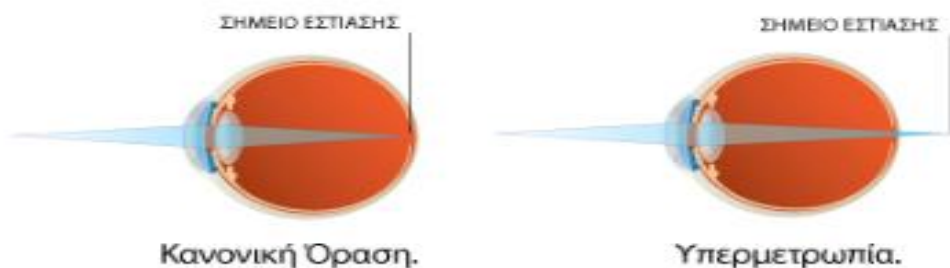
Διακρίνουμε:

-Τη μυωπία κατά την οποία η κύρια εστία εντοπίζεται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή. Ο μυωπικός οφθαλμός δηλαδή είναι περισσότερο επιμήκης για τη διαθλαστική ισχύ που έχει. Μπορεί να οφείλεται σε αύξηση του προσθιοπίσθιου άξονα του οφθαλμού (αξονική μυωπία), σε αύξηση της διαθλαστικής ισχύος του οφθαλμού, λόγω αύξησης της κυρτότητας οποιασδήποτε από τις διαθλαστικές του επιφάνειες (διαθλαστική μυωπία), ή σε συνδυασμό των δύο.



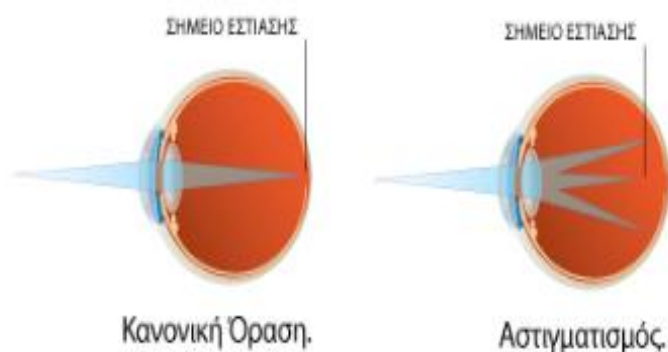
Εικόνα 3 Μυωπία και Διόρθωση Μυωπίας

-Την υπερμετρωπία, κατά την οποία η οπίσθια κύρια εστία του διαθλαστικού συστήματος του οφθαλμού εντοπίζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Αυτό σημαίνει ότι η διαθλαστική ισχύς του διοπτρικού συστήματος του βολβού είναι μικρότερη από όση θα έπρεπε για το αξονικό μήκος του. Μπορεί να οφείλεται στο ότι ο οφθαλμός είναι μικρότερος του φυσιολογικού (αξονική υπερμετρωπία), στο ότι η κυρτότητα οποιασδήποτε διαθλαστικής επιφάνειας του.



Εικόνα 4 Σύγκριση Κανονικής Όρασης και Υπερμετρωπίας

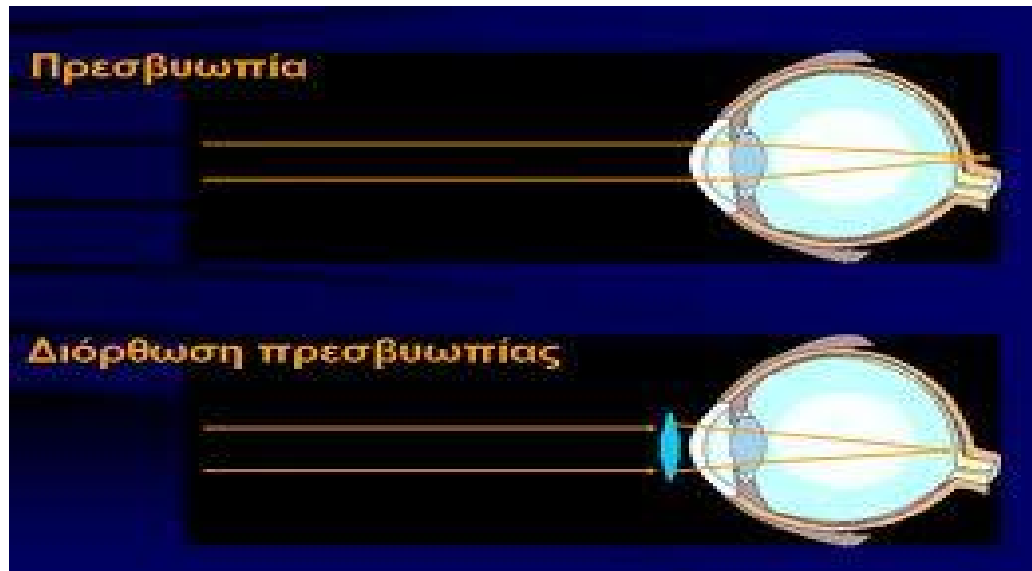
Τον αστιγματισμό, κατά τον οποίο παράλληλες ακτίνες δεν διαθλώνται εξίσου σε όλους τους μεσημβρινούς. Οφείλεται είτε σε ανωμαλίες της κυρτότητας κάποιας διαθλαστικής επιφάνειας του οπτικού συστήματος του οφθαλμού (κατά κύριο λόγο του κερατοειδή), είτε στην έκκεντρη τοποθέτησή της, είτε σε ανωμαλίες του δείκτη διάθλασης, ή και σε συνδυασμό των παραπάνω.



Εικόνα 5 Κανονική Όραση και Οφθαλμός με Αστιγματισμό

-Την ανισομετρωπία, κατά την οποία η διαθλαστική ισχύς ανάμεσα στα δύο μάτια διαφέρει σημαντικά (άνω των 2.00D).

-Την πρεσβυωπία, η οποία αντιπροσωπεύει την απώλεια της ικανότητας προσαρμογής του οφθαλμού με την ηλικία. Η πρεσβυωπία δεν είναι διαθλαστική ανωμαλία αλλά συχνά αναφέρεται ως τέτοια λόγω του γεγονότος ότι αντισταθμίζεται με τη χρήση γυαλιών για την υποβοήθηση της κοντινής όρασης.



Εικόνα 6 Πρεσβυωπία και Διόρθωση Πρεσβυωπίας

Αχρωματοψία

Όλοι οι άνθρωποι δεν έχουν φυσιολογική όραση των χρωμάτων. Κάπου ένας στους δώδεκα άντρες και μία στις 250 γυναίκες πάσχουν από αχρωματοψία (δαλτωνισμό ή άλλη ανωμαλία στην αντίληψη των χρωμάτων), που οφείλεται σένα εκ γενετής ελάττωμα των κυττάρων του αμφιβληστροειδή. Οι δυσκολίες δημιουργούνται κυρίως με τα χρώματα κόκκινο και πράσινο, που δύσκολα διαχωρίζονται και μπορεί να φαίνονται και τα δύο γκρίζα. Μια πολύ μικρή μειοψηφία μπερδεύει το κίτρινο με το γαλάζιο. (Πανελλήνια Ένωση Αμφιβληστροειδοπαθών, 2001)

1.11 Οφθαλμικές εκτροπές

Χωρίζονται σε χρωματικές και μονοχρωματικές εκτροπές

Χρωματικές εκτροπές

Προκύπτουν από την ανάλυση του λευκού φωτός στα συστατικά του χρώματα. Όταν στον οφθαλμό εισέλθει παράλληλη δέσμη ακτινών λευκού φωτός, εξερχόμενες από τα διαθλαστικά μέρη του οφθαλμού, η κάθε ακτίνα θα συγκλίνει σε ξεχωριστή εστία ανάλογα με το κάθε χρώμα. Περισσότερο διαθλάται το ιώδες και λιγότερο το ερυθρό και ενδιάμεσα τοποθετούνται οι εστίες των άλλων χρωμάτων. Οι χρωματικές εκτροπές διακρίνονται σε αξονικές και εγκάρσιες.

Μονοχρωματικές εκτροπές

- Σφαιρική εκτροπή

Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ακτίνες διαθλώμενες σε διαφορετικά σημεία μια σφαιρικής επιφάνειας, τέμνουν τον οπτικό άξονα σε διαφορετικά σημεία. Αν ακτίνες φωτός πέσουν σε όλη την επιφάνεια του σφαιρικού διαθλαστικού μέσου, μετά την έξοδό τους δεν εστιάζουν σε ένα σημείο αλλά δημιουργούν κηλίδα. Για παράδειγμα, η παρουσία θετικής σφαιρικής εκτροπής υποδηλώνει ότι οι ακτίνες που διαδίδονται από την περιφέρεια της κόρης υπόκεινται σε ισχυρότερη διάθλαση από τις κεντρικές (παραξονικές) ακτίνες. Όπως και στη χρωματική εκτροπή διακρίνουμε και εδώ την αξονική και την εγκάρσια σφαιρική εκτροπή.

- Αστιγματισμός

Είναι ένα σφάλμα λεπτών ακτινών που προσπίπτουν πλάγια σε μια διαθλαστική επιφάνεια. Η διαθλώμενη δέσμη τότε σχηματίζει δύο χωριστές εστιακές γραμμές, χαρακτηριστικές του αστιγματισμού σε δύο κύριους μεσημβρινούς που καλούνται εφαπτομενικός και εγκάρσιος. Ανάμεσα στις δύο εστιακές γραμμές υπάρχει θέση, όπου το σύνολο των ακτινών σχηματίζει τη μικρότερη διατομή σε σχήμα κύκλου και ονομάζεται κύκλος ελάχιστης σύγχυσης.

- Κόμα

Όταν δέσμη φωτός πέφτει σε ένα φακό παράλληλα με ένα δευτερεύοντα άξονά του, οι διαφορετικές ζώνες του φακού δίνουν και διαφορετικές εστίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το είδωλο σημειακού αντικειμένου στη δεύτερη δευτερεύουσα εστία να μην είναι ένα σημείο αλλά κηλίδα ιδιόμορφου σχήματος και άνισης φωτεινότητας. Έτσι το είδωλο παρουσιάζεται συγκεχυμένο. Το σφάλμα αυτό ονομάζεται κόμα ή σφάλμα ασυμμετρίας. Η φωτεινότητα είναι μεγαλύτερη στην κορυφή και μειώνεται η έντασή της προς τα κάτω. (Γεωργιάδου, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΚΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ

Οι οφθαλμικοί φακοί μαζί με τους φακούς επαφής είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για να διορθωθούν τα διαθλαστικά σφάλματα του ματιού. Ο σχεδιασμός των εμπορικά διαθέσιμων οφθαλμικών φακών ποικίλει ανάλογα με την διόρθωση που θα ζητηθεί από το ασθενή.(Δρόσος,2008)

2.1 Ύλη

Τα χαρακτηριστικά των υλικών των φακών τυπικά προσδιορίζονται από τρεις παραμέτρους :

Το χαρακτηριστικό ενός υλικού φακού είναι συνήθως ορίζεται από 3 ιδιότητες των υλικών:

1. Οπτική διαύγεια - Σαφήνεια του υλικού
2. Δείκτης διάθλασης - Πάχος του υλικού
3. Ειδικό βάρος - Βάρος του υλικού

Οπτική Διαύγεια (Abbe) -Η οπτική διαύγεια ενός φακού. Είναι ένας αριθμός που περιγράφει την ποσότητα της χρωματικής εκτροπής (τάση ενός υλικού να διαχωρίζει το φως με διαφορετικό μήκος κύματος) ενός υλικού οφθαλμικού φακού. Όσο υψηλότερη είναι η οπτική διαύγεια ενός φακού, τόσο χαμηλότερη είναι η χρωματική εκτροπή. Όσο χαμηλότερη είναι η χρωματική εκτροπή, τόσο καλύτερη είναι η ευκρίνεια.

Δείκτης διάθλασης - ο δείκτης διαθλάσεως (ή δείκτη διάθλασης) ενός μέσου είναι ένα μέτρο για το πόσο η ταχύτητα του φωτός μειώνεται μέσα στο μέσο. Με άλλα λόγια, είναι ένα μέτρο της κάμψης (διάθλαση) μιας ακτίνας φωτός κατά την είσοδο ενός μέσου. Ένα υλικό του φακού με ένα υψηλότερο δείκτη διάθλασης θα κάμπτει περισσότερο φως και θα απαιτεί λιγότερη κυρτότητα για να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη συνταγή. Η επίστρωση με λιγότερη κυρτότητα για μια δεδομένη συνταγή (Rx)θα βοηθήσει το φακό να λεπτότερος. Οι Υψηλότερου δείκτη φακοί έχουν συνήθως ένα υψηλότερο ειδικό βάρος, λόγω της αυξημένης πυκνότητας υλικού.

Ειδικό Βάρος - Ειδικό βάρος είναι ο λόγος της πυκνότητας ενός υλικού του φακού με την πυκνότητα του νερού. Όσο υψηλότερο είναι το ειδικό βάρος του υλικού του φακού τόσο υψηλότερη η πυκνότητα του θα είναι. Έτσι, για μια δεδομένη ισχύ, όσο χαμηλότερη είναι η ειδική βαρύτητα τόσο αυξάνεται η φωτεινότητα του φακού.

Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας με τα πιο συνηθισμένα υλικά περιλαμβάνοντας στοιχεία για αυτά όπως είναι η οπτική διαύγεια, ο δείκτης διάθλασης και το ειδικό βάρος

Material	Plastic Index	ABBE	Specific Gravity
Transitions Plastic	1.50	58	1.27
CR-39 Hard Resin	1.50	58	1.32
Trivex	1.53	44	1.11
Spectralite	1.54	47	1.21
Ormex	1.56	36	1.23
Polycarbonate	1.59	30	1.20
Hi – Index 1.60	1.60	42	1.22
Hi – Index 1.67	1.67	32	1.35
Hyperview 1.66	1.66	32	1.35
Hi Index 1.70	1.70	39	1.41
Hi Index 1.74	1.73	33	1.47
Grown Glass	1.523	59	2.54

2.2 Κατασκευή Οφθαλμικών Φακών

2.2.1 Οργανικοί Φακοί

Οι περισσότεροι φακοί που κυκλοφορούν ευρέως σήμερα στο εμπόριο είναι οργανικοί. Στο ευρύ κοινό αναφέρονται και ως πλαστικοί. Οι οργανικοί φακοί επικράτησαν των κρυστάλλινων λόγω μεγαλύτερης ασφάλειας και ανθεκτικότητας. Προτιμώνται περισσότερο από το κοινό καθώς το γυαλί έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να σπάσει και τα κρύσταλλα να καταστραφούν. Εντούτοις υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα παρά το γεγονός ότι παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια. Μειονεκτήματά είναι το μεγαλύτερο πάχος και η μεγαλύτερη ευκολία στις χαραγές, τα οποία αντιμετωπίστηκαν με διάφορες τεχνικές όσο η εξέλιξη των οργανικών κρυστάλλων προχωρούσε. Τέτοιες είναι οι αντιχαρακτικές επιστρώσεις και η λέπτυνση. Με αυτή τη μέθοδο κατασκευάζονται φακοί με διαφορετικό δείκτη διάθλασης που δίνει μικρότερο πάχος στις ίδιες διοπτρίες. (Δρόσος, 2008)

Πλεονεκτήματα

- Έχουν λιγότερο βάρος
- Είναι σχεδόν άθραυστοι
- Έχουν καλύτερη "μετάδοση- διαβίβαση" φωτός (transmission)
- Επιδέχονται πολλαπλές και ποικίλλες επιστρώσεις (φίλτρα)
- Έχουν απορροφητικότητα στην υπεριώδη ακτινοβολία: 100% στην UVB και από 93% έως 100% στην UVA

Μειονεκτήματα

Όπως αναφέρθηκε και πριν, το κύριο μειονέκτημα των οργανικών φακών έχει να κάνει με τις χαραγές, στις οποίες παρουσιάζουν μία ευαισθησία. Ωστόσο οι αντιχαρακτικές επιστρώσεις, βοηθούν στο να παρουσιάζονται γρατζουνιές. (Hisashi,2004)

2.2.2 Κρυστάλλινοι Φακοί



Εικόνα 7 Φακοί από Γυαλί

Πλεονεκτήματα

Οι φακοί από είναι πιο σκληροί στην επιφάνειά τους σε σχέση με αυτή των οργανικών και έχουν πιο μεγάλη αντοχή στις χαράξεις.

Μειονεκτήματα

- Έχουν μεγαλύτερο βάρος
- Παρουσιάζουν χαμηλότερη μετάδοση – διαβίβαση φωτός
- Επιδέχονται μόνο μια επίστρωση και όχι πολλαπλές όπως οι οργανικοί
- Είναι εύθραστοι
- Η απορροφητικότητα στην υπεριώδη ακτινοβολία είναι σχεδόν η ίδια με αυτή των οργανικών φακών στην UVB(99,99%) αλλά μικρότερη στην UVA με ποσοστά μεταξύ 40% έως 91%.

Είναι φανερό λοιπόν, οι οργανικοί φακοί υπερέχουν σε πολλά από τους κρυστάλλινους φακούς. Γενικότερα οι οργανικοί φακοί είναι η πιο νέα εφεύρεση και σχεδόν όλη η επιστημονική και τεχνολογική κοινότητα ανά τον κόσμο έχει αφοσιωθεί στην ολοένα και πιο βελτιωμένη παραγωγή οργανικών φακών.(Kumar,2002)

2.3 Κατηγορίες Οφθαλμικών Φακών

A. Σφαιρικοί Φακοί

Η διάκριση γίνεται σε θετικούς και αρνητικούς. Οι θετικοί είναι παχύτεροι στο κέντρο και λεπτότεροι στην περιφέρεια και προκαλούν σύγκλιση των ακτινών που τους διαπερνούν. Εν αντιθέσει οι αρνητικοί,, είναι λεπτότεροι στο κέντρο και παχύτεροι στην περιφέρεια και προκαλούν απόκλιση των ακτινών που τους διαπερνούν. Κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με την μορφή των επιφανειών τους. Η διαθλαστική δύναμη ενός φακού ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των διαθλαστικών δυνάμεων των δύο επιφανειών του. Οι σφαιρικοί φακοί έχουν μια σφαιρική καμπύλη εμπρός και μπορεί να διορθώσει πολλές προδιαγραφές της συνταγής Rx. Οι Δυνάμεις μπορούν να είναι συγκλίνουσες (πχ +3.00 D) για να σχηματίσει ένα κυρτό φακό και σωστή Υπερμετρωπία ή αποκλίνουσες (π.χ.-4.75D) για να σχηματίσει ένα κοίλο φακό για τη διόρθωση της μυωπίας. Αν δεν υπάρχει ούτε σύγκλιση ούτε απόκλιση απαιτείται στην συνταγή, "Πλάνο" που χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει μια διαθλαστική δύναμη του μηδέν. Μια Πλάνο συνταγή Rx έχει τις ίδιες εμπρός και πίσω καμπύλες.

B. Κυλινδρικοί: Οι κυλινδρικοί φακοί έχουν έναν άξονα χωρίς διαθλαστική δύναμη και έναν κάθετο προς αυτόν άξονα που φέρει την μέγιστη διαθλαστική δύναμη του φακού. Ο κύριος άξονας του φακού θεωρείται αυτός που δεν έχει διαθλαστική δύναμη. Μια παράλληλη δέσμη ακτινών που περνά μέσα από έναν κυλινδρικό φακό δεν συγκεντρώνεται σε ένα σημείο όπως στους σφαιρικούς αλλά κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής παράλληλης προς τον κύριο άξονα του φακού που είναι η εστιακή γραμμή. Σαν διαθλαστική δύναμη του φακού θεωρείται η διαθλαστική δύναμη του περισσότερο διαθλαστικού άξονα. Οι κυλινδρικοί φακοί μπορεί να είναι είτε θετικοί είτε αρνητικοί.

Γ. Σφαιροκυλινδρικοί ή Τορικοί Φακοί: Οι φακοί αυτοί είναι συνδυασμός σφαιρικού και κυλινδρικού φακού. Ένας σφαιροκυλινδρικός φακός χαρακτηρίζεται από δύο άξονες με μέγιστη και ελάχιστη διαθλαστική δύναμη. Οι δύο άξονες του σφαιροκυλινδρικού φακού είναι κάθετοι μεταξύ τους. Ο σφαιροκυλινδρικός φακός δεν μεταβάλλει ομοιόμορφα την κλίση μιας φωτεινής δέσμης που τον διαπερνά αλλά της δίνει μια ιδιάζουσα μορφή που ονομάζεται κωνοειδές του Sturm. Το φως δεν εστιάζεται σε ένα σημείο αλλά σχηματίζονται δύο ξεχωριστές εστιακές γραμμές που είναι κάθετες μεταξύ τους. Η απόσταση που χωρίζει τις δύο εστιακές γραμμές ονομάζεται διάστημα του Sturm.

Δ. Διπλοεστιακά – Είναι ένας φακός, όπου στο ανώτερο τμήμα διορθώνει την εξ αποστάσεως όραση, ενώ το κάτω τμήμα διορθώνει την κοντινή όραση. Η επένδυση των διπλοεστιακών έχει ένα ευθύγραμμο τμήμα που χωρίζει το μακρινό από το κοντινό. Το σχήμα μπορεί να ποικίλει, αλλά η παραδοσιακή επένδυση διπλοεστιακών είναι μια επίπεδη κορυφή 28 με ένα χώρο πλάτους τμήματος 28 χιλιοστά. Με βάση την καμπυλότητα των γραμμών το τμήμα, τα αμφιεστιακά κατηγοριοποιούνται στο Υψηλή καμπύλη (καμπύλη γραμμή τμήμα), στην επίπεδη (επίπεδη γραμμή τμήμα) και στην στρογγυλή (στρογγυλοποίηση ευθύγραμμο τμήματα). Επιπλέον, διπλοεστιακά εμφανίζονται σε τουλάχιστον τρία μεγέθη πλάτη τμήματα 28mm, 35 χιλιοστά και 45 χιλιοστά. Τα κυκλικά τμήματα εμφανίζονται σε 22mm, 25 χιλιοστά και 28 χιλιοστά διάμετρο.

Ε. Τριεστιακά -Τα τριεστιακά είναι παρόμοια με τα διπλοεστιακά και εκτός από αυτά προσφέρουν και δύο ξεχωριστές ισχείς σε κοντινές ζώνες. Η τρίτη ζώνη, τοποθετείται ακριβώς πάνω από τη ζώνη αμφιεστίασης και προσφέρει ενδιάμεση διόρθωση για αποστάσεις περισσότερο για την ανάγνωση αλλά όχι τόσο για την απόσταση (όπως μια οθόνη υπολογιστή) Τα τριεστιακά έχουν επίσης σχεδιαστεί σε τουλάχιστον 3 διαφορετικά πλάτη: 28 χιλιοστά, 35 χιλιοστά και 45 χιλιοστά πλάτος.

ΣΤ. Πολυεστιακοί Φακοί: Οι πολυεστιακοί φακοί χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια στα διοπτροφόρα. Οι φακοί χρησιμοποιούνται για την πρεσβυωπική διόρθωση και για ευκρινή όραση και για μακρινές αποστάσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με διαβάθμιση της διοπτρικής ισχύς που χαρακτηρίζει τους φακούς αυτούς. Αναλυτικότερα, στο πάνω μέρος του φακού αυτού έχουμε μικρή (ή μεγάλη, όση απαιτείται από τα γυαλιά) διοπτρική ισχύ η οποία όμως αυξάνεται (ή μειώνεται αντίστοιχα) όσο προχωράμε προς το κάτω μέρος του φακού. Κυρίαρχο

σημείο είναι το χαμηλότερο μέρος που χρησιμοποιείται για λειτουργίες που απαιτούν κοντινή όραση όπως είναι το διάβασμα. Με τη διαβάθμιση αυτή, ο διοπτροφόρος μπορεί μετακινώντας απλά πάνω ή κάτω τους οφθαλμούς του να χρησιμοποιήσει την διοπτρική ισχύ που τον εξυπηρετεί κάθε φορά.

Σε αυτό το είδος των φακών δεν υπάρχει διαχωρισμός σε μακρινό και κοντικό τμήμα, αλλά η διαθλαστική δύναμη παρουσιάζει μια συνεχή προοδευτική αύξηση κατά μήκος του κάτω τμήματος του φακού. Το μακρινό τμήμα συνδέεται με το κοντικό με ένα διάδρομο (corridor) συνεχώς αυξανόμενης δύναμης. Η μεταβολή αυτής της δύναμης προκαλεί προς τα πλάγια του κάτω τμήματος σημαντικές αστιγματικές παραμορφώσεις αλλά και άλλες εκτροπές υψηλής και χαμηλής τάξης.

Οι πολυεστιακοί φακοί φανερώνουν πλεονέκτημα στην λειτουργικότητα γιατί παρέχουν ικανοποιητική όραση στις ενδιάμεσες αποστάσεις. Τα οπτικά φαινόμενα δεν εμφανίζονται στην διαχωριστική γραμμή σε αυτή την περίπτωση. Τα αισθητικά αποτελέσματα είναι καλύτερα αλλά παρόλα αυτά παρουσιάζουν μειονέκτημα στο περιορισμένο πεδίο και στις οπτικές παραμορφώσεις που είναι πάρα πολύ ενοχλητικές κατά τις οριζόντιες κινήσεις των ματιών.

Οι ιδιότητες τους είναι η παροχή ευκρινής όρασης σε όλες τις αποστάσεις, και αυτή είναι η βασική διαφορά, με τους διπλοεστιακούς και τριπλοεστιακούς φακούς, οι οποίοι εξυπηρετούν σε προκαθορισμένες αποστάσεις. Ο τριπλοεστιακός φακός αποτελείται από τρεις ξεχωριστές εστίες. Την εστία που είναι για τις μακρινές αποστάσεις, την προοδευτική εστία που αλλιώς ονομάζεται και εστία των μεσαίων αποστάσεων και την εστία που είναι για κοντικές αποστάσεις. Σε αντίθεση με τους τριπλοεστιακούς, στους πολυεστιακούς η ενδιάμεση ‘ζώνη’ παρέχει ι αυξανόμενη διοπτρική ισχύ από την μακρινή προς την κοντινή εστίαση και κάνει την εναλλαγή μεταξύ αυτών των αποστάσεων προσηλωσης πιο ομαλή.

Ο κανόνας ο οποίος υπακούει ο σχεδιασμός του πολυεστιακού φακού ορίζει το ποσοστό κατά το οποίο αυξάνεται η διοπτρική ισχύς μετά την ενδιάμεση ζώνη. Αναλυτικότερα η αύξηση της διοπτρικής ισχύος μπορεί να είναι γραμμικής μορφής, ή πιο πολύπλοκη επιτυγχάνοντας μικρότερη ή μεγαλύτερη διοπτρική δύναμη μετά την ενδιάμεση εστία, ανάλογα με τις απαιτήσεις του διοπτροφόρου

Z. Προοδευτικοί - Οι προοδευτικοί φακοί έχουν αυξηθεί σταδιακά στην ισχύ, όπως η γραμμή της όρασης κυκλοφορεί προς τα κάτω μέσα από το φακό. Το κύριο μειονέκτημα αυτών των φακών είναι ότι η όραση εκατέρωθεν της κατακόρυφης

γραμμής μέσω του οπτικού κέντρου παράγει ανεπιθύμητη, μη συνταγογραφούμενη δύναμη κυλίνδρου, προκαλώντας κάποια πιθανή παραμόρφωση περιφέρειας ή εκτροπές. Νεότερα ηλεκτρονικά σχέδια ή ελεύθερης μορφής επιφανειών των προοδευτικών φακών προσφέρουν τη δυνατότητα σε όλους, αλλά όχι την εξάλειψη αυτής της ανεπιθύμητη παραμόρφωση.(Fowler C.W., Sullivan C.M,1989)

Η. Ασφαιρικοί - Οι ασφαιρικοί φακοί είναι ιδανικοί για ισχυρές συνταγές επειδή είναι πιο επίπεδοι και πιο λεπτοί. Οι ασφαιρικούς φακούς έχουν μια πιο επίπεδη καμπύλη προς την περιφέρεια του φακού. Αυτό εξαλείφει πολλές από τις εκτροπές της περιφέρειας του φακού και επιτρέπει ένα μεγαλύτερο οπτικό πεδίο. Οι ασφαιρικούς φακούς παρέχουν ελαφρώς βελτιωμένη όραση σε απλούς φακούς και προσφέρουν καλύτερη όψη, επειδή μειώνει μεγέθυνσης των ματιών και σμίκρυνση.

2.4 Ειδικές Περιπτώσεις Φακών

Φακοί Ηλεκτρονικού Υπολογιστή

Πρόκειται για ειδικούς φακούς με μεγαλύτερη μεσαία ικανότητα όψης αποστάσεων ειδικά φτιαγμένα για διάβασμα και μεσαίες αποστάσεις.

Φακοί Απασχόλησης

Επρόκειτο για φακούς σχεδιασμένους για συγκεκριμένες δουλειές, ενασχολήσεις και χρήση και προσφέρουν μια ποικιλία από εστιακές περιοχές προσαρμοσμένα στον χρήστη.

Φακοί Καταρράκτη

Είναι ειδικοί φακοί που δίνονται σε ασθενείς οι οποίοι έχουν υποβληθεί πριν σε εγχείρηση καταρράκτη. Αυτοί οι φακοί δημιουργήθηκαν για να μικρύνουν και τις αποκλίσεις και το βάρος των φακών.

Χαμηλή Όραση

Η χαμηλή όραση είναι η σημαντική μείωση της οπτικής λειτουργίας που δεν μπορεί να διορθωθεί πλήρως από κοινά γυαλιά, φακούς επαφής, ιατρική θεραπεία ή και χειρουργείο. Άτομα με αρκετά χαμηλή όραση ίσως μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως μερικώς ικανά να δουν ή ακόμα και τυφλά. Η φακοί χαμηλής όρασης είναι ειδικά σχεδιασμένοι για υψηλής ισχύος φακούς με χαμηλή όραση.

Double Segs

Αυτού του τύπου τα γυαλιά είναι επίπεδα στην κορυφή και διπλοεστιακά στο χαμηλότερο σημείο και στην κορυφή με την απόσταση ορατή στο κέντρο. Αυτά είναι καλή λύση για αυτούς που χρειάζονται να δουν κοντά όχι μόνο προς τα κάτω αλλά και προς τα πάνω

2.5 Υλικά κατασκευής φακών

Τα υλικά κατασκευής των οφθαλμικών φακών διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες: σε υλικά από πλαστικό και υλικά από γυαλί.

Το γυαλί είναι η ιστορική επιλογή των οφθαλμικών φακών, είναι το πιο σταθερό, ανθεκτικό στις γρατζουνιές υλικό, και προσφέρει τη σαφέστερη οπτική όλων των υλικών φακών. Εντούτοις, δεδομένου ότι το γυαλί είναι πιο εύθραυστο, λιγότερο ανθεκτικό στην κρούση (μη ασφαλή σε περίπτωση ατυχήματος) και βαρύτερα από άλλα υλικά του φακού, δεν είναι πλέον η επιλογή πολλών κομιστές γυαλιών, ιδιαίτερα ασθενείς με υψηλότερο συνταγές. Κατά τη διάρκεια των ετών, η ποικιλία των μορφών γυάλινο φακό έχει επίσης μειωθεί σημαντικά.

2.5.1 Πλαστικό

Πλαστικά - Οφθαλμικοί φακοί από πλαστικό: CR-39: Το συγκεκριμένο υλικό είναι το κλασσικό είδος πλαστικού για την κατασκευή οφθαλμικών φακών. Το CR-39 έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης από τη στεφανύαλο και οι φακοί από αυτό το υλικό είναι παχύτεροι. Παρόλα αυτά, επειδή το CR-39 έχει, περίπου, το μισό ειδικό βάρος από τη στεφανύαλο, καταλήγουμε οι φακοί να έχουν μισό βάρος.

Αναλυτικότερα, οι φακοί από CR-39 όπως επίσης και οι φακοί από στεφανύαλο έχουν τους πιο μεγάλους αριθμούς Abbe από όλα τα υλικά οφθαλμικών φακών, δηλαδή έχουν μικρότερη χρωματική εκτροπή, που όμως δεν επηρεάζει φακούς με δύναμη χαμηλότερη από $\pm 5.00 \pm 6.00D$. Αναλυτικότερα, και γνωστό ως σκληρή ρητίνη, το CR39 είναι περίπου 50% ελαφρύτερα από το γυαλί και έρχεται με την ευρύτερη ποικιλία των μορφών φακών από οποιοδήποτε υλικό. Το CR39 είναι πολύ λιγότερο ανθεκτικά στις γρατσουνιές από το γυαλί και ως εκ τούτου τα οφέλη σε μεγάλο βαθμό με μια γρατσουνιά ποιότητας ανθεκτική επίστρωση. Περίπου το 60% των φακών που πωλούνται στις ΗΠΑ σήμερα είναι κατασκευασμένες από σκληρή

ρητίνης. Το σκληρό υλικό του φακού, η ρητίνη δεν περιλαμβάνουν UV προστασία και, ως εκ τούτου απαιτούν μια επίστρωση UV για την προστασία από τις βλαβερές υπεριώδεις φως.

-Πολυκαρβονικά Τα πολυκαρβονικά είναι ένα από το λεπτότερο και ελαφρύτερο διαθέσιμα υλικά. Πολυκαρβονικά προσφέρει πολύ υψηλή αντοχή στην κρούση και ένα δείκτη διάθλασης 1,59. Συνήθως προτιμάται σε σχέση με τη συμβατική σκληρή ρητίνη, λόγω της αντοχής σε κρούση και ελαφρύτερο βάρος. Το πολυανθρακικό υλικό εμποδίζει μπλοκ τόσο τις UVA και τις UVB και προσφέρει διαθεσιμότητα σε περισσότερες μορφές φακών. Λόγω των χαρακτηριστικών πολυανθρακικό υλικό έχει μικρότερη τιμή οπτικής διαύγειας. Αφού αυτό το υλικό έχει μεγάλη αντοχή στη θραύση, χαμηλό ειδικό βάρος (1.20) και υψηλό δείκτη διάθλασης (1.59). Όλα αυτά μας βοηθούν να κατασκευάσουμε πολύ λεπτούς και ελαφρούς φακούς. Η μεγάλη αντοχή στη θραύση μας δίνει τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε αρνητικούς φακούς με πολύ μικρό κεντρικό πάχος (έως και 1mm) και παράλληλα μειώνει αισθητά το ολικό πάχος και το βάρος του φακού. Επίσης έχει χαμηλό αριθμό Abbe που συνεπάγεται μεγαλύτερη περιφερική χρωματική εκτροπή από άλλα υλικά, η οποία είναι αντιληπτή σε υψηλές διορθώσεις.

Trivex - Το trivex είναι ένα σχετικά νέο πολυμερές που συνδυάζει την αντοχή στην κρούση από πολυανθρακικό, εξαιρετική οπτική ευκρίνεια με τιμή στον δείκτη Abbe στο 45 και ειδικό βάρος 1,11 (το ελαφρύτερο διαθέσιμο υλικό). Το Trivex έχει εξαιρετική αντοχή σε εφελκυσμό, γεγονός που το καθιστά ιδανική επιλογή για σκελετό χωρίς πλαίσια.

- Μεσαίου Δείκτη - Γενικά θεωρείται κάθε δείκτη πάνω από το Trivex (1.53), αλλά κάτω από το πολυανθρακικό (1.59). Οι φακοί μεσαίου δείκτη ανήκουν στην ίδια οικογένεια. Τα χαρακτηριστικά των προϊόντων και η διαθεσιμότητα του στυλ των φακών διαφέρουν ανάλογα με τον κατασκευαστή.

Υψηλού δείκτη (γενικά θεωρείται κάθε δείκτη 1,60 ή παραπάνω) - Τα υλικά αυτά παρέχουν λείες επιφάνειες, μειωμένη μεγέθυνση ή σμίκρυνση και βοηθά να διατηρήσει ένα λεπτότερο προφίλ του φακού. Τα υψηλού δείκτη υλικά, ωστόσο, έχουν συνήθως χαμηλότερη αξία δείκτη Abbe και θα μπορούσαν ενδεχομένως να επηρεάσουν τους ασθενείς που είναι ευαίσθητοι σε χρωματική εκτροπή. Σε γενικές γραμμές, όσο υψηλότερος είναι ο δείκτης διάθλασης τόσο λεπτότεροι είναι οι φακοί. Μολονότι η υψηλού δείκτη Hi-Index μπορεί να παρέχει ένα λεπτότερο φακό λόγω

της υψηλής πυκνότητάς του, μπορεί να μην είναι το ελαφρύτερο. Τα χαρακτηριστικά των προϊόντων και το στυλ διαφέρουν ανάλογα με τον κατασκευαστή. Τα πλαστικά με υψηλό δείκτη διάθλασης κυκλοφορούν με τους ακόλουθους δείκτες διάθλασης 1.54, 1.56, 1.58, 1.60 και 1.67 και συνοδεύονται από πολύ χαμηλό ειδικό βάρος. Οι αριθμοί Abbe ποικίλλουν αλλά παραμένουν μικρότεροι από το CR-39 και τη στεφανύαλο και μεγαλύτεροι από το polycarbonate. Για να κατασκευάσουν θετικούς φακούς οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ως επί το πλείστον ασφαιρικές πρόσθιες επιφάνειες.

Οπότε οι φακοί που προκύπτουν είναι λεπτότεροι και ελαφρύτεροι, εξαιτίας του χαμηλού ειδικού βάρους και του υψηλού δείκτη διάθλασης. Ενώ ταυτόχρονα η ασφαιρική πρόσθια επιφάνεια δίνει ένα λεπτότερο προφίλ του φακού με αποτέλεσμα να μειώνει τις περιφερικές εκτροπές των υψηλών θετικών φακών.

2.5.2 Γυαλί

Στεφανύαλος (crown glass): Είναι το τυπικό είδος γυαλιού για να κατασκευάσουμε οφθαλμικούς φακούς. Εξαιτίας του χαμηλού δείκτη διάθλασης σε σχέση με άλλα υλικά (εκτός από το CR-39) οι φακοί από στεφανύαλο έχουν αρκετά μεγάλο πάχος και βάρος, στην περίπτωση μεγάλων διορθώσεων. Επίσης η χρήση αυτού του υλικού έχει περιοριστεί αρκετά.

Flint: Αποτελεί ένα παλαιότερο τύπο γυαλιού με υψηλό δείκτη διάθλασης, το οποίο κατασκευάζεται με προσθήκη οξειδίων του μολύβδου στο μίγμα του γυαλιού. Ένα βασικό μειονέκτημα είναι ότι δεν μπορούμε να το επεξεργαστούμε για να αυξήσουμε την αντοχή του στη θραύση, όπως στο γυαλί με οξείδια τιτανίου. Στις μέρες μας χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε εργαστήρια για την προστασία των τεχνικών ακτινολογικών μηχανημάτων από τις ακτίνες X.

Γυαλί με υψηλό δείκτη διάθλασης: Δημιουργήθηκε για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του πάχους των ισχυρών φακών και διατίθεται σε 1.6, 1.7 και 1.8 δείκτες διάθλασης. Τα εν λόγω υλικά μειώνουν το κεντρικό πάχος των θετικών φακών και το περιφερικό πάχος των αρνητικών. Ωστόσο σε αυτή την κατηγορία χρησιμοποιείται οξείδιο του τιτανίου και παρουσιάζουν μεγαλύτερο ειδικό βάρος από τη στεφανύαλο. Οπότε ένας φακός από γυαλί με υψηλό δείκτη διάθλασης μπορεί να είναι λεπτότερος αλλά ταυτόχρονα βαρύτερος από έναν άλλο από στεφανύαλο. Ένα άλλο αρνητικό σε αυτούς τους φακούς είναι ο χαμηλός αριθμός του Abbe, δηλαδή η μεγάλη χρωματική εκτροπή στην περιφέρεια στην περίπτωση υψηλών διορθώσεων. Συνεπώς όλα τα

παραπάνω συνιστούν την τοποθέτηση τέτοιου είδους φακών σε μικρούς σκελετούς. (I Coat Company, 2008)

2.6. Μέθοδοι Αξιολόγησης Οφθαλμικών Φακών

Η ποιότητα της όρασης μπορεί να επηρεαστεί από οπτικές εκτροπές που σε κάθε περίπτωση μπορεί να επηρεάσουν το οπτικό σύστημα του ματιού. Για την μέτρηση των οπτικών εκτροπών οι οποίες δίνουν, εν γένει, αντίστοιχα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιηθούν συγκριτικά στους ίδιους οφθαλμούς, έχουν αναπτυχθεί για τον υπολογισμό των οπτικών εκτροπών. Στην πορεία θα παρουσιάσουμε τις αρχές λειτουργίας των βασικότερων μεθόδων για την απευθείας μέτρηση των συνολικών οπτικών εκτροπών στο ανθρώπινο μάτι. Σε όλες τις περιπτώσεις σημείο αναφοράς για την μέτρηση και την απεικόνιση των εκτροπών είναι η γραμμή όρασης του μετρούμενου οφθαλμού.

1^η Μέθοδος

Ονομάζεται Retinal Ray Tracing (RRT). Στην τεχνική Retinal Ray Tracing η δέσμη ενός διοδικού laser εισάγεται στον οφθαλμό παράλληλα με τον οπτικό άξονα διαδοχικά από διαφορετικά σημεία εισόδου. Λόγω των εκτροπών η δέσμη δεν θα έχει κοινό σημείο τομής με τον αμφιβληστροειδή και με τη γραμμή όρασης (κεντρικό βοθρίο) αλλά θα συναντηθεί σε κάποιο άλλο σημείο στο οποίο θα δημιουργήσει μια δευτερογενή πηγή σκεδαζόμενης ακτινοβολίας. Η κατεύθυνση διάδοσης του επιστρέφοντος κύματος είναι εξαρτώμενη από την θέση της δευτερογενούς πηγής. Με χρήση συστήματος φακών των οποίων ο ρόλος είναι να συζεύξουν οπτικά το επίπεδο του αμφιβληστροειδή με αυτό του δέκτη μιας CCD camera μετράται η απόσταση του κεντροειδούς της δευτερογενούς πηγής από το κεντρικό βοθρίο. Από την απόσταση αυτή μπορούμε να υπολογίσουμε την εγκάρσια εκτροπή για το σημείο εισόδου της δέσμης. Μέσω της διαδοχικής μέτρησης των εγκάρσιων εκτροπών για διαφορετικά σημεία εισόδου χαρτογραφούνται οι συνολικές εκτροπές του οπτικού συστήματος του οφθαλμού. Για την λήψη μιας μέτρησης χρησιμοποιούνται 95 διαφορετικά σημεία εισόδου ενώ ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για την διαδοχική σάρωση των σημείων αυτών είναι της τάξης των 20msec.

2^η Μέθοδος

Η εκτροπομετρία Tscherning είναι μια μέθοδος που παρουσιάζει πολλές ομοιότητες την προηγούμενη σημειώνοντας όμως μια βασική διαφορά : Οι δέσμες αντί να προβάλλονται διαδοχικά, προβάλλονται και ανιχνεύονται όλες την ίδια στιγμή. Με στόχο να είναι σαφής η αντιστοιχία των σημείων τομής των δεσμών εισόδου με τις κηλίδες στον αμφιβληστροειδή, οι δέσμες εστιάζονται πριν τον αμφιβληστροειδή χρησιμοποιώντας ένα φακό. Το σύνολο των κηλίδων στον αμφιβληστροειδή απεικονίζεται σε μια κάμερα υψηλής ευαισθησίας. Η επεξεργασία των εικόνων με χρήση ειδικού λογισμικού οδηγεί στον υπολογισμό των οπτικών εκτροπών του οφθαλμού.

3^η Μέθοδος

Η Εκτροπομετρία Shack-Hartmann αρχικά χρησιμοποιήθηκε για να μετρηθούν οι εκτροπές που προκαλούνται στα αστρονομικά τηλεσκόπια λόγω διαταραχών του δείκτη διάθλασης. Για να μετρηθούν οι οφθαλμικές εκτροπές, το 1994, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Liang και τους συνεργάτες του. Βασικό εξάρτημα αυτών των συστημάτων είναι ο αισθητήρας Shack- Hartmann όπου η λειτουργία θα παρουσιαστεί παρακάτω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ

Επιστρώσεις Φακών

Η θεραπεία UV στα γυαλιά οράσεως εμποδίζει τις ακτίνες που μπορούν να βλάψουν τους οφθαλμούς. Η υπερέκθεση σε υπεριώδη ακτίνα θεωρείται η κύρια αιτία του καταρράκτη, του αμφιβληστροειδή και άλλων προβλημάτων στα μάτια.

Μία θεραπεία για την υπεριώδη ακτινοβολία είναι απλή και σύντομη για την προσαρμογή σε πλαστικούς φακούς οράσεως, και δεν αλλάζει την εμφάνιση των φακών. Η εξαίρεση είναι οι πολυανθρακικοί φακοί, οι οποίοι δεν χρειάζονται θεραπεία UV επειδή είναι εγγενή γνώρισμα του υλικού. Πολλά από τα περισσότερα προβλήματα των ματιών συνδέονται με την ακόλουθη αιτία Την ακτινοβολία UV. Διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες βασισμένοι στο μήκος κύματος και στη συχνότητα του φωτός την UVA και την UVB.

Ως φυσικός μηχανισμός προστασίας, ο κερατοειδής του ματιού απορροφά όλη την UV ακτίνα. Αλλά μερική από την UV-A φτάνει στους φακούς των οφθαλμών, και με την πάροδο του χρόνου αυτή η απορρόφηση μπορεί να οδηγήσει σε καταρράκτη. Η μικρή ποσότητα της UV-A η οποία μπορεί να περάσει μέσω του κερατοειδή και να φτάσει στον αμφιβληστροειδή, μπορεί εν τέλει τελικά να οδηγήσει σε εκφύλιση της ωχράς κηλίδας, η κύρια αιτία τύφλωσης σε άτομα ηλικίας άνω των 65 ετών. Έντονη και παρατεταμένη έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει είτε καρκίνο του οφθαλμού ή φωτοτραυματική, η οποία είναι ουσιαστικά ηλιακά εγκαύματα σε αμφιβληστροειδή σας.

Η σωστή επίστρωση UV για τα γυαλιά ηλίου μπορεί να εξαλείψει την υπεριώδη ακτινοβολία, και τα γυαλιά του ηλίου θα πρέπει να ελεγχθούν για να είναι βέβαιο ότι τα γυαλιά ηλίου σας φιλτράρουν το 100 τοις εκατό των δύο τύπων της υπεριώδους ακτινοβολίας.

3.1 Επίστρωση ανθεκτική στις γρατσουνιές

Κανένα υλικό γυαλιών οράσεως – ούτε καν το γυαλί που είναι από τα πιο ανθεκτικά στις γρατσουνιές, δεν είναι εντελώς ανθεκτικό σε αυτές. Παρόλα αυτά ένας φακός καλύπτεται μπροστά και πίσω με μία καθαρή, σκληρή επίστρωση που το κάνει πιο ανθεκτικό στις γρατσουνιές αν τα γυαλιά πέσουν στο πάτωμα ή καθαρίζονται

περιστασιακά με ένα κομμάτι χαρτί. Οι φακοί που φορούν τα παιδιά, συγκεκριμένα, επωφελούνται από μία επίστρωση που είναι ανθεκτική στις γρατσουνιές.

Σήμερα οι περισσότεροι τύποι από τους πλαστικούς φακούς, περιλαμβάνοντας και αυτούς των υψηλών δεικτών, οι πολυκαρβονικοί και οι παραδοσιακά υλικά των φακών είναι ενσωματωμένοι σε επιστρώσεις που αντιστέκονται στις γρατσουνιές. Αφού οι επιστρώσεις που αντιστέκονται στις γρατσουνιές είναι μερικές φορές προαιρετικές,, θα πρέπει να δοθεί οδηγία στον οπτικό ότι θα πρέπει να συμπεριληφθούν στα γυαλιά. Λόγω του γεγονότος ότι η επίστρωση κατά της γρατσουνιάς δεν μπορούν να προστατέψουν τελείως τους φακούς από την φθορά, καλό θα ήταν τα γυαλιά να φυλάσσονται σε μία θήκη με κατάλληλο ύφασμα, και θα πρέπει να καθαρίζονται με ένα πανί με μικρο ίνες και τις οδηγίες καθαρισμού που έχει συστήσει ο οπτικός.

Οι επιστρώσεις που προστατεύουν από γρατσουνιές είναι ταινίες που φτιάχνονται από αδαμαντοειδή άνθρακα και πολυκρυσταλλικά αδαμαντινα υλικά. Μέσα από την διαδικασία του ιονισμού, μία λεπτή αλλά ανθεκτική σε διάρκεια ταινία εφαρμόζεται στην επιφάνεια των φακών που προστατεύει τους φακούς από τις γρατσουνιές.

Υπάρχουν αρκετές τεχνολογικές καινοτομίες που εφαρμόζονται σε αυτές τις επιστρώσεις

3.1.1 Εφαρμοσμένες Μέθοδοι

Εφαρμογή Spin

Η επίστρωση spin είναι μία διαδικασία όπου μία επίστρωση σε υγρή μορφή περιχύνεται στο κέντρο της επιφάνειας των φακών, η οποία μετά περιστρέφεται σε υψηλή ταχύτητα για να απλωθεί στην επίστρωση, σχηματίζοντας μία ομοιόμορφη λεπτή επίστρωση.

Dip Application Ανόμοια με την προηγούμενη μέθοδο, στην προκειμένη διαδικασία οι φακοί είναι εντελώς βυθισμένοι στην επίστρωση κάτω από ορισμένες συνθήκες σχηματίζοντας μία ομοιόμορφη λεπτή επίστρωση στην επιφάνεια των φακών

Θεραπευτικές Μέθοδοι

Στην θεραπευτική μέθοδο με την θεραπεία UV, η υπεριώδης ακτινοβολία αντιδρά με τους φακούς επιστρωμένο με φόρμουλα επίστρωσης που είναι ανθεκτική σε γρατσουνιές για να δημιουργήσει διάρκεια και επιθυμητή προστασία από τις γρατσουνιές.

Θεραπεία μέσω της θερμοκρασίας

Σε αυτή τη μέθοδο, οι επιστρωμένοι φακοί τοποθετούνται για την δημιουργία της προστασίας σε ένα φούρνο υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας για να δημιουργηθούν οι ζητούμενες προϋποθέσεις για την προστασία από τις γρατσουνιές.

3.2 Αντι -ανακλαστικές Επιστρώσεις

Οι αντί-ανακλαστικές επικαλύψεις είναι οπτικές επικαλύψεις οι οποίες εφαρμόζονται στην επιφάνεια των φακών και άλλων οπτικών συσκευών για να μειώσουν την αντανάκλαση. Οι αντί ανακλαστικές επιστρώσεις κατασκευασμένες από αρκετά στρώματα, από πολύ σκληρά μεταλλικά οξείδια λεπτής μεμβράνης, που επιστρώνεται στην επιφάνεια του φακού. Κάθε ένα από αυτά τα στρώματα έχουν χημικώς κατασκευαστεί για να εμποδίζουν το φως που αντανακλάται από την πρόσδοση ενός δείκτη διάθλασης που είναι κάπου μεταξύ του δείκτη διαθλάσεις του αέρα και γυαλιού. Αυτό προκαλεί την ένταση του φωτός που ανακλάται από την εσωτερική επιφάνεια και το φως που ανακλάται από την εξωτερική επιφάνεια του φιλμ να είναι σχεδόν ίσα, ακυρώνοντας ο ένας τον άλλον μέσω καταστροφικής παρεμβολής και εξαλείφοντας το έντονο φως. Αυτό αυξάνει την ποσότητα του ορατού φωτός που διατίθενται στο μάτι βελτιώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της όρασης

Καλό θα ήταν να μη θεωρηθούν ότι οι φακοί οράσεως είναι πλήρως αποτελεσματικοί αν δεν έχουν αντί-ανακλαστικές επικαλύψεις. Οι αντί-ανακλαστικές επικαλύψεις εξαλείφουν τις περισσότερες επιφανειακές αντανακλάσεις στους φακούς οράσεως (εξωτερικοί και εσωτερικοί) – αντανακλάσεις που είναι και οι δύο αισθητικά απωθητικοί, καθώς μειώνεται η επαφή με τα μάτια και μπορεί να παρέμβει στην όραση.

Έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι φακοί με αντί – αντανακλαστικές επιστρώσεις παρέχουν καλύτερη όραση από ίδιους φακούς χωρίς αυτή. Μελέτες επίσης έχουν δείξει ότι οι καταναλωτές έχουν την τάση να δουλεύουν πιο άνετα δουλεύοντας στον υπολογιστή όταν φοράνε φακούς με αντί ανακλαστικές επιστρώσεις σε σύγκριση με όμοιους φακούς χωρίς αυτές τις επιστρώσεις.

3.2.1 Πλεονεκτήματα της Αντι αντανακλαστικής Επίστρωσης

Οφέλη από επίστρωση AR

Αντι ανακλαστικές επιστρώσεις για τα γυαλιά εξυπηρετούν πολλούς σκοπούς. Μία αντί-ανακλαστική επίστρωση μπορεί να είναι ευεργετική κατά τη νυχτερινή οδήγηση. Θα μειώνει την αντηλιά και «είδωλα» από τα φώτα, καθώς μπορεί και να μειώσει επίσης την καταπόνηση των ματιών που προκαλούνται από φωτισμό οροφής. Συχνά, τα άτομα που φορούν γυαλιά ή φακούς αντιμετωπίζουν ένα φωτοστέφανο γύρω από τους προβολείς και τα φώτα του δρόμου όταν οδηγούν στο σκοτάδι. Μία αντί-ανακλαστική επίστρωση εξουδετερώνει αυτό το αποτέλεσμα και μπορεί να κάνει τη νυχτερινή οδήγηση λιγότερο επικίνδυνη από μια απόσπαση της προσοχής.

Επίσης η εργασία σε έναν υπολογιστή για παρατεταμένο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε καταπόνηση των ματιών και οι μύες των ματιών να κουραστούν για να διακριθούν συγκεκριμένες περιοχές της οθόνης και να προσπαθούν να ξεπεράσουν το πρόβλημα που δημιουργεί το έντονο Τυπικά συμπτώματα της καταπόνηση των ματιών, ενώ εργάζονται στον υπολογιστή περιλαμβάνουν θόλωση όρασης, ξηροφθαλμία, και ερεθισμό. Οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις μπορεί να μειώσουν την καταπόνηση των ματιών και καθιστά δυνατό τα άτομα ικανά να εργαστούν στον υπολογιστή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς δυσκολία. Εάν υπάρχει καταπόνηση των ματιών, δεν έχει σημασία ο λόγος, αλλά η αντί-ανακλαστική επίστρωση για τα γυαλιά σας μπορεί να είναι να βοηθήσει.

Οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις για τα γυαλιά, επίσης, παρέχουν αυξημένη αισθητική εμφάνιση, ειδικά κατά τη λήψη φωτογραφιών, ενώ κάποιος φοράει τα γυαλιά του. Με τα γυαλιά που δεν έχουν αντι-ανακλαστική επίστρωση, οι εξωτερικές εικόνες τείνουν να αντικατοπτρίζονται από τα γυαλιά και αποκλείονται από τα μάτια του χρήστη. Τα Αντι-ανακλαστικά γυαλιά εξασφαλίζουν ότι όλες οι εικόνες είναι κανονικά ορατές. Οι Αντιανακλαστικές επιστρώσεις επίσης ενισχύουν την ποιότητα και επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής των γυαλιών, παρέχοντας ανώτερη αντοχή στις γρατζουνιές, ανθεκτικότητα και αντοχή σε βρωμιά, τη σκόνη, το νερό και μουτζούρες.

3.3 Επιστρώσεις Καθρέπτη

Σε αντίθεση με αντι-ανακλαστική επίστρωση, η οποία είναι πολύ καθαρή, οι επιστρώσεις καθρέπτη είναι έντονες δηλώσεις του χρώματος. Ακριβώς όπως το όνομα υπονοεί, μια επίστρωση καθρέπτη είναι εξαιρετικά ανακλαστική (απέναντι σε αντί-ανακλαστική).

Επιστρώσεις καθρέπτη είναι διακοσμητικού χαρακτήρα και είναι διαθέσιμες σε μια ποικιλία χρωμάτων και ο χρήστης δεν αντιλαμβάνεται καμία διαφορά στην όραση, ανεξάρτητα από το τι χρώμα είναι η επικάλυψη είναι. Μόνο εκείνοι που κοιτάνε το άτομο που φοράει τα γυαλιά μπορεί να δει το χρώμα της επίστρωσης του καθρέπτη. Οι επιστρώσεις καθρέπτη είναι γενικά εφαρμόσιμες σε αποχρώσεις γυαλιών ηλίου. Προφανώς, μία υψηλά ανακλαστική επίστρωση εμποδίζει άλλους από το να δουν τα μάτια από αυτόν που φοράει τα γυαλιά.

Ένα κοινό πρόβλημα με τα γυαλιά ηλίου είναι όταν το φως που χτυπάει στο πίσω μέρος των φακών και αναπηδά στα μάτια. Μια πίσω επικάλυψη συνιστάται συνήθως με τα γυαλιά ηλίου για να μειωθεί οποιαδήποτε αντανάκλαση στην πίσω πλευρά (η επιφάνεια του φακού πλησιέστερο με το μάτι).

Αλλά η επικάλυψη στην πίσω πλευρά του φακού με επίστρωση AR βοηθά στη μείωση των αντανάκλασης του φωτός που εισέρχονται από το πίσω σας και να αναπηδήσει από την επιφάνεια στα μάτια σας. Η πίσω πλευρά επικάλυψη φακός γυαλιών ηλίου είναι πολύ πιο άνετα από ό, τι ένα γυμνό φακό γυαλιών ηλίου

Οι επιστρώσεις καθρέπτη μπορούν να προσαρμοστούν και σε γυαλιά από συνταγή.

Σχετικά με τα γυαλιά ηλίου, που είναι συνήθως πολωμένοι φακοί που προστατεύουν από βλαβερές ακτίνες ηλίου και μειώνουν από την αντανάκλαση του φωτός ή την αντηλιά. Με την εφαρμογή μίας επίστρωσης καθρέπτη οι επικίνδυνες αυτές ακτίνες μπορούν να εμποδίσουν την είσοδο στα μάτια.

Οι επιστρώσεις καθρέπτη είναι σε διαφορετικές πυκνότητες Φλας και συμπαγή. Οι συμπαγείς καθρέπτες συνήθως αντικατοπτρίζουν περισσότερο φως από τους άλλους. Έτσι για τους συμπαγής το εργαστήριο εφαρμόζει περισσότερα στρώματα της επίστρωσης από ότι στους φλας.

3.4 Συμβουλές για τον καθαρισμό γυαλιών

Αν και οι περισσότεροι από τους οφθαλμικούς φακούς αυτές τις μέρες αντιμετωπίζονται με ειδικές οπτικές θεραπείες, όπως ανθεκτικά στις γρατσουνιές προστασίας και αντί-ανακλαστική προστασία, όλοι οι φακοί απαιτούν προσεκτικές και αποτελεσματικές διαδικασίες καθαρισμού για τη διατήρηση των οπτικών των φακών. Ο τακτικός καθαρισμός των γυαλιών θα αυξήσει τη διάρκεια ζωής τους, ενώ δίνει την καλύτερη οπτική διαύγεια σε σύγκριση με το ακάθαρτους φακούς.

Οι φακοί δεν θα πρέπει να σκουπίζονται ενώ είναι ξηροί. Πάντα θα πρέπει να χρησιμοποιείται νερό ή διάλυμα καθαρισμού σχεδιασμένο για AR επικάλυψη φακούς.

Οι φακοί θα πρέπει να καθαρίζονται καθημερινά με ένα ήπιο σαπούνι και ζεστό νερό, και να ξεπλένονται και στη συνέχεια στεγνώστε με ένα καθαρό, μαλακό πανί.

Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται προϊόντα από χαρτί για τους φακούς. Τα περισσότερα προϊόντα χαρτιού, όπως χαρτί, περιέχουν μολύνσεις που μπορεί να χαράξει το φακό

Θα πρέπει να αποφεύγετε η έκθεση των φακών σε σπρέι μαλλιών και των καθαριστικών ψεκασμού οικιακής χρήσης. Μπορούν να περιέχουν χημικές ουσίες που μπορούν να βλάψουν τους φακούς.

- Πάντα θα πρέπει να αποθηκεύονται τα γυαλιά σε μία καθαρή προστατευτική θήκη όταν δεν φοριέται.
- Δεν θα πρέπει τα γυαλιά να εκτίθενται σε ακραίες θερμοκρασίες. Ακραίες θερμοκρασίες προκαλούν διαστολή και συστολή των υλικών του φακού με αποτέλεσμα τη βλάβη των φακών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΦΩΤΟΧΡΩΜΙΑ

Γενικά

Οι οφθαλμολογικοί φακοί, τόσο οι οργανικοί όσο και οι κρυστάλλινοι μπορούν να υποστούν διάφορες επιστρώσεις στην επιφάνεια τους έτσι ώστε να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις του καταναλωτή.

4.1 Φωτοχρωμικοί Φακοί

Οι οφθαλμολογικοί φακοί με επίστρωση φωτοχρωμίου έχουν την ιδιότητα να είναι αντιθαμβωτικοί. Οι φακοί αυτοί έχουν την ικανότητα να αλλάζουν χρώμα ανάλογα με την ένταση των UV ακτινών που δέχονται, αποδίδοντας άριστη οπτική απόδοση. Οι Φωτοχρωμικοί φακοί προστατεύουν τα μάτια από τον ήλιο ή σε οποιαδήποτε καιρική συνθήκη. Οι φακοί προστατεύονται με μία πρόσθετη ρητίνη που αφαιρεί τη συμπύκνωση που διαμορφώνεται στην επιφάνεια του φακού κατά τη διάβαση από το καυτό στο κρύο. Ο φακός μπορεί να αλλάξει χρώμα μόνο σε διάστημα λίγων δευτερολέπτων κατά το πέρασμα από το φως στο σκοτάδι και σε λίγα περισσότερα δευτερόλεπτα από το σκοτάδι στο φως. Οι Φωτοχρωμικοί φακοί είναι διαυγείς (ή σχεδόν διαυγείς) σε εσωτερικούς χώρους και σκουραίνουν αυτόματα σε εξωτερικούς χώρους όπου υπάρχει το φως του ήλιου. Μπορούν επίσης να προστατεύουν τα μάτια από το εντελώς από την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου.

Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν τους φωτοχρωμικούς φακούς πολύ βολικούς για τον καταναλωτή, διότι μειώνουν την ανάγκη να φορά γυαλιά ηλίου με συνταγή γιατρού, στις περισσότερες εξωτερικές συνθήκες.

Οι σύγχρονοι φωτοχρωμικοί Φακοί περιλαμβάνουν μια ευρεία ποικιλία από υλικά του φακού. Στην περίπτωση που προτιμώνται πολυανθρακικοί φακοί, υψηλού δείκτη φακοί ή φακοί από πλαστικό ή γυαλί, θεωρητικά μπορούν να αποκτηθούν οι φωτοχρωμικοί φακοί που θα εξυπηρετήσουν τις ανάλογες ανάγκες του χρήστη.

Οι Φωτοχρωμικοί φακοί είναι επίσης κατάλληλοι για τα παιδιά, που έχουν την τάση να περνούν περισσότερο χρόνο σε εξωτερικούς χώρους από ό, τι οι περισσότεροι ενήλικες. Οι ειδικοί λένε ότι ο κίνδυνος για καταρράκτη και άλλες οπτικές παθήσεις σχετίζονται με την ηλικία τα προβλήματα των ματιών και σαφώς με την έκθεση της ζωής ενός ατόμου στις ακτίνες UV του ήλιου, προστατεύοντας έτσι τα μάτια του παιδιού από νωρίς ώστε να αποκλειστεί η πιθανότητα να εμφανιστούν προβλήματα καθώς το παιδί θα περάσει στην ενηλικίωση να θα μπορούσε να πληρώσει τα

μερίσματα, όταν αυτός ή αυτή είναι ένα ώριμο ενήλικα. Συγκεκριμένα, τα πολυκαρβονικά είναι το ασφαλέστερο υλικό για τους φακούς για τα παιδιά, παρέχοντας έως και 10 φορές αντοχή στην κρούση περισσότερο σε σύγκριση με υλικά άλλων φακών (Gary Heiting, 2007)



Εικόνα 8 Φωτοχρωμικοί Φακοί

4.2 Ιατρικές Εφαρμογές σε Φωτοχρωμικούς φακούς

*

Εκτός από την προσαρμογή αυτόματα σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού, ορισμένοι φακοί φωτοχρωμικού υλικού έχουν επίσης ιατρικές εφαρμογές.

Ορισμένοι φακοί από φωτοχρωμικό γυαλί έχουν ειδικά κόκκινα χρώματα. Αυτοί οι φακοί και μερικές φορές χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της όρασης των ασθενών που έχουν διάφορες παθολογίες οφθαλμού, συμπεριλαμβανομένης της εκφύλισης της ωχράς κηλίδας. Οι γιατροί που ειδικεύονται σε χαμηλή όραση είναι εξοικειωμένοι με αυτούς τους φακούς και μπορούν να καθορίσουν αν θα είναι αποτελεσματικοί για συγκεκριμένα προβλήματα όρασης. Οι φωτοχρωμικοί φακοί είναι σκουρότεροι στην έκθεση σε ορισμένες μορφές ηλιακής ακτινοβολίας, και περισσότερο στην υπεριώδη ακτινοβολία. Όταν η φωτεινή

πηγή μεταβάλλεται (για παράδειγμα με την είσοδο του υποκειμένου σε εσωτερικό χώρο), οι φακοί σταδιακά γυρνάνε στην αρχική τους κατάσταση. Οι φωτοχρωμικοί φακοί πιθανώς είναι φτιαγμένοι από γυαλί, από πολυανθρακικό ή από άλλο πλαστικό. (Eppiq et al, 2012)

4.3 Εφεύρεση

Οι φωτοχρωμικοί φακοί αναπτύχθηκαν από τον πρωτοπόρο ειδικό σε κατασκευή γυαλιών, Roger Araujo που εργαζόταν στην Corning Glass Works Inc, και δημιούργησε την πρώτη μαζική παραγωγή ποικίλων φακών με αποχρώσεις

Τεχνικά στοιχεία

Η έκδοση γυαλιού αυτών των φακών επιτυγχάνουν τις φωτοχρωμικές ιδιότητες τους μέσω ενσωμάτωσης των μικροκρυστάλλων αλογονιδίων αργύρου (συνήθως χλωριούχου αργύρου), ή μορίων σε ένα γυάλινο υπόστρωμα. Οι πλαστικούς φωτοχρωμικοί φακοί βασίζονται σε οργανικά φωτοχρωμικά μόρια (για παράδειγμα οξαζινών και ναφθοπυρανών) για να επιτευχθεί το αναστρέψιμο φαινόμενο μελάγχρωσης. Ο λόγος που οι φακοί αυτοί σκουραίνουν στο ηλιακό φως, αλλά όχι σε εσωτερικούς χώρους κάτω από τεχνητό φως, είναι ότι το φως του δωματίου δεν περιλαμβάνει το υπεριώδες (μικρό φως μήκους κύματος) που βρίσκεται στο φως του ήλιου. Τα παράθυρα του αυτοκινήτου εμποδίζουν επίσης τη UV, ώστε οι φακοί να σκουραίνουν λιγότερο σε ένα αυτοκίνητο. Φακοί που σκουραίνουν στο ορατό φως (αντί UV) θα απέφευγαν αυτά τα προβλήματα, αλλά αυτό δεν είναι εφικτό για τις περισσότερες εφαρμογές. Προκειμένου να ανταποκριθεί στο φως, είναι απαραίτητο να το απορροφήσει, και έτσι το γυαλί, που δεν θα μπορούσε να φτιαχτεί για να είναι καθαρό σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Αυτό συνεπάγεται ότι ορθώς οι φωτοχρωμικοί φακοί δεν είναι απολύτως διαφανείς: φιλτράρουν την υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα, επειδή το ανθρώπινο μάτι δεν βλέπει στο υπεριώδες φάσμα.

Με το φωτοχρωμικό υλικό να διασπείρεται στο γυάλινο υπόστρωμα, ο βαθμός που σκουραίνει εξαρτάται από το πάχος του γυαλιού, το οποίο δημιουργεί προβλήματα με το μεταβλητό πάχος φακούς σε γυαλιά που συστήνονται από συνταγή. Με πλαστικούς φακούς, το υλικό είναι συνήθως ενσωματωμένο στο επιφανειακό στρώμα του πλαστικού σε ομοιόμορφο πάχος έως 150 μm .

Τυπικά, οι φωτοχρωμικοί φακοί σκουραίνουν ουσιαστικά ως ανταπόκριση στην υπεριώδη ακτινοβολία σε λιγότερο από ένα λεπτό, και στη συνέχεια συνεχίζουν να σκουραίνουν πολύ ελαφρά κατά τα επόμενα δεκαπέντε λεπτά. Οι φακοί θα αρχίσουν να καθαρίζουν το συντομότερο όσο είναι μακριά από την υπεριώδη ακτινοβολία, και θα είναι αισθητά ελαφρύτεροι μέσα σε δύο λεπτά και ως επί το πλείστον καθαροί μέσα σε πέντε λεπτά. Ωστόσο, συνήθως χρειάζεται περισσότερο από δεκαπέντε λεπτά για τους φακούς για να καθαρίσουν εντελώς στη μην εκτεθειμένη τους κατάσταση. Σε μια μελέτη από το Ινστιτούτο Οφθαλμολογίας στο University College του Λονδίνου, έχει υποστηριχθεί ότι ακόμα και σε σκοτεινές συνθήκες οι φωτοχρωμικοί φακοί μπορούν να απορροφήσουν έως και 20% του φωτός του περιβάλλοντος.

Λόγω του γεγονότος ότι οι φωτοχρωμικές συνθέσεις οδηγούνται στην καθαρή τους κατάσταση μέσα από μία θερμική διαδικασία, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία, τόσο πιο σκοτεινοί θα γίνουν οι φωτοχρωμικοί φακοί. Το θερμικό φαινόμενο καλείται εξάρτηση από την θερμότητα και εμποδίζει αυτές τις συσκευές από το να επιδεικνύουν πραγματική σκοτεινιά γυαλιών ηλίου σε πολύ ζεστό καιρό. Αντιστρόφως, οι φωτοχρωμικοί φακοί θα γίνουν πολύ σκοτεινοί σε χαμηλές θερμοκρασίες, πράγμα που τους κάνει απόλυτα κατάλληλους για άτομα που κάνουν σκι από παρά για αυτούς που επισκέπτονται μέρη με πολύ ήλιο όπως είναι η παραλία. Στον εσωτερικό χώρο, μακριά από την έκθεση σε ακτινοβολία UV, οι χαμηλοί σε θερμοκρασία φακοί θέλουν περισσότερο χρόνο να ανακτήσουν την διαφάνεια τους από ότι αυτοί που είναι σε υψηλότερη θερμοκρασία (Erriq et al, 2012)

Ένας αριθμός κατασκευαστών γυαλιών ηλίου προσφέρει προϊόντα που χρησιμοποιούν φωτοχρωμία για να κάνουν φακούς που μεταβαίνουν από μία σκούρα σε μία σκουρότερη κατάσταση. Επειδή αυτά τα προϊόντα είναι σε απόχρωση που προσεγγίζει το λευκό, χρησιμοποιούνται συνήθως μόνο εξωτερικά και δεν θεωρούνται ως φακοί γενικής χρήσεως.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για τους φωτοχρωμικούς φακούς. Το κύριο πλεονέκτημα είναι ότι θα σκουρύνουν σε μια απόχρωση γυαλιών όταν εκτίθεται σε υπεριώδη εξαλείφοντας έτσι την ανάγκη του καταναλωτή να μεταφέρει ένα ξεχωριστό ζευγάρι γυαλιά ηλίου για την προστασία από τις επιβλαβείς UV ηλιακές ακτίνες.

Το κύριο μειονέκτημα των φακών φωτοχρωμικού είναι ότι δεν μπορούν προσαρμοστούν άμεσα. Θα μπορούσε να πάρει μέχρι δύο λεπτά για τους φακούς για

την αναγκαία αλλαγή από το φως στο σκοτάδι ή το αντίστροφο. Ένα άλλο μειονέκτημα για ορισμένους χρήστες είναι ότι δεν θα σκουραίνει όταν φοριέται μέσα στα αυτοκίνητα (παρμπρίζ / πράσινο γυαλί απορροφά σχεδόν το 100% της υπεριώδους φωτός). Από τη στιγμή που δεν μαυρίζουν τα οχήματα στο εσωτερικό, μπορεί να μην είναι επαρκής η οδήγηση με αυτά τα γυαλιά.

Τώρα θα περιγράψουμε πως κάποια γυαλιά αλλάζουν σε γυαλιά ηλίου όταν εκτίθενται στον ήλιο

Ορισμένες εταιρείες γυαλιών έχουν επενδύσει στην ανάπτυξη ζεύγη φακών που συνδυάζουν τα γυαλιά μυωπίας και γυαλιά ηλίου σε ένα βολικό πλαίσιο. Επίσης γνωστό ως φωτοχρωμικό γυαλί, αυτοί οι φακοί με τις ειδικές ευαισθησίες στο φως εφευρέθηκαν στη δεκαετία του '60 και σχηματίζονται χρησιμοποιώντας μια ένωση χλωριούχου αργύρου ως επίστρωση στο φακό. Η ένωση κυμαίνεται από μία συγκέντρωση από 0,01 έως 0,001 τοις εκατό. Εκτός από το χλωριούχο άργυρο, χλωριούχος χαλκός εφαρμόζεται επίσης στους φακούς. Το κλειδί για τον χρωματισμό των γυαλιών είναι το φως του ήλιου. Καθώς το ηλιακό φως περνά μέσα από τους φακούς, υπεριώδεις ακτίνες επηρεάζουν τον χλωριούχο άργυρο με τον διαχωρισμό των δύο ιόντων. Το υπεριώδες φως, συν τα ιόντα χλωριδίου συνδυάζονται για να κάνουν ιόν χλωριδίου συν ένα ηλεκτρόνιο Αυτή το ελεύθερο ηλεκτρόνιο συνδυάζεται με το θετικό ιόν αργύρου για να σχηματίσουν ένα ουδέτερο άτομο αργύρου Η μη πλήρωση του αργύρου και των ατόμων χλωρίου που συσσωρεύονται κατά την αντίδραση στην υπεριώδη ακτινοβολία, είναι ικανά να αναπτύσσουν ένα μπλε-γκρι στρώμα κατά μήκος της επιφάνειας του φακού.

Ενδεχομένως να υπάρχει η απορία, πως ο χρήστης των γυαλιών είναι σε θέση να δει μέσα από αυτήν την επιφάνεια αφού είναι επικαλυμμένη με άργυρο και χλωρίου. Αυτή η ιδιότητα εξηγείται ως εξής :όταν ο φακός πρώτα επικαλύπτεται με τα ιόντα, η μέθοδος διεξάγεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να τους επιτρέπει να ψυχθούν; σε μικροσκοπικούς κρυστάλλους χλωριούχου αργύρου. Δεδομένου ότι οι κρύσταλλοι είναι τόσο μικροί, τα μεγαλύτερα μήκη κύματος του ορατού φωτός τους αποτρέψει από το να είναι ορατοί από το ανθρώπινο μάτι. Ωστόσο, οι μικρότερες ακτίνες φωτός UV είναι σε θέση να αλληλοεπιδρούν με αυτά, προκειμένου να παραχθεί η επιθυμητή απόχρωση.

Άλλη μια πιθανή απορία θα μπορούσε να είναι με ποιο τρόπο μπορεί να ανατραπεί η απόχρωση. Όταν οι φακοί δεν είναι σε έντονο φως (δηλαδή είναι σε εσωτερικούς χώρους, ελάχιστη ποσότητα υπεριώδους ακτινοβολίας περνάνε. Επειδή η ακτινοβολία

δεν είναι πια μέρος μιας χημικής αντίδρασης, τα ελεύθερα άτομα αργύρου και χλωρίου μπορούν να χειραφετηθούν. Ο χλωριούχος χαλκός αντιδρά με το χλώριο για να σχηματίσει ιόν χλωρίου με αριθμό οξείδωσης 2 και ιόν χλωρίου με αριθμό οξείδωσης -1. Μετά, όταν το ιόν χαλκού συνδυάζεται με άργυρο για να σχηματίσει κατιόν χαλκού και αργύρου. Η επανένωση χλωρίου και αργύρου γίνεται πάλι για να σχηματιστεί η πρωτότυπη σύνθεση χλωριούχου αργύρου και ο χαλκός επανέρχεται στον αρχικό χλωριούχο χαλκό.

Η φωτοχρωμία είναι η ανάστροφη μετατροπή ενός χημικού είδους μεταξύ δύο μορφών από την απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, όπου οι δύο μορφές έχουν διαφορετικά φάσματα απορρόφησης. Κοινώς, αυτό μπορεί να περιγραφεί ως μια αναστρέψιμη αλλαγή χρώματος κατά την έκθεση στο φως. Το φαινόμενο ανακαλύφθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1880, συμπεριλαμβανομένων των εργασιών του Markwald, ο οποίος μελέτησε την αντιστρεπτή αλλαγή του χρώματος μιας χημικής ουσίας κατά τη στερεά κατάσταση. Ονόμασε αυτό το φαινόμενο "φωτοτροπία", και αυτό το όνομα χρησιμοποιήθηκε μέχρι το 1950, όταν ο Yehuda Hirshberg, του Ινστιτούτου Φυσικής Science Weizmann στο Ισραήλ πρότεινε τον όρο "φωτοχρωμία". Η φωτοχρωμία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο οργανικές και ανόργανες ενώσεις, και επίσης, έχει τη θέση του σε βιολογικά συστήματα (π.χ. του αμφιβληστροειδούς κατά τη διαδικασία της όρασης).

Η φωτοχρωμία δεν έχει ακριβή ορισμό αλλά συνήθως αυτό που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις ενώσεις που υποβάλλονται σε αναστρέψιμη φωτοχημική αντίδραση όπου μια ζώνη απορρόφησης στο ορατό μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, αλλάζει δραματικά το φάσμα, στη δύναμη ή στην δύναμη του μήκους κύματος.

Μερικές φορές, και συγκεκριμένα στην βιομηχανία βαφής, ο όρος αντίστροφη φωτοχρωμία χρησιμοποιείται για να περιγράψει υλικά τα οποία υποβάλλονται σε μία μόνιμη αλλαγή βαφής επάνω στην έκθεση σε υπεριώδη ή ορατή ακτινοβολία. Επειδή εξ ορισμού η φωτοχρωμία είναι κάτι αναστρέψιμο, δεν υπάρχει τεχνικά κάτι τέτοιο ως μη αναστρέψιμη φωτοχρωμία και αυτές οι έννοιες είναι καλύτερα να αναφέρονται σαν φωτοεναλλακτικές και φωτοαντιδραστικές βαφές. Πέρα από τις ιδιότητες που αναφέρθηκαν, αρκετές άλλες ιδιότητες των φωτοχρωμικών είναι σημαντικές για τη χρήση τους. Αυτά περιλαμβάνουν :

-Πεδίο κβάντων της φωτοχημικής αντίδρασης. Αυτό προσδιορίζει την ικανότητα της φωτοχρωματικής αλλαγής όσο αναφορά το φως που θα απορροφηθεί. Το κβαντικό πεδίο του ισομερισμού εξαρτάται πολύ από τις συνθήκες.

- Αντοχή Στα φωτοχρωματικά υλικά, η εξάντληση αναφέρεται στην απώλεια της αναστροφής όπως φωτολεύκανση και φωτοοξειδωση αλλά και άλλες αντιδράσεις. Όλα τα φωτοχρωματικά υλικά υπόκεινται σε αλλοίωση σε κάποιο επίπεδο αλλά η τιμή τους εξαρτάται από το ενεργό φως και τις συνθήκες του δείγματος.
- Φωτοστατική κατάσταση. Τα Φωτοχρωμικά υλικά έχουν δύο καταστάσεις και αλληλομετατροπή τους μπορεί να ελεγχθεί χρησιμοποιώντας διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός. Η Διέγερση με οποιοδήποτε δεδομένο μήκος κύματος του φωτός θα έχει ως αποτέλεσμα ένα μίγμα των δύο καταστάσεων σε μια συγκεκριμένη αναλογία, το οποίο ονομάζεται "κατάσταση φωτοσταθερότητας".
- Η πολικότητα και διαλυτότητα. Προκειμένου να ενσωματωθεί φωτοχρωμα σε συστήματα εργασίας, θα πρέπει να υφίστανται τα ίδια προβλήματα με άλλες χρωστικές. Συχνά υπόκεινται σε μία ή περισσότερες καταστάσεις, που οδηγούν σε πολύ υψηλή πολικότητα και πιθανές μεγάλες αλλαγές στην πολικότητα. Επίσης, συχνά περιέχουν μεγάλα συζευγμένα συστήματα που περιορίζουν τη διαλυτότητά τους.

4.4 Μη Φωτοχρωμικού υλικού χρωματιστοί φακοί

Επίσης υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις για τους φακούς φωτοχρωμικού προκειμένου να βελτιωθεί η οπτική άνεση. Αυτή είναι οι φακοί με αποχρώσεις που παραμένουν σταθερές σε όλες τις ώρες.

Οι αποχρώσεις από σχεδόν οποιοδήποτε χρώμα μπορεί να εφαρμοστεί σε φακούς γυαλιών. Οι αποχρώσεις είναι ελαφρύτερες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για λόγους αισθητικής ώστε να ενισχύσουν την εικόνα του χρήστη. Οι πιο σκούρες αποχρώσεις επιτρέπουν στο χρήστη να χρησιμοποιήσει τα γυαλιά και ως φακούς για τον περιορισμό του φωτός.

Το χρώμα μπορεί να προστεθεί σε ένα φακό ως στερεά απόχρωση, όπου το σύνολο του φακού έχει την ίδια πυκνότητα χρώματος, ή ως αποκλίνουσα απόχρωση, όπου η πυκνότητα του χρώματος είναι σκοτεινότερη στην κορυφή του φακού και σταδιακά εξασθενίζει να καθαρίσει ή σχεδόν καθαρό προς το πυθμένα.

Διαφορετικά χρώματα μπορεί να εφαρμοστεί σε φακούς για διάφορους σκοπούς:

Το κίτρινο συχνά προστίθεται προκειμένου να βελτιώσει την αντίθεση, ειδικά σε συνθήκες συννεφιάς, κάνοντας τα δημοφιλή στο καταναλωτικό κοινό που θέλει γυαλιά με γυρίσματα.

Το πράσινο, ή το παρεμφερή G-15 που είναι το κλασσικό χρώμα των φακών της μάρκας γυαλιών ηλίου Ray – ban, πολλές φορές χρησιμοποιείται σαν απόχρωση των γυαλιών, παρόλο που το καφέ και το γκρι είναι πιο δημοφιλές στις ηλιακές σκιές.

Το κόκκινο, είναι λιγότερο συνηθισμένο χρώμα που προτιμάται αλλά είναι δημοφιλές ωστόσο ανάμεσα σε ανθρώπους που προτιμούν να βλέπουν μέσα από κόκκινο φίλτρο(Heiting,1998)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΙ

5.1 Ιστορική εξέλιξη της Τεχνολογίας

Η τεχνολογία από τους υπολογιστές στην δεκαετία του 80 που χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει λεπτότερους και πιο επίπεδους ασφαιρικούς μονοεστιακούς φακούς με άριστη εκτός άξονα απόδοση, επεκτάθηκε στην παραγωγή των τελευταίων γενεών πολυεστιακών PPLs. Αυτό οδήγησε στην περαιτέρω μείωση του αστιγματισμού επιφάνειας καθώς επέτρεπε την παραγωγή λεπτότερων, λιγότερων καμπυλωτών φακών για μοντέρνους μεγάλους σκελετούς εκείνης της περιόδου. (Κατσαβός, 2012)

Έτσι οι περισσότεροι κατασκευαστές άρχισαν να παράγουν ομάδες φακών που ενσωματώνουν το ίδιο προοδευτικό σχεδιασμό με υψηλότερο δείκτη διάθλασης και φωτοχρωμικά πλαστικά υλικά που γίνονται εύκολα διαθέσιμα.. Οι ασθενείς επωφελούνταν πολύ από τα γυαλιά τους, καθώς τα χρησιμοποιούν για να καλύψουν συγκεκριμένες ανάγκες χωρίς να είναι υποχρεωμένοι να προσαρμόζονται κάθε φορά σε διαφορετικό σχεδιασμό και φόρμα.

Με τον συνδυασμό της τεχνολογίας των υπολογιστών για να αυξηθούν τα πλάτη των χρήσιμων ζωνών και να μειωθεί ο αστιγματισμός επιφανείας με την ιδέα του πολλαπλού σχεδιασμού, η μη προσαρμογή σε σωστά εφαρμοσμένους φακούς αποτελούσε πλέον εξαίρεση. Οι οπτικοί μπορούσαν να έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στα οφέλη των PPLs για τους ασθενείς τους. Ζητήματα όπως το πότε θα συστήσουν σκληρό ή μαλακό σχεδιασμό εκτοπιζόταν με το να δώσουν περισσότερη προσοχή στον τρόπο ζωής των ασθενών, και τους φακοί που απαιτούνται να εκπληρώνουν τις ανάγκες τους.

Η δεκαετία του '90 είδε τον σταθερό αφανισμό των μεγάλων σκελετών. 60mm δακτύλιοι γίνονταν ανάμνηση του παρελθόντος και καθώς οι σκελετοί έγιναν μικρότεροι και πιο ρηχοί, ακόμη και υψηλές αμετροπίες ήταν επιτέλους ικανές να εφαρμοστούν σε αισθητικά ελκυστικούς σκελετούς με λεπτότερους και ελαφρύτερους φακούς. Παρόλα αυτά, αυτό έθεσε μια μεγαλύτερη απαίτηση στους οπτικούς, να παρέχουν αυτά τα οφέλη στο πρεσβυωπικό πληθυσμό.

Οι ενήλικες πάνω από σαράντα, τώρα είναι πολύ ενήμεροι για την εικόνα και η μόδα, και απαιτούσαν τους ίδιους μικρούς και λεπτούς σκελετούς όπως τους φορούσαν οι

πιο νέοι άνθρωποι για λόγους αισθητικής. Εκτός από τους πρεσβύωπες, οι οποίοι είχαν χωριστά μακρινά και κοντινά γυαλιά, οι νέοι σκελετοί ήταν ανέφικτο να παρείχαν αρκετό βάθος για να προσαρμόσουν ακόμη και το κοντύτερο κανάλι της τότε τρέχουσας παραγωγής πολυεστιακών γυαλιών.

Το 1999, η American Optical παρήγαγε το πρώτο στενό κανάλι πολυεστιακού., γνωστός ως AO Compact. Με στενή την ενδιάμεση ζώνη του και την κοντινή τοποθετημένη υψηλότερα, το ελάχιστο ύψος εφαρμογών θα μπορούσε τώρα να είναι μειωμένο κατά 4mm συγκρινόμενο με αυτό που απαιτούνταν για τους περισσότερους συμβατικούς φακούς εκείνου του καιρού.

Άλλες επιχειρήσεις ανταποκρίθηκαν σύντομα στην απαίτηση και τις ανάγκες για αισθητική και προσθέσανε φακούς με κοντό κανάλι στους καταλόγους τους. Οι χρήστες, εντούτοις, ανακάλυψαν ότι εάν οι πρόσφατες μόδες επρόκειτο να ακολουθηθούν, έπρεπε να ανεχτούν τη συγγενή σκλήρυνση του φακού ως αποτέλεσμα της αύξησης της ταχύτητας αλλαγής της ισχύος από το μακρινό στο κοντινό τμήμα, που εμφανίστηκε όταν το προοδευτικό κανάλι κόντυνε. (Devie P & Jouvanceau C,2003)

5.2 Σύγχρονες Τεχνολογίες

Στην σημερινή εποχή, χρησιμοποιώντας πατενταρισμένο λογισμικό και CNC τεχνολογία, η απαιτούμενη προδιαγραφή του ασθενούς μπορεί να ερμηνευτεί πολύ γρήγορα ως κριτήριο σχεδιασμού, όπου τροφοδοτεί έπειτα με υψηλή ταχύτητα και ακρίβεια τα μηχανήματα τα οποία δεν χρειάζονται φόρμα. Το λογισμικό αποτελείται από διαμάντι κοπής το οποίο κινείται σε άξονες τριών διαστάσεων, και κόβει την ιδιαίτερα σύνθετη επιφάνεια του φακού με ακρίβεια 0.01D.

Μέσω του λογισμικού παρέχεται η δυνατότητα να κοπεί η μια ή και οι δύο επιφάνειες του φακού χρησιμοποιώντας αυτήν την μέθοδο. Με την πιο πρόσφατη παραγωγή πολυεστιακών, μερικές επιχειρήσεις έχουν χρησιμοποιήσει αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα για να απαλλαχτούν από το απόθεμα των ημικατεργασμένων δοκιμίων και να έχουν την ευχέρεια να παραγάγουν και τις δύο επιφάνειες φακών από ένα πλαστικό δοκίμιο με την λήψη των λεπτομερειών της παραγγελίας. Άλλοι κατασκευαστές έχουν διατηρήσει τα διαμορφωμένα προοδευτικά ημικατεργασμένα

δοκίμια και χρησιμοποιούν με χωρίς μοτίβο (freeform) τεχνολογία για να παραγάγουν τη βέλτιστη επιφάνεια της συνταγής που έχει δοθεί.

Η διαδικασία στίλβωσης μπορεί να προκαλέσει την απόκλιση από το σχεδιασμό της επιφάνειας freeform, επομένως αυτό θα πρέπει να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας μαλακά σφουγγάρια που ελέγχονται από υπολογιστή. Θεωρητικά, οποιοδήποτε καμπυλότητα που είναι από μαθηματική άποψη δυνατή μπορεί να παραχθεί χρησιμοποιώντας freeform κατεργασία επιφάνειας, παρόλα αυτά, ενώ ένας ακριβής φακός παράγεται, η εκτέλεση θα είναι μόνο τόσο ικανοποιητική όσο επιτρέπεται από το σχέδιο. Με άλλα λόγια, η freeform τεχνολογία είναι μόνο πολύτιμη όταν συνδυάζεται με άριστο σχεδιασμό φακού.

Θα έπρεπε να τονιστεί ότι μια από τις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν freeform κατεργασία επιφανειών είναι οι κατασκευαστές του σώματος αυτοκινήτων όπου περιοχές των μεταλλικών ελασμάτων που έχουν διαφορετικές ακτίνες καμπυλότητας πρέπει να συνδυαστούν ακριβώς με ένα συνεχή ποσοστό κυρτότητας μεταξύ των τμημάτων, για να αποφεύγονται αντανακλάσεις που εμφανίζουν αποσυνδέσεις. Οι συνδέσεις μεταξύ καθενός σημείου υπολογιστή για μια επιφάνεια φακού (που θα μπορούσε να είναι υψηλός και να ανέρχεται και ως 40,000) θα πρέπει να συνδυαστεί ομοίως.

Αν και οι ελεύθερες φορμαρισμένες επιφάνειες έχουν προηγουμένως δημιουργηθεί κάνοντας χρήση τεχνολογία παντογράφου καμπυλοτήτων, όπως με το Zeiss Gradal HS σχεδιασμό, ο μόνος τρόπος για να ενσωματώσουν οι κατασκευαστές φακών ικανοποιητική λεπτομερή προδιαγραφή του ασθενούς ήταν μόνο με τη μεγαλύτερη πρόοδο του λογισμικού υπολογιστών και την εμφάνιση μηχανημάτων ακρίβειας freeform προκειμένου για να παραγάγουν έναν πραγματικά μεμονωμένο και εξατομικευμένο πολυεστιακό.

5.3 Καινοτομία στην Αγορά

5.3.1 Εταιρεία Rodenstock

Η εταιρεία Rodenstock, παράγοντας το φακό Multigressiv, ήταν η πρώτη επιχείρηση που ενσωμάτωσε την μεμονωμένη φυσιολογία του ασθενή, καθώς επίσης και λεπτομέρειες σκελετού και εφαρμογής, σε ένα σχέδιο πολυεστιακού. Το άμεσα εξελιγμένο μοντέλο της εταιρείας, το Multigressiv 2, διατηρεί αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, αλλά και αναδεικνύει μια ασφαιρική προοδευτική μπροστινή επιφάνεια και μια freeform ασφαιρική/ατορική πίσω επιφάνεια. Η

αναγκαιότητα της ατορικής επιφάνειας έγκειται στη βελτιστοποίηση της απόδοσης ενός φακού με αστιγματική συνταγή.(Κατσαβός, 2006)

Η σημαντικότερη πρόοδος με τον πιο πρόσφατο σχεδιασμό Rodenstock, το Impression (Μεμονωμένη τεχνολογία φακών) ήταν στη προοδευτική ισχύ, καθώς επίσης και στο κύλινδρο στις αστιγματικές συνταγές που δουλεύονται στην πίσω επιφάνεια του φακού. Αυτό επιτρέπει στην προοδευτική επιφάνεια να είναι σε μικρότερη απόσταση από το μάτι, δίνοντας μια επέκταση των οπτικών πεδίων έναντι εκείνων με μπροστινή προοδευτική επιφάνεια. Με έναν πραγματικό σε αντιδιαστολή με έναν λεπτό φακό, η ενίσχυση είναι το προϊόν του σχήματος και των παραγόντων ισχύος. Ο παράγοντας σχήματος εξαρτάται από τη ισχύ της μπροστινής επιφάνειας και καθώς αυτή παραμένει σταθερή, η διαφορά ενίσχυσης μεταξύ των οπτικών περιοχών του φακού έχει τηρηθεί στο ελάχιστο.

Πρόσθετοι παράμετροι που περιλαμβάνονται με τη παραγγελία είναι η παντοσκοπική και ορθοσκοπική (μετωπικό τόξο) γωνία του πραγματικού σκελετού όπως τον φοράει ο ασθενής, και την πίσω vertex απόσταση. Η μπροστινή καμπυλότητα μπορεί να κατεργαστεί για να ταιριάζει με το τόξο του σκελετού. Η Rodenstock έχει αναπτύξει ένα kit για να βοηθήσει με αυτό τις μετρήσεις.

Στην περίπτωση των υψηλών υπερμετρωπιών, η Rodenstock έχει περιλάβει το Hyperop στη γκάμα των Impression. Με τη χρήση του Perfalit 1,67 υλικού, τη τεχνολογία Impression και την ελαχιστοποίηση του κεντρικού πάχους ως πρότυπα, υπερμέτρωπες μέχρι +13.00D μπορεί να αναμένουν τη βέλτιστη οπτική και κοσμητική απόδοση από τους φακούς τους.

Και το Impression και το Hyperop είναι διαθέσιμα σε κοντές εκδόσεις καναλιών, με ελάχιστα ύψη εφαρμογής μόνο 16mm.

5.3.2 Εταιρεία Hoya

Η Hoya έχει επικεντρωθεί στην πιο πολύ αποτελεσματικής θέσης των συστατικών του πολυεστιακού.

Το αποτέλεσμα, χρησιμοποιώντας τον Hoyalux ενιαίο σχεδιασμό (iD) επιφάνειας φακού, ήταν να τοποθετήσει τα κάθετα προοδευτικά συστατικά στην μπροστινή επιφάνεια, με την κοίλη επιφάνεια να ενσωματώνει τα οριζόντια συστατικά.

Αναλυτικότερα, τα οριζόντια προοδευτικά συστατικά που προκαλούν τη λοξή διαστρέβλωση είναι κοντύτερα στο μάτι στην εσωτερική επιφάνεια του φακού αυτό

προκαλεί λιγότερη παραμόρφωση εικόνας με συνέπεια ένα ευρύτερο οπτικό πεδίο στην οριζόντια κατεύθυνση. Οι δύο δομές επιφάνειας χρειάζεται να ισορροπηθούν, παρόλα αυτά, για να αποτραπεί η ενοχλητική λοξή διαστρέβλωση στον επηρεασμό της οπτικής άνεσης του χρήστη η εταιρεία Hoya εισήγαγε το λοξό δείκτη παραμόρφωσης τεχνολογία χαρτογράφησης, που ήταν σε θέση να μιμείται την πραγματική χρήση του ασθενούς για να εξετάσει και να υπολογίσει την έκταση της παραμόρφωσης εικόνας σε οποιοδήποτε σημείο του οπτικού πεδίου. Η βέλτιστη διαδικασία πήγε περαιτέρω με τον Ισορροπημένο έλεγχος θέας, ο οποίος αξιολόγησε τη μετακίνηση ενός αντικειμένου ή μιας σκηνής δια μέσου του αμφιβληστροειδή κατά τη διάρκεια της χρήσης πολυεστιακού.

Όσο αφορά τις ακριβείς τιμές εσωκέντρωσης η Hoya απαιτεί την πλήρη συνταγή, μονοφθάλμιες διακορικές αποστάσεις και τη κοντινή απόσταση εργασίας για το προσθήκη της συνταγής. Το προϊόν της είναι το Hoyalux iD και είναι διαθέσιμο σε μήκη καναλιών 11mm και 14mm.

5.3.3 Εταιρεία Zeiss

Αυτός ο φακός έχει αναπτυχθεί και συνδυαστεί με το πιο πρόσφατο λογισμικό και την τελευταία τεχνολογία κατεργασίας επιφανειών της εταιρείας για να παραχθούν το Gradal Top και Gradal Individual. Η μήτρα, μια μπροστινή επιφάνεια πολυεστιακού, σχεδιάστηκε χρησιμοποιώντας στατιστικά καθορισμένες μέσες παραμέτρους, με τη σειρά παραγωγής να διαιρείται σε ομάδες βασικών καμπυλοτήτων. Το Clarlet 1,67 Gradal Top καλύπτει εννέα βασικές καμπυλότητες μεταξύ -10.00D και + 10.00D, κάθε ένα με 12 προσθήκες με συνέπεια 108 βελτιστοποιημένες προοδευτικές επιφάνειες. Η παροχή βελτιστοποιημένου ημιτελή φακού για κάθε συνταγή και προσθήκη θα ήταν οικονομικά μη εφαρμόσιμη.

Με την χρήση των Gradal Individual, freeform επιφανειών μπορούν να δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για να παρέχει το βέλτιστο τελειωμένο φακό για κάθε ασθενή ενσωματώνοντας στο σχεδιασμό, παραμέτρους συγκεκριμένες στις μετρήσεις του προσώπου του χρήστη καθώς και εφαρμογής του σκελετού και λεπτομέρειες της κοντινής εργασίας του.

Η μεμονωμένη μορφή σκελετού είναι Μια πρόσφατη προσθήκη στη σειρά Zeiss. Με μήκη προοδευτικής ζώνης μεταξύ 10mm και 16mm μπορούν να παραγγελθούν για να προσαρμόσουν στο σκελετό τις επιλογές και τις ανάγκες του ασθενή, εξασφαλίζοντας

ταυτόχρονα η ζώνη ανάγνωσης να μένει πλήρως χρησιμοποιήσιμη. Μια τιμή εφαρμογής σκελετού ορίζεται σε κάθε προοδευτική ζώνη, αυξάνοντας το μήκος των από 10 σε 16 mm και το ελάχιστο μήκος εφαρμογής από 14 σε 20 mm.

Το Individual Short έχει μια τιμή εφαρμογής σκελετού αντίστοιχη σε ένα μήκος καναλιού 11mm. Η τιμή πρέπει να περιληφθεί με τη παραγγελία, ή να παρασχεθεί με έναν φακό με μια τιμή 4.0, που αντιστοιχεί στο Gradal Individual.(Meister &Sheedy,2010)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γεωργιάδου Στ. (2006) *Αποκατάσταση Κερατοειδούς Μετά Από την Διακοπή Φακών Επαφής*, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Δρόσος Δ.(2008) *Αξιολόγηση Οφθαλμικών Φακών με Εκτοπόμετρο Shack – Hartmann*

Μακριδάκη, Μ.(2006) *Χρήση φασματοσκοπικών τεχνικών για την εκτίμηση της ενυδάτωσης του κερατοειδή κατά την διάρκεια διαθλαστικής χειρουργικής*, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Πανελλήνια Ένωση Αμφιβληστροειδοπαθών(2001) *Εγχειρίδιο*

Περδικάκης, Ν. (2008) *Μέτρηση και αξιολόγηση της δυναμικής προσαρμογής του οφθαλμού πριν και μετά από διαθλαστικές επεμβάσεις διόρθωσης μυωπίας με excimer laser*

Χατζάκη(2012) *Διεπαφή Χρήστη Υπολογιστή με την καταγραφή κίνησης οφθαλμού*, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Alin,A.(2003) *Physiology of the Eye. Clinical Application*, 10th ed. Paul L. Kaufman,

Arciniegas & Amaya (1980) *Bio-structural model of the human eye*

Balazs&Denlinge r(1975) *Fine structure of the developing vitreous*. Int. Ophthalmol. Clin. 15, 53-63.

Coulombre (1956)*The role of intraocular pressure in the development of the chicken eye*

Devie P and Jouvanceau C (2003) *Varilux Ipseo eye/head*

strategy and Physiological personalisation.

Eppiq et al (2012) *Photochromic dynamics of ophthalmic lenses*

Fatti, (1977) *Hydraulic flow conductivity of the vitreous gel*

Fowler C.W., Sullivan C.M.,A(1989) *Comparison of three methods for the measurements of progressive addition lenses*

Hisashi Og.(2004) *Treatment Characteristics On Organic Ophthalmic Lenses and Choose of Lens Treatment*

I-Coat Company (2008) *Handbook*

Meister &Sheedy,(2010) *Introduction to Ophthalmic Optics*

Sebag J (1987): *Ageing of the vitreous. Eye* 1:254-262, 1987.

Διαδικτυακοί τόποι

Heiting (1998) site All about vision.com